

ENCYCLOPÉDIE
DE LA
RADIOÉLECTRICITÉ

DICTIONNAIRE ET FORMULAIRE
DE RADIOTECHNIQUE

H - Z



ETIENNE CHIRON, EDITEUR
PARIS

La reproduction totale ou partielle de l'Encyclopédie de la Radio est interdite même avec indication de la source.

Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous les pays, y compris la Suède, la Norvège et l'U. R. S. S.

Copyright by Etienne Chiron, Paris, 1928.

3^e EDITION 1938

ENCYCLOPÉDIE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ

DICTIONNAIRE ET FORMULAIRE
DE LA RADIOÉLECTRICITÉ

donnant la définition, l'explication de tous les termes
et leur traduction en anglais et en allemand

Ouvrage publié sous la direction de

MICHEL ADAM

Ingénieur E. S. E.

Membre de la Société française des Électriciens

ÉTIENNE CHIRON, ÉDITEUR

40, Rue de Seine, PARIS

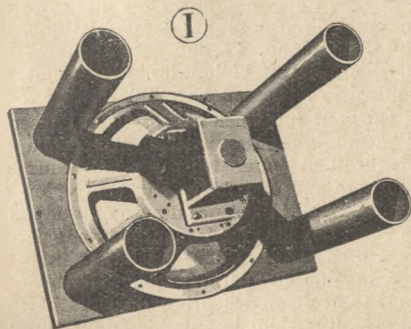
REVUE GÉNÉRALE

Afin de permettre de relier à
volonté cet ouvrage en un seul
volume, nous avons continué la
pagination du 2^e volume à la
suite du premier.

Les personnes qui désireraient
relier les deux volumes en un
seul n'auront qu'à enlever les
titres en ménageant un onglet.

H

HARMONIE. Haut-parleur à tuyaux d'harmonie. Le tuyau d'harmonie est une sorte de tuyau d'orgue ayant pour fonction, non de créer une onde sonore, mais de la renforcer par résonance acoustique. Une application de ce principe a été faite sous la forme du *résonateur dynharmonique* de d'Alton. Voir *dynharmonique*. Une autre consiste à adapter au récepteur quelques tuyaux d'harmonie, généralement deux ou quatre, pour produire un renforcement des notes graves. Le principe de cette seconde



Tuyaux d'harmonie: I. Disposition de quatre tuyaux d'harmonie entourant le haut-parleur à l'arrière du baïlle (L. M. T.). — II. Fonctionnement des tuyaux d'harmonie: E, haut-parleur électrodynamique; D, onde sonore directe; H, tuyaux d'harmonie; M, membrane absorbante pour les notes aiguës; S, trajet des ondes sonores de dépression.

application est le suivant. On sait que le déplacement, sous l'effet de l'excitation téléphonique, de la membrane du haut-parleur produit des ondes acoustiques aussi bien dans la concavité que dans la convexité du diffuseur. Or, pour des considérations de commodité et d'esthétique, on n'utilise généralement que celles produites par la concavité du diffuseur, qui est tournée vers l'auditeur sur la partie antérieure de l'appareil. Au contraire, les ondes postérieures restent enfermées dans le boîtier du récepteur et sont sans action acoustique. Certains constructeurs ont préconisé l'utilisation de cette énergie sonore perdue, par le moyen de tuyaux d'harmonie. Mais, pour qu'il en résulte une amélioration réelle de l'audition, il convient de faire un choix. A cet effet, les ondes postérieures sont projetées, au fond du boîtier de l'appareil, sur une membrane spéciale, qui a la propriété d'absorber les fréquences élevées et de réfléchir les fréquences graves. Ces fréquences sont canalisées par les tuyaux d'harmonie, dont la longueur est calibrée à cette fin, et renvoyées par eux sur la face antérieure du récepteur, où elles viennent renforcer les notes basses données par le diffuseur.

(Angl. *Harmony Tubes*. — All. *Harmoniejöhren*).

HARMONIQUE. Composantes harmoniques. Grandeurs sinusoïdales en lesquelles se décompose une grandeur périodique, dont la première, ou *fondamentale*, a la même fréquence que la grandeur considérée, et dont les suivantes ont des fréquences multiples (série de Fourier) (C. E. I., 1934).

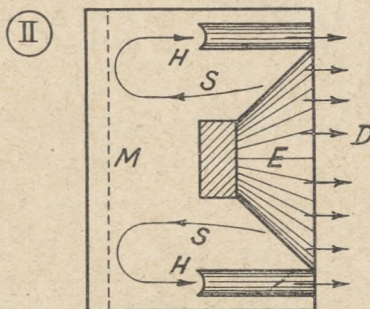
— **Fonction harmonique.** Cette fonction s'identifie avec une fonction sinusoïdale simple d'une grandeur variable. Si la variable est le temps t , cette fonction aura donc la forme

$$X = A \sin(\omega t - \varphi)$$

$$\text{ou } Y = B \cos(\omega t - \psi),$$

A et B étant des constantes de même grandeur que X et Y; φ et ψ étant des angles constants, ω étant la *pulsation*. Voir *alternatif*.

Un mouvement harmonique simple peut être représenté très facilement par une onde de la manière suivante. Considérons un



point M qui tourne sur un cercle O, animé d'un mouvement de rotation uniforme, c'est-à-dire qu'à l'instant t la position du rayon OM est déterminée par l'angle ωt par rapport à un diamètre fixe. Si l'on projette ce mouvement sur les deux diamètres rectangulaires pris comme axes de coordonnées, on trouve les formules que nous venons d'établir. La représentation de X ou de Y en fonction du temps est une sinusoïde, dont les propriétés ont été signalées d'autre part au terme *alternatif*.

Inversement toute onde pure peut être représentée par une courbe sinusoïdale et traduite par l'une des formules ci-dessus.

— **Oscillations harmoniques.** Une fonction périodique *quelconque* peut être décomposée en une série dont les termes sont des fonctions sinusoïdales pures. Les fréquences de ces fonctions sont des *multiples simples* de celle de la fonction périodique. Ces *harmoniques simples* sont mis en évidence par le théorème de Fourier. L'*analyse harmonique* est l'opération mathématique qui consiste à faire cette décomposition de la fonction en ses harmoniques.

Cette décomposition n'est pas seulement théorique, mais a une réalité physique : il est possible, en effet, de mettre en évidence, au moyen de résonances convenables, les

différents termes de la série de Fourier correspondant à une fonction périodique donnée, c'est-à-dire les harmoniques d'un courant alternatif, d'une tension alternative, d'un flux alternatif, d'un champ alternatif, etc...

On désigne par leur rang dans la gamme des fréquences les divers harmoniques simples qui constituent une fonction périodique. Le terme principal, dont la fréquence est la plus basse et dont l'amplitude est généralement la plus élevée, est appelé *terme fondamental*, *premier harmonique* ou *harmonique 1*. Sa fréquence et sa longueur d'onde sont celles qui caractérisent l'onde : par exemple, 2.650 m. pour l'émission des signaux horaires de la Tour Eiffel et 4.314 m. pour celle de la station de Paris P. T. T.

Le terme de fréquence double est appelé *harmonique 2*, celui de fréquence triple *harmonique 3* et ainsi de suite. Ces harmoniques de fréquences multiples de la fréquence fondamentale sont dénommés pour cette raison *harmoniques supérieures*. On les répartit généralement en harmoniques *pairs* et harmoniques *impairs* suivant le rang de la fréquence. Le théorème de Boucherot démontre qu'aux bornes de l'enroulement induit d'un alternateur on recueille les harmoniques impairs de la fréquence fondamentale, tandis qu'aux bornes de l'inducteur on recueille les harmoniques pairs. C'est sur ce principe qu'est basé l'alternateur à haute fréquence de Goldschmidt (voir *alternateur*). Dans les émetteurs à lampes, on rencontre à la fois les deux rangs d'harmoniques. C'est ainsi que l'émission de la Tour Eiffel aura son harmonique 2 sur 1.325 m. et son harmonique 3 sur 883 m.; que Paris P. T. T. aura son harmonique 2 sur 215,7 m. et son harmonique 3 sur 143,8 m.

— **Harmoniques de courants de haute fréquence.** En téléphonie comme en télégraphie, on a intérêt à ce que l'onde porteuse émise par toute station soit *pure*, c'est-à-dire rigoureusement sinusoïdale et dépourvue d'harmoniques préexistants avant la modulation. Or les courants oscillants à haute fréquence produits par les divers générateurs sont rarement exempts d'harmoniques; avant de rayonner une onde, surtout pour les besoins de la radiophonie, il importe de la *filtrer* afin de la débarrasser de ses harmoniques. Les générateurs à arcs sont ceux dont l'onde renferme le plus d'harmoniques; on a pu compter plusieurs centaines d'harmoniques sur l'émission d'un même arc. Il s'ensuit une mauvaise utilisation de l'énergie, un mauvais rendement des générateurs à arcs et, ce qui est plus grave, un encombrement énorme de l'éther, qui vibre ainsi sur toute une gamme de longueurs d'onde au lieu d'une seule, provoquant des interférences qui gênent le trafic télégraphique et empêchent complètement la réception des auditions de radiodiffusion à plus de 300 kilomètres alentour, comme c'était le cas pour les arcs de 1.000 kilowatts de la station de Bordeaux-Lafayette, à Croix-d'Hins. Les alternateurs à haute fréquence n'ont en général que des harmoniques rares

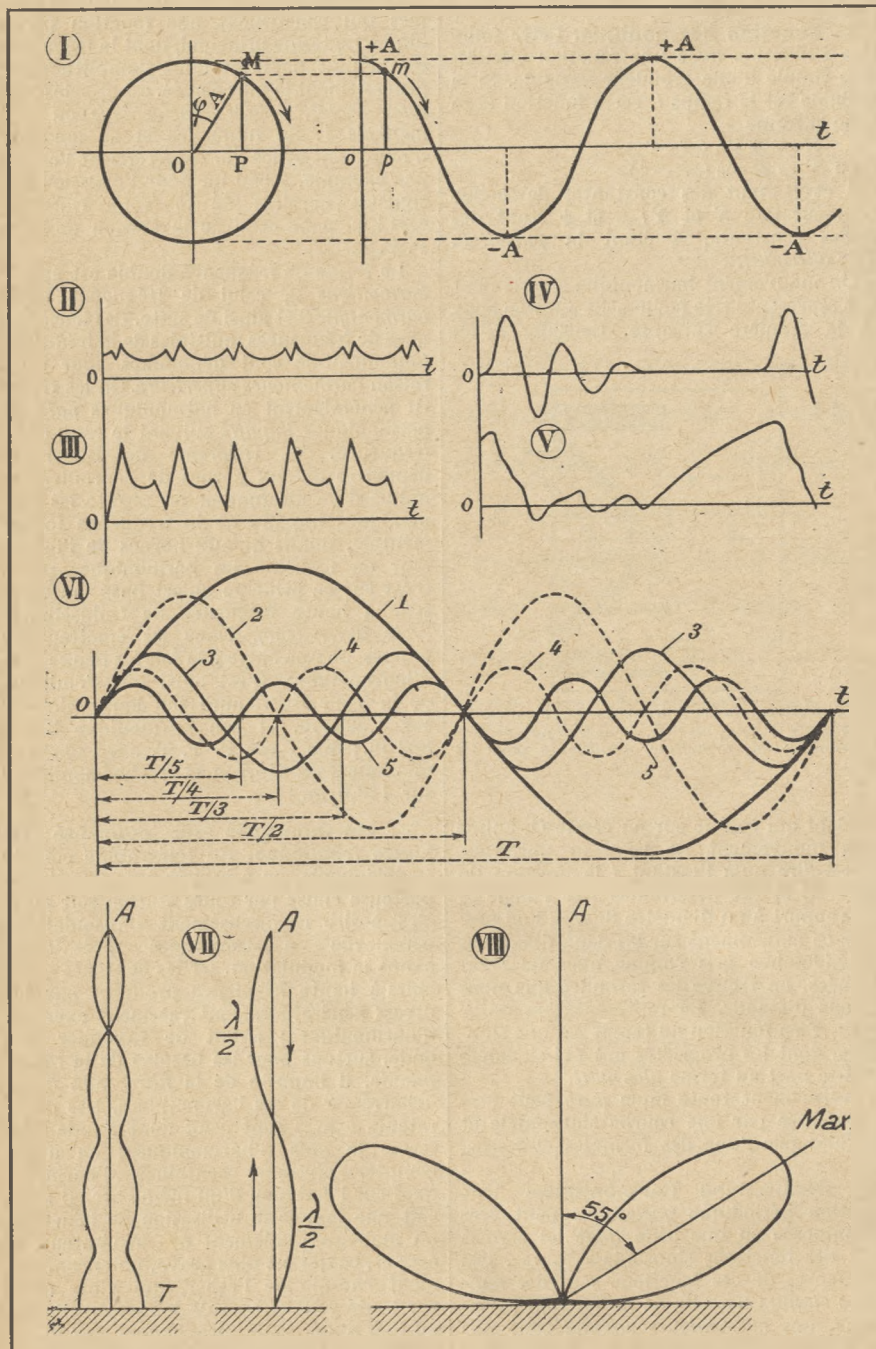
et assez faibles pour que l'usage du filtre d'ondes à l'émission ne soit pas indispensable. Avec les émetteurs à lampes, dépourvus d'inertie mécanique, il est aussi facile de se débarrasser des harmoniques que de les faire naître, si on le désire. Voir *filtre, feeder*.

Les ondes harmoniques sont utilisées seulement au laboratoire pour la mesure des fréquences. A cet effet, MM. Abraham et Bloch ont mis au point un petit générateur local (*multivibrateur*) qui rayonne une onde extrêmement riche en harmoniques. On détermine la longueur d'onde exacte d'une

radiation en l'identifiant avec celle d'un harmonique de ce multivibrateur par la méthode des battements; puis on détermine l'onde fondamentale du vibreur au moyen de l'oscillation d'un diapason, ce qui permet de faire la mesure avec beaucoup de précision. Voir *étalon de fréquence, multivibrateur*. — **Harmoniques des courants de basse fréquence.** Les harmoniques des courants de basse fréquence, particulièrement des courants téléphoniques et musicaux, jouent en radiophonie un rôle capital. En effet, si la *hauteur* d'une note de musique, définie par sa fréquence fondamentale de vibration, est une notion essentielle, le *timbre* de cette note, déterminé par les harmoniques de la vibration, est une notion caractéristique. Un musicien reconnaît à l'oreille non seulement qu'une note est un *la*, mais que ce *la* est donné par un piano, un violon, une flûte, un cor, une guitare, etc... Cette discrimination provient de ce que les divers instruments superposent aux sons fondamentaux émis une sorte de bouquet d'harmoniques caractéristique. La flûte, le piano, l'orgue sont pauvres en harmoniques; le violon, les cuivres sont, au contraire, riches en harmoniques.

On peut imaginer à la rigueur l'absence d'harmoniques des instruments : cela reviendrait à jouer tous les morceaux de musique sur une flûte. Par contre, on ne peut imaginer l'absence d'harmoniques dans la voix. Les sons fondamentaux de la parole sont bien localisés dans les basses fréquences, jusqu'à 400 périodes par seconde environ, mais si on les prive de leurs harmoniques, il devient impossible de reconnaître la voix. Si l'on analyse les oscillogrammes relevés sur un courant téléphonique on constate que les voyelles et surtout les consonnes sont caractérisées non pas par une fréquence fondamentale, mais bien par la distribution toute spéciale des harmoniques constituant le timbre de la voix. La preuve en est qu'on peut faire des vocalises sur toutes les voyelles. Pour la voyelle *o*, par exemple, l'enregistrement des vibrations fait apparaître un harmonique 5 dont l'amplitude est deux fois plus intense que le son fondamental, ce qui montre l'importance essentielle des harmoniques de la voix. Sans doute il n'est pas nécessaire pour reconnaître la parole d'émettre tous ses harmoniques jusqu'à 6.000 ou 8.000 p/s, mais la voix devient incompréhensible si l'on supprime les harmoniques de fréquence inférieure à 1.000 p/s.

L'oreille est sensible à tous les harmoniques depuis 50 jusqu'à 20.000 p/s, mais particulièrement aux fréquences comprises entre 200 et 5.000 p/s. Il importe donc que les appareils émetteurs et récepteurs transmettent les harmoniques musicaux avec une grande fidélité. Le microphone et le téléphone ne sont pas les seuls appareils qui doivent être fidèles et dépourvus de résonances acoustiques parasites. Les amplificateurs de transmission et de réception, notamment leurs organes de liaisons, doivent posséder la même fidélité. L'amplification par résistances favorise les harmoniques supérieurs et a tendance à donner un son nasillard et cuivré. L'amplification



Harmoniques : I. *Fonction harmonique :* M, mobile animé d'un mouvement circulaire uniforme sur le cercle O de rayon A; MP = m_p , amplitude du mouvement périodique. — II et III. *Harmoniques de tension* aux bornes d'un générateur à arc dans le cas d'un régime trop poussé et présentant des extinctions (oscillations de 2^e espèce). — IV et V. *Harmoniques de courant et de tension* aux bornes de l'arc dans le cas des oscillations de 3^e espèce. — VI. *Onde fondamentale 1 et ondes harmoniques 2 à 5 :* en trait plein, harmoniques impairs; en trait ponctué, harmoniques pairs. Les longueurs T, T/2, T/3, T/4, T/5 représentent les périodes respectives de ces harmoniques. — VII. Ondes stationnaires sur une antenne vibrant en onde entière. — VIII. Distribution du courant et du champ sur une antenne

par transformateur étouffe les harmoniques, « arrondit » le son et donne aux instruments un timbre de flûte.

— Antenne vibrant en harmonique.

Lorsqu'on se sert d'antennes très longues par rapport à la longueur d'onde utilisée, on constate sur l'antenne la présence d'ondes stationnaires se manifestant par plusieurs nœuds et ventres de vibration successifs, qui sont d'autant plus atténués que l'antenne est plus longue et plus amortie (R. Mesny). Voir *antenne, vibration*. Comme les courants dans l'antenne sont de sens contraires en deux ventres consécutifs, la distribution du champ est plus compliquée qu'avec les antennes quart-d'onde ou demi-onde. Pour une antenne vibrant en onde entière, le champ est nul à l'horizon et au zénith; il est maximum pour une direction oblique (55° environ avec la verticale).

— **Coefficient de filtrage des harmoniques.** Dans un oscillateur utilisant deux circuits couplés (R. Mesny), on nomme *coefficient de filtrage d'un harmonique* l'expression :

$$F = \frac{p \beta^2 r}{k^2}$$

dans laquelle p est le rang de l'harmonique,

$$\beta = 1 - \frac{1}{p^2},$$

$$r = \frac{n^2}{n^2 + 1} \text{ (rendement),}$$

$k = n \sqrt{d_1 d_2}$ (coefficient de couplage),
 n est le degré de couplage,

$$d = \frac{R}{L\omega}$$

— **Rang d'un harmonique.** On dit qu'un harmonique est de rang p lorsque sa fréquence est p fois plus grande que la fréquence fondamentale.

— Suppression des harmoniques.

Pour réduire les perturbations produites même à plus de 2.000 kilomètres de distance par les harmoniques des stations d'émission, l'Union internationale de Radiodiffusion a proposé la règle suivante :

Pour n'importe quelle station, la valeur maximum du champ produit par l'harmonique le plus fort ne dépassera pas un chiffre de 0,3 millivolt par mètre à une distance d'environ cinq fois la longueur d'onde de l'harmonique considéré.

Les phénomènes de saturation et de distorsion — dans les amplificateurs, oscillateurs ou détecteurs — donnent naissance à des harmoniques. Le C. C. I. R. en a fixé l'intensité du champ à 300 microvolts par mètre et à 5 kilomètres de l'émetteur pour toutes les fréquences inférieures à 3.000 kc : s. Pour les autres, il convient de se rapprocher de cette limite qui ne correspond guère qu'à 25 mW de puissance dans l'antenne, en admettant qu'elle se comporte comme un dipôle hertzien. Mais il paraît préférable de faire intervenir la puissance rayonnée ou, plus exactement, la force *cimomotrice*, produit du champ en un point par la distance de ce point à l'émetteur. En l'espèce, un champ de 0,3 mV : m à 5 kilomètres est produit par une force cimomotrice de 1,5 volt. Une série de filtres, de blindages et de mises à la terre ont raison des harmoniques à l'émission. On emploie des circuits intermédiaires des circuits bouchons et autres types de filtres passe-bas, des blindages et des écrans mis à la terre. Voir *filtre, feeder*.

— **Télégraphie harmonique.** Télégraphie par modulation de courants porteurs dont les fréquences sont celles de sons audibles (C. E. I., 1934).

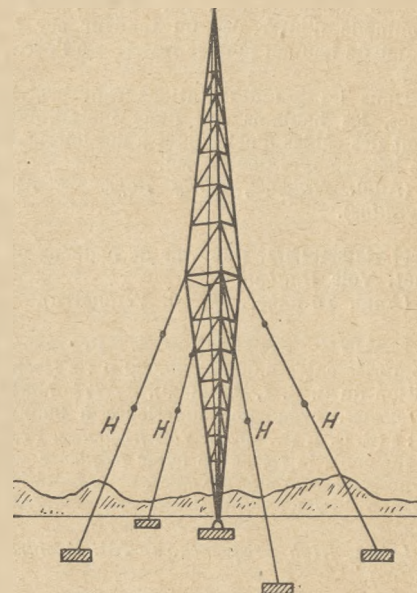
(Angl. *Harmonic*. — All. *Harmonisch*).

HARTLEY. Montage de Hartley.

Montage d'émission pour ondes courtes (10 mètres à 100 mètres de longueur d'onde environ), constitué de la façon suivante : l'antenne est un dipôle dont les deux nappes sont réunies par une spire unique couplée à deux autres spires réparties symétriquement de chaque côté de la première. Ces deux spires sont réunies entre elles par la batterie de tension de plaque shuntée par un condensateur de 0,05 microfarad. Les deux autres connexions des spires sont reliées respectivement à la grille et à la plaque de la lampe oscillatrice de l'émetteur.

(Angl. *Hartley Circuit*. — All. *Hartleysche Schaltung*).

HAUBAN. Fil ou câble d'ancrage destiné à assurer la résistance du poteau (ou du mât d'antenne) aux efforts horizontaux (C. E. I., 1934). Corde ou câble qui a pour fonction de tenir un mât dans la position verticale. Les haubans sont attachés au mât en plusieurs couronnes appelées *cours* de haubans. Chaque cours comporte généralement quatre haubans également inclinés. En marine, on appelle *gui* les haubans qui sont destinés à maintenir les vergues hori-

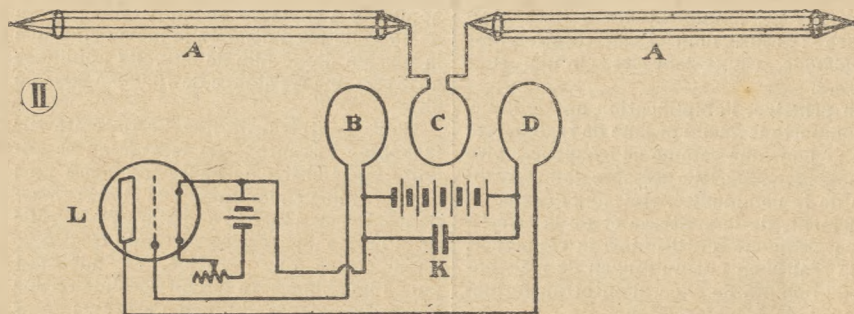
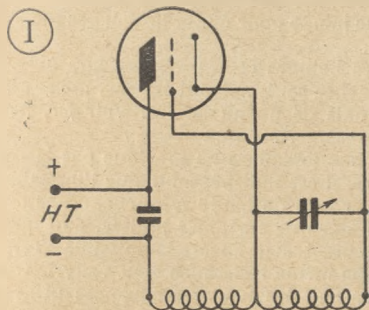


Haubans : Antenne-pylône demi-onde soutenue par un cours de quatre haubans H.

zontales. En radioélectricité, ces haubans maintiennent les vergues sur lesquelles s'attachent les nappes d'antenne.

Les haubans sont soit en corde goudronnée, soit en câble galvanisé. Le goudronnage de la corde est indispensable pour prévenir la pourriture du chanvre à la longue et éviter une rupture à l'improviste.

Dans le cas des haubans métalliques, on peut avoir intérêt à les sectionner en divers tronçons isolés les uns des autres au moyen de chaînes d'isolateurs (noix de porcelaines, bâtons d'ébonite, vertèbres, etc...). Cette précaution n'est généralement indispensable



Oscillateur Hartley : I. Schéma de principe de l'oscillateur Hartley. — II. Couplage d'un oscillateur Hartley à une antenne dipôle : A, nappes d'antennes symétriques; B, C, D, bobines de couplage; L, lampe oscillatrice; K, condensateur fixe de 0,05 microfarad.

que pour les postes émetteurs, notamment à bord des navires où l'absorption par une forêt de haubans non isolés serait par trop considérable.

L'arrimage des haubans se fait pratiquement à un piquet de bois ou de métal (cornière, fer à U, etc...) qu'on enfonce dans le sol. On peut aussi réaliser un ancrage très résistant en creusant une fosse où l'on place une dalle ou une masse quelconque d'un certain encombrement. Recouvert de terre, cet ancrage est réuni au hauban au moyen d'une amarre. En ce cas, il est commode d'intercaler un tendeur sur le trajet du hauban pour le resserrer à l'occasion.

Dans les grandes stations radioélectriques, les haubans des mâts métalliques sont des câbles d'acier fixés à des ancrages de béton noyés dans le sol.

(Angl. *Halyard, Stray Rope*. — All. *Pardune*).

HAUBANER. Pourvoir de haubans un mât. Voir *Hauban*.

(Angl. *To anchor*. — All. *Verankern*).

HAUTE FRÉQUENCE. Fréquence comprise entre 6.000 et 30.000 p : s (Définition du C. C. I. R., 1929). — *Très haute fréquence.* Fréquence supérieure à 30.000 p : s (C. C. I. R., 1929). Voir *fréquence*. Pratiquement, le terme de *haute fréquence* est synonyme de *radiofréquence*, et caractérise toute fréquence d'un phénomène radioélectrique.

(Angl. *High Frequency*. — All. *Hochfrequenz*).

— Amplification à haute fréquence.

Opération qui consiste à accroître l'amplitude et l'énergie des oscillations à haute fréquence, en particulier de celles captées par le collecteur d'ondes avant de modifier par la détection la fréquence de ces oscillations. — **Amplificateur à haute fréquence.** Appareil qui opère l'amplification à haute fréquence, généralement au moyen de lampes triodes, fonctionnant comme *relais*. Les oscillations à amplifier sont amenées à la grille de la lampe au moyen d'un couplage résistance-capacité, impédance-capacité, ou d'une liaison par circuit accordé, transformateur ou autotransformateur à haute fréquence, accordé ou non. Voir *triode*, *amplification*, *amplificateur*, *couplage*, etc...

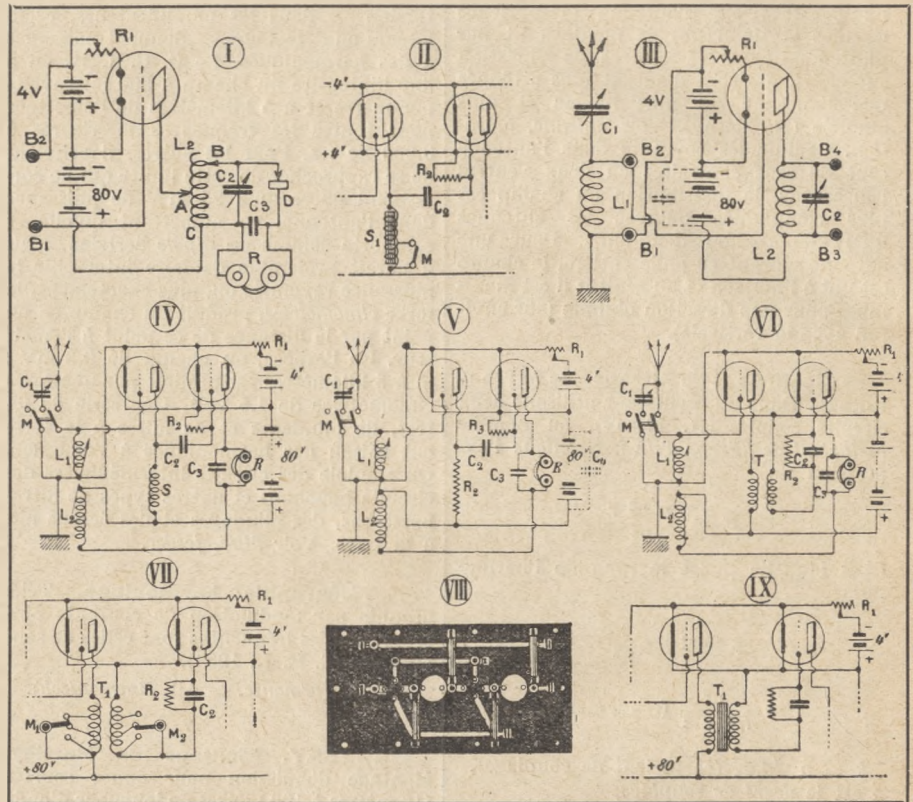
Pratiquement, on peut diviser en deux catégories les amplificateurs à haute fréquence : ceux dont l'amplification est *apériodique*, ceux dont les circuits sont *accordés*.

En principe, l'amplification apériodique, ne comportant aucun organe de réglage, est valable pour une gamme de fréquences plus ou moins étendue. Elle présente donc l'avantage de la commodité, mais aux dépens du rendement, de la syntonie et de la sélectivité, puisqu'elle n'utilise pas la résonance. On la réalise en fait au moyen de résistances, de bobines de choc, d'autotransformateurs ou de transformateurs.

Le couplage par résistances n'est pas essentiellement différent de celui qu'on utilise pour l'amplification à basse fré-

quence; toutefois, la capacité de liaison est plus faible (0,5 à 1 millième de microfarad environ). Ce couplage est peu employé en radiophonie, car il n'amplifie très sensiblement qu'au-dessus de 800 mètres de longueur d'onde environ.

fréquence est encore plus simple que les précédents, puisqu'il ne nécessite ni résistance de fuite entre grille et filament, ni condensateur de liaison entre circuits de plaque de la première lampe et circuit de grille de la seconde. Le transformateur



Amplification à haute fréquence: I. Amplification à haute fréquence avant détection par galène. — II. Avec bobine à noyau de fer. — III. Par lampe de couplage. — IV. Avec bobine sans fer. — V. Avec résistance. — VI. Avec transformateur sans fer. — VII. Avec transformateur à prises et commutateurs. — VIII. Avec résistances (schéma de montage). — IX. Avec transformateur à noyau de fer.

Le couplage par bobine de choc ou autotransformateur s'opère de la même façon. L'intérêt de la bobine, c'est que sa résistance apparente ou impédance se substitue à la résistance non-inductive; elle ne produit donc de chute de tension que pour le courant à haute fréquence. La chute de tension continue due à sa faible résistance non inductive est peu appréciable et il en résulte une économie considérable d'énergie appliquée à la plaque de lampe; une tension de 40 volts produit alors le même effet que la tension d'une pile de 80 volts appliquée à travers une résistance de 70.000 à 300.000 ohms.

Enfin l'autotransformateur présente sur la bobine l'avantage de fournir au secondaire une tension de haute fréquence plus élevée, indépendamment de toute résonance. Or, on a intérêt à appliquer à la grille de la lampe une tension de haute fréquence aussi élevée que possible, en adoptant pour l'impédance du circuit secondaire une valeur très élevée, du même ordre de grandeur que la résistance interne de la lampe entre le filament et la grille.

Le couplage par transformateur à haute

suffit à séparer les deux circuits : le primaire est intercalé entre la plaque et le positif de la source de haute tension; le secondaire est intercalé entre la grille et le négatif de la batterie de chauffage, à moins qu'on ne polarise négativement la grille au moyen d'une source auxiliaire. La connexion, très simple, s'opère généralement en montant sur le transformateur quatre broches en quadrilatère correspondant à quatre douilles disposées comme celles d'une lampe pour éviter les fausses manœuvres.

Les bobines et transformateurs à haute fréquence sont, suivant les cas, pourvus ou démunis de noyau de fer. Voir *fer*, *ferrocarril*, *bobine*, *noyau*.

Même lorsqu'on ne pratique pas la résonance, il est indispensable que l'impédance des circuits de haute fréquence reste comprise dans de certaines limites, afin que le rendement soit encore admissible. Tandis qu'une même résistance peut couvrir toute la gamme des hautes fréquences utilisées, il est indispensable de faire usage de quatre ou cinq inductances différentes pour amplifier en haute fréquence sur la seule gamme

de 200 à 3.000 mètres. On réalise cette condition en employant soit des bobines à prises variables munies d'un commutateur spécial qui coupe les *bouts morts*, soit un jeu de bobines interchangeables : fonds de paniers, nids d'abeilles et autres bobines à faible capacité répartie entre spires, voire même bobines fractionnées en galettes coaxiales.

La forme de la bobine importe peu. La plupart des types de bobine, surtout les fonds de paniers et les nids d'abeilles, ont un circuit magnétique largement ouvert, ce qui peut provoquer sur les circuits voisins des réactions parasites en raison de la dispersion de ce champ. Dans des bobines toroïdales, le champ se referme sur lui-même. Ne possédant pas de fuites magnétiques appréciables, elles ne provoquent pas de réactions gênantes.

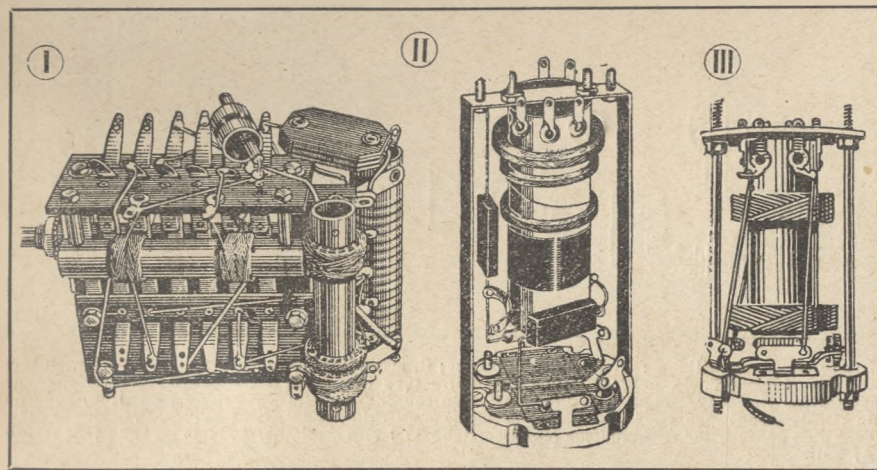
d'employer une bobine appropriée à la longueur de l'onde à amplifier. La surtension produite par la résonance est d'autant plus forte que la capacité d'accord est plus faible : encore faut-il que cette capacité soit de beaucoup supérieure à la capacité répartie de la bobine et des connexions, sinon la résonance est incertaine et la sélectivité mauvaise.

Dans les récepteurs les plus sélectifs, l'amplification à haute fréquence est généralement réalisée au moyen de *filtres de bande* ou *présélecteurs*. Voir ces mots.

— **Bobine à haute fréquence.** Bobine utilisée dans les circuits à haute fréquence et caractérisée par un faible nombre de spires, par une grande légèreté dans l'enroulement qui est peu massé, mais bien aéré; par une faible capacité répartie entre

voisins et radiation alentour du circuit (Voir *bobine, résistance*). — **Transformateur à haute fréquence.** Transformateur avec ou sans noyau de fer, utilisé pour coupler l'un à l'autre deux circuits à haute fréquence, ou deux lampes amplificatrices à haute fréquence, placées en cascade. Ce transformateur de liaison est accordé, au primaire ou au secondaire, au moyen d'un condensateur variable qui lui permet de fonctionner dans de bonnes conditions bien au-delà de sa fréquence propre d'oscillation. Pour régler le rapport de transformation en raison de la fréquence du courant à amplifier, le transformateur est parfois muni de *prises intermédiaires*, qui permettent de couvrir, avec un même transformateur, une gamme de fréquences plus grande. Pour éviter les inconvénients des *bouts morts* et des commutateurs, certains amplificateurs sont pourvus d'une série de transformateurs interchangeables, chacun d'eux convenant à une gamme restreinte de fréquences. Le transformateur à haute fréquence réalise entre deux lampes électroniques un couplage inductif invariable. Voir *transformateur, couplage*.

(Angl. *High Frequency Amplifier, Coil, Choke, Resistance, Transformer*. — All. *Hochfrequenz Verstärker, Spule, Chok, Widerstand, Transformer*.)



Bobinages à haute fréquence: I. Ensemble de bobines et transformateurs à haute fréquence d'un récepteur, montés sur le châssis du commutateur. — II et III. Transformateurs à haute et moyenne fréquence, montés sur mandrin.

Les transformateurs présentent soit un sectionnement par commutateur, soit une monture qui les rend interchangeables. C'est une disposition sinon très commode, du moins qui donne satisfaction et répond parfaitement aux exigences techniques de l'amplification.

L'amplification à haute fréquence à résonance utilise des circuits accordés. Les montages à résistances ne s'y rencontrent donc plus : la résistance non-inductive des circuits est réduite au minimum pour rendre la résonance plus aiguë. L'accord des circuits est réalisé soit au moyen de *variomètres*, c'est-à-dire de jeux de bobines en série dont l'inductance peut varier grâce à un déplacement relatif des bobines; soit au moyen de condensateurs variables à air, à très faibles pertes. La résonance est pratiquée soit dans le circuit de grille, soit dans le circuit de plaque, mais de préférence dans le premier; la présence du courant filament-plaque est en effet une cause d'amortissement et l'on a intérêt à produire la résonance dans le premier circuit, qui précède immédiatement l'amplification.

L'usage d'un système d'accord — variomètre ou condensateur — ne dispense pas

spires ou entre couches, par un guipage à faible épaisseur d'isolant pour éviter les pertes d'énergie. Voir *Bobine*. — **Bobine de choc en haute fréquence.** Bobine possédant un nombre de tours tel que son impédance soit élevée pour les courants de haute fréquence et faible pour les courants de basse fréquence, de façon à arrêter les uns en laissant passer les autres. Voir *choc*.

— **Résistance en haute fréquence.** La résistance d'un conducteur est beaucoup plus élevée en haute fréquence qu'en basse fréquence ou en courant continu, parce que le champ magnétique variable créé par un courant de haute fréquence tend à le localiser à la surface du conducteur (effet de peau ou *skin effect*).

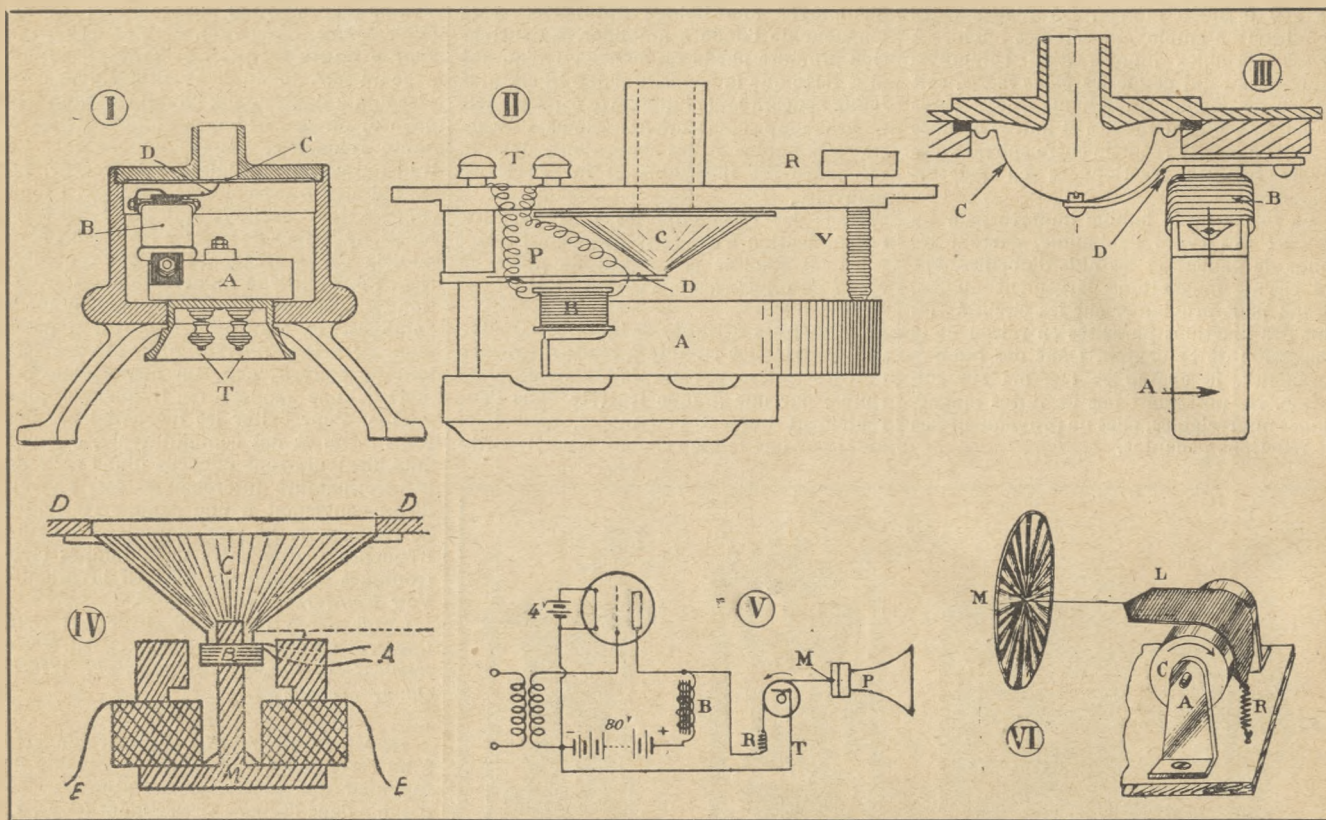
Pour réduire la résistance des conducteurs des courants à haute fréquence dans les stations d'émission et à la réception on utilise des fils divisés ou des tubes. D'autre part, on entend souvent par résistance en haute fréquence non seulement la résistance non inductive du conducteur, mais la résistance apparente totale, telle qu'elle résulte des pertes d'énergie par effet Joule, courants de Foucault, hystérésis magnétique et diélectrique, induction sur les circuits

HAUT-PARLEUR. Appareil connecté à un récepteur téléphonique et capable de rayonner une puissance acoustique considérable dans l'espace environnant (C. E. I., 1934). On distingue, suivant leur principe de fonctionnement, les haut-parleurs à condensateur, électrodynamiques (à bobine mobile), à induction, magnétiques (à armature mobile ou à fer mobile, ferromagnétiques), à magnétostriktion, piézoélectriques, thermiques, etc... Abréviation pour « téléphone haut-parleur », c'est-à-dire qui « parle haut ». C'est un récepteur téléphonique assez puissant pour permettre qu'on entende à distance les sons qu'il reproduit.

— Divers types de haut-parleurs.

Dans l'ancien haut-parleur à pavillon, qui dérive du téléphone, la membrane est généralement petite et inerte, fortement tendue sur la périphérie. Un réglage convenable permet d'en rapprocher plus ou moins l'équipage magnétique, constitué par les bobines téléphoniques. La chambre acoustique, qui est très petite, se prolonge par un pavillon dont la dimension et la courbure sont déterminées de manière que la colonne d'air qu'il renferme vibre en « quart d'onde » comme un tuyau sonore ouvert; quant au mode de fonctionnement, on distingue les haut-parleurs électromagnétiques, électrodynamiques, à moteur rotatif, piézoélectriques, thermoioniques.

Les types de la première catégorie se comportent simplement comme des téléphones puissants. Le passage du courant téléphonique dans les bobines qui entourent les pièces polaires d'un petit aimant permanent modifient sa magnétisation et ces modifications se traduisent par des variations dans l'attraction de la membrane magnétique, d'où reproduction du son. La



Divers types de haut-parleurs : I. Coupe d'un haut-parleur électromagnétique : A, aimant; B, bobine; C, membrane; D, anche; T, bornes. — II. Moteur de haut-parleur électromagnétique : C, cône; R, bouton de réglage; V, vis. — III. Coupe d'un autre type de moteur électromagnétique à membrane hémisphérique C; D, anche. — IV. Coupe d'un haut-parleur électrodynamique : A, alimentation en courant module; B, bobine mobile; C, cône du diffuseur; D, écran (baffle); E, bobine d'excitation du circuit magnétique M. — V. Schéma de montage du haut-parleur électrostatique : B, bobine de choc; T, fil de terre; M, membrane; P, pavillon. — VI. Aspect d'un haut-parleur électrostatique (Johnsen-Rahbek) : M, membrane; L, lame tendue par le ressort R et frottant contre le cylindre en mouvement C; A, bâti.

membrane est alors un disque en tôle d'acier doux au silicium, très perméable, qui ferme le circuit magnétique de l'aimant avec un très faible entrefer. Pour éviter le manque de souplesse du système, on prévoit un bouton de réglage susceptible de modifier, à volonté, l'entrefer.

D'ailleurs, dans la plupart des modèles, la membrane ne joue qu'un rôle acoustique et cède son rôle magnétique à l'anche vibrante et au levier de commande. C'est ainsi que la membrane peut être non-magnétique, par exemple un cône en aluminium, et même isolante, constituée par une feuille de papier, de mica, de celluloïd, de cellophane, etc. Pour attaquer un plus grand volume d'air, on donne à la membrane une forme appropriée, cône ou disque sillonné de reliefs variés.

Le haut-parleur électromagnétique possède le grand avantage d'être indépendant de toute source de courant — sauf celle du courant téléphonique — parce que jouissant d'une aimantation permanente. Cet avantage ne devient un inconvénient que lorsqu'il s'agit d'obtenir une très grande intensité de son. La magnétisation offerte par les aimants permanents devient alors insuffisante et l'on est obligé de recourir à l'aimantation par électro-aimant et batterie d'accumulateurs spéciale. Dans ce cas,

la bobine téléphonique est solidaire de la membrane vibrante et se déplace dans l'entrefer de l'électro-aimant. On obtient ainsi le haut-parleur électrodynamique, susceptible de donner un « grand volume » de son.

Dans certains de ces haut-parleurs, on confond bobine et membrane sous la forme d'une mince bande de métal, légère et gaufrée, réduite à une épaisseur de 0,02 mm.

Parmi les autres haut-parleurs à action mécanique, il faut citer le *frénophone* et le *haut-parleur électrostatique*, dit de Johnsen et Rahbeck. Dans le *frénophone* ou téléphone à frein, les vibrations de l'équipage électromagnétique sont transmises à un levier, terminé par un petit disque de liège qui appuie sur un plateau de verre imbibé d'essence de térébenthine. Voir *frénophone*.

Le principe du haut-parleur électrostatique consiste à produire des variations d'adhérence, qui commandent ensuite la membrane, entre une armature cylindrique tournante et un frotteur appuyant sur l'armature. Dans son « électromotographe », Edison réalisait cette condition en produisant l'électrolyse, entre le frotteur et l'armature, d'une solution saturée de potasse imprégnant un mélange poreux qui recouvrait le cylindre.

Le même dispositif mécanique de freinage a été repris dans un appareil qui se

présente comme un succédané du téléphone électrostatique du Docteur Gray. L'appareil utilise les variations d'attraction électrostatique produites entre une armature conductrice (métal) et une armature semi-conductrice (ardoise, agate, etc.). On a également utilisé cette attraction électrostatique entre deux armatures constituées par des cylindres métalliques concentriques, isolés l'un de l'autre par une mince pellicule d'huile qui se renouvelle constamment pendant la rotation de l'appareil.

Dans sa forme la plus moderne, l'appareil se compose d'un cylindre semi-conducteur en agate, calcaire lithographique, gélatine, cellulose ou ardoise, revêtu d'une légère armature métallique, en forme de sabot de frein cylindrique. Dans ces conditions, la force attractive entre le cylindre et le sabot est de l'ordre de quelques kilogrammes par décimètre carré de surface, pour une tension électrique de 300 volts environ. Bien entendu, le résultat serait analogue si l'on substituait au cylindre un plateau, comme c'est le cas pour les phonographes à disque. Avec les amplificateurs à lampes, la présence d'une tension de plaque élevée dans le dernier étage (200 à 300 volts) dispense d'avoir à utiliser une batterie spéciale de polarisation. Un petit moteur électrique entraîne le cylindre, par démultiplication,

à la vitesse de 25 tours par minute environ.

Il existe enfin des haut-parleurs bien étranges, en ce sens qu'ils sont dépourvus d'organe vibrant : ou, du moins, ce qui en tient lieu, c'est la décharge dans l'air du courant électrique lui-même. En fait, ces appareils servent surtout de microphone. En principe, ils peuvent fonctionner comme haut-parleur : ce sont le *kathodophone* et le *pallphotophone*. Le premier se compose d'un pavillon qui recueille les ondes sonores et les fait agir, directement et sans intermédiaire, sur la décharge thermoionique dans l'air, entre une plaque de métal et un filament incandescent, d'une sorte de lampe électronique sans ampoule.

Dans les haut-parleurs modernes, le pavillon a fait place au diffuseur. Ce ne sont, à vrai dire, que des haut-parleurs à pavillon dans lesquels la membrane s'est démesurément agrandie jusqu'à venir prendre la place du pavillon, tandis que le pavillon lui-même disparaissait.

En raison de cette constitution, le diffuseur est, toutes choses égales d'ailleurs, un appareil plus puissant que le haut-parleur à pavillon ; par contre, il possède davantage d'inertie. Sa membrane est commandée en son centre par un moteur téléphonique approprié. Dans les débuts des diffuseurs, ce moteur était électromagnétique et à relais polarisé.

Actuellement, on utilise surtout le haut-parleur électrodynamique, essentiellement constitué par un moteur, une membrane conique et un écran de bois ou *baffle*, qui joue en quelque sorte le rôle de pavillon.

— **Haut-parleurs électrodynamiques.** Dans ces appareils, le moteur se compose d'un circuit magnétique, à électro-aimant ou aimant permanent dans l'entrefer duquel peut se déplacer une bobine solidaire du cône, bobine alimentée par le courant téléphonique à sa sortie de l'amplificateur de basse fréquence. Les variations de l'intensité du courant modulé dans cette bobine déterminent, dans le champ de l'entrefer magnétique, des forces méca-

TABLEAU I. — Caractéristiques des transformateurs de sortie pour haut-parleurs électrodynamiques à aimant permanent (Philips).

Impédance en ohms	Résistance primaire en ohms	Inductance primaire en henrys	Courant maximum mA	Rapport de transfor- mation	Poids grammes
2.000 } 4.000 }	300	25/5	70	14/21	525
8.000 } 16.000 }	750 700	9 16	45 20	30 42	510 510
10.000 } 15.000 } 20.000 } 30.000 }	700	16	45	33/58	525
12.000	530	8	45	38	525

niques variables qui actionnent le diffuseur.

Les qualités qu'on exige d'un bon diffuseur électrodynamique sont les suivantes : reproduction fidèle de toutes les fréquences acoustiques, c'est-à-dire de tous les sons ; excitation permanente, permettant de supprimer la source d'excitation indépendante ; batterie d'accumulateurs, réseau, redresseur de courant ; sensibilité, puissance maximum sans distorsion ni saturation, dimensions et poids acceptables, utilisation sur tous montages à basse fréquence, grâce à un transformateur d'entrée universel, étanchéité et insensibilité à l'état hygrométrique de l'air.

Pour obtenir la fidélité de reproduction, on utilise un cône à parois ondulées, commandé par une bobine légère. Dans certains modèles, la proportionnalité entre les variations de courant et les vibrations du cône est réalisée par une bague de centrage.

On obtient la puissance en réduisant l'entrefer et en choisissant des aimants à haute induction. De tels diffuseurs peuvent être alimentés par un amplificateur à lampes de 15 watts.

Il est commode d'utiliser des moteurs à excitation indépendante, dont les bobines peuvent être alimentées par le courant anodique du récepteur. Ainsi, une bobine d'excitation consommant 40 mA sous 110 volts exigera une tension anodique totale de 400 volts environ pour un amplificateur qui fonctionne normalement sous 300 volts.

Il existe des diffuseurs électrodynamiques beaucoup plus simples, dans lesquels l'excitation et tous ses inconvénients ont été supprimés par l'emploi d'aimants permanents au cobalt possédant des entrefers très réduits.

Le transformateur d'entrée possède deux rapports de transformation, par exemple 15 et 7,5, qui permettent d'utiliser tous les types de lampes et d'amplificateurs basse fréquence.

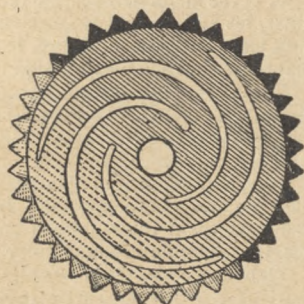
En outre, une prise médiane sur le primaire prévoit le cas de l'amplification symétrique équilibrée (push-pull). En ce cas, les extrémités du transformateur d'entrée sont reliées respectivement aux plaques des lampes finales de l'amplificateur, la borne médiane étant connectée au pôle positif de la haute tension. Pour les lampes de sortie de résistance inférieure à 4.000 ohms, on utilise le rapport de transformation 7,5, de même pour deux triodes en parallèle. Pour les lampes de plus de 4.000 ohms, le rapport 15, de même pour une pentode ou deux pentodes en parallèle. Avec les montages en push-pull pour triodes et pentodes, cela permet sept combinaisons différentes d'amplification de puissance.

Le mouvement d'un haut-parleur électrodynamique a pour équation fondamentale

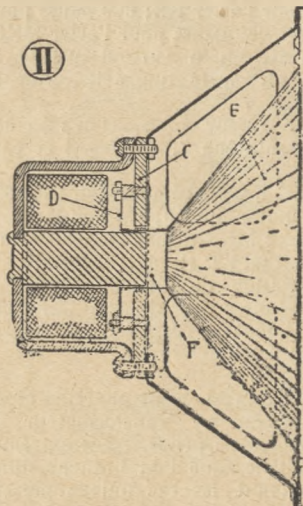
$$e = \frac{Bli}{R + j\omega M - \frac{j}{C\omega}}$$

où e est le déplacement de la membrane, B l'induction magnétique, i le courant dans la bobine mobile, l la longueur de l'enroulement de la bobine, R la résistance mécanique opposée par l'air, M la masse de la partie en mouvement (bobine, cône et air) et C la compliance du cône.

I



II



Haut-parleur électrodynamique : I. Spider en duralumin pour haut-parleur électrodynamique. — II. Coupe d'un haut-parleur électrodynamique : C, platine ; D, suspension ; F, bobine mobile ; E, membrane.

TABLEAU II. — Caractéristiques mécaniques et électriques des haut-parleurs électrodynamiques.

Puissance modulée admissible en watts		EXCITATION EN :													
		Courant continu								Courant alternatif					
		2,5	2,5	3,5	3,5	10	10	15	15	2,5	3,5	10	15		
Mécaniques	Diamètre du cône mm.	170	170	170	170	280	280	350	350	170	170	280	350		
	Hauteur totale mm.	230	230	280	280	310	310	375	375	230	280	310	375		
	Profondeur totale mm.	105	105	170	170	190	190	230	230	105	170	185	230		
	Largeur totale mm.	225	225	220	220	290	290	400	400	260	220	290	410		
	Poids brut en kg.	2,950	2,950	4,400	4,500	5,300	5,400	15,750	15,750	5,300	7,100	7,700	22,500		
Électriques	Poids net en kg.	2,150	2,150	3,200	3,200	3,300	3,400	10,500	10,500	4,500	5,700	6,100	17,500		
	Résistance en ohms.	2,500	7,500	2,500	7,500	2,500	7,500	325	1,300	5,5	5,5	5,5	175		
	Tension minimum en volts	100	180	110	180	110	180	105	200	105	105	105	105		
	Tension maximum en volts	190	325	190	325	190	325	120	250	25/60p 120	25/60p 120	25/60p 120	25/60p 120		
										25/60p	25/60p	25/60p	25/60p		
	Bobinage du champ magnétique	Courant minimum en A. . .	0,044	0,024	0,044	0,024	0,044	0,024	0,320	0,160	—	—	—	—	
		Courant maximum en A. . .	0,076	0,004	0,076	0,044	0,76	0,044	0,370	0,185	—	—	—	—	
		Puissance minimum en W	5	4	5	4,3	5	4,3	34	34	18	18	18	45	
		Puissance maximum en W.	14,5	12	14,5	12	14,5	12	45	45	30	30	30	60	
		Nombre de spires	19.000	20.000	22.000	39.000	22.000	39.000	11.500	23.000	1.250	1.250	1.250	9.000	
		Diamètre du fil	0,15	0,12	0,16	0,13	0,16	0,13	0,40	0,28	0,80	0,80	0,80	0,50	
		Nombre de spires	80	80	92	92	92	92	150	150	80	92	92	150	
		Diamètre du fil	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,16	0,16	0,20	0,20	0,20	0,16	
		Résistance en continu. . .	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	15	15	3,4	3,5	3,5	15	
		Impédance à 400 p : s. . .	4,4	4,4	4,7	4,7	4,7	4,7	19	19	4,4	4,7	4,7	19	
		Impédance à 1.000 p : s. .	6	6	6,9	6,9	6,9	6,9	26	26	6	6,9	6,9	26	
		Transformateur de sortie	Rapport des nombres de spires	35/1	35/1	35/1	35/1	35/1	35/1	16/1	16/1	35/1	35/1	35/1	16/1
			Rapport des impédances. .	1225/1	225/1	1120/1	1120/1	1220/1	1200/1	260/1	260/1	1125/1	1120/1	1220/1	260/1
Spires du primaire.	2.500		2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	2.500	2.500	2.500	3.000	3.000	2.500		
Diamètre du fil	0,12		0,12	0,16	0,16	0,16	0,16	0,18	0,18	0,12	0,16	0,16	0,18		
Spires du secondaire. . . .	71		71	85	85	85	85	155	155	71	85	85	155		
Diamètre du fil	0,72		0,72	0,65	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,72	0,64	0,64	0,65		
Impédance totale	5.400		5.400	6.500	6.500	6.500	6.500			5.400	6.500	6.500			

— **Haut-parleur électrodynamique à aimant permanent.** La bobine d'excitation de l'électro-aimant possède l'avantage de pouvoir servir de bobine de filtration, mais aussi l'inconvénient grave de produire une importante chute de tension anodique. Et si on l'alimente en dérivation sur cette tension, les commutations de l'appareil pour les diverses tensions du secteur sont impossibles ou trop coûteuses, puisqu'elles impliquent une bobine par tension.

Les haut-parleurs à aimant permanent, utilisés surtout pour les récepteurs universels, présentent divers avantages :

1° Poids et encombrement moindres que les haut-parleurs à excitation.

2° Pas de pertes d'énergie dissipée en chaleur, diminution de la consommation de courant et des frais d'écoute.

3° Pas de température élevée. La température peut atteindre 60° avec un haut-parleur à excitation séparée.

4° Réduction du transformateur d'alimentation et de la valve de redressement. Simplicité plus grande du montage.

Dans ces haut-parleurs à aimant permanents, l'impédance de la bobine mobile est de 9 ohms environ à 1.000 p : s. Suivant les modèles, la puissance maximum en courant alternatif varie de 3 à 9 watts, le diamètre du cône de 148 à 238 millimètres, le poids de 1 à 2,7 kg. L'impédance du transformateur de sortie peut varier entre 2.000 et 30.000 ohms (tableau I).

— **Aimants permanents pour haut-parleurs.** La qualité essentielle de l'aimant permanent est non pas son magnétisme rémanent, mais son champ coercitif. Les études des sidérurgistes ont donc abouti à créer des aciers ou alliages spéciaux, dont le champ coercitif atteint une valeur très élevée : environ 100 gauss pour l'acier au tungstène ; 300 gauss pour l'acier au cobalt ; 540 gauss pour l'acier KS ; 660 gauss pour l'acier MK et 950 gauss pour l'acier MKS. Primitivement, on a surtout utilisé le chrome, le nickel, le tungstène, puis le cobalt.

L'acier KS a pour composition : fer 65 ; cobalt 25, tungstène 7, chrome 2 et carbone 1.

L'acier MK a pour composition : fer 62 ; nickel 25 ; aluminium 10 ; chrome 3.

Enfin l'acier MKS a pour composition : cobalt 50 ; nickel 22 ; titane 18 ; fer 10.

L'augmentation du champ coercitif a permis de réaliser des aimants beaucoup plus courts, dont le coefficient de finesse n'est que de 2 à 3.

— **Connexions des haut-parleurs électrodynamiques.** Le transformateur de sortie possède trois prises, deux extrêmes et une médiane, que l'on branche différemment suivant les cas qui se présentent.

1. Avec triode dont la résistance interne est inférieure à 4.000 ohms, on branche la

moitié du primaire entre plaque et positif haute tension ;

2. Avec triode dont la résistance interne est supérieure à 4.000 ohms, on branche tout le primaire entre anode et positif haute tension ;

3. Même montage avec la pentode, mais la grille accélératrice est portée aussi au positif haute tension ;

4. Avec des triodes en parallèle, même montage que 1. Les deux anodes sont en parallèle ;

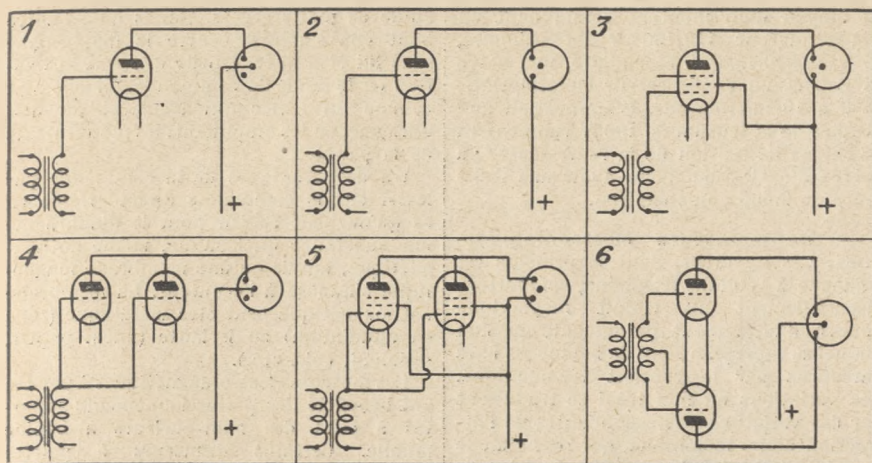
5. Avec deux pentodes en parallèle, même montage que 3 ;

6. Avec deux triodes en montage équilibré, les anodes sont respectivement reliées aux extrémités du primaire, le positif de la haute tension à la borne médiane ;

7. Avec deux pentodes en montage équilibré, même montage que 7 ; grilles accélératrices reliées au positif haute tension.

Aux États-Unis, on a entrepris la normalisation des connexions des haut-parleurs conformément aux indications suivantes (RMA dynamic speaker color code) :

Dans les récepteurs simples avec haut-parleur à 3 fils de sortie (point commun entre la modulation et l'excitation réalisé dans le haut-parleur lui-même), ces 3 fils seront reliés à 3 bornes d'un bouchon-raccord au gabarit de la lampe américaine à 4 broches (culot U X) (fig. 1) ; les deux grosses broches, celles qui, dans une lampe,



Connexions d'un haut-parleur électrodynamique à l'étage de sortie: 1. Pour une triode de résistance interne faible. — 2. Pour une triode de résistance interne élevée. — 3. Pour une penthode. — 4. Pour deux triodes en parallèle. — 5. Pour deux penthodes en parallèle. — 6. Pour deux triodes en montage équilibré.

correspondent au filament, sont reliées à l'excitation.

La figure 2 correspond à un haut-parleur identique, mais avec une excitation et une modulation séparées dans le haut-parleur (branchement à 4 fils).

La figure 3 est relative à un haut-parleur, avec transformateur de sortie équilibré (push-pull) et connexions à l'intérieur des bobines d'excitation. Dans ce cas, un raccord à 4 broches convient.

Si la modulation et l'excitation sont séparées et si le transformateur de modulation est du type équilibré (push-pull), cinq fils de couleurs différentes sortent du haut-parleur et sont raccordés à un bouchon au gabarit américain à 5 broches U Y (fig. 4). Là, encore, la bobine d'excitation est reliée aux broches filament (3 et 4).

Pour un haut-parleur spécial branché après un amplificateur ou dans un meuble radio-phono, et dans le cas d'un montage équilibré, à la modulation et d'une excitation à prise médiane, le bouchon est supprimé et le haut-parleur est livré et monté avec six longs fils de couleurs différentes (fig. 5). Enfin, dans le cas où la bobine d'excitation est double (transformateur de modulation push-pull) le haut-parleur est connecté à l'aide de sept fils et toujours sans bouchon raccord (fig. 6).

— **Progrès dans la construction des haut-parleurs électrodynamiques.** Nous indiquons par ailleurs le tableau des caractéristiques mécaniques et électriques des haut-parleurs électrodynamiques.

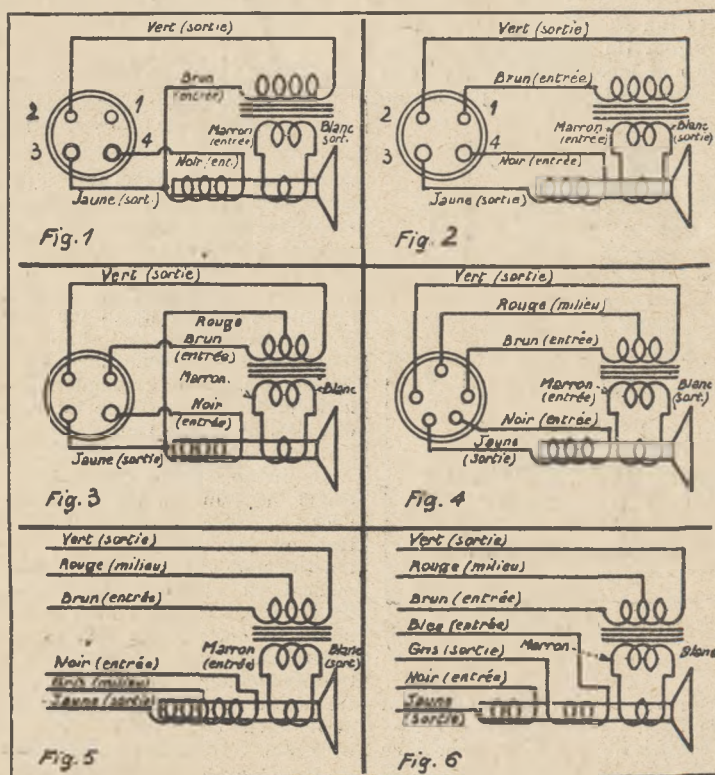
Les haut-parleurs électrodynamiques réalisés actuellement représentent un compromis entre diverses tendances. Leur intérêt essentiel est de permettre une reproduction assez fidèle des sons avec une puissance notable, que ne donnait pas l'emploi des haut-parleurs magnétiques. Cependant, il est certain qu'il n'est guère possible à un même haut-parleur, c'est-à-dire à un système mécanique doué d'inertie, de reproduire également bien toutes les fréquences. D'autre part, la nécessité de la sélectivité

aiguës. Un même diffuseur ne reproduit pas également toutes les fréquences de 40 à 6.000 p : s; les notes basses sont l'apanage des diffuseurs de grand diamètre (25 à 60 centimètres); les notes aiguës, celui des diffuseurs de petit diamètre (quelques centimètres). C'est pourquoi l'on préconise l'utilisation, soit de haut-parleurs à deux membranes, soit de plusieurs haut-parleurs ayant des membranes de différents diamètres.

L'écran (baffle) joue le rôle de séparateur acoustique. L'impression sonore produite sur l'oreille provient de la différence entre les actions développées respectivement par l'onde de pression, émise par la face concave du diffuseur, et par l'onde de dépression, émise par la face convexe. La seconde est en partie atténuée par l'ébénisterie du récepteur et par le trajet beaucoup plus long qu'elle doit faire pour parvenir à l'oreille. L'ébénisterie est toujours beaucoup plus petite que l'écran théorique, mais est aussi efficace; elle n'est fermée à l'arrière que par une étoffe de soie légère, qui ne s'oppose pas à la transmission de l'onde sonore de dépression.

L'effet de stéréophonie, qu'il est difficile d'obtenir avec un unique haut-parleur, étant donné la concentration du son dans une direction donnée, est produit par un ensemble de deux ou plusieurs haut-parleurs, placés dans des endroits ou dans des directions différentes, et surtout travaillant sur des gammes acoustiques différentes.

Les membranes coniques en papier, col-



Branchement des connexions des divers types de haut-parleurs électrodynamiques. Les connexions sont repérées au moyen de fils de diverses couleurs.

lées le long d'une génératrice, ont été abandonnées, en raison de leur fonctionnement défectueux, au profit des membranes moulées et gaufrées, fabriquées à la forme et présentant une épaisseur décroissante depuis le sommet jusqu'à la base. Le papier est généralement imprégné de bakélite, pour éviter les effets hygrométriques. La membrane, reliée autrefois au berceau métallique par un anneau en peau ou en feutre, l'est actuellement par une partie annulaire amincie. La suspension est facilitée par la forme gaufrée, parfois même elliptique, de la membrane.

L'inertie de la membrane et de la bobine joue un rôle essentiel dans la reproduction du son. Les membranes et bobines légères conviennent pour les notes élevées. Dans certains modèles, le guidage du mouvement de la bobine mobile est assuré par une suspension à l'arrière qui centre l'appareil. Dans d'autres modèles, l'équilibrage de la bobine mobile dans le champ magnétique est obtenu par un double enroulement, réparti à l'intérieur et à l'extérieur de la couronne de support. La suspension élastique, assurée par tissu caoutchouté, permet les grandes amplitudes nécessaires à la reproduction des notes basses. Pour obtenir une gamme de réponse plus étendue, certains constructeurs utilisent deux bobines mobiles, l'une étant beaucoup plus légère que l'autre. Dans le même ordre d'idées, on a imaginé des haut-parleurs à double membrane, l'une de grand diamètre, fixée au berceau, pour les notes graves, l'autre de petit diamètre, concentrique à la première et à bords libres.

— **Excitation d'un haut-parleur électrodynamique.** Un haut-parleur électrodynamique non incorporé à un récepteur peut être alimenté séparément par le cou-

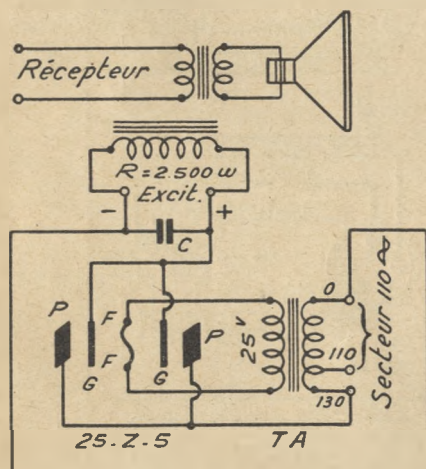
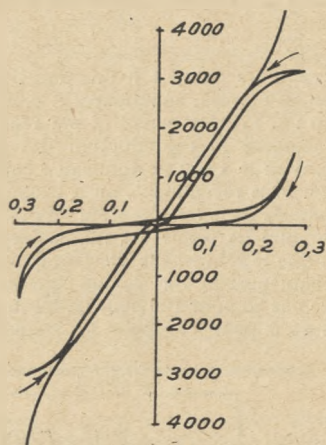


Schéma de principe de l'excitation d'un haut-parleur électrodynamique sur courant alternatif.

rant du secteur. Si le secteur est à courant continu, la bobine d'excitation sera simplement branchée aux bornes de la prise de courant, sans considération de polarité. Si le secteur est alternatif, la tension devra être préalablement redressée, par exemple

au moyen d'un montage comprenant un transformateur 110/130 V au primaire, 25 V et 300 mA au secondaire, une valve 25 Z 5 et un condensateur électrolytique de 8 à 10 microfarads. L'application aux plaques de la tension de 130 V compensera les chutes de tension de la redresseuse. La bobine d'excitation devra avoir une résistance de 2.500 ohms environ.

— **Haut-parleurs électromagnétiques.** Ces appareils, dont le principe est analogue à celui du téléphone, comportent essentiellement un circuit magnétique pourvu d'un aimant permanent, au flux duquel se superpose celui de bobinages fixes parcourus par le courant téléphonique. Les variations du flux total se traduisent par des variations correspondantes de l'attraction d'une membrane, qui reproduit le son. La réalisation la plus simple est celle de l'écouteur téléphonique : le circuit



Courbe d'hystérésis d'une palette de haut-parleur électromagnétique.

magnétique comporte un aimant permanent en fer à cheval, muni de deux pièces polaires feuilletées sur lesquelles sont placées les bobines réunies en série. Le circuit magnétique se referme par un entrefer très faible, à travers la membrane magnétique de l'écouteur, qui est un disque de tôle très perméable. Ce système, simple car il ne possède que des organes fixes, manque à la fois de puissance et de souplesse, parce que la membrane magnétique est commandée directement et que l'entrefer est réglé une fois pour toutes.

Le mécanisme du haut-parleur se distingue de celui du téléphone en ce que l'entrefer est réglable et le mouvement transmis par l'intermédiaire d'une anche fonctionnant comme levier. L'aimant permanent est beaucoup plus fort que celui des écouteurs téléphoniques. Ses pôles sont munis de deux pièces polaires feuilletées, généralement convergentes, lesquelles portent les bobinages téléphoniques. L'entrefer est reporté entre ces pièces polaires et une petite anche magnétique. Suivant les constructeurs, cette anche est fixée à l'une de ses extrémités ou même aux deux ; parfois elle s'appuie seulement à l'un des bouts dans un logement des pièces polaires à

l'aide de petits ergots, tandis qu'à l'autre bout elle s'appuie contre le diaphragme sans lui être fixée. Quelle que soit la fixation ou le mode de commande, l'anche agit comme un levier qui transmet au diaphragme, en les amplifiant, les mouvements de la palette.

Un des avantages de la commande par levier sur la commande directe réside en ce qu'on peut choisir pour le diaphragme une substance quelconque, même antimagnétique, tandis qu'une membrane magnétique s'impose à l'écouteur. La membrane antimagnétique peut être métallique (cône en aluminium) ou isolante (mica, papier, celluloid, bois, etc.).

Les moteurs électromagnétiques à palette ont bénéficié des perfectionnements apportés à ceux des haut-parleurs à bobine mobile. Certains diffuseurs à palette absorbent une puissance de 12 W et supportent un courant de 30 mA, sans présenter les distorsions, qui accompagnent généralement les déplacements de la palette supérieurs à 0,2 mm.

Lorsque l'amplitude de la vibration est trop grande, des harmoniques prennent naissance dont la fréquence est de la forme

$$f = k/d^2,$$

k étant une constante et d l'amplitude.

On a pu construire à cet effet des ressorts de rappel dont la courbe coïncide avec la partie descendante du cycle d'hystérésis et dont la force élastique croît assez rapidement pour éviter l'adhérence de l'armature aux épanouissements polaires. D'autre part, le haut-parleur magnétique est beaucoup plus sensible que le haut-parleur électrodynamique.

Les types de haut-parleurs électromagnétiques les plus modernes sont ceux qui dérivent des électrodynamiques par la substitution de l'aimant permanent à l'électroaimant. Ils supportent une puissance de 15 W et un courant de 80 mA environ.

— **Haut-parleurs électrostatiques.** Ils ont la forme d'un condensateur, constitué par une plaque fixe et une membrane parallèle. La force F mise en jeu a pour expression

$$F = \frac{V^2 S}{8\pi d^2},$$

en appelant V la tension, S la surface des armatures, d l'épaisseur du condensateur. La réalisation d'un tel haut-parleur se heurte à la difficulté de mettre en jeu des tensions modulées suffisamment élevées. En outre la lampe finale commandant le haut-parleur doit avoir une impédance égale à la réactance de capacité du condensateur pour les fréquences élevées.

— **Haut-parleurs magnétodynamiques.** Ce type de haut-parleur est une variété d'électromagnétique, essentiellement constitué par un moteur polarisé à inducteur. Sur une tige T sont calées deux armatures $A1$, $A2$, en métal magnétique, qui se trouvent au voisinage immédiat des pièces polaires $n1$, $s1$ et $n2$, $s2$. Les enroulements sont réalisés dans un sens tel que

lorsqu'un courant téléphonique y est lancé, le champ varie dans chaque entrefer avec un décalage de 180° : si A1 est repoussé, A2 se trouve attiré, et vice versa. Il en résulte que les armatures se déplacent parallèlement aux pièces polaires et non pas perpendiculairement comme dans les moteurs électromagnétiques ; l'entrefer peut

de haut-parleur électromagnétique et par un plateau de verre solidaire d'un mouvement d'horlogerie analogue à celui d'un phonographe. Le mécanisme possède une ancre et un levier terminé par un petit disque de liège, qu'un contre-poids appuie contre le plateau de verre, frotté avec de l'essence de térébenthine. Les vibrations.

vant. Le secondaire d'une bobine d'induction alimente deux plaques métalliques isolées l'une de l'autre par un bloc de matière semi-conductrice, par exemple un morceau d'ardoise. Sous l'effet de la tension électrique qui s'exerce entre les deux lames, le bloc d'ardoise est comprimé. (Voir *attraction électrostatique*). Si cette tension subit des variations, cette modulation est transmise au système qui se met à vibrer mécaniquement en reproduisant le son, s'il s'agit d'une modulation musicale.

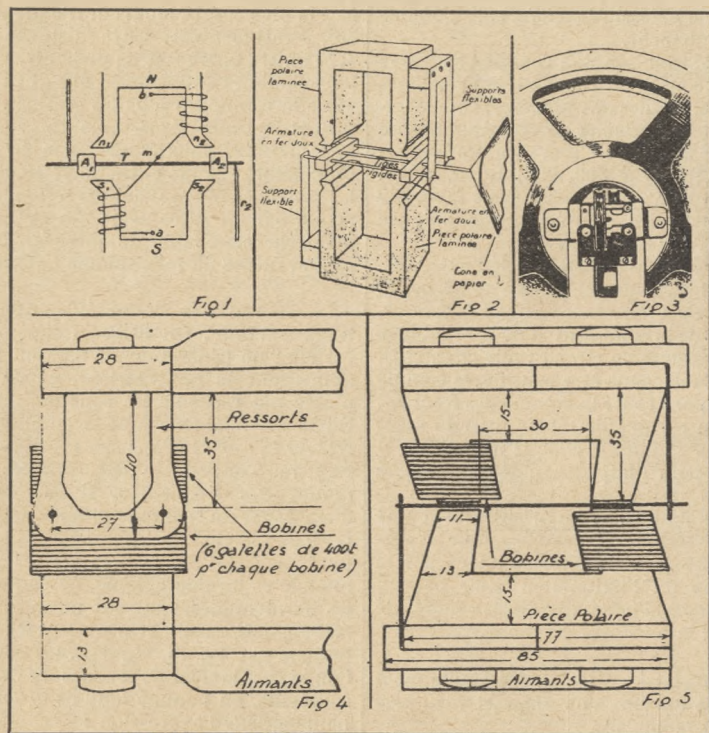
Parmi les réalisations pratiques de ce haut-parleur, citons celle qui consiste à utiliser pour l'une des armatures un cylindre métallique plongeant dans l'huile, pour l'autre une lame métallique mince tendue sur le cylindre entre la membrane de l'appareil et un ressort de rappel. Un transformateur élévateur appliqué aux armatures de cet appareil la tension téléphonique amplifiée. Les variations de tension entraînent des variations d'adhérence de la lame sur le cylindre, d'où la reproduction des modulations par la vibration de la membrane. Un mouvement de rotation continu dépose entre les deux armatures une mince pellicule d'huile isolante. Il est indispensable, pour obtenir de bons résultats, d'utiliser une tension de polarisation continue, qui se superpose à la tension du courant téléphonique. Sinon l'appareil agit comme un détecteur et reste insensible aux changements de signes de la tension modulée.

Une réalisation moderne, plus simple et plus pratique, consiste à remplacer le cylindre métallique par un cylindre en substance semi-conductrice : agate, calcaire lithographique, ardoise, gélatine ou cellulose. Ce cylindre s'emploie à sec sans interposition d'aucun liquide; au contraire, la surface de l'isolant doit être très sèche. En outre, le contact doit être excellent entre le cylindre isolant et son axe métallique, de façon que cette résistance de contact soit négligeable devant la résistance propre du corps semi-conducteur. Pour une surface de contact de 1 décimètre carré et une tension de charge de l'ordre de 300 volts, la force attractive s'élève à plusieurs kilogrammes.

Dans quelques modèles, le cylindre est conducteur et la lame est une feuille de gélatine, de cellulose, de papier. On peut, au lieu d'un cylindre, prendre un disque, analogue à celui d'un phonographe, et contre lequel appuie un plateau.

On évite l'emploi d'une pile de polarisation spéciale en utilisant à cet effet la batterie de tension de plaque, ce qui est normalement indiqué. L'appareil étant électrostatique, et consommant fort peu de courant, on a avantage à lui appliquer une tension amplifiée aussi élevée que possible. La tension de polarisation peut atteindre 100 à 200 volts. La vitesse du cylindre est en moyenne de 25 tours par minute (Voir *Johnsen-Rahbek*).

— **Haut-parleurs thermoioniques.** Ces appareils, dont le principe est analogue à celui de l'arc chantant de Duddell, ne sont guère employés actuellement que comme microphones. Néanmoins, au moins en théorie, ces appareils sont réversibles et peu-



Haut-parleur magnétodynamique: 1. Schéma de principe. — 2. Perspective du montage des pièces polaires et de l'équipage mobile. — 3. Vue arrière. — 4 et 5. Croquis cotés des divers organes.

être très réduit, d'où une grande sensibilité de l'appareil. Les ressorts r_1 et r_2 ne sont pas des ressorts de rappel : la position d'équilibre de l'équipage mobile A1-T-A2 est obtenue par le seul flux magnétique dû aux aimants permanents et les ressorts n'ont d'autre but que de maintenir mobile dans les entrefers en interdisant aux armatures A1 et A2 de se rapprocher plus de l'une des pièces polaires que de son opposée. Un cône de colaire à bords guidés est fixé à l'extrémité C de la tige T.

Chacune des bobines comporte six gallettes sur chaque pôle, et chaque galette comporte 400 tours en fil de 0,06 mm, isolé à l'émail. Sur les figures, on aperçoit le schéma de montage, la réalisation du moteur et de l'équipage mobile, la vue arrière et le croquis des pièces.

— Haut-parleurs à moteurs rotatifs.

Les divers types de haut-parleurs que nous venons de décrire possèdent des moteurs vibrants, dont les vibrations sont transmises magnétiquement ou mécaniquement par relais. Les haut-parleurs à moteurs rotatifs appartiennent à deux types, *frénophone* et appareil électrostatique.

Le *frénophone* est un curieux appareil constitué essentiellement par un mécanisme

transmises par le levier, sont amplifiées par le frottement du disque contre le plateau. Le disque est lui-même maintenu en place au moyen de deux cordes tendues par un ressort.

Le *haut-parleur électrostatique* semble avoir pour ancêtre le haut-parleur électrochimique inventé par Edison sous le nom d'*électromotographe*. Il comporte un cylindre animé d'un mouvement de rotation, une lame flexible appuyant par un ressort sur le cylindre et reliée par l'autre extrémité à un diaphragme. La surface du cylindre était composée d'un mélange de craie et d'acétate de mercure, imprégné d'une solution saturée de potasse, matière comprimée à la presse dans un moule cylindrique. La lame repose sur le cylindre par une arête de platine et le cylindre calcaire est maintenu humide au moyen de potasse en dissolution. Le passage du courant téléphonique entre la lame et le cylindre produit un affaiblissement du frottement, par suite de l'électrolyse de la substance du cylindre, formant une gaine d'hydrogène qui entoure l'arête de platine et l'isole du cylindre électriquement et mécaniquement. Une pile de polarisation est indispensable.

Le principe d'un téléphone électrostatique, donné par le Docteur Gray, est le sui-

vent fonctionner en haut-parleur. Le *kathodophone* et le *pallophotophone* sont des réalisations de ce principe. Dans un petit pavillon microphonique, on dispose une longue bande, tendue pour diminuer la vibration propre du pavillon, à l'embouchure duquel est placé un canal dans lequel peuvent passer les vibrations de l'air ébranlé par les ondes de la parole ou de la musique. Devant l'orifice de ce canal est placé un corps minéral porté à l'incandescence par une spirale métallique chauffée électriquement. Un flux d'ions et d'électrons s'établit ainsi dans l'air entre la cathode et l'anode du pavillon, portée à une tension continue et positive élevée par rapport à la cathode. Si l'on module ce courant, l'appareil peut fonctionner comme un haut-parleur; inversement, il fonctionne en microphone pour transformer les ondes sonores en modulations électriques.

Il faut remarquer que ce type de haut-parleur ne comporte aucun organe mécanique vibrant, interposé entre l'air et le courant; c'est uniquement le passage du courant dans l'air qui fait vibrer ce gaz et réciproquement dans le cas du microphone.

— **L'acoustique du haut-parleur.** La réalisation d'un haut-parleur pose un problème acoustique extrêmement délicat, si bien qu'il faut se rendre compte des difficultés du problème pour faire la critique de cet appareil. La plupart des difficultés de réalisation proviennent de ce fait que l'énergie est concentrée dans un volume très réduit. Demander à un haut-parleur de reproduire un orchestre, c'est exiger qu'un volume de quelques centimètres cubes d'air vibre avec autant d'intensité et de finesse que le volume de quelques mètres cubes occupé par les instruments de l'orchestre. Au point de vue de l'énergie comme au point de vue du relief acoustique, on se trouve placé dans ces conditions très différentes. Le flux sonore émanant d'un orchestre est comparable aux rayons lumineux parallèles que nous envoie le soleil, tandis que le flux sonore émanant d'un haut-parleur ressemble à l'éclairage d'une bougie, d'une lampe ou de toute autre source ponctuelle rapprochée. L'orchestre est entendu de tous côtés, directement et indirectement après des réflexions multiples sur tous les murs. Le haut-parleur n'est plus entendu ou s'entend mal dès qu'on quitte le faisceau sonore que projette son pavillon. On peut d'ailleurs reconstituer ce relief acoustique en disposant divers haut-parleurs fonctionnant simultanément dans différentes directions, comme certains auteurs l'ont proposé. Le relief acoustique est à l'oreille ce qu'est à l'œil la vision binoculaire, qui donne l'impression du relief des objets. Le fonctionnement de plusieurs haut-parleurs pourrait ainsi réaliser une *stéréophonie*, équivalent de la stéréoscopie binoculaire.

On s'étonne parfois que le haut-parleur ne procure pas la fidélité ni la pureté obtenues au moyen de l'écouteur téléphonique. Il faut se rendre compte que le haut-parleur doit mettre en jeu une énergie beaucoup plus considérable pour produire à quelques mètres de distance le même effet que le téléphone à quelques centimètres. L'énergie

développée par un haut-parleur pour faire entendre à 2 mètres de distance un son de même intensité que celui produit par un téléphone placé contre l'oreille est environ 10.000 fois plus grande.

Le rendement d'un haut-parleur est extrêmement faible. Une puissance électrique appliquée de 2 milliwatts ne donne guère que 120 ergs par seconde ou 0,0120 milliwatt de puissance sonore, soit 0,6 pour 100 de rendement.

La transformation de l'énergie électrique en énergie sonore est rendue très irrégulière par les phénomènes de résonance. Une membrane dont la fréquence de vibration propre correspond à 300 p : s présente des harmoniques propres sur 600, 900, 1.200, 1.500, 1.800 p : s. Elle a donc tendance à favoriser naturellement les courants téléphoniques qui vibrent sur ces fréquences.

D'autre part, la transformation exigerait, pour être indépendante de la fréquence, la constance de l'impédance du haut-parleur, provenant de la composition de la résistance et de la réactance du circuit (voir *alternatif*). Si la résistance peut être considérée comme constante pour toute la gamme des fréquences, il n'en est pas de même pour la réactance qui s'affaiblit à chaque résonance. Il en résulte pour l'impédance de nombreuses variations.

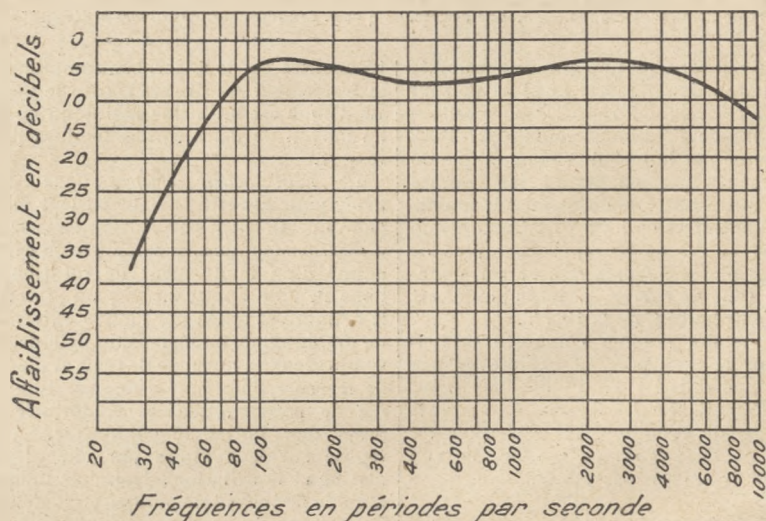
Les défauts de l'appareil entraînent une certaine déformation des sons, une *distorsion*, qui se traduit physiquement par la suppression ou l'adjonction d'un certain nombre d'harmoniques des ondes sonores de la voix, de la musique, du chant.

— **Couplage d'un haut-parleur à l'étage de sortie.** Voir *étage et haut-parleur électrodynamique*.

courbe de réponse pratiquement horizontale entre 70 et 6.000 p : s environ. Cependant, quelques résonances subsistent encore pour certaines fréquences, bien que fort atténuées, notamment vers 100 à 150 p : s et vers 1.200 à 2.000 p : s, suivant les types de haut-parleur.

La mesure doit être faite à une distance supérieure à $R^2\lambda$, R étant le rayon du cône et λ la plus courte longueur d'onde du spectre. Pratiquement, cette distance est de 1,75 m. On opère soit en plein air, soit dans une chambre aux parois absorbantes. On évite la formation d'ondes stationnaires en faisant tourner l'ensemble du système : haut-parleur, microphone. On utilise un oscillateur réglable entre 35 et 10.000 p : s. La tension microphonique est amplifiée, filtrée par un filtre passe-bas et appliquée à un thermo-couple de mesure. En plein air, on utilise un microphone à ruban.

— **Etude des caractéristiques d'un haut-parleur.** On utilise fréquemment à cet effet un générateur de courant modulé, alimentant le haut-parleur, et un microphone qui recueille les sons émis. La méthode est analogue à celle employée pour relever la *courbe de réponse* (voir ci-dessus). Pour faire apparaître nettement les harmoniques des fréquences, il est commode d'employer un montage différentiel, tel que celui de la figure, qui, en opposant les ondes fondamentales du générateur de courant modulé et du microphone, ne conserve que les harmoniques, qui sont mesurés au *voltmètre-amplificateur* (Outputmeter). Si l'on désigne par $V_1, V_2, V_3, V_4...$ les tensions de l'onde fondamentale et des harmoniques successifs, on nomme *taux de distorsion* du haut-parleur l'expression :



Courbe de réponse d'un haut-parleur électrodynamique.

— **Courbe de réponse d'un haut-parleur.** Cette courbe représente les variations de la pression sonore, à une distance déterminée du haut-parleur, en fonction des fréquences du spectre audible appliquées à cet appareil. Dans les haut-parleurs électrodynamiques, on est parvenu à obtenir une

$$K = \sqrt{(V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots) / V_1^2}$$

L'opposition exacte des tensions fondamentales nécessite un affaiblisseur ou *fader* et un *déphaseur*, qui permettent de faire coïncider les amplitudes et les phases des

tensions. Le filtre passe-bas sert à donner la proportion d'harmoniques.

Cette méthode peut être améliorée graphiquement, par l'emploi de l'oscillographe cathodique. En déplaçant le point d'impact à la fréquence de l'oscillation, on obtient une onde stationnaire. On peut calquer ou photographier cette courbe, puis la planimétrer pour évaluer l'importance des harmoniques.

Le procédé le plus sensible est celui qui consiste à produire des courbes de Lissajous en appliquant l'onde fondamentale à l'un des systèmes de plaques déviatrices et les harmoniques seulement à l'autre. Les fréquences harmoniques successives $2f$, $3f$, $4f$... se trouvent ainsi analysées en prenant la fréquence fondamentale f comme base.

Une autre méthode, dite de Kennelly, consiste à mesurer au pont de Wheatstone, pour chaque fréquence, la résistance et la réactance de la bobine mobile du haut-parleur. On relève ainsi, point par point, une courbe qui met en évidence les résonances successives du haut-parleur. Cette courbe peut être tracée avec ou sans excitation. La différence entre ces deux courbes en détermine une troisième qu'on nomme cercle de Kennelly. Le diamètre de ce cercle, très approximatif, donne le *facteur de rendement* en volts du haut-parleur. Le rendement en puissance est proportionnel au carré du diamètre.

— **Puissance maximum d'un haut-parleur.** La puissance maximum d'un haut-parleur est la valeur de la puissance maximum d'alimentation qui, pour une fréquence donnée, ne donne aucune distorsion sonore perceptible à l'oreille.

Une définition objective est obtenue en traduisant la distorsion par les harmoniques. On alimente le haut-parleur au moyen d'un courant modulé filtré et l'on examine à l'analyseur d'harmoniques le courant recueilli dans un microphone. La proportion d'harmoniques trouvée doit être inférieure à 2 pour 100.

— **Qualités d'un haut-parleur.** Un bon haut-parleur devrait être *sensible*, *fidèle* et *puissant*; il ne peut posséder simultanément ces propriétés que dans des limites restreintes; d'ailleurs, on peut réaliser d'une part des haut-parleurs sensibles et fidèles, d'autre part des haut-parleurs fidèles et puissants, ce qui résout le problème.

La fidélité tient notamment à deux causes :

1) Toutes les fréquences du courant téléphonique doivent figurer dans le son rendu par le haut-parleur et, inversement, aucune fréquence parasite n'existant pas dans le courant téléphonique ne doit apparaître sous forme de son.

2) Le rapport entre les intensités des divers sons rendus doit être le même que le rapport entre les amplitudes des courants des diverses fréquences.

La première condition est réalisée au moyen de membranes amorties et assez inertes, présentant une faible amplitude de vibration. La seconde condition exige que

les effets de résonance acoustique soient combattus.

— Rendement d'un haut-parleur.

Rapport de la puissance de sortie à la puissance maximum de la lampe finale dans les conditions optima. La puissance d'entrée est égale au produit ri^2 du carré du courant d'alimentation par la partie réelle r de l'impédance d'entrée pendant la fonction-

est de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de volts et est généralement produite, soit par des redresseurs à vapeur de mercure, soit par des génératrices à courant continu spécialement étudiées (Voir *émetteur*, *émission*).

— **Batterie à haute tension.** Batterie de piles sèches ou d'accumulateurs de faible capacité utilisée comme source de tension

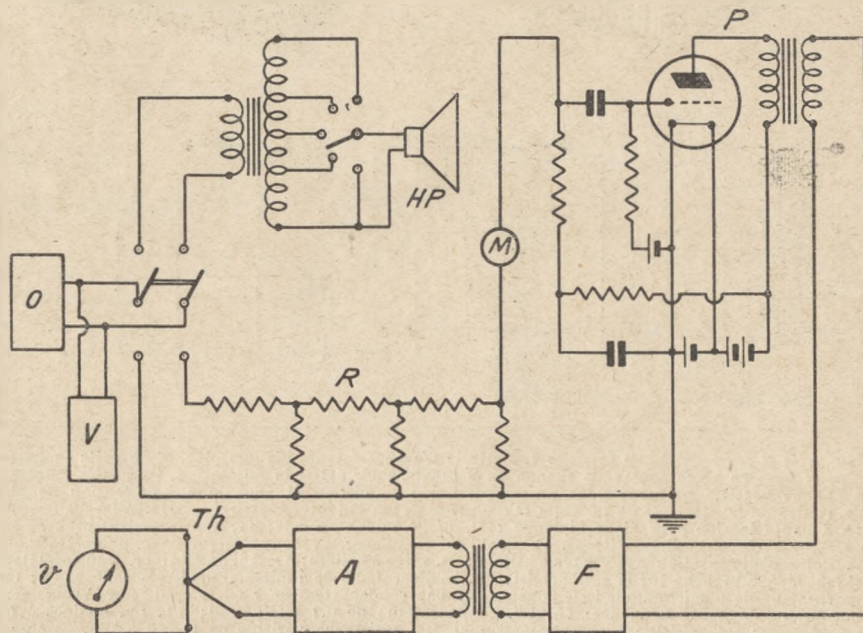


Schéma de montage pour la mesure du rendement d'un haut-parleur : HP', haut-parleur; M, microphone à condensateur; P, préamplificateur; O, oscillateur; V, voltmètre de mesure à lampes; R, atténuateur de 0 à 75 décibels; v, voltmètre-amplificateur (outputmeter); A, amplificateur; F, filtre passe-bas.

nement du haut-parleur. L'appareil étant ensuite bloqué de manière à ne plus pouvoir vibrer, on mesure son impédance de blocage. La perte de puissance est égale au produit du carré du courant par la partie réelle r' de l'impédance de blocage. Le rendement du haut-parleur est alors :

$$\rho = \frac{4R(r - r')i^2}{V^2}$$

en désignant par V la tension anodique alternative et par R la résistance de charge. (Kennelly et Pierce).

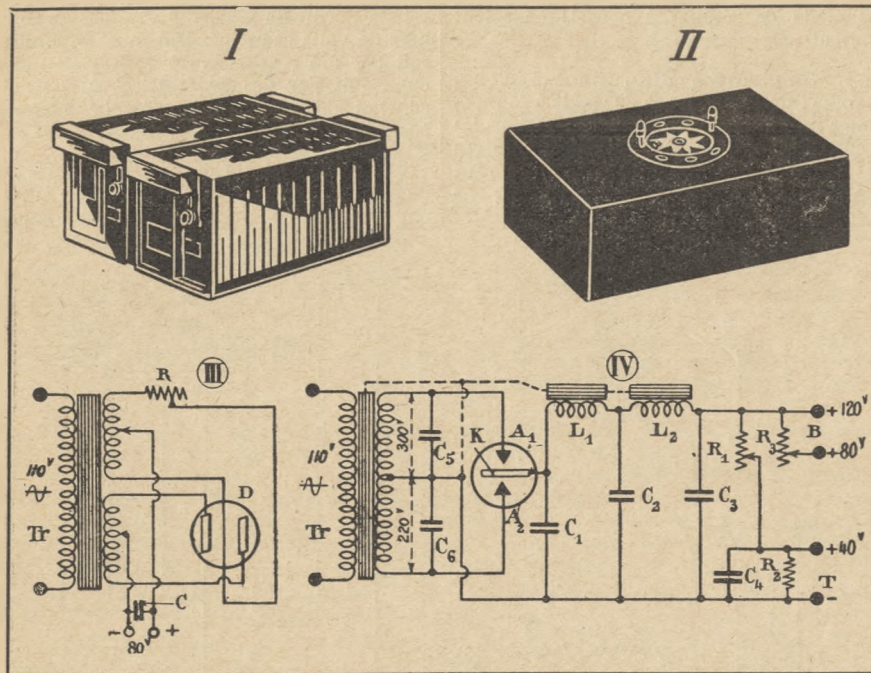
Voir *électrostatique*, *électrodynamique*, *électromagnétique*, *effet Johnsen et Rahbek*, etc... (Angl. *Loudspeaker*. — All. *Lautsprecher*).

HAUTE TENSION. Se dit d'une tension électrique relativement élevée. Industriellement, on réserve le nom de *haute tension* à une tension de quelques milliers de volts. En radioélectricité, on appelle haute tension la tension continue appliquée entre la plaque et la cathode des lampes électroniques par opposition avec la tension nécessaire au chauffage des filaments et que l'on nomme basse tension. Cette haute tension appliquée à la plaque des lampes de réception varie entre 20 et 300 volts. Pour les lampes d'émission, elle

de plaque dans le circuit filament-plaque des lampes électroniques. Synonyme en anglais : *batterie B*. Cette batterie a généralement une capacité de l'ordre de 3 à 5 ampères-heure.

La batterie de piles a l'avantage de la commodité, puisqu'elle peut être utilisée en tous lieux et en toutes conditions. Par contre elle ne dure guère plus de quelques mois en régime normal et ne peut pas être régénérée. On prolonge son existence soit en réduisant et en espaçant les séances d'écoute, soit en utilisant à tour de rôle deux batteries, dont l'une se dépoliarise en se reposant. Lorsque la batterie commence à vieillir, on s'en aperçoit à une série de crépitements provoqués par le débit irrégulier du courant à travers la résistance croissante et variable des éléments. On pallie en partie à cet inconvénient en plaçant un condensateur de 2 microfarads aux bornes de la pile, ce qui régularise son débit. On peut la rajeunir en enlevant au fur et à mesure les éléments en mauvais état, dont l'aspect est rendu caractéristique par les sels grimpants et efflorescences. Ces éléments sont mis hors circuit et on relie par une connexion les éléments sains restés de part et d'autre.

La batterie d'accumulateurs à haute tension présente l'avantage d'un débit plus régulier que celui de la batterie de piles,



Batteries et sources à haute tension : I. Batterie d'accumulateurs de 2,5 A-h, et 80 volts composée de deux bacs en verre contenant chacun 20 éléments. Pour éviter la sulfatation, les sorties extrêmes de chaque batterie baignent dans un compartiment d'huile. — II. Bloc de piles de tension de plaque, contenant 60 éléments de 1,5 volts et des prises de tension intermédiaire. — III. Boîte d'alimentation à haute tension avec diode biplaque : D, diode à double anode; Tr, transformateur branché sur le secteur à courant alternatif; R, rhéostat de chauffage; C, condensateur de 4 microfarads. — IV. Boîte d'alimentation avec valve à hélium : D, valve à hélium; A₁, A₃, anodes; Tr, transformateur 110/220/300 v branché sur le secteur; C₁, C₂, condensateurs de 4 microfarads isolés pour 220 v; C₃, condensateur de 6 microfarads isolé pour 220 v; C₄, condensateur de 1 microfarad pour l'écoulement des courants de haute fréquence; C₅, C₆, condensateurs de 0,1 microfarad; L₁, L₂, bobines à fer de 25 henrys; R₁, résistance potentiométrique; R₂, résistance variable de 10.000 à 100.000 ohms; R₃, résistance de 1.000 à 25.000 ohms; B, bornes.

ce qui est très appréciable en radiophonie. L'inconvénient, c'est la nécessité de posséder un appareil de recharge à quelques centaines de volts environ. Lorsqu'on dispose d'une distribution de courant alternatif, on peut utiliser un appareil de recharge statique. Le problème est très simplifié si l'on dispose du courant continu. A défaut de distribution d'électricité, on utilise un groupe moteur-générateur à essence, par exemple. Voir *alimentation, batterie*.

— **Boîtes d'alimentation à haute tension.** On a substitué aux batteries de pile ou d'accumulateurs des boîtes d'alimentation qu'on branche directement sur la distribution d'électricité au moyen d'une simple prise de courant. Ces appareils comportent : 1° Un redresseur de courant (valve diode avec ou sans filament, à l'hélium, au néon) alimenté par transformateur. 2° Un filtre qui transforme le courant ainsi redressé en un courant rigoureusement continu. Ces appareils sont commodes parce qu'ils ne consomment qu'au moment où ils sont en service et ne risquent pas de se détériorer au bout de quelques mois comme les piles ou les accumulateurs qui ne seraient pas rechargés en temps. Voir *alimentation, redresseur, etc.*

(Angl. *High Tension*. — All. *Hochspannung*).

leur de rayonnement ou de radiation. Voir ci-après ces définitions.

— Hauteur effective d'une antenne.

La hauteur effective de réception est celle d'une antenne qui, parcourue sur toute sa hauteur par un courant uniforme égal à celui qui circule au ventre de courant du collecteur réel, capterait la même quantité d'énergie que ce dernier.

Dans le cas où l'antenne est constituée par une nappe horizontale et une descente verticale, la hauteur effective est égale à la hauteur de rayonnement de la même antenne (R. Mesny).

Une antenne d'émission ou de réception est le siège d'un courant oscillant dont l'intensité efficace diminue depuis la base jusqu'au sommet de l'antenne. Au point de vue des actions à distance et du rayonnement, toutes les régions de l'antenne ne se comportent donc pas de même. L'action totale de l'antenne en un point extérieur est la somme algébrique de toutes les actions locales en ce point, c'est-à-dire l'intégrale le long de l'antenne de l'action d'un élément. De ce que le courant diminue de la base jusqu'au sommet, on peut assimiler l'action de l'antenne à celle d'une antenne moins haute, mais dont le courant resterait constant. C'est la hauteur de cette antenne fictive qu'on nomme *hauteur effective* de l'antenne réelle. Cette hauteur effective h est généralement comprise entre la moitié et les deux tiers de la hauteur réelle de l'antenne. C'est elle qui intervient dans tous les calculs relatifs à la portée et au rayonnement d'une station. Ainsi la résistance de rayonnement est égale à

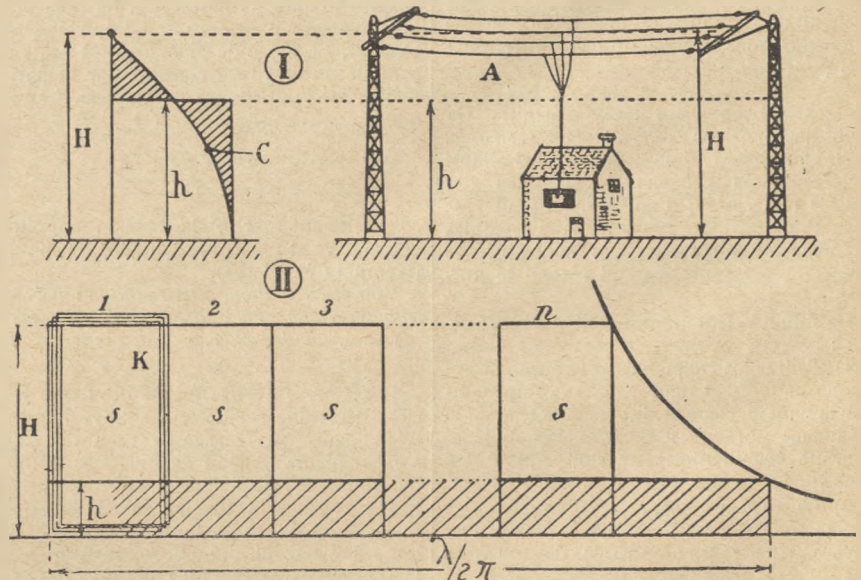
$$R = 1.600 h^2 \lambda^{-2}$$

et la puissance rayonnée à

$$P = 1.600 h^2 i^2 \lambda^{-2}$$

HAUTEUR. Hauteur d'une antenne.

On distingue dans une antenne la hauteur géométrique, la hauteur effective et la hau-



Hauteur effective d'une antenne et d'un cadre. — I. Hauteur effective h d'une antenne A de hauteur réelle H ; C, courbe sinusoïdale représentant la variation du courant de bas en haut de l'antenne; les aires hachurées sont égales. — II. Hauteur effective h d'un cadre K de hauteur réelle H ; s, surface des n spires 1, 2, 3... n ; λ , longueur d'onde; l'aire hachurée doit être égale à la somme de celle des rectangles s.

i étant le courant à la base de l'antenne et λ la longueur d'onde.

A titre d'exemple, la nappe horizontale de l'antenne de Bordeaux Croix-d'Hins a 250 mètres de hauteur; sa hauteur effective est de 170 mètres.

— **Hauteur effective d'un cadre.** C'est la hauteur effective de l'antenne qui serait le siège de la même force électromotrice que celle induite dans le cadre. Son expression est

$$h = 2 \pi n S / \lambda$$

n , nombre de spires du cadre; S , surface de la spire moyenne; λ , longueur d'onde.

Les cadres de 0,70 m de côté, utilisés pour la réception radiophonique sur superhétérodyne, ont une hauteur effective qui varie de 5 à 15 centimètres entre 250 et 1.600 mètres de longueur d'onde, pour un nombre de spires de 10 à 20.

Voir *antenne, effectif, rayonnement, etc...*

— **Hauteur de l'ionosphère.** La hauteur variable de l'ionosphère est généralement comprise entre 100 et 250 kilomètres. Pour le calcul de cette hauteur, voir *ionosphère*.

— **Hauteur de rayonnement d'une antenne.** La hauteur de rayonnement d'une antenne est la longueur d'une autre antenne, verticale, qui serait parcourue sur toute sa hauteur par un courant égal à celui qui existe au ventre de la première et qui produirait le même champ que la première, à la surface du sol supposé parfaitement conducteur (R. Mesny). L'expression mathématique en est

$$h = \frac{1}{I_0} \int I dz.$$

Si l'antenne est verticale de hauteur H , la hauteur de rayonnement est

$$h = \frac{2H}{\pi}.$$

Si l'antenne a une grande nappe horizontale à la hauteur H ,

$$h = H.$$

Pratiquement, h varie entre 0,5 H et 0,7 H pour des antennes en nappe horizontale; elle est moindre pour les autres types d'antenne.

— **Hauteur d'un son.** Caractère musical qui classe un son donné dans l'échelle de la gamme. La hauteur d'un son est intuitive pour une oreille musicale. Avec un peu d'habitude, on reconnaît qu'un son est *au-dessus* d'un autre d'une tierce majeure ou bien *au-dessous* d'un troisième d'une quinte. D'une manière absolue, un musicien reconnaît à l'oreille la hauteur d'une note émise, par exemple un la_3 dièze ou un mi_4 bémol. Physiquement, la hauteur d'un son est caractérisée par la fréquence des vibrations à laquelle il correspond. Un son est d'autant plus haut que la fréquence de vibration est élevée. Voir *fréquence musicale*. Dans la réception radiotélégraphique à l'hétérodyne, la hauteur du son est donnée par celle de la note des

battements entre l'onde locale de l'hétérodyne et celle reçue.

Les hauteurs des sons de la voix humaine sont comprises environ entre 80 p : s (voix de basse) et 900 p : s (voix de soprano). La gamme des hauteurs de son audibles s'étend à peu près entre 16 et 20.000 m : s. Le maximum de sensibilité de l'oreille apparaît pour les hauteurs de 800 à 1.000 p : s. La sensibilité est beaucoup plus faible pour les tons graves (*voix grave*) et les sons aigus (voir *acoustique, audibilité, antiparasite, bruit*).

Les notes musicales les plus basses sont données par l'orgue (16 p : s); les plus élevées, par le piano (3.480 p : s), l'orgue (4.138 p : s), le violon et la flûte.

(Angl. *Height*. — All. *Höhe*).

HAZELTINE. Récepteur de Hazel-tine. Voir *neutrodyne*.

HEAVISIDE. Couche de Heaviside.

Couche supérieure de l'atmosphère terrestre qui joue un rôle capital dans la propagation des ondes à la surface de la Terre. Cette couche d'air raréfié est *ionisée* par le soleil et fortement conductrice de l'électricité. Les ondes émises en faisceaux obliques à la surface de la Terre se réfléchissent ou plutôt se réfractent contre cette couche, ce qui explique qu'elles continuent à se propager dans l'atmosphère et suivent à peu près la courbure de la Terre. La hauteur de la couche de Heaviside dépend de l'action du soleil, d'où les différences entre les propagations diurne et nocturne des ondes. L'hypothèse de Heaviside, qui paraît vérifiée pour les ondes longues, est susceptible de modifications pour les ondes courtes.

Sur ondes très courtes, on a observé une différence de marche entre les signaux d'une même station provenant de deux directions opposées. Cette différence de marche ou *déphasage* entre des ondes, émises par une même station et reçues en un même point après avoir parcouru des chemins différents, est utilisée pour situer approximativement la couche de Heaviside.

On a fait des essais de réception à 1 kilomètre environ d'une station transmettant sur 15 mètres de longueur d'onde.

La station réceptrice enregistrait à la fois les signaux reçus directement et ceux qui lui parvenaient après avoir fait le tour de la Terre. Une différence de marche de 1/7^e seconde fut observée entre ces deux réceptions. Or, pour faire le tour de la Terre à sa surface, les ondes mettraient sensiblement moins de temps. On est donc fondé à admettre qu'en moyenne, les ondes très courtes se propagent à 200 kilomètres de hauteur dans l'atmosphère. Cette constatation et les observations qui suivront sont de nature à préciser les conclusions de Heaviside. Voir *couche, ionosphère, propagation*.

(Angl. *Heaviside Layer*. — All. *Heaviside Lager*).

HECTOWATT. Unité de puissance du système pratique valant 100 *watts* ou 0,1 *kilowatt*. Symbole hW.

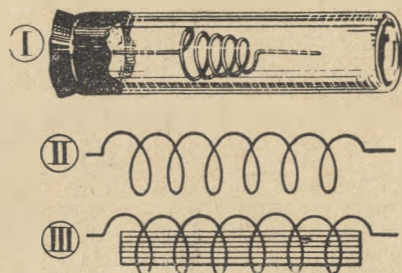
(Angl., All. *Hectowatt*).

HECTOWATT-HEURE. Unité d'énergie utilisée pour la mesure des consommations d'énergie électrique. Un hectowatt-heure vaut 100 *watts-heures* ou 0,1 *kilowatt-heure*. Symbole hW-h.

(Angl. *Hectowatt-Hour*. — All. *Hectowatt-Stunde*).

HÉLICE. Comme en mécanique, l'hélice joue un rôle important en électricité et en radioélectricité. Toutefois, dans ces deux dernières sciences, ce ne sont pas ses propriétés mécaniques qui interviennent, mais sa propriété en quelque sorte symbolique de définir le sens relatif de deux vecteurs.

L'image la plus classique est celle du tire-bouchon de Maxwell. Le savant physicien anglais imaginait le tire-bouchon placé suivant l'axe d'une bobine parcourue par un courant. Si le sens dans lequel tourne le tire-bouchon est celui dans lequel circule le courant, le sens du champ magnétique



Diverses hélices utilisées en radioélectricité. — I. Chercheur de cristal enroulé en hélice conique. — II. Hélice représentant schématiquement une bobine sans fer. — III. Hélice représentant schématiquement une bobine à fer.

produit est celui dans lequel avance la vis du tire-bouchon. Inversement, un courant rectiligne qui avance dans le sens de la vis du tire-bouchon produit alentour un champ magnétique circulaire tournant dans le sens du tire-bouchon.

D'autre part, la première bobine avec laquelle furent mises en évidence les propriétés magnétiques du courant électrique n'est-elle pas le solénoïde d'Ampère, c'est-à-dire une hélice de fil conducteur? Toutefois, il faut se garder d'une assimilation trop stricte entre l'hélice mécanique et le solénoïde. En électricité, la notion du pas de l'enroulement n'intervient pas en général dans les électroaimants à courant continu : on peut produire le même effet magnétique en concentrant l'hélice dans un plan, c'est-à-dire en ramenant les spires d'hélice à des cercles, ou en l'étirant en une spire indéfinie, cas du conducteur rectiligne. C'est alors seulement le produit du nombre de spires par l'intensité du courant qui les traverse ou nombre d'*ampères-tours*, qui compte pour l'établissement du champ; c'est ce qu'on nomme la *force magnétomotrice*.

La considération du pas de l'hélice n'est utile que pour donner une image mécanique de la propagation des ondes électromagnétiques.

Une onde entretenue est généralement

représentée par une courbe sinusoïdale, comme un courant alternatif. Mais il y a entre les deux représentations cette différence fondamentale que le courant alternatif est une *onde stationnaire*, c'est-à-dire qui change d'amplitude sans se déplacer, comme c'est aussi le cas pour les courants de haute fréquence dans les circuits localisés et dans les antennes, tandis que l'onde libre est une *onde progressive*, une sinusoïdale qui se déplace dans l'espace en fonction du temps. L'image d'une telle onde est précisément offerte par la projection d'une hélice en mouvement, comme l'indique la figure. Pour concrétiser cette représentation, il suffit de considérer le contour apparent d'un tire-bouchon à hélice tandis qu'on le fait tourner d'un mouvement de rotation uniforme. Au bout d'un tour, l'hélice a avancé d'un *pas*, c'est-à-dire d'une *longueur d'onde*. La *fréquence* de l'onde est égale au nombre de tours effectués pendant une seconde. Suivant qu'on suppose la représentation faite dans le temps ou dans l'espace, le pas de l'hélice figure la *période* ou la *longueur d'onde*.

Cette notion de l'hélice est également commode pour représenter les ondes stationnaires de courant et de tension — ou encore de champ électrique et de champ magnétique le long d'une antenne ou d'une ligne. L'axe de l'hélice supposé horizontal coïncide avec l'axe de l'antenne ou de la ligne sur laquelle la propagation donne lieu à la production d'ondes stationnaires. Le pas de l'hélice correspond à la longueur d'onde; le rayon vecteur de l'hélice correspond à l'amplitude du champ électrique H égale à celle du champ magnétique M , ou bien encore aux amplitudes respectives de l'onde de tension V et de l'onde de courant I , étant supposé qu'on ait adopté des échelles telles que ces amplitudes soient égales. Si l'on coupe l'hélice par un plan vertical passant par l'axe, on obtient une sinusoïdale qui représente l'onde maximum de tension ou le champ électrique. Si l'on coupe cette même hélice par un plan horizontal, on obtient une sinusoïdale qui représente l'onde maximum de courant ou le champ magnétique. Enfin, si l'on imagine qu'on fasse tourner ces deux courbes planes d'un mouvement de rotation uniforme autour de leur axe, la projection de la première courbe sur le plan vertical axial donnera l'onde stationnaire de tension, la projection de la seconde courbe sur un plan horizontal donnera au même instant l'onde stationnaire de courant.

Ainsi le déplacement dans le temps d'un quart de période et dans l'espace d'un quart de longueur d'onde, déplacement qui amène l'onde stationnaire de courant à coïncider avec l'onde stationnaire de tension, peut être facilement expliqué et traduit par l'hélice ainsi que par le mouvement hélicoïdal.

En fait, l'onde électromagnétique libre apparaît comme pouvant être représentée par une hélice qui sillonne le temps et l'espace. L'antenne et les circuits d'émission sont comparables à un écrou d'où sort une vis (hélice), le pas de l'écrou et de la vis correspondant à la longueur d'onde de l'émission. L'antenne et les circuits

de réception sont aussi comparables à un écrou : celui où rentrerait la vis (hélice) qui représente l'onde. Emettre sur une longueur d'onde déterminée, c'est fabriquer une vis au pas d'un écrou; recevoir sur une longueur d'onde déterminée, c'est trouver un écrou au pas d'une vis donnée.

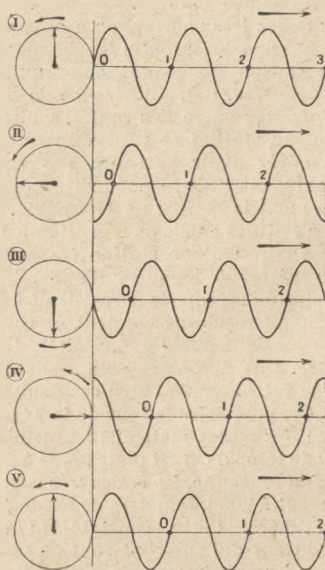
Ces comparaisons de l'onde avec l'hélice pourront venir en aide à ceux qui ne sauraient comprendre les notions radioélectriques qu'à la lumière d'explications mécaniques.

Pour des raisons mécaniques ou électriques, certains organes, comme les bobines, les grilles de lampe électroniques sont enroulés en hélice. Pour les bobines, l'hélice est la courbe d'enroulement qui convient le mieux, au moins en théorie; en pratique, des considérations relatives à l'aération des bobines ainsi qu'à la nécessité de réaliser leur rigidité sans carcasse pour les courants de haute fréquence, obligent à s'écarter plus ou moins de ce genre d'enroulement.

Schématiquement, l'hélice symbolise un enroulement, une bobine, une self-inductance. Si la bobine possède un noyau de fer, on indique, à l'intérieur de l'hélice ou en dehors, un faisceau de fils de fer ou de tôles. Les transformateurs sans fer comportent deux hélices rapprochées; dans les transformateurs à fer, on figure le noyau comme ci-dessus entre les deux enroulements. Voir les symboles schématiques.

(Angl. *Helix*. — All. *Schraub*).

HELICOIDAL. Qui appartient à l'hélice, En forme d'hélice. — **Mouvement hélicoïdal.** C'est le mouvement de la vis dans son écrou, composition d'un mouvement

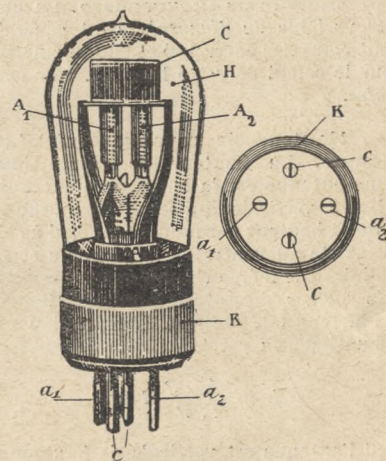


Mouvement hélicoïdal expliquant la propagation des ondes. — Le mouvement hélicoïdal est celui d'un tire-bouchon qu'on fait tourner d'un mouvement circulaire uniforme. Les figures I, II, III, IV, V représentent les divers aspects de l'hélice du tire-bouchon à un quart de tour d'intervalle. Au bout d'un tour complet (V), les ondes se sont propagées d'une longueur d'onde et les ondes 0, 1, 2 sont venues remplacer respectivement les ondes 1, 2, 3. Les cadrans figurés sur la gauche indiquent le sens de rotation du tire-bouchon.

de translation suivant l'axe de l'hélice et d'un mouvement de rotation autour de cet axe. En fait, le nom de mouvement hélicoïdal est réservé à celui qui découle des mouvements de rotation et de translation uniformes. La projection de l'hélice de la vis sur un plan axial donne la figuration du mouvement d'une onde dans le temps ou dans l'espace. La vitesse angulaire du mouvement peut être assimilée à la *pulsation* du courant alternatif ou de l'onde libre, le *pas* de l'hélice à la *période* du courant ou à la *longueur d'onde*. Voir *alternatif*, *hélice*, *onde*.

(Angl. *Helicoidal*. — All. *Schraubenformig*).

HÉLIUM. Corps chimique simple, à l'état gazeux à la pression atmosphérique et aux températures usuelles. Symbole chimique He = 3,96. L'atome d'hélium pos



Valve à hélium. — A1, A2, anodes, C, cathode; a1, a2, broches des anodes; C, broches de la cathode connectées ensemble; H, atmosphère d'hélium K; culot en ébonite.

sède deux électrons. Ce gaz joue un rôle important dans la décomposition de la matière; il apparaît notamment dans la dissociation des éléments radioactifs et constitue en particulier l'émanation du radium.

— **Valve à hélium.** Les gaz laissent passer la décharge électrique et d'autant mieux, qu'ils sont plus *ionisés*. S'il s'agit d'un champ électrique alternatif établi entre deux électrodes, l'ionisation et la conductibilité dépendent de la forme des électrodes. Une faible tension électrique suffit à ioniser l'atmosphère d'hélium comprise entre deux électrodes dans une ampoule de verre. Si l'on donne une large surface à l'une des électrodes et une faible surface à l'autre, on favorise le passage du flux électronique dans le sens qui va de la première vers la seconde. Si donc on applique entre ces deux électrodes une tension alternative, la première fonctionnera comme cathode, la seconde comme anode. On obtient ainsi le redressement du courant alternatif. En disposant deux anodes — une de chaque côté de la cathode — on réalise une valve

qui travaille sur les deux alternances du courant monophasé.

En fait, l'ionisation provient du bombardement des atomes d'hélium par les électrons du champ électrique appliqué aux électrodes. Lorsque l'anode — électrode de petite dimension — est négative, elle attire les ions positifs. Mais tous ces ions ne peuvent l'atteindre en raison de l'exiguïté de ses dimensions et le nuage d'ions qui entoure l'anode constitue une forte résistance qui arrête le passage du courant. Lorsque l'anode est positive, c'est la cathode — alors positive — qui attire tous les ions; mais en raison de sa large surface, elle les absorbe rapidement sans formation d'un nuage d'ions. Ainsi ce tube à hélium se comporte comme une valve.

Pour travailler sur les deux alternances, la valve à hélium, est pourvue de deux anodes verticales disposées de façon que seule leur extrémité supérieure se trouve au niveau de la partie inférieure de la cathode. Le reste de l'électrode est isolé du tube par une matière diélectrique solide, en l'espèce par une sorte de talc.

Le fonctionnement de la valve pourrait être affecté par le déplacement des électrons libres circulant entre les électrodes sous l'action d'une tension relativement élevée produisant un gradient de potentiel intense entre ces électrodes. A l'instant où l'atmosphère d'hélium est totalement ionisée, ces électrons peuvent s'acheminer par le canal conducteur qui réunit ainsi les électrodes. Pour obvier à ce déplacement, il suffit que la distance minimum entre les électrodes soit très supérieure au libre parcours moyen de l'électron dans l'hélium, c'est-à-dire à la distance que l'électron peut parcourir librement sans rencontrer une molécule ou un atome de gaz. Comme les électrons libres proviennent uniquement du métal de l'anode, ils ne peuvent, dans ces conditions, gagner la cathode et sont arrêtés par la résistance du gaz raréfié qui, en l'espèce, est le meilleur isolant.

L'intérêt de ces valves est leur robustesse, conséquence de l'absence de filament. La cathode et l'anode sont deux plaques ou deux tubes métalliques. Cette absence de filament supprime l'enroulement secondaire à basse tension employé pour le chauffage des diodes, ainsi que le rhéostat y afférent; elle augmente la solidité et la rigidité du tube, ainsi que sa longévité, qui n'est plus limitée par celle du filament.

— Redresseur avec valve à hélium.

Le redresseur comporte un transformateur dont le primaire est branché aux bornes du secteur à courant alternatif (110 volts) et dont le secondaire à prise médiane alimente sous 220 à 300 volts les anodes de la valve à hélium. Ces enroulements sont shuntés par des condensateurs de 0,1 microfarad.

Pour obtenir le courant rigoureusement continu destiné à l'alimentation des plaques des lampes triodes, on filtre le courant redressé. Le filtre comporte deux cellules constituées chacune par une bobine à fer de 25 henrys et un condensateur de 4 microfarads. A la sortie du filtre, on a disposé des potentiomètres et résistances

réglables permettant d'appliquer aux plaques des lampes détectrices, amplificateurs, et de puissance, des tensions continues variant entre 40 et 120 volts. Ces résistances élevées sont de l'ordre de 10.000 à 100.000 ohms.

Le redresseur à hélium peut débiter de 30 à 40 milliampères sous 120 volts, courant très suffisant pour alimenter les postes récepteurs les plus puissants. Son exploitation, peu onéreuse, revient à moins de 1,5 centime par heure, sur un poste à 4 lampes, en comptant l'énergie électrique au tarif de 0,22 fr. par hectowatt-heure. Voir *haute tension*.

(Angl. *Helium Valve, Rectifier (Raytheon)*. — All. *Heliumgleichrichter*).

HENRY. Unité d'inductance (mutuelle ou self-inductance) du système pratique d'unités électriques. Le henry est l'inductance d'un circuit qui produit un flux magnétique de 10^9 unités C. G. S. (maxwell) lorsqu'il est parcouru par un courant de 1 ampère. — Le henry est égal à 10^9 unités électromagnétiques. C. G. S. d'inductance, unité qu'on appelle à tort *centimètre*, parce que dans ce système l'inductance est homogène à une longueur. On désigne le henry par la lettre H. C'est une inductance très considérable. En pratique, on utilise le *microhenry* ou millionième de henry (μH), le millième de microhenry ($\text{m}\mu\text{H}$) et même le millionième de microhenry ($\mu\mu\text{H}$) pour la mesure des inductances des lignes, des antennes, des circuits à haute fréquence. Par contre, le henry est communément utilisé en électricité industrielle; les bobines à fer des filtres à basse fréquence (25 et 50 p : s), dont sont munis les redresseurs de courants et boîtes d'alimentation des postes de radiophonie, ont des inductances dont l'ordre de grandeur est de 25 à 50 henrys.

(Angl., All. *Henry*).

HENRYMÈTRE. Nom donné à un appareil pour la mesure des inductances. (Angl., All. *Henrymeter*).

HEPTODE. Lampe électronique de réception à sept électrodes, utilisée comme oscillatrice-modulatrice dans les montages superhétérodynes de type américain. Cette lampe comporte une cathode, une anode et cinq grilles, d'où le nom de *pentagride* qui lui est souvent donné.

L'heptode dérive de l'hexode par l'addition d'une cinquième grille. Les troisième et quatrième grilles ne sont pas indépen-

dantes, mais connectées ensemble à l'intérieur de la lampe, où elles jouent le rôle d'écran. La quatrième grille qui reçoit l'énergie à haute fréquence captée, est généralement reliée à un plot au sommet de l'ampoule, pour bénéficier du maximum d'isolement. Les autres électrodes aboutissent aux broches du culot comme l'indique la figure.

Dans le fonctionnement en oscillateur-modulateur, le circuit oscillant attaque la première grille et se met à osciller en raison de la réaction introduite par la deuxième grille, encore appelée anode d'oscillation. D'abord modulé par l'oscillation locale, le courant électronique est soumis à l'action de la quatrième grille, qui lui applique l'oscillation incidente. Le courant anodique devient ainsi le produit de deux courants, au lieu d'en être la somme, comme il advient si l'oscillation et la modulation sont appliquées à la même grille. Le tube travaillant dans la partie rectiligne de sa caractéristique, les oscillations sont réduites au minimum. La capacité entre les grilles étant très faible, les réactions mutuelles des circuits d'oscillation et de modulation sont également très petites, ce qui affaiblit les images de fréquence et la réaction dans l'antenne. L'heptode peut aussi servir à la régulation du volume de son.

On utilise plusieurs types d'heptodes, dont les caractéristiques se ramènent généralement à celles indiquées ci-dessous pour les lampes chauffées sous 6,3 et 2,5 volts, et qui portent les désignations respectives de 6A7 et 2A7 dans la nomenclature américaine. Le courant de chauffage est de 0,3 A sous 6,3 V et de 0,8 A sous 2,5 V :

Tension anodique maxim.	250 V.
Tension grilles N° 3 et N° 5 maximum.....	100 V.
Tension grille N° 2 maximum.....	250 V.
Tension négative de grille (N° 4).....	3 V. minimum.
Résistance interne.....	300.000 ohms.
Pente {	
a) pour grille N° 4 à — 3 volts ...	0,475 mA/V.
b) pour grille N° 4 — 42,5 volts .	0,002 mA/V.
Courant cathode (total) maximum	14 mA.
Courant anodique	4 mA.
Courant grille N° 3 et N° 5	2 mA.
Courant grille N° 2	3,5 mA.
Courant grille N° 1	0,5 mA.
Hauteur.....	115 mm.
Diamètre	38 mm.

Conditions d'utilisation de l'heptode pour diverses tensions anodiques.

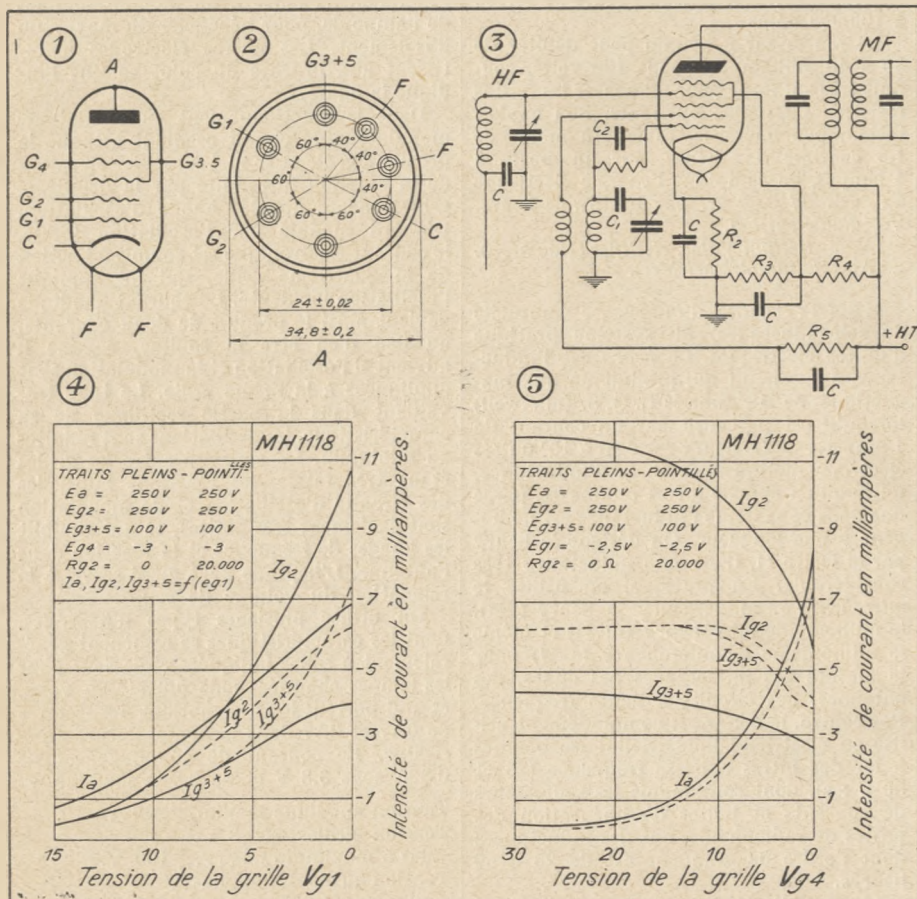
Tension plaque.....	100	150	250 V
Tension grilles N° 3 et 5.....	50	50	100 V
Tension grille N° 2	100	150	250 V
Tension grille N° 4.....	— 1,5	— 1,5	— 3 V min.
Résistance grille N° 1	10.000	20.000	50.000 ohms
Résistance interne	600.000	1.000.000	300.000 ohms
Pente	0,35	0,30	0,475 mA/V
Tension grille N° 4 (pour une pente de 0,002 ma/V).....	— 20	— 20	— 42,5 V ap
Courant plaque	1,3	1,0	4 mA
Courant grilles N° 3 et 5	2,5	2,8	2 mA
Courant grille N° 2.....	3,3	4,9	3,5 mA
Courant grille N° 1.....	1,2	1,5	0,5 mA
Résistance cathodique	150	150	300 ohms

Voici d'autre part l'exemple de quelques conditions d'utilisation de l'heptode pour des tensions anodiques de 100, 150 et 25 volts. (Voir tableau, p. 305).

Le noyau en fil de fer est un faisceau de 1 centimètre de diamètre dont les brins, ayant de 0,5 à 0,8 mm de diamètre, ont une longueur de 18 à 20 centimètres. Ces

mètres. La longueur de fil serait de 2.150 mètres et sa résistance électrique totale de 4.300 ohms environ.

Les bobinages sont faits au tour. Le pri-



Heptode: 1. Symbole schématique de l'heptode: C, cathode; A, anode; F, F, filament; G_1 à G_5 , grilles. — 2. Disposition des broches sur le culot, avec repérage des connexions; — 3. Schéma de principe du montage de l'heptode en oscillatrice-modulatrice. — 4. Caractéristique des courants dans l'heptode en fonction de la tension de la grille oscillatrice V_{g1} . — 5. Caractéristique des courants dans l'heptode en fonction de la tension de la grille modulatrice V_{g4} . (Tungsram).

Lorsqu'on emploie une tension de grille G_2 supérieure à 200 V, il convient d'employer une résistance de chute de 20.000 ohms. En outre, une résistance de 50.000 ohms doit être placée dans le circuit de G_1 . Pour éviter toutes réactions entre ses circuits et ceux des autres lampes, l'heptode doit être normalement blindée.

L'heptode a remplacé l'hexode dans les montages du type américain à changement de fréquence. En France, on emploie souvent l'octode de préférence à l'heptode. Voir hexode, octode, lampe, oscillatrice, etc... (Angl. Heptode. — All. Siebelpolröhre).

HÉRISSON. Transformateur type « hérisson ». Petit transformateur de courant à basse fréquence, dont le noyau constitué par un faisceau de fils de fer isolés, est rabattu de toutes parts sur le bobinage, ce qui donne au transformateur l'aspect d'un hérisson ovoïde. Un tel transformateur téléphonique peut être fabriqué assez simplement en s'aidant des données suivantes.

brins sont isolés par une couche de vernis à la gomme-laque ou autre. On peut utiliser du fil émaillé. Une bande de papier de 5 centimètres de largeur, enroulée et collée sur le noyau, constitue la carcasse qu'on munit de joues de 4 à 5 centimètres de diamètre, découpées dans du bois mince ou du carton épais et collées sur la carcasse à une distance de 4 centimètres environ l'une de l'autre.

Soit 4 le rapport de transformation entre primaire et secondaire. On prendra, par exemple, 2.500 spires au primaire, 10.000 au secondaire, de fil de 0,1 mm guipé à la soie. On en enroule 200 tours par couche, ce qui fait 60 couches étagées en épaisseur radiale. Le diamètre moyen du bobinage atteint 28 millimètres. La longueur totale de fil est de 1.100 mètres et sa résistance électrique de 2.200 ohms.

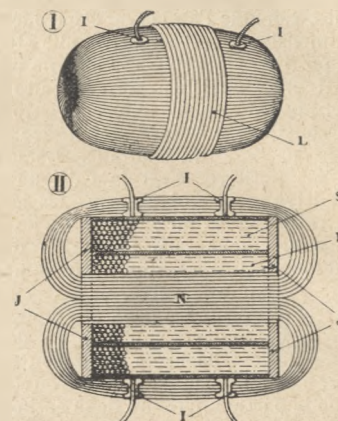
On obtiendra un meilleur résultat en prenant 4.000 spires au primaire et 16.000 au secondaire, ce qui donnera 100 couches ayant une épaisseur radiale de 20 milli-

maire et le secondaire sont isolés par une couche de toile isolante. On obtient un bon isolement en plongeant le transformateur dans un bain de paraffine fondue. Avant de rabattre les fils de fer du noyau, on glisse dans les connexions de sortie de petites poulies isolantes en bois ou en os. Les connexions, en fil souple isolé, sont soudées aux fils de sortie des enroulements. Le rabattement terminé, on ligote le « hérisson » au moyen de quelques frettes de fil de fer. (Angl. Hedgehog Transformer. — All. Higeltransformator).

HERMÉTIQUE. Se dit d'une machine fermée dont tous les joints sont étudiés de façon à empêcher toute communication entre l'intérieur de la machine et le milieu ambiant, sous une pression à spécifier (C. E. I., 1934). (Angl. Hermetic. — All. Hermelisch).

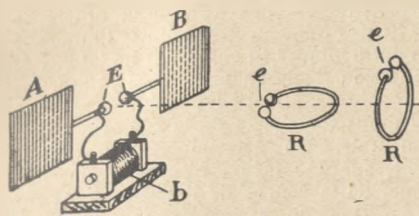
HERTZ. Ondes de Hertz. Appellation des ondes électromagnétiques, du nom du savant allemand qui mit le premier en évidence le rayonnement d'ondes amorties à très haute fréquence. Heinrich Hertz, professeur à l'Université de Bonn et élève de Helmholtz, découvrit expérimentalement en 1888 les ondes électriques dont l'existence avait été prévue par Maxwell et construisit, pour les émettre et les recevoir, l'oscillateur et le résonateur électrique.

— **Oscillateur de Hertz.** Appareil imaginé par Hertz pour la production des ondes électromagnétiques de très haute fréquence. Il se compose essentiellement de deux tiges portant des sphères ou des plaques métalliques reliées respectivement aux bornes d'une bobine d'induction. Les deux tiges, placées horizontalement ou verticalement dans le prolongement l'une de l'autre, sont



Transformateur à basse fréquence type hérisson. — I. Aspect extérieur du transformateur. — II. Coupe axiale du transformateur: P, primaire; S, secondaire; N, noyau en fil de fer; J, joues; I, isolateur de sortie; L, ligatures maintenant le circuit magnétique.

séparées par un espace d'air; l'extrémité des tiges forme ainsi un éclateur qui fonctionne lorsque la tension entre les électrodes de la bobine a atteint la valeur correspondant à la distance explosive. La décharge est oscillante, c'est-à-dire qu'elle produit une



Oscillateur et résonateurs de Hertz: A gauche, l'oscillateur: A, B, plaques de capacité; E, éclateur; B, bobine d'induction. — A droite, résonateurs R munis d'éclateurs micrométriques E.

série d'oscillations électriques très rapides, se traduisant par des courants de haute fréquence et par le rayonnement d'ondes radio-électriques amorties alentour. Actuellement, l'émission par bobine d'induction et étincelle est à peu près abandonnée, en raison des inconvénients des ondes amorties. Mais les dispositifs essentiels caractérisant l'oscillateur de Hertz ou *dipôle*, à savoir les deux tiges métalliques isolées placées dans le prolongement, reviennent en honneur pour remplacer les antennes dans les émetteurs à ondes entretenues très courtes (de 10 à 50 mètres de longueur d'onde).

— **Résonateur de Hertz.** Appareil imaginé par Hertz pour la réception des ondes électromagnétiques de très haute fréquence. Il est constitué par un simple cerceau métallique isolé présentant une coupure micrométrique, où se forment des étincelles microscopiques qui mettent en évidence les ondes électromagnétiques de la fréquence déterminée par les dimensions du cercle et par la distance d'éclatement de la coupure.

HERTZ. Nom donné par les physiciens et radiotechniciens allemands à l'unité de fréquence, c'est-à-dire à la *période par seconde* ou au *cycle par seconde*. On exprime d'ordinaire les fréquences des émissions en *kilohertz* ou même en *myriahertz*. Voir *fréquence*, *cycle*, *période*.

(Angl. *Hertzian Wave*, *Oscillator*, *Resonator*. — All. *Hertzische Welle*, *Sender*, *Resonator*).

HERTZIEN. Qui se rapporte aux ondes électromagnétiques ou aux découvertes de Hertz. Voir *Hertz*.

Échos hertziens. — Il arrive que l'on observe des échos dans la réception des ondes, et principalement des ondes courtes. On admet que ces échos proviennent d'ondes suivant des trajets différents, en particulier de celles qui se réfléchissent ou se réfractent dans les hautes couches de l'atmosphère. Le professeur Störmer estime que les échos proviennent de la réflexion des ondes sur la lune. Le professeur Van der Pol pense que les ondes réfléchies ont une vitesse beaucoup plus faible que l'onde

incidente. Appleton et Barnett sont d'avis que les échos proviennent de la couche de Kenelly-Heaviside, dite *ionosphère*.

En télévision, on observe des images-échos, d'une intensité lumineuse beaucoup plus faible que celle de l'image directe. Leur décalage correspond à des temps de 1/7 à 1/4 seconde environ, soit une différence de marche considérable, de l'ordre d'un grand cercle terrestre. Voir *échos*.

— **Ondes hertziennes.** Synonyme d'ondes radioélectriques ou ondes électromagnétiques. Voir *Hertz*. — **Phare hertzien.** Station d'émission maritime, côtière ou insulaire, émettant automatiquement un signal radiotélégraphique convenu en ondes amorties ou entretenues modulées musicalement pour prévenir les navires de la présence d'une terre, de récifs, etc... Elle fait au point de vue radioélectrique le même office que les phares lumineux au point de vue optique. M. André Blondel, de l'Institut, inspecteur général des phares et balises, a été le promoteur des phares hertziens. Voir *Radiophare*, *balisage*, *guidage*.

(Angl. *Hertzian*. — All. *Hertzsch*).

HESSITE. Cristal détecteur, constitué par un minéral naturel appelé tellurure d'argent (Ag^2Te), combinaison d'argent et de tellure.

(Angl., All. *Hessite*).

HÉTÉRODYNAGE. Production de battements électriques tels que ceux qu'on obtient au moyen d'une *hétérodyne*.

(Angl. *Heterodyning*. — All. *Ueberlagerung*).

HÉTÉRODYNE. Appareil employé en radiotélégraphie pour produire sur place des ondes entretenues d'une fréquence un peu différente de celle des ondes transmises, dans le but d'obtenir, par battement et détection, des fréquences plus basses, généralement musicales, qui rendent plus facile la réception des signaux (C. E. I., 1934).

Petit générateur local d'ondes électromagnétiques, constitué généralement par une triode entre la plaque et la grille de laquelle est intercalé un circuit oscillant, dont la longueur d'onde peut être réglée au moyen d'un condensateur variable. Est utilisé pour la réception des ondes entretenues par la méthode des battements et pour la réception de la télégraphie et de la téléphonie par la méthode superhétérodyne ou du changement de fréquence.

(Angl. *Heterodyne*. — All. *Ueberlager*).

— **Principe de la méthode hétérodyne.** Elle repose sur l'emploi de battements électriques dont on peut donner une image très simple en supposant que deux métronomes voisins représentent l'un, le générateur local ou hétérodyne, l'autre l'onde captée. Entre les deux oscillations de fréquences légèrement différentes des métronomes, il se produit une série de renforcements sonores périodiques qu'on nomme battements. Le son perçu est maximum lorsque les deux balanciers battent en-

semble, c'est-à-dire sont *en phase*; le son est minimum lorsque les deux balanciers occupent des positions symétriques, c'est-à-dire sont *en opposition de phase*. Les deux métronomes sont mis en marche l'un près de l'autre à des cadences légèrement différentes; supposons que le premier fonctionne à une fréquence de 5 oscillations par seconde, le deuxième à une fréquence de 4 oscillations par seconde. Si, à l'instant du départ (I), les tiges des deux appareils occupent des positions correspondantes, la seconde se met de plus en plus en retard sur la première, ce qui se traduit à l'oreille par un écart croissant entre les instants où les deux tiges passent par leur amplitude maximum. Au bout d'une demi-seconde, l'écart atteint la valeur d'une demi-durée d'oscillation du premier appareil; les deux tiges occupent à cet instant des positions opposées. Une demi-seconde après, la tige du deuxième métronome, qui a encore retardé d'une demi-durée d'oscillation, se trouve occuper une position correspondante à celle du premier. A cet instant (VI), les deux appareils se retrouvent dans les mêmes conditions qu'au début de l'expérience (I), et l'on dit qu'ils sont en concordance de phase; chaque fois qu'il en est ainsi, l'observateur perçoit un renforcement du bruit, puisque les deux métronomes battent alors à l'unisson. La fréquence de ce phénomène de battements est donc égale au nombre d'oscillations dont la deuxième tige a retardé sur la première pendant une seconde, c'est-à-dire à la différence des fréquences des deux mouvements. Dans le cas de l'exemple cité, elle est donc d'une période par seconde.

C'est ce phénomène de renforcements périodiques que l'on utilise dans la méthode hétérodyne. Un générateur local, qui porte lui-même le nom d'*hétérodyne*, peut émettre des ondes entretenues de longueur variable, d'une façon continue, sur une gamme extrêmement étendue (de 300 mètres à 20.000 mètres pour les applications courantes). Ces ondes entretenues induisent dans les circuits de réception des courants de haute fréquence qui se superposent aux courants induits par les ondes du poste à recevoir. Si la longueur d'onde de l'hétérodyne est suffisamment voisine de celle du poste à recevoir, la superposition de ces deux courants donne naissance à un troisième courant de haute fréquence, dont l'amplitude est modulée à une fréquence musicale, ce qui permet d'actionner le récepteur téléphonique après détection. La hauteur de la note est donnée par la différence des fréquences de l'onde à recevoir et de l'hétérodyne.

Soit à recevoir une émission à ondes entretenues sur une longueur d'onde de 15.000 mètres, ce qui correspond à une fréquence de 20.000 oscillations par seconde. Si l'on veut obtenir au téléphone un son musical, comme celui qui est donné par une fréquence de 500 périodes par seconde environ, il conviendra de régler l'hétérodyne de façon à produire des ondes sur une fréquence supérieure ou inférieure de 500 p. s à la fréquence de l'émission du poste, c'est-à-dire à 20.500 ou à 19.500 périodes par

seconde, ce qui correspond à des longueurs d'onde respectives de 14.630 mètres ou de 15.370 mètres.

Lorsque l'hétérodyne est réglée sur la même longueur d'onde que la station, il n'y a pas production de battements et le téléphone reste silencieux; à mesure que la longueur d'onde de l'hétérodyne s'écarte de celle de la station, par valeurs croissantes ou décroissantes, les battements deviennent

employée est montée, dans sa seconde partie, en doubleuse de fréquence. La fréquence d'oscillation du cristal variant de 1.760 à 7.060 kc : s, le courant cathodique varie de 50 à 70 mA, le courant de grille de 20 à 110 mA et la puissance de sortie du doubleur de fréquence, de 5 à 10 watts.

— **Hétérodyne de mesure.** C'est un générateur de courant à haute fréquence,

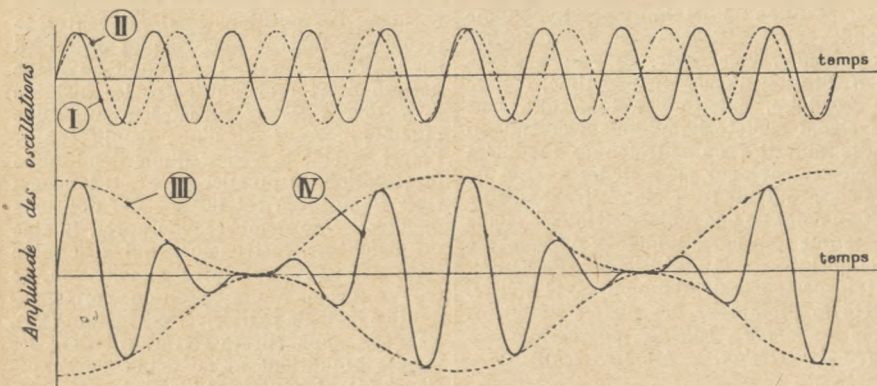
qu'une connue, que l'on capte au moyen du récepteur. On utilise à cet effet l'écoute des stations de radiodiffusion dont la fréquence est la plus précise et la mieux stabilisée. Ces mesures sont très sensibles, mais pas toujours précises, car si les générateurs réagissent l'un sur l'autre, la fréquence des battements est inférieure à la différence des hautes fréquences. On écarte l'influence des harmoniques en observant les intensités d'audition. Mais on peut aussi utiliser les harmoniques, dont les fréquences sont des multiples exacts de la fréquence fondamentale. On détermine ainsi rapidement, sur une même réception, plusieurs points de la courbe de l'hétérodyne, pour les positions du condensateur variable correspondant à l'onde fondamentale et à ses harmoniques.

En utilisant l'hétérodyne à ondes entretenues, modulées ou non, on peut ainsi déterminer la longueur d'onde sur laquelle est accordé un récepteur, la longueur d'onde propre d'un circuit oscillant quelconque, la longueur d'onde propre d'un bobinage, en couplant lâchement avec l'hétérodyne cette bobine tenue au bout d'un long manche, pour éviter les capacités parasites; l'inductance d'une bobine, en l'intercalant dans un circuit de capacité connue et en tenant compte de la capacité propre inconnue; la capacité d'un condensateur, en le plaçant en dérivation sur le condensateur étalonné de l'hétérodyne; l'étalonnage d'une antenne; l'inductance mutuelle de deux bobinages.

Les hétérodynes modulées conviennent plus spécialement aux mesures suivantes : comparaison de la sensibilité de plusieurs récepteurs; vérification de l'accord des circuits à moyenne fréquence d'un superhétérodyne. Avec le voltmètre-amplificateur, l'hétérodyne modulée est entrée dans la pratique des mesures électroacoustiques, microphones, haut-parleurs, pick-up, amplificateurs à fréquence musicale, et de celles concernant les courbes de sensibilité, de sélectivité et de rendement des récepteurs.

Hétérodyne modulée. Hétérodyne dans laquelle l'onde entretenue produite est modulée à une fréquence généralement acoustique. On construit des hétérodynes à basse fréquence, à haute fréquence et toutes ondes, modulées ou non.

Hétérodyne à basse fréquence. Elle engendre des fréquences pures de 0 à 10.000 p : s, obtenues par battements entre deux fréquences élevées de l'ordre de 100 kh chacune, produites par lampes oscillatrices. L'une est fixe, l'autre réglable par condensation variable graduée de 0 à 10.000 p : s. en fréquence de battements. Le générateur est blindé. Un atténuateur avec commutateur et un potentiomètre à variation continue donnent des tensions de 0,1 à 10 volts. La tension de sortie est réglée au moyen du voltmètre et de l'atténuateur. Cet appareil sert à étudier des amplificateurs et transformateurs à basse fréquence pour déterminer les coefficients d'amplification et la fidélité, ainsi que pour la mesure de la distorsion d'un amplificateur de basse



Battements entre une émission entretenue et l'onde locale de l'hétérodyne : I. Émission en ondes entretenues de fréquence f_1 . — II. Onde de l'hétérodyne de fréquence f_2 . — III. Onde de battements de fréquence $\frac{1}{2}(f_1 - f_2)$. — IV. Onde de battements de fréquence $\frac{1}{2}(f_1 + f_2)$.

plus rapides et la hauteur de la note s'élève jusqu'à dépasser la limite de perception de l'oreille (3.000 vibrations par seconde environ).

L'emploi de l'hétérodyne renforce considérablement la réception, du fait que l'amplitude de l'onde locale s'ajoute à celle de l'onde captée. En pratique, on règle l'hétérodyne de manière que l'amplitude de l'onde locale induite soit du même ordre de grandeur que celle de l'onde reçue.

En outre, l'emploi de l'hétérodyne confère beaucoup de sélectivité. En raison de la différence des fréquences, les ondes voisines de l'onde à recevoir ne produisent pas de battements et ne sont pas reçues.

Un autre avantage de cette méthode consiste à entendre l'émission sur une note musicale pure, correspondant à la modulation des battements. La sensibilité de l'oreille est plus grande lorsque la note est pure. Ainsi la méthode hétérodyne augmente la portée, la sélectivité, l'intensité de la réception.

Dans certains récepteurs simplifiés, on n'utilise pas de générateur séparé d'onde locale. L'hétérodyne se réduit à une *autodyne* ou *endodyne*, c'est-à-dire à une disposition qui permet au récepteur d'osciller sur une longueur d'onde voisine de celle sur laquelle il est accordé. On obtient alors du même coup deux résultats : l'accord du récepteur et le réglage de l'onde locale auxiliaire.

— **Hétérodyne à cristal.** Cette hétérodyne utilise un cristal de quartz pour la stabilisation. Elle produit ainsi des ondes entretenues dont la fréquence est parfaitement constante. Sur le schéma, on a remplacé le circuit d'utilisation par une lampe d'éclairage de 10 W. La lampe américaine

modulé ou non, permettant d'effectuer des mesures, de vérifier le réglage d'un récepteur, de procéder à sa mise au point, à son étalonnage et à son dépannage. Il remplace l'ondemètre dans toutes ses applications et se révèle indispensable pour l'établissement des postes-secteur à réglage unique et les mesures sur les haut-parleurs.

Le point délicat, c'est la précision et la constance de l'étalonnage de l'hétérodyne. Cet appareil est généralement constitué par un oscillateur à une ou deux lampes, avec couplage capacitair ou magnétique entre grille et anode. La fréquence des ondes émises est réglée au moyen du condensateur variable d'accord.

Le principe de la mesure est le suivant. L'hétérodyne étant couplée lâchement à un circuit résonnant, on constate que le courant de grille de l'hétérodyne passe par un minimum très net au moment où cet appareil est réglé à l'accord du circuit résonnant. Cet effet traduit le passage de l'énergie à haute fréquence du circuit générateur dans le circuit récepteur. Au moment de la résonance, le circuit accordé absorbe une partie de la puissance de l'hétérodyne. Le courant dans ce circuit passe par un maximum tandis que le courant de l'hétérodyne accuse un minimum. Pratiquement, on constate que l'aiguille du milliampèremètre de grille revient presque au zéro au moment de la résonance.

Cette propriété permet de déterminer la longueur d'onde propre d'un circuit au moyen d'une hétérodyne de mesure étalonnée. Et, inversement, de procéder à l'étalonnage d'une hétérodyne de mesure au moyen d'un ondemètre d'absorption. (Voir *absorption*).

On peut aussi étalonner l'hétérodyne par battements avec une émission de fré-

fréquence et la modulation d'oscillateurs hétérodynes.

Hétérodyne à haute fréquence. — Cet appareil, qui permet d'obtenir des ten-

L'atténuateur, à impédance constante, est constitué par une série de diviseurs de tension blindés avec potentiomètre étalonné à variation continue.

Le taux de modulation est mesuré par

La modulation à 400 p : s est à taux variable depuis 0 jusqu'à 30 pour 100 pour toutes les fréquences.

En ordre de marche et lorsque les lampes sont chaudes, on règle à zéro les deux voltmètres, mesurant la tension de haute fréquence et la modulation, en agissant sur les potentiomètres compensant les courants permanents. On règle ensuite l'hétérodyne sur la fréquence choisie et l'on ajuste la tension aux bornes de l'atténuateur et le taux de modulation, en amenant les aiguilles des deux appareils de mesures sur les repères des cadrans. La tension de sortie est ensuite réglée par le potentiomètre et le commutateur de l'atténuateur.

— **Construction d'une hétérodyne modulée.** Nous donnons ci-dessous les caractéristiques d'une hétérodyne modulée simple et portable, alimentée par piles et susceptible de servir pour le dépannage.

L'oscillatrice est une pentagride (heptode) chauffée sous 2 V et consommant 0,06 A en chauffage direct. La triode est aussi à chauffage direct. L'oscillateur à haute fréquence est constitué par les bobines L2 et L3 reliées à la grille et à l'anode de l'heptode.

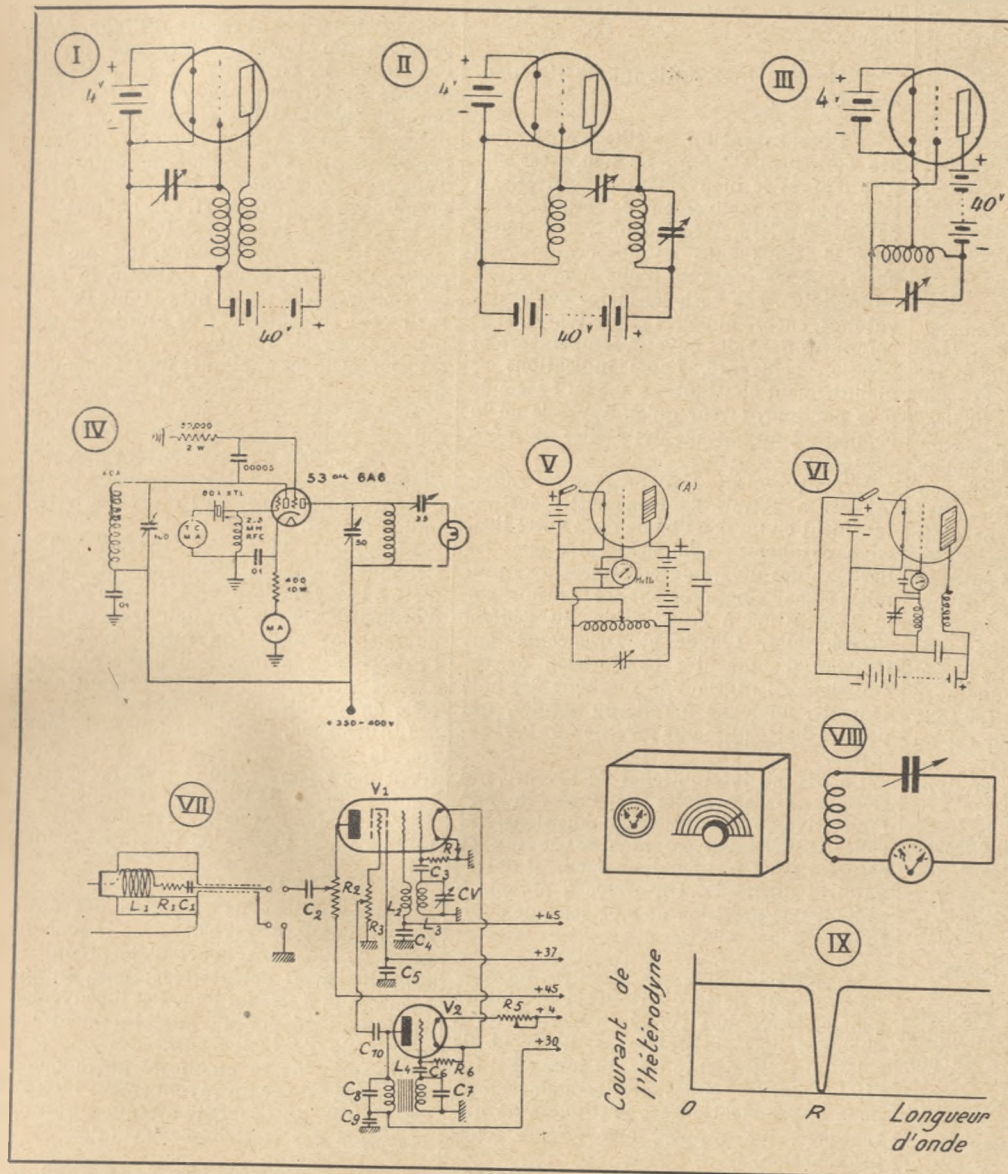
Le circuit oscillant est couplé à la grille par capacité au mica C3 de 0,05 μF et résistance de fuite R4 de 50.000 ohms.

Pour la modulation à basse fréquence, on utilise un transformateur L4 quelconque. Les oscillations de la triode sont appliquées à la grille modulatrice de la penthode à travers une capacité C10 de 20 μF . Le taux de modulation est réglé par le potentiomètre R3. Dans le circuit anodique de l'heptode, la résistance variable R2 fait office d'atténuateur et traverse la capacité C2 au mica de 0,2 μF .

L'alimentation est obtenue par deux piles de 4,5 et 45 V. La haute tension est appliquée à la plaque de l'heptode, et à l'anode oscillatrice. L'écran de l'heptode reçoit 37 V et l'anode de la triode, 30 V. Les condensateurs C4, C5 et C6 de 0,1 μF opèrent le découplage des circuits à haute tension.

L'excès de la tension de chauffage de deux filaments en série est absorbé par une résistance variable R5 de 6 à 10 ohms, qui forme rhéostat de chauffage.

L'hétérodyne doit être blindée. Les bobines à haute fréquence amovibles sont enfermées séparément dans un blindage à



Hétérodynes : 1. Hétérodyne avec couplage par transformateur entre grille et plaque. — 2. Hétérodyne avec couplage par condensateur entre grille et plaque. — 3. Hétérodyne avec couplage par autotransformateur accordé entre grille et plaque. — 4. Hétérodyne à cristal piézoélectrique stabilisateur. — 5 et 6. Schémas de principe d'hétérodynes de mesure : A, module classique à bobine à prise médiane; B, circuit à oscillant de grille accordé. — 7. Hétérodyne de mesure à heptode oscillatrice. Les filaments des deux lampes sont montés en série. A gauche, l'antenne fictive, où la résistance, la capacité et l'inductance sont montées en série dans une boîte blindée. — 8. Couplage d'une hétérodyne de mesure à un circuit oscillant. — 9. Variation du courant de l'hétérodyne en fonction de la longueur d'onde : R, point de résonance.

sions étalonnées de 10 μV à 100 mV, possède un contrôle de modulation pour mesures à taux de modulation constant. Les modulations à basse fréquence et haute fréquence sont séparées par l'emploi de lampes oscillatrices distinctes et de couplages par lampes séparatrices. Le circuit oscillant à haute fréquence est séparé du circuit de sortie par une lampe spéciale.

un voltmètre à lampe après détection de la tension de basse fréquence.

L'hétérodyne à haute fréquence présente en général 7 gammes de longueurs d'onde de 12 à 2.800 mètres avec 7 échelles graduées en kilohertz. L'alimentation est assurée par le secteur à courant alternatif avec régulateur de tension à lampe fer-

couvercle. Le condensateur variable a une capacité maximum de 0,5 m μ F, avec grand cadran et démultiplicateur.

Les bobines, montées sur culots à broches, ont les caractéristiques suivantes :

Gammes d'ondes mètres	Nombre de spires.	
	Bobine grille	Bobine plaque
12 à 30	4	10
28 à 60	10	20
190 à 560	85	40
600 à 1.800	300	150
1.500 à 2.500	350	200

Pour les deux gammes d'ondes courtes, on utilise du fil de 0,8 mm de diamètre à spires espacées pour la grille, du fil de 0,3 mm de diamètre à spires jointives pour la plaque. Pour la gamme intermédiaire, on enroulera à spires jointives, sur carton bakélisé de 25 mm de diamètre, 85 spires pour la grille et 40 spires pour l'anode, en fil de 0,25 mm isolé à la soie. Pour les grandes ondes, des nids d'abeille type « mignonnette ».

Pour l'étalonnage, on utilise une antenne fictive ayant les caractéristiques d'une antenne réelle de 4 mètres de hauteur effective. Elle est constituée par une capacité de 0,25 m μ F, une inductance de 25 μ H et une résistance de 25 ohms. L'inductance est celle d'une bobine de 35 spires sur tube de 15 millimètres. Le condensateur est au mica. L'antenne fictive est enfermée dans une boîte métallique et reliée à l'hétérodyne par un câble blindé à faibles pertes.

— **Hétérodyne-ondemètre.** Synonyme d'hétérodyne de mesure. Voir ci-dessus.

— **Fréquence-mètre-hétérodyne.** Synonyme d'hétérodyne de mesure. Voir fréquence-mètre.

(Angl. *Heterodyne*. — All. *Ueberlager*).

HÉTÉRODYNER. Action de produire des battements ou des interférences d'ondes radioélectriques, comme ceux utilisés par la méthode hétérodyne.

(Angl. *Heterodyne*. — All. *Überlagern*).

HÉTÉROGÈNE. Rayonnement hétérogène. Rayonnement composé de radiations de longueurs d'onde différentes (C. E. I., 1934). Contraire : rayonnement homogène. Voir ce mot.

(Angl. *Heterogeneous*. — All. *Heterogen*).

HÉTÉROMÈTRE. Nom donné parfois à l'hétérodyne de mesure. Voir hétérodyne.

(Angl., All. *Heterometer*).

HÉTÉROSTATIQUE. Montage ou méthode hétérostatique. Mode d'emploi de l'électromètre exigeant l'intervention d'une source électrique extérieure donnant naissance à des différences de potentiel constantes (C. E. I., 1934). Contraire : idiostatique. Voir ce mot.

(Angl. *Heterostatic*. — All. *Heterostatisch*).

HEURE. Les problèmes posés par la détermination de l'heure, par sa distribution, par la remise à l'heure automatique des horloges, par l'émission de signaux horaires sont intimement liés aux radiocommunications, qui sont elles-mêmes sous l'influence des variations saisonnières de l'heure.

— **Bureau international de l'Heure.** Voir Bureau.

— **Détermination de l'heure par radio communications.** Le temps est mesuré d'après le mouvement des astres. La terre, par son mouvement de rotation, sert de chronomètre à l'humanité. On détermine le temps dans les observatoires en observant les passages d'une même étoile au méridien. Les horloges-mères des observatoires, encore appelées garde-temps, sont enfermées dans des caves à température et pression constante. Leurs indications se maintiennent constantes à 0,5 ou 1 seconde près par jour, erreur qu'on apprécie en la comparant au passage des étoiles au méridien.

L'institution des signaux horaires radio-diffusés a permis de transmettre instantanément en un lieu l'heure d'un autre lieu, en particulier de comparer entre elles les horloges des divers observatoires. Les premiers signaux horaires ont été transmis par la Tour Eiffel à l'instigation du général Ferrié. MM. Claude et Driencourt ont imaginé d'augmenter la précision de ces émissions en utilisant la méthode des battements, analogue à celle du vernier, qui permet d'atteindre une précision de 0,01 seconde.

Le Bureau international de l'Heure, qui siège à l'Observatoire de Paris, a pris l'initiative de coordonner ces émissions, qui sont actuellement au nombre de dix et assurées deux fois par jour par neuf observatoires différents. On arrive à obtenir à présent une précision de 0,01 seconde environ.

— **Distribution de l'heure exacte.** Le problème de la distribution de l'heure exacte, longtemps confié en exclusivité à quelques horloges publiques, ne reçut de solution satisfaisante que du jour où il fut résolu par les ondes électromagnétiques, dont la propagation est pratiquement instantanée, par rapport aux erreurs d'approximation.

Conçue et réalisée grâce à l'initiative du général Ferrié, la distribution radioélectrique de l'heure fut d'abord assurée par les signaux horaires sous une forme qui a d'ailleurs peu varié. Pour ce qui concerne cette distribution, voir horaire. Elle s'est révélée extrêmement précise, non seulement à terre, mais sur mer, où elle apporte instantanément l'heure d'un méridien connu.

Le problème s'est récemment transformé pour tenir compte des possibilités de la radiodiffusion. Au lieu d'être annoncée par télégraphie (signaux composés de points et de traits), l'heure l'est alors par téléphonie, grâce à la construction d'horloges parlantes. D'abord prévues pour la télé-

phonie sur les lignes, les horloges parlantes sont maintenant utilisées à heure fixe pour les besoins de la radiodiffusion. Dans certains pays bilingues ou trilingues, elles rendent d'inappréciables services. Voir horloge.

— **Heure d'été et Heure d'hiver.** L'application de l'heure d'été, qui permet chaque année, en changeant les habitudes sociales de certains peuples, de leur faire faire de substantielles économies de lumière, ne va pas sans apporter quelques complications aux radiocommunications. Tous les pays n'ont pas le même intérêt à prendre une heure d'été et, s'ils l'admettent, de la prendre à la même date.

Ainsi les pays méridionaux, tels que l'Espagne, l'Italie, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, conservent la même heure toute l'année, car ils ont suffisamment de lumière solaire, même en hiver. En France, l'heure d'été, est généralement appliquée du 1^{er} dimanche d'avril au 1^{er} dimanche d'octobre. Elle avance de 60 minutes sur l'heure d'hiver, qui est l'heure moyenne du méridien de Greenwich. Mais il arrive souvent que, pour simplifier les accords internationaux, l'heure d'été n'est appliquée en France que vers le milieu d'avril.

La France, la Grande-Bretagne et la Belgique prennent généralement l'heure d'été à la même date. La Hollande l'adopte d'ordinaire vers le 15 mai. D'ailleurs elle ne fait pas partie du fuseau horaire de l'Europe occidentale. Son heure nationale avance normalement de 20 minutes sur celle du méridien de Greenwich.

L'Allemagne, l'Italie, la Suisse, la Tunisie, la Tchécoslovaquie, la Yougoslavie n'ont pas l'heure d'été et conservent toute l'année l'heure de l'Europe centrale.

L'Espagne, l'Algérie, le Maroc gardent toute l'année l'heure de l'Europe occidentale.

La Russie adopte l'heure d'été.

Les conditions de réception des radiocommunications varient avec le changement de l'heure. L'heure d'été produit un affaiblissement net des réceptions, en augmentant la durée du jour. Cet inconvénient est compensé par un affaiblissement corrélatif de l'évanouissement des ondes ou *jading*, qui ne se manifeste guère que la nuit, à la faveur du rayonnement indirect. En France, l'heure d'été atténue surtout la réception des stations occidentales.

— **Remise à l'heure automatique des pendules par radiocommunications.** Les pendules électriques peuvent être prévues pour que la remise à l'heure automatique soit assurée radioélectriquement. La difficulté essentielle du problème réside dans les parasites qui peuvent brouiller le signal horaire et dans les autres signaux qui ne doivent pas interférer avec lui. Des dispositifs de verrouillage évitent un fonctionnement intempestif des relais.

On a principalement proposé les systèmes suivants de remise à l'heure :

1^o **Système à signal isolé et à récepteur mis en service au voisinage de l'heure du signal.** La pendule enclanche, peu avant l'émission du signal, un contact horaire

préparant sa réception. La remise à l'heure provoque ensuite automatiquement le déclenchement du contact. Le signal peut être le « top » de 0,4 seconde émis à 10 h. 31 par la Tour Eiffel.

2° *Système à signaux constitués par une combinaison de points et de traits.* Le problème est analogue à celui des sélecteurs d'appel qui a été résolu pour le signal S. O. S. comme dans le cas précédent, la pendule peut provoquer l'enclenchement du relais au voisinage du signal horaire.

3° *Système à relais différé.* On peut utiliser un relais sensible uniquement à l'action d'un « trait » prolongé, qui ne peut être confondu avec un autre signal radioélectrique, ni avec une perturbation. La sélection est obtenue par un relais à action retardée. On le règle sur le trait de 5 secondes intercalé dans les signaux horaires internationaux.

4° *Système à plusieurs accords de résonance sur l'un des signaux horaires internationaux.* Ce système, analogue au procédé du monotéléphone Mercadier-Magunna, fait appel à la fréquence musicale de la modulation du signal. On peut moduler l'onde porteuse au moyen d'un contact vibrant commandé par un diapason. On peut aussi munir l'horloge d'un pendule entrant en résonance avec les signaux internationaux rythmés, ou avec les signaux scientifiques rythmés. Ces réalisations sont assez compliquées.

5° *Système à résonances électriques et mécaniques avec signal spécial de radiodiffusion.* C'est un procédé de résonance à très basse fréquence. Le signal est constitué, par exemple, par une série de « traits » musicaux de 0,25 seconde espacés également de 0,25 seconde. On utilise un relais sélecteur à pendule, précédé d'un amplificateur-détecteur, ou encore d'un relais microphonique à plaque vibrante analogue à ceux en usage pour la télégraphie multiplex Mercadier-Magunna.

HEXAPHASÉ. Se dit d'un système de six courants alternatifs déphasés l'un par

de mercure. Voir *alternatif, courant polyphasé, redresseur, etc...*

(Angl. *Hexaphase*. — All. *Sechshephasig*).

HEXODE. Lampe électronique de réception à six électrodes, utilisée comme oscillatrice-modulatrice dans les montages

deux lampes, une lampe à grille-écran suivie d'une triode, dont la cathode s'identifie avec l'anode de la lampe à grille-écran. L'émission électronique de la triode est produite par une cathode virtuelle, qu'on imagine insérée entre la première anode et la deuxième grille de commande de l'hexode.

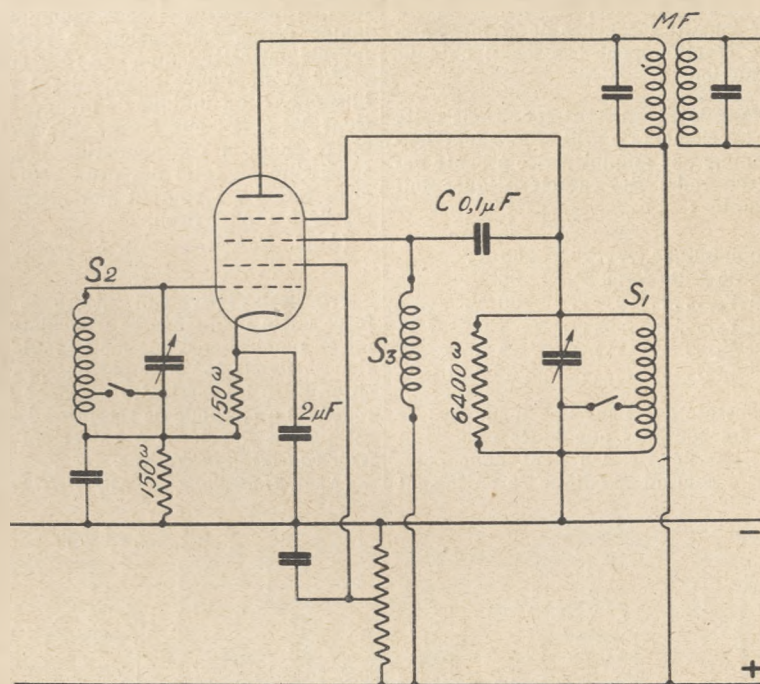


Schéma de montage d'une hexode modulatrice.

superhétérodynes. Apparue en 1933, l'hexode n'est plus guère employée, car on lui a substitué, dans les mêmes fonctions, l'*heptode* pour les montages américains et l'*octode* pour les montages européens. L'hexode se compose d'une cathode, d'une anode et de quatre grilles. C'est la première lampe qui a permis d'éviter la réaction du circuit oscillateur sur le circuit d'entrée

On porte généralement la tension de la première grille de commande à $-1,5$ V, celle de la deuxième grille de commande à -4 V et la tension de la grille-écran à 100 V.

Le culot présente sept broches, reliées respectivement à la cathode, au filament (deux branches), aux grilles G_2 , G_3 , G_4 et à l'anode. La grille G_1 est reliée à un tétou fixé au sommet de l'ampoule, pour réduire au minimum la capacité. Un écran interne est relié à la cathode.

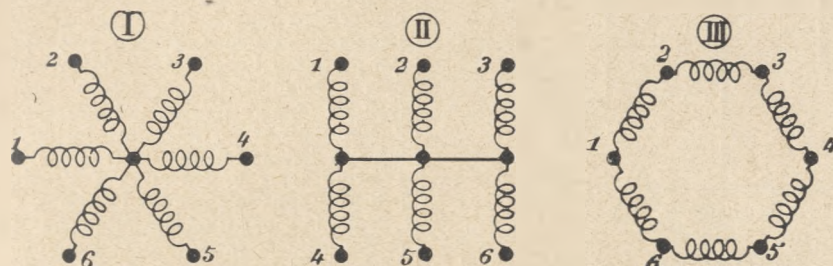
L'hexode est utilisée, soit comme oscillatrice-modulatrice, soit comme amplificateur à haute fréquence à pente variable (sélecteur).

— **Hexode-oscillatrice-modulatrice.** Les caractéristiques sont les suivantes :

Tension de chauffage	4 V.
Courant de chauffage.....	1 A.
Tension anodique	200 V.
Tension de grille-écran	200 V.
Tension d'anode oscillatrice...	100 V.
Tension de grille modulatrice ..	-4 V.
Tension de grille de commande ..	$-1,5$ V.
Courant anodique.....	3 mA.
Courant de grille-écran.....	8 mA.

Le montage est celui indiqué par le schéma.

Le circuit d'entrée S2 est connecté à la grille G1 et le circuit oscillateur S1 à la grille G4. La réaction nécessaire pour



Schémas d'enroulements pour courants hexaphasés : I et II. Montages en étoile. — III. Montages en polygone 1, 2, 3, 4, 5, 6, extrémités des phases.

rapport à l'autre de $1/6$ période. Dérive facilement du courant triphasé en adjoignant à chaque phase, par simple transformation, la phase opposée. Les courants hexaphasés sont utilisés industriellement pour effectuer dans de bonnes conditions le redressement des courants triphasés, par commutatrices ou par redresseurs à vapeur

par l'emploi d'une électrode supplémentaire. L'ordre des électrodes est le suivant : C, cathode; G_1 , première grille de commande; G_2 , grille-écran; G_3 , grille jouant le rôle de première anode; G_4 , deuxième grille de commande; A, anode.

On admet, pour expliquer le fonctionnement de l'hexode, qu'elle est constituée par

obtenir l'amorçage des oscillations est pratiquée en utilisant la pente négative S 3/4. A cet effet, on applique entre les grilles G3 et G4 une tension négative par l'intermédiaire d'un condensateur C de grande capacité (0,1 μ F). La tension V4 oscille normalement et les courants I3 et I5 varient d'une façon concomitante à la fréquence de l'oscillatrice. S3 est une bobine de choc à haute fréquence de 20 mH environ. La réaction peut être aussi obtenue par induction.

— **Hexode amplificatrice.** Dans cette lampe, les éléments à grille-écran fonctionnent comme une amplificatrice à pente variable (sélectode). Ses caractéristiques sont les suivantes :

Tension anodique.....	200 V.
Tension de grille-écran V_4	80 V.
Tension V_2	80 V.
Tension V_3	— 1 à — 7 V.
Tension V_1	— 1 à — 7 V.
Courant I_5	5 à 0,001 mA.

On constate que pour une même valeur de V3, les courants anodiques diminuent en fonction de V1. On peut donc commander le courant anodique I5 en faisant

et même 30.000. La limite inférieure d'amplification est déterminée par la capacité interne réduite à 0,001 μ F. La limite supérieure d'amplification est donnée par la pente maximum de la lampe de 2,5 mA/V.

Le schéma d'utilisation est indiqué par la figure. Les oscillations obtenues dans le circuit anodique de l'hexode sont amplifiées en haute fréquence et appliquées à la lampe écran. La tension de réglage est fournie par cette lampe aux résistances R1 et R2 et appliquée aux grilles 1 et 3 de l'hexode. Il est indiqué de prendre les tensions V2 et V4 aux bornes d'un potentiomètre dont la consommation propre est supérieure au total des deux courants de grille-écran. Le courant potentiométrique est de 5 mA environ.

(Angl. *Hexode*. — All. *Sechspolenröhre*).

HOMODYNE. Qui utilise la même force ou la même source d'oscillations. Se dit en particulier d'une méthode de réception *synchrone* de l'onde porteuse, par opposition avec les méthodes *autodyne* et *hétérodyne*. La méthode de réception *homodyne* est parfois appelée « à battement zéro ». Voir *battement*, *hétérodyne*.

(Angl. *Homodyne*. — All. *Gleichkraftig*).

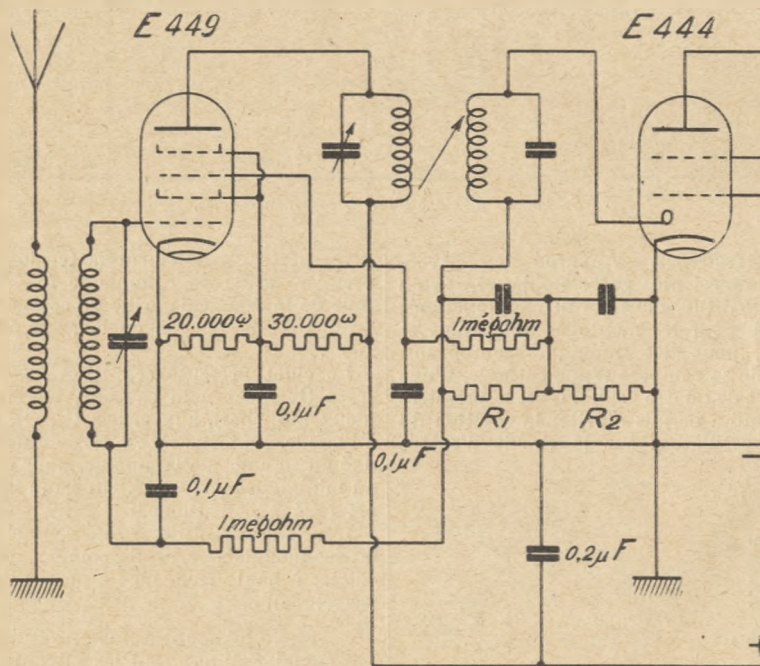


Schéma de montage d'une hexode amplificatrice.

varier V3. La pente de la lampe est donc fonction de V1 et de V3, et des petites variations de V3 permettent d'obtenir de grandes variations de la pente.

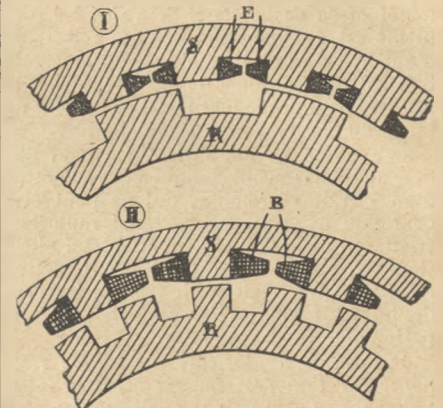
La tension négative de grille de V1 qui dépend de la tension de haute fréquence appliquée à la lampe, peut varier de 2 à 10 volts suivant le cas. Avec une lampe normale, l'amplification peut varier de 1 à 3.000 alors qu'avec une hexode et une tension régulatrice de 0 à 15 volts on obtient des variations d'amplification de 1 à 10.000

— **HOMOGENÈ. Rayonnement homogène.** Rayonnement composé de radiations ayant sensiblement la même longueur d'onde ou possédant le même coefficient d'absorption pour une substance donnée (radiologie). Voir *absorption*, *coefficient*. Contraire *hétérogène*.

(Angl. *Homogeneous*. — All. *Gleichartig*).

HOMOPOLAIRE. Qui ne possède que des pôles d'un même nom. — **Alternateur homopolaire.** Alternateur dont l'induc-

teur ne présente que des pôles d'un même nom, pôles nord ou pôles sud. La force électromotrice dans l'induit est alors produite non par l'inversion du flux, mais seulement par sa variation entre la valeur



Alternateurs à haute fréquence homopolaires : I. Alternateur de type normal. — II. Alternateur à utilisation partielle de la périphérie (Bethenod-Latour) : S, stator; R, rotor; E, enroulements induits.

maximum et zéro. Les alternateurs à haute fréquence sont du type homopolaires. Les alternateurs à haute fréquence français Bethenod-Latour sont des machines polyphasées à utilisation partielle de la périphérie. Dans ces machines homopolaires, le stator est construit pour la fréquence f et le rotor pour la fréquence nf . En pratique, on utilise l'harmonique 3 ($n = 3$), ce qui conduit à la machine représentée en coupe sur la figure. On parvient à augmenter suffisamment le nombre de pôles du rotor, parce que, l'alternateur étant homopolaire, le rotor ne comporte aucun bobinage.

(Angl. *Homopolar*. — All. *Gleichpol...*).

HORAIRE. Fuseaux horaires. Pour déterminer plus commodément l'heure à la surface de la terre, on a divisé le globe terrestre en vingt-quatre fuseaux horaires au moyen de méridiens dont les plans sont régulièrement espacés de 15° sexagésimaux. Le méridien origine (méridien zéro) est celui qui passe par l'observatoire de Greenwich, près de Londres. Chaque fuseau horaire a reçu un numéro d'ordre qui correspond à l'heure dans ce fuseau. Ainsi, lorsqu'il est 0 heure dans le fuseau zéro (France), il est 1 heure dans le fuseau 1 (Allemagne), 2 heures dans le fuseau 2 (Moscou), etc...

Voici la répartition des principaux pays et des principales villes dans les différents fuseaux horaires :

Fuseau 0 (Europe occidentale) : France, Grande-Bretagne, Belgique, Espagne, Portugal, Algérie, Maroc, Corse, Dahomey.

Fuseau 1 (Europe centrale) : Allemagne, Italie, Suède, Norvège, Danemark, Suisse, Autriche, Hongrie, Pologne, Tunisie, Tchécoslovaquie, Yougoslavie.

Fuseau 2 (Europe orientale) : Leningrad, Moscou, Odessa, Roumanie, Bulgarie, Turquie, Grèce, Syrie, Soudan, Transvaal.

Fuseau 3 : Caucase, Arkhangelsk, Mésopotamie.

TABLEAU I. Stations mondiales transmettant des signaux horaires en ondes moyennes et grandes ondes.

Longueur d'onde en mètres	STATIONS	Indi- catif	PAYS	Nature de l'onde	Dia gr.	HORAIRE DES TRANSMISSIONS												Observations
						Heure de Greenwich						Heure locale						
						Temps du début			Temps de la fin			Temps du début			Temps de la fin			
						H.	Mn.	Sec.	H.	Mn.	Sec.	H.	Mn.	Sec.	H.	Mn.	Sec.	
434,5	Arlington.	NAA	États-Unis	O. E. I.	4	16	55	00	17	00	00	11	55	00	12	00	00	
600,0	Sydney.	VIS	Australie	—	7	02	55	00	03	00	02	12	55	00	13	00	02	
800,0	—	—	—	—	7	10	55	00	11	00	02	20	55	00	21	00	02	
600,0	Melbourne.	VIM	—	—	6	01	57	00	02	00	00	11	57	00	12	00	00	
600,0	—	—	—	—	—	13	57	00	14	00	00	23	57	00	24	00	00	
600,0	Cape-Town.	VNC	Afrique du Sud	—	—	20	57	55	21	00	00	22	57	55	23	00	00	
600,0	Ponta Vermelha.	CRZ	Mozambique	E.	—	07	57	00	08	00	00	09	57	00	10	00	00	
600,0	—	—	—	—	—	18	57	00	19	00	00	20	57	00	21	00	00	
600,0	Choshi.	JCS	Japon	—	3	02	00	00	02	04	00	11	00	00	11	04	00	
600,0	—	—	—	—	—	12	00	00	12	04	00	21	00	00	21	04	00	
600,0	Colombo.	VPB	Ceylan	O. E. I.	2	16	57	00	17	00	00	22	27	00	22	30	00	
600,0	Perth.	VIP	Australie	—	—	02	57	00	03	00	00	10	57	00	11	00	00	
600,0	—	—	—	—	—	14	57	00	15	00	00	22	57	00	23	00	00	
600,0	Adélaïde.	VIA	—	—	—	02	27	00	02	30	00	11	57	00	12	00	00	
600,0	—	—	—	—	—	14	27	00	14	30	00	23	57	00	24	00	00	
1.000,0	Darsena Norte.	LIH	Argentine	O. E.	6	13	45	00	14	00	00	09	45	00	10	00	00	
1.000,0	Valparaiso.	CCE	Chili	E.	5	00	55	00	01	00	00	20	12	13,7	20	17	13,7	(1)
1.200,0	Massana.	IRG	Erythrée	—	1	04	52	00	05	00	00	07	52	00	08	00	00	
1.200,0	—	—	—	—	1	23	52	00	24	00	00	02	52	00	03	00	00	
1.200,0	Athènes.	SXA	Grèce	—	6	21	57	00	22	00	00	23	57	00	24	00	00	(2)
2.000,0	San-Carlos.	EBY	Espagne	O. E.	2	12	56	00	13	00	00	12	56	00	13	00	00	(1)
2.000,0	Calcutta.	VWC	Indes	E.	—	08	27	00	08	30	00	13	57	00	14	00	00	
2.250,0	Mogadiscio.	ISG	Somalie Italienne	O. E. I.	1	08	52	00	09	00	00	11	52	00	12	00	00	
2.271,0	Colon.	NAX	Panama	—	4	03	55	00	04	00	00	22	55	00	23	00	00	
2.271,0	—	—	—	—	—	17	55	00	18	00	00	12	55	00	13	00	00	
2.300,0	Colombo.	VPB	Ceylan	O. E. I.	2	05	57	00	06	00	00	11	27	00	11	30	00	
2.650,0	Paris.	FLE	France	—	6	09	26	00	09	30	00	09	26	00	09	30	00	
2.650,0	—	—	—	O. E. I.	—	22	26	00	22	30	00	22	26	00	22	30	00	
2.677,0	Astoria.	NPE	États-Unis	O. E. A.	4	19	55	00	20	00	00	11	55	00	12	00	00	
2.677,0	Arlington.	NAA	—	—	—	02	55	00	03	00	00	21	55	00	22	00	00	
2.828,0	Pearl Harbour.	NPM	Iles Hawai	O. E. I.	—	24	55	00	24	00	00	13	25	00	13	30	00	
2.883,0	Eureka.	NPW	États-Unis	—	—	19	55	00	20	00	00	11	55	00	12	00	00	
2.939,0	San-Diego.	NPL	—	—	—	16	55	00	17	00	00	08	55	00	09	00	00	
3.100,0	Nauen.	POZ	Allemagne	E.	2	11	56	00	12	00	00	12	56	00	13	00	00	
4.558,0	San-Francisco.	NPG	États-Unis	O. E. A.	4	05	55	00	06	00	00	21	55	00	22	00	00	
6.518,0	Balboa.	NBA	Panama	O. E.	—	03	55	00	04	00	00	22	55	00	23	00	00	
6.518,0	—	—	—	—	—	17	55	00	18	00	00	12	55	00	13	00	00	
7.005,0	San-Francisco.	NPC	États-Unis	O. E. A.	—	19	55	00	20	00	00	11	55	00	12	00	00	
7.700,0	Funabashi.	JJC	Japon	O. E.	3	02	00	00	02	04	00	11	00	00	11	04	00	
7.700,0	—	—	—	—	—	12	00	00	12	04	00	21	00	00	21	04	00	
9.804,0	San-Diego.	NPL	États-Unis	—	4	16	55	00	17	00	00	08	55	00	09	00	00	
11.490,0	Pearl Harbour.	NPM	Iles Hawai	O. E. I.	—	23	55	00	24	00	00	13	25	00	13	30	00	
15.600,0	Malabar.	PKX	Java	O. E.	2	16	27	00	16	30	00	21	27	00	21	30	00	
15.600,0	—	—	—	—	—	00	57	00	01	00	00	08	17	00	08	20	00	
17.040,0	Annapolis.	NSS	États-Unis	—	—	02	55	00	03	00	00	21	55	00	22	00	00	
17.040,0	—	—	—	—	—	16	55	00	17	00	00	11	55	00	12	00	00	
18.060,0	Nauen.	POZ	Allemagne	—	2	23	56	00	24	00	00	00	56	00	01	00	00	
18.900,0	Bordeaux.	LY	France	—	6	07	56	00	08	00	00	07	56	00	08	00	00	
18.900,0	—	—	—	—	—	19	56	00	20	00	00	19	56	00	20	00	00	

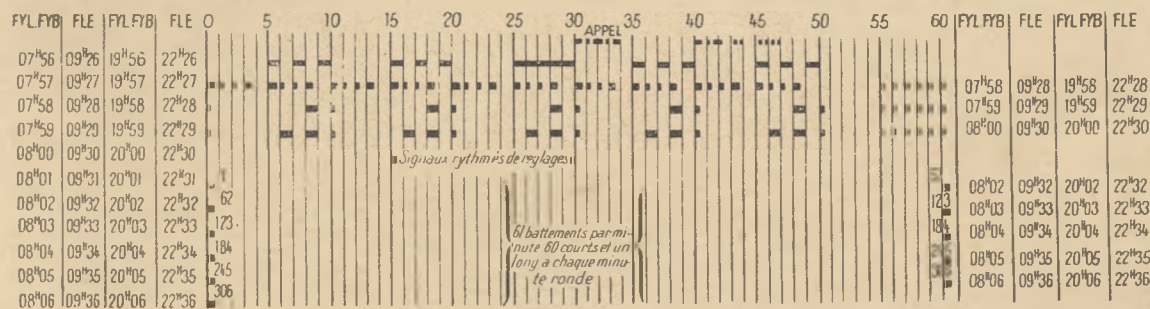
(1) Ne fait pas d'émission le dimanche; (2) N'émet pas de signal aux 10^e, 30^e et 50^e secondes.

Schéma des signaux horaires internationaux émis par les stations françaises.

potamie, Erythrée, Somalie italienne, Madagascar, Tanganyika.

Fuseau 4 : Oural.

Fuseau 5 : Tobolsk, Omsk, Tachkent, Pamir.

Fuseau 6 : Tomsk.

Fuseau 10 : Sydney, Okhotsk, Brisbane, Melbourne, Nouvelle-Guinée, Carolines.

Fuseau 11 : Kamchatka.

Fuseau 12 : Îles Fidji.

Fuseau 13 : Îles Sandwich.

Louis, Nouvelle-Orléans, Détroit, Texas, Vera-Cruz, Costa-Rica, Omaha.

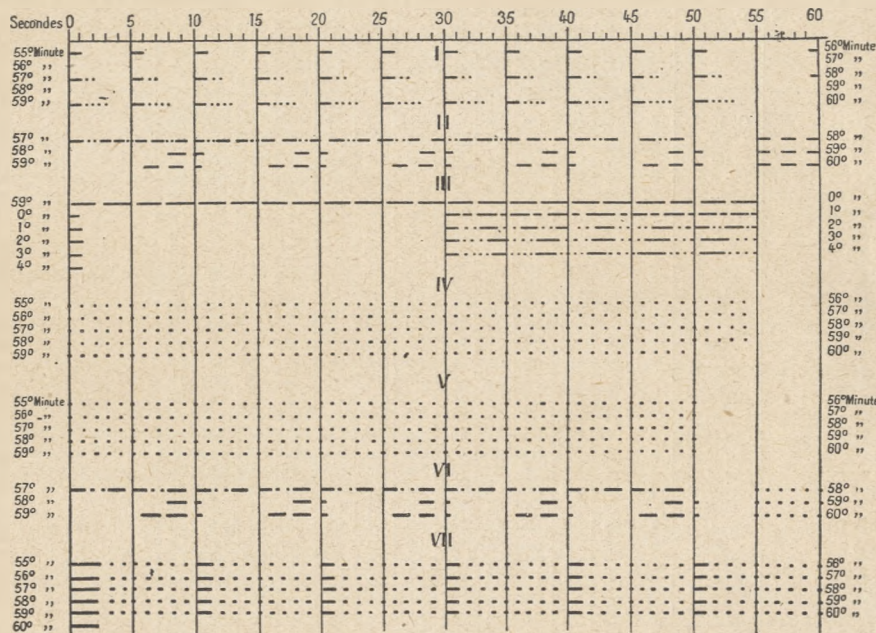
Fuseau 19 : New-York, Washington, Virginie, Floride, Montréal, Québec, Ottawa, Cuba, Panama, Pérou.

Fuseau 20 : Argentine, Nouvelle Écosse, Antilles, Guyane française, Manaos, Cuyaba, Patagonie.

Fuseau 21 : Rio de Janeiro, Bahia, Recife, Sao-Paulo, Parana.

Fuseau 22 : Açores.

Fuseau 23 : Islande.



Fuseau 7 : Indochine, Irkoutsk, Tonkin, Malacca, Singapour.

Fuseau 8 : Pékin, Changhaï, Canton, Hong-Kong, Tien-Tsin, Formose, Philippines, Perth.

Fuseau 9 : Japon, Mandchéoukouo, Vladivostok.

Fuseau 14 : Alaska.

Fuseau 15 : Gambier.

Fuseau 16 : San Francisco, Los Angeles, Oregon, Vancouver, Dawson.

Fuseau 17 : Mexique, Denver, Colorado, Arizona, Utah, Providence.

Fuseau 18 : Chicago, Winnipeg, Saint-

— Signaux horaires internationaux.

Le temps mis par un signal radiotélégraphique, qui se propage à la vitesse de 300.000 km : s, pour faire le tour de la Terre et, *a fortiori*, pour n'en décrire qu'un arc de cercle, est généralement négligeable. En comparant l'heure locale à celle d'un autre lieu, transmise radioélectriquement, on peut donc en déduire la différence de longitude entre ces deux lieux. Inversement, de la connaissance de l'heure on peut déduire celle du lieu.

Dès 1912, peu avant la guerre, la mesure du temps avait déjà permis de rendre d'importants services aux astronomes, aux navigateurs pour la connaissance de l'heure et du lieu, aux explorateurs et circumnavigateurs pour la détermination des longitudes.

La seule réglementation existant alors en matière de T. S. F., était celle de Berlin (1906), qui ne s'était pas préoccupée d'établir un plan d'ensemble des signaux horaires. C'est ainsi que chaque pays avait fait à sa fantaisie, si bien que des signaux horaires faisant double emploi étaient souvent émis à peu de temps les uns des autres, tandis qu'à d'autres moments il n'y avait aucune émission de cette nature.

En 1912, la Conférence radiotélégraphique internationale de Londres décida de s'en remettre de ce soin à une conférence spéciale, la Conférence de l'Heure, qui se réunit à Paris (1912-1913) où elle institua à l'Observatoire le Bureau international de l'Heure.

La Convention de Londres stipula que, en principe, les stations radiotélégraphiques susceptibles de brouiller les signaux horaires devaient à ce moment suspendre leur émission. Mais la durée de chaque série de ces signaux fut limitée à 10 minutes.

Dans la suite, la Convention de Washington invita à transmettre les signaux horaires sur ondes amorties ou entretenues modulées, pour faciliter leur réception par les postes les plus rudimentaires en usage à cette époque sur les navires. Elle spécifia, dans son article 31 A du règlement général annexé, que les signaux horaires devaient être transmis conformément à un horaire déterminé, de préférence aux heures où peuvent les recevoir les stations n'ayant qu'un seul opérateur. La vitesse de transmission doit être choisie de telle manière que la lecture des signaux soit possible à un opérateur ne possédant que le certificat de deuxième classe.

— Les signaux horaires français. Conformément aux prescriptions du Bureau international de l'Heure, rattaché à l'Union

Long. d'onde en mètres	STATIONS	NATIONALITÉ	Indicatif	HEURES	
				Début	Fin
22,540	Cavite	Îles Philippines	NPO	02,55	03,00
24,900	Arlington	États-Unis	NAA	13,55	14,00
				02,55	03,00
				07,55	08,00
				16,55	17,00
25,000	Saigon	Indochine	HZA	19,00	19,05
28,350	Pontoise	France	FYB	7,56	8,06
33,810	Cavite	Îles Philippines	NPO	19,56	20,06
				13,55	14,00
32,500	Paris	France	FLJ	02,55	03,00
				07,56	08,00
				19,56	20,00
34,400	Rio de Janeiro	Brésil	PPE	00,00	00,30
34,900	San Francisco	États-Unis	NPG	05,55	06,00
				19,55	20,00
37,400	Arlington		NAA	07,55	08,00
				16,55	17,00
				02,55	03,00
55,000	Massua	Erythrée	IRG	03,56	04,00
				17,56	18,00
	Mogadiscio	Somalie	ISG	21,56	22,00
74,500	Arlington	États-Unis	NAA	02,55	03,00
				07,55	08,00
				16,55	17,00

TABLEAU II : Stations transmettant des signaux horaires internationaux sur ondes courtes.

astronomique internationale, les signaux horaires internationaux sont émis en France depuis janvier 1931, dans les conditions suivantes, par les trois stations de Bordeaux-Croix-d'Hins, la Tour Eiffel et Pontoise.

Bordeaux-Croix-d'Hins (FYL) émet en ondes entretenues sur 18.900 mètres de longueur d'onde, au moyen d'un arc ou d'un alternateur.

La Tour Eiffel (FLE) émet en ondes entretenues modulées sur 2.650 mètres de longueur d'onde.

Pontoise (FYB) émet en ondes entretenues pures sur 28,35 m.

Envoyés directement de l'Observatoire de Paris, les signaux expriment les heures en temps moyen du méridien de Greenwich, c'est-à-dire en heure d'hiver française.

Le schéma montre comment, pour chacune de ces émissions, se répartissent les signaux, seconde par seconde, au cours des dix minutes que dure chaque émission. Le bulletin horaire du Bureau international de l'Heure publié d'ailleurs tous les renseignements complémentaires relatifs à l'émission de ces signaux.

— **Signaux horaires sur ondes moyennes et longues.** Quelques dizaines de stations radiotélégraphiques mondiales assument la charge d'émettre un système de signaux horaires tel qu'en tout point du monde il est possible de capter, même avec un récepteur de sensibilité moyenne, au moins deux émissions horaires par jour (24 h.), et, en général, au plus quatre.

Le tableau I ci-dessus de la page 227 indique, en heure du méridien de Greenwich (heure française d'hiver) et en heure locale, quel est l'horaire de ces stations transmettant sur ondes moyennes et longues, c'est-à-dire de 434 à 18.900 mètres de longueur d'onde.

Pour simplifier l'écriture, les abréviations suivantes, concernant la nature de l'émission, ont été adoptées : O. E., ondes entretenues; O. E. I., ondes entretenues interrompues; O. E. A., ondes entretenues vibrées; E. étincelles. Dans la cinquième colonne figurent des numéros qui renvoient au type de diagramme adopté par la station pour ses émissions.

Ces différents schémas de diagrammes horaires, au nombre de sept, sont représentés sur la figure 2.

La colonne « observations » porte les remarques suivantes :

— **Signaux horaires sur ondes courtes.** Depuis quelques années, le développement des transmissions sur ondes courtes a motivé l'extension des signaux horaires à ces gammes d'ondes, dont la portée est généralement plus étendue.

Le tableau II, ci-dessus, donne ces émissions horaires pour la gamme de 20 à 80 mètres de longueur d'onde.

Ainsi l'on peut affirmer que grâce à ce triple réseau d'émissions, aucun endroit de la terre, si isolé soit-il, ne peut manquer d'être touché par un signal horaire.

(Angl. *Time Signal*. — All. *Zeitzeichen*).

HORLOGE. Horloges parlantes. Pour les besoins de la téléphonie, une horloge parlante a été mise en service à l'Observatoire de Paris au début de 1933. Le bénéfice de cette nouvelle invention a été étendu en 1935 aux stations de radiodiffusion. A l'usage, les signaux horaires télégraphiques se sont révélés un peu compliqués pour le

Dans l'horloge Brillié, c'est un cylindre en aluminium qui porte, enroulés à sa surface, les 90 éléments de papier photographique sur lesquels sont enregistrés les énoncés des 24 heures, des 60 minutes et des 6 secondes rondes, car l'heure est annoncée toutes les dix secondes. Les paroles sont enregistrées par le procédé à densité

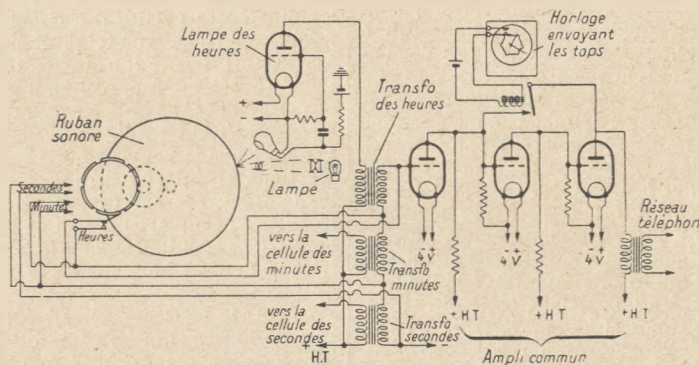
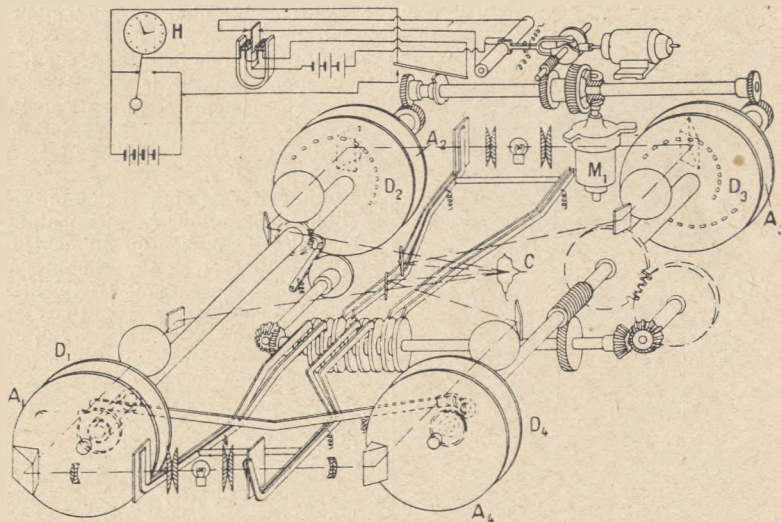


Schéma de principe de l'horloge parlante système Brillié.

simple usage de la radiodiffusion, d'autant plus que les émissions en sont faites sur des gammes de longueur d'onde que ne possède pas l'appareil récepteur. L'annonce de l'heure, faite par le speaker, manquait souvent de précision. L'horloge parlante vient, à des moments déterminés de la journée, donner l'heure exacte.

variable. Le film photographique est éclairé et les rayons réfléchis, captés par un système optique, sont dirigés sur une cellule photoélectrique, dont la modulation est ensuite transmise par ligne téléphonique.

On utilise trois reproducteurs, respectivement pour les heures, les minutes et les secondes. Chaque reproducteur comporte



Mécanisme de l'horloge parlante système Belin. On aperçoit en C la cellule photoélectrique; en A₁, A₂, A₃, A₄ les obturateurs des disques D₁, D₂, D₃, D₄; en M₁ le moteur et en H l'horloge régulatrice.

L'horloge parlante est complètement automatique. L'enregistrement sonore des annonces sur disque phonographique et sur fil d'acier ne pouvant être retenu, on a recouru à l'enregistrement sur film photographique. Pour éviter l'usure, la bande sonore est placée sur un cylindre ou un disque tournant, balayé par un faisceau lumineux, dont la modulation est recueillie par cellule photoélectrique.

dans un boîtier vertical une lampe de projection, un objectif, une cellule photoélectrique et une première lampe amplificatrice. Comme les éléments photographiques sont disposés dans 90 gorges jointives à la surface du cylindre, les reproducteurs, placés sur des chariots, se déplacent parallèlement à l'axe du cylindre et sont mis en circuit à tour de rôle au moyen d'un commutateur tournant. Après l'énoncé de

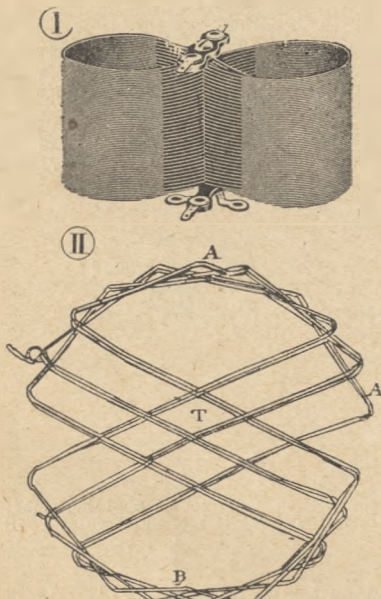
l'heure, de la minute et de la seconde, le top émis par la pendule synchronisante donne l'heure à 0,1 seconde près.

Le chronologue Belin est basé sur un principe analogue. Seulement le cylindre est remplacé par quatre disques en verre transparents sur lesquels les énoncés sont gravés en spirale, comme sur un disque de phonographe. Le premier annonce les secondes (15, 30 ou 45), le second les heures, le troisième et le quatrième les minutes (0 à 30 minutes, 30 à 60 minutes). Ces disques font un demi-tour par seconde. Devant eux sont placés des disques métalliques pleins, percés de trous en spirale, comme une roue de Nipkow. Ils se déplacent par saccades de $1/24^{\circ}$ de tour pour les heures et de $1/30^{\circ}$ de tour pour les minutes. La régularité du fonctionnement est assurée par synchronisation au moyen d'une pendule de précision actionnant un différentiel et un servomoteur qui avance ou retarde la pendule dès qu'un écart de temps apparaît.

(Angl. *Speaking Clock* — *Sprechends Uhr*).

HUGHES. Télégraphe Hughes. Système de télégraphie simple, à synchronisme, dans lequel le signal n'est composé que d'une émission de sens et de durée invariables, et est caractérisé par le moment de son apparition. L'émission se fait au moyen d'un clavier alphabétique et la réception comporte une impression typographique (C. E. I., 1934).

HUIT. Bobine en huit. Bobine présentant deux groupes de spires, enroulées en sens inverses, de telle manière que le



Deux types de bobines en 8 : I. Bobine à une couche de fil rangé (Binocular). — II. Bobine plate en gabion.

flux total se referme à travers la bobine en donnant un flux extérieur négligeable à faible distance. Utilisée dans certains amplificateurs et récepteurs radioélectriques

pour éviter les effets d'induction mutuelle. Synonyme de *bobine en D*. Voir ce mot.

(Angl. *Eight Coil*. — All. *Acht Spule*).

HURLEMENT. Bruit indésirable prenant naissance parfois dans les circuits à basse fréquence d'un récepteur de radio-phonie. Les hurlements sont produits par des couplages éventuels et nuisibles entre les différentes parties des circuits à basse fréquence, transformateurs et connexions. Le cas se présente lorsque les transformateurs sont trop rapprochés, mal orientés et non blindés, lorsque les connexions sont inconsidérément entassées et mal espacées. Les hurlements peuvent aussi provenir des réactions et interférences des circuits de haute fréquence sur des circuits de basse fréquence : couplage excessif de la réaction, oscillations spontanées dans la lampe détectrice ou dans les amplificatrices à haute fréquence.

On obvie assez facilement à la production de hurlements à la condition d'observer un certain nombre de recommandations. D'abord il ne faut pas trop pousser la réaction car un excès de réaction provoque toujours une distorsion qui altère la reproduction de la voix ou de la musique. Aussi bien ne doit-on pas pousser le couplage de réaction au-delà du seuil de l'amorçage, mais au contraire le laisser toujours en-deçà.

Parfois le hurlement provient de ce que la réaction est mal faite. Par exemple, dans les appareils comportant avant la détectrice au moins une lampe à haute fréquence, il est préférable d'opérer la réaction sur le circuit de liaison des deux lampes (résonance), plutôt que de la faire sur le circuit de l'antenne ou sur le circuit secondaire (accord). Du même coup, on s'abstient de gêner les voisins par la radiation dans l'antenne, ce qui est d'ailleurs interdit par la réglementation.

Enfin, éviter de pousser l'amplification à sa limite maximum, en augmentant exagérément le chauffage du filament, la tension de plaque et en supprimant dans les circuits toute cause d'amortissement, ce qui provoque l'oscillation spontanée de la capacité interne des électrodes des lampes. On y obvie en employant des bobines où transformateurs à haute fréquence semi-apériodiques. Voir *oscillation*, *réaction*, *rétroaction*, *régénération*.

(Angl. *Howling*. — All. *Heulen*).

HYDRAULIQUE. Groupe hydraulique. Groupe générateur dont le moteur utilise l'énergie hydraulique (C. E. I., 1934). Voir *générateur*, *groupe*.

(Angl. *Hydraulic*. — All. *Wasser...*).

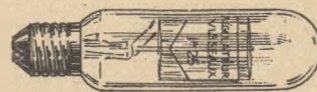
HYDROGÈNE. Élément chimique gazeux, dont le poids atomique est $H = 1,008$, lorsqu'on prend $O = 16$ pour celui de l'oxygène. Densité 0,0695 par rapport à l'air.

— **Atmosphère d'hydrogène.** En radioélectricité l'hydrogène est utilisé dans les arcs électriques et dans les redresseurs à gaz. Les travaux de Poulsen mirent en

évidence l'influence d'une atmosphère d'hydrogène ou d'hydrocarbure sur l'amplitude des oscillations produites par l'arc électrique. Pratiquement l'arc éclate entre les électrodes dans une cuve fermée et blindée, où l'on fait arriver un courant de gaz d'éclairage. Certains convertisseurs utilisent les vapeurs d'alcool ou d'essence de pétrole, autres composés hydrogénés. Voir *arc*.

— **Redresseurs à hydrogène.** Dans les redresseurs de courant alternatif, on utilise le passage unilatéral du courant électrique grâce à l'ionisation d'un gaz raréfié, c'est-à-dire sous faible pression. Ce gaz est ordinairement de l'hydrogène, de l'hélium ou du néon. Le redressement s'opère en raison de la forme spéciale donnée aux électrodes, qui fonctionnent automatiquement l'une comme anode et l'autre comme cathode. Voir *hélium*, *néon*, *redresseur*, *valve*, *haute tension*.

— **Résistances fer-hydrogène.** En outre, on a mis au point des résistances constituées par un fil de fer tendu à l'intérieur d'une ampoule dans une atmosphère d'hydrogène. Ces résistances, dont la valeur



Lampe fer-hydrogène pour la régulation du courant.

augmente sensiblement en fonction de la température du filament, ont pour objet de maintenir constante l'intensité du courant qui y circule, au prix d'une légère diminution du rendement par le fait de la chute de tension dans la résistance. On les utilise notamment soit comme résistances automatiques de chauffage, soit comme résistance de protection et de régulation dans les redresseurs de courant comportant des diodes à filament. Voir *résistances*, *fer-hydrogène*.

(Angl. *Hydrogen*. — All. *Wasserstoff*).

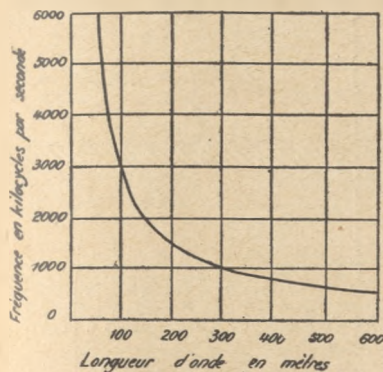
HYDROMÈTRE. Terme générique désignant les appareils utilisés pour mesurer la densité des liquides. Ils peuvent ainsi servir d'alcoomètre et d'aréomètre ou pèse-acide. Ils sont indispensables pour l'entretien des batteries d'accumulateurs au plomb. Voir *aréomètre*, *densimètre* et *pèse-acide*.

(Angl., All. *Hydrometer*).

HYGROSCOPIQUE. Se dit d'une substance qui s'imprègne facilement de l'humidité atmosphérique et la retient. Le guipage de coton des fils conducteurs est hygroscopique de même que la membrane en papier des haut-parleurs : c'est pourquoi on recouvre les bobines de ce fil d'un vernis à la gomme-laque ou d'une dissolution d'acétate de cellulose, et l'on imprègne les membranes de bakélite.

(Angl. *Hygroscopic*. — All. *Hygroscopisch*).

HYPERBOLE. Courbe représentative d'un phénomène qui varie en sens inverse de la cause qui l'engendre et de manière que le produit des grandeurs mesurant la variable et la fonction soit constant. Par exemple : dans un circuit électrique alimenté par une source à tension constante, le courant diminue dans la proportion où la



Branche d'hyperbole traduisant la relation entre la longueur d'onde et la fréquence d'une émission.

résistance s'accroît et vice versa. La courbe représentative de ce phénomène est une hyperbole.

En radioélectricité, un exemple classique est fourni par la longueur d'onde λ et la fréquence f , dont le produit est égal à la vitesse V de propagation des ondes (la même que la vitesse de la lumière dans l'air et le vide). Le tracé de l'hyperbole $\lambda f = V$, permet de déterminer instantanément la longueur d'onde connaissant la fréquence et inversement, calcul qu'on peut aussi faire par une simple division $\lambda = V/f$ ou $f = V/\lambda$.

(Angl., All. *Hyperbole*).

HYPERBOLIQUE. Lignes hyperboliques. On utilise parfois les lignes hyperboliques (sinus, cosinus et tangente hyperboliques) en radioélectricité, notamment dans les calculs de décharge aperiodique et d'hystérésis et de propagation des courants. Rappelons que leurs expressions exponentielles sont les suivantes

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}, \quad \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2},$$

$$\tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}.$$

(Angl. *Hyperbolic*. — All. *Hyperbolisch*).

HYPERCOMPOUND. Excitation hypercompound. Voir *excitation*.

HYPSONGRAMME. Diagramme représentant la variation des niveaux de tension, d'intensité ou de puissance, suivant le cas, le long d'un système de transmission (C. E. I., 1934). Diagramme des niveaux relevés par l'hypsomètre le long d'une voie de transmission. Graphique indiquant en népers, pour les différentes sections d'une ligne téléphonique, l'affaiblissement sur 600 ohms à la fréquence de 800 p : s, le

gain mesuré à 800 p : s et le dénivèlement à la sortie du répéteur. C'est en somme la courbe des niveaux de la transmission électrique. On indique sur l'hypsogramme le type de la ligne (ligne pupinisée, krarupisée, non chargée, en fils nus aériens ou exploitée par courants porteurs). Sur les lignes internationales, on admet que le niveau relatif de sortie des répéteurs-frontière est de 0,5 néper ou 4 décibels (niveau de puissance).

(Angl., All. *Hypsogramm*).

HYPSONMÈTRE. Appareil qui sert à mesurer les niveaux de transmission (C. E. I., 1934). Les hypsonmètres sont des voltmètres mesurant des niveaux de tension et d'où l'on peut déduire les niveaux de puissance lorsqu'on connaît l'impédance du circuit. Gradués en unités de transmission, c'est-à-dire en décibels ou en népers, les hypsonmètres indiquent les niveaux absolus par lecture directe. Comme les mesures de niveaux sur les circuits téléphoniques ou radiophoniques sont généralement longues et doivent porter sur une large gamme de fréquences (30 à 10.000 p : s), on utilise de préférence des hypsonmètres enregistreurs automatiques. La normalisation de ces appareils a porté sur la largeur de bande des fréquences explorées, la loi de succession de ces fréquences dans le temps, l'identification des fréquences à la station réceptrice, l'impédance et la puissance de l'appareil émetteur.

(Angl., All. *Hypsometer*).

HYSTÉRÉSIOGRAPHE. Appareil qui sert à tracer des cycles d'hystérésis (C. E. I., 1934).

(Angl., All. *Hysteresigraph*).

HYSTÉRÉSIMÈTRE. Appareil destiné à mesurer les pertes par hystérésis (C. E. I., 1934).

(Angl., All. *Hysteresimeter*).

HYSTÉRÉSIS. (Du grec : retard). Nom donné aux phénomènes électriques et magnétiques caractérisant l'inertie de la matière en présence des variations de champ électrique et magnétique.

— **Hystérésis diélectrique.** Phénomène par lequel la polarisation d'un diélectrique dépend, non seulement de l'intensité actuelle du champ, mais aussi des valeurs précédentes (C. E. I., 1934). De même que l'induction magnétique, l'induction diélectrique dans un corps isolant reste toujours en retard sur l'intensité du champ électrisant. Il s'ensuit une hystérésis diélectrique qui est une cause de perte d'énergie apparaissant sous forme de chaleur dans les corps isolants soumis à un champ électrique alternatif rapide, principalement à un champ de haute fréquence. L'expression de ces pertes W en watts par centimètres cubes est la suivante, si l'on appelle E le champ électrique en kilovolts par centimètre et f la fréquence en kilocycles par seconde : $W = C E^2 f$.

C est une constante indépendante de la fréquence, dont la valeur est donnée par le

tableau I suivant pour les principaux isolants utilisés en haute fréquence.

Tableau I. — Coefficient C d'hystérésis diélectrique.

Quartz hyalin.....	0,94
Bon mica	0,5 à 1,1
Paraffine	0,85 à 3
Résine	2,65
Porcelaine.....	20 à 30
Verre	10 à 24
Ebonite.....	17 à 24
Bakélite.....	80 à 110
Presspahn	66
Caoutchouc.....	78
Email de fil	33

La valeur de C s'accroît très rapidement lorsque la température s'élève. De 20° à 120° centésimaux, C devient 3 à 15 fois plus grand. La température de l'isolant s'accroît d'autant plus vite que les pertes augmentent davantage en fonction du dégagement de chaleur. Lorsque le champ électrique est très intense, comme il arrive au voisinage des circuits d'émission, il est nécessaire d'employer les isolants ayant un faible coefficient hystérésique. Si ce champ est faible, ce qui est le cas général des appareils de réception, on peut choisir un bon isolant quelconque, porcelaine, ébonite ou bakélite. Il est indispensable qu'en tout état de cause les pertes dans l'isolateur soient négligeables. Un condensateur isolé au mica supportera sans chauffer une tension électrique 4 fois plus forte qu'un condensateur identique isolé au verre.

Ces notions permettent de comparer utilement la valeur des isolateurs d'antenne, par exemple un isolateur vertèbre, travaillant à la compression sous une épaisseur de 1 centimètre, et un isolateur tibia, travaillant à la traction sous une épaisseur de 20 centimètres. Les pertes, proportionnelles au carré de l'intensité du champ électrique, seront, à identité de substance employée et à égalité de tension électrique appliquée, 400 fois plus fortes dans le premier cas (vertèbre) que dans le second (tibia).

— **Hystérésis magnétique.** Phénomène par lequel l'aimantation des corps ferromagnétiques dépend, non seulement de la valeur actuelle du champ, mais aussi des états magnétiques précédents, et ne dépend pas de la rapidité de variation (C. E. I., 1934).

C'est ce qu'on nomme ordinairement le phénomène du retard à l'aimantation. Lorsqu'on augmente constamment le courant qui traverse un électroaimant, l'aimantation reste toujours inférieure à sa valeur normale. Inversement, si le courant va constamment en décroissant, l'aimantation reste toujours supérieure à sa valeur normale. Il en résulte, lors de l'aimantation en courant alternatif, une déperdition d'énergie mise en évidence par le cycle d'hystérésis, courbe représentative du phénomène, que l'on relève expérimentalement. Voir *cycle, aimantation*.

Le cycle d'hystérésis est ordinairement défini par les variations de l'induction magnétique b en fonction du champ péri-

dique h . Si S est la surface de ce cycle, la dissipation d'énergie par cycle et par unité de volume du fer est exprimée par

$$w = S/4\pi.$$

Pratiquement, on opère le calcul en assimilant le cycle d'hystérésis à une ellipse de même volume inscrite dans le même rectangle, et dont les équations paramétriques sont

$$h = H \sin \omega t$$

$$b = B \sin (\omega t - \varphi)$$

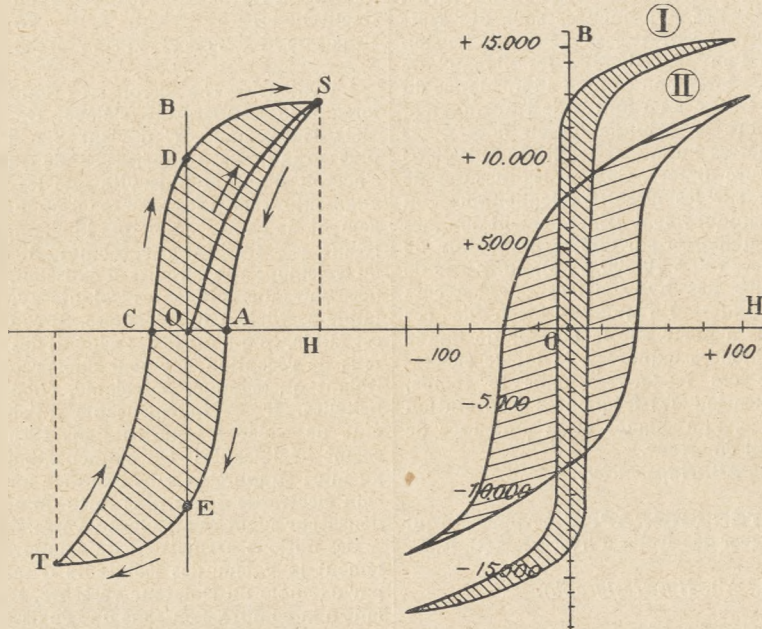
La surface du cycle d'hystérésis est alors

au silicium ou à l'aluminium en tôles de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur, vernies sur l'une de leurs faces pour éviter les courants de Foucault dans la masse métallique ou en poudres comprimées. Voir *aimant, aimantation, cycle, diélectrique, fer, haut-parleur, magnétique, pertes*.

(Angl., All. *Hysteresis*).

HYSTÉRETIQUE. Qui se rapporte au phénomène d'hystérésis, magnétique ou diélectrique : *angle hystéretique*.

(Angl., All. *Hysteresis*...).



Cycles d'hystérésis : A gauche, procédé pour relever un cycle d'hystérésis : H, champ magnétisant ; B, induction magnétique ; S, T, sommets du cycle ; OA, OC, champ coercitif ; OD, OE, induction rémanente. Le sens des flèches est celui dans lequel est décrit le cycle. — A droite, deux types de cycles : I, Cycles d'acier doux (tôle au silicium). — II, Cycle d'acier à aimant (barreau d'acier au tungstène) : H, champ et B, induction magnétique, exprimés en unités électromagnétiques C. G. S. (gauss).

$$S = \pi BH \sin \varphi.$$

— **Cycle d'hystérésis.** Courbe fermée représentant la suite des valeurs de l'induction magnétique ou de l'intensité d'aimantation dans un corps ferromagnétique, lorsque le champ magnétique subit une variation périodique (C. E. I., 1934).

L'énergie dissipée est proportionnelle à l'aire circonscrite par le cycle d'hystérésis. Les aciers pour aimants permanents, tels que ceux utilisés dans les téléphones et haut-parleurs magnétiques, sont des aciers dont le cycle d'hystérésis est large, de manière à obtenir une induction rémanente considérable et un fort champ coercitif. La grande surface du cycle n'importe pas, la seule partie du circuit magnétique parcourue par un flux alternatif étant les pièces polaires, qui sont *feuilletées*.

Dans tous les circuits magnétiques parcourus par des flux variables, on s'efforce de réduire à l'extrême la surface du cycle pour éviter les pertes, principalement dans les bobines et transformateurs à haute fréquence, pour lesquels on utilise des aciers



IDIOSTATIQUE. Montage ou méthode **idiostatique**. Mode d'emploi de l'électromètre n'exigeant pas le secours de sources électriques étrangères pouvant donner des différences de potentiel (C. E. I., 1934). Le montage idiostatique convient à la plupart des électromètres pour la mesure des hautes tensions. Contraire *hétérostatique*. Voir ce mot.

(Angl. *Idiostatic*. — All. *Idiostatisch*).

IMAGE. Principe des images. Étant donné un système électrique situé au-dessus d'un plan infiniment étendu et parfaitement conducteur, le champ produit par des mouvements électriques dans ce

système est identique à celui auquel donnerait lieu l'ensemble obtenu en supprimant le plan conducteur et en le remplaçant par un second système, géométriquement symétrique du premier par rapport au plan, caractérisé par les mêmes constantes électriques (pouvoir inducteur

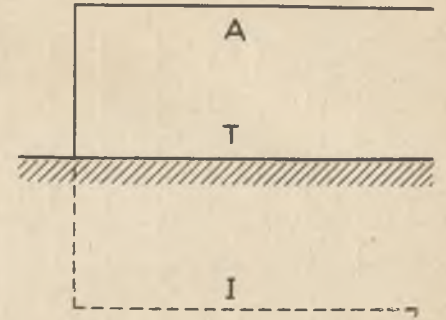


Image I d'une antenne A par rapport à la terre T.

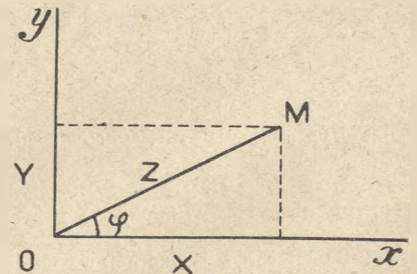
spécifique, perméabilité, conductibilité spécifique) et dans lequel les densités de charge et de courant auraient, en deux points symétriques, des valeurs égales, mais de signes contraires (R. Mesny).

Autrement dit, le champ produit par une antenne au-dessus du sol est identique à celui produit par l'antenne et son image par rapport au plan, en admettant que ce plan soit supprimé. La terre, bien que sa conductivité soit imparfaite, peut être considérée comme assez conductrice pour que le principe des images puisse être appliqué aux antennes, lorsque la longueur d'onde est supérieure à 300 mètres.

— **Image de fréquence.** On appelle *image de fréquence* ou *fréquence-image* la fréquence du second battement dans un récepteur superhétérodyne ou celle d'un harmonique de l'émission. Voir *fréquence, harmonique*.

(Angl. *Image*. — All. *Bild*).

IMAGINAIRE. Utilisation des **grandeurs imaginaires ou complexes**. Les problèmes physiques qui se posent en



Représentation graphique d'une grandeur imaginaire : Z, module ; φ , argument.

radiotechnique comportent évidemment des solutions réelles. Cependant, pour les résoudre, on est souvent amené à faire appel à des équations différentielles qui présentent des solutions imaginaires. Ces

nombres complexes disparaissent des résultats définitifs, mais sont très commodes pour le calcul et pour l'interprétation.

En particulier, les lignes trigonométriques :

$$\sin(\omega t + \varphi) \text{ et } \cos(\omega t + \varphi)$$

sont avantageusement remplacées par l'intégrale imaginaire :

$$e^{j(\omega t + \varphi)}$$

De même, l'expression :

$$e^{-at} \sin(\omega t + \varphi);$$

par

$$e^{-(a + j\omega)t}.$$

Pour représenter graphiquement une quantité complexe :

$$Z = X + jY,$$

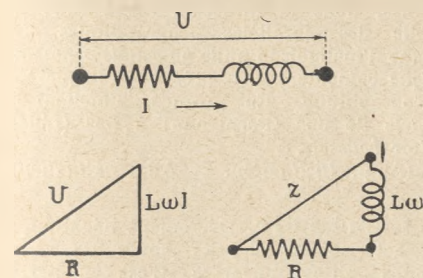
dans laquelle Z et Y sont des grandeurs réelles, on convient de porter X sur l'axe des abscisses Ox , Y sur l'axe des ordonnées Oy , ce qui détermine un point M du plan. La quantité complexe Z peut être représentée en coordonnées polaires par son module OM et par son argument : angle $xOM = \varphi$.

IMBRIQUÉ. Enroulement imbriqué.

Enroulement d'un induit en tambour dont les pas partiels sont de sens contraires. Exemple : parallèle simple et parallèle multiple (C. E. I., 1934). Voir *enroulement*.

IMPÉDANCE. Racine carrée de la somme des carrés de la résistance et de la réactance effective (C. E. I., 1934). Contraire *admittance*.

L'impédance est la résistance électrique apparente d'un circuit parcouru par un



Impédance d'un circuit en courant alternatif : U , tension appliquée; I , courant; R , résistance; L , inductance; ω , pulsation du courant; Z , impédance.

courant alternatif. L'impédance d'un circuit, auquel est appliquée une tension alternative et qui n'est pas le siège de forces électromotrices indépendantes, peut être définie comme le quotient de la tension efficace appliquée par le courant efficace traversant le circuit.

L'impédance résulte de la combinaison de la résistance non inductive et de la résistance du circuit, la réactance étant elle-même la résistance apparente d'un circuit purement inductif, dépourvu de résistance non inductive.

Dans un circuit non inductif, dont les constantes se réduisent à une résistance,

l'impédance s'identifie avec cette résistance : c'est le cas d'une lampe à incandescence parcourue par un courant alternatif de basse fréquence.

Dans un circuit comprenant résistance R , inductance L (bobinages), et capacité C (condensateurs) montées en série, l'impédance Z est égale à la racine carrée de la somme des carrés de la résistance et de la réactance ($L\omega - 1/C\omega$), autrement dit :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C\omega)^2}$$

ω étant la pulsation du courant alternatif de fréquence f ; $\omega = 2\pi f$. L'impédance apparaît ainsi comme l'hypothénuse d'un triangle rectangle dont les deux côtés de l'angle droit sont la résistance et la réactance. On exprime ce fait en disant que la tension aux bornes de la réactance est déphasée d'un angle droit sur la tension aux bornes de la résistance (en avant si la capacité l'emporte sur l'inductance, en arrière si c'est l'inverse qui se produit). Voir *alternatif*.

L'unité d'impédance est l'ohm, même unité que pour la résistance et la réactance.

— **Impédance acoustique.** L'impédance acoustique d'un milieu sonore sur une surface déterminée est égale au quotient complexe de la pression sur cette surface par le flux (vitesse volumique) à travers cette surface. L'impédance acoustique est exprimée par le rapport de l'impédance mécanique au carré de la surface en question.

— **Impédance bloquée.** Dans un appareil électroacoustique (microphone, diffuseur), impédance mesurée aux bornes du circuit électrique lorsque l'impédance du système mécanique est infinie et réciproquement.

— **Impédance caractéristique d'une ligne.** C'est, en un point quelconque de la ligne, le quotient des deux quantités complexes : tension et courant. Cette impédance, qui est indépendante de la distance, donc de la propagation, a pour expression (R. Mesny) :

$$Z = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \left(1 - j \frac{R_1}{2 L_1 \omega} \right)$$

en appelant L_1 , C_1 et R_1 l'inductance, la capacité et la résistance linéiques de la ligne, ω la pulsation et j le symbole des imaginaires.

Pratiquement, le terme imaginaire étant négligeable, l'impédance se réduit à la résistance caractéristique de la ligne :

$$R = \sqrt{\frac{L_1}{C_2}}$$

Il s'ensuit qu'en tous les points d'une ligne parcourue par une onde progressive non amortie, le courant et la tension sont en phase.

— **Impédance complexe.** Dans un circuit fermé comportant une résistance R , une capacité C et une inductance L ,

on appelle *impédance complexe* pour la pulsation ω l'expression :

$$R + j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right).$$

Il s'ensuit que l'impédance réelle

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

est le module de l'impédance complexe. Voir *complexe*, *imaginaire*.

— **Impédance d'entrée.** Impédance sur laquelle débite une source d'oscillations électriques branchée à l'entrée d'une ligne. Si l'impédance de charge, sur laquelle est fermée la ligne, est une résistance pure, il en est de même pour l'impédance d'entrée. Mais, en général, l'impédance d'entrée peut avoir une nature quelconque et être ramenée à une résistance associée à une inductance ou à une capacité.

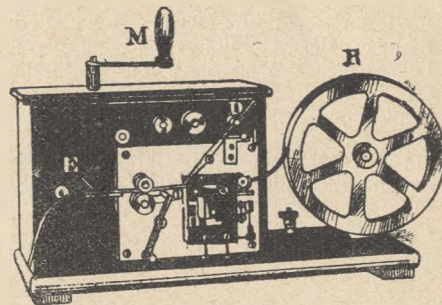
— **Impédance normale.** Dans un appareil électroacoustique, impédance mesurée aux bornes du circuit électrique lorsque le système mécanique est normalement chargé, et réciproquement.

— **Impédance de mouvement.** Dans un appareil électroacoustique, différence vectorielle entre l'impédance normale et l'impédance bloquée.

— **Bobine d'impédance.** Terme désignant une forte bobine de self-induction placée dans un circuit pour faire office de bobine de choc en raison de son impédance élevée.

(Angl. *Impedance*. — All. *Impedanz*).

IMPRIMEUR. Appareil récepteur imprimeur. Appareil assurant automatiquement la traduction des signaux



Imprimeur Morse : E, bande de papier; D, stilet; R, rouet; M, manette pour remonter le mouvement d'horlogerie.

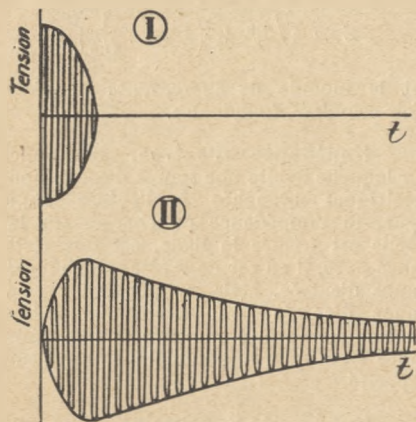
télégraphiques reçus et imprimant le message correspondant en caractères typographiques sur une bande ou une feuille de papier (C. E. I., 1934).

(Angl. *Printing*. — All. *Drucker*).

IMPULSION. Excitation par impulsion. Excitation d'un système d'oscillations au moyen d'apports périodiques

d'énergie effectués pendant des intervalles de temps très courts (C. E. I., 1934). Synonyme : *excitation par choc*. Voir *choc*.

Méthode d'excitation des oscillations à haute fréquence dans un circuit au



Excitation par impulsion : I, tension du courant primaire; II, tension du courant secondaire.

moyen d'un choc électrique rapide, produit par exemple par l'éclatement d'une étincelle dans ce circuit ou dans un circuit voisin couplé avec le premier. Dans le circuit primaire où jaillit l'étincelle, l'onde est fortement amortie, en raison de la résistance de l'étincelle ainsi que de celle des appareils en circuit, transformateurs et autres. Dans le circuit secondaire au contraire, couplé faiblement avec le premier, l'onde est beaucoup moins amortie parce que la résonance effectuée sur sa fréquence réduit à une très faible valeur la résistance en haute fréquence de ce circuit secondaire. Ce système d'excitation par impulsion a été utilisé dans les émetteurs à ondes amorties et dans les ondemètres à vibrateur (buzzer) fonctionnant en émetteurs locaux pour l'étalonnage des circuits récepteurs avant l'invention des oscillateurs à lampes triodes. Voir *choc*, *excitation*, *émetteur*, *montage*.

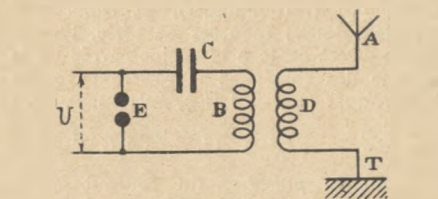
— **Indicateur d'impulsion.** Appareil de mesure indiquant l'amplitude maximum instantanée d'un courant. Voir *indicateur*.

(Angl. *Impulse Excitation*. — All. *Löschfunkenregung*).

IMPURE. Onde impure. Se dit de toute onde qui n'est pas pure, c'est-à-dire ne peut pas s'exprimer par une fonction sinusoidale simple du temps t , telle que $u = U \sin \omega t$, où la pulsation ω a pour expression $\omega = 2\pi f$.

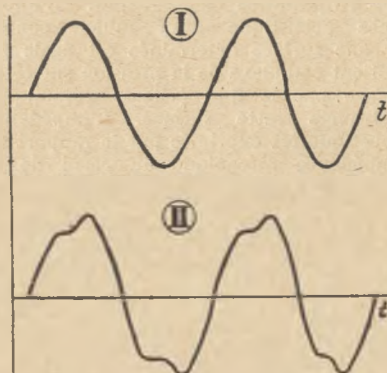
Toute onde impure peut être mise sous la forme d'une fonction périodique complexe, exprimée par une série de Fourier, c'est-à-dire par une suite indéfinie de termes qui sont des fonctions sinusoidales simples dont les fréquences sont respectivement f et ses multiples $2f, 3f, \dots, nf, \dots$. Le premier terme, appelé

terme fondamental, est l'onde pure de fréquence f . Les termes suivants, ondes pures de fréquences $2f, 3f, \dots, nf, \dots$ sont les harmoniques de l'onde fondamentale.



Émetteur à impulsion : U, tension appliquée; E, éclateur; C, condensateur; B, D, bobines; A, antenne; T, terre.

La présence d'harmoniques, impuretés de l'onde, apparaît sous forme de dents et de déformations de la courbe de l'onde pure. Une émission sur onde impure est néfaste, parce qu'elle équivaut à une émission sur un faisceau d'ondes multiples. Tout se passe comme si, au lieu d'émettre sur une longueur d'onde, on émettait sur dix longueurs d'onde, par exemple.



Impureté d'une onde : I, Onde sinusoidale pure. — II, Onde impure, décomposable en une onde pure et ses harmoniques.

L'émission en question est reçue, non seulement sur le réglage correspondant à son onde fondamentale, mais encore sur celui relatif à chacun de ses harmoniques.

Le seul moyen de purifier une onde, à l'émission ou à la réception, consiste à la filtrer, à travers des circuits appropriés, appelés *filtres électriques*, qui arrêtent ou écoulent au sol les courants de fréquences indésirables et laissent passer les autres. Voir *filtre*, *éliminateur*, *fondamental*, *harmonique*, *onde*, etc...

Angl. *Impure Wave*. — All. *Unreine Welle*.

INAUDIBLE. Se dit des fréquences de vibrations qui, dépassant par l'une ou par l'autre extrémité la gamme des fréquences musicales, ne peuvent être entendues directement par l'oreille. C'est le cas notamment des ondes ultra-sonores et des ondes de moyenne et de haute fréquence. Voir *audible*, *audibilité*.

(Angl. *Inaudible*. — All. *Unhörbar*).

INCANDESCENT. Émetteur incandescent. Tube électronique dont l'émission d'électrons ne se produit normalement que lorsque le filament est porté à l'incandescence par le passage du courant électrique. Par opposition avec les lampes dont le filament, renfermant du thorium, du baryum ou des sels alcalino-terreux, possède un pouvoir émissif plus élevé qui ne nécessite pas un chauffage poussé jusqu'à l'incandescence. L'emploi des filaments incandescents est plus onéreux, en raison tant de la consommation en courant de chauffage que de la brièveté de la vie de ces filaments dont le chauffage est toujours très poussé. Voir *émetteur*, *Emission*.

(Angl. *Bright Emitter*. — All. *Glühfadenröhre*).

INCLINAISON. Inclinaison magnétique. Angle aigu entre le plan horizontal et le champ magnétique terrestre (C. E. I., 1934).

Angle que fait avec le plan horizontal l'aiguille aimantée de la *boussole d'inclinaison* placée dans le plan vertical du méridien magnétique (c'est-à-dire dans le plan qui contient la direction du pôle nord magnétique). — **Boussole d'inclinaison.** Boussole constituée par une aiguille aimantée suspendue par un axe horizontal passant par son centre de gravité. Cet axe peut prendre toutes les directions dans le plan horizontal et est solidaire d'un cercle gradué vertical, devant lequel se déplace l'aiguille, et qui peut être orienté dans tous les azimuts. Cet appareil est aussi dénommé *inclinomètre*. Les lieux de même inclinaison sont reliés entre eux par les lignes *isoclines*, dont la direction est voisine de celle des parallèles géographiques. La ligne d'inclinaison nulle ou *équateur magnétique* coïncide à peu près avec l'équateur géographique. En France, l'inclinaison varie de 60° (Perpignan) à 66° (Lille). Voir *boussole*.

(Angl. *Inclination*. — All. *Inklination*).

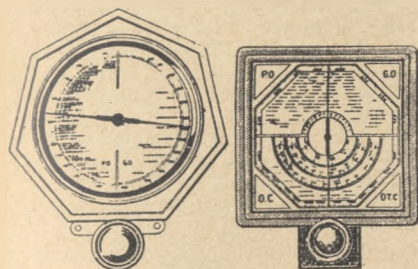
INCRÉMENT. Décrément négatif qui caractérise les circuits doués de résistance initiale négative. C'est en particulier le cas pour le *dynatron*, montage à lampe triode qui produit des oscillations de relaxation. Voir *décrément*, *dynatron*, *relaxation*. Lorsque l'incrément initial est faible, les oscillations sont sinusoidales; elles se déforment à mesure que l'incrément augmente. Le régime permanent est atteint d'autant plus vite que l'incrément est plus élevé.

(Angl. *Increment*. — All. *Inkrement*).

INDÉPENDANT. Excitation indépendante. Voir *excitation*.

INDEX. Organe destiné à indiquer la position d'une certaine partie d'un appareil (C. E. I., 1934). Aiguille ou tige de métal indiquant sur un cadran un chiffre, une lettre ou une division. La plupart des organes à variation continue des appareils

radioélectriques sont pourvus, sur leur axe de rotation, d'un index se déplaçant



Types de cadrans munis d'un index mobile.

vis-à-vis d'un cadran fixe, solidaire de la partie immobile. Voir *cadran, condensateur*.

(Angl. *Index*. — All. *Zeiger*.)

INDICATEUR. Appareil indicateur. Appareil destiné à déceler l'existence et parfois à indiquer le sens d'un phénomène (C. E. I., 1934). En principe, ce n'est pas un appareil de mesure, ses indications ayant un caractère qualitatif, mais non quantitatif. L'indication est généralement instantanée, sauf dans le cas où l'équi-

page mobile n'est pas *amorti* — et alors l'indicateur effectue une série d'oscillations avant de trouver sa position d'équilibre — et dans le cas d'un appareil thermique, où l'organe indicateur met un certain temps à prendre son équilibre de température.

— **Indicateur d'accord.** Voir *indicateur de syntonie*.

— **Indicateur cathodique.** Voir *indicateur visuel*.

— **Indicateur de distorsion.** Voir *distorsion*. Synonyme *distorsionomètre*.

— **Indicateur de fréquence.** Dispositif industriel (oscillateur ou résonateur) qui permet de vérifier une fréquence (C. E. I., 1934). Voir *fréquence, fréquence*.

— **Indicateur d'impulsion.** Appareil servant à mesurer l'amplitude maximum instantanée d'un courant. L'indicateur d'impulsion permet de limiter à un niveau tolérable donné l'enregistrement sur un film ou la profondeur de la modulation dans un émetteur de T. S. F.

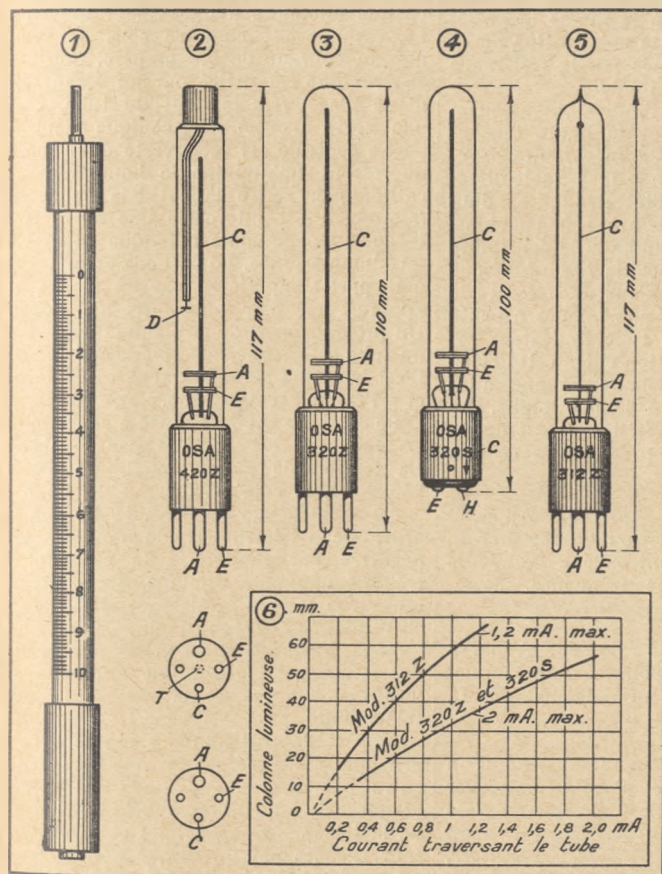
L'oscillographe, parfait en principe, donne une indication trop brève qui peut

passer inaperçue. L'indicateur d'impulsion doit mesurer les crêtes de courant ou de modulation avec une certaine constante de temps.

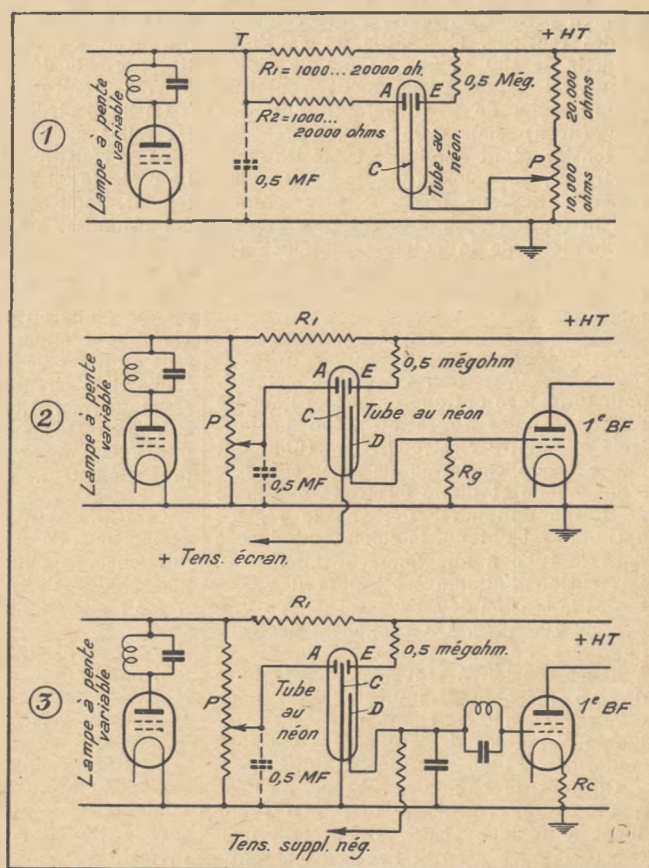
Les caractéristiques recommandées par le Comité consultatif international des Communications téléphoniques (C. C. I. F.) sont les suivantes :

1. Durée d'intégration de 20 millisecondes.
2. Durée de retour au zéro de l'aiguille de 2 secondes.
3. Redressement linéaire des modulations de la voix.
4. Dépassement balistique de l'aiguille au plus égal à 1 décibel.
5. Caractéristique de fréquence uniforme à ± 1 décibel près dans la bande de 200 à 3.500 p : s et à $2 \pm$ décibels près dans les bandes extérieures de 30 à 200 p : s et de 3.500 à 7.000 p : s.
6. Impédance d'entrée de l'appareil non inférieure à 10.000 ohms.

Des indicateurs d'impulsion ont été construits pour les courants de haute fréquence et pour ceux de basse fréquence (C. C. I. F.). L'indicateur S. F. R., qui satisfait à des conditions bien plus sévères que celles du C. C. I. F., ne possède pas d'aiguille, mais un tube au néon de 40 centimètres de hauteur dans lequel



Indicateurs au néon : 1. Tube à deux électrodes (Métex). — 2. Tube à quatre électrodes : D, quatrième électrode; T, téton au sommet du tube. — 3, 4 et 5. Tubes à trois électrodes : A, anode; C, cathode; E, électrode auxiliaire. — 6. Caractéristique des tubes au néon à trois électrodes (Osa).



Schémas de montage des indicateurs au néon : 1. Montage d'un indicateur à trois électrodes. — 2. Montage d'un indicateur à quatre électrodes, par commande de la grille-écran, de basse fréquence. — 3. Montage d'un indicateur à quatre électrodes par blocage de la grille de commande de la lampe écran (Osa).

le niveau est indiqué par la hauteur de la colonne lumineuse. L'absence d'inertie de cette colonne gazeuse supprime les conditions de dépassement balistique et de retour au zéro. La caractéristique de fréquence est sensiblement uniforme de 30 à 7.000 p : s. L'impédance d'entrée est de 50.000 ohms.

La durée d'intégration de 0,02 seconde signifie que, 0,02 seconde après l'application d'une tension sinusoïdale, l'aiguille de l'indicateur doit mesurer une amplitude au moins égale à 75 pour 100 de l'amplitude réelle. Or, au bout de 0,02 seconde, le tube au néon donne des indications exactes à 92 pour 100 près. L'appareil, environ quatre fois plus précis que ne le demande le C. C. I. F., suit de beaucoup plus près les modulations de la voix et de la musique.

Quant à la durée de retour au zéro — extinction de la luminescence — elle est de l'ordre de 0,2 seconde, ce qui implique un pouvoir séparateur 10 fois supérieur à celui exigé par le C. C. I. F.

Voir *indicateurs de volume*.

— **Indicateur d'isolement.** Appareil destiné à déceler les défauts d'isolement d'un circuit ou d'une installation électrique (C. E. I., 1934).

— **Indicateur à luminescence.** Cet appareil permet de mesurer des courants et des tensions, alternatifs ou continus, à partir de 150 V. aux bornes de l'indicateur. Il est essentiellement constitué par un tube de verre rempli d'un gaz rare (néon) sous très faible pression. La tension étant appliquée entre les deux électrodes, la colonne de gaz s'illumine sur une hauteur d'autant plus grande que la tension appliquée est plus élevée. La hauteur de la colonne illuminée est lue à l'extérieur du tube sur une graduation gravée, analogue à celle d'un thermomètre.

— **Indicateur au néon.** Voir *indicateur à luminescence*. On utilise souvent, pour le réglage optique de l'accord sur les récepteurs, des tubes au néon portant trois ou quatre électrodes. Ces tubes ont une cathode en forme de tige, entourée d'une anode et d'une électrode auxiliaire de forme annulaire. Lorsque le réglage optimum est obtenu, la colonne lumineuse dans le tube a une longueur maximum. La tension d'allumage est de 190 V. environ; la tension de service est de 165 V. à 5 pour 100 près. On branche l'électrode auxiliaire au pôle positif de la source à haute tension à travers une résistance de 0,5 mégohm. L'indicateur au néon est généralement commandé par une lampe amplificatrice à pente variable, conformément au montage indiqué.

On peut, grâce aux indicateurs au néon à quatre électrodes, assurer non seulement le réglage visuel de l'accord, mais encore le silence entre l'accord des différentes émissions. La 4^e électrode est fixée sur le côté de la cathode et à 16 millimètres environ de l'anode. Elle aboutit à un téton à l'extrémité opposée au culot.

Dans le cas de l'amplification à basse fréquence à résistances la grille-écran est reliée à la 4^e électrode du tube au néon.

On utilise l'un des deux montages suivants :

1^o **Montage à grille-écran en basse fréquence.** La tension positive nécessaire à la grille-écran est appliquée à travers le tube au néon par la quatrième électrode. La grille-écran est reliée à la masse par une résistance élevée. S'il n'y a aucun signal, la colonne lumineuse n'atteint pas la 4^e électrode du tube et la grille-écran reste au potentiel de la masse. A l'instant de l'accord, la surtension produit l'allongement de la colonne lumineuse qui, en atteignant la 4^e électrode, porte la grille-écran à la haute tension. La lampe-écran se trouve alors débloquée et l'amplification à basse fréquence fonctionne normalement. Ce montage est recommandé pour l'amplification de basse fréquence à résistance.

2^o **Montage par blocage de la grille de commande.** Une tension négative supplémentaire est superposée, à travers la résistance de grille, à la tension négative normale de polarisation de la grille de commande de la première lampe amplificatrice à basse fréquence. Au moment de l'accord, la colonne lumineuse de l'indicateur atteint la 4^e électrode et supprime la tension négative supplémentaire, en reliant à la masse la grille, qui ne subit plus que la polarisation négative normale déterminée par la résistance dans le circuit de la cathode.

La 3^e électrode de l'indicateur au néon est reliée au positif de la haute tension par une résistance de 0,5 mégohm environ. La cathode est reliée à la masse soit directement, soit par l'intermédiaire d'un potentiomètre de 10.000 à 100.000 ohms, dont la variation commande la sensibilité du tube. Une résistance de 1.000 à 20.000 ohms est intercalée dans le circuit de plaque d'une ou plusieurs lampes à pente variable. L'anode du tube indicateur est relié au point de jonction entre cette résistance et le circuit oscillant par une autre résistance de 1.000 à 20.000 ohms. La valeur exacte de ces résistances est déterminée par un essai préalable avec des potentiomètres.

— **Indicateur de phase.** Appareil permettant de déceler ou de mesurer la différence de phase entre deux grandeurs périodiques de même fréquence. Synonyme *phasemètre*. Voir *phase*.

— **Indicateur de polarité.** Appareil destiné à indiquer la polarité d'un conducteur, par rapport à un autre (C. E. I., 1934). Voir *polarité*.

— **Indicateur de sens.** Organe d'un radiogoniomètre qui permet de lever l'ambiguïté de sens de 180° qui subsiste sur la direction trouvée. On dit aussi *indicateur de lever de doute*. Voir *lever, radiogoniomètre*.

— **Indicateur de synchronisme.** Appareil servant à indiquer si deux phéno-

mènes périodiques sont synchrones et donnant aussi l'ordre de grandeur et le sens de la différence entre les fréquences des deux phénomènes; en cas de synchronisme, il indique l'ordre de grandeur de leur différence de phase (C. E. I., 1934). Synonyme *synchronoscope*. Voir *phase, phasemètre*.

— **Indicateurs visuels cathodiques de syntonie.** Outre les indicateurs visuels à luminescence que nous avons décrits ci-dessus (Voir *indicateurs à luminescence, indicateurs au néon*), on fait usage actuellement d'indicateurs visuels cathodiques, basés sur l'utilisation de tubes cathodiques spéciaux.

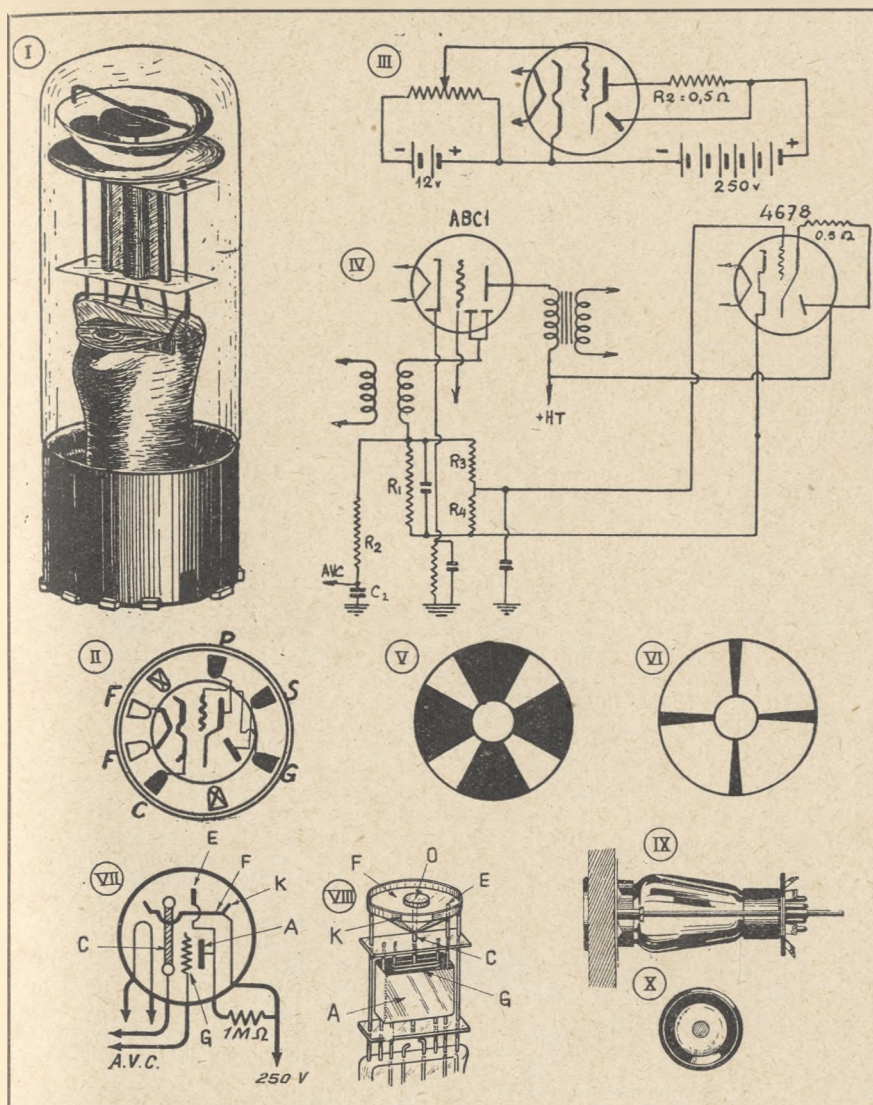
Il existe deux réalisations principales de l'indicateur cathodique, c'est l'« œil magique » ou tube 6 E 5, d'origine américaine, et le « trèfle cathodique » d'origine européenne.

Le tube 6 E 5 tire son nom de ce que sa disposition rappelle celle de l'œil humain, dont la pupille resterait sombre tandis que l'iris présenterait un secteur éclairé, qui se ramènerait à une étroite fente lumineuse au moment de l'accord. Ce tube est la combinaison d'une triode et d'un tube cathodique. La tension anodique varie comme la tension de grille, qui est reliée au circuit antifading du récepteur. Une résistance maintient la tension anodique à une valeur moyenne. La cathode est chauffée sous 6,3 volts par un courant de 0,3 ampère. Son flux électronique est attiré par un écran anodique placé vers le haut du tube. C'est une sorte d'entonnoir conique dont la partie centrale est recouverte d'un enduit fluorescent qu'illumine le bombardement cathodique. Entre la cathode et l'écran fluorescent est intercalée une autre électrode qui commande l'étendue de la surface lumineuse. La cathode est masquée à la partie supérieure par un disque qui apparaît en noir au centre de l'écran. Un prolongement de la plaque de la triode du tube 6 E 5 forme électrode de contrôle. C'est la même cathode qui sert à la triode et à l'élément cathodique.

Le culot du tube 6 E 5 est à six broches. Le montage est indiqué par la figure. La tension de plaque maximum est de 250 volts, le courant d'écran de 4,5 mA.

Au moment de l'accord, la tension de grille de l'élément triode devient plus négative par rapport à la cathode; le courant anodique diminue. La chute de tension dans la résistance de liaison, entre plaque et écran, diminue, tandis que l'anode reste à tension constante. A l'accord exact, le courant anodique est pratiquement nul et la fente lumineuse très réduite.

Le « trèfle cathodique » repose sur un principe analogue. Il y a interposition entre l'écran et la cathode, de quatre plaques de déviation reliées à l'anode de la triode. Les électrodes et la cathode sont cachées par un disque noir. L'écran est porté à la tension de 250 volts et l'anode reliée à l'écran par une résistance de 0,5 mégohm. Le potentiel de grille est réglé automatiquement par la commande



Indicateurs visuels cathodiques : 1. Indicateur cathodique dit « Trèfle cathodique » (Philips). — 2. Correspondance des électrodes et des broches du trèfle cathodique. — 3. Schéma de principe du trèfle cathodique. — 4. Montage du trèfle cathodique comme indicateur de réglage. — 5. Aspect du trèfle cathodique avec une polarisation de zéro volt. — 6. Aspect du trèfle cathodique avec une polarisation de 5 volts sur la grille. — 7 et 8. Symbole schématisé et aspect du tube cathodique 6 E 5, dit « œil magique » : A, anode; C, cathode; E, électrode pour le contrôle de la syntonie; F, cône fluorescent; G, grille de la partie triode; K, électrode circulaire; O, obturateur central. — 9. Aspect du tube 6 E 5 fixé sur le panneau du récepteur. — 10. Vue en bout de l'indicateur cathodique 6 E 5.

de l'intensité du son. Lors de l'accord exact, la tension de grille est en diminution ainsi que le courant anodique. La chute de tension dans la résistance est minimum, de même que la déviation qui lui est proportionnelle.

L'écran, qui est éclairé au maximum au moment de l'accord, apparaît alors sous la forme d'un trèfle. La déviation qui survient lors du désaccord étend les ombres portées et limite l'écran à la forme d'une mince croix lumineuse.

— **Indicateurs de volume.** Le volume est une notion caractérisant l'état électrique complexe en un point d'un circuit

transmettant une conversation ou une audition radiophonique.

Les indicateurs de volume sont des voltmètres spéciaux qui se classent dans l'une des catégories suivantes :

1. **Indicateurs d'impulsion maximum.** Voltmètres de crête à courte durée d'intégration d'environ 20 millisecondes et à longue période de retour au zéro, environ 2 secondes.

2. **Indicateurs d'impulsion moyenne.** Voltmètres à grande durée d'intégration de 200 millisecondes environ et à longue période de retour au zéro, environ 2 secondes.

Les indications de ces deux catégories

d'appareils sont, lorsqu'on leur applique simultanément des tensions de fréquences différentes, proportionnelles à la somme arithmétique des amplitudes des tensions composantes.

3. **Indicateurs de puissance vocale.** Voltmètres à grande durée d'intégration, environ 200 millisecondes, et à courte période de retour au zéro, environ 200 millisecondes. Lorsqu'on leur applique simultanément des tensions de fréquences diverses, l'indication est proportionnelle à la racine carrée de la somme des carrés des amplitudes composantes.

Ces indicateurs sont gradués en *népers* ou *décibels*. Le volume « zéro » (0 néper ou 0 décibel) est celui qui correspond à une puissance de 6 mW à la fréquence de 800 ou de 1.000 p : s absorbée par une résistance de 600 ohms.

Grâce à ces indicateurs de volume, on peut mesurer la puissance vocale normale pour essais de téléphonométrie, vérifier que le volume reste toujours compris entre une limite inférieure imposée par les bruits de ligne et une limite supérieure imposée par la distorsion non linéaire. La détermination des divers types d'indicateurs de volume incombe au Comité consultatif des communications téléphoniques (C. C. I. F.).

(Angl. *Indicator*. — All. *Anzeiger*.)

INDICATIF. Indicatif d'appel. Formule d'immatriculation régulièrement attribuée à une station radioélectrique et qui permet de l'identifier. Ensemble de quelques lettres ou chiffres par lequel on désigne une station radioélectrique. Par exemple l'indicatif de la *Tour Eiffel* est FL; celui de *Lyon-la-Doua* YN; de *Bordeaux-Croix-d'Hins* LY; de *Londres* 2LO; de *Daventry* 5XX, etc...

— **Indicatifs des stations de radio-diffusion.** Indépendamment de leurs indicatifs télégraphiques (par exemple pour la *Tour Eiffel* FLE), les stations de radio-diffusion font souvent usage d'*indicatifs parlés* et d'*indicatifs musicaux*. Les indicatifs parlés sont souvent d'une interprétation difficile pour les auditeurs qui ne comprennent pas la langue de la station, à moins qu'ils se réduisent à un simple énoncé, tel que « *It is London* », « *It Radio-Budapest* », ou « *Stockholm-Motala Rundradio* ».

Les indicatifs musicaux sont retenus avec facilité, mais leur nombre exige actuellement l'emploi d'un tableau d'identification pour les discriminer.

— **Indicatifs des stations radio-télégraphiques.** L'emploi d'indicatifs d'appel facilite la correspondance télégraphique. Le choix des indicatifs d'appel fut arbitraire jusqu'en 1908, date à partir de laquelle la multiplication des stations obligea à adopter une réglementation internationale. Les indicatifs étaient primitivement de une ou deux lettres seulement; mais le développement des communications radiotélégraphiques obligea à adopter des indicatifs de trois lettres au moins.

La Convention radiotélégraphique internationale de Berlin, qui entra en vigueur le 1^{er} juillet 1908, stipule que les stations radiotélégraphiques côtières ou de bord, effectuant le trafic radiomaritime, doivent obligatoirement faire usage d'indicatifs de trois lettres. Cette disposition fut précisée par la Conférence de Londres de 1912, qui, dans le but d'éviter des homonymies et des confusions, répartit entre les diverses nations les lettres initiales des indicatifs. C'est ainsi que les indicatifs de toutes les stations françaises durent commencer par F, ceux des stations italiennes par I, etc... Cette uniformisation rendit plus facile la recherche des indicatifs et l'identification des stations.

Le tableau I suivant indique comment la répartition des indicatifs a été faite entre les divers pays.

Les stations commerciales terrestres à grande ou moyenne puissance, qui ne travaillent pas avec les navires et n'échangent qu'une correspondance continentale ou intercontinentale, telles que Sainte-Assise, Lyon, Bordeaux, la Tour Eiffel, Poldhu, Nauen, Coltano, etc..., ne sont pas visées par la réglementation ci-dessus et, en raison de leur nombre forcément très limité, peuvent employer des indicatifs de deux lettres et conserver ceux qui leur avaient été attribués primitivement. Certains de ces indicatifs, notamment ceux des stations météorologiques et des stations d'aérodromes, sont mnémoniques : ce sont, en quelque sorte, les initiales qui rappellent le nom de la station.

Dans le cadre de la réglementation, l'attribution des indicatifs dépend de l'administration compétente. C'est ainsi que l'administration française, à qui la lettre F a été accordée, a décidé que les indicatifs de toutes les stations côtières comporteraient le redoublement de la lettre F. Ainsi Dieppe est désigné par FFI, le Havre par FFH, Boulogne par FFB, Alger par FFA, Lorient par FFM.

Les stations de la Marine nationale ont des indicatifs en U : Dunkerque FUD, Cherbourg FUC, Lorient FUN, Rochefort FUR, Toulon FUX FUT, Nantes UA.

Pour les stations de bord, la seconde lettre est généralement l'initiale de la compagnie d'armement, la troisième lettre est l'initiale du nom du navire. Par exemple le paquebot *Anatolie*, de la Compagnie Paquet, répond à l'indicatif FPA.

Enfin la marine de guerre française, utilise des indicatifs à quatre lettres, dont les deux premières sont FA ou FB. Le *Condorcet* est désigné par FANY et le torpilleur 305 par FBAB.

— **Indicatifs des stations d'amateurs.** L'avènement des stations émettrices privées, exploitées sur ondes courtes par des amateurs, a nécessité l'attribution d'indicatifs spéciaux, comportant en général un chiffre caractéristique de la nationalité et suivi par un groupe de deux ou même de trois lettres. Il y a actuellement en France quelques centaines de ces postes d'amateurs, dont les indicatifs commencent par 8 et par 3 : 8AA, 8AB,

8BR, 8JD, 8KL, 3AB, etc... C'est la raison pour laquelle les possesseurs de ces postes d'émission s'appellent entre eux les « 8 » et les « 3 ».

En *Grande-Bretagne*, les chiffres 2, 5 et 6 ne suffisent pas et il a fallu créer des indicatifs de trois lettres. — Le *Mexique* a des indicatifs en 1 et en 2. — En *Allemagne*, l'indicatif comporte une lettre suivie d'un chiffre, par exemple A8, B7, C9, J2, etc... — Les indicatifs *suédois* comportent tous quatre lettres commençant par SMT, SMU, SMV, SMW, SMX, SMY, SMZ. — En *Finlande*, les indicatifs comportent un chiffre suivi de deux ou trois lettres, et commencent par 1N, 2N, 3N, 4N, 5N, 6N, 7N et 8N. — En *Italie*, on utilise un groupe de deux lettres quelconques, précédé du chiffre 1, par exemple 1AX, 1ER, 1LP. — En *Espagne*, l'indicatif est formé par les trois lettres EAR, suivies par un nombre de un ou plusieurs chiffres. — En *Afrique du Sud*, l'indicatif est formé par A3, A4, A5, A6, suivis d'une lettre quelconque. — Dans l'*Inde britannique*, l'indicatif débute par le chiffre 2 suivi par un groupe de deux lettres. — En *Australie*, l'indicatif comporte un chiffre suivi de deux lettres quelconques : le chiffre est 2 pour la Nouvelle-Galles du Sud, 3 pour Victoria, 4 pour Queensland et la Nouvelle-Guinée, 5 pour les États du Sud, 6 pour ceux de l'Ouest et 7 pour la Tasmanie. — La *Nouvelle-Zélande* a des indicatifs analogues à ceux de l'Australie, commençant par 1, 2, 3 ou 4. — En *Argentine*, les indicatifs sont des groupes de deux lettres suivies d'un chiffre. La première lettre est A ou B pour la capitale fédérale; C, D, ou E pour la province de Buenos-Aires; F et G pour celle de Santa Fé; H pour celle de Cordoba; J pour celle d'Entre-Rios; K pour celle de Tucuman; L pour Corrientes; M pour Mendoza; N pour Santiago et U, V, W pour divers territoires. — Aux *Pays-Bas*, l'indicatif commence par PB ou PC et est suivi d'un chiffre. — Au *Brésil*, les indicatifs vont de 1AA à 1BA, etc..., dans l'ordre alphabétique. — Au *Chili* règne la plus grande variété. Quoi qu'il en soit, il importe de remarquer qu'aucune réglementation internationale n'étant intervenue, la plus grande confusion apparaît et les méthodes adoptées semblent très insuffisantes.

Signalons enfin l'habitude, récemment mise à la mode, d'attribuer aux postes récepteurs de radiophonie des indicatifs, dits indicatifs en R, en raison de leur lettre initiale.

(Angl. *Call Signal*. — All. *Rufzeichen*.)

INDICE. Indice de réfraction. L'indice de réfraction d'un milieu ou d'une substance homogène par rapport au vide est égal au rapport du sinus de l'angle d'incidence et du sinus de l'angle de réfraction du rayon lumineux qui se réfracte en passant du vide dans cette substance. Cet indice est égal au rapport de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide et de la

vitesse de propagation de ces mêmes ondes dans la substance considérée. L'indice de réfraction d'une substance est donc une donnée essentielle, relative à la propagation des ondes; de sa connaissance, on peut déduire la valeur de la vitesse de propagation. Cette vitesse est d'autant plus faible que la substance est plus réfringente. Dans les gaz et dans l'air, elle est sensiblement la même que dans le vide. Dans l'eau, elle est réduite aux $\frac{3}{4}$ de sa valeur dans l'air; dans le verre, elle est réduite aux $\frac{2}{3}$.

D'autre part, il résulte de la théorie électromagnétique de la lumière que la constante diélectrique ou pouvoir inducteur spécifique d'un isolant est égale au carré de l'indice de réfraction correspondant aux radiations sur les longueurs d'onde les plus grandes. On vérifie expérimentalement les conséquences de cette déduction. Voir *constante, diélectrique, inducteur*.

(Angl. *Refractive Index*. — All. *Brechungs exponent*.)

INDIRECT. Se dit d'une méthode d'émission ou de réception radioélectrique selon laquelle la transmission de la puissance entre le générateur et le récepteur d'oscillations d'une part, et le système antenne-terre d'autre part, est opérée non pas au moyen de connexions conductrices, mais par l'intermédiaire d'un couplage inductif lâche.

On prend également en considération, en radiotechnique, le *chauffage indirect* des lampes et le *rayonnement indirect* d'un émetteur. Voir ci-après.

— **Chauffage indirect.** Procédé de chauffage de la cathode d'une lampe électronique, caractérisé par l'emploi d'un élément chauffant distinct de la cathode. Ce procédé permet d'utiliser directement pour le chauffage le courant alternatif sans avoir besoin de le redresser préalablement.

La nécessité où l'on se trouvait pratiquement de chauffer les filaments des lampes en courant continu a retardé pendant des années le développement des postes sur secteur. S'il est facile, en effet, d'obtenir par redressement du courant alternatif un courant continu de quelques dizaines de milliampères pour la tension de plaque, il est beaucoup moins simple d'obtenir par le même procédé un courant continu de un ou plusieurs ampères. Les appareils redresseurs et les systèmes de filtrage qui les complètent (bobines à fer, transformateurs, condensateurs) sont d'autant plus coûteux que le courant est plus grand. Ce n'est qu'assez récemment que les redresseurs à oxyde de cuivre ont donné du problème une solution pratique.

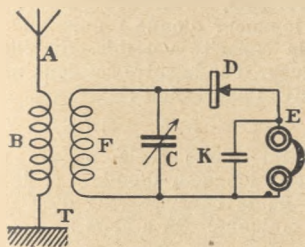
On s'est donc trouvé dans l'obligation d'employer normalement l'accumulateur de 4 volts, seul ou en tampon, pour le chauffage des filaments, alors que la tension anodique était fournie par un redresseur branché sur le secteur, jusqu'au jour où l'on construisit des types de lampes susceptibles d'être chauffés di-

reçement par le courant du secteur et, qu'en dépit d'un apparent paradoxe, on appelle lampes à chauffage indirect.

Cela signifie que le courant alternatif du secteur parcourt une électrode auxiliaire qui chauffe indirectement la cathode, tandis que lorsqu'on interpose un redresseur entre le secteur et le récepteur, le courant continu ainsi obtenu traverse directement les filaments des lampes, comme c'est le cas pour le chauffage par accumulateurs.

Dans les lampes à chauffage indirect, la cathode est traversée par un filament isolé électriquement d'elle et qui est chauffé par le courant du secteur, continu ou alternatif. La cathode est ainsi portée par conduction à la température nécessaire à l'émission électronique. Les avantages de ces lampes sont les suivants : on n'est pas limité par l'intensité du courant, puisqu'on dépend du secteur et non plus des batteries; en outre, toute la surface de la cathode peut être portée à une même valeur de la tension par rapport à l'anode. Il s'ensuit que ces lampes ont des caractéristiques meilleures que celles des lampes à chauffage direct. Voir *chauffage*.

— **Émission indirecte.** Dans ce mode d'émission en ondes amorties, on distingue essentiellement trois circuits : le circuit d'alimentation, comprenant soit une batterie d'accumulateurs et une bobine d'induction, soit un alternateur et un transformateur élévateur; le circuit générateur d'oscillations, comprenant condensateur,



Montage direct : A, antenne; B, F, bobines de couplage; T, terre; C, condensateur d'accord; D, détecteur; K, condensateur téléphonique; E, écouteurs.

inductance et éclateur, relié au secondaire de la bobine ou du transformateur; enfin le circuit antenne-terre couplé au précédent. On amortit considérablement le circuit oscillant pour éviter la formation d'ondes sur deux longueurs distinctes, en raison de la nature du couplage avec l'antenne. Le circuit générateur est alors le siège d'une onde très amortie qui agit par un choc pour engendrer dans le circuit antenne-terre une autre onde beaucoup moins amortie. Cette condition est réalisée au moyen d'un éclateur tournant synchrone. Voir *émission, émetteur*.

— **Rayonnement indirect.** Rayonnement de l'émetteur qui n'atteint le récepteur qu'après une ou plusieurs réflexions ou réfractions, par exemple sur les couches

atmosphériques supérieures (*couche de Heaviside*). Les interférences entre le rayonnement direct et le rayonnement indirect produisent le phénomène de l'évanouissement nocturne (*fading*). Voir *couche de Heaviside, direct, évanouissement, rayonnement*.

— **Réception indirecte.** Dans ce mode de réception l'antenne n'est pas accordée sur la longueur de l'onde à recevoir. Le circuit antenne-terre ne comporte ni variomètre, ni condensateur d'accord et est seulement couplé, généralement par couplage magnétique, avec le circuit secondaire, qui est un circuit résonnant accordé. Les avantages de ce mode de réception apparaissent immédiatement : les qualités de la réception ne dépendent que de l'énergie captée par l'antenne, mais sont indépendantes des caractéristiques de cette antenne, qui peut même être assez résistante. En raison de la résistance de l'antenne, la résonance de ce circuit est toujours médiocre, tandis que celle du circuit secondaire peut être excellente, ce qui améliore la sélectivité du récepteur. La réception indirecte est utilisée dans les montages *Bourne, Tesla, Reinartz, etc.* Voir *accordé, désaccordé, couplage, direct, émission, réception, etc.*

(Angl. *Indirect*. — All. *Undirekt*.)

INDUCTANCE. Appareil dont on utilise spécialement l'inductance (C. E. I., 1934).

— **Auto-inductance ou inductance propre.** Pour un circuit filiforme fermé : quotient du flux magnétique dû aux diverses spires du circuit par le courant qui le traverse (C. E. I., 1934). Synonyme : *coefficient de self-induction*. Voir *coefficient, induction*.

— **Inductance d'antenne.** Bobine d'inductance qu'on intercale à la base d'une antenne, entre la descente d'antenne et la prise de terre. Cette bobine sert en premier lieu, par sa self-inductance, à augmenter la longueur d'onde propre d'oscillation de l'antenne; en second lieu par sa mutuelle inductance, à opérer le couplage avec les circuits d'émission ou de réception. Les inductances d'antenne pour émission, parcourues par des courants de haute fréquence intenses, sont souvent constituées par un tube de cuivre enroulé en hélice ou en spirale, de manière à présenter un minimum de résistance électrique. Dans les stations de moyenne puissance, on se contente en général d'inductances spirales en large fil de cuivre méplat.

L'inductance propre d'une antenne n'est exactement définie que si l'on précise la longueur d'onde ou au moins la gamme d'ondes sur laquelle doit osciller l'antenne.

(Angl. *Aerial Inductance*. — All. *Antenneninduktanz*.)

— **Inductance apparente.** Valeur de l'inductance obtenue par le calcul ou la mesure, en admettant que le circuit en question ne possède pas de capacité

propre, ou que cette capacité propre est négligeable. L'inductance apparente est toujours plus élevée que l'inductance réelle.

(Angl. *Apparent Inductance*. — All. *Scheinbar Induktanz*.)

— **Inductance linéique.** L'action d'un circuit ouvert tout entier sur l'un de ses éléments ds est une force électromotrice élémentaire de self-induction. L'inductance élémentaire est alors de la forme $L_1 ds$, la quantité L_1 , homogène au quotient d'une inductance par une longueur, étant appelée *inductance linéique* du circuit au point considéré (R. Mesny).

— **Inductance massée.** Inductance d'une bobine à couches multiples dont les spires sont jointives. Voir *bobine massée*.

(Angl. *Massed Inductance*. — All. *Massenförmige Induktanz*.)

— **Inductance mutuelle.** Quotient du flux d'induction magnétique total que le courant d'un circuit détermine dans l'autre par l'intensité de ce courant (C. E. I., 1934). Synonyme : *coefficient d'induction mutuelle*. Voir *coefficient, induction*. Inductance résultant de l'effet d'induction réciproque de deux enroulements voisins. Voir *coefficient, mutuelle, induction*.

(Angl. *Mutual Inductance*. — All. *Gegenseitige Induktanz*.)

— **Inductance à noyau de fer.** Inductance d'une bobine qui possède un noyau de fer plein, feuilleté ou divisé en fils ou aggloméré. Le noyau magnétique a pour effet de concentrer le flux de lignes de force à l'intérieur de la bobine : tout se passe comme si le flux dans le noyau était égal au produit du flux dans l'air par un nombre μ , appelé *perméabilité magnétique* du noyau pour le champ considéré. L'inductance est également multipliée par cette perméabilité. Voir *bobine, fer, noyau, circuit magnétique*.

(Angl. *Iron Core Inductance*. — All. *Induktanz mit Eisenkern*.)

— **Inductance à prises.** Inductance d'une bobine possédant un certain nombre de prises reliées par des connexions à un commutateur qui permet de mettre en circuit le nombre de spires convenable. Voir *bobine, commutateur, bout-mort*.

(Angl. *Tapped Inductance*. — All. *Zerteilte Induktanz*.)

— **Inductance propre.** Voir *auto-inductance*.

— **Inductance répartie.** Inductance qui n'est pas localisée ou massée, comme celle d'une bobine, mais distribuée sur toute la longueur d'un circuit, ligne, câble, antenne.

(Angl. *Distributed Inductance*. — All. *Verteilte Induktanz*.)

— **Self-inductance.** Inductance résultant de l'effet réciproque d'induction des différentes spires d'une même bobine. Voir *coefficient, self-inductance, induction*.

Synonyme *auto-inductance* ou *inductance propre*.

(Angl. *Self-Inductance*. — All. *Selbst-induktanz*.)

— **Inductance shuntée.** Si l'on shunte une inductance L appartenant à un circuit par une très grande résistance R , l'effet produit est, d'après R. Mesny) le même que si l'on avait ajouté en série une résistance :

$$r = \frac{L^2 \omega^2}{R}$$

L'inductance est une grandeur électrique, synonyme de *coefficient d'induction*, caractérisant l'induction électrique dans un circuit, c'est-à-dire l'inertie électrique de ce circuit. Pour ce qui concerne les définitions, voir au mot *coefficient*. L'inductance d'un circuit résulte, en premier lieu, de l'auto-induction qu'il exerce sur lui-même (*self-inductance*); en second lieu, de l'effet d'induction que produisent sur lui les circuits voisins (*mutuelle inductance*). On conserve souvent en français le terme anglais de *self-inductance*, bien qu'il soit préférable d'introduire dans le vocabulaire électrotechnique le terme d'*autoinductance* ou d'*inductance propre*. Malheureusement, le terme anglais a été tronqué et ce qu'on appelle souvent incorrectement *self* tout court n'est autre que l'inductance.

— **Bobine d'inductance.** Bobine obtenue en enroulant, avec ou sans carcasse, un certain nombre de spires de fil métallique et possédant, par le jeu de la concentration des lignes de force du flux magnétique à travers les spires, une certaine inductance localisée. Pratiquement, le bobinage est fait en fil isolé si les spires se touchent, en fil nu lorsque les spires sont séparées mutuellement par un support isolant. L'inductance étant la propriété électrique essentielle des enroulements, comme la capacité est la propriété essentielle des condensateurs, on prend parfois comme synonymes les termes de *bobine* et d'*inductance*, bien que le second ne désigne que la propriété, et le premier l'objet, la réalisation concrète. L'inductance d'une bobine est une fonction du nombre, de la dimension et de la disposition de ses spires. S'il était possible que le flux magnétique de chaque spire traverse toutes les autres, l'inductance de la bobine serait proportionnelle au carré du nombre de spires. En pratique, en raison du flux de fuites qui se referme en dehors des régions utiles de la bobine, l'inductance croît moins rapidement que le carré du nombre de spires et s'écarte d'autant plus de cette loi que la bobine est moins massée. Lorsque plusieurs bobines sont associées en série dans un circuit, leurs self-inductances s'ajoutent. Lorsqu'elles sont associées en dérivation, la self-inductance de l'ensemble est plus faible que la plus petite des self-inductances élémentaires. En somme, les self-inductances s'associent comme les *résistances* et les *conductances*. Mais l'induc-

tance totale d'un système de bobines dépend de leurs positions réciproques, car elle est fonction de la mutuelle inductance des bobines, qui, suivant leur orientation, s'ajoute à la self-inductance ou s'en retranche.

Les cinq formules suivantes permettent le calcul des principales bobines d'inductance :

1° *Inductance totale de deux bobines en série :*

$$L = L_1 + L_2 \pm 2 M \cos \alpha,$$

L_1, L_2 , self-inductances des bobines; M , inductance mutuelle maximum; α , angle des deux bobines.

2° *Inductance d'une bobine à une couche (Nagaoka) :*

$$L = 0,001 K \pi^2 d^2 n^2 l \text{ microhenrys.}$$

K , coefficient variant de 0,2 à 1 lorsque d/l varie de 10 à 0,01; d , diamètre en centimètres; n , nombre de spires par centimètres; l , longueur de la bobine en centimètres.

3° *Inductance des nids d'abeille et bobines massées :*

$$L = \frac{0,315 r^2 N^2}{6r + 9e + 10h} \text{ microhenrys,}$$

r , rayon de la spire moyenne;

e , épaisseur radiale de la bobine; h , hauteur le long de l'axe en centimètres; N , nombre total des spires.

4° *Inductance des bobines en fond de panier :*

$$L = \frac{m^2 d}{100.000} \text{ millihenrys;}$$

m , nombre des spires et d , diamètre de la spire moyenne en centimètres.

5° *Inductance des bobines toroïdales :*

$$L = 0,0126 n^2 (R - \sqrt{R^2 - r^2}) \text{ microhenrys;}$$

n , nombre de spires; R , rayon du cercle décrit par un centre de la section du tore, qui est un cercle de rayon r . (Angl. *Inductance Coil*. — All. *Induktanzspule*.)

— **Mesure de l'inductance** On emploie différentes méthodes, dont deux surtout, particulièrement commodes, utilisent le courant téléphonique et le courant de haute fréquence.

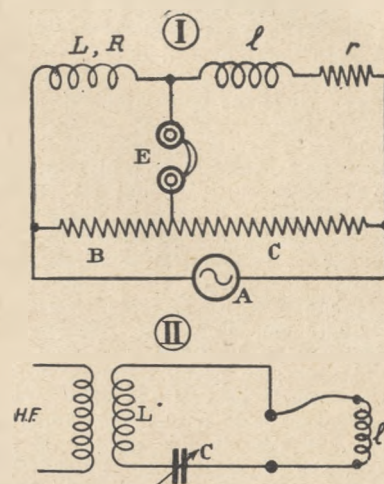
La mesure en basse fréquence s'opère à l'aide d'une sorte de Pont de Wheatstone, équilibré au moyen de résistances et d'inductances. L'une des diagonales du pont contient le galvanomètre ou le téléphone; l'autre, la source de courant alternatif. Si L, R sont l'inductance et la résistance de la bobine à mesurer; l, r , celles de la bobine étalon; P et Q , les résistances des deux autres bras, on a au moment de l'équilibre

$$L/l = R/r = P/Q.$$

On ajuste les résistances, de manière à ce qu'on n'entende plus la note du courant dans le téléphone.

La mesure en haute fréquence est encore plus simple. Dans le circuit oscillant d'un ondemètre, comprenant l'inductance L et un condensateur variable, on introduit en série, l'inductance l à mesurer, en

prenant bien soin de disposer les deux bobines de manière que leur inductance mutuelle soit nulle. On excite l'ondemètre sur une certaine longueur d'onde λ , pour laquelle l'accord du circuit est obtenu



Mesure de l'inductance : I. Mesure en courant alternatif musical : L, R , inductance à mesurer; l, r , inductance étalon; B, C , résistance; E , écouleur; A , source de courant alternatif musical (vibrateur). — II. Mesure en courant de haute fréquence : HF , couplage lâche avec la source à haute fréquence; L, C , inductance et capacité connues du circuit résonnant étalon; l , inductance à mesurer.

avec la valeur c de la capacité variable. On enlève l'inductance l et, le circuit étant refermé, on trouve l'accord sur la même longueur d'onde λ pour une valeur C de la capacité variable. En éliminant la longueur d'onde entre ces deux mesures, on trouve l'expression :

$$l = L(C - c) / c.$$

Il suffit d'une seule mesure si l'on connaît la longueur d'onde λ et la valeur exacte de la capacité (cas d'un condensateur étalon). On a alors :

$$l = \lambda^2 / 354 C,$$

l est exprimé en microhenrys si λ est donné en mètres et C en millièmes de microfarad.

En raison de la capacité distribuée ou répartie, inséparable de l'inductance d'une bobine, il y a toujours avantage à effectuer les mesures avec des valeurs de capacités aussi grandes que possible.

L'inductance mutuelle entre deux circuits se calcule de la façon suivante. Soit M l'inductance mutuelle, L_1 et L_2 les self-inductances des deux circuits. On mesure d'abord l'inductance globale l_A des deux bobines placées en série :

$$l_A = L_1 + L_2 + 2M.$$

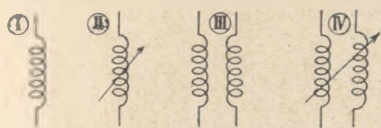
Puis, sans déplacer les bobines, on inverse le sens du courant dans l'une d'elles en inversant seulement ses connexions. On mesure alors :

$$l_B = L_1 + L_2 - 2M,$$

d'où l'on déduit $M = (l_A - l_B) / 4$.

(Angl. *Inductance*. — All. *Induktanz*.)

— **Symboles de l'inductance.** La self-inductance est schématisée par une



Symboles schématiques d'inductances: I. Self-inductance fixe. — II. Self-inductance variable. — III. Mutuelle inductance fixe. — IV. Mutuelle inductance variable.

hélice symbolisant une bobine. Si elle est variable, on figure une flèche traversant cette bobine. La mutuelle inductance est représentée par le rapprochement des enroulements. La mutuelle inductance est maximum, lorsque les enroulements sont parallèles; elle est minimum ou nulle, lorsque les enroulements sont perpendiculaires. Une mutuelle inductance variable est figurée par une flèche traversant à la fois les enroulements.

Lorsque l'inductance possède un noyau de fer, on figure des traits longitudinaux parallèles à l'axe de l'hélice.

Sur les schémas allemands, l'inductance est figurée non par une hélice, mais par une ligne brisée.

— **Unités d'inductance.** L'unité d'inductance du système pratique est le *henry* (voir ce mot) dont le symbole est H. Les sous-multiples usuels sont le *millihenry* mH valant 0,001 H, le *microhenry* μ H valant 0,000001 H et le *micromicrohenry* μ H ou millionième de microhenry, utilisés en radioélectricité pour les ondes très courtes.

Lorsqu'on emploie le système d'unités électromagnétiques absolues, on exprime souvent l'inductance en *centimètres*, parce que, dans les hypothèses faites, — attribution de la dimension zéro à la perméabilité magnétique, — l'inductance paraît être homogène à une longueur. Puisque nous ne savons rien sur la nature de la perméabilité magnétique μ , ni sur celle de la constance diélectrique K, sinon que $1/\sqrt{\mu K}$ est homogène à une vitesse, il est évident qu'une inductance n'est pas de mêmes dimensions qu'une longueur, pas plus qu'une capacité. On crée donc une confusion en appelant centimètre l'unité d'inductance du système électromagnétique absolu et l'unité de capacité du système électrostatique absolu.

INDUCTEUR. Qui produit le phénomène de l'induction électrique ou magnétique.

— **Pouvoir inducteur spécifique relatif.** Rapport de la capacité d'un condensateur construit avec un diélectrique donné à celle qu'aurait ce même condensateur si l'on substituait l'espace vide (ou pratiquement l'air) à ce diélectrique (C. E. I., 1934). Le *pouvoir inducteur spécifique relatif* d'un diélectrique par rapport au vide est le facteur K qui multiplie la capacité d'un condensateur électrique sphérique, lorsqu'on substitue

au vide ce diélectrique. Synonyme : *constante diélectrique*. Voir *constante, diélectrique*.

(Angl. *Specific Inductive Capacity*. — All. *Dielektrische Konstante*.)

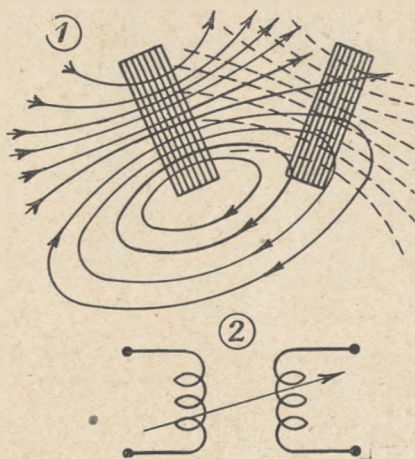
— **Enroulement inducteur.** Partie d'une machine électrique destinée essentiellement à la production du flux magnétique (C. E. I., 1934). Dans les dynamos à courant continu, l'inducteur est la partie fixe. Dans les alternateurs et les moteurs synchrones, c'est généralement la partie mobile. Dans les alternateurs à haute fréquence, l'inducteur est une pièce magnétique de révolution qui ne possède aucun enroulement, le flux qui le traverse étant produit par un bobinage fixe concentrique à l'axe de rotation. L'inducteur porte à sa périphérie une denture appropriée. Voir *alternateur à haute fréquence*.

(Angl. *Inductor*. — All. *Induktor*.)

INDUCTIF. Se dit d'un circuit ou d'un appareil où peut se manifester le phénomène de l'induction, magnétique ou électrique. On dit en général qu'un circuit est *inductif* lorsque le courant alternatif qui le traverse est *déphasé* par induction par rapport à la force électromotrice qui le produit.

— **Charge inductive.** Disposition prise pour augmenter artificiellement l'inductance d'une ligne en vue de diminuer l'affaiblissement des courants que transmet cette ligne (C. E. I., 1934). Voir *charge, krarupisation, pupinisation*.

— **Couplage inductif.** Couplage produit par induction entre deux circuits



Couplage inductif entre deux bobines: 1. Représentation des lignes de force produisant le couplage. — 2. Figuration symbolique du couplage inductif.

ou deux organes d'un circuit, par exemple deux enroulements. Voir *couplage*.

(Angl. *Inductive*. — All. *Induktif*.)

INDUCTION. Phénomène de transmission à distance d'énergie électrique ou magnétique au moyen des champs de forces qui se referment dans l'espace,

— **Induction électrique ou électrostatique.** Produit de l'intensité du champ par la constante diélectrique (C. E. I., 1934).

— **Induction électrostatique.** Action réciproque de deux corps distants, dont l'un au moins est électrisé.

— **Induction électromagnétique.** Production de forces électromotrices: 1° Dans un circuit fermé, par la variation du flux magnétique embrassé; 2° Dans un élément de circuit, par les lignes d'induction magnétique qu'il coupe (C. E. I., 1934).

Conséquence du phénomène de l'induction magnétique ou électrostatique, par lequel des forces électromotrices prennent naissance dans un conducteur, soit par variation de l'intensité du champ (bobine parcourue par un courant variable), soit par déplacement relatif du conducteur et du champ (déplacement d'un conducteur devant un aimant ou un électro-aimant, déplacement de l'induit d'une machine par rapport à l'inducteur, etc...).

— **Induction à haute fréquence.** L'induction à haute fréquence constitue un cas particulier de l'induction électrostatique et de l'induction magnétique. C'est un complexe de ces deux phénomènes qu'on nomme induction électromagnétique. Une différence essentielle existe entre l'induction à basse fréquence et l'induction à haute fréquence, qui sont cependant de même nature: les effets de la première ne se font sentir que localement, au voisinage des circuits où s'effectue la variation de flux, tandis que les effets de la seconde se manifestent à des distances considérables, grâce à la propagation des ondes radioélectriques.

La considération des ondes permet d'expliquer l'induction à haute fréquence exactement comme l'induction à basse fréquence. On peut ainsi montrer comment une antenne d'émission agit à distance sur un récepteur. Une antenne d'émission est constituée par une nappe élevée, siège d'une tension considérable par rapport à la terre, et par une descente d'antenne parcourue par un courant maximum sous une faible tension. La nappe d'antenne et le sol peuvent être assimilés aux armatures d'un gigantesque condensateur, tandis que la descente d'antenne se comporte comme le primaire d'un transformateur de courant. Dans l'onde rayonnée par la station, on distingue une onde électrique verticale (due à l'effet de condensateur). Et une onde magnétique horizontale (due à l'effet de transformateur). En tout point de l'espace, le passage de l'onde fait naître ces deux forces, qui sont à angle droit avec la direction de la propagation et dont les directions sont indiquées par la *régle des trois doigts* ou de *Fleming*. (Voir *doigt, Fleming*.)

Lorsque l'onde rencontre une antenne de réception, la force électrique du champ qu'elle produit agit entre la nappe et le

sol comme entre les deux armatures d'un condensateur. En somme, entre l'antenne d'émission et celle de réception, il se produit un simple phénomène d'induction électrostatique, avec cette seule particularité qu'il est véhiculé au loin par la force électrique de l'onde.

De même, si l'onde rencontre un cadre récepteur, la force magnétique du champ agit dans ce cadre comme à travers le circuit secondaire d'un transformateur. En effet l'induction ne peut se produire si le cadre est perpendiculaire à la direction de l'onde, c'est-à-dire parallèle à la force magnétique, qui ne peut alors engendrer un flux magnétique à travers son enroulement. Ainsi, dans ce cas, l'antenne d'émission et le cadre de réception se comportent comme les deux enroulements d'un transformateur, entre lesquels le flux magnétique serait propagé à grande distance par les ondes.

Dans l'un et l'autre cas, le rôle des ondes paraît donc d'étendre le domaine du phénomène de l'induction à tout l'espace au lieu de le confiner au voisinage des circuits.

(Angl. *High Frequency Induction*. — All. *Hochfrequenzinduktion*.)

— **Induction magnétique.** Vecteur qui représente en grandeur et en direction l'état de polarisation totale dû à un champ magnétique et qui a pour valeur le produit de l'intensité du champ par l'inverse de la constante physique de la loi de Coulomb.

La valeur de l'induction en un point, peut être évaluée soit par mesure de la force mécanique exercée sur un élément de conducteur, parcouru par un courant placé en ce point, soit par la mesure des forces électromotrices produites dans un circuit élémentaire entourant ce point (C. E. I., 1934).

L'induction magnétique est une grandeur B , caractéristique de l'état magnétique en un point d'un milieu aimanté où le champ magnétique a la valeur H . La perméabilité magnétique du milieu étant désignée par μ , on a $B = \mu H$. Cette grandeur est encore appelée *densité du flux*, puisque le flux magnétique Φ a pour expression $\Phi = BS$ en désignant par S la surface totale traversée par le flux (surface de toutes les spires d'une bobine ou surface s de la spire moyenne multipliée par le nombre total n des spires, $S = ns$).

En pratique, on observe une induction effective plus faible que l'induction théorique dans les noyaux feuilletés, ou divisés en tôles, fils ou grains séparés par un isolant. Si e est l'épaisseur de la couche isolante et $2d$ celle de la tôle, le rapport de l'induction effective à l'induction théorique est

$$\frac{2d}{2d + e}$$

Voir *fer* et *perméabilité*.

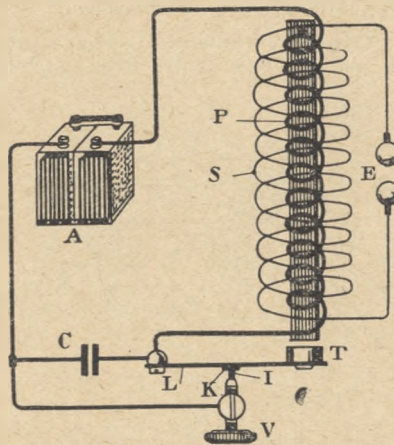
— **Induction mutuelle.** Production d'une force électromotrice dans un cir-

cuit par les variations du courant dans un autre circuit (C. E. I., 1934). Tandis que le coefficient d'induction propre, ou *auto-inductance*, est toujours positif, le coefficient d'induction mutuelle ou *inductance mutuelle* est positif si le flux d'induction mutuelle est de même sens que le flux de self-induction; dans le cas contraire, il est négatif. Le changement de sens du flux peut être obtenu, soit par le changement de sens du courant, soit par le changement de face de la bobine.

— **Induction propre.** Induction d'un circuit sur lui-même. Synonyme *auto-induction* et *self-induction*.

— **Appareil d'induction.** Appareil (de mesure) dans lequel on utilise l'action de courants inducteurs fixes sur les courants qu'ils induisent dans des pièces mobiles (C. E. I., 1934).

— **Bobine d'induction.** Transformateur dont la partie ferromagnétique est ouverte et dont l'enroulement primaire est parcouru par un courant périodiquement interrompu (C. E. I., 1934). Avant l'utilisation industrielle du courant alternatif la bobine d'induction servait à produire des tensions alternatives élevées. Son circuit primaire, alimenté au moyen d'accumulateurs, est coupé au moyen d'un interrupteur à marteau assez semblable à un trembleur de sonnerie. La fréquence des interruptions — et, par



Bobines d'induction : P, circuit primaire; S, circuit secondaire; E, éclateur; A, accumulateur; C, condensateur fixe; L, lame vibrante; K, pièce de contact; I, interrupteur; T, masse du trembleur; V, vis de réglage de la coupure.

suite, du courant induit — dépend de la dimension de la lame vibrante et de son réglage. Cette bobine a été longtemps utilisée pour l'alimentation des éclateurs des petits postes d'émission à ondes amorties.

(Angl. *Induction Coil*. — All. *Induktionsspule*.)

— **Compteur d'induction.** Voir *compteur*.

— **Moteur d'induction.** Moteur à courants alternatifs sans collecteur, dont une partie seulement, rotor ou stator, est reliée au réseau (C. E. I., 1934). Voir *moteur*.

— **Réactance d'induction.** Produit de l'inductance par la pulsation (C. E. I., 1934). Si l'on désigne par L l'inductance et par ω la pulsation, la réactance d'induction a donc pour expression :

$$S = L \omega.$$

INDUCTIVITÉ. Terme d'origine anglaise, synonyme de *pouvoir inducteur spécifique* et de *constante diélectrique*. Voir ces mots.

(Angl. *Inductivity*.)

INDUIT. Se dit d'un phénomène électrique ou magnétique produit par induction : *courant induit*, *force électromotrice induite*.

(Angl. *Induced*. — All. *Induziert*.)

— **Enroulement induit.** Enroulement dans lequel sont développées des forces électromotrices par induction. Par extension : ensemble de l'enroulement et de son support (C. E. I., 1934). Dans les dynamos à courant continu et moteurs asynchrones, l'induit est la partie mobile (rotor). Dans les alternateurs, l'induit est la partie fixe (stator). En particulier, dans les alternateurs à haute fréquence, le stator porte des dents très minces découpées dans des pièces polaires finement feuilletées. Le stator possède ainsi 300 à 1.000 encoches dans lesquelles on loge le bobinage induit. Dans les alternateurs français Bethenod-Latour, la disposition spéciale de la denture de l'induit (dit à utilisation partielle de la périphérie) permet d'augmenter le nombre des encoches et, par suite, la fréquence du courant. L'induit de cette machine est à entrefer radial de 0,7 à 0,9 mm. Voir *alternateur à haute fréquence*.

(Angl. *Armature*. — All. *Anker*.)

— **Induit en anneau.** Induit comportant un enroulement en anneau (C. E. I., 1934).

— **Induit en tambour.** Induit comportant un enroulement en tambour (C. E. I., 1934). Voir *enroulement*.

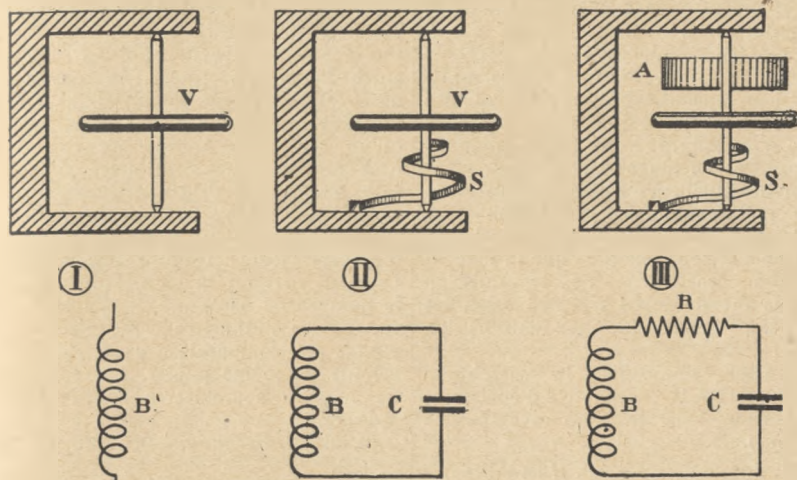
— **Radioactivité induite.** Propriété radioactive qu'un corps quelconque acquiert en présence d'émanations radioactives (C. E. I., 1934). Voir *radioactivité*.

— **Réaction d'induit.** Ensemble des phénomènes magnétiques résultant du passage du courant dans les enroulements induits d'une machine électrique et, plus particulièrement, force magnétomotrice due au passage du courant dans ces enroulements (C. E. I., 1934).

— **Section d'induit.** Plus petite partie de l'enroulement d'un induit dont les extrémités sont connectées à deux lames du collecteur (C. E. I., 1934).

INERTIE. Inertie matérielle. Propriété de la matière qui s'oppose à toute modification de son état de repos ou de mouvement.

INFLUENCE. Electrification par influence. Phénomène qui permet d'isoler sur un conducteur des masses électriques d'un signe donné en utilisant l'induction



Inertie mécanique et inertie électrique : I. Analogie de l'inductance de la bobine B, représentée par l'inertie du volant du balancier V. — II. Analogie de l'inertie d'un circuit électrique : l'inductance B est analogue à l'inertie du balancier V, la capacité C analogue à l'élasticité du ressort spiral S. — III. Même analogie dans le cas où le circuit est amorti : la résistance R est comparable à l'amortisseur A.

— **Inertie électrique.** Par analogie avec l'inertie mécanique, on nomme inertie électrique la propriété conférée à un circuit par la présence de l'inductance. Cette grandeur a pour effet de s'opposer aux variations d'amplitude du courant électrique, comme la masse matérielle s'oppose aux modifications de mouvement qu'on prétend lui imprimer. Ainsi l'inductance s'oppose à l'établissement d'un courant dans un circuit en emmagasinant de l'énergie dite de self-induction; inversement, si l'on coupe brusquement le courant d'un circuit, l'inductance tend à le maintenir et restitue l'énergie emmagasinée en produisant une étincelle qui donne passage au courant dit *extra-courant* de rupture.

L'inertie électrique (inductance) et l'élasticité électrique (capacité) sont les deux propriétés indispensables à un circuit électrique oscillant. Les oscillations proviennent d'un échange incessant d'énergie entre l'inductance et la capacité. L'énergie électrique se présente successivement sous forme d'énergie cinétique emmagasinée dans la bobine par la force vive du courant, et d'énergie potentielle contenue dans le condensateur. L'oscillation électrique se produit d'autant mieux que le circuit est moins résistant. On peut comparer très simplement un circuit oscillant à l'équipement d'un balancier d'horlogerie : l'inductance de la bobine (inertie) est analogue à la masse du volant; la capacité du condensateur (élasticité) est comparable à l'élasticité mécanique du ressort spiral; la résistance électrique est semblable à la résistance mécanique produite par la palette d'un amortisseur à air.

(Angl. *Electrical Inertia*. — All. *Elektrische Trägheit*.)

électrostatique d'un autre conducteur électrisé.

— **Machine à influence.** Machine électrostatique dont le fonctionnement repose sur les phénomènes d'induction électrostatique (C. E. I., 1934).

(Angl. *Influence*. — All. *Influenz*.)

INFRA-ACOUSTIQUE. Se dit d'un phénomène périodique dont la fréquence est trop basse pour donner lieu à des effets acoustiques.

— **Télégraphie infra-acoustique.** Exploitation au télégraphe, par modulation de courant continu, de lignes exploitées simultanément au téléphone, la distinction des deux voies de transmission étant assurée, aux extrémités de la ligne, par des systèmes de réseaux filtrants appropriés (C. E. I., 1934).

(Angl. *Infra-acoustic*. — All. *Infra-akustisch*.)

INFRADYNE. Terme désignant un récepteur à *changeur de fréquence*, dans lequel la fréquence intermédiaire utilisée est plus élevée que la fréquence de l'onde à recevoir. La méthode des *battements* entre l'onde reçue de fréquence F et l'onde locale de fréquence f provoque la formation de deux ondes de fréquences respectives $f_1 = F - f$ et $f_2 = F + f$. Dans les *infradynes*, on utilise comme fréquence intermédiaire la fréquence la plus élevée, c'est-à-dire f_2 . Les *superhétérodynes*, en général, se prêtent mal à l'emploi de cette fréquence très élevée, qui convient mieux aux récepteurs à *superréaction*. L'ensemble de l'*infradyne* comprend un changeur de fréquence, un récepteur à *superréaction* réglé sur la

haute fréquence des battements et, le cas échéant, un amplificateur à basse fréquence. Le changeur de fréquence est accordé de manière à donner par battements une onde voisine de 100 mètres. Le récepteur peut être pourvu d'une détectrice à réaction avec lampe bigrille. Le circuit d'accord comporte une bobine de 15 spires accordée au moyen d'un condensateur variable de 0,25 millièmes de microfarad. Le circuit oscillant possède une bobine de 1.500 tours et un condensateur de 0,001 à 0,002 millièmes de microfarad. On peut combiner l'amplification à haute fréquence avec un montage réflex. Pour le changeur de fréquence et pour la *superréaction*, il est recommandé d'employer de préférence une lampe bigrille.

(Angl., All. *Infradyne*.)

INFRA-ROUGE. Se dit des phénomènes vibratoires de l'éther dont la longueur d'onde est immédiatement supérieure à celle des ondes lumineuses les plus longues (rouge). On appelle plus généralement ces ondes des *ondes calorifiques* parce qu'elles rayonnent la chaleur. Les ondes infra-rouges constituent une gamme de 8 octaves dont les longueurs d'onde s'étendent de 300 à 0,8 millièmes de millimètre et dont les fréquences vont de 1 à 375 trillions de cycles par seconde.

Les rayons infra-rouges peuvent être utilisés en photographie, à la condition d'employer des émulsions spéciales, dont la sensibilité est renforcée par des matières colorantes (concentration de l'ordre de 10^{-6}). En 1890, Abney a pu photographier des radiations de 14.000 angströms au moyen d'une émulsion bleue de bromure d'argent dans le collodion. En 1910, la sensibilité s'est élevée à 8.000 angströms avec la cyanine. Actuellement, on dispose, grâce aux nouveaux dérivés de la cyanine, de sensibilités de 7.500 à 9.500 angströms environ. On peut atteindre 12.000 angströms avec des poses de l'ordre de 24 à 48 heures.

Les rayons infra-rouges se prêtent à la photographie dans le brouillard et à l'obscurité apparente et même à la vision, au moyen d'un appareil récepteur spécial, appelé « noctovisor ». C'est une sorte de récepteur de télévision, comportant une cellule photoélectrique, sensible aux rayons infra-rouges, une roue de Nipkow et un amplificateur.

La photographie en rayons infra-rouges est utilisée à bord des navires qui sont appelés à voyager dans le brouillard. Les services de navigation aérienne peuvent prendre, même par mauvais temps, d'excellentes photographies en rayons infra-rouges, notamment des panoramas de montagnes éloignées.

(Angl. *Infra Red*. — All. *Untenrot*.)

INJECTION. Procédé chimique qui consiste à imprégner les poteaux de bois d'une substance qui les conserve, en évitant la pourriture ou l'attaque par les insectes et les vers. Ce traitement, à base de sulfate de cuivre, de chlorure de zinc ou de produits de la distillation du bois,

est indispensable pour protéger les mâts d'antenne en bois.

(Angl. *Boucherising*. — All. *Einspritzung*.)

INSCRIPTEUR. Appareil qui inscrit sur bande, film, disque ou cylindre, les transmissions radioélectriques en téléphonie ou en télégraphie. On dit aussi *relais* inscripteur ou *enregistreur*. L'inscripteur Morse se compose essentiellement d'un relais électromagnétique à palette qui commande le mouvement d'une molette encreuse. Cette molette vient appuyer sur une bande de papier, animée entre deux rouets d'un mouvement de progression continu, et y inscrit les traits et les points de l'alphabet Morse. Dans certains modèles, la molette est remplacée par un tire-ligne. La progression de la bande est assurée par un mouvement d'horlogerie. En radiotélégraphie, l'inscripteur est monté à la suite d'un amplificateur à très basse fréquence.

(Angl. *Recording Relay*. — All. *Registrierapparat*.)

INSONORE. Matériaux insonores. Les recherches d'acoustique pour la pro-

Parmi les matériaux insonores, on peut classer les tissus de laine, feutres de poils, tissus de crin. Puis le caoutchouc, le liège, les fibres de bois ou de végétaux incorporés dans le ciment. Le liège aggloméré au ciment ou au brai a une résistance mécanique faible.

Les matériaux minéraux ont un facteur d'absorption faible. Pour leur incorruptibilité, leur incombustibilité, leur qualité non hygrométrique, on utilise parfois l'ouate d'amiante, le verre filé, les matelas d'amiante et de magnésie.

L'un des meilleurs isolants acoustiques est la paille comprimée, que l'on peut obtenir en panneaux deux fois plus légers que le bois et sept fois plus que la maçonnerie. Son coefficient de transmission phonique est de 0,003 à 0,006 selon les fréquences, son coefficient d'absorption de 0,89.

De même, on utilise le varech en panneaux de 8 à 10 centimètres d'épaisseur, le feutre de bois, le chanvre imprégné de bitume.

(Angl. *Insonorous*. — All. *Unschallend*)

INSTALLATION Installation électrique. Ensemble des appareils et acces-

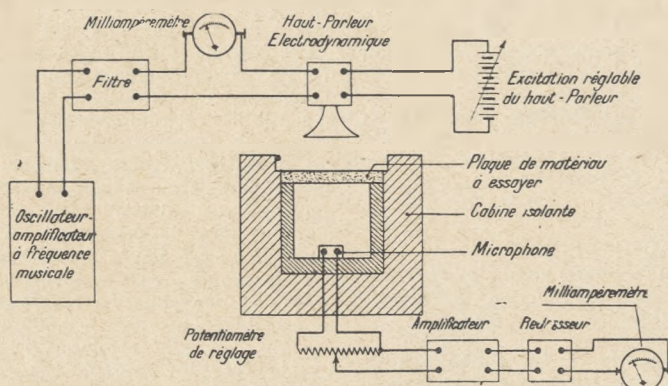


Schéma pour la mesure de l'isolement acoustique produit par un matériau insonore.

tection contre le bruit ont abouti à l'étude d'un certain nombre de matériaux insonores. L'insonorité d'un matériau est caractérisée par son coefficient d'absorption acoustique :

$$K = \frac{I - R}{I}$$

I étant l'intensité sonore incidente et R l'intensité sonore réfléchie. L'absorption maximum, celle d'une paroi d'air (fenêtre ou porte ouverte) est égale à 1. Le coefficient K , variable pour chaque substance, varie également en fonction de la fréquence, notamment de 125 à 4.000 p : s dans la bande acoustique normale.

Le principe de la méthode d'isolement phonique, indiquée par M. Cellerier, au laboratoire national des Arts et Métiers, est donné par la figure. Le rapport des intensités sonores transmises et reçues est égal au carré du rapport des courants électriques traduisant le son à l'émission et à la réception. Ce rapport est appelé *facteur de transmission phonique*.

soires destinés à la production, à la distribution et à l'utilisation de l'énergie électrique (C. E. I., 1934).

INSTANTANÉ Puissance instantanée. Limite de la puissance moyenne lorsque le temps devient infiniment petit (C. E. I., 1934). — **Valeur instantanée.** Valeur d'une grandeur variable à un instant donné (C. E. I., 1934).

INTÉGRALE. Intégrale de ligne. Intégrale du produit de chaque élément d'une ligne par la composante tangentielle du vecteur (C. E. I., 1934).

INTÉGRATEUR. Appareil intégrateur. Appareil qui intègre pendant un temps donné une certaine grandeur (C. E. I., 1934). Se dit d'un appareil qui effectue automatiquement la totalisation, c'est-à-dire l'intégration physique d'une grandeur électrique ou magnétique variable en fonction du temps. Les ampèremètres,

voltmètres, wattmètres enregistreurs, dont l'aiguille est munie d'un stylet qui inscrit la variation sur une feuille de papier, sont des appareils intégrateurs. Pour connaître le nombre d'ampères-heures, volts-heures ou watts-heures enregistrés pendant un certain temps, il suffit de mesurer la surface de papier S comprise entre la courbe tracée, la droite des *abscisses* et les deux *ordonnées* qui figurent l'instant initial et l'instant final. Sachant qu'un centimètre d'ordonnée correspond à x ampères, un centimètre d'abscisse à y heures, un centimètre carré de la surface représente xy ampères-heures, d'où, par simple division, S/xy est le nombre d'ampères-heures totalisé par l'appareil. On peut mesurer la surface en comptant le nombre de carreaux (si elle est tracée sur papier millimétré), ou mieux en la pesant par comparaison avec une surface connue du même papier. Les compteurs, les ampères-heuremètres sont des *intégrateurs*.

(Angl. *Integrating*. — All. *Integralzähler*.)

INTÉGRATION. Opération qui consiste à effectuer l'intégrale mathématique, en général la sommation dans le temps, d'une grandeur variable.

— **Durée d'intégration.** Période minimum pendant laquelle une tension sinusoïdale doit être appliquée aux bornes de l'appareil pour que l'aiguille de l'instrument de mesure atteigne, à 2 décibels près, la déviation que l'on aurait dans le cas où la même tension sinusoïdale serait appliquée indéfiniment (C. C. I. F.). Dans les *indicateurs d'impulsion*, la durée d'intégration doit être de 0,02 s au plus, c'est-à-dire que 0,02 s après l'application d'une tension sinusoïdale, l'aiguille doit être revenue à une division qui repère une amplitude au moins égale à 75 % de l'amplitude vraie. Pratiquement, on arrive à 92 % près.

— **Wattmètre à intégration.** Wattmètre qui enregistre la puissance en fonction du temps, qui permet, par conséquent, de connaître l'énergie mise en jeu depuis le début de l'enregistrement jusqu'à un instant donné quelconque.

(Angl. *Integrating Wattmeter*. — All. *Registrierendes Wattmeter*.)

INTELLIGIBILITÉ. En téléphonie, rapport du nombre de mots correctement reçus, dans une conversation suivie, au nombre total des mots transmis. Cette notion simple est difficile à préciser pratiquement, l'intelligence de l'auditeur suppléant souvent à l'intelligibilité du texte par la connaissance du contexte. Dans le même ordre d'idées, on définit la *netteté pour les phrases*, la *netteté pour les mots* et la *netteté pour les logatomes*, le logatome constituant une émission vocale élémentaire.

INTENSITÉ. Terme utilisé pour désigner la valeur de certaines grandeurs électriques ou magnétiques dirigées, par

analogie avec l'intensité d'un vecteur. C'est ainsi qu'on dit l'intensité du champ de la pesanteur, l'intensité d'un courant, l'intensité d'un champ électrique ou magnétique. Il est incorrect d'appeler *intensité* tout court l'intensité de courant, qu'il est, par contre, permis d'appeler simplement *courant*.

— **Intensité d'aimantation.** Vecteur dirigé suivant l'axe magnétique et ayant comme module le quotient du moment magnétique d'un élément de la substance par le volume de cet élément (C. E. I., 1934). C'est un vecteur qui caractérise l'état d'aimantation d'une substance magnétique.

(Angl. *Intensity of Current, of Magnetisation*. — All. *Strom, Magnetisierungsinität*).

— **Intensité de champ.** Valeur numérique du vecteur caractérisant le champ (C. E. I., 1934).

— **Intensité du champ magnétique.** Quotient de la force mécanique exercée par le champ magnétique sur une quantité de magnétisme, par cette quantité (C. E. I., 1934).

— **Intensité de courant.** Quotient par le temps de la quantité élémentaire d'électricité qui traverse une section déterminée d'un conducteur pendant le temps infiniment petit correspondant (C. E. I., 1934).

— **Intensité efficace d'un courant.** Voir *efficace*. Le calcul de l'intensité efficace d'une série périodique de trains d'oscillations s'établit au moyen de la formule de Bjerkness, qui suppose un certain nombre d'hypothèses, notamment un couplage extrêmement lâche des circuits en oscillation (R. Mesny).

— **Système à intensité de courant constante.** Système de distribution dans lequel les appareils récepteurs, groupés en série, sont alimentés par des courants constants (C. E. I., 1934).

— **Transformateur d'intensité.** Synonyme de *transformateur de courant*. Voir *courant*, *transformateur*.

— **Intensité physiologique d'audition.** Dans la mesure des phénomènes acoustiques, intensité qui produit un effet de gêne. Voir *acoustique*, *audition*.

— **Intensité subjective d'audition.** Grandeur qui traduit l'impression sonore des auditeurs. En général, on compare les sensations sonores à celle produite par le son de fréquence 1.000 p : s donnant une impression d'égale intensité. L'intensité subjective N , exprimée en *phones* est définie par :

$$N = 10 \log_{10} \frac{I_r}{I_a} = 20 \log_{10} \frac{p_r}{p_a}$$

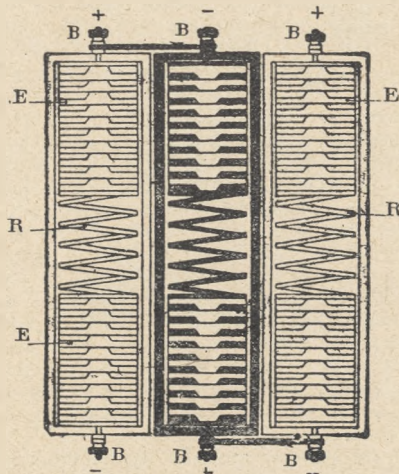
où I_r est l'intensité du son, I_a l'intensité acoustique définissant le seuil d'audibilité conventionnel à 1.000 p : s, p_r et p_a les pressions acoustiques correspondantes. Or le seuil acoustique n'est pas le même

pour les intensités croissantes et pour les intensités décroissantes. La différence entre ces deux seuils est de plusieurs *phones* ou *décibels*. On admet en Allemagne pour I_a , $27 \times 10^{10} \mu W : cm^2$, soit 32×10^4 baryes; aux États-Unis, 10^3 baryes.

INTERACTION. Interaction des ondes. Terme général désignant les diverses actions réciproques des ondes électromagnétiques au cours de leur propagation dans l'éther. Appleton a montré en 1933, que ces phénomènes ont leur origine dans la région de l'atmosphère dite couche de Kennelly-Heavyside, qui n'est pas d'ailleurs une simple nappe, mais une zone ionisée, présentant des maxima et des minima. Il existerait d'après Appleton deux régions principales, une région E à l'altitude de 120 km. et une région F à l'altitude de 240 km. environ au-dessus du sol. Ces deux zones auraient des densités d'ionisation respectives de 120.000 et 400.000 électrons par centimètre cube. La première région réfléchirait les ondes relativement longues ($\lambda > 200m.$); la seconde, les ondes relativement courtes ($\lambda < 100m.$). Dans la région basse se manifestent d'importantes variations de densité entre le jour et la nuit. Ainsi la nuit, lorsque la densité de E est le plus faible, les ondes longues, peuvent atteindre la région F. Inversement, pendant le jour, les ondes les plus courtes sont réfléchies vers la terre par la couche E, au maximum de son ionisation.

On donne plus particulièrement le nom d'*interaction* des ondes au phénomène particulier observé pour la première fois lors de l'émission de Radio-Luxembourg et que, pour cette raison, on dénomme *effet Luxembourg*. Nous avons donné d'autre part, p. 209-210 la description de ce phénomène, ainsi que la carte dressée à cet effet par la World-Wide-Radio-Research-League (W. R. R. L.). Voir *effet*.

INTERCHANGEABLE. Bobine ou transformateur interchangeable. Bo-



Pile à éléments interchangeables: B, bornes; R, ressorts maintenant en place les éléments; E, éléments de pile.

bine ou transformateur que l'on peut remplacer par un organe de même nature, mais possédant un nombre de tours ou un rapport de transformation différent, convenant mieux à la longueur d'onde choisie. Ces organes sont généralement pourvus de connexions à broches ou à douilles (Voir ces mots). Les bobines interchangeables ont généralement deux plots ou deux broches, car il importe peu de reconnaître l'entrée ou la sortie de la bobine (le changement simultané de la face de la bobine et du sens du courant équivalant au statu quo). — Les transformateurs sont ordinairement pourvus de broches disposées en *quadrilatère*, comme celles des lampes triodes, afin qu'il soit impossible de ne pas respecter la disposition des connexions (entrées et sorties du transformateur).

— **Piles à éléments interchangeables.** Piles à éléments plats empilés les uns sur les autres et maintenus en place par des ressorts. Chaque élément possède une électrode positive et une négative entre lesquelles est immobilisé l'électrolyte. Le remplacement d'un élément défectueux de cette pile est instantané. (Angl. *Plug-in Coil, Transformer*. — All. *Auswechselbar Spule, Transformator*).

INTERCONNEXION. Artère ou feeder d'interconnexion. Artère reliant deux sources d'énergie (C. E. I., 1934). (Angl. *Interconnexion*. — All. *Zwischenschaltungen*).

INTERFÉRENCE. Effet de la superposition à une onde fondamentale d'une autre oscillation de fréquence plus ou moins rapprochée ou d'une perturbation parasite (C. E. I., 1934). Mouvement vibratoire complexe provenant de la composition des vibrations de deux trains d'ondes libres qui se rencontrent. L'interférence se produit généralement dans l'un des deux cas suivants : l'onde considérée rencontre une onde réfléchie ou bien une autre onde.

Le premier cas se produit dans la plupart des circuits, surtout s'ils sont très étendus, tels que les lignes et les antennes. Un train d'ondes se propageant sur une antenne rencontre une partie de ce même train d'ondes qui se propage en sens contraire après réflexion à l'extrémité de l'antenne. L'interférence provenant de deux trains d'ondes progressives de même fréquence donne naissance au phénomène des *ondes stationnaires*. Ces ondes, qui ont la même fréquence que les ondes progressives, varient d'amplitude sur place, sans se propager. D'une manière générale, les courants de haute fréquence, circulant dans les circuits, les cadres, les antennes, sont des ondes stationnaires provenant de l'induction d'ondes progressives ou bien donnant naissance à ces ondes par rayonnement.

Lorsqu'une onde rencontre une autre onde de fréquence voisine, mais non pas égale, l'interférence prend le nom

de phénomène des *battements* (voir ce mot). L'onde de battements possède une fréquence qui est la somme des fréquences des ondes composantes. Cette onde est d'ailleurs modulée à une fréquence qui est la différence des fréquences des ondes composantes. Les amplitudes maximum et minimum de l'onde de battement sont égales respectivement à la somme et à la différence des amplitudes des ondes composantes. Ce genre d'interférence est produit soit volontairement au moyen d'un émetteur local lorsqu'on utilise la méthode hétérodyne, soit involontairement entre l'onde à recevoir et une autre onde — locale ou non — de fréquence voisine. C'est seulement dans ce sens qu'on peut dire que l'émission d'une station *interfère* avec celle d'une autre station.

Nous mettons en garde le lecteur français contre l'extension abusive de la signification du mot *interférence* à tous les *brouillages* qui affectent les émissions. Cette confusion est amenée par le rapprochement avec la langue anglaise, dans laquelle *interférence* signifie toute perturbation des ondes radioélectriques, aussi bien celles produites par les courants telluriques ou industriels et les parasites atmosphériques. Voir *antiparasite*, *brouillage*, *parasite*, *perturbation*.

(Angl. *Interference*. — All. *Interferenz*).

INTERFÉRER. Produire une *interférence*. On dit que deux ondes *interfèrent* lorsqu'elles produisent une onde stationnaire ou des ondes de battement. En radiophonie, on admet que deux émissions sur ondes porteuses modulées peuvent interférer lorsque leurs fréquences diffèrent de moins de 10 kilohertz. Le plan de l'Union internationale de Radiodiffusion prévoit que deux émissions voisines doivent présenter un écart de fréquence au moins égal à 10 kilohertz.

(Angl. *To interfere*. — All. *Ueberlagern*).

INTERFLEX. Type de récepteur simple monolampe, dans lequel la lampe triode est couplée directement au détecteur à galène. Malgré cette absence de transformateur, une assez grande amplification est obtenue.

Les valeurs sont toujours classiques : CV, condensateur variable de 0,5/1000^e microfarad ; S, self d'accord ; D, détecteur à galène ; C, condensateur fixe 0,5/1000^e microfarad ; Rh, rhéostat 8 à 15 ohms environ.

La lampe peut être une A 409 ou une TA09.

L'absence de toute réaction magnétique ou statique permet une réalisation rapide et d'un volume très réduit : quant aux résultats, s'ils dépassent en puissance ceux obtenus avec un détectrice à réaction classique, ils sont en revanche inférieurs en ce qui concerne la sélectivité.

On peut remédier dans une certaine mesure à ce défaut en disposant le condensateur d'accord CV non plus en série, mais en parallèle sur le bobinage S, et

en intercalant dans la descente d'antenne un condensateur fixe au mica d'une capacité avoisinant 0,15/1000^e microfarad.

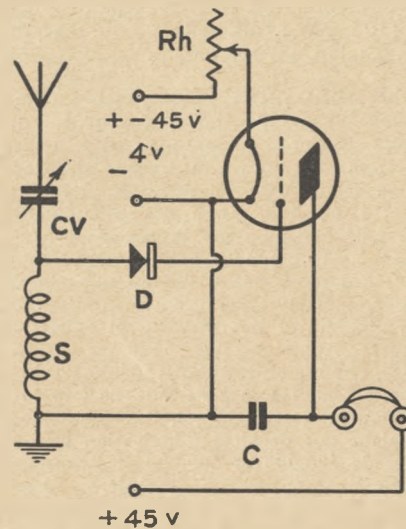


Schéma de montage du circuit interflex.

En haute tension, les 45 volts indiqués sur le schéma de principe suffisent largement, mais il est possible d'aller jusqu'à 90 à 80 volts sans aucune modification : la puissance de réception sera augmentée dans ce cas, proportionnellement (F. de Bévillé).

(Angl., All. *Interflex*).

INTÉRIEUR. Antenne intérieure.

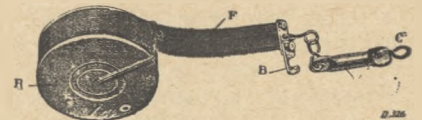
Antenne (de réception généralement) disposée à l'intérieur d'une maison ou d'un appartement, dans une pièce, dans un couloir, etc... En raison de l'absorption des parois, des murs et des objets environnants et de l'exiguïté de ses dimensions, ce genre d'antenne est beaucoup moins efficace que l'antenne extérieure. Mais c'est un dispositif pratique en ville, lorsqu'on dispose d'une place restreinte.

L'antenne intérieure est constituée par un conducteur isolé ou nu, tendu sur des isolateurs. L'isolement a une importance d'autant plus considérable que les matériaux de la maison sont plus conducteurs. En fait, tous les matériaux de construction : pierre, plâtre, ciment, sont plus ou moins conducteurs. Le ciment armé, surtout, absorbe tellement les ondes qu'il empêche de recevoir la plupart des émissions faibles ou lointaines. D'une manière générale, les armatures, ferrures, balcons, charpentes, tuyaux de fer pour l'adduction d'eau et le chauffage central, tuyaux en plomb pour le gaz, canalisations en cuivre pour la lumière, l'énergie électrique, le téléphone, les sonneries, etc., sont autant de conducteurs qui drainent les ondes. Ils peuvent d'ailleurs servir, en revanche, d'antennes intérieures de fortune.

Il est souvent commode de tendre l'antenne dans un grenier. On obtient de bons résultats si le toit n'est pas en zinc et si les poutres ne sont pas métalliques. Les

fils, parallèles ou en zigzag, passent dans de petites poulies isolantes en bois ou en os. Si le fil est nu, on emploie de préférence des poulies de porcelaine ou de verre. Il est avantageux de prendre un fil assez gros (2 à 3 mm de diamètre) ; toutefois, un fil mince (0,5 mm de diamètre) donne encore de très bons résultats. Si l'on peut mettre à profit une grande surface, on peut substituer au fil une nappe de treillis métallique, en cuivre, tendue comme une toile de hamac. Cette antenne a une capacité élevée. La descente d'antenne doit être non seulement bien isolée, mais écartée au maximum des murs, cloisons et objets avoisinants. C'est toujours la descente d'antenne qui est cause des pertes d'énergie à haute fréquence par induction dans les conducteurs voisins. On observera autant que possible un écartement de 20 à 50 centimètres entre le mur et la descente. Une bonne disposition consiste à faire passer la descente dans la cage de l'escalier.

Les montages d'antenne intérieure



Ruban de tresse métallique pour antenne intérieure : R, rouet ; F, tresse en fils métalliques isolés ; I, isolateur ; C, crochet de suspension ; B, barrette de connexion.

peuvent être variés à l'infini. Comme ces antennes sont toujours mal dégagées, il faut en revanche utiliser toute la place disponible dans la longueur ou la largeur. Dans un appartement, on mettra à profit un couloir, une enfilade de pièces. Ou bien on placera l'antenne en forme de croix ou de cadre au plafond. Seulement, chaque traversée de mur, chaque passage près d'un meuble ou d'une paroi constitue un point faible de l'antenne, une source de pertes d'énergie et de mauvais isolement.

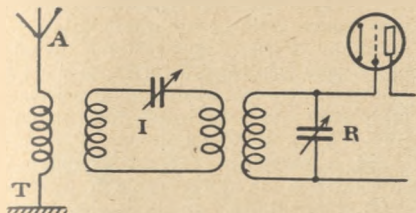
Pour diminuer la résistance de l'antenne et augmenter l'énergie captée, on peut former une cage à 6, 8 ou 10 brins tendus sur deux petits cerceaux de bois. On obvie au défaut d'esthétique en ne tendant cette antenne qu'au moment de s'en servir, entre deux crochets de fixation placés sur les parois opposées de la pièce.

Une antenne intérieure, très simple et très efficace, est constituée par une simple tresse de fil émaillé qu'on déroule de son rouet au moment de s'en servir (tressantenne). Il existe, en outre, des antennes intérieures de fortune, qui n'exigent aucune installation : tels sont les lustres pour l'éclairage, qui font merveille pour les ondes courtes. On peut aussi utiliser le réseau de lumière, à condition de ne le relier au récepteur qu'à travers un « bouchon », c'est-à-dire un condensateur à fort isolement. Toutefois, il est strictement interdit par l'admission des Postes et Télégraphes d'utiliser le réseau téléphonique aux fins d'antenne.

(Angl. *Indoor Aerial*. — All. *Innerantenne*).

— **Résistance intérieure.** Résistance électrique d'un circuit relative à son trajet dans une lampe électronique. La *résistance intérieure* d'une lampe est généralement synonyme de la résistance interne de son circuit filament-plaque ou cathode-anode. On peut de même considérer la résistance intérieure du circuit des grilles. Voir *interne, lampe, résistance*.

INTERMÉDIAIRE. Circuit intermédiaire. Se dit d'un circuit d'accord intercalé entre le circuit antenne-terre et le circuit résonnant d'un récepteur. Le rôle de ce circuit est d'augmenter la sélectivité du récepteur en ajoutant une



Circuit d'accord intermédiaire : A, antenne; T, prise de terre; I, circuit d'accord intermédiaire; R, circuit résonnant.

résonance supplémentaire sur l'onde à recevoir. L'un des exemples les plus caractéristiques de circuit intermédiaire est celui en usage sur la boîte d'accord à trois circuits, imaginée par M. H. de Bellescize et en service pendant la guerre dans les postes récepteurs fixes de la marine nationale. La disposition du circuit intermédiaire est celle de la figure.

(Angl. *Intermediate Circuit*. — All. *Zwischenkreits*).

— **Fréquence intermédiaire.** Fréquence comprise entre 1.500 et 6.000 périodes par seconde, dans la classification des fréquences établie par le C. C. I. R., à la Haye 1929. Voir *fréquence*.

On appelle aussi *fréquence intermédiaire* la fréquence résultant dans la réception superhétérodyne, de la combinaison de l'onde porteuse et de l'onde d'oscillation locale. On dit aussi *moyenne fréquence*. Voir *superhétérodyne, fréquence*.

(Angl. *Intermediate frequency*. — All. *Zwischenfrequenz*).

INTERMODULATION. On appelle *intermodulation* la production, dans un élément de circuit linéaire, de fréquences correspondant aux sommes et différences des ondes fondamentales et des harmoniques de deux ou plusieurs fréquences transmises à cet élément. En particulier, phénomène par lequel une émission de radiodiffusion lointaine ou faible module une émission puissante ou voisine.

(Angl. *Intermodulation*).

La *transmodulation* est une intermodulation résultant, dans l'appareil récepteur, de la modulation de l'onde porteuse à recevoir par une onde perturbatrice. Voir *transmodulation*.

(Angl. *Cross Talk*).

INTERNATIONAL. Code Morse international. C'est le Code Morse, universellement utilisé, et connu aussi sous le nom de Code Morse continental. Adopté depuis juillet 1913, il se distingue du Code Morse primitif par la suppression des signes d'espacement. Les lettres y sont représentées par quatre signes au plus et les chiffres par cinq signes au plus (points ou traits). Voir *alphabet, code, Morse*.

— **Unités électriques internationales.** Ce sont les unités du système pratique répondant aux définitions suivantes du Congrès de Londres (1908).

L'*ohm international* est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure de section uniforme, prise à la température de zéro degré centésimal, ayant une longueur de 106,3 cm et une masse de 14,4521 g.

L'*ampère international* est le courant uniforme qui dépose, par seconde, 0,001118 gramme d'argent par électrolyse d'une solution aqueuse de nitrate d'argent.

Les autres unités internationales, *volt, coulomb, farad, henry, joule, watt*, se déduisent des deux précédentes par les définitions classiques de la tension, de la quantité d'électricité, de la capacité, de

l'inductance, du travail et de la puissance. Voir *unité*.

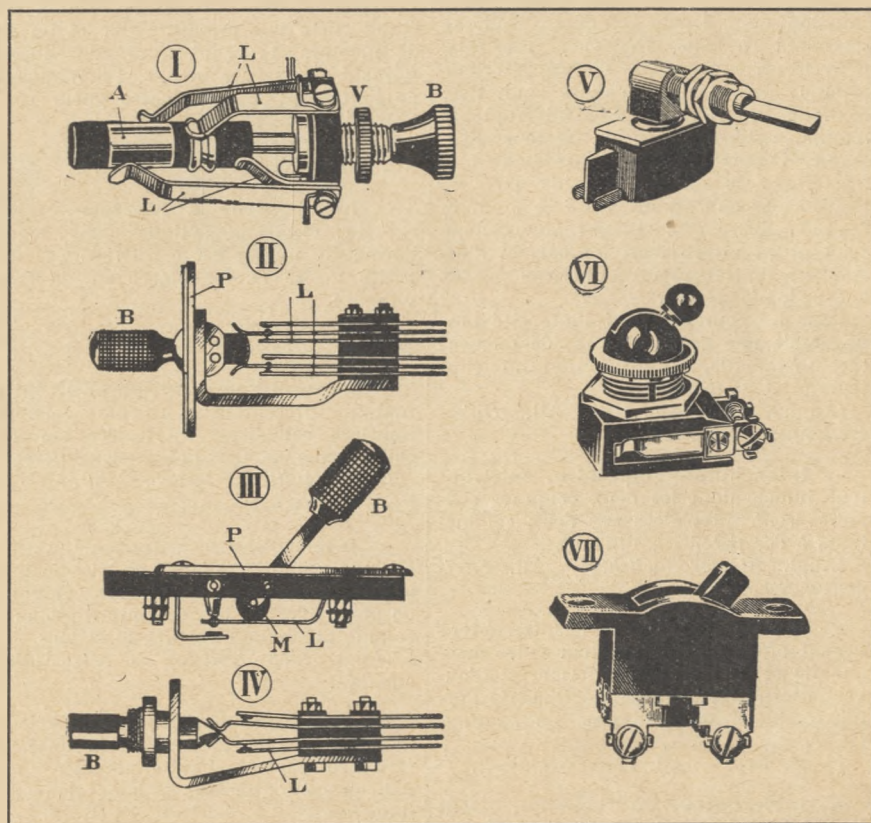
(Angl. *International*. — All. *International*).

INTERNE. Résistance interne. Rapport entre la variation élémentaire de la tension anodique et celle du courant, les conditions de tous les autres éléments restant constantes (C. E. I., 1934). Voir *lampe, résistance*.

INTERROMPU. Ondes interrompues. Ondes entretenues dont on fait l'interruption périodiquement à une fréquence musicale (C. E. I., 1934). Voir *fractionné*.

INTERRUPTEUR. Appareil destiné soit à établir, soit à arrêter le courant électrique qui traverse un circuit. Se compose ordinairement d'une ou plusieurs lames de cuivre qui établissent le courant lorsqu'on les engage entre des mâchoires métalliques, formant contact à ressort, ou encore sur des plots, sur des anneaux de métal, etc...

Les interrupteurs utilisés en radio-électricité peuvent être répartis en interrupteurs automatiques ou non. Les pre-



Divers types d'interrupteurs utilisés en radioélectricité : I, Commutateur à poussoir : A, anneaux de contact; L, lames de contact à ressort; V, vis de fixation sur le panneau; B, bouton-poussoir. — II, Clé à trois positions : B, bouton à va-et-vient; P, panneau; L, lames de contact. — III, Interrupteur unipolaire à levier : P, panneau; B, bouton-levier; M, molette; L, lames. — IV, Jack à poussoir : B, bouton; L, lames (Ribet et Desjardins). — V, Interrupteur rotatif à rupture brusque et fixation centrale, 250 V, 1,5 A. — VI, Interrupteur à rupture brusque, fixation centrale, monté sur bakélite, 250 V, 2 A. — VII, Interrupteur à rupture brusque, 250 V, 6 A.

miers ont pour fonction, soit de produire un courant vibré, à partir de courant continu, soit de découper des trains d'ondes entretenues pour donner des ondes fractionnées ou pour réaliser la manipulation (*manipulateurs automatiques*).

Les seconds sont des appareils à main dont l'objet est d'établir ou de couper un courant continu ou un courant alternatif à haute ou basse fréquence. Les interrupteurs pour courant continu ou téléphonique diffèrent peu de ceux qu'on utilise pour l'éclairage électrique ou la téléphonie. Au contraire, les interrupteurs pour courants de haute fréquence doivent être établis spécialement pour ne présenter qu'un minimum de capacité répartie et éviter les dérivations de courant qui pourraient se refermer par cette capacité. Leurs armatures sont fines, les pièces métalliques en contact ne présentent qu'une faible surface et sont bien isolées.

— **Interrupteur automatique.** Il existe divers types de ces interrupteurs basés sur des principes très différents. Les uns rentrent dans la catégorie des *disjoncteurs* et s'ouvrent automatiquement dès que l'intensité de courant dépasse une valeur minimum ou maximum donnée. D'autres servent à découper des trains d'ondes, entretenues à une fréquence régulière pour donner une émission de « trains toniques » qui, se succédant à une fréquence musicale, peuvent être reçus sur simple détecteur comme des trains d'ondes amorties; ce sont généralement des interrupteurs *rotatifs*, entraînés par un moteur électrique. D'autres interrupteurs servent à fractionner le courant continu pour le transformer en courant vibré et produire des phénomènes d'induction rapide, comme ceux qu'on utilise dans les bobines d'induction; l'interrupteur à *marteau* en est le type le plus connu.

Pour les courants dont l'intensité provoquerait une usure trop rapide du contact métallique, on utilise des interrupteurs à jet de mercure.

(Angl. *Interrupteur*. — All. *Unterbrecher*).

— **Interrupteur bipolaire.** Interrupteur jumelé dont les deux coupures solidaires sont intercalées sur deux conducteurs à des potentiels différents.

(Angl. *Bipolar Switch*. — All. *Zweipoliger Schalter*).

— **Interrupteur à clé.** Interrupteur faisant office de commutateur entre deux circuits et permettant de fermer et d'ouvrir alternativement l'un et l'autre. Parfois employé dans le sens de *manipulateur*.

(Angl. *Key*. — All. *Taste, Schlüssel*).

— **Interrupteur à couteau.** Dont la pièce mobile est constituée par une lame de cuivre en forme de couteau qui s'engage entre les mâchoires d'une pièce fixe de contact.

(Angl. *Knife Switch*. — All. *Messerschalter*).

— **Interrupteur à culbuteur.** Dont la pièce mobile, commandée par un levier, est rappelée par un ressort qui l'oblige à culbutter brusquement sur la partie fixe, sans conserver de position d'équilibre indifférent.

(Angl. *Tumbler Switch*. — All. *Tumbler Schalter*).

— **Interrupteur électrolytique (ou de Wehnelt).** Constitué par une plaque de plomb et un fil de platine immergés dans une dissolution d'acide sulfurique. Ce système, placé sur le trajet d'un courant continu, se comporte comme un interrupteur en raison de la formation de bulles sur l'anode de platine. La fréquence de l'interruption est de 1.000 cycles par seconde environ.

(Angl. *Electrolytic Interrupter*. — All. *Elektrolytisch Unterbrecher*).

— **Interrupteur électromagnétique.** Interrupteur dans lequel le contact mobile est sollicité par l'attraction ou la répulsion d'une armature magnétique fermant le circuit d'un électro aimant (interrupteur de sonnerie ou interrupteur de bobine d'induction, disjoncteur, etc...).

(Angl. *Electromagnetic Switch*. — All. *Elektromagnetischer Schalter*).

— **Interrupteur à jet de mercure.** Interrupteur dans lequel le contact est établi entre une armature fixe et un jet de mercure, tournant à grande vitesse, formant l'armature mobile. La fréquence de l'interruption ne dépasse guère 10 à 50 cycles par seconde environ.

(Angl. *Mercury Jet Interrupter*. — All. *Quecksilberstrahlunterbrecher*).

— **Interrupteur à marteau.** Interrupteur électromagnétique dans lequel l'armature mobile est constituée par une petite masse de fer placée sur la lame vibrante.

(Angl. *Hammer Interrupter*. — All. *Hammerunterbrecher*).

— **Interrupteur multipolaire.** Interrupteur présentant plusieurs coupures jumelées solidaires, intercalées sur des conducteurs à des potentiels différents.

(Angl. *Multipolar Switch*. — All. *Mehrpoliger Schalter*).

— **Interrupteurs à plots.** Constitué par une ou plusieurs lames mobiles flexibles appuyant sur une ou plusieurs couronnes de plots. C'est le cas des interrupteurs et commutateurs à plusieurs directions.

(Angl. *Step Switch*. — All. *Stufenschalter*).

— **Interrupteur à poussoir.** Dont la pièce mobile est une sorte de *fiche*, terminée par un bouton-poussoir. Cette fiche prend contact sur les lames de ressort d'un *jack*.

(Angl. *Pushbutton Switch*. — All. *Druckknopfschalter*).

— **Interrupteur rotatif.** Constitué par un disque isolant, garni de secteurs métalliques à la périphérie, en contact avec un

balai. Le disque est entraîné par un moteur électrique. Utilisé pour fractionner les ondes entretenues en « trains toniques » à fréquence musicale.

(Angl. *Chopper*. — All. *Drehunterbrecher*).

INTERVALLE. *Intervalle unitaire.* Dans un enroulement : Espace sur le schéma d'enroulement développé compris entre deux côtés de section voisins non homologues (C. E. I., 1934). — Au collecteur d'une machine : Portion du collecteur compris entre les points homologues de deux lames voisines (C. E. I., 1934).

— *Intervalle élémentaire.* Durée du plus court élément de modulation télégraphique. Dans le système Hughes, l'intervalle élémentaire correspond à $1/28^{\circ}$ de révolution. On distingue deux classes principales de systèmes télégraphiques (C. C. I. T., 1926) : Ceux de la première classe, caractérisés par des éléments de transmission de durée égale à un intervalle élémentaire, ou multiples de cet intervalle (code Morse ou code à cinq unités); ceux de la deuxième classe, caractérisés par le synchronisme et la différence de temps entre deux émissions successives (Hughes).

— *Intervalle de discernement.* En télégraphie, durée de la plus petite différence entre deux modulations émises de significations distinctes.

INTERVALLE. Mot anglais désignant un appareil ou un système d'organes électriques ou magnétiques intercalés pour former la liaison entre deux étages successifs d'amplification, c'est-à-dire entre deux lampes triodes montées en cascade. — **Transformateur intervalle** (ou de liaison). Transformateur à basse fréquence dont le primaire est intercalé en série dans le circuit filament-plaque de la lampe amplificatrice antérieure, et dont le secondaire est placé de même dans le circuit filament-grille de la lampe amplificatrice postérieure. Les variations du courant filament-plaque de la première lampe, qui traverse le primaire, se transforment dans le secondaire en variation de tension qui sont appliquées à la grille de la seconde lampe. Les variations de tension du courant filament-plaque de la première lampe sont multipliées par le transformateur dans le rapport de transformation (1, 3 ou 5 suivant les transformateurs). La principale qualité requise des transformateurs à basse fréquence est de transmettre fidèlement les courants de basse fréquence sans les déformer. A cet effet, il est nécessaire que le noyau de fer des transformateurs travaille loin de la saturation magnétique. En outre, le transformateur doit amplifier à peu près également sur toutes les fréquences et ne pas présenter de résonance trop marquée sur une fréquence déterminée.

(Angl. *Intervalve Transformer*. — All. *Koppelungstransformator*).

INVERSE. Force électromotrice inverse. On appelle force électromotrice *inverse*, ou encore *contre-électromotrice* d'un appareil ou d'une machine électrique, une force électromotrice dont cet appareil est le siège, lorsqu'elle tend à s'opposer au passage du courant à travers l'appareil. Voir *contre-électromotrice*, *électromotrice*, *force*.

(Angl. *Counter, Back Electromotive Force*. — All. *Konterelektromotorische Kraft*).

INVERSEUR. Sorte de commutateur destiné à inverser les connexions d'une partie d'un circuit électrique par rapport au reste de ce circuit. Les inverseurs sont communément utilisés dans nombre de

suivant qu'il s'agit de recevoir sur petites ou grandes ondes. On se sert pour cet usage de commutateurs bipolaires à deux directions. Cependant, on évite de recourir à l'inverseur en laissant apériodique le circuit antenne-terre et en se contentant de le coupler magnétiquement à un circuit secondaire accordé.

Les inverseurs permettent, en courant de basse fréquence et en courant continu, de passer facilement d'un montage à un autre, d'allumer les lampes, de mettre en circuit les transformateurs et de réaliser toutes autres combinaisons.

Comme les interrupteurs, les inverseurs appartiennent à des types très divers. L'inverseur classique, du type

les uns aux autres, pour former une molécule d'un corps composé, par des liaisons électriques que l'on appelle en chimie *valences*. A l'état normal, la molécule ou l'atome d'un corps sont *neutres*, c'est-à-dire qu'ils ne présentent pas d'électricité à l'état *libre*. A l'état de dissolution très étendue, certains composés minéraux sont très fortement dissociés, c'est-à-dire qu'une partie de leurs molécules sont divisées par leurs *ions*, autrement dit en atomes ou en fragments de molécules qui, avec leur liberté, ont repris les charges électriques jadis neutralisées dans leur groupement. C'est ainsi que la molécule de sel marin Na Cl se divise en deux *ions*, l'anion Cl électrisé négativement et le cation Na électrisé positivement. Lorsqu'on fait passer un courant électrique continu à travers la dissolution, l'anion se porte vers l'anode et le cation vers la cathode : on dit qu'il y a *électrolyse* du sel marin (voir *électrolyse*, *anode*, *cathode*, *anion*, *cation*, etc...). — L'ionisation se produit aussi dans les gaz raréfiés (atmosphère élevée, tube à vide) par suite du bombardement des molécules gazeuses par les électrons qui les fragmentent. L'ionisation gazeuse se manifeste par une luminescence que l'on produit en appliquant une forte tension électrique sur la plaque des tubes électroniques. Lors de l'ionisation, le courant électronique est beaucoup plus intense, mais aussi beaucoup plus instable.

(Angl., All. *Ion*).

ION-GRAMME. Masse d'un ion exprimée en grammes par la somme des masses atomiques dont l'ion est composé (C. E. I., 1934).

IONIQUE. Qui est relatif aux *ions*.

— **Absorption ionique.** Absorption de l'énergie des ondes imputables aux chocs des ions. C'est à cette absorption, variant en sens inverse du carré de la longueur d'onde, que paraît dû l'effet diurne de la propagation.

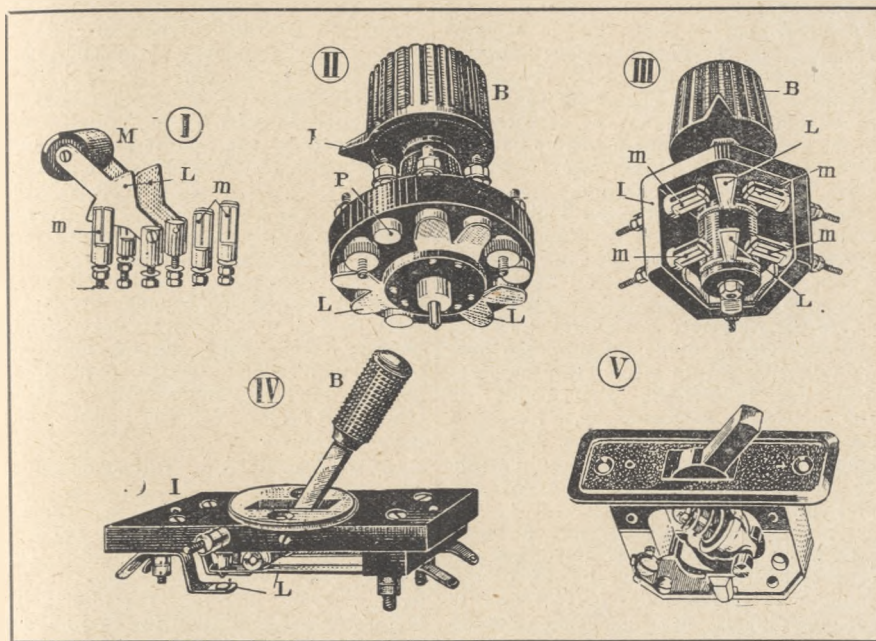
— **Courant, flux ionique.** Courant ou flux d'électricité qui se propage par convection dans une atmosphère de gaz *ionisé*.

— **Réfraction ionique.** Phénomène de réfraction des ondes électromagnétiques dans les régions ionisées de l'atmosphère constituant la *couche de Heaviside*. La vitesse de propagation augmente avec l'ionisation qui abaisse le pouvoir inducteur spécifique. Il s'ensuit que l'onde, après s'être élevée jusqu'à cette couche, est réfractée vers le sol. Cette réfraction devient importante pour les ondes inférieures à 100 mètres de longueur.

— **Valve ionique.** Synonyme de *valve* ou *souape électronique* ou *cathodique*. Voir *électronique*, *cathodique*.

(Angl. *Ionic*. — All. *Ionisch*).

IONISANT. Qui produit le phénomène de l'*ionisation*. On dit de certaines



Divers types d'inverseurs utilisés en radioélectricité : I. Inverseur à couteaux. — II. Inverseurs à plots : B, boutons ; I, index ; C, cadran ; P, plots ; L, lames de contact. — III. Inverseur à couteau sans capacité : B, bouton ; I, boîtier isolant ; L, lame de couteau ; M, mâchoires. — IV. Inverseur à levier et lames flexibles : I, plaque isolante ; B, bouton-levier ; L, lames de contact. — V. Inverseur à bascule à rupture brusque, 250 V, 4 A, monté sur stéatite.

montages électriques, mais de préférence dans les circuits à courant continu ou téléphonique. Dans les circuits récepteurs à haute fréquence, l'usage des inverseurs n'est pas recommandable, autant en raison de leur capacité propre que des complications de montage qu'ils introduisent. D'une manière générale, les circuits à haute fréquence, parcourus par des courants de très faible intensité, doivent avoir des connexions droites et courtes pour éviter les pertes d'énergie et l'altération des constantes électriques. En outre, ces courants de petite intensité s'accommodent mal des « points faibles » constitués par les inverseurs, qui mettent la réception à la merci d'un mauvais contact. Dans un certain nombre de récepteurs, on utilise néanmoins des inverseurs en haute fréquence, notamment pour introduire le condensateur variable en série ou en parallèle avec la bobine du circuit antenne-terre,

bipolaire à couteaux, n'est guère utilisé que pour le courant continu. Pour le courant téléphonique, on se sert de préférence d'inverseurs à poussoir ou à jack. Pour le courant de haute fréquence, on emploie, encore l'inverseur à plots ou des inverseurs à lames sans capacité, renfermés dans des boîtiers.

(Angl. *Reversing Switch*. — All. *Stromwender*).

IODE. Accumulateur à l'iode. Voir *accumulateur*.

ION. Atome ou groupe d'atomes possédant une charge dont les propriétés électriques sont modifiées par la suite de l'addition ou de la perte d'un ou plusieurs électrons (C. E. I., 1934).

La théorie électronique admet que les atomes des corps simples sont réunis

radiations (rayons X, par exemple), qu'elles ont une propriété ionisante, un *pouvoir ionisant*.

(Angl. *Ionizing Power*. — All. *Ionisierungsvermögen*).

IONISATION. Formation d'ions par le fractionnement des molécules d'une substance ou par l'addition ou la soustraction d'électrons aux atomes neutres (C. E. I., 1934). Phénomène électrique qui produit les *ions*, ou les met en liberté. L'ionisation fait apparaître à l'état libre les charges d'électricité qui sont ordinairement neutralisées au sein de la matière. L'air et les gaz ionisés deviennent conducteurs. C'est le cas : 1° pour l'atmosphère qui entrave la propagation des ondes lorsque le soleil l'ionise. 2° pour les tubes à vide imparfait ou valves thermoioniques emplies d'un gaz raréfié soumis à un *gradient de potentiel* élevé.

— **Potentiel d'ionisation.** Différence de potentiel nécessaire à l'ionisation (C. E. I., 1934).

— **Ionisation atmosphérique.** L'ionisation atmosphérique est l'un des phénomènes essentiels qui conditionnent la propagation des ondes radioélectriques. Dès 1902, Kennelly et Heaviside ont émis l'hypothèse d'une couche ionisée dans les régions supérieures de l'atmosphère. Les ondes se propageraient ainsi entre deux couches conductrices : la couche intérieure constituée par le globe terrestre (terres et mers), et la couche supérieure ionisée ou *couche de Kennelly-Heaviside*. Les causes de l'ionisation atmosphérique sont encore mal connues. On les attribue soit aux particules cosmiques provenant du soleil (Arrhenius), soit aux rayons X α émis par le soleil (Vegard), soit aux rayons qu'il nous envoie (Birkeland et Störmer). Ces causes agissent aussi bien le jour que la nuit, en raison des trajectoires déviées de ces particules. Le jour, il y a d'autres causes d'ionisation : les rayons ultra-violet du soleil et les nuages électrisés. Le calcul de la hauteur de cette couche ionisante, effectué suivant diverses méthodes, a donné des résultats concordants : environ 80 kilomètres de hauteur. Cependant l'ionisation se fait sentir à partir de 50 à 60 kilomètres au-dessus du sol. D'autre part, des expériences faites récemment sur des ondes de 15 mètres faisant le tour de la Terre ont fourni le chiffre de 180 kilomètres comme hauteur moyenne du trajet au-dessus du sol.

On a souvent parlé de réflexion des ondes sur la couche ionisée; mais il est bien certain que, l'ionisation ne s'établissant que progressivement, c'est plutôt d'une réfraction qu'il s'agit, ou d'un phénomène de réflexion totale, à la manière des phénomènes d'optique produisant le mirage.

Diverses hypothèses ont été émises concernant l'épaisseur de la couche ionisée : certains savants suggèrent 300, d'autres 600 kilomètres. Il est probable que l'atmosphère ionisée se compose

de plusieurs couches de densités et de propriétés variables, comprenant notamment des nappes coniques enroulées en forme de cornets autour des axes polaires de la terre et qui deviennent lumineuses au moment où apparaissent les aurores polaires. Or, ces aurores descendent jusqu'à 90 kilomètres du sol.

Le phénomène de la *réfraction ionique* se produit par suite de la diminution, due à l'ionisation, du *pouvoir inducteur spécifique* de l'atmosphère. Comme la vitesse de l'onde s'accroît avec l'ionisation, par suite avec la hauteur, les rayons supérieurs constituant les ondes sont plus avancés que les rayons inférieurs et il s'ensuit que les ondes inclinent leur front vers le sol. La diminution du pouvoir inducteur spécifique du milieu ionisé s'explique par le fait que le courant *ionique*, dû à l'entraînement électromagnétique des ions par le champ de l'onde et déphasé en arrière sur ce champ, se retranche du courant de *déplacement*, dû au passage de l'onde à travers l'atmosphère diélectrique et déphasé en avant.

La variation d'ionisation nécessaire pour produire la réfraction ionique des ondes vers la terre est inversement proportionnelle au carré de la longueur d'onde. Mais cette réfraction ne se produit que si la fréquence de l'onde est élevée par rapport à la rapidité des chocs ioniques. Or, la durée du libre parcours d'un électron est du même ordre de grandeur que la période d'une onde de 100 mètres de longueur. Ainsi les ondes courtes sont moins déviées que les ondes longues, à ionisation égale. Mais l'action de l'ionisation a sur elles un rendement plus élevé.

L'absorption des ondes, due à l'ionisation, est d'autant plus forte que les couches ionisées sont plus basses, ce qui explique la faiblesse des portées diurnes sur la plupart des longueurs d'ondes usuelles.

l'onde est très longue ou le libre parcours de l'ion très petit, il y a seulement changement de la conductivité, comme pour un conducteur métallique.

Voir aussi *couche, éther, Heaviside, ionosphère*.

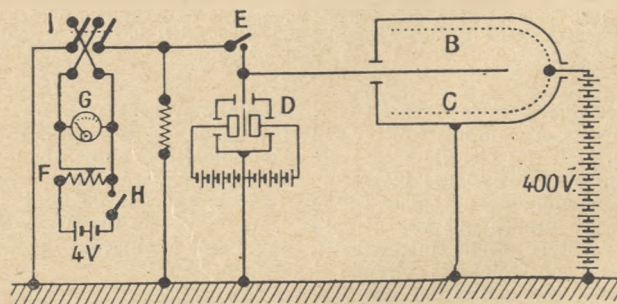
— **Ionisation dans les gaz raréfiés.**

L'ionisation se produit à la faveur d'un bombardement des molécules du gaz par émission électronique ou emploi d'un *gradient de potentiel* élevé. L'ionisation produit dans les tubes à vide, dont la plaque est soumise à une tension électrique trop élevée, la « lueur bleue » caractéristique. Cette luminescence due à l'ionisation est orange pour le néon, rose pour l'hydrogène et l'hélium, violette pour la vapeur de mercure. La *tension* ou *potentiel d'ionisation* est de 13,5 V pour l'atome d'hydrogène, 17 V pour la molécule d'hydrogène, 79,3 V pour l'hélium, 10,4 V pour le mercure.

En radioélectricité, on utilise l'ionisation dans les gaz raréfiés pour produire des courants de redressement importants dans des valves avec filament (*thermoioniques*) ou sans filament (valves à hydrogène, à hélium, au néon). Le redressement est obtenu par le choix de la forme des électrodes. On n'emploie plus ces tubes à ionisation comme détecteurs, mais pour le redressement des courants servant à la recharge des accumulateurs ou à l'alimentation directe, à partir du secteur, des postes radioélectriques récepteurs. Voir *hélium, hydrogène, néon, redresseur, valve, etc...*

(Angl. *Ionization*. — All. *Ionisierung*).

— **Chambre d'ionisation.** Appareil servant à mesurer l'intensité de rayonnement des rayons X (ou cosmiques). C'est une enceinte fermée renfermant un gaz dont on peut mesurer la conductibilité provoquée par ionisation (C. E. I., 1934). Voir *compteur à pointe, cosmique*.



Chambre d'ionisation utilisée par le professeur Piccard dans la stratosphère.

Si l'on calcule le courant produit par le champ de l'onde dans l'atmosphère ionisée, on constate que ce courant est dû en partie à un phénomène de *conductivité*, en partie à un phénomène de *déplacement*, indiquant la variation de la *constante diélectrique*. Si l'onde est très petite ou le libre parcours de l'ion très grand (gaz raréfié), c'est la variation de constante diélectrique qui est prépondérante. Si

La chambre d'ionisation est constituée par une enceinte contenant une certaine quantité de gaz sous pression, et portant deux électrodes métalliques soumises à une différence de potentiel. En traversant la chambre, le rayonnement X ou cosmique ionise le gaz. Un courant d'ionisation prend alors naissance entre les électrodes de la chambre. On le mesure à l'électromètre ou au galvanomètre, après

amplification. Le courant croît en fonction de la différence de potentiel, jusqu'à ce qu'on ait atteint la saturation. C'est le courant de saturation qui caractérise l'ionisation.

Pour mesurer le rayonnement cosmique, on utilise un gaz lourd et absorbant, ayant un faible potentiel d'ionisation, tel que l'azote, l'argon ou le gaz carbonique, à de fortes pressions (depuis quelques atmosphères jusqu'à 30 atmosphères).

La mesure du rayonnement cosmique a été faite par le professeur Piccard, au moyen d'une chambre remplie de gaz carbonique à la pression de 6 kg : cm². La paroi en fer est au potentiel zéro; une grille intérieure à la paroi est portée à + 400 V; elle protège contre les effets du rayonnement secondaire de la paroi. Au centre, une tige est portée à une polarisation déterminée au moyen d'un potentiomètre. La connaissance de la tension de polarisation permet d'étalonner l'appareil. Pour la mesure, on ouvre l'interrupteur du potentiomètre et l'on mesure par chronographie le courant d'ionisation.

La mesure ainsi opérée donne la valeur quantitative totale du rayonnement cosmique. Pour étudier la nature et la répartition de ce rayonnement, on a recours aux compteurs à pointe. Voir ce mot.

IONISÉ. Se dit d'une substance où se produit le phénomène de l'ionisation. Un gaz ou une atmosphère ionisée devient conducteur du courant électrique et du flux électronique.

— **Gaz ionisé.** Si l'on soumet un gaz ionisé à un champ périodique, un courant d'ionisation prend naissance, qui est en retard d'un quart de période sur le champ, donc en opposition de phase avec le courant de déplacement qui est en avance d'un quart de période sur le champ. En définitive, la constante diélectrique paraît plus faible.

La constante diélectrique apparente devient donc :

$$K' = K - N \frac{4\pi e^2}{m \omega^2}$$

en désignant par K , la constante diélectrique normale; N , le nombre d'ions par centimètre cube; e , la charge d'un ion; m , sa masse; ω , la pulsation du champ. (Angl. *Ionised*. — All. *Ionisiert*).

IONOMÈTRE. Dosimètre basé sur l'ionisation d'un gaz (C. E. I., 1934). Voir dosimètre.

(Angl., All. *Ionometer*).

IONOSPHERE. Couches de gaz ionisées dont on suppose l'existence à l'état ionisé dans la partie supérieure de l'atmosphère pour expliquer les effets de réflexion ou de réfraction dans la propagation des ondes électromagnétiques (C. E. I., 1934).

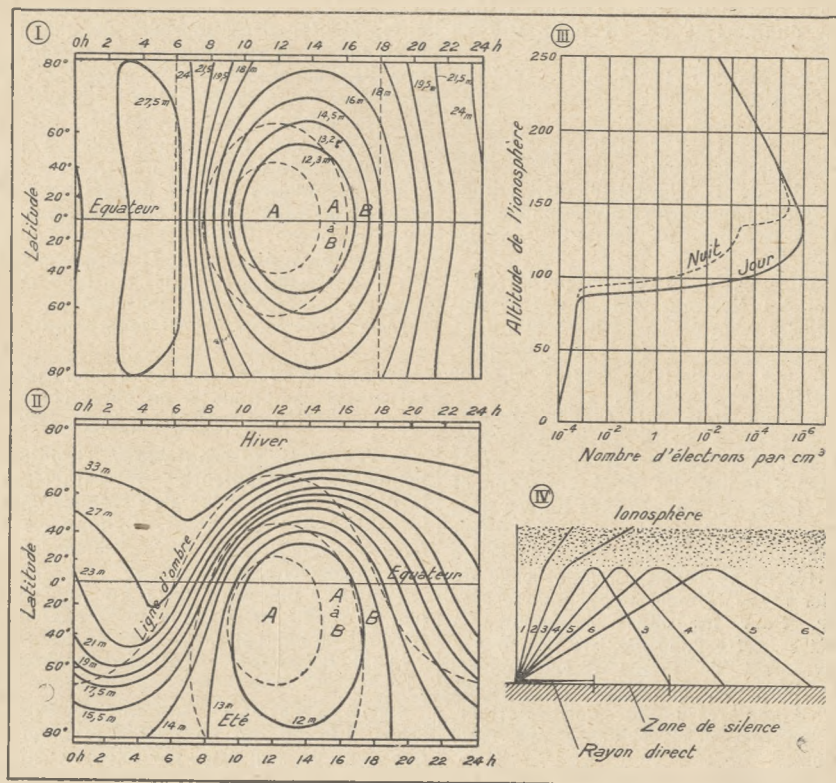
D'après Appleton, l'ionosphère est essentiellement constituée par deux régions ionisées de l'atmosphère, l'une à 120 kilo-

mètres d'altitude, l'autre à 240 kilomètres d'altitude; leurs densités d'ionisation respectives seraient de 120.000 et 400.000 électrons par centimètre cube. La région inférieure est celle où se réfléchissent les ondes de plus de 200 mètres; la région supérieure est celle où se réfléchissent les ondes de moins de 100 mètres. La nuit, les ondes longues peuvent atteindre la couche la plus élevée; le jour, les ondes courtes peuvent être réfléchies par la couche inférieure.

moyen des électrons varie en raison inverse de la pression de l'atmosphère, soit de quelques millimètres pour 50 kilomètres, à quelques mètres pour 100 kilomètres et à des centaines de mètres vers 250 kilomètres d'altitude.

Le nombre moyen de chocs reçus par seconde par un électron, varie de 100.000 pour 100 kilomètres à 1.000 pour 250 kilomètres de hauteur.

La vie moyenne de l'électron, qui est le temps moyen entre le moment où



Ionosphère: I. Lignes d'égale densité ionique maximum dans l'ionosphère à l'équinoxe (Ekersley). — II. Lignes d'égale densité ionique maximum dans l'ionosphère au solstice d'hiver et au solstice d'été. Les courbes en pointillé sont les lignes d'égale illumination solaire (Eckersley). — III. Variation du nombre d'électrons par centimètre cube en fonction de l'altitude dans l'ionosphère (Pedersen). — IV. Réfraction des rayons électromagnétiques dans l'ionosphère (R. Mesny).

La prospection de la haute atmosphère a été faite jusqu'à 40 kilomètres environ au moyen de ballons-sonde; au-delà, on opère par spectrographie des aurores polaires (100 à 180 m.), qui sont à la base de l'ionosphère. Dans les régions aurorales, c'est l'azote et l'oxygène qui constituent presque totalement l'atmosphère. La pression descend de 760 millimètres de mercure au niveau de la mer à 10⁻⁴ millimètres de mercure, à 100 kilomètres au dessus du sol, puis à 10⁻⁶ millimètres entre 200 et 300 kilomètres. La température de la stratosphère est de - 60° C environ.

On trouve dans l'ionosphère des ions positifs et négatifs, ainsi que des électrons. La masse de l'électron est d'environ 10⁻³⁰ kg; sa charge est de 16 × 10⁻³⁰ coulomb.

La vitesse moyenne des électrons est de 120 km : s environ; le libre parcours

l'électron est libéré et celui où il est capté dépend du libre parcours et de la densité des gaz lourds, tels que oxygène et vapeur d'eau, dans la région considérée. Cette vie moyenne varie de quelques minutes vers 100 kilomètres à des millions de minutes vers 250 kilomètres d'altitude.

Les électrons sont libérés sous l'action de divers agents physiques, qui sont : 1° Les rayons ultra-violet de la lumière solaire (28,35 erg par centimètre carré par seconde); 2° Le rayonnement stellaire ultra-violet, égal environ au millièmième du rayonnement solaire ultra-violet; 3° Le bombardement par les électrons et rayons α provenant du soleil; 4° Les rayons cosmiques, dont la longueur d'onde est de l'ordre de 10⁻⁷ de celle des ondes lumineuses et qui ionisent par radiations secondaires les basses altitudes de l'atmosphère (10 à 15 km); 5° Les charges

électriques des nuages. En fait, c'est le rayonnement ultra-violet du soleil qui est la principale source de l'ionisation.

La différence entre la propagation diurne et la propagation nocturne des ondes courtes est due principalement aux variations de l'ionisation. Trois minutes après le coucher du soleil, la limite inférieure de la couche ionisée remonte de 20 kilomètres et une heure après de 50 kilomètres. La hauteur de la couche de densité maximum d'ionisation augmenterait en une heure de 130 à 150 kilomètres, pendant que la densité maximum d'ionisation diminuerait de 75 pour 100 en 10 heures.

L'ionisation de l'atmosphère produit deux effets principaux : l'accroissement de l'énergie cinétique, donc de la conductibilité, si l'on tient compte de l'énergie dissipée par effet Joule; et la diminution apparente de la constante diélectrique, parce que le courant de convection électronique se retranche du courant de déplacement.

En outre, le champ magnétique terrestre astreint les électrons, soit à des oscillations libres selon un trajet hélicoïdal dans l'axe des lignes de force magnétiques, soit à des oscillations forcées suivant des trajectoires elliptiques.

Il s'ensuit que les rayons d'ondes courtes presque verticaux, peu déviés, traversent les couches ionisées; après l'incidence limite, les rayons reviennent vers la terre, comme réfléchis ou réfractés par les couches ionisées. Le rayon direct horizontal est fortement absorbé. Entre la portée de ce rayon direct et celle du premier rayon réfracté existe une zone de silence. Pour les ondes supérieures à 75 mètres, cette zone n'existe pas, il y a recouvrement de l'onde directe et de l'onde indirecte. Même dans un rayon de 10 kilomètres autour de l'émetteur, on a pu mettre en évidence une onde indirecte.

La courbure de la terre empêche les ondes très courtes (10 à 12 m), réfléchies à 100 kilomètres de hauteur au moins, de revenir vers le sol. Les variations diurnes et saisonnières de la propagation sont dues à la variation de hauteur des couches de Kennelly-Heaviside.

La hauteur de l'ionosphère est mesurée par la différence des trajets, donc des temps mis par l'onde directe et par l'onde indirecte pour se rendre de l'émetteur au récepteur, distants de quelques kilomètres seulement l'un de l'autre. La différence d'énergie reçue est compensée par le choix des antennes d'émission et de réception. L'enregistrement des tops est assuré automatiquement (R. Mesny).

Des graphiques de l'ionosphère ont été relevés par Eckersley. Ils résument la plupart des recherches faites sur la question. Il a été dressé un graphique pour l'équinoxe et un pour le solstice; pour ce dernier, l'hiver est figuré dans l'hémisphère boréal, l'été dans l'hémisphère austral. La projection est du type Mercator. En abscisses sont portées les heures, c'est-à-dire les longitudes; en ordonnées, les latitudes. Les courbes en traits pleins

représentent les lignes d'égale densité ionique maximum de l'ionosphère. La longueur d'onde indiquée sur chacune d'elles est l'onde critique, celle au-dessous de laquelle les ondes réfractées ne reviennent plus sur la surface de la terre.

Les lignes ponctuées indiquent les zones d'égale illumination diurne. A l'équinoxe, les lignes d'ombre coïncident avec les méridiens de 6 heures et 18 heures. Les zones A, A à B, et B sont celles d'éclairage décroissant.

Pour l'utilisation pratique, les courbes d'Eckersley sont doublées, de manière à représenter deux journées de 0 heure à 24 heures, et reproduites sur un calque, que l'on superpose à une projection de Mercator, en le faisant glisser jusqu'à ce que le méridien de Greenwich soit à l'heure voulue. On obtient alors l'état de l'ionosphère à cette heure-là.

Les graphiques ont été dressés pour la couche la plus élevée de l'ionosphère, l'autre couche n'intervenant que pour affaiblir plus ou moins la propagation. On a dressé des graphiques d'atténuation pour les degrés A et B d'illumination.

(Angl. *Ionosphere*. — All. *Ionosphäre*).

IRRADIATION. (En radiologie). Application de radiations à un objet et plus spécialement à un patient (C. E. I., 1934).

— **Tension d'irradiation.** Grandeur homogène à un potentiel, qui caractérise la distribution de l'énergie rayonnée dans les différentes directions. Synonymes : *force cimomotrice* ou *force radiomotrice*. Voir *cimomotrice*, *force*.

Pour une puissance de 1 kw rayonnée par un dipôle hertzien, la force cimomotrice est de 300 volts.

(Angl. *Irradiation*. — All. *Ausstrahlung*).

IRRÉVERSIBLE. Liaison irréversible. Liaison qui ne peut être assurée que dans un seul sens, par exemple entre un poste uniquement émetteur et un poste uniquement récepteur. On dit aussi *unilatéral*.

(Angl. *Irrevertible*. — All. *Unrückfällig*).



Carte de France indiquant la répartition des lignes isodynamiques à la surface du sol. Les chiffres placés près des lignes indiquent la valeur du champ magnétique terrestre en gauss (unités électromagnétiques absolues).

IRROTATIONNEL. Champ irrotationnel. Champ dans lequel la circulation du vecteur (intégrale suivant une ligne fermée) est partout nulle (C. E. I., 1934). Contraire : *champ rotationnel*. Voir *champ*.

(Angl. *Irrotational*. — All. *Wirbelfrei*).

ISOCLINE. Lignes isoclines. Nom donné aux lignes imaginaires, lieu des points d'égale inclinaison magnétique à la surface de la terre. Les lignes isoclines sont à peu près parallèles à l'équateur terrestre et aux « parallèles » géographiques. Elles ne s'écartent très sensiblement de cette direction que dans les zones polaires. Voir la carte magnétique.

(Angl. *Isoclinic Lines*. — All. *Isoclinische Linien*).

ISODOSE. Courbe ou surface isodose. Lieu des points qui reçoivent la même dose de rayonnements (En radiologie) (C. E. I., 1934).

(Angl. *Isodose*. — All. *Gleichmässig*).

ISODYNAMIQUE. Lignes isodynamiques. Lignes imaginaires, tracées à la surface de la terre et réunissant tous les points où l'intensité du champ magnétique terrestre est la même. En France, ces lignes sont sensiblement parallèles entre elles et à la ligne Lille-Brest. L'intensité du champ magnétique terrestre passe de 0,19 unités C. G. S. pour Lille à 0,22 pour Toulouse.

(Angl. *Isodynamic*. — All. *Isodynamisch*).

ISODYNE. Nom donné à une catégorie de récepteurs radiophoniques, comportant une lampe *bigrille* suivie de quatre lampes triodes. La lampe bigrille assure dans de bonnes conditions l'amplification à haute fréquence, sans nécessiter l'emploi de la réaction. L'amplification est opérée entre le circuit de la 2^e grille, d'une part, et les circuits de la 1^{re} grille et de la plaque, d'autre part. Les courants égaux, mais de sens opposés, qui en résultent empêchent tout retour d'énergie vers la 2^e grille et évitent les amorçages intempestifs. La lampe bigrille est suivie par une détectrice et par deux amplificatrices à basse fréquence montées avec transformateurs. Deux condensateurs variables à air, opèrent, l'un l'accord dans le circuit antenne-terre, l'autre la résonance. Ce deuxième condensateur peut être automatiquement réglé sur la longueur d'onde cherchée et sa capacité reste indépendante des constantes du circuit antenne-terre, par suite de l'absence de réaction.

Il est plus commode et plus simple de limiter les lampes bigrilles au rôle d'amplificatrices à haute fréquence. On en disposera donc une ou deux suivant le montage adopté. Les propriétés du récepteur permettent de choisir le montage *direct* de l'antenne (Oudin). Deux circuits résonnants, comprenant des transformateurs à haute fréquence identiques avec prise médiane sur le primaire, relient

la première bigrille à la seconde, et la seconde à la détectrice. Cette disposition rend possible l'accord des secondaires au moyen de deux condensateurs variables identiques dont les armatures mobiles sont entraînées solidairement par la manœuvre d'un seul bouton.

tique fait un même angle donné avec le méridien géographique. Autrement dit, les lignes *isogones* relient les lieux d'égale *déclinaison* magnétique. Le tracé de ces lignes, qui est assez compliqué, est indiqué sur la carte magnétique planisphère.

(Angl. *Isogonic*. — All. *Isogonisch*).

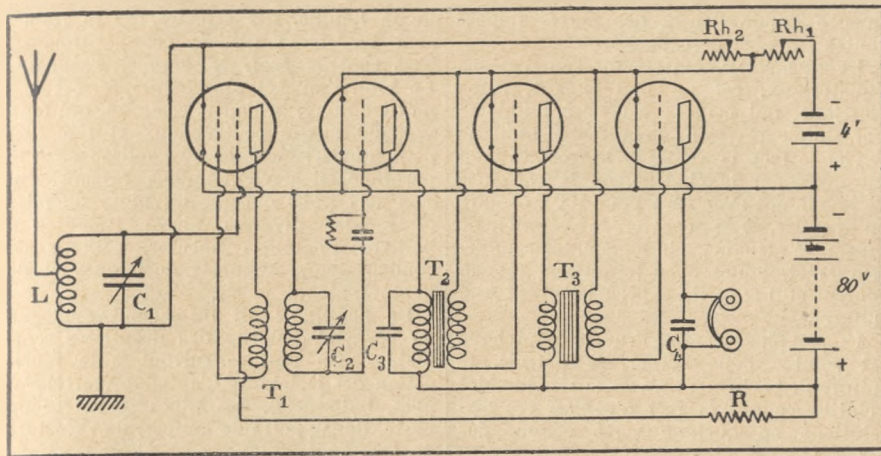


Schéma d'un récepteur isodyne à cinq lampes comportant deux étages à résonance avec lampe bigrille.

Une résistance fixe de 20.000 ohms limite la tension de plaque des lampes bigrilles.

L'isodyne est d'autant plus sensible et sélectif que les amorçages d'oscillations sont rendus impossibles. Aucun circuit de réaction n'est prévu, mais la réaction existe par l'intermédiaire des lampes bigrilles et on la règle en modifiant le chauffage de ces lampes au moyen d'un rhéostat spécial à réglage fin.

Les constantes de l'antenne influent peu sur le réglage de l'accord et pas du tout sur le double réglage des condensateurs de résonance, qu'on peut donc étalonner, une fois pour toutes, en longueurs d'onde ou en fréquences.

(Angl., All. *Isodyne*).

ISOGONE. Lignes isogones. Lignes imaginaires reliant tous les points de la surface de la terre où le méridien magné-

ISOIONIQUE. Qui possède la même quantité d'ions.

— **Courbes isoioniques.** Courbes de niveau tracées sur une carte de l'atmosphère ionisée, et indiquant la densité des ions. Voir *ionosphère*.

(Angl. *Isoionic*. — All. *Isoionisch*).

ISOLANT. Substance ou corps dont la conductibilité est nulle ou, dans la pratique, très faible (C. E. I., 1934).

Qualité de toute substance dont la conductibilité électrique est nulle ou pratiquement très faible. On appelle aussi les isolants *diélectriques*, pour indiquer que ces substances s'opposent au passage de l'électricité par conduction, c'est-à-dire du courant électrique. Les isolants ne peuvent être traversés que par des courants de *déplacements* tels que ceux qui circulent dans les isolateurs. Pour tout ce qui concerne les propriétés générales des isolants (*constante,*

absorption, hystérésis, rigidité diélectrique), voir *diélectrique*.

— **Nature des isolants utilisés en radioélectricité.** A défaut du vide, l'air sec est le meilleur des isolants. On peut dire que c'est l'isolant le plus employé : à l'exception des supports en isolant solide ou des bains d'isolants liquides, tous les organes ou fils conducteurs d'électricité sont, en effet, noyés dans l'air.

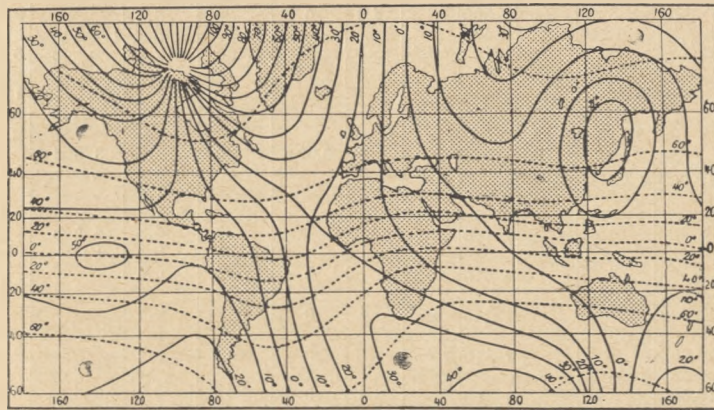
La paraffine vient ensuite. Son pouvoir isolant est tel qu'un cube de paraffine de 1 centimètre de côté, oppose au passage du courant une résistance électrique de 34 milliards de millions d'ohms. La paraffine est une substance blanche, savonneuse au toucher, qui fond à une température de 44 degrés centésimaux, ce qui facilite son emploi, en permettant de la mouler. Elle est extraite des schistes bitumineux ou des huiles lourdes de pétroles. La paraffine du commerce, assez impure, renferme divers acides gras qui affaiblissent ses propriétés isolantes et attaquent le métal des conducteurs en contact (vert-de-gris du cuivre). Fondue au bain-marie, la paraffine est beaucoup employée en radioélectricité pour imprégner le bois, le carton, le liège, le guipage de coton des bobinages, pour éviter les vibrations mécaniques, pour fermer hermétiquement les éléments de pile.

L'ébonite vient après la paraffine pour ses qualités isolantes. La résistance d'un cube en excellente ébonite de 1 centimètre de côté est encore de 28 milliards de millions d'ohms. Mais l'ébonite n'est pas un corps défini, que l'on puisse obtenir à l'état de pureté. C'est un composé à base de caoutchouc et de soufre, qui renferme environ 20 à 40 pour 100 de cette dernière substance. Aussi ne doit-on pas s'étonner de trouver des ébonites de qualités très diverses, dont quelques-unes sont très impures et peu homogènes, notamment celles qui sont préparées avec des déchets de vieille ébonite. On reconnaît l'ébonite de bonne qualité à ce que sa cassure est brune et non pas noire. Travaillée à l'outil, elle donne des copeaux d'un brun pas très foncé. L'ébonite médiocre renferme souvent des limailles métalliques (limaille de cuivre), qui lui enlèvent la majeure partie de ses qualités isolantes.

L'ébonite se moule et se travaille facilement à l'outil. C'est, avec son succédané, la *bakélite*, l'isolant le plus employé en radioélectricité. On la trouve dans le commerce sous forme de planches, de tubes ou de bâtons. Les planches sont ordinairement polies sur l'une au moins de leurs faces. L'opération du polissage, lorsqu'elle est faite avec certaines huiles conductrices, diminue aussi la valeur isolante de l'ébonite.

Le quartz est un excellent isolant, utilisé surtout pour les appareils à ondes très courtes. On l'emploie sous forme de cristal de quartz, de verre de quartz ou quartz fondu.

Le verre est encore un très bon isolant, environ trois fois moins diélectrique que l'ébonite la meilleure. Toutefois, ses qualités isolantes varient considé-



Planisphère indiquant la distribution des lignes isogoniques (trait plein) et des lignes isocliniques (trait ponctué) à la surface de la terre.

ablement avec sa composition. Mais il possède divers défauts qui restreignent son emploi. Il est hygrométrique, c'est-à-dire qu'il condense facilement la vapeur d'eau atmosphérique, ce qui rend sa surface partiellement conductrice. En outre, il ne se laisse pas travailler facilement et demeure fragile sous forme de plaque. On utilise sa transparence en l'employant comme panneau de poste récepteur, à la place de l'ébonite. Moulé sous forme d'objets divers ou de plaques épaisses, il est moins fragile. On l'emploie notamment pour les isolateurs, à haute tension et les entrées de poste des stations d'émission, en plaque ou en tube pour les lames des condensateurs d'émission, à cause de son grand pouvoir de condensation diélectrique. Au nombre des verres utilisés en électricité, il faut citer le *pyrex*, composé à base de silice pure (quartz) et de borates. Cet isolant résiste bien aux changements de température et est peu fragile. On en fait des isolateurs d'antenne et des supports de lampes qui donnent de bons résultats.

La *gomme-laque* vient ensuite dans l'échelle décroissante des isolants. C'est une gomme végétale produite par la piqûre d'un insecte sur divers arbres de l'Inde. On trouve la gomme-laque dans le commerce sous forme de paillettes jaunes, qu'il convient de faire dissoudre dans l'alcool. Cette dissolution donne un vernis dont on badigeonne certains isolants pour les imperméabiliser, notamment le guipage de coton des fils conducteurs isolés, les toiles, les papiers et les cartonnages utilisés pour la fabrication des bobines, etc... Lorsque le vernis est sec, sa résistance électrique est très grande. Cependant elle ne vaut qu'en raison

de la qualité de l'alcool. Si l'alcool contient de l'eau, cette eau, malgré le séchage à l'étuve, peut rester partiellement incorporée au vernis et nuire à l'isolement de l'organe qu'il doit protéger. De plus en plus, la gomme-laque tend à être abandonnée en radioélectricité, parce que son emploi dans les bobinages à haute fréquence donne lieu à des pertes importantes par effet de capacité.

Le *caoutchouc*, extrait du suc d'arbres équatoriaux, est un bon isolant, assez élastique, qui peut se souder à lui-même par simple pression. Pour éviter qu'il ne devienne trop cassant par le froid et trop visqueux par la chaleur, on le *vulcanise* en le fondant avec 1 à 2 pour 100 de soufre en poudre. Par contre, le caoutchouc vulcanisé attaque, à la longue, les conducteurs métalliques avec lesquels il est en contact et il se forme superficiellement, des sulfures.

Un peu plus léger que l'eau, le caoutchouc est soluble dans l'éther, le pétrole, le sulfure de carbone et divers autres liquides volatils, ce qui permet d'utiliser ces dissolutions (en quelque sorte comme des vernis).

La *gutta-percha*, autre produit végétal, est plus cassante que le caoutchouc. On l'utilise, laminée en feuilles, pour protéger les câbles conducteurs.

Le *soufre* est un bon isolant. Mais il est dur et cassant, si bien que l'on est réduit à ne s'en servir qu'en combinaison avec le caoutchouc pour donner l'ébonite et le caoutchouc vulcanisé.

Les *résines* ne sont guère employées à l'état naturel, mais plutôt en dissolution sous forme de vernis. Elles entrent en composition dans la fabrication de l'ambre reconstitué, ou *ambroïne*, avec

lequel on fabrique de petites pièces isolantes.

Aux résines, on peut assimiler certaines substances artificielles, telles que les bakélites, isolants moulés d'un emploi très pratique, soit seuls, soit en imprégnation.

Divers sous-produits de la dissolution de la houille, des schistes, de la résine, sont également utilisés comme isolants. Tels sont le *brai*, le *bitume*, l'*asphalte*. Le brai, l'un des plus employés, est une matière noire, brillante, cassante, qui fond vers 60 degrés centésimaux et que l'on peut mouler. Mélangé au goudron ou à la paraffine, il devient moins cassant. On s'en sert pour obturer les blocs de piles et mouler diverses pièces isolantes : boîtiers de toutes natures, cadrans de condensateurs, supports de lampes et de bobines, etc...

La *porcelaine* est un isolant analogue au verre et possède des propriétés semblables. On l'utilise surtout à la fabrication des isolateurs d'antenne (vertèbres, noix, bâtonnets), des tubes d'entrée de poste, de supports de lampes, de rhéostats de chauffage, d'inverseurs et de commutateurs de toute espèce.

Des porcelaines spéciales, connues sous le nom de stéatite, calite ou frequenta ont été étudiées pour les besoins de la haute fréquence.

La *fibres* est un dérivé de la sciure de bois, agglomérée sous pression et séchée. C'est un produit rougeâtre, obtenu sous forme de lames, de tubes, de bâtons ou de pièces moulées. Facile à travailler, la fibre est un isolant meilleur que le bois et moins bon que l'ébonite. En radioélectricité, on s'en sert surtout comme support de bobines.

Caractéristiques des principales substances isolantes.

NATURE DE l'isolant.	RÉSISTANCE à la flexion kg : cm ²	RÉSISTANCE de flexion cm. kg : cm ²	RÉSISTANCE à la pression kg : cm ²	RÉSISTANCE à la traction kg : mm ²	MODULE d'élasticité kg : mm ²	Coefficient de dilatation linéaire ther- mique $\times 10^{-6}$	RÉSISTANCE à la chaleur degré Martens	TEMPÉRATURE de ramallissement C.	SÉCURITÉ à la chaleur rouge	DURETÉ d'ohelle de Moss	POROSITÉ	PURIFICATION kv : mm	CONSTANTE diélectrique	RÉSISTANCE superficielle	ANGLE de portées tg $\times 10^{-4}$
Quartz															1,6 à 1,8
Quartz fondu	700		19.800	700	7.200	0,55	1 500			4,9	0	25	4,7		2,6 à 2,8
Verre			6.000	400			400					10	6,5	10 ¹¹ à 10 ³⁰	34 à 73
Verre au plomb			à 12.000	à 800			à 700					à 30	à 7,	2 cm	5 à 10
Mica													7		
Micalex	1.300	4	1.200	600		10	450		5	3		15	8,5	4 VDE	1,6 à 1,7
	à 2.000	à 7	à 3.900	à 700						à 4					18
Bakélite	600	5	2.000	400	à 4.000	25	100		2	4	0,09 %	20	4,5	3 à 4	200
	à 1.000	à 10	à 2.200	à 500	à 10.000	à 60	à 160		à 3	à 6		à 85	à 6	VDE	à 700
Papier													1,3		145
													à 1,2		à 190
Carton bakélisé	2.000	30		1 140				140				20	4,5	4 à 5	280
	à 2.500	à 45		à 1 500								à 25	6	VDE	à 990
Porcelaine dure	900	2	5.000	400	6.800	3	1 410				0	34	5,8		48
	à 1.000	à 2,2	à 5.500	à 500	à 7.100	à 3,5						à 38			à 85
Stéatite	1.100	13,5	8.500	550	10.000	7	1 440			8	0		6,5		15
	à 1.400	à 4,5	à 10.000	à 850		à 9									à 20
Calite	1.400	4	9.500	650	10.800	7	1 310				0	35	6,5		5
	à 1.600	à 4,5	à 10.000	à 950		à 8						à 45			à 15
Frequenta	1.100	3,5	8.500	550	10.000	6,2	1 400			8	0	47	6	3	2
	à 1.400	à 4,5	à 10.000	à 850		à 6,8						à 48		VDE	à 4,7

Le papier, le carton, et, en général, les fibres végétales et la cellulose sont fort employés. Lorsqu'ils sont parfaitement secs, ce sont d'excellents isolants, car leur résistance électrique est à peu près celle de l'air sec, c'est-à-dire la meilleure. Mais ils deviennent rapidement mauvais isolants en s'imprégnant d'humidité. Pour les protéger contre cette action

ISOLATEUR. Pièce servant à isoler et ordinairement à supporter un conducteur ou un appareil (C. E. I., 1934).

En pratique, tous les fils ou appareils conducteurs de l'électricité, qui ne sont pas fixés sur un panneau isolant, dans un boîtier isolant ou recouverts d'un guipage isolant, reposent sur des *isolateurs*. La forme qu'on donne aux iso-

En choisissant convenablement la forme de l'isolateur, on diminue l'intensité du champ électrique qu'il a à supporter, on réduit les pertes en haute fréquence par *hystérésis diélectrique*, qui sont proportionnelles à la fréquence et au carré du champ. On augmente le coefficient de sécurité de l'isolateur pour une valeur donnée de la rigidité diélectrique. C'est ainsi que, placé dans un champ intense, un isolateur en bakélite est le siège de pertes élevées; placé dans un champ faible, c'est au contraire un excellent isolateur. A titre d'exemple, l'inductance d'antenne de la station continentale de Sainte-Assise est supportée par de minces tubes de bakélite de 3 mètres de hauteur, scellés dans des blocs tronconiques en porcelaine. Le *gradient de potentiel* est de 0,5 kilovolt par centimètre et, pour l'ensemble de l'inductance, les pertes dans les isolateurs sont à peine de quelques dizaines de watts.

Il en est de même pour les isolateurs d'antenne. Si l'on compare un isolateur « vertèbre » de 1 centimètre d'écartement entre œils et un isolateur « bâton » de 20 centimètres d'écartement entre œils, en même substance isolante, on constate que, pour une même tension électrique appliquée à ces isolateurs, les pertes dans le premier seront 400 fois plus grandes que les pertes dans le second (voir *hystérésis diélectrique*, *fuites*).

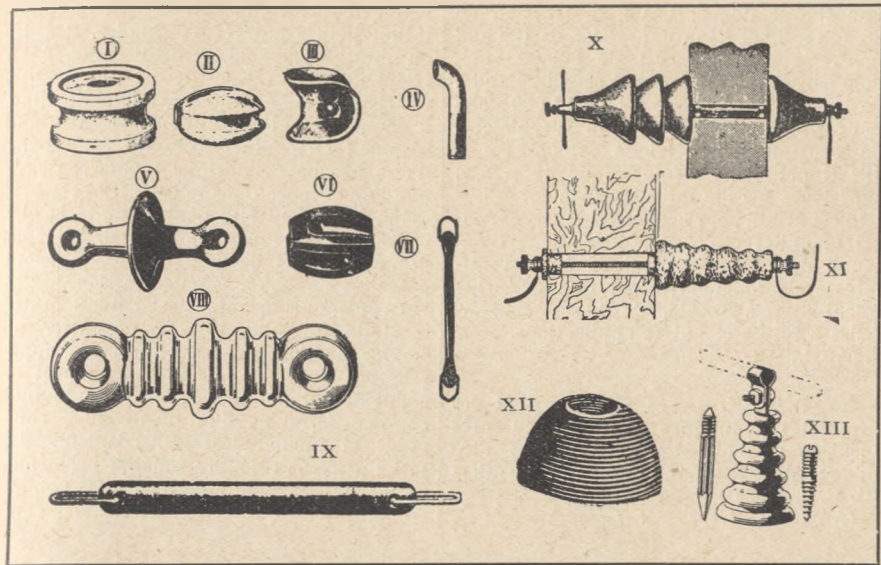
Pour les isolateurs des antennes de réception, pour lesquels la résistance mécanique et la rigidité diélectrique sont toujours suffisantes, on utilise des substances variées : *porcelaine* sous forme d'œufs, de vertèbres, de tibias et bâtons divers ; *ébonite* et *bakélite* sous forme de bâtons et pièces moulées; *verre* et surtout *pyrex*, sous forme d'isolateurs cannelés. Les *bâtons* ou *tibias* sont commodes pour les petites antennes; les *vertèbres* sont souvent associées en chapelets; il en est de même des *œufs*, pourvus de deux œils et de deux sillons à angle droit pour le passage des fils; enfin, les bâtons en *pyrex* présentent des cannelures qui allongent la ligne de fuite et augmentent l'isolement.

Les isolateurs sont encore utilisés pour les *entrées de poste*, c'est-à-dire pour le passage de la descente d'antenne à travers les murs ou cloisons. L'isolateur d'entrée de poste est un carreau en verre ou en ébonite, ou, plus simplement, un petit tube en porcelaine ou en bakélite. Ce tube prend le nom de *pipe*, lorsque son entrée est recourbée vers le sol pour éviter que les gouttes de pluie ne pénètrent dans le poste.

Pour isoler du sol les appareils et principalement les batteries de piles et d'accumulateurs, on se sert d'isolateurs plats en porcelaine qui portent le nom de *poulies*.

— **Isolateur rigide.** Isolateur fixé rigidement sur une tige (C. E. I., 1934).

— **Isolateur de suspension.** Élément d'une chaîne d'isolateurs (C. E. I., 1934).



Divers types d'isolateurs utilisés en radioélectricité : I. Poulie en porcelaine. — II. Œuf en porcelaine. — III. Vertèbre ou maillon en porcelaine. — IV. Pipe en porcelaine pour entrée de poste. — V. Bâton avec surface de garde. — VI. Autre modèle d'œuf. — VII. Tibia en ébonite. — VIII. Isolateur en verre pyrex. — IX. Tibia ou bâton en bakélite. — X et XI. Entrées de poste avec cloches de stéatite montées en cascade ou isolateur unique. — XII. Isolateur en caoutchouc. — XIII. Isolateur en stéatite pour fixation murale d'un conducteur à haute tension et haute fréquence.

néfaste, on a coutume de les imprégner avec une substance peu hygroscopique. A cet effet, la *bakélite* a remplacé la paraffine.

Les fibres végétales utilisées pour le guipage des conducteurs : coton, soie, chanvre, etc... ont les mêmes qualités et les mêmes défauts que le papier et le carton. On les immunise contre un retour offensif de l'humidité en les plongeant, après dessiccation, dans de l'huile ou de la résine fondue, ou mieux, pour les bobinages radioélectriques, en les enduisant d'*acétate de cellulose*. On peut même employer un guipage à l'*acétate de cellulose*.

Le *mica* est un très bon isolant, mais ses emplois sont très spéciaux en raison de sa nature. C'est un produit minéral qui se clive en lamelles très fines. Cette propriété est mise à profit dans la fabrication des condensateurs. La plupart des condensateurs fixes, utilisés en haute fréquence et qui ne sont pas des condensateurs à air, sont isolés au mica.

Enfin, on emploie parfois des *isolants liquides*. Certains condensateurs d'émission sont remplis de pétrole. D'autre part, l'huile de lin sert à imprégner des toiles dont on se sert dans la construction des bobinages (toile « empire »). Voir *diélectrique*.

(Angl. *Insulating material*. — All. *Isoliermaterial*).

l'isolateur dépend de la nature de leur substance et de l'usage auquel on les destine. En radioélectricité, on les utilise surtout pour isoler le matériel d'émission et le matériel d'antenne.

A l'émission, la *rigidité diélectrique* de l'isolateur est une propriété essentielle, en raison des tensions élevées développées par les phénomènes de résonance, surtout à l'extrémité supérieure de l'antenne. A la réception et à l'émission, on considère en outre la *résistance mécanique* à la traction ou à la compression, la *résistivité*, transversale et superficielle, ainsi que les *pertes diélectriques*, qui, en haute fréquence, peuvent devenir prépondérantes.

Toutes ces propriétés dépendent à la fois de la forme de l'isolateur et de la nature de l'isolant. Pour les isolateurs d'antenne, par exemple, on choisit une substance ayant une haute *résistivité* et une grande résistance mécanique, par exemple la porcelaine, la bakélite. On augmente la résistance électrique en allongeant la ligne de *fuites* de l'isolateur, c'est-à-dire en lui donnant une forme oblongue, en dessinant sur sa surface des replis transversaux. Cette précaution est d'autant plus utile que l'isolateur est plus hygrométrique; d'ailleurs les dépôts de poussières et de fumées tendent à rendre sa surface conductrice.

— **Isolateur de traversée.** Isolateur donnant à un conducteur passage en son milieu pour la traversée d'une paroi (C. E. I., 1934).

— **Chaîne d'isolateurs.** Chaîne composée de plusieurs isolateurs librement reliés entre eux (C. E. I., 1934).

(Angl. *Insulator*. — All. *Isolator*).

ISOLATION. Propriété que possède un système de conducteurs isolés électriquement. L'*isolation* d'une antenne est assurée, non par une couche de matière isolante ou par un guipage recouvrant les brins, mais par une série d'isolateurs disposés à chaque extrémité des brins d'antenne, qui sont généralement en fil nu.

(Angl. *Insulation*. — All. *Isolation*).

ISOLEMENT. Isolement linéique. C'est l'isolement d'une ligne rapporté à l'unité de longueur de cette ligne. Pratiquement, l'unité de résistance d'isolement linéique est le mégohm par kilomètre.

— **Isolement phonique ou acoustique.** Cet isolement peut être défini comme le *facteur de transmission phonique* à travers une substance donnée, c'est-à-dire par le carré du rapport de l'intensité sonore transmise à l'intensité sonore reçue à travers ce matériau. Les chiffres donnés ci-dessous concernent le rapport inverse, c'est-à-dire la conductibilité phonique, d'après P. Hémardinquer :

Insulite.....	2,5
Bois.....	6
Plâtre.....	7
Briques.....	28
Ciment.....	42
Béton.....	53

Voir *acoustique*, *bruit*, *insonore*, etc...

— **Défaut d'isolement.** Diminution anormale de la résistance d'isolement (C. E. I., 1934).

— **Indicateur d'isolement.** Appareil destiné à déceler les défauts d'isolement d'un circuit ou d'une installation électrique (C. E. I., 1934).

— **Résistance d'isolement.** Résistance entre conducteurs isolés (C. E. I., 1934).

(Angl. *Insulation*. — All. *Isolierung*).

ISOLÉ. **Câble isolé.** Conducteur simple ou toronné ou ensemble de plusieurs conducteurs, chacun recouvert d'une couche isolante munie d'une enveloppe protectrice commune, en textile, en plomb, en acier, etc... (C. E. I., 1934).

— **Conducteur isolé.** Conducteur recouvert d'une ou plusieurs couches isolantes (C. E. I., 1934).

— **Système isolé.** Système de distribution dans lequel aucun point n'est normalement mis à la terre (C. E. I., 1934).

ISOLER. Action de protéger un conducteur électrique contre des contacts éventuels avec les conducteurs voisins par l'utilisation judicieuse de substances isolantes.

(Angl. *To insulate*. — All. *Isolieren*).

ISOLOÏD. Nom donné à une substance isolante artificielle, à base de mica et d'agglomérant. Cette substance possède une charge de rupture à la traction de 26 kg : mm² et à la compression de 129 kg : mm². Sa résistivité est de 300.000 mégohms-centimètres à 15° C sous 600 volts. Sa rigidité diélectrique est de 14.000 volts pour une plaque de 3 mm d'épaisseur. Sa constante diélectrique est de 9,5 à 18° C pour une fréquence de 42 p : s, supérieure à celle du mica (5 à 8). L'isoloid est utilisé pour la confection de condensateurs fixes étalonnés, d'isolateurs d'antenne du genre tibias de 6 à 20 centimètres de longueur, ainsi que de fiches orientables à rotule, de bornes universelles à rotule et autres applications.

(Angl., All. *Isoloïd*).

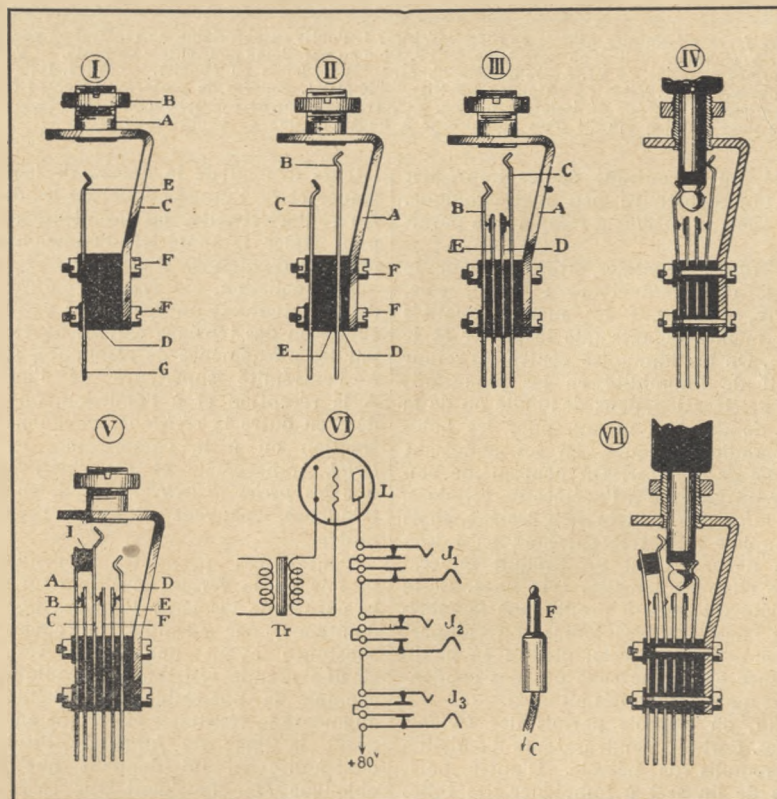
ISOTOPES. Corps simples dont les propriétés chimiques sont à peu près identiques, mais dont les masses atomiques diffèrent par des nombres entiers (C. E. I., 1934).

(Angl. *Isotopes*. — All. *Isotope*).

J

JACK. Douille métallique associée à plusieurs ressorts plats, isolés entre eux et isolés de la douille (C. E. I., 1934). Appareil de connexion ou de commutation pour conducteurs simples, doubles ou multiples, exclusivement employé en téléphonie en raison de sa commodité. Consiste en une armature tubulaire fixe, à laquelle sont fixés deux ressorts qui viennent en contact avec les deux pôles d'une broche cylindrique mobile ou *fiche* que l'on enfonce dans le tube. Les ressorts du jack peuvent être doubles ou multiples et constitués de manière à établir au repos des connexions de court-circuit qui sont détruites lorsqu'on enfonce la fiche.

Depuis que la radioélectricité a quitté le stade du laboratoire pour entrer au service de l'usager, les bornes des appareils ont dû céder le pas à des pièces de connexion d'une facture sans doute plus compliquée, mais d'un usage plus commode et moins aléatoire. D'ailleurs, les jacks peuvent résoudre tous les problèmes de la commutation et être utilisés comme commutateurs, interrupteurs, inverseurs.



Quelques types de jacks utilisés en radioélectricité : I. Jack à une lame (interrupteur unipolaire). — II. Jack à deux lames (interrupteur bipolaire). — III. Jack à quatre lames pour branchement d'un appareil, casque ou haut-parleur, et deux coupures. — IV. Jack à quatre lames avec sa fiche enfoncée. — V. Jack à six lames permettant la mise en circuit d'un appareil et l'extinction des lampes inutilisées. — VI. Montage de trois jacks sur le circuit filament-plaque d'une lampe. — VII. Jack à six lampes avec sa fiche enfoncée (Ribet et Desjardins).

La partie fixe, ou jack proprement dit, est placée derrière le panneau de l'appareil; devant le panneau, elle n'apparaît que sous forme d'une petite ouverture cylindrique. Le cordon souple, venant des appareils extérieurs à connecter, est monté sur la fiche mobile qu'on enfonce dans le jack. En pratique, les jacks, comportent de 1 à 6 lames de ressorts. Certaines de ces lames viennent en contact direct avec les anneaux conducteurs de la fiche. Les autres sont simplement déplacées, au moyen de pièces isolantes convenables, par le jeu de l'enfoncement de la fiche. Cette disposition permet d'établir et de rompre des contacts sur des circuits n'ayant aucun point commun avec la fiche. Par exemple, la fiche peut être reliée aux connexions de la batterie de chauffage et déterminer, par son enfoncement, l'allumage d'une lampe du récepteur; mais en même temps, par le jeu d'autres lames du jack, un transformateur peut être intercalé dans le circuit de plaque de cette lampe.

On peut, de même, mettre en circuit un cadre ou une antenne à l'étage de haute fréquence désiré; introduire le casque ou le haut-parleur sur l'étage de basse fréquence convenable. En général, en raison même de leur disposition massée, les jacks sont mieux appropriés aux circuits à basse fréquence qu'à ceux à haute fréquence. Voir aussi *fiche*.

— **Jack général.** Jack relié à une ligne d'abonné et placé devant une opé-

ratrice quelconque desservant le commutateur multiple et permettant à cette opératrice d'appeler l'abonné (En téléphonie) (C. E. I., 1934).

— **Jack local.** Jack d'un commutateur multiple, associé à la lampe de signalisation par laquelle est reçu l'appel de l'abonné demandeur (C. E. I., 1934).

— **Jack à rupture.** Jack permettant d'assurer, par l'enfoncement d'une fiche, la rupture de circuits dont la continuité est habituellement établie par les ressorts du jack (C. E. I., 1934).

(Angl. *Jack*. — All. *Klinke*).

JAMBE. *Jambe de force.* Poutre contrefichant le poteau et lui permettant de résister aux efforts horizontaux (C. E. I., 1934).

(Angl. *Jamb*. — All. *Pfeiler*).

JAUGE. Calibre utilisé, notamment, pour la désignation du diamètre des conducteurs. On distingue la *jauge anglaise* (British standard wire gauge S. W. G.), et la *jauge américaine* (Brown and Sharp gauge B. S.). Comme, en dépit de l'existence du système métrique depuis bientôt cent cinquante ans, ces jauges continuent à être en service, nous donnons ci-dessous un tableau permettant de convertir immédiatement chaque numéro de jauge en millimètres et réciproquement.

(Angl. *Gauge*. — All. *Eichmass*).

JOINTIF. *Bobine à spires jointives.* Bobines dont les spires sont alignées les unes à côté des autres, de manière à se toucher. Cette disposition, peu avantageuse en radiophonie, offre un maximum de capacité répartie. — **Bobine à spires non jointives.** Bobine dont les spires ne se touchent pas. Obtenue, par exemple, en enroulant entre deux spires consécutives de fil conducteur une spire de corde qui les maintient écartées. Voir *bobine*.

(Angl. *Jointed*. — All. *Zusammen-gestellt*).

JONCTION. *Jonction de câble.* Connexion électrique de deux extrémités de câbles (C. E. I., 1934).

— **Boîte de jonction.** Boîte fermée dans laquelle on fait aboutir les extrémités des câbles ou des conducteurs afin de les réunir entre elles et d'assurer leur protection. (C. E. I., 1934).

(Angl. *Joining*. — All. *Verbindung*).

JOUE. Pièce faisant office de paroi latérale et disposée sur certains organes électriques ou mécaniques. — **Joues de bobine.** Parois métalliques ou isolantes, généralement en forme de disques ou de rondelles, logées sur les côtés de la carcasse d'une bobine pour maintenir en place le fil enroulé.

(Angl. *Base, Back*. — All. *Backwand*).

Tableau de conversion des jauges anglaise (S. W. G.) et américaine (B. S.)

NUMÉROS de jauge.	Diamètre en millimètres.		NUMÉROS de jauge.	Diamètre en millimètres.		NUMÉROS de jauge.	Diamètre en millimètres.	
	S. W. G.	B. S.		S. W. G.	B. S.		S. W. G.	B. S.
0000000	12,5	—	13	2,3	1,828	32	0,27	0,2019
000000	11,6	—	14	2,0	1,628	33	0,25	0,1798
00000	10,8	—	15	1,8	1,540	34	0,23	0,1604
0000	10,0	11,684	16	1,6	1,291	35	0,21	0,1426
000	9,3	10,405	17	1,4	1,150	36	0,19	0,1270
00	8,7	9,266	18	1,2	1,024	37	0,17	0,1131
0	8,1	8,254	19	1,0	0,999	38	0,15	0,1007
1	7,5	7,348	20	0,9	0,812	39	0,135	0,0897
2	6,9	6,544	21	0,8	0,723	40	0,12	0,0799
3	6,3	5,827	22	0,7	0,644	41	0,11	—
5	5,8	5,189	23	0,6	0,573	42	0,10	—
4	5,3	4,621	24	0,55	0,510	43	0,09	—
6	4,8	4,115	25	0,50	0,455	44	0,08	—
7	4,4	3,665	26	0,45	0,405	45	0,07	—
8	4,0	3,264	27	0,41	0,360	46	0,06	—
9	3,8	2,906	28	0,37	0,321	47	0,055	—
10	3,2	2,588	29	0,34	0,286	48	0,040	—
11	2,9	2,305	30	0,31	0,255	49	0,030	—
12	2,6	2,053	31	0,29	0,2268	50	0,025	—

JOULE. Unité d'énergie du système pratique. Abréviation J. En électrodynamique, c'est le travail effectué par une quantité d'électricité de 1 coulomb s'écoulant sous la tension de 1 volt. La puissance de 1 watt est fournie par 1 joule, mis en jeu pendant 1 seconde, soit par le produit de 1 ampère par 1 volt en courant continu.

Au point de vue mécanique, le *joule* est défini comme étant la millièème partie du *kilojoule*, qui est le travail produit par une force de 1 *sthène* dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.

— **Effet Joule.** Échauffement d'un conducteur produit pendant le passage du courant qui le traverse. Cet échauffement est dû en quelque sorte au freinage du courant par la résistance électrique du conducteur. Lorsque le conducteur ne possède pas d'autre propriété électrique que la résistance (ou la conductance), c'est-à-dire n'est pas inductif et ne comporte pas de générateur ou de récepteur électrique, toute l'énergie électrique appliquée aux bornes de ce conducteur pendant un certain temps est transformée en chaleur. Chaque *joule* équivaut à 0,24 *calorie-gramme* et, inversement, chaque *calorie-gramme* équivaut à 4,19 *joule*. Le nombre $J = 4,19$ est appelé *équivalent mécanique* de la calorie. Voir *effet*.

— **Loi de Joule.** La quantité de chaleur élémentaire, dégagée par un courant i pendant le temps dt dans un conducteur homogène, est de la forme :

$$dw = Ri^2 dt.$$

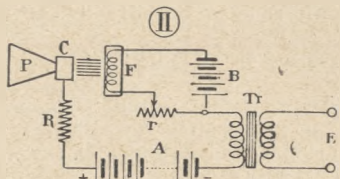
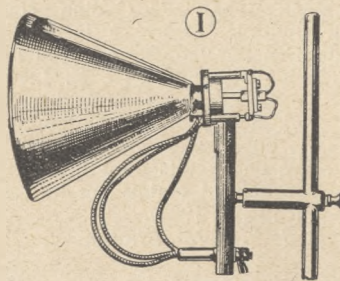
La quantité R est la *résistance électrique* du conducteur.

(Angl., All. *Joule*).

K

KATHODOPHONE. Sorte de microphone basé sur l'utilisation des phénomènes thermoioniques. En principe, le *kathodophone* possède deux électrodes, une cathode incandescente placée dans l'air et une anode, assez rapprochée de la cathode et soumise à une tension positive de 500 volts environ par rapport à la cathode. Dans ces conditions, la couche d'air placée dans le champ des électrodes s'ionise et un flux d'ions s'établit entre la cathode et l'anode. Les vibrations sonores de l'air ambiant se transforment en modulations du courant ionique, par suite des variations de résistance électrique du milieu gazeux. En principe, l'utilisation de ce microphone est très séduisante, parce qu'il est dénué d'inertie. En pratique, son emploi est très délicat en raison des décharges spontanées et irrégulières entre les électrodes, notam-

ment à la surface de la cathode. La réalisation de l'appareil comporte un pavillon, un canal multiple pour le passage des vibrations de l'air ainsi qu'une spirale métal-



Kathodophone : I. Aspect du kathodophone : P, pavillon ; F, câbles d'alimentation pour le courant de chauffage et le courant cathode-anode ; B, chambre d'électrisation de l'air en vibration sonore ; E, connexions du circuit de chauffage de la cathode ; A, cathode incandescente constituée par un filament chauffé ; S, support mobile ; T, tige du support ; — II. Schéma de montage du kathodophone : P, pavillon ; Tr, transformateur ; r, rhéostat de chauffage ; A, batterie de 500 volts ; B, batterie de chauffage de 16 volts ; E, vers l'émetteur ; R, résistance de 300.000 ohms ; D, flux d'électrons modulé par la voix.

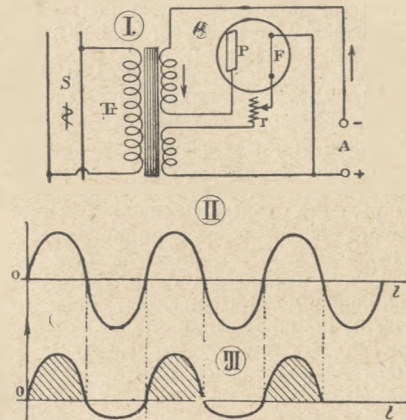
lique, placée devant l'orifice du canal et portée à l'incandescence par un courant électrique continu, sous 16 volts. Une résistance de 300.000 ohms est intercalée entre la batterie de 550 v et l'anode. Un transformateur applique les modulations du courant à un amplificateur microphonique. En théorie, le *kathodophone* est réversible, c'est-à-dire que, alimenté par un courant téléphonique, il doit pouvoir fonctionner en haut-parleur. Voir *diode*, *haut-parleur*.

(Angl. *Kathodophone*. — All. *Kathodophon*.)

KELVIN. Effet Kelvin. Voir *effet*.

KÉNOTRON. Nom donné par Langmuir aux valves électroniques ou thermoioniques possédant deux électrodes, une cathode incandescente et une anode. Synonyme *diode*. Le *kénotron* est utilisé comme soupape pour le redressement des courants alternatifs, principalement pour les hautes tensions et les grandes puissances. Des soupapes de ce genre sont utilisées dans la plupart des stations de radio-diffusion pour fournir le courant continu nécessaire à l'alimentation des plaques des triodes. Le filament des valves est chauffé en courant alternatif ; la tension à redresser est appliquée entre le filament et l'anode au moyen d'un transformateur élévateur. Le courant redressé est ensuite filtré à travers des condensateurs. Ce mode

de redressement permet d'obtenir toutes les tensions désirables en courant continu. Les valves à gaz ionisé débitent des courants redressés sous 4V et 80V pour la charge des accumulateurs. Récemment,



Kénotron : I. Montage du kénotron : S, secteur ou source à courant alternatif ; Tr, transformateur d'alimentation ; P, plaque ; F, filament ; r, rhéostat de chauffage ; R, bornes de la tension redressée.

— II. Courant alternatif appliqué au kénotron. — III. Courant redressé à l'aide du kénotron.

les Laboratoires de la Faculté des Sciences de Paris ont été dotés d'un générateur de courant continu à 600.000 volts, comportant huit *kénotrons* alimentés par le courant alternatif du secteur, préalablement transformé au moyen de transformateurs statiques.

(Angl., All. *Kenotron*).

KERDOMÈTRE. Appareil pour la mesure des niveaux et tensions de bruit sur les lignes téléphoniques. Ces appareils peuvent être gradués directement en décibels ou en décibels.

(Angl., All. *Kerdometer*).

KERR. Cellule de Kerr. Appareil de modulation de la lumière basé sur les propriétés de la double réfraction.

La cellule de Kerr est le résultat des recherches faites en vue de moduler électriquement à très haute fréquence une intensité lumineuse donnée. On éprouve en effet des difficultés à moduler la lumière à très haute fréquence. Les galvanomètres spéciaux ne permettent pas de dépasser 10.000 p : s. Les tubes au néon ne dépassent guère 30.000 p : s.

Le principe de la méthode est l'utilisation de cristaux biréfringents, c'est-à-dire doués de deux indices de réfraction, tels que le spath d'Islande ou fluorure double. Si l'on dirige sur un tel cristal un faisceau de lumière normale, on recueille deux faisceaux de lumière polarisée dans deux plans respectivement perpendiculaires.

On augmente la distance des deux images polarisées en faisant passer le rayon lumineux à travers deux cristaux disposés parallèlement et dans le même sens d'orientation cristalline.

On peut modifier la réfraction en intercalant entre les deux cristaux parallèles une lame d'un autre corps biréfringent. Si par exemple, cette lame a une épaisseur d'un quart d'onde, on obtient à la sortie de l'ensemble trois images : l'une en lumière normale intercalée entre deux autres en lumière polarisée, respectivement verticalement et horizontalement.

Si la lame devient demi-onde, les deux images polarisées disparaissent pour ne laisser au centre que l'image normale.

Pour tenir compte de ces propriétés, la cellule de Kerr est constituée par une

de 80 watts modulés. Il est nécessaire que cet amplificateur soit très fidèle, même pour les basses fréquences. Mais on peut obtenir toute la lumière désirable, qui est fonction de l'intensité d'éclairement de la cellule de Kerr.

A la sortie de la cellule un écran laisse passer l'image normale à travers un diaphragme de 1,2 cm² environ et arrête les images en lumière polarisée.

La cellule à double image présente l'intérêt de donner un éclaircissement double.

En raison de la quantité de lumière qu'elle procure, la cellule de Kerr paraît

limitation prescrite par le Plan de Genève, proposé par l'Union internationale de Radiophonie et entré en application en novembre 1926.

Depuis des années, les techniciens ne sont pas parvenus à se mettre d'accord sur le nom de l'unité de fréquence. Les physiciens mesurent les fréquences en *périodes par seconde*; les techniciens anglais ont adopté la même unité, mais l'appellent le *cycle par seconde*. Enfin, les Allemands ont pensé simplifier la question et rendre honneur à Hertz en donnant son nom à la même unité. Pratiquement, les fréquences des stations de radiodiffusion sont exprimées en *kilocycles* ou *myriacycles par seconde*, ou encore en *kilohertz* ou *myriahertz*. En France, les physiciens se sont refusés à employer la *kilopériode par seconde*, car la *période* n'est pas une unité et on ne saurait apprécier la densité de population en *kilohabitants* par kilomètre carré.

Pour mettre fin à cette confusion, la Commission électrotechnique internationale a officiellement adopté le *hertz* comme unité de fréquence.

Voir *cycle*, *fréquence*, *hertz*, *kilohertz*, *longueur d'onde*, *radiodiffusion*, etc...

(Angl., All. *Kilocycle*).

KILOHERTZ. Nouvelle unité de fréquence, synonyme de *kilocycle par seconde*. Proposée en mémoire du grand savant, par K.-W. Wagner dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* (29 juillet 1920), cette unité a été d'abord employée par les stations allemandes de radiodiffusion. Depuis août 1927, l'Union internationale de Radiodiffusion, sur la proposition de M.R. Braillard, président la Commission technique, a adopté cette unité pour la rédaction de ses bulletins, tableaux et statistiques. En 1935, la Commission électrotechnique internationale a officiellement adopté le *hertz* et le *kilohertz*. Voir *hertz*, *kilocycle*, *fréquence*, etc...

(Angl., All. *Kilohertz*).

KILOJOULE. Unité d'énergie définie comme étant le travail produit par une force de 1 *sthène* dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force. L'unité d'énergie du système pratique est le *joule*, millième partie du *kilojoule*. Abréviation : kJ. Voir *joule*, *sthène*.

(Angl., All. *Kilojoule*).

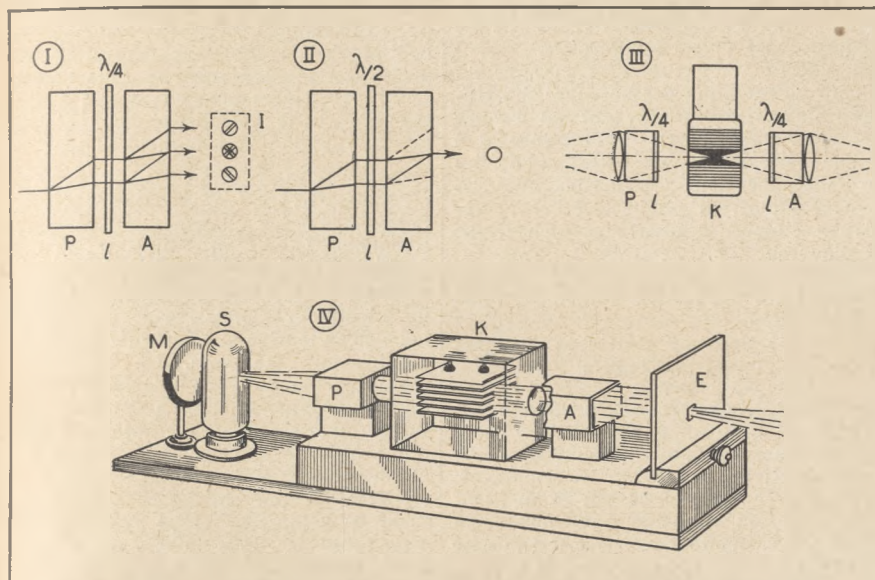
KILOVOLT. Unité de tension électrique ou *différence de potentiel* valant 1.000 *vols*. Abréviation : kV. Voir *volt*. (Angl., All. *Kilovolt*).

KILOWATT. Unité de puissance valant 1.000 *watts*. Abréviation : kW. Voir *watt*.

(Angl., All. *Kilowatt*).

KILOWATT-HEURE. Unité d'énergie valant 1.000 *watts-heures*. Abréviation : kW-h.

(Angl. *Kilowatt-hour*. — All. *Kilowattstunde*).



Cellule de Kerr : I. Cellule de Kerr à simple image avec lame quart-d'onde. — II. Cellule de Kerr à double image avec lame demi-onde. — III. Cellule de Kerr avec deux lames quart-d'onde. — IV. Aspect d'une réalisation de cellule de Kerr : P, polariseur ; A, analyseur ; I, lames biréfringentes ; K, cellule de Kerr proprement dite ; M miroir ; S, source lumineuse ; E, écran.

série de lames espacées de 1 à 2 millimètres, formant un condensateur dont le diélectrique est constitué par de la nitrobenzine. Or la benzine, qui est normalement isotrope, devient biréfringente lorsqu'elle est sous tension. En faisant varier la tension, on réalise ainsi un polariscope à épaisseur variable.

Voici quelques données. On constitue la cellule par des lames de 6 centimètres de longueur et 0,5 millimètre d'écartement. On utilise une tension de polarisation permanente de 770 volts environ, à laquelle s'ajoute la tension de modulation de 200 à 300 volts efficaces environ. Dans ces conditions, la luminosité varie de 20 pour 100 à 100 pour 100 environ.

Pour éviter d'accroître la capacité électrique lorsqu'on augmente le nombre des lames, on réduit leur longueur à 2 centimètres et on accroît leur écartement à 1 millimètre. Une telle cellule demande 3.000 volts de polarisation et 800 volts efficaces de modulation. Étant donné une capacité de 0,8 m^u F, et une fréquence de modulation de 50.000 p : s environ, il faudra disposer d'un amplificateur modulé donnant une puissance

destinée à un avenir certain pour obtenir en télévision de grandes images, de plusieurs mètres carrés de surface, par exemple. (Angl. *Kerr Cell*. — All. *Kerrzelle*).

KILOCYCLE. Kilocycle par seconde.

Unité de fréquence valant 1.000 *cycles par seconde*, autrement dit 1.000 *périodes par seconde*. Le terme de *kilocycle* a été proposé par les délégués anglo-saxons au Comité technique interallié de Radiotélégraphie lors de sa session de juillet 1921, session où l'on a fait ressortir pour la première fois les avantages présentés par la notation en *fréquences* sur la notation en *longueurs d'onde*, surtout pour les besoins de la radiodiffusion. Les stations émettrices de radiophonie doivent, en effet, observer un écart minimum de 10 *kilocycles par seconde* entre les fréquences de deux ondes porteuses voisines, afin d'éviter les brouillages provenant d'interférences. Lorsqu'elle est modulée, l'onde de chaque station se transforme, en effet, en une plage d'ondes couvrant un intervalle approximatif de 10 *kilocycles par seconde*. Tel est le sens de la

KILOWATT-MINUTE. Unité d'énergie valant 16,67 *watts-heures*. (Angl., All. *Kilowatt-minute*).

KILOWATT-SECONDE. Unité d'énergie valant 0,267 *watts-heures*. Cette unité, de même que la précédente, est peu employée. (Angl. *Kilowatt-seconde*. — All. *Kilowatt-sekunde*).

KLYDONOGRAPHE. Appareil dans lequel les effluves ou aigrettes enregistrés photographiquement permettent de déceler des surtensions et d'obtenir des renseignements sur leur nature et leur ordre de grandeur (C. E. I., 1934). (Angl., All. *Klydonograph*).

KRARUPISATION. Méthode de charge consistant à enrouler régulièrement sur chacun des conducteurs de la ligne un fil ou ruban mince de fer ou d'alliage magnétique (C. E. I., 1934). Procédé de répartition d'une charge inductive sur une ligne téléphonique. La *krarupisation* est caractérisée par l'inductance kilométrique du circuit, exprimée en millihenrys par kilomètre. Voir *charge, continue, pupinisation*.

(Angl. *Krarupisation*. — All. *Krarupisierung*).

L

L. Symbole désignant le *coefficient de self-induction, self-inductance* ou *auto-inductance* d'un circuit.

— **Antenne en L.** Forme d'antenne dite en « L » ou en « L » renversé. Consiste en une *nappe* de fils horizontaux, à l'une des extrémités de laquelle tombe une *descente* d'antenne verticale. L'autre extrémité est isolée. Propriétés directives marquées. Voir *Antenne*.

(Angl. *Inversed « L » Aerial*. — All. *L-förmige Antenne*).

LABORATOIRE. **Laboratoire national de Radioélectricité.** L'origine du Laboratoire national de Radioélectricité remonte à la guerre de 1914-1918, pendant laquelle le général Ferrié, inspecteur général des services de transmissions, créa un premier laboratoire militaire de recherches et de contrôle aux Invalides et à la Tour Eiffel, avec l'aide de M. Jouaust, sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité et de M. Mesny et de M. Gutton, actuellement directeur du Laboratoire national de Radioélectricité. Depuis sa constitution, qui remonte effectivement à 1919, ce Laboratoire est resté dans les locaux de l'administration militaire, bien qu'il soit en fait rattaché à l'administration des P. T. T. Il sera incessamment transféré à Bagneux dans de nouveaux bâtiments construits à cet effet.

Le contrôle des recherches et le programme des travaux sont assurés par un conseil supérieur interministériel.

Le laboratoire, outre les recherches scientifiques, s'occupe de vérifications de matériel radioélectrique industriel, pour tout ce qui concerne la partie radioélectrique, les contrôles électriques restant assurés par le Laboratoire central d'Électricité. Il étudie également les propriétés des matériaux radioélectriques, délivre des certificats d'étalonnage et des bulletins d'essai.

Dans l'ordre international, il a participé à la préparation de l'« année polaire », à l'étude des signaux horaires, à la mesure des longitudes, aux comparaisons géodésiques, à la comparaison des étalons de fréquence des divers laboratoires.

Il effectue de nombreuses mesures du champ de radiation des antennes des stations de radiodiffusion, tant en France que sur l'Océan et en Méditerranée. Il a étudié la propagation des ondes hertziennes en montagne pour les liaisons avec les refuges alpins. Il étudie des fréquences-étalons, à quartz piézoélectrique et diapason.

Les recherches dans la haute atmosphère et les gaz ionisés retiennent aussi son attention.

Nous développons ci-dessous quelques points techniques particuliers.

MESURE DU CHAMP A L'ÉMISSION. — La mesure est faite sur un récepteur à cadre mobile étalonné, dont on connaît la hauteur effective. Le champ électromagnétique cherché est donné par le quotient de la tension recueillie aux bornes du cadre par sa hauteur effective. La mesure de la tension est faite par « double pesée ». Le cadre est d'abord branché sur un récepteur et l'on note la déviation au milliampermètre. Le cadre est alors remplacé par un générateur de haute fréquence étalonné avec affaiblisseurs étalonnés. La fréquence étant réglée à égalité avec celle de l'émission à mesurer, on règle son affaiblissement pour retrouver la même déviation au milliampermètre. On connaît ainsi exactement la tension de haute fréquence, d'où le champ. On peut d'ailleurs graduer les affaiblisseurs en valeur de champ. Pour étudier le champ en fonction du temps, on emploie un milliampermètre enregistreur.

L'appareil fixe permet de mesurer les champs à partir de 10 microvolts par mètre. Des appareils transportables, installés sur voiture, permettent d'obtenir une précision de 5 à 10 pour 100. La sensibilité de la mesure est limitée, non par celle du récepteur mais par le niveau des perturbations.

MESURES ÉLECTROACOUSTIQUES. — Ces mesures récentes sont assez délicates et demandent un appareillage spécial, constitué par deux demi-boîtes de grandes dimensions (plus de 2 mètres de hauteur), ouvertes latéralement l'une en face de l'autre et capitonnées intérieurement au moyen de substances absorbantes pour le son. Ces boîtes peuvent coulisser l'une vers l'autre, de manière à réaliser une chambre

acoustique étanche au son et absolument absorbante. L'une des boîtes renferme le microphone, monté sur un support tournant; l'autre le haut-parleur, alimenté par un générateur de courant à basse fréquence susceptible de donner une tension de 30 volts à 400 p : s avec une proportion d'harmoniques de 1,5 pour 100.

Le microphone est entraîné par un moteur, avec lampes de signalisation qui indiquent tous les 90° sa position; à ce moment, le courant microphonique est complété par un « top » très net qui repère la position du microphone sur l'enregistrement.

L'un des deux appareils — microphone ou haut-parleur — étant étalonné, on peut tracer la courbe de rendement électro-acoustique ou de « réponse » de l'autre. Les constructeurs peuvent mettre à contribution cette installation pour déterminer la qualité de leur matériel.

MESURES SUR LES RÉCEPTEURS : SENSIBILITÉ, SÉLECTIVITÉ, FIDÉLITÉ. — Ces mesures se font en cabines blindées. Les conducteurs y amenant le courant d'alimentation sont également blindés et filtrés avant l'entrée dans les cabines. Chaque cabine renferme un générateur d'ondes, avec double étalonnage en tension et en fréquence, et trois affaiblisseurs étalonnés. Un modulateur permet de moduler chaque générateur à un taux donné. La liaison entre le générateur et le récepteur est faite au moyen d'une antenne artificielle.

Pour relever la courbe de sélectivité du récepteur à une fréquence donnée, on règle le générateur et le récepteur sur cette fréquence. Puis on mesure en valeur relative la puissance de sortie et l'on désaccorde le générateur de n kilohertz. Pour ramener à la même position le réglage du wattmètre, la puissance de sortie ayant diminué, on agit sur les affaiblisseurs pour augmenter la puissance à l'entrée. Ces affaiblisseurs étalonnés donnent pour ces n kilohertz le rapport d'affaiblissement, exprimé en décibels. On procède ainsi pour divers désaccords tout le long de la bande de modulation.

Pour relever la fidélité, on procède de la même façon, avec cette différence que l'on opère sur une haute fréquence donnée, à laquelle on applique, à un taux constant, des modulations sur diverses basses fréquences. On mesure l'affaiblissement correspondant à la variation de la fréquence de modulation.

Pour déterminer la sensibilité, on mesure la tension nécessaire pour obtenir à la sortie du récepteur une puissance de 50 ou de 500 milliwatts. Pour obtenir de très faibles tensions du générateur, on affaiblit, dans un rapport connu, celles qu'il donne. On affaiblit par exemple 100.000 fois une tension de 1,8 volts pour obtenir 18 microvolts.

MESURES DE NIVEAU DES ÉMISSIONS ET DES PARASITES. — C'est au Laboratoire national de Radioélectricité qu'ont été faites, sous la direction de M. David, les recherches sur l'élimination des parasites et sur la mesure de leur niveau, qui ont

abouti à la création du récepteur de contrôle défini ci-dessus à l'article *antiparasite*. Au laboratoire, l'étalon des parasites est constitué par un moteur de ventilateur. Les chambres blindées du laboratoire donnent un affaiblissement de 54 décibels environ.

MESURES AUX PONTS. — Comme l'électrotechnique, la radiotechnique utilise un certain nombre de *ponts* pour les mesures d'inductances, de capacité, de pouvoir inducteur spécifique, etc... Citons les ponts de Carey-Foster, de Sauty, de Thomson, de Wagner, qui permettent de comparer les échantillons aux étalons de capacité et d'inductance. Voir *pont*.

MESURE DES ANGLES DE PERTES. — Un condensateur se comporte comme une capacité à laquelle on adjoindrait, en série ou en dérivation, une résistance non inductive dépendant de la nature du diélectrique. Pour mesurer les pertes, on mesure la variation de résistance en haute fréquence d'un circuit oscillant où l'on intercale le condensateur à essayer, soit par addition, soit par substitution. Il est commode de constituer ce condensateur par deux plaques métalliques entre lesquelles on intercale le diélectrique en question.

MESURE DES PERTES DIÉLECTRIQUE. — Les essais sont faits à haute tension et haute fréquence. Par induction, une puissance de 1,5 kilowatt peut être appliquée au circuit oscillant dans lequel on intercale un condensateur contenant le diélectrique. La qualité du diélectrique se révèle par sa résistance à l'échauffement. La tension aux bornes du condensateur est limitée par un éclateur.

MESURES DE FRÉQUENCES. — Le Laboratoire national de Radioélectricité possède des étalons primaires de fréquence constitués par un quartz et un diapason étalonnés et entretenus électriquement. Ces étalons sont renfermés dans des enceintes maintenues à pression et température constantes, au moyen d'un thermostat. Le diapason donne la fréquence de 1.000 p.s., le quartz celle de 100.000 p.s. Pour les besoins des mesures, la fréquence du quartz est démultipliée en deux étages à 10.000, puis à 1.000 p.s. Une distribution de courant à 1.000 p.s actionne les horloges synchrones du laboratoire.

A l'aide de multivibrateurs, on obtient des fréquences exactement multiples de celles des étalons; les fréquences intermédiaires sont données par modulation de l'oscillateur étalon au moyen de fréquences connues.

La mesure des fréquences est obtenue, soit par comparaison avec une hétérodyne étalonnée à l'aide des harmoniques, soit par battements entre la fréquence étalon et la fréquence à mesurer, soit à l'oscilloscope cathodique, au moyen de courbes de Lissajoux.

Par la mesure de fréquence, on peut déterminer la *scintillation* d'un émetteur.

La précision dans la mesure de la fréquence est de l'ordre de 1 dix-millionième.

Divers ondemètres permettent d'atteindre toute la gamme des fréquences utilisées. L'un d'eux couvre la bande de 6 à 4.500 m. Pour « descendre » jusqu'à 0,50 m de longueur d'onde, il faut employer des lampes spéciales à très faibles capacités internes, dites lampes « acorn ». Voir *fréquence*, *fréquence-mètre*.

MESURES DE TEMPS. — Les horloges du laboratoire, fonctionnant en synchronisme sur le courant des étalons respectifs à 1.000 p.s., peuvent être comparées à celles de l'Observatoire de Paris. Leur salle est en liaison directe avec la Tour Eiffel, le Bureau central interurbain et le Laboratoire central d'Électricité. On peut ainsi contrôler le fonctionnement des pendules de tel ou tel observatoire, par comparaison de leur enregistrement avec l'enregistrement étalon.

Le laboratoire est également doté d'un « transformateur de temps », appareil à engrenages qui transforme le temps solaire moyen en temps sidéral, avec une précision de 10^{-10} . On sait que le rapport de ces deux temps est de 1,0027379...

Il existe aussi un enregistreur à grande vitesse pour signaux horaires. L'entraînement est réalisé par un moteur à courant continu, la synchronisation, par un moteur synchrone.

Signalons enfin un compteur de battements, compteur téléphonique utile pour connaître la différence de marche entre la fréquence à mesurer et la fréquence étalon.

— Laboratoire du radiotechnicien.

Pour toutes les mesures courantes, le radiotechnicien a intérêt à se constituer un petit laboratoire, qui sera pourvu des appareils de mesure ou de contrôle suivants :

1° BOÎTE DE CONTRÔLE. — Il faut un galvanomètre à cadre mobile, qui peut servir de voltmètre, milliampermètre ou ampèremètre. Sa consommation devra être inférieure à 3 mA, pour donner une précision appréciable. Un redresseur à oxyde de cuivre lui permet de fonctionner aussi bien sur courant alternatif que sur continu, et de mesurer 1 mA en courant efficace. Il est pratique de disposer des sensibilités suivantes, pour les usages ainsi définis (L. Chrétien)

AMPÈREMÈTRE

	sur continu : courant grille-écran ou anodique.
3 mA...	vérification des tubes de puissance.
30 mA...	consommation anodique d'un récepteur; courant à vide d'un transformateur.
300 mA...	

1,5 A	consommation des circuits de chauffage.
7,5 A	consommation du récepteur.

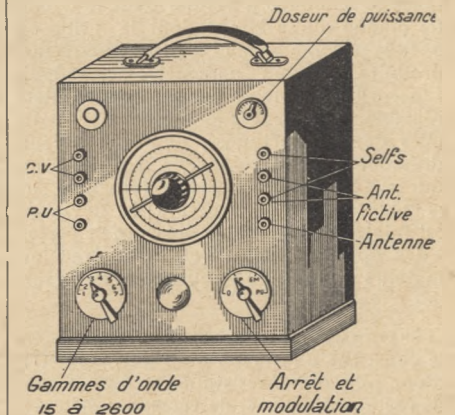
VOLTMÈTRE

UTILISATION

1,5 volt...	sur continu : tensions de polarisation, vérification des batteries.
7,5 volts...	sur alternatif : tensions de chauffage, vérification du point milieu.
30 volts...	

150 volts..	sur continu : tensions d'écran, tension anodique, tension d'excitation.
	sur alternatif : tension de secteur, tension fournie à un haut-parleur (<i>outputmeter</i>).
300 volts..	(comme ci-dessus).
	sur continu : tension anodique.
750 volts..	sur alternatif : vérification des enroulements des transformateurs.

Un appareil de mesure à redresseur peut être utilisé sur courant téléphonique,



Type d'hétérodyne modulée pour laboratoire de mesures radioélectriques.

avec une précision assez faible, mais largement suffisante. Pour augmenter la précision, mettre un condensateur de capacité assez grande en série avec le galvanomètre.

2° ONDEMÈTRE-HÉTÉRODYNE. — Cet appareil doit être de bonne qualité pour donner des indications constantes et toujours comparables, indépendantes notamment de la tension d'alimentation et des lampes oscillatrices et modulatrices. Il ne doit pas être affecté par les variations de température, le vieillissement, les trépidations, les chocs. Voir *hétérodyne*, *ondemètre*.

L'ondemètre peut être alimenté soit par le secteur, soit par batteries. Le premier procédé est évidemment plus commode.

Les ondemètres à lecture directe sont plus pratiques que ceux comportant un graphique d'étalonnage. On peut utiliser l'ondemètre, soit en ondes entretenues pures, soit avec une modulation d'un taux assez faible (10 à 30 %).

3° ATTÉNUATEUR. — Ce dispositif permet de faire varier la tension de haute fréquence fournie par l'ondemètre dans de larges proportions, soit de 1 à 100.000 microvolts. Cette variation doit être opérée à *impédance constante*, ce qui rend compliquée et coûteuse la réalisation de l'atténuateur.

4° GÉNÉRATEUR ÉTALONNÉ. — Cet appareil est un ondemètre-hétérodyne de précision, donnant avec exactitude les caractéristiques du rayonnement : longueur d'onde,

amplitude, fréquence et profondeur de modulation.

Il doit donc comporter un atténuateur précis, pour le dosage de la tension disponible à impédance constante; un thermocouple et voltmètre-amplificateur pour la mesure des tensions fournies; un générateur de courant téléphonique; un appareil mesurant la profondeur de modulation.

Avec un tel générateur étalonné, on peut faire les mesures de sélectivité et de sensibilité des récepteurs.

5° VÉRIFICATEUR DE CIRCUITS OSCILLANTS. — Il est utile de connaître la qualité d'un circuit oscillant par comparaison avec un autre circuit oscillant. A cet effet, on place le bobinage à vérifier dans le circuit de plaque d'une lampe dont la grille est excitée par une tension de haute fréquence, produite par un ondemètre-hétérodyne. L'accord est obtenu par un condensateur réglable. On peut ainsi comparer entre elles deux inductances, pour des valeurs différentes de la fréquence. La déviation du voltmètre-amplificateur renseigne sur la qualité du bobinage; plus la déviation est faible, plus la bobine présente de pertes.

On opère de même l'essai des transformateurs à moyenne fréquence et la mesure des capacités.

6° OHMMÈTRE A LECTURE DIRECTE. — On le constitue au moyen d'un galvanomètre, d'une pile, d'une résistance et d'un organe de réglage. Il permet de vérifier immédiatement l'ordre de grandeur d'une résistance. Pour vérifier un commutateur, on branche l'ohmmètre entre antenne et masse. En tournant le commutateur, on met successivement en circuit les divers enroulements et on peut vérifier leur résistance sans avoir à démonter les bobinages ni le blindage.

7° CONDENSATEUR RÉGLABLE ÉTALONNÉ. — Ce condensateur réglable à démultiplier est muni d'un cadran étalonné directement en valeurs de capacité. La capacité inconnue étant intercalée dans un circuit oscillant, il suffit de lui substituer le condensateur étalonné et de rechercher l'accord pour connaître immédiatement la valeur cherchée.

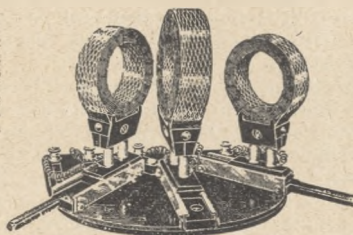
8° OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE. — C'est un appareil de mesure précieux, mais d'un emploi délicat et d'une réalisation difficile, car il comporte, outre le tube cathodique, une alimentation à tension élevée, une « base de temps », un tube relais avec alimentation anodique, des amplificateurs à gain variable pour toutes fréquences jusqu'à 500.000 p.s environ, sans compter une hétérodyne modulée en fréquence et un oscillateur à fréquence musicale variable.

L'oscillographe permet de mesurer la tension aux bornes de la résistance d'utilisation d'une diode détectrice, le gain d'un étage d'amplification en haute et basse fréquence, la tension d'une hétérodyne, la tension aux bornes d'un haut-parleur, la comparaison des fréquences, des profondeurs de modulation. Il sert aussi à l'examen des formes de courants alterna-

tifs de toutes fréquences, à l'analyse, des harmoniques d'une tension, à l'établissement des caractéristiques d'un poste récepteur, travail fait à l'oscillographe en quelques secondes, alors qu'il demande des heures avec le générateur étalonné et le wattmètre de sortie.

(Angl. *Laboratory*.)

LACHE. Couplage lâche. Couplage inductif entre deux circuits, tel que l'inductance mutuelle des deux circuits soit faible comparativement à leurs self-inductances respectives. Lorsque le cou-



Couplages lâches entre deux groupes de bobines.

plage est lâche, le coefficient de couplage (ou d'accouplement) est faible. — **Coupleur lâche.** Coupleur dont les deux bobines sont très écartées l'une de l'autre, de façon à ce que le couplage entre elles soit lâche. Voir *couplage, coupleur, inductance, variocoupleur*.

(Angl. *Loose Coupling, Coupler*. — All. *Leichte Koppelung*.)

LAITON. Alliage composé de 6 à 7 parties de cuivre et de 3 à 4 parties de zinc environ. Bon conducteur, utilisé couramment à la fabrication du décolletage électrique (bornes, plots, vis, etc...). Métal très facile à usiner, susceptible d'un beau poli, peut être soudé à l'étain et brasé, c'est-à-dire soudé à lui-même sans interposition d'aucun autre métal. La *résistivité électrique* du laiton varie, suivant sa composition, de 5 à 9 microhms-centimètres.

(Angl. *Brass*. — All. *Messing*.)

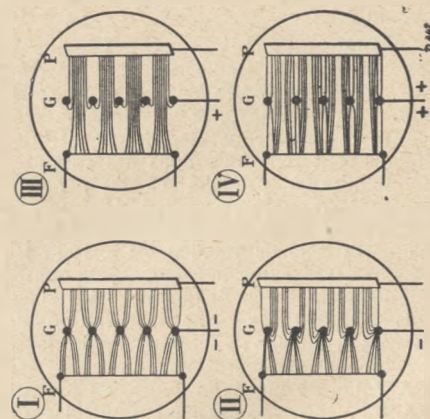
LAMPE. Lampe électronique. Tube à vide élevé, qui doit ses caractéristiques essentiellement à l'émission d'électrons par l'une des électrodes (cette définition du C. E. I. 1934 est donnée pour le terme de *tube électronique*).

— **Lampe thermoionique.** Tube électronique dans lequel l'émission des électrons est produite par une cathode chauffée. Lorsqu'il est nécessaire de mettre en évidence le nombre des électrodes, on emploie les termes de *diode, triode, tétrode, pentode*, etc... (Cette définition du C. E. I. 1934 est donnée pour le terme de *tube thermoionique*. Nous la reproduisons ici, le terme de *lampe* étant plus généralement employé en France que celui de *tube*, importé d'Amérique dans cette acception.) Synonyme *lampe de T. S. F.*, *tube électronique*, *tube thermoionique*, *tube à vide* (*diode, triode, etc.*).

(Angl. *Valve, Vacuum Tube*. — All. *Vakuumröhre*.)

— **Principe et généralités.** Les premières lampes électroniques triodes, réalisées sur l'initiative du Général Ferrière, firent leur apparition en 1915 dans la radiotélégraphie militaire. Le type primitif en était la lampe type T. M., dite à consommation normale, dont la cathode était un filament de tungstène chauffé à l'incandescence et consommant 0,7 A sous 4 V. Depuis, ce prototype a reçu maints perfectionnements. Le filament de tungstène a été abandonné pour celui de tungstène thorié, puis pour les cathodes à oxydes. Des grilles supplémentaires vinrent s'ajouter à la grille de commande, notamment les grilles-écrans, qui, en réduisant la capacité entre la grille de commande et l'anode, permirent d'augmenter le coefficient d'amplification en supprimant les réactions entre les divers étages des lampes en cascade. Pour éviter les distorsions produites par les phénomènes d'émission secondaire, on utilisa une grille de protection, ce qui transforma le relais électronique de triode en pentode.

Les lampes électroniques les plus simples, les *diodes*, ne contiennent que deux électrodes : la *cathode* et la *plaque* ou *anode* portée à une tension positive par rapport à la cathode. Ces électrodes sont renfermées dans une ampoule où l'on a pratiqué un vide très poussé (la pression du gaz résiduel est inférieure à celle correspondant à 0,00001 mm de mercure). Dans ces conditions, les électrons négatifs sont attirés vers la plaque positive : leur flux se referme



Aspect des lignes de force du champ électrique entre les électrodes d'une lampe triode pour diverses valeurs de la tension de grille : I. Grille très négative. — II. Grille moins négative. — III. Grille légèrement positive. — IV. Grille très positive (par rapport au filament).

par un courant de *convection* à l'intérieur de l'ampoule, et par un courant de *conduction* dans les connexions et appareils extérieurs à la lampe. Voir *effet Edison, Edison, Fleming*.

Pour un degré donné du chauffage du filament, la cathode libère par seconde une quantité d'électrons déterminée. Le courant électronique qui se referme entre

le filament et la plaque croît en fonction de la tension positive de la plaque jusqu'au moment où cette tension est suffisante pour contre-balancer l'émission. La plaque aspire alors tous les électrons émis et le courant atteint sa valeur maximum dite de *saturation*, laquelle ne peut être dépassée qu'en accroissant le chauffage du filament. En pratique, depuis sa valeur nulle jusqu'à la saturation, le courant filament-plaque varie proportionnellement à la tension de plaque. Voir *diode*.

Le courant de saturation que peut émettre le filament est déterminé par la formule de Richardson :

$$I = AT^2 e^{-\frac{b}{T}}$$

dans laquelle A et b sont des constantes; T , la température absolue du filament.

Le départ d'un électron de la cathode donne lieu à une charge positive de cette cathode, qui agit pour rappeler les électrons dont l'énergie cinétique est insuffisante pour vaincre le potentiel de sortie : 4,5 V pour le tungstène; 2,6 V pour le thorium; 1,5 V pour le baryum (R. Mesny).

En fait, le courant anodique n'atteint la valeur du courant de saturation que progressivement, à mesure que s'élève la tension anodique auxiliaire qu'on introduit entre cathode et anode. Le champ produit par la couche des électrons qui se dirigent de la cathode vers l'anode repousse vers la cathode les électrons intérieurs à cette couche. C'est ce qu'on appelle le phénomène de la *charge d'espace*, phénomène qui doit être équilibré précisément par la tension anodique.

D'après Langmuir, le courant anodique a pour expression :

$$i = K v^{3/2},$$

dans laquelle v est la tension anodique et K une constante, qui dépend de la longueur du filament et de l'éloignement de l'anode. On a avantage à réduire le rapport du rayon de l'anode à celui de la cathode. Ce rapport qui est plus grand que 10 pour le *chauffage direct* peut devenir voisin de 2 à 3 pour le *chauffage indirect*, dont l'emploi est actuellement généralisé.

Les propriétés des tubes électroniques ne peuvent être rigoureusement déterminées que par le relevé des *courbes caractéristiques*, en particulier pour la diode, par la courbe du courant anodique en fonction de la tension anodique. On observe sur cette courbe une partie rectiligne, pour laquelle le courant est sensiblement proportionnel à la tension. On désigne parfois sous le nom de *résistance* le quotient de la tension de saturation par le courant de saturation.

Le relais électronique le plus simple est la triode, dont la souplesse de fonctionnement se prête à un grand nombre d'usages en radioélectricité. Outre la cathode et la plaque (anode), la triode possède une troisième *électrode auxiliaire*, appelée *grille* en raison de sa forme. La grille est une électrode perforée, constituée, soit par un fil enroulé en spirale ou en hélice, soit par une plaque ajourée, soit par un treillis métallique. Son rôle est de modifier le

champ électrique entre la cathode et la plaque, pour faire varier l'intensité du flux électronique. Elle doit donc être perforée pour laisser passer ce flux au moins partiellement. Elle joue en effet le rôle d'un écran électrique, analogue à une grille, une vanne ou un robinet intercalés sur une conduite d'eau. Dans une triode de réception ordinaire, la grille, lorsqu'elle est réunie au pôle négatif du filament, diminue dans la proportion de 10 à 1 le courant anodique. Portée à un potentiel positif par rapport au filament, elle augmente au contraire ce courant.

Les propriétés de la triode et des relais électroniques sont relevées sur leurs *courbes caractéristiques* (Voir ce mot).

La plus importante de ces caractéristiques est celle qui indique la variation du courant anodique en fonction de la tension de grille pour une tension de plaque donnée. Le courant de plaque apparaît alors que la grille est encore négative. Il croît d'abord *proportionnellement* à la tension de grille, puis devient constant (courant de saturation). Les caractéristiques relevées pour diverses valeurs de la tension de plaque sont à peu près parallèles.

Considérons deux caractéristiques d'une même lampe, relevées l'une pour 40 volts, l'autre pour 60 volts sur la plaque. En prenant les valeurs du courant de plaque correspondant à l'intersection de ces courbes avec la tension de grille 0 volt, on trouve par exemple comme différence de ces courants $di = 2,8 - 2 = 0,8$ milliampère ou 0,0008 ampère, pour une différence de tension de plaque $dv = 20$ volts.

On appelle *résistance interne* de la lampe le rapport

$$R = dv/di = 20/0,0008 = 25.000 \text{ ohms}$$

dans notre exemple.

D'autre part, on constate que la même augmentation di du courant de plaque peut être obtenue, non plus en augmentant la tension de plaque de dv , mais en accroissant la tension de grille de du . On appelle *coefficient ou facteur d'amplification* de la lampe le rapport

$$\mu = dv/du = R di/du = 20/2 = 10$$

dans le cas de notre exemple, en supposant qu'un accroissement de 2 volts sur la grille produise ce résultat.

Si le circuit anodique possède une résistance extérieure r , la valeur efficace j de la composante alternative du courant de plaque est

$$j = \mu u / (R + r).$$

Le maximum de rendement est obtenu lorsque la résistance extérieure r est égale à la résistance interne R de la lampe.

On démontre que le rapport μ est sensiblement égal au rapport des capacités respectives de la grille et de l'anode par rapport à la cathode. Le coefficient d'amplification est donc d'autant plus élevé que la grille est plus rapprochée de la cathode et que ses spires ou ses mailles sont plus serrées.

On utilise parfois la notion inverse, celle de *transparence de grille* (R. Mesny) définie par $1/\mu$. C'est la facilité avec laquelle

les électrons peuvent traverser une grille négative.

Le courant anodique de la triode a pour expression

$$i = F(u + v/\mu).$$

v étant la tension anodique et u , la tension de grille.

La *résistance intérieure* $R = dv/di$ est l'inverse du coefficient angulaire de la tangente à la caractéristique au point de fonctionnement considéré.

La *pente* est l'expression

$$p = \frac{di}{du}$$

en supposant v constant. C'est la pente de la caractéristique, coefficient angulaire de la tangente au point de fonctionnement.

Les triodes présentent deux défauts principaux :

1° La capacité interne entre grille et anode, qui, en faisant réagir l'une sur l'autre les deux électrodes, trouble le fonctionnement de la lampe.

2° L'émission d'électrons secondaires par l'anode et les parois de la lampe. Cette émission, qui apparaît pour une tension anodique de 10 V, peut atteindre 2 à 3 fois la valeur de l'émission primaire pour une tension anodique de 500 V (R. Mesny).

C'est pour combattre ces phénomènes qu'ont été créées les lampes à électrodes multiples avec grilles-écrans et grilles de protection, dont les caractéristiques sont indiquées ci-après.

— Fonctionnement et applications des lampes électroniques.

Le rôle des diodes est très simple : le courant anodique n'existe que si la tension de plaque est positive par rapport à la cathode. Si l'on applique à la plaque une tension alternative, la diode ne laissera passer que les alternances positives. Elle fonctionne donc comme une *soupape électronique*, comme un « robinet électrique », propriété utilisée pour le redressement du courant alternatif. En utilisant une seule diode, on recueille les alternances d'un signe; en utilisant deux diodes ou une diode biplaque, on redresse les alternances d'un signe par rapport à celles de l'autre, en courant monophasé. Même résultat en triphasé avec trois diodes, en hexaphasé avec six diodes. Voir *diode*, *redressement*, *soupape*.

Dans les triodes, le rôle de la grille est mis en évidence par les figures indiquant la répartition des lignes de force dans le champ. Lorsque la grille est très négative, par rapport à la cathode, elle repousse tous les électrons. Lorsqu'elle est moins négative, elle en laisse passer. Lorsqu'elle devient positive, elle accélère plus ou moins leur marche vers la plaque. Pour les tensions de grille négatives, la grille est traversée par un courant très faible inférieur à 1 microampère. Lorsqu'elle devient positive, le courant de grille change de sens, par suite de l'*ionisation* des gaz résiduels, puis s'accroît de plus en plus. Ce courant de grille est néfaste parce qu'il implique une consommation d'énergie, une diminution du rendement et de l'amplification de la lampe. Pour l'éviter, on

rend la grille négative en intercalant dans son circuit une tension de *polarisation* ou un *condensateur shunté*. Pour tout ce qui concerne les propriétés de la grille, ses montages et ses accessoires, voir *grille*.

La présence de la grille confère aux triodes les propriétés des *relais*, relais particulièrement précieux pour les mouvements extrêmement rapides des ondes radioélectriques et des courants de haute fréquence, puisqu'ils sont dépourvus d'*inertie*. Ces relais peuvent exercer de multiples fonctions, à savoir la *détection*, l'*amplification*, la *modulation*, l'*oscillation*, ainsi que des rôles auxiliaires tels que l'*hétérodyne*, la *réaction*, le *changement de fréquence*, le *contrôle automatique du volume de son*, les *montages antifading*, etc... Nous ne pouvons, bien entendu, développer ici toutes les fonctions et les applications des lampes et nous renvoyons à chacun des articles spéciaux qui leur sont consacrés sous leur nom propre. Nous n'indiquerons donc qu'un schéma sommaire de ces fonctions.

La *détection par lampe* utilise la différence entre les amplifications produites sur les deux groupes d'alternances positives et négatives par les courbes de la caractéristique (courbure supérieure de saturation pour la détection par la plaque, courbure inférieure pour la détection par la grille). Voir *détection*, *détectrice*.

Dans le fonctionnement des lampes à grille, en relais amplificateur, on distingue trois régimes de fonctionnement, dénommés respectivement A, B et C.

Le *régime A* est celui dans lequel le point de fonctionnement est réglé dans la partie rectiligne de la courbe caractéristique. Dans ce régime, les éléments caractéristiques restent sensiblement linéaires, mais le rendement et la puissance sont faibles.

Le *régime B* est celui dans lequel le point de fonctionnement est à la naissance du courant anodique. Il y a une distorsion assez faible. Le rendement peut atteindre 0,7.

Le *régime C* correspond à une polarisation fortement négative de la grille de commande. Le courant plaque ne prend alors naissance que pour des valeurs positives importantes de la tension d'excitation. Le rendement peut atteindre 0,9. Voir *régime*.

La courbure des caractéristiques se traduit par des distorsions et des harmoniques, qu'on peut atténuer par l'emploi du montage *équilibré* (push-pull) et par la combinaison des régimes A et B.

L'*amplification* est une application de la proportionnalité de l'accroissement du courant de plaque à l'augmentation de la tension de grille. En raison de l'inertie négligeable de la lampe, l'amplification peut porter sur des courants de haute, moyenne, basse ou très basse fréquence, à condition d'utiliser dans chacun de ces cas des circuits de constantes appropriées. Toutefois, l'amplification en très haute fréquence est limitée par les dimensions des électrodes de la lampe, notamment par la capacité entre les électrodes, leurs connexions et leur support. Pour réaliser de

fortes amplifications, on monte en *cascade* des étages successifs d'amplification. Chaque étage utilise une lampe triode, parfois deux ou plusieurs en parallèle s'il s'agit d'obtenir une forte puissance. La liaison entre étages peut être faite par *autotransformateurs*, *transformateurs* (à haute, moyenne ou basse fréquence), *résistances* et *capacités*, circuits *résonnants*. Voir *amplification*, *amplificateurs*.

L'influence parasitaire de la capacité grille-anode est contrebalancée par la neutralisation ou *neutrodyne* au moyen d'une capacité externe très faible, ou au moyen de tubes à électrodes multiples spécialement protégés.

On distingue l'amplification en tension, à haute ou basse fréquence, et l'amplification en puissance pratiquée à l'émission et en basse fréquence à la réception.

La *modulation* consiste à imprimer à un courant de haute fréquence d'amplitude constante les variations d'amplitude d'un courant microphonique. Cette application, qui dérive de l'amplification à basse fréquence, est encore assurée par la lampe triode. Voir *modulation*, *modulateur*.

L'*oscillation* ou *génération d'ondes entretenues* peut être également produite par lampes triodes, et cela sur une fréquence déterminée uniquement par les constantes électriques des circuits, puisque la lampe ne possède qu'une inertie négligeable. A cet effet, on *couple* le circuit de grille à un circuit oscillant situé entre la cathode et la plaque, dans un sens tel que l'effet d'induction produit par une variation du courant de plaque dans le circuit de grille tende à renforcer cette variation. Dans ces conditions, des oscillations de haute fréquence prennent spontanément naissance dans le circuit de plaque. Sur ce principe sont établis tous les générateurs d'oscillation à lampes, aussi bien les petits générateurs locaux (*hétérodynes*, *modulateurs* et *changeurs de fréquence*) utilisés à la réception que les postes d'émission de toutes puissances.

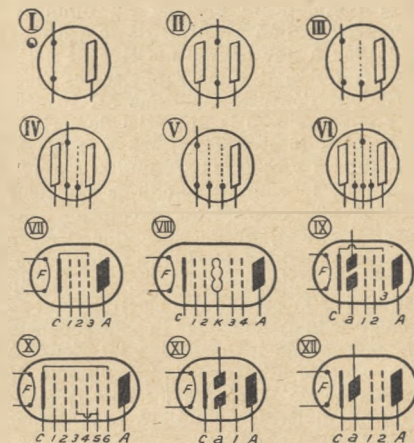
A l'oscillation par lampes se rattachent aussi les phénomènes de *réaction*. Lorsqu'on couple assez fortement, dans le sens convenable, le circuit de plaque et le circuit de grille d'un étage d'amplification à haute fréquence, on produit des oscillations comme nous venons de le montrer. Lorsque le couplage reste inférieur à la limite d'*amorçage* des oscillations, on observe un renforcement de l'amplification qui est d'autant plus fort que le couplage est plus voisin de cette limite. Ce renforcement est dû à ce que le *couplage réactif* ou *réaction* ainsi pratiqué diminue la résistance non inductive du circuit résonnant ou comme l'on dit, introduit dans ce circuit une *résistance électrique négative*. Voir *réaction*, *régénération*, *rétroaction*.

La *superréaction* est une combinaison de la réaction et de l'oscillation, obtenue en poussant le couplage réactif au delà de la limite d'amorçage, mais en évitant la production d'oscillations à haute fréquence par l'entretien d'oscillations à moyenne fréquence qui modulent l'onde à amplifier. Voir *superréaction*, *superrégénération*.

— **Classification et appellation des lampes.** La multiplication des types de lampes impose une classification. Mais cette classification s'avère difficile et arbitraire suivant le point de vue adopté. On peut en effet la baser soit sur le nombre des électrodes, soit sur la nature de la lampe, soit sur sa fonction ou son utilisation.

Voici une classification basée sur le nombre des électrodes :

DEUX ÉLECTRODES. — Diode et ses dérivés *double diode*, *diode-triode*, *diode-tétrode*, *double diode-triode*, *double diode-pentode*. Les termes de *duodiode* et de *duplex-diode* qu'on rencontre parfois sont synonymes de *double diode*.



Symboles de représentation schématique des lampes électroniques : I. Diode. — II. Triode biplaque. — III. Triode avec grille. — IV. Négatron. — V. Tétrode ou bigrille. — VI. Pentatron ou double triode. — VII. Pentode ou triggrille : F, filament; C, cathode; 1, grille de commande; 2, grille-écran; 3, grille de protection; A, anode. — VIII. Hexode : 1, grille de commande de l'oscillation; 2, grille formant anode de la triode d'oscillation; K, nuage d'électrons formant cathode virtuelle du modulateur; 3, grille de commande du modulateur; 4, grille-écran du modulateur; A, anode. — IX. Heptode ou double diode pentode : a, anodes de la double diode; 1, grille de commande; 2, grille auxiliaire; 3, grille-écran; A, anode de la pentode. — X. Octode oscillatrice-modulatrice : 1, 2, grilles de la partie oscillatrice; 3, 5, grilles-écran; 4, grille de commande; 6, grille d'arrêt. — XI. Double diode triode : a, anodes de la double triode. — XII. Binode : a, anode de la diode; 1, grille de commande; 2, grille-écran.

TROIS ÉLECTRODES. — Triode. Bien qu'ayant trois électrodes, la double diode est, en raison de sa nature, rattachée à la diode, de même que les tubes redresseurs biplaque.

QUATRE ÉLECTRODES. — Tétrode (Certains auteurs écrivent *tétraode*, *pentaode*, *hexaode*, *heptaode*, *octaode*, mais cet hiatus est contraire à la formation correcte de ces termes synthétiques). On distingue la lampe *bigrille* et la lampe à *grille-écran*, types désuets. La bigrille oscillatrice-modulatrice a été remplacée par l'hexode, l'heptode et l'octode. La lampe à grille-écran a été remplacée par la pentode.

CINQ ÉLECTRODES. — Pentode ou triggrille. On distingue les *pentodes à pente fixe* les

pentodes à pente variable (sélectodes) et les pentodes d'amplification finale à basse fréquence.

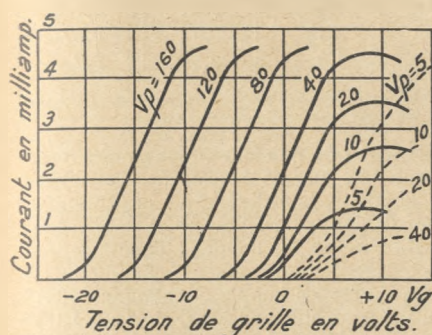
SIX ÉLECTRODES. — Hexode. Lampe à quatre grilles, employée pour l'amplification (hexode à pente variable), ou pour la modulation (hexode modulatrice). Certaines triodes-hexodes font office d'oscillatrices-modulatrices.

SEPT ÉLECTRODES. — Heptode ou pentagride, utilisée comme oscillatrice-modulatrice dans les montages employant les lampes dites « américaines ».

HUIT ÉLECTRODES. — Octode, universellement utilisée comme oscillatrice-modulatrice dans les montages employant les lampes dites « européennes ».

On peut aussi classer les lampes, d'après leur type de construction, en lampes « amé-

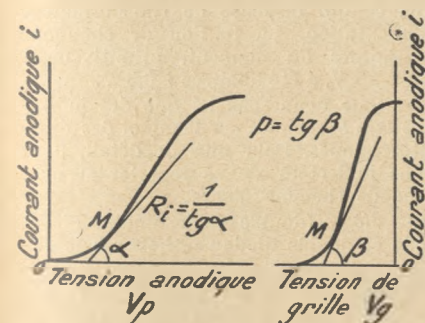
ricaines » et lampes « européennes ». Mais la distinction entre ces deux groupes tend à disparaître dans leurs modèles les plus récents.



Familles de courbes caractéristiques d'une triode : en trait plein, courant anodique; en trait ponctué, courant de grille; V_g tension de plaque; V_p tension de grille (d'après R. Mesny).

ricaines » et lampes « européennes ». Mais la distinction entre ces deux groupes tend à disparaître dans leurs modèles les plus récents.

Il est plus rationnel de classer les lampes d'après le procédé de chauffage des cathodes : chauffage direct et chauffage



Définition, sur les caractéristiques, de la résistance intérieure et de la pente d'une triode.

indirect. Cependant, les progrès réalisés dans la construction de ce dernier type de lampes l'a fait adopter même pour les récepteurs à batteries, les seuls utilisant encore les lampes à chauffage direct.

On peut enfin classer les lampes d'après leur utilisation en :
Lampes chauffées en courant continu (4 V).
Lampes chauffées en courant alternatif (4 V et 6,3 V).
Lampes universelles ou tous courants (13 V et 6,3 V).
Lampes chauffées à basse tension (2 V).

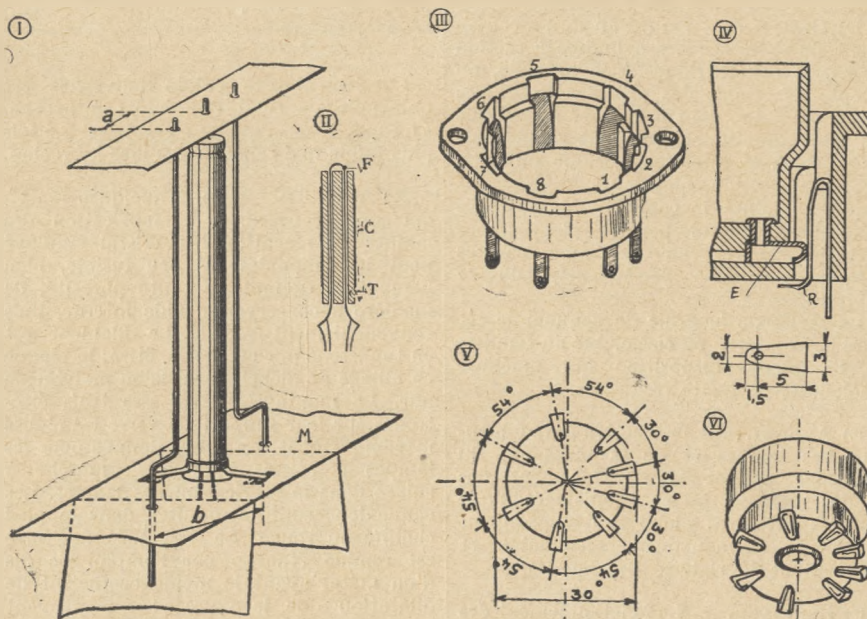
Principes de construction des lampes de réception. Des principes différents sont à la base des deux types de construction : américaine et européenne. La lampe américaine a des caractéristiques moins poussées; les récepteurs américains possèdent un plus grand nombre de lampes que les récepteurs européens.

Pour abaisser le prix de revient, on a cherché en Europe à réduire au minimum le nombre de lampes, en utilisant des types plus poussés. Après avoir recherché les lampes à grand coefficient d'amplification et faible capacité interne, on a étudié la

A) PONTS DE MICA. — Ces ponts, qui sont les traverses isolantes des électrodes, sont réduits au minimum, pour éviter les fuites et l'effet microphonique. Les points de contact entre mica et électrodes sont aussi peu nombreux que possible.

B) RAYONNEMENT SECONDAIRE. — Le rayonnement secondaire de l'anode a été réduit par la grille de protection. Mais une autre radiation parasite provient de la fluorescence de la paroi interne des ampoules, source d'un effet de distorsion en basse fréquence et d'une diminution de la sélectivité en haute fréquence. Une couche de noir de fumée recouvrant intérieurement l'ampoule supprime la radiation secondaire.

C) CATHODES. — Primitivement (1917), on utilisait comme cathode un filament de tungstène étiré chauffé à 2.500° C par un courant de 0,7 A sous 4 V, mais on n'obtenait ainsi que quelques dixièmes de watts. Un progrès considérable fut



Eléments de construction des lampes modernes de réception: I. Augmentation des lignes de fuites a et b entre électrodes; M, pont de mica. — II, Cathode à chauffage indirect: F, filament; T, tube de magnésie; O, couche d'oxyde de baryum, formant cathode. — III. Détail du support, montrant les lamelles de contact à ressorts R, numérotées de 1 à 8, au fond des encoches. — IV. Coupe du culot enfoncé dans le support: l'ergot E appuie contre la lame de ressort R. — V. Répartition radiale des ergots sur le culot. — VI. Culot montrant la fixation des ergots.

tension d'alimentation optimum, afin de réduire la consommation, tout en recherchant les types de cathodes les plus économiques.

L'étude des facteurs électriques et mécaniques a permis de supprimer la transmodulation, le crépitement, l'effet microphonique, le rayonnement secondaire. L'encombrement des lampes a diminué dans des proportions considérables, de 8 à 1 en volume pour certains types, au bénéfice du prix de revient et de la rigidité des électrodes.

Voici les principaux éléments de la construction :

réalisé en 1923 par les filaments de tungstène thorié. La consommation était réduite à 0,06 A, la température à 2.000° C.

Actuellement on utilise les cathodes à oxydes, c'est-à-dire recouvertes d'une couche d'oxydes alcalino-terreux, d'ordinaire oxyde de baryum, chauffées entre 800 et 1.000° C. Ce sont les cathodes sombres, par opposition avec les cathodes incandescentes. Elles durent de 1.000 à 10.000 heures en général.

Les cathodes ont été modifiées par la substitution du chauffage indirect au chauffage direct. Le filament de tungstène est conservé, non plus comme cathode,

mais comme élément de chauffage. La cathode est un tube ou un bâton de magnésie recouvert d'oxydes à grand pouvoir émissif. Ainsi la cathode est équipotentielle et isolée électriquement du filament. Les crépitements dus à l'inégale répartition de la température dans la cathode ont été supprimés par l'emploi de filaments *bispiralés*, qui offrent une surface de chauffage plus grande, qui permettent la libre dilatation et annulent le champ électrique à l'intérieur du filament. Ainsi disparaissent les phénomènes d'induction et de ronflement.

La durée du régime transitoire de chauffage, nécessaire pour obtenir l'équilibre de température, a pu être ramenée de 1 minute à 10 ou 15 secondes, par la réduction au minimum du tube de magnésie.

La température de chauffage étant plus basse, la dissipation de chaleur est plus faible et le rendement est augmenté.

On a pu réduire les pertes par l'amélioration de la fixation de la cathode, dont le point de saturation est plus élevé.

D) GRILLES. — En raison de l'inconvénient du désaxage des cylindres à section circulaire concentriques à la cathode, on adopte désormais des grilles cylindriques à section ovale, dont la rigidité mécanique est plus grande et qui sont solidement fixées dans la direction critique du petit axe. La section elliptique, d'aire plus réduite, diminue la capacité interne entre électrodes, ce qui permet aux lampes actuelles de recevoir les ondes courtes jusqu'à 5 mètres de longueur d'onde environ.

La sortie de la grille de commande est faite par un téton ou corne, fixé au sommet de l'ampoule, disposition qui améliore l'isolement en haute fréquence.

E) ANODES. — La réduction de la dimension des lampes et de la puissance du chauffage permet le remplacement des anodes perforées ou en treillis métallique par des cylindres pleins, qui suppriment l'effet de rayonnement secondaire et augmentent la rigidité des anodes.

F) BLINDAGE. — Le fonctionnement des récepteurs modernes exige le blindage des lampes à haute et moyenne fréquence. Pour éviter d'avoir à enfermer ces lampes dans un blindage métallique, on le remplace par la métallisation de la surface externe de l'ampoule au moyen d'une peinture appropriée, qui fait office d'écran électrique et réduit au minimum les capacités nuisibles. Cette métallisation est reliée à un plot indépendant, qui permet de la polariser à la tension désirée.

G) CULOT UNIVERSEL. — Un progrès considérable résulte de l'emploi d'un culot dans lequel les broches sont remplacées par des ergots placés à la périphérie. Il s'ensuit une importante réduction de l'encombrement de la lampe, raccourcie de la hauteur des broches, une grande facilité de fixation, l'amélioration des contacts électriques par l'emploi d'une pression élevée contre les lamelles de la douille,

enfin un contact mécanique très solide, correspondant à une force d'arrachement de 15 kilogrammes pour chacune des lampes d'un châssis.

Cette disposition a le grand avantage de réduire au minimum les pertes en haute fréquence par l'augmentation des lignes de fuites au moyen de rainures radiales du culot et par l'accroissement de l'intervalle d'isolant qui sépare les ergots.

Voici, à titre de comparaison, d'après Philips, les valeurs de la résistance d'isolement et de la capacité en haute fréquence entre électrodes pour les deux types de culot, à broches et à ergots :

LONGUEUR D'ONDE EN MÈTRES	GRANDEUR MESURÉE	CONTACT PAR BROCHES		CONTACT PAR ERGOTS	
		CULOT	DOUILLE	CULOT	DOUILLE
8,60	R mégohms	0,12	0,074	0,52	0,38
	C micromicrofarads	0,7	1,9	0,6	0,7
16,20	R mégohms	0,2	0,13	0,9	0,67
	C micromicrofarads	0,7	1,9	0,6	0,7

L'isolement des culots universels est quintuple de celui des culots à broche. La capacité des douilles à ergots est 2,5 fois plus faible que celle des douilles à broches.

H) AMPOULE. — Voici quelques renseignements concernant la fabrication des lampes de réception. Le cristal employé pour les ampoules est peu fusible, bien homogène, exempt de toute porosité, de manière à conserver le vide interne, puis convenablement recuit. Le filament est en tungstène pur ou thorié, étiré; la plaque en alliage de nickel, la grille en molybdène pur. Le montage correct des trois électrodes sur leur support de verre est réalisé mécaniquement. La figure donnée pour les lampes à cornes indique la marche à suivre dans la fabrication des lampes. Les connexions sont introduites dans le pied chauffé au rouge. La traversée du verre est rendue étanche par l'emploi de fils d'un métal ayant le même coefficient de dilatation que le verre et qui peuvent lui être soudés. Le filament et les connexions sont électriquement soudés aux électrodes. Puis on soude l'ampoule au pied et l'on pratique le pompage de l'air par un tube étroit ou *queusol*, dont il reste un appendice ou pointe après la fermeture de la lampe. Dans les lampes modernes dites « sans pointe », la pointe est en réalité cachée sous le pied. Pendant le vidage de l'air, on porte la plaque au rouge afin de faciliter le dégagement des gaz occlus dans le métal des électrodes. Dans les lampes à faible consommation, le vidage est parachevé par la projection, à l'intérieur de l'ampoule, d'une couche de magnésium qui absorbe les gaz résiduels. En dernier lieu, on fixe sous l'ampoule et on colle par compression le *culot*, métallique ou isolant, qui porte sur un isolateur les *broches* ou *ergots* correspondant aux électrodes. Dans les lampes dites « à cornes », les connexions de plaque et de grille aboutissent à deux

tétons métalliques placés sur l'ampoule.

Pour ce qui concerne la fabrication des lampes métalliques, voir plus loin sous ce titre.

— **Propriétés des diverses séries de lampes de réception.** Au début de l'utilisation des tubes électroniques, un seul type de lampe suffisait à assumer, plus ou moins bien, les diverses fonctions de la réception. On cherchait surtout à limiter la consommation. Aussi le progrès essentiel a-t-il été, en 1923, la substitution de la lampe à faible consommation (0,06 A) à la lampe à forte consommation (0,7 A).

A partir du moment où les lampes furent alimentées par le réseau de distribution d'électricité, la réduction de la consommation devint moins impérieuse.

En Europe, les lampes à chauffage indirect furent normalement chauffées sous 4 V comme les lampes à chauffage direct, puis récemment sous 6,3 V. Mais aux Etats-Unis, on utilise les tensions de 6, 6,3 et 7,5 V.; en Grande-Bretagne, celles de 6 et 5,25 V.

Pour les petits postes portatifs, alimentés par piles et accumulateurs, on a créé une série de lampes à chauffage direct sous 2 V.

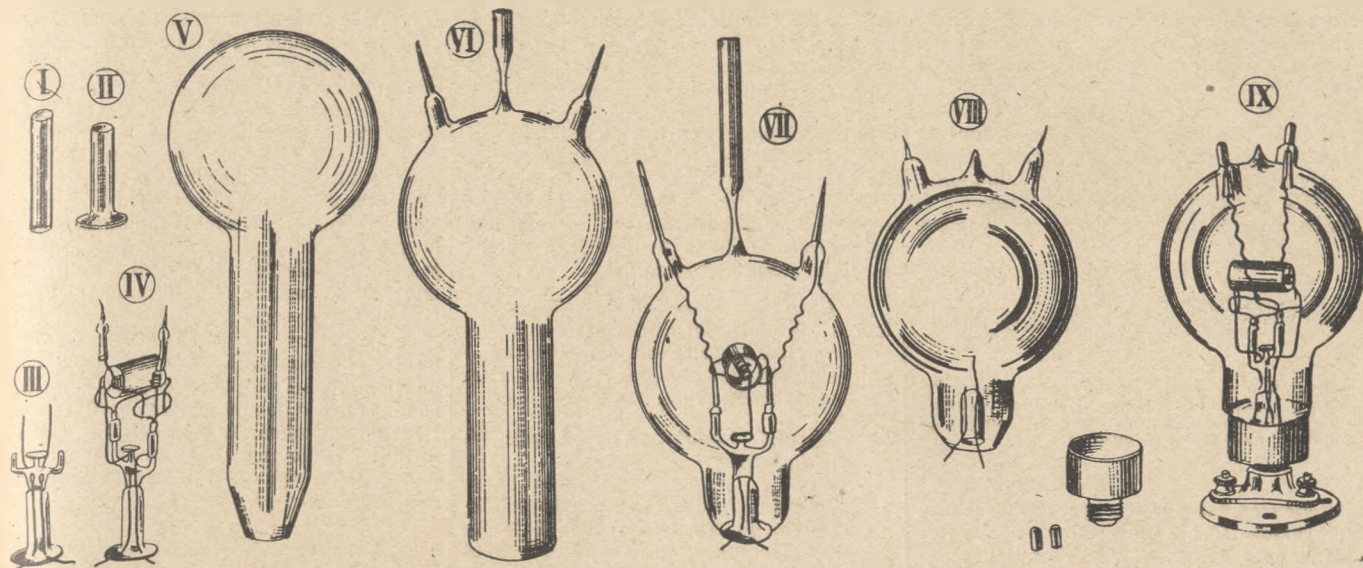
Un autre type de lampe est né de la nécessité de construire des récepteurs susceptibles d'être alimentés par le réseau, indifféremment en courant continu ou en courant alternatif. Ces lampes à chauffage indirect, dites *universelles* ou « tous courants », ont leurs filaments montés en série, ce qui dispense de transformateur d'alimentation. La tension de chauffage aux bornes du filament, primitivement fixée à 13 V, a été abaissée à 6,3 V.

Nous ne donnerons ici que des indications très succinctes sur l'emploi des différentes lampes. Pour plus de détail, nous prions le lecteur de se reporter au nom même de chacune d'elles.

Les *diodes* (double diode, double diode-triode et double diode-penthode) sont utilisées pour la détection et la régulation automatique de la réception (antifading). La détection par diode est linéaire et ne donne pas de distorsion, ce qui est le cas de la détection par triode.

Les *valves de redressement* sont des diodes utilisées pour les courants de très basse fréquence. Elles ont une ou deux anodes et sont chauffées directement ou indirectement.

Les *triodes* et les *tétrodes* sont tombées en désuétude. On leur préfère les lampes



Différentes phases de la fabrication d'une lampe d'émission à cornes : I à IV. Fabrication du pied : I, pied brut constitué par un tube de verre, dont la base est élargie en II. — III. Le pied reçoit la forme définitive du support D avec les colonnettes et les connexions de filament. — IV. Le pied est terminé : il supporte la plaque, la grille, le filament et leurs connexions, les deux dernières aboutissent à deux supports de cornes. — V. L'ampoule, terminée par le tube. — VI. L'ampoule est munie des supports, de cornes et du tube de vidage. — VII. Les connexions sont en place dans l'ampoule, dont le tube a été soudé au pied. — VIII. La lampe est devenue noire au cours de l'opération du vidage. — IX. La lampe terminée a reçu les cornes, le queusot, le culot à vis, introduit dans le support. — Bornes de connexions du filament.

à électrodes multiples, comportant à la fois grille de commande, grille-écran et grille de protection.

La pentode ou trigridde est devenue la lampe amplificatrice normale. On utilise en haute fréquence la pentode à pente fixe et la pentode à pente variable; en basse fréquence, la pentode finale.

La pentode à pente variable est précieuse pour éliminer la transmodulation. La pentode à pente fixe présente une grande région rectiligne. La pentode finale est spécialement étudiée pour donner la puissance largement suffisante à l'alimentation du haut-parleur.

L'hexode et l'heptode ou pentagride ont été spécialement étudiées en Amérique comme lampes oscillatrices-modulatrices. En France, on leur préfère l'octode, qui est plus souple.

La tendance actuelle est à l'emploi de types de lampes variés, spécialement étudiés pour chaque fonction et possédant autant d'électrodes auxiliaires qu'il est nécessaire pour découpler les circuits.

— **Lampes américaines.** Types de lampes de réception conformes aux séries utilisées aux Etats-Unis. Leurs caractéristiques sont généralement moins poussées que celles des lampes européennes.

— **Lampe catkin.** Voir Catkin et lampe métallique.

— **Lampe de couplage.** Lampe de liaison assurant le couplage de deux circuits oscillants ou résonnants, placés l'un entre grille de commande et cathode, l'autre entre anode et cathode. Voir couplage.

(Angl. Coupling Valve. — All. Kopplungsrohre.)

— **Lampe dure.** Lampe électronique bien vidée, exempte de gaz résiduels et susceptible de servir à l'amplification ou à l'oscillation.

(Angl. Hard Valve. — All. Hartröhre.)

— **Lampe à écran.** Type de lampe thermoionique dans laquelle les effets de capacité entre certaines électrodes (en

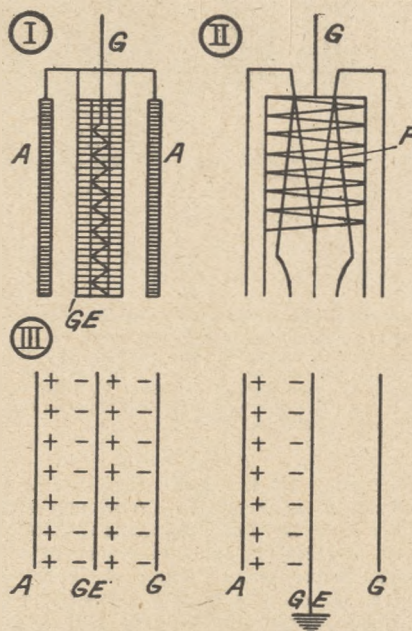
général l'électrode de commande et l'anode), sont éliminés en grande partie en interposant une électrode additionnelle maintenue à un potentiel déterminé (Définition du C. E. I. 1934 pour tube électronique à grille-écran).

La lampe à écran a été étudiée pour diminuer la capacité grille-anode, et, par suite, augmenter le coefficient d'amplification. L'écran réalise une séparation électrique entre la grille et l'anode, abaissant la capacité entre ces deux électrodes à l'ordre de 1 millième de micromicrofarad.

L'usage de l'écran permet aussi, en éloignant l'anode, d'augmenter la résistance intérieure de la lampe. Le coefficient d'amplification devient alors supérieur à 1.000. Toutes les lampes à quatre électrodes et plus sont des lampes à écran. Voir écran et grille-écran.

(Angl. Screened tube. — All. Schirmrohre.)

— **Lampe d'émission.** En 1919, l'émission d'ondes entretenues était pratiquée avec la lampe T. M. même qui servait à toutes ces fonctions de la réception. On se bornait à pousser ses caractéristiques en appliquant au filament une tension de 6 V au lieu de 4 V et à la plaque une tension de 300 à 400 V, au lieu de 80 V. Cette pratique abrégait singulièrement la vie de ces lampes. Pour augmenter la puissance, on accrût les dimensions du tube. Mais on est vite limité dans cette voie. Les lampes de verre les plus puissantes ne peuvent guère dissiper que 1.500 W sur l'anode, 2.000 W au maximum. Encore est-on obligé de développer beaucoup les dimensions pour favoriser le refroidissement. On atteint environ 50 centimètres de hauteur pour l'ampoule. L'augmenta-



Disposition des électrodes d'une lampe à grille-écran : I. Vue de profil. — II. Vue de face (sans l'anode ni la grille-écran); A, anode; F, filament; G, grille de commande; GE, grille-écran. — III. Répartition des charges électriques sur les électrodes d'une lampe à grille-écran; à droite, la grille-écran est réunie à la terre.

tion de la puissance ne pouvait être obtenue qu'en associant un grand nombre de ces lampes en parallèle, ce qui comportait de multiples inconvénients.

En 1924, un grand progrès fut réalisé par la fabrication de lampes dans lesquelles l'enveloppe extérieure, en grande partie métallique, constituait l'anode. L'ampoule, soudée sur ce tube de métal, supporte la grille et le filament. L'anode est refroidie

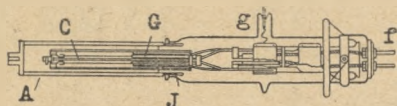


Schéma d'une lampe d'émission à grande puissance : A, anode; C, cathode; G, grille; J, soudure du métal sur l'ampoule de verre; f, f', sorties du filament; g, sortie de la grille.

extérieurement par une circulation d'eau, qui dissipe 15 à 20 fois plus d'énergie que les lampes refroidies par l'air. On construisit d'abord des lampes de 10 kw avec tension anodique de 6.000 à 8.000 V, le chauffage absorbant 0,5 kw.

La difficulté essentielle pour l'augmentation de puissance était celle d'obtenir un verre et un métal possédant des coefficients de dilatation identiques, sans compter les efforts diélectriques résultant des champs de haute fréquence intenses. On réalisa ensuite des lampes de 25 kw avec tensions anodiques de 12.000 V environ.

Mais les stations de radiodiffusion requéraient des puissances beaucoup plus élevées, de l'ordre de 120 à 150 kw, ce qui suppose une puissance de l'ordre de 120 kw par lampe finale, avec pointes de modulation allant jusqu'à 300 kw. La question fut d'abord résolue en utilisant des stations à 12 et 24 lampes de puissance associées en parallèle, mais cette disposition limitait beaucoup les possibilités de chacune des lampes.

En 1932, on construisit pour la première fois en France une lampe de 100 kw utiles (Radiotechnique). Sur cette lampe, le joint anode-verre a un diamètre de 10 cm. Les passages du filament sont constitués par des barres métalliques de 10 mm de diamètre enrobées dans le verre. La lampe a 1 m de hauteur, la grille 75 cm de longueur.

On a construit récemment une lampe de 130 kw, alimentée sous 20.000 V et dissipant à l'anode 90 kw. La puissance de chauffage du filament est de 9 kw.

Dans de telles lampes, la pente est de l'ordre de 10 à 30 m A/V, pour réaliser une forte amplification. Le coefficient d'amplification est de 200. Le courant de chauffage atteint 420 A sous 4 V pour une lampe de 300 kw. Le courant anodique est de 100 A environ. Le débit de l'eau de refroidissement est de l'ordre de 120 litres par minute.

On a réalisé aussi des lampes démontables (Holweck) pour des puissances de 100 à 500 kw, fonctionnant sous 10.000 à 20.000 V. Toutefois, il semble que l'utilisation en soit actuellement limitée aux stations télégraphiques.

Alors que jusqu'à ces derniers temps,

toutes les lampes d'émission étaient des triodes, la tendance actuelle est à l'utilisation des lampes à électrodes multiples. On en est pour le moment aux pentodes, jusqu'à 150 kw.

Pour les ondes courtes, on a étudié des lampes spéciales présentant un minimum de capacité entre électrodes.

Pour l'émission au-dessous de 3 mètres de longueur d'onde, on a recours aux magnétrons à anode fendue (5 à 40 W, oscillant jusqu'à 0,70 m.).

— **Lampes européennes.** Types de lampes de réception conformes aux séries utilisées en Europe. Leurs caractéristiques sont généralement plus poussées que celles des lampes américaines.

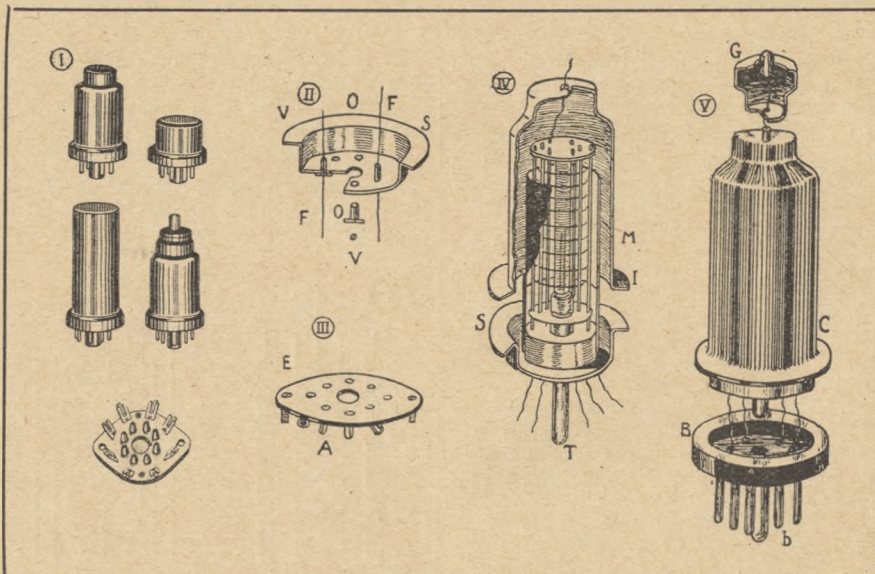
— **Lampe fusible.** Voir *Lampe de protection, fusible.*

— **Lampes à gaz.** Lampes thermoioniques dont les électrodes sont baignées par une atmosphère gazeuse. Les lampes à gaz sont principalement utilisées comme valves de redressement, notamment sous forme de *phanatrons* ou diodes à vapeur de mercure à cathode chaude. Leur chute

commander un courant intense. Mais le courant anodique ne suit pas les variations de la tension de grille. Le courant prend brusquement sa valeur maximum et la conserve même si l'on réduit la tension de grille. Pour supprimer le courant, il faut annuler la tension anodique, ce qui se produit spontanément si l'anode est alimentée en courant alternatif non redressé. Pour obtenir une véritable modulation par la grille, il faut faire varier la phase de la tension de grille, ce qui revient à limiter le temps de passage du courant anodique pour chaque alternance.

On construit actuellement des *thyatron* à plusieurs grilles. Les thyatron ont de nombreuses applications, notamment comme relais et comme générateurs d'oscillations de relaxation. Ils sont utilisés notamment en radiovision pour le balayage de l'image. Voir *thyatron, radiovision, relaxation, redresseur.*

— **Lampes métalliques.** La lampe de T. S. F. n'ayant jamais été destinée à l'éclairage, il n'est nullement indispensable que son ampoule soit transparente, ni même translucide. Sans doute, dans les



Lampes métalliques : 1. Divers types de lampes métalliques. — 2. Base de la lampe : S, support en métal; O, œillet; V, perle en verre; F, fil de connexion. — 3. Support normalisé A pour 8 connexions; E, encoche centrale. — 4. Coupe de la lampe; M, enveloppe métallique; I, écran isolant en mica; T, tube métallique pour le pompage. — 5. Aspect extérieur de la lampe : G, grille; C, soudure électrique de l'enveloppe à la base; B, culot plat en bakélite; b, broches creuses en bakélite.

de tension est très faible (5 à 15 V.) et constante. Leur tension s'échelonne entre 60 et 3.000 kw. Les oscillations spontanées sont arrêtées par une inductance de blocage, placée entre l'anode et le circuit filtre. La cathode doit être spécialement protégée contre le choc des ions lourds (B. Decaux).

En introduisant une grille dans la diode à gaz, on obtient le *thyatron*, dont l'atmosphère de vapeur de mercure ou d'argon rend la résistance interne très faible. Une tension de grille très petite permet de

premiers âges de la T. S. F. par lampes, les récepteurs étaient-ils surmontés du jeu de lampes. En fait, cette disposition n'avait d'autre raison que de permettre à l'opérateur de surveiller le fonctionnement des lampes. Car, à cette époque, l'éclat du filament et son degré d'incandescence permettaient de reconnaître si le chauffage était suffisant.

Mais on a renoncé depuis longtemps à cette pratique. Les lampes sont renfermées à l'intérieur du poste et leur ampoule est recouverte intérieurement et extérieurement

ment d'un enduit de noir de fumée et d'une couche de peinture métallique qui ne laisse plus apercevoir les organes internes.

En 1933, la Grande-Bretagne a lancé la lampe métallique *catkin*, c'est-à-dire « chaton ». Certains rattachent son étymologie à sa forme. D'autres la font venir de l'abréviation C. A. T. (*cooled anode transmitter*), c'est-à-dire émettrice à anode refroidie. Cette lampe de réception a en effet été inspirée par les nouvelles lampes d'émission à refroidissement anodique par circulation d'eau.

Dans la lampe *catkin*, l'enveloppe forme anode. Il en résulte certains inconvénients d'isolement par rapport à la masse du châssis. Les lampes américaines ne présentent pas cet inconvénient, et pourtant leurs dimensions sont extrêmement réduites. Ainsi une double diode n'a que 16 mm. de hauteur au-dessus de son socle. L'épaisseur de l'écran métallique est de 0,5 mm. Les connexions traversent l'enveloppe à l'intérieur d'œilletons qui ont reçu un revêtement interne en verre. L'alliage au fer, nickel et cobalt de ces œilletons a un coefficient de dilatation égal à celui du verre. L'enveloppe cylindrique est soudée à sa base au moyen d'un arc électrique.

En principe, les caractéristiques des lampes métalliques ne diffèrent guère de

celles des lampes actuelles à ampoules de verre.

Comme les lampes en verre métallisées, elles ne nécessitent pas d'écran de blindage. Leur durée paraît comparable à celles de lampes en verre. Leurs capacités internes sont assez faibles pour qu'on puisse les utiliser à la réception des ondes courtes. L'enveloppe extérieure formant écran est mise à la terre. Il n'y a donc aucun danger à la toucher lorsque la lampe est en service.

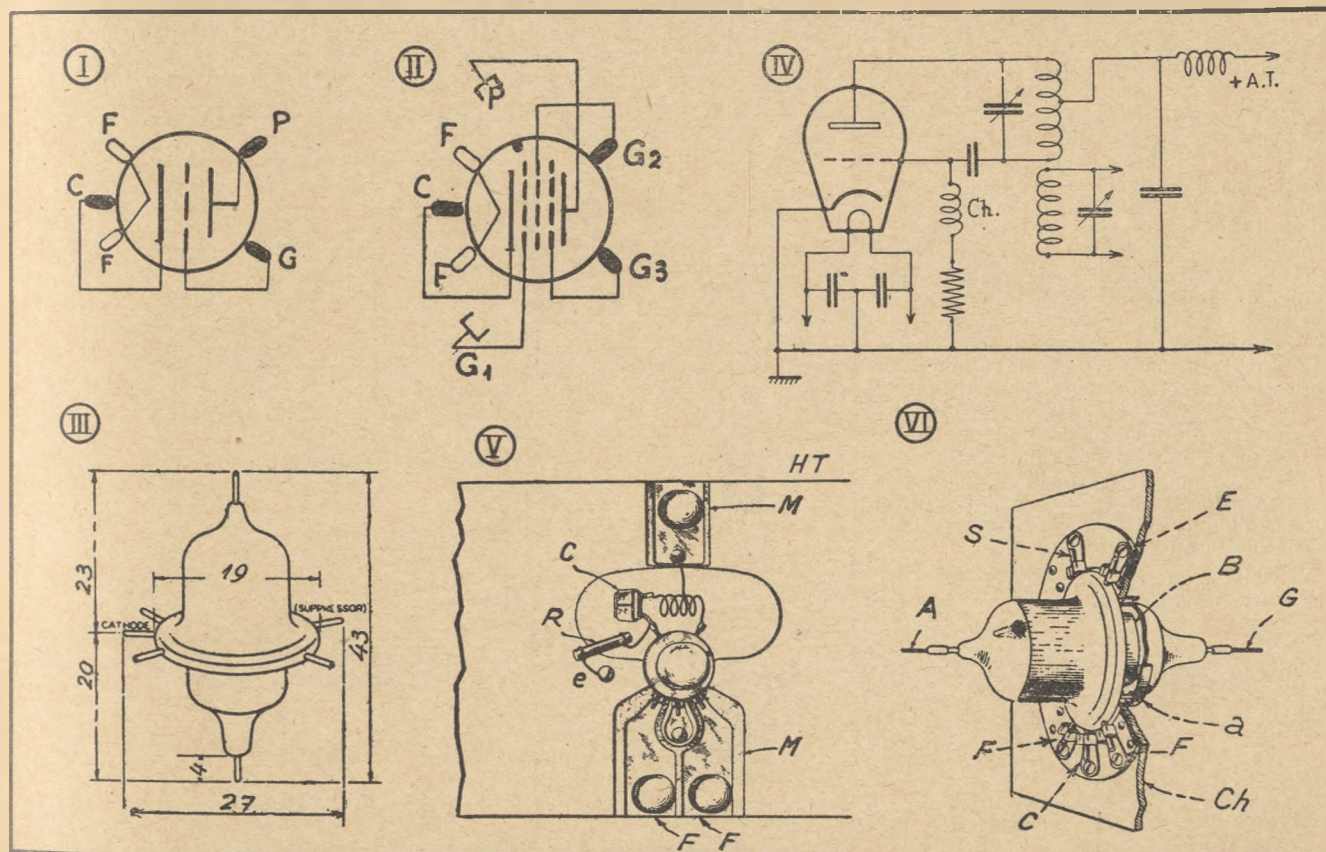
On a construit avec enveloppe métallique des penthodes et triodes à pente variable ou non, des triodes et des triodes de puissance, des doubles diodes. Elles sont chauffées sous 6,3 V avec un courant de 0,3 A. Leur tension anodique est généralement de 250 V et leur tension de grille-écran de 100 V.

La fabrication des lampes métalliques a été inspirée par un certain nombre de considérations. Le travail du verre est chose très délicate; dans le support aplati qui les maintient, les connexions sont fort rapprochées, à 2 mm. environ l'une de l'autre. La fragilité du support en verre oblige à utiliser, comme dans l'architecture gothique, des contreforts qui sont le pont de mica, les rondelles d'écartement, qui compliquent la fabrication.

D'autre part, le verre est poreux et absorbe facilement les gaz. Lorsque la lampe est achevée, il faut donc la recuire pendant quelques minutes à très haute température, pour que les gaz et la vapeur d'eau se dégagent. Les pièces métalliques, par contre, sont vidées en moins d'une minute des gaz occlus par cuisson à haute fréquence.

La fragilité des lampes en verre est un des obstacles les plus réels de leur fabrication. Elle se traduit par un pourcentage assez élevé de lampes rebutées en cours de montage ou aux essais.

Les initiateurs de la lampe métallique ont donc eu pour premier objectif de supprimer le travail du verre, qui est la question la plus délicate. Il s'ensuit que la fabrication est bien simplifiée. Les différents éléments de la lampe sont réalisés à peu près automatiquement. Le pied en verre est remplacé par un disque métallique percé régulièrement de trous de 3 mm. de diamètre pour le passage de chacune des connexions à travers une perle de verre. Par fusion du verre obtenue en faisant passer un courant aussi intense (2.000 A) que bref (0,01 s) dans le conducteur, la perle est transformée en un rivet isolant et étanche. A noter que la suppression presque totale du verre a réduit la durée



Lampes pour ondes très courtes, dites lampes « acorn » ou lampes-glands : I. Symbole schématique de la triode. — II. Symbole schématique de la pentode. — III. Aspect de la lampe acorn (penthode). — IV. Schéma du montage de la triode en oscillatrice Hartley. — V. Montage de la triode acorn sur son support : HT, haute tension; M, mica; C et R, condensateur et résistance de grille; F, F, bornes du chauffage. — VI. Montage de la penthode acorn sur son support : A, anode; G, grille; B, blindage intérieur; E, écran; C, cathode; F, F, filament; Ch, châssis métallique; a, anneau extérieur; s, grille d'arrêt (suppresseur).

sélectodes, qui rappelle leurs propriétés sélectives.

(Angl. *Variable Fall Valve*. — All. *Veränderliche Steilheit*).

— **Lampe de protection.** Petite lampe dont le filament, en sautant sous l'action d'un courant excessif, protège les lampes et organes d'un montage. Voir *fusible, coupe-circuit*.

(Angl. *Guard Lamp*. — All. *Schutzlampe*.)

— **Lampe de puissance.** Lampe amplificatrice susceptible de débiter une puissance modulée suffisante pour actionner normalement un haut-parleur.

(Angl. *Power-Valve*. — All. *Leistungsröhre*.)

— **Lampe régulatrice.** Lampe ayant pour objet d'introduire dans un circuit une résistance qui augmente en fonction du courant qui le traverse, pour régulariser le débit. Voir *lampe de résistance et fer-hydrogène*.

— **Lampe de résistance.** Lampes spéciales destinées à provoquer une chute de tension et à absorber une certaine puissance dans les redresseurs et dans les récepteurs universels. Dans ces récepteurs, les filaments des lampes sont montés en série et absorbent chacun une tension de 6,3 V. L'objet de la lampe de résistance est d'absorber la différence entre la tension du réseau et la chute de tension dans les lampes, ainsi que de régulariser le débit dans les filaments à 0,3 A. Cette fonction est parfois assurée par le *cordon chauffant*, mais son emploi est dangereux, en raison des risques d'incendie.

Les lampes de résistances sont généralement des tubes à trois broches permettant d'intercaler en circuit deux résistances :

1° Une résistance R_1 , qui, employée sur les réseaux à 110-125 V, produit, dans un poste universel à 5 lampes, une chute de tension de 50 V avec 0,3 A ;

2° Une résistance R_2 , qui, employée sur les réseaux à 220-230 V, produit, avec le même récepteur, une chute de tension de 110 V sous 0,4 A ; cette résistance s'ajoute à la résistance R_1 sur ces réseaux.

(Angl. *Resistance tube*. — All. *Widerstandsröhre*.)

— **Lampe de signalisation.** Lampe dont l'allumage et l'extinction sont commandés par les manœuvres opérées au cours de l'exploitation d'un circuit de communication et dont l'observation permet de savoir quelle est la nature des connexions ou déconnexions réalisées (C. E. I., 1934).

— **Lampes pour tous courants.** Voir *lampes universelles*.

— **Lampes universelles.** Lampes électroniques susceptibles d'être utilisées indifféremment sur un réseau à courant continu ou sur un réseau de courant alternatif. Les récepteurs universels spéciaux qu'elles équipent ne comportent pas de transformateur d'alimentation. Les filaments des lampes sont montés en série sur la tension

du réseau, ce qui ne présente aucun inconvénient, les cathodes des lampes à chauffage indirect étant isolées électriquement du filament. Une résistance (cordon chauffant ou *lampe de résistance*) absorbe la différence de tension entre celle du réseau et la chute de tension dans les filaments. La valve de redressement, qui fonctionne comme telle en courant alternatif, pour donner une tension anodique continue, se comporte en courant continu comme une simple résistance de filtration de quelques centaines d'ohms. Primitivement chauffées sous 13 V, les lampes universelles le sont actuellement sous 6,3 V. C'est le résultat de la normalisation avec les lampes pour courant alternatif.

— **Consommation des lampes.** Pour de multiples raisons, on a toujours cherché à réduire au minimum la consommation des lampes électroniques.

Primitivement, c'était pour éviter d'épuiser et de décharger trop rapidement les piles et les accumulateurs, inconvénient qui a disparu dans le poste-secteur.

Actuellement, on s'efforce de réduire la consommation, à la fois pour diminuer la dépense d'exploitation du récepteur et pour améliorer la dissipation de la chaleur. Or la majeure partie de la chaleur dégagée par une lampe de réception provient de la cathode. On a déjà considérablement réduit la puissance de chauffage : de 4,4 w en 1934 à 1,8 w par lampe en 1936 et 1,6 w en 1937. Ce qui correspond à un gain de 16 w pour un poste à 5 lampes, soit 20 w pour un récepteur à transformateur consommant normalement 50 w, c'est-à-dire un gain de 40 %.

A cette diminution de consommation correspond une réduction corrélative de la dimension des lampes et, par suite, de celle des récepteurs. En fait, en deux ans (1934-1936), le volume des lampes électroniques a pu être ramené de 8 à 1 environ.

LAMPÈMÈTRE. Appareil de mesure destiné à relever les caractéristiques des lampes électroniques et à permettre de se rendre compte instantanément de l'état de ces lampes comparativement à une autre lampe prise pour étalon.

Le lampemètre, qui peut être alimenté en courant alternatif de 110 V., 50 p. s., se présente généralement sous la forme d'un pupitre portant deux appareils de mesure, dont l'un de précision, à cadre mobile, et des supports de lampes convenant à tous les types américains et européens, ainsi que les jacks et organes de manœuvre. Un indicateur au néon donne le contrôle de l'isolement à chaud entre filament et cathode de la lampe en essai. Le transformateur pour le chauffage des lampes permet d'obtenir une dizaine de tensions différentes.

La lampe, placée sur le lampemètre, est alimentée dans les conditions d'emploi. Le milliampèremètre indique le courant anodique, que l'on compense dans cet appareil de mesure en ramenant son aiguille à zéro par la manœuvre d'un rhéostat. On modifie alors la tension de grille et la déviation

du milliampèremètre donne la variation correspondante du courant anodique. Cette déviation est fonction de la pente de la lampe, de sa résistance interne, de l'usure de la cathode et autres données. Pour les lampes biplaques, la mesure est faite pour chacune des plaques de la lampe. Pour es

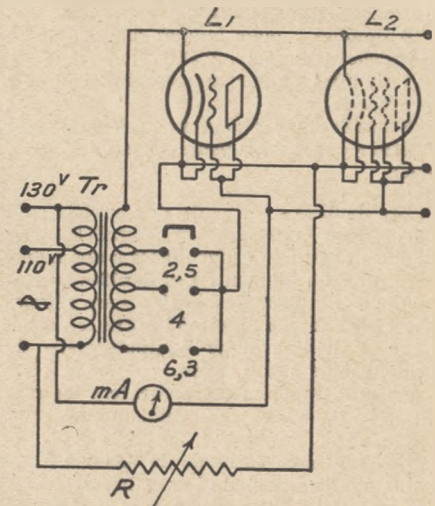
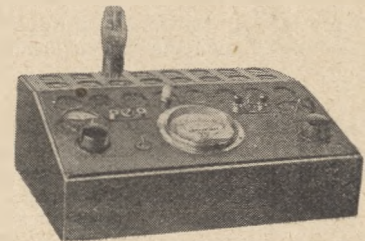


Schéma de montage d'un lampemètre : mA, milliampèremètre ; R, résistance ; Tr, transformateur ; L_1 , L_2 , lampes à comparer.

valves, on mesure le courant débité par chaque plaque pour une tension anodique de 100 V, dans un circuit ayant une résistance donnée, qui dépend du type de la valve.

Dans les mesures d'isolement, la lampe au néon ne s'illumine que si l'isolement est insuffisant.

On peut construire soi-même un lampemètre simple, sur le schéma de la figure jointe, à l'aide d'un transformateur de



Réalisation d'un lampemètre (Da et Duthil).

chauffage avec secondaire à prises (2,5 ; 4 ; 6,3 V) ayant une puissance de 18 à 20 w, débitant 2,8 A et possédant deux prises pour 110 et 130 V ; d'un jeu de supports de lampes ; d'un milliampèremètre et d'une résistance variable.

Les supports à utiliser sont les suivants :

5 douilles : pour lampes européennes culot quadrilatère, secteur à 4 ou 5 broches.

6 douilles : pour lampes européennes à 6 broches.

7 douilles : pour lampes européennes à 7 broches.

5 contacts latéraux : pour lampes euro-

péennes type « transcontinental » à ergots (5).

8 contacts latéraux : pour lampes européennes type « transcontinental » à ergots (8).

4 douilles : pour lampes américaines à 4 broches (support « X »).

5 douilles : pour lampes américaines à 5 broches (support « Y »).

6 douilles : pour lampes américaines à 6 broches (support « Z »).

7 douilles : pour lampes américaines à 7 broches.

8 douilles : pour lampes américaines culot « octal » (« metal », « metal-glass », « M.-G. », etc.).

Les douilles « filaments » de ces dix supports sont montées en parallèle. Les douilles « cathode » sont reliées à une même extrémité du filament. Les douilles correspondant à toutes les grilles sont réunies entre elles d'un support à l'autre; on constitue ainsi une ligne équipotentielle de grille, réunie à une borne.

Le milliampèremètre présentera les sensibilités 3, 30 et 300 milliampères, par exemple.

La résistance variable, de 3.000 à 5.000 ohms pourra dissiper 15 w et laisser passer 100 mA. Le débit des valves atteint même 120 mA. A défaut d'une telle résistance, on peut brancher en série 6 résistances de 500 ohms.

(Angl. *Valvemeter*. — All. *Röhrenmesser*.)

LANGAGE. *Langage secret.* Celui qui n'offre pas un sens compréhensible dans une ou plusieurs langues autorisées pour la correspondance télégraphique internationale. Il comprend le langage convenu et le langage chiffré (Convention internationale radiotélégraphique, Madrid, 1932).

(Angl. *Language*. — All. *Sprache*.)

LANTERNE. *Lanterne d'inducteur ou d'induit.* Synonyme de *croisillon*. Voir ce mot.

LARMIER. Courbure caractéristique donnée à l'isolateur d'entrée de poste (*pipe*) ou au fil de descente d'antenne pour que les gouttes de pluie se détachent du fil avant de pénétrer à l'intérieur du poste, de manière à conserver l'isolement requis.

(Angl. *Hanging Drop*. — All. *Gehänge Tropfen*.)

LARYNGOPHONE. Sorte de *microphone* qui n'est pas influencé directement par les ondes sonores, mais par les vibrations du larynx transmises par les tissus. Le laryngophone est appliqué extérieurement sur le cou. L'intérêt de cet appareil est surtout médical ou chirurgical, les praticiens, qui ont la bouche voilée par un linge au cours de l'opération, ne pouvant parler de manière à impressionner directement un microphone.

(Angl. *Laryngophone*. — All. *Laryngophon*.)

LATÉRAL. *Bande latérale de fréquences.* Bande de fréquences produite de chaque côté de l'onde porteuse par effet de modulation (C. E. I., 1934). Voir *bande*, *fréquence*, *modulation*. — **Bobine duolatérale.** Type spécial de bobine en *nid d'abeille*. Voir *bobine*, *duolatéral*, *nid d'abeille*.

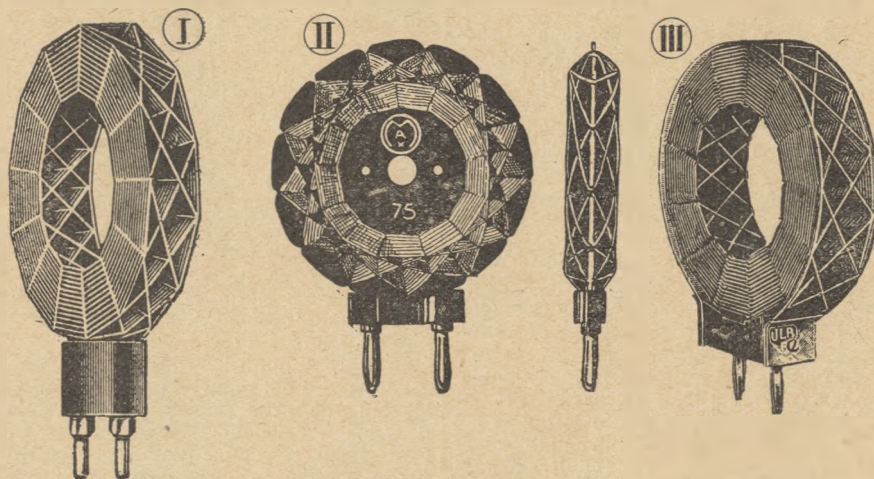
LATTIS. Assemblage constitué par des lattes de bois. — **Mât en lattis.** Mât constitué par un ensemble de quatre montants, formant une pyramide ou un prisme, et assemblées au moyen d'entretoises en lattes.

— **Bobine en lattis.** Bobine plate dont l'aspect latéral est celui d'un entrecroisement de lattes ou lattis. Bobine bien aérée, ayant une faible capacité répartie et utilisée avec succès dans les circuits à haute fréquence.

Les bobines en lattis rappellent plus ou moins les bobines en *nid d'abeille* ou en *fond de panier*, avec cette différence que les

On distingue les lecteurs de son d'après leur nature en lecteurs à contact (charbon ou oxyde de cuivre), électrodynamique, électromagnétiques, électrostatiques et mixtes.

— **Lecteur à contact.** Les plus anciens modèles de lecteurs étaient à contacts de grenaille de charbon, comme les microphones. Ces types sont très sensibles, mais on préfère remplacer la grenaille de charbon par des cristaux d'oxyde de cuivre. La résistance est de 100.000 ohms environ au repos; elle varie avec les mouvements de la palette vibrante, solidaire de l'aiguille. On utilise généralement deux pastilles identiques d'oxyde montées en opposition (montage *équilibré*). La tension de la pile auxiliaire utilisée est de l'ordre de 200 V pour une pastille et de 400 V pour deux pastilles en série. Dans le premier cas, la tension d'utilisation est de 5 V environ; dans le deuxième cas, de 20 V; en montage équilibré et avec transformateur d'entrée



Divers types de bobines en lattis : I et III. Bobines en lattis double sans carcasse. — II. Bobine en lattis fond de papier enroulée sur disque.

fil constituant les différentes spires ne sont pas incurvés en forme d'arcs d'hélice, mais rectilignes et disposés suivant des plans qui s'entrecroisent. Le lattis peut être simple ou multiple, comme l'indiquent les figures de la planche jointe. Ces bobines sont obtenues automatiquement sur des machines à bobiner très simples. Voir *machine*.

(Angl. *Lattice Mast, Coil*. — All. *Korb-bodenspule*.)

LECLANCHÉ. *Pile Leclanché.* Voir *pile*.

LECTEUR. *Lecteur phonographique.* Dispositif électromécanique, entraîné par un phonographe, capable d'exciter un haut-parleur (C. E. I., 1934). Synonyme *pick-up*. Dans le cas le plus général, le lecteur est un appareil destiné à reproduire les sons enregistrés, quel que soit le mode d'enregistrement : disque, plaque de cire, bande de métal, film enregistré optique-ment, film enregistré par gravure.

à prise médiane, on peut obtenir 100 V. La force de pression de l'aiguille sur le disque est de l'ordre de 30 g.

— **Lecteur électrodynamique.** Comme les haut-parleurs électrodynamiques ont remplacé les électromagnétiques, on estime qu'il pourrait en être de même pour les lecteurs.

Dans le lecteur électrodynamique, l'aiguille qui suit le sillon du disque est reliée à une bobine légère qui se déplace dans un champ magnétique constant. Les courants électriques de fréquence musicale induits dans cette bobine sont transmis à un amplificateur par un transformateur approprié, c'est-à-dire très élevé. Ces lecteurs donnent une reproduction de qualité et une réponse pratiquement rectiligne de 50 à 8.000 p : s, avec un très faible coefficient de distorsion. L'excitation peut être supprimée par l'emploi d'un aimant permanent au cobalt. Les déplacements de la bobine mobile sont très amortis. La masse de la palette est très réduite, d'où peu

d'inertie et peu d'usure du sillon. Le poids de 200 grammes est équilibré par un contre-poids.

Le lecteur et le graveur électrodynamique

que ont été utilisés pour l'enregistrement en profondeur de disques en matière cellulosique, pour réduire le bruit de l'aiguille. On arrive alors à inscrire 60 à 90 sillons

par centimètre, au lieu de 20 à 30; on double ainsi la durée d'audition.

On peut étendre la gamme des fréquences enregistrées jusqu'à 10.000 p : s, tandis que les niveaux sonores sont portés à 45 ou 50 décibels, au lieu de 25 à 30 décibels ordinairement. La pression du lecteur est si faible que les mêmes disques peuvent être joués plusieurs milliers de fois sans usure notable (Système Western Electric).

Lecteur électromagnétique. Les premiers lecteurs électromagnétiques remontent environ à 1925, mais il existe des antériorités remontant jusqu'à 1890.

Le lecteur électromagnétique est, en somme, un moteur de haut-parleur qu'on utilise à l'envers, en vertu du principe de réversibilité des écouteurs téléphoniques signalé par Graham Bell. L'aiguille qui suit les sillons du disque transmet ses vibrations à une palette vibrante se déplaçant vis-à-vis des pièces polaires d'un électroaimant. Les courants musicaux ainsi induits dans le bobinage téléphonique sont amplifiés par un amplificateur à basse fréquence à lampes.

Étant réversible, le lecteur peut transformer les sons et les vibrations électriques correspondantes en vibrations mécaniques : c'est le principe des appareils pour la gravure des disques.

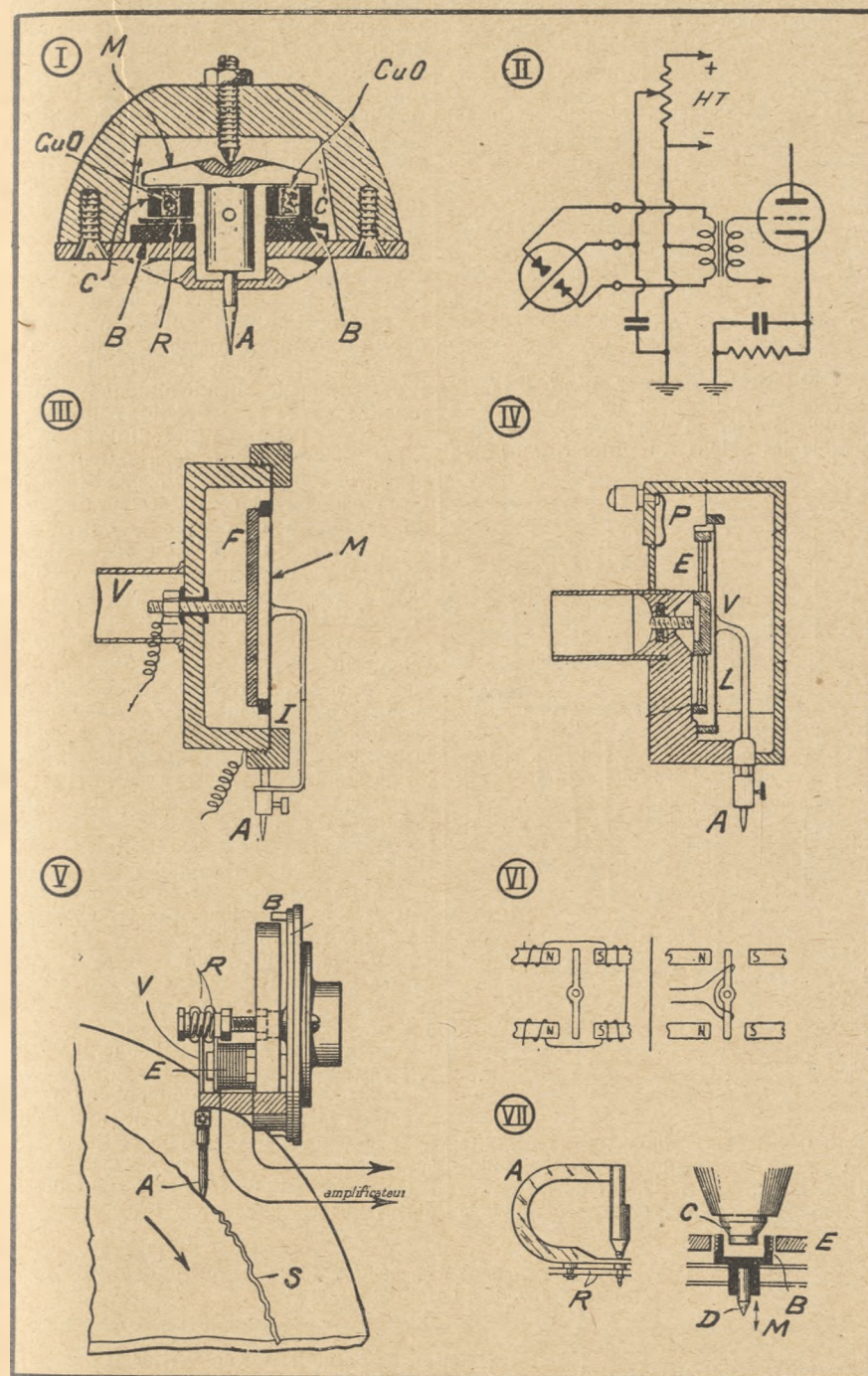
L'aiguille du lecteur doit suivre les vibrations transversales des sillons du disque, sillons qui ont une profondeur constante de 0,15 à 0,2 mm et se suivent à une distance de 0,2 mm.

Le diamètre des disques est de 25 à 30 cm, le diamètre de la spire moyenne étant de 20 cm environ, soit un développement de 60 cm environ. A la vitesse de rotation de 78 tours par minute, cela représente une vitesse linéaire de 78 cm par seconde. Il s'ensuit que la période d'un son grave, de 30 p : s par exemple, est représentée par une sinuosité de 26 cm, tandis que celle d'un son aigu, de 6.000 p : s est donnée par une sinuosité de 0,13 mm. Il en résulte que l'aiguille a de la peine à suivre les fréquences élevées, mais que, par contre, ces fréquences donnent une puissance sonore relativement beaucoup plus grande que les basses fréquences. On y obvie en augmentant l'amplitude des sinuosités de basse fréquence.

La tension aux bornes du lecteur est donc proportionnelle à l'amplitude du déplacement et à la fréquence.

La disposition classique du lecteur électromagnétique est le montage équilibré, analogue à celui des haut-parleurs reposant sur le même principe. Dans le montage à quatre pôles avec armature pivotant autour d'une de ses extrémités, la course est de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre. Des amortisseurs empêchent la butée sur les pièces polaires. Selon les oscillations de la palette, il y a renversement du flux et variation du champ induit dans la bobine.

Voici quelques données relatives à un lecteur électromagnétique moderne. Il comporte un aimant en fer à cheval à 35 % de cobalt, donnant un flux de 7.000



Diverses réalisations de lecteurs phonographiques : I. Lecteur à contact d'oxyde de cuivre : M, pièce mobile; CuO, cristaux d'oxyde de cuivre; C, anneau de caoutchouc; R, ressorts; B, anneau de bakélite; A, aiguille. — II. Montage en circuit équilibré d'un lecteur à oxyde de cuivre. — III. Lecteur électrostatique : F, armature fixe; M, armature déformable; V, vis de réglage; I, anneau isolant; A, aiguille. — IV. Lecteur mixte, électromagnétique et électrostatique : P, pièce polaire de l'électroaimant; E, enroulement; V, armature vibrante; L, levier; A, aiguille. — V. Lecteur électromagnétique : B, boîtier fixé au bras; R, dispositif de réglage et d'amortissement; V, armature vibrante; E, bobine d'électroaimant; A, aiguille; S, sillon. — VI. Schéma d'un lecteur électromagnétique compensé. — VII. Lecteur électrodynamique : A, aimant permanent; R, ressorts; C, pièce polaire centrale; E, pièce polaire extérieure; B, bobine mobile; D, diamant reproducteur; M, mouvement de la pointe.

maxwells. L'impédance est de 14.500 ohms pour une fréquence de 1.000 p : s, la résistance non inductive est de 3.000 ohms. Dans certains modèles, une vis placée sous la tête du lecteur permet d'obtenir les trois régimes suivants :

Position de la vis	Résistance	Impédance
1 ^{re} position.	850 ohms	1.880 ohms
2 ^e position.	1.500 ohms	4.440 ohms
3 ^e position.	3.000 ohms	13.900 ohms

L'inductance maximum du lecteur est de 2 henrys environ; la tension disponible aux bornes atteint 1 V à 1.000 p : s. La courbe de réponse est sensiblement horizontale entre 600 et 3.000 p : s. Elle se relève pour les fréquences inférieures à 600 p : s, afin de favoriser les notes basses. Elle tombe brusquement après 3.500 p : s pour éliminer le « bruit de surface » dû au frottement de l'aiguille sur le disque.

La bobine mobile, qui présente un jeu de 0,01 mm par rapport à la partie fixe, est très légère, mais rigide et indéformable; la suspension est assurée par un croisillon central.

Le transformateur de courant modulé est en tôle au silicium à faibles pertes et à coefficient de perméabilité élevé. Des transformateurs spéciaux sont prévus pour montages équilibrés (*push-pull*).

Les bobines d'excitation, largement calculées, ont des résistances de 1.000 à 3.500 ohms. Le circuit d'excitation peut être monté soit en série, soit en dérivation. Dans le premier cas, la bobine d'excitation peut faire office de bobine de filtre, mais alors il faut tenir compte de la chute de tension anodique. Ainsi pour une chute de tension de 100 V dans un récepteur consommant 40 mA sous 200 V, on choisit un haut-parleur dont la résistance est de 2.500 ohms et un redresseur susceptible de débiter ce courant de 40 mA sous 300 V.

— **Lecteur électrostatique.** On a réalisé des lecteurs électrostatiques, sur un principe analogue à celui des microphones électrostatiques. Ce lecteur est constitué par un condensateur variable de faible capacité, comportant deux armatures, l'une fixe, l'autre mobile et solidaire du bras porte-aiguille, auquel l'aiguille est reliée par un levier. Les vibrations de l'armature mobile sont amorties par un anneau isolant en matière plastique, qui empêche également les courts-circuits entre les armatures. Une vis permet de rapprocher plus ou moins l'armature mobile de l'armature fixe. Les variations de capacité sont proportionnelles en amplitude et en fréquence aux modulations du sillon phonographique.

Tandis que, dans le lecteur électromagnétique, les variations de tension dépendent de la vitesse des déplacements, dans le lecteur électrostatique elles sont proportionnelles au déplacement de l'armature

mobile. On peut cependant obtenir la première loi en plaçant une résistance assez faible en dérivation sur la capacité du lecteur, car la variation de charge de la résistance est proportionnelle à la vitesse de déplacement de la plaque mobile.

A l'inverse du précédent, le lecteur électrostatique permet de mieux rendre les notes graves.

On peut d'ailleurs combiner en un *lecteur mixte* les deux principes précédents, l'armature fixe étant constituée par un électroaimant en forme d'anneau, avec une pièce polaire annulaire extérieure. C'est entre ces deux pièces polaires qu'on établit l'enroulement inducteur.

L'armature fixe est portée à une tension élevée qu'on modifie par potentiomètre. La tonalité peut être variée par cette polarisation.

Qualités requises d'un lecteur.

Distorsion. Le lecteur de son doit être sensible, fidèle, et user aussi peu que possible les sillons du disque. Dans une

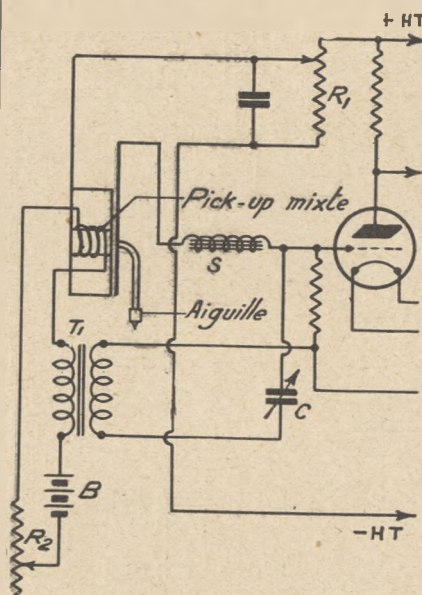


Schéma de montage d'un lecteur mixte, électromagnétique et électrostatique.

certaine mesure, le défaut de sensibilité peut être contrebalancé par l'amplification. D'autre part, la fidélité de reproduction peut être compensée ou modifiée

également par amplifications et affaiblissements sélectifs. En général, les lecteurs les plus fidèles sont les moins sensibles, et réciproquement.

Le lecteur doit pouvoir traduire les sons correspondants à des fréquences de 50 à 4.500 p : s. On ne peut guère développer l'amplitude d'enregistrement des sons graves, pour maintenir le plus étroit possible le pas des sillons du disque. Or le volume de son est d'autant plus faible que le son est plus grave. L'augmentation de l'écartement des sillons (0,25 mm. au pas de 4 par mm.) entraînerait la diminution de la durée d'audition de chaque disque.

Inversement, l'usure de l'aiguille au cours de la reproduction rend difficile la reproduction des notes très aiguës, dont la fréquence dépasse 5.000 p : s.

Il s'ensuit que la caractéristique de l'enregistrement phonographique n'étant pas linéaire, la caractéristique du lecteur ne doit pas l'être non plus. Il doit au contraire présenter des déformations compensatrices de celles de l'enregistrement. Cette caractéristique du lecteur présente un renforcement des notes graves de 50 à 200 p : s, s'infléchit ensuite, puis rester constante jusque vers 4.000 à 5.000 p : s fréquences au delà desquelles la courbe tombe rapidement.

La force exercée par le lecteur sur le sillon est de l'ordre de 50 à 60 g. au minimum, ce qui correspond, étant donné la finesse de la pointe de l'aiguille, à une pression de plusieurs tonnes par centimètre carré. Le poids effectif du lecteur est de 150 à 200 g., mais ce poids est diminué par un dispositif compensateur, qui règle à la fois la pression de l'aiguille sur le sillon et son orientation.

Les harmoniques produits par l'inclinaison de l'aiguille sur la normale produisent des distorsions que le tableau I ci-dessous met en évidence.

Pour que la distorsion reste de l'ordre de 4 à 5 pour 100, il faut donc que l'inclinaison de l'aiguille ne dépasse pas 4 à 5°.

Pour un bras de lecteur donné, il existe une distance optimum de l'axe du pivot au centre du disque, donnant un écart angulaire minimum. On l'obtient en inclinant la tête du lecteur d'un certain angle sur le bras.

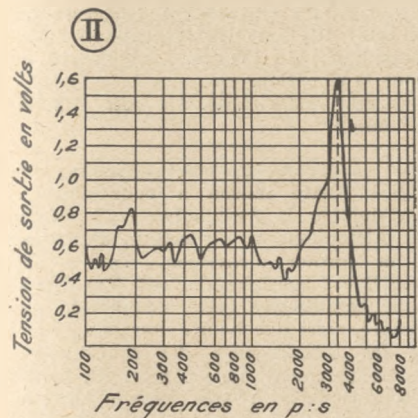
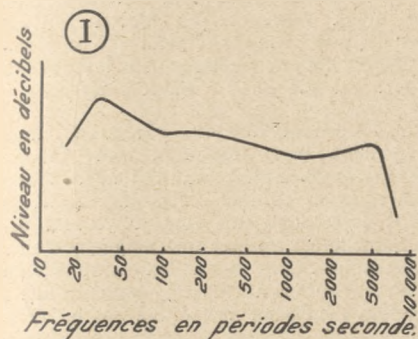
Des déformations sont également introduites par les résonances mécaniques du

TABLEAU I. — Pourcentage des harmoniques dus à l'inclinaison sur la verticale de l'aiguille du lecteur.

HARMONIQUES DE RANG	Inclinaison de l'aiguille sur la verticale				
	0°	5°	10°	15°	20°
2	0	4,53	9,07	4,32	18,08
3	0	0,35	1,02	13,54	4,80
4	0	0,01	0,13	0,05	1,64
5	0	0,10	0,01	0,98	0,06

système. Pour éviter la résonance propre de l'aiguille et de l'équipage mobile dont elle est solidaire, on est conduit à amortir les vibrations au moyen d'un bloc de caoutchouc. Mais si cet amortissement est trop énergique, c'est alors la tête du lecteur qui vibre tout entière. Les résonances mécaniques sont décelées par l'utilisation d'un disque de fréquences à variation continue.

En réduisant l'inertie de l'équipage mobile, on arrive à rejeter les effets de résonance au delà de la gamme des vibrations utilisées pratiquement. On n'emploie



Courbes de réponse d'un lecteur électromagnétique : I. Puissance de sortie exprimée en décibels en fonction de la fréquence. — II. Relevé, au voltmètre-amplificateur, de la courbe de réponse d'un lecteur à faible impédance, avec palette vibrante très peu amortie et pointe de résonance très accentuée vers 3.400 p : s.

plus actuellement que des lecteurs à armature équilibrée; dans certains, l'armature a été supprimée, mais l'induction est alors très faible (0,1 v). Pratiquement la force électromotrice induite est de 6 v à 50 p : s, de 4,8 v à 150 p : s, de 6 volts à 3.500 p : s et de 2,5 v à 5.000 p : s.

La fidélité et la correction des caractéristiques peuvent être obtenues au moyen de filtres appropriés. Voir *filtre*.

Des lecteurs à haute fidélité ont été obtenus en donnant à la palette magnétique une forme spéciale et en maintenant son pivot entre des secteurs de caoutchouc.

— **Étude d'un lecteur de son.** Cette étude consiste à relever la *caractéristique* ou *courbe de réponse* du lecteur, en déterminant la puissance relative avec laquelle chaque note de la gamme audible est rendue par le lecteur. Il est difficile de faire cet examen à l'oreille, en raison du caractère subjectif de cette appréciation.

La méthode la plus rationnelle consiste à faire reproduire par le lecteur l'enregistrement d'un *disque de fréquences*, en notant pour chaque fréquence les tensions obtenues avec une aiguille donnée. Il existe, à cet effet, une série de 15 disques de 30 centimètres de diamètre, portant des enregistrements de fréquences sur 8 octaves et demie. On obtient ainsi des auditions de 100 fréquences différentes, de 25,5 à 8.460 p : s, chacune de ces auditions durant 50 secondes. La vitesse du plateau doit être réglée exactement à 78 tours par minute.

On peut faire une mesure relative en comparant au moyen du même disque de fréquences deux lecteurs, l'un étant considéré comme étalon. Le lecteur essayé est moins bon que le lecteur étalon s'il ne donne pas une reproduction suffisante des notes aiguës et des notes graves.

La mesure des tensions induites dans le lecteur est obtenue par détection au moyen d'un voltmètre à lampe, indépendant de la fréquence, assez sensible et n'ayant pas une résistance intérieure trop faible.

— **Lecteur au son.** Opérateur radiotélégraphiste qui reçoit au son les communications. Voir *lecture au son*.

— **Lecteur optique de film.** Appareil qui transforme les modulations d'un film sonore en courants de fréquences musicales, susceptibles de traduire dans un haut-parleur les sons enregistrés.

A cet effet, le film, éclairé par une lampe d'excitation, est déroulé devant un système optique. La modulation lumineuse est transformée en modulation électrique par une cellule photoélectrique. Voir *cellule photoélectrique*.

Le lecteur optique convient aussi bien aux films sonores enregistrés photographiquement qu'à ceux obtenus par gravure au moyen d'un burin. Voir *enregistrement*.

(Angl. *Pick-up*. — All. *Tonaufnehmer*.)

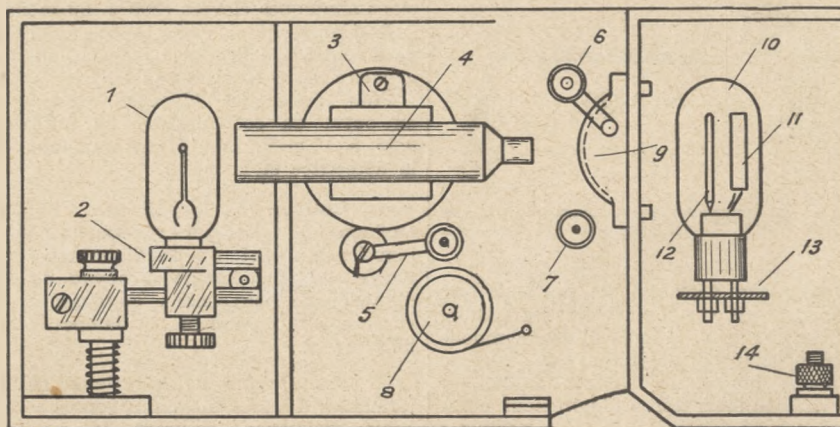
LECTURE. Art de lire un alphabet ou de déchiffrer un code, par exemple le code Morse qui sert à la transmission des signaux télégraphiques.

— **Lecture du son.** Traduction d'un enregistrement sonore au moyen d'un lecteur approprié. Voir *lecteur*.

— **Lecture au son.** Art de déchiffrer instantanément un télégramme ou un radiotélégramme en écoutant dans le téléphone la cadence des signaux. La lecture au son est une gymnastique automatique à laquelle on parvient après un entraînement convenable. Pour y arriver, il faut habituer l'oreille à reconnaître instantanément la cadence d'un signal quelconque, lettre ou chiffre, de l'alphabet Morse, sans opérer la décomposition en *points* et en *traits*. L'habileté du lecteur au son se mesure à la *vitesse* à laquelle il parvient à lire les messages, en écrivant sur une feuille de papier les caractères au fur et à mesure qu'ils se succèdent. Cette vitesse est évaluée en *mots* (de cinq lettres en moyenne) *par minute*. Les transmissions télégraphiques manipulées à la main se font à la vitesse de 500 à 1.500 mots par heure environ. Les transmissions opérées automatiquement, à l'aide de bandes de papier perforées et de relais électromagnétiques, se font à des vitesses supérieures, pour lesquelles la réception automatique par enregistrement sur bande ou autre est également nécessaire.

(Angl. *Sound Reading*. — All. *Lautlesen*.)

— **Lecture directe.** Opération par laquelle on relève directement l'indication d'un *appareil de mesure*, fournie instantanément par une aiguille ou un index qui se déplace sur un cadran gradué,



Lecteur de film enregistré optiquement : 1. Lampe d'excitation; 2. Support réglable de la lampe; 3. Support du tube; 4. Tube optique; 5. Galet à remonter; 6. Galet tendeur; 7. Tendeur; 8. Tambour entraîneur; 9. Guide du film; 10. Cellule photo-électrique; 11. Cathode; 12. Anode; 13. Support; 14. Bornes de montage.

comme dans les ampèremètres, voltmètres, wattmètres, rhéostats de chauffage, radiogoniomètres; ou bien par un cercle gradué qui tourne devant un repère fixe, comme dans les condensateurs variables, variomètres, variocoupleurs.

(Angl. *Direct reading*. — All. *Direkt zeigendes Instrument*.)

— **Appareil à lecture directe.** Appareil donnant par simple lecture une valeur égale ou proportionnelle à celle de la grandeur à mesurer (C. E. I., 1934).

LENZ. Loi de Lenz. La force électromotrice induite dans un circuit par la variation du courant ou du flux qui le traverse est de sens tel qu'elle s'oppose à la variation de courant ou de flux qui lui a donné naissance.

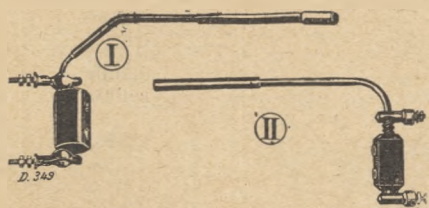
Cette loi exprime l'une des formes particulières de la loi physique universelle dite « loi de la réaction à l'action ». Voir *induction, mutuelle induction, self-induction*.

(Angl. *Lenz Law*. — All. *Lenzsches Gesetz*.)

LEVER. Lever du doute. Opération qui permet de déterminer le sens dans lequel se trouve une station d'émission dont la radiogoniométrie a indiqué la direction. Le lever du doute, qui donne l'azimut exact d'une station sans laisser subsister le doute de 180° dans sa direction, est obtenu par l'utilisation de collecteurs d'onde et de récepteurs spéciaux qui font apparaître une dyssymétrie entre les deux positions du cadre orientable à 180°, par exemple en introduisant une résistance convenable ou en tirant parti de l'« effet d'antenne », propriété directive caractérisant le récepteur. Voir *goniomètre, radiogoniomètre*.

(Angl. *Sense Research*. — All. *Richtungsfund*.)

LEVIER. Levier de manœuvre. Levier à long manche isolant dont sont pourvues les bobines mobiles des variomètres et variocoupleurs et qui permettent



Leviers de manœuvre pour bobines : I. Levier à rotule. — II. Levier avec monture à ressort.

de régler leurs déplacements, par suite leur *couplage*, avec une extrême précision. Ces leviers sont d'un emploi commode pour la réception sur ondes courtes avec appareils munis de bobines amovibles. Le variocoupleur est ordinairement constitué par un ensemble de trois bobines : bobine d'antenne (primaire), bobine d'accord (secondaire), bobine de réaction. La bobine du milieu (secondaire) est fixe;

les deux autres, mobiles, sont commandées par leviers de manœuvre.
(Angl. *Lever*. — All. *Stellhebel*.)

LEYDE. Bouteille de Leyde. Dans l'ordre rétrospectif, premier type de condensateur électrique. Voir *bouteille*.
(Angl. *Leyden Jar*. — All. *Leydener Flasche*.)

LIAISON. Liaison électrique ou magnétique entre circuits. Cette liaison est établie par l'intermédiaire d'organes qui laissent passer des courants alternatifs à haute, moyenne, basse ou très basse fréquence. Synonyme *couplage*. Voir ce mot.

Liaison à basse fréquence. Cette liaison est effectuée, dans les appareils radioélectriques récepteurs, soit par transformateur ou autotransformateur, soit par résistance et capacité.

Dans la liaison par transformateur, le courant à amplifier traverse le circuit primaire, monté entre l'anode et l'alimentation à haute tension; le secondaire est relié d'une part à la grille de la lampe suivante, de l'autre à la tension de polarisation négative.

Dans le montage *équilibré* (push-pull), le secondaire du transformateur possède une prise médiane, de même que le primaire du transformateur de sortie, qui devient alors nécessaire, mais peut être constitué par le transformateur du haut-parleur électrodynamique.

— **Liaison à résistance.** Elle consiste à monter un système résistances-capacité entre deux lampes électroniques montées en cascade. Une résistance de quelques centaines de milliers d'ohms est montée dans le circuit anodique de la première lampe; une résistance de 1 mégohm environ dans le circuit de grille de la seconde lampe. La liaison entre anode de la première et grille de la seconde est opérée au moyen d'un condensateur fixe de 10 à 20 μF .

La liaison à résistances donne de bons résultats, à condition d'utiliser des tensions anodiques élevées (200 v. au moins).

Pratiquement la résistance anodique varie entre 250.000 et 500.000 ohms, la capacité entre 10 et 100 μF .

Pour éviter les blocages, on utilise en outre un condensateur de fuites de 0,25 à 1 μF , monté entre l'anode de la détectrice et la masse.

— **Liaison à impédance.** Liaison analogue à celle par résistances, dans laquelle la résistance anodique est remplacée par une bobine à noyau de fer d'impédance convenable, eu égard à la résistance intérieure de la lampe détectrice.

— **Transformateur de liaison.** Transformateur à haute, moyenne, basse ou très basse fréquence, assurant le *couplage* entre le circuit de plaque d'une triode amplificatrice, dans lequel est intercalé le primaire, et le circuit de grille de la

triode suivante, dans lequel est intercalé le secondaire. Il permet d'obtenir une tension élevée et une forte impédance dans le circuit de grille. Voir *amplification, couplage, transformateur*.

(Angl. *Intervalve Transformer*. — All. *Koppelungstransformator*.)

— **Liaison radioélectrique.** Communication assurée entre deux ou plusieurs stations au moyen d'une *voie de transmission* radioélectrique par télégraphie, téléphonie, transmission d'images, télémechanique, etc...

— **Liaison bilatérale.** Effectuée dans les deux sens, chaque station pouvant fonctionner, simultanément ou successivement, comme émetteur et comme récepteur. On dit aussi *liaison réciproque*.

— **Liaison duplex.** Effectuée simultanément dans les deux sens, chaque station fonctionnant simultanément comme émetteur et comme récepteur. A chaque sens correspond une *voie de transmission* à laquelle est affectée une longueur d'onde déterminée. Les deux longueurs d'onde diffèrent suffisamment pour qu'à une même station l'émission ne trouble pas la réception. Voir *duplex, émetteur, récepteur, transmission*.

— **Liaison unilatérale.** Effectuée dans un seul sens, l'une des stations ne fonctionnant que pour l'émission et l'autre que pour la réception.

(Angl. *Radio Line*. — All. *Funkverbindung*.)

— **Liaison de radiodiffusion par câble.** Cette liaison a pour objet de transmettre la *modulation radiophonique* du microphone ou du lecteur, d'une part, à la station d'émission, d'autre part. Des lignes spéciales doivent être établies pour transmettre cette modulation avec fidélité, ainsi que pour éviter la diaphonie et les interférences. Le problème est particulièrement délicat pour les liaisons internationales à très grande distance, dépassant parfois plusieurs milliers de kilomètres.

Or il est pratiquement impossible de transmettre actuellement par fil toute la gamme des fréquences musicales. On prend généralement comme base de comparaison des circuits téléphoniques la bande de 50 à 8.000 p : s, les fréquences au-dessus de 8.000 p : s n'affectant guère que les sifflements, les bruits, les percussions.

Une autre difficulté provient du rapport des puissances sonores mises en jeu, qui peuvent varier entre 0 et 50 ou même 80 décibels, c'est-à-dire entre 100.000 et 100.000.000. Pratiquement, on admet 40 décibels (10.000) comme rapport de comparaison.

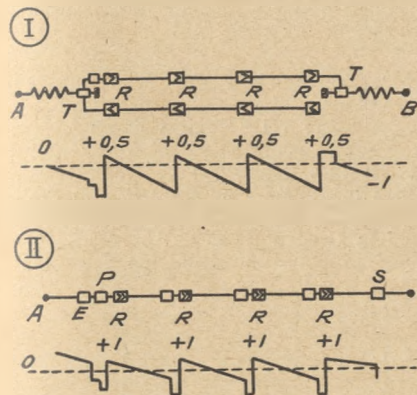
Sur les lignes qui transmettent la modulation, on observe un effet de *distorsion linéaire* et un *effet de coupure* de la bande de fréquences au delà d'une certaine limite. Pour améliorer le rendement des circuits souterrains, on a dû recourir à

la pupinisation, mais ce procédé a l'inconvénient de limiter la bande des fréquences transmises.

On augmente la *fréquence de coupure* en diminuant le pas ou en allégeant la charge inductive du câble. La charge la plus légère dans les circuits à 4 fils à grande distance est constituée par des bobines de 44 mH pour les circuits réels, 18 mH pour les fantômes, au pas de 1.830 mètres, ce qui donne une fréquence de coupure de 7.000 p : s et une bande effectivement transmise de 4.900 p : s. On peut abaisser la charge à 12 mH, ce qui élève la coupure à 11.500 p : s (Allemagne), ou encore réduire le pas à 915 mètres avec 22 mH (États-Unis).

L'affaiblissement des lignes et leur distorsion sont compensés au moyen de filtres et d'amplificateurs spéciaux. Une fréquence est considérée comme effectivement transmise si l'affaiblissement résiduel ne diffère pas de plus de 0,5 néper ou 5 décibel de l'équivalent pour la fréquence de 800 p : s. Dans une liaison de 3.000 kilomètres comportant 40 répéteurs, on arrive pour chacun des amplificateurs à une distorsion maximum de 0,05 décibel à la fréquence de 8.000 p : s.

La *diaphonie* provenant de déséquilibres de capacités entre les conducteurs du câble, on peut la réduire en utilisant des



Liaisons par fil : I. Paire d'un circuit téléphonique ordinaire à quatre fils : En haut, schéma de la ligne : A, B, correspondants; T, terminaux; R, répéteurs. — En bas, diagramme des niveaux de transmission. — II. Circuit pour la modulation de radiodiffusion : En haut, schéma de la ligne : A, auditorium; E, égalisateur; P, potentiomètre; R, répéteurs; S, station d'émission. — En bas, diagramme des niveaux de transmission.

écrans appropriés, par exemple une feuille de papier métallisé à l'aluminium. Ou encore en adoptant dans le câble une disposition spéciale des paires de radiodiffusion. Le diamètre des conducteurs est de 1,3 mm en Amérique et de 1,7 mm en France. On arrive ainsi à 9 népers pour l'affaiblissement de diaphonie sur ligne et à 14 népers pour les bobines Pupin. A l'origine de chaque circuit un potentiomètre limite la puissance du signal pour éviter la distorsion.

Des bruits peuvent être induits dans les circuits de radiodiffusion par les lignes

de transmission, notamment à haute tension. On s'en protège au moyen d'une enveloppe de plomb et l'équilibrage des capacités par rapport à la terre. La tension de bruit est voisine de 0,1 mV dans les câbles souterrains. La tension de modulation minimum au point le plus défavorable doit être supérieure à 2 mV.

Il existe en outre une *distorsion non linéaire*, ce qui signifie que les variations de tension aux divers points d'une ligne ne sont pas proportionnelles aux variations de la tension appliquée à l'origine. Il s'ensuit que l'affaiblissement s'accroît pour les sons forts, que le timbre des sons complexes est altéré, qu'au voisinage de la saturation les sons faibles seront étouffés.

Cette distorsion non linéaire provient en partie des bobines Pupin et de l'hystérésis qu'elles présentent. Aux États-Unis on réduit la puissance débitée à 1 mw, d'où la distorsion non linéaire à 1,8 pour 100. Les amplificateurs équilibrés (push-pull) permettent de supprimer l'harmonique 2 qui est le plus gênant.

La *distorsion de phase*, provenant de l'inégalité des vitesses de propagation des diverses fréquences, n'existe guère dans les lignes aériennes, mais est notable dans les câbles pupinisés. On estime que la fréquence de 8.000 p : s ne doit pas être retardée de plus de 10 ms par rapport à celle de 800 p : s. On accélère la vitesse des fréquences élevées au moyen de réseaux métalliques installés dans les stations d'amplification.

En outre, les amplificateurs produisent un effet inverse de celui du câble, en retardant les fréquences basses par rapport aux fréquences élevées. Le retard de la fréquence de 50 p : s sur celle de 800 p : s peut atteindre 75 à 150 ms.

Signalons aussi un procédé intéressant qui consiste à *comprimer* la gamme des volumes de son à l'entrée et à l'étendre à la sortie, pour élever le niveau de la modulation par rapport à celui du bruit. Voir *extenseur*.

On peut aussi introduire à l'entrée une distorsion linéaire qui permet d'élever le niveau des fréquences susceptibles d'être confondues avec les bruits, puis à réduire cette distorsion à la sortie, au moyen d'un correcteur. On peut encore avoir recours aux courants porteurs.

Les écrans utilisés contre la diaphonie affaiblissent beaucoup les fréquences élevées.

La transmission des modulations de télévision pose des problèmes beaucoup plus délicats. Voir *câble, affaiblissement, distorsion, bruit, etc...*

LIBRE. Se dit d'un électron, d'une charge électrique ou magnétique, d'une oscillation, d'une onde qui ne sont pas astreints à conserver une position ou une fonction déterminée dans un système électrique ou magnétique. — **Electron libre.** Qui ne fait pas partie intégrante de l'atome d'un corps (dans la théorie électronique). — **Charge électrique ou magnétique libre.** Qui peut

se déplacer dans un champ électrique ou magnétique, qui n'est pas neutralisée par la charge de signe contraire. — **Onde ou oscillation libre.** Oscillation dont les paramètres sont déterminés par les caractéristiques du système oscillant et par les conditions initiales (C. E. I. 1934) dont la fréquence, quelconque *a priori*, est en fait la fréquence propre du circuit dans lequel elle apparaît, par opposition avec l'*oscillation forcée*, dont la fréquence est imposée au circuit par une action extérieure.

(Angl. *Free*. — All. *Frei*.)

LIGNE. Nom donné en Angleterre à l'unité électromagnétique C. G. S. de flux magnétique, qu'on appelle *maxwell* en France. L'intensité de *champ magnétique* apparaît alors comme une densité de flux et s'exprime en « lignes par centimètre carré », qu'on désigne aussi par *gauss*.

(Angl. *Line*. — All. *Linie*.)

— **Ligne aérienne.** Ligne électrique posée au-dessus du sol sur des supports convenables (C. E. I. 1934).

— **Ligne artificielle.** Combinaison de bobines de résistance et d'inductance, de transformateurs, de condensateurs constituant un réseau électrique possédant une ou plusieurs des caractéristiques de transmission d'une ligne (C. E. I. 1934). Alimentées sous la même tension et à la même fréquence, les différences de potentiel et les courants en un certain nombre de points des deux lignes, sont égaux et en phase. Mais la ligne artificielle ne possède pas la propriété du rayonnement, ni de l'absorption. Voir *antenne, fictive, fantôme*. Synonyme *ligne factice*.

(Angl. *Artificial, Phantom Line*. — All. *Künstliche Linie*.)

— **Ligne chargée.** Ligne à laquelle on a appliqué des charges inductives. Voir *charge*.

— **Ligne discontinue.** Ligne affectée de *discontinuité*. Voir ce mot.

— **Ligne de distribution.** Ligne électrique le long de laquelle l'énergie électrique peut être dérivée aux branchements des abonnés (C. E. I. 1934).

— **Ligne électrique.** Ensemble des conducteurs destinés à transporter de l'énergie électrique suivant un même parcours (C. E. I. 1934).

— **Ligne factice.** Synonyme de *ligne artificielle*. Voir ci-dessus.

— **Ligne de flux.** Courbe tangente, en chaque point, à la direction du flux.

— **Ligne de force.** Ligne enveloppe du trajet d'une force déplaçant son point d'application dans un champ. Lignes imaginaires auxquelles sont tangentes toutes les directions d'un champ électrique ou magnétique aux divers points de l'espace. Trajectoire d'un pôle magnétique libre ou d'une charge électrique libre,

entraînée par les forces du champ. Les lignes de force d'un champ magnétique sont mises en évidence par le spectre magnétique formé par de la limaille de fer. (Voir *champ, force, tube de force*, etc.) (Angl. *Line of Force*. — All. *Kraft-Linie*.)

— **Lignes neutres.** Dans une machine à collecteur, lignes fictives déterminées par la position des balais de la dynamo correspondant au maximum de la force électromotrice à vide (C. E. I. 1934).

— **Ligne souterraine.** Ligne électrique posée dans le sol (C. E. I. 1934).

— **Ligne de transmission.** Ligne électrique destinée à la transmission de l'énergie d'une usine génératrice ou d'une sous-station, à d'autres usines ou sous-stations (C. E. I. 1934). Synonyme : *ligne de transport*.

— **Ligne de transport.** Synonyme de *ligne de transmission*. Voir ci-dessus.

— **Capacité linéique d'une ligne.** Voir *capacité, linéique*.

— **Charge d'une ligne.** Voir *charge, câble, liaison, pupinisation*.

— **Impédance caractéristique d'une ligne.** Voir *impédance*.

— **Inductance linéique d'une ligne.** Voir *inductance, linéique*.

— **Longueur d'onde sur lignes.** Sur des lignes rectilignes ou à faible courbure, la vitesse de propagation est égale à celle de la lumière dans le vide c . En radioélectricité, la vitesse sur ligne

ou antenne, $c_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$ est sensiblement

plus faible que la vitesse c . On trouve sur les antennes-projecteurs en zigzag,

$$c_1 = 0,96 c;$$

Sur les antennes Beverage, c_1 est compris entre $0,90 c$ et $0,80 c$ (R. Mesny).

D'une manière générale, la longueur d'onde sur le fil est liée à celle dans l'espace par le rapport suivant :

$$\frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{c_1}{c}.$$

— **Vitesse de propagation sur lignes.** Voir ci-dessus *longueur d'onde sur lignes*.

LIMITE. Limite quantique. Longueur d'onde la plus petite présente dans un spectre suivant la différence de potentiel appliquée (relation de Planck-Einstein) (C. E. I. 1934).

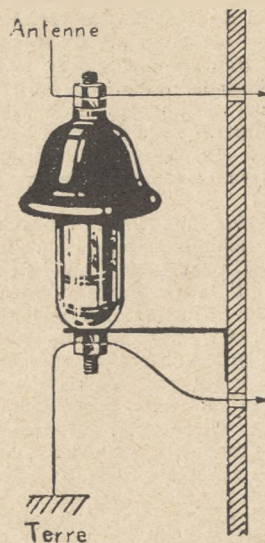
(Angl. *Limit*. — All. *Grenze*.)

— **Conditions aux limites.** Conditions qui servent à déterminer les fonctions arbitraires figurant dans la solution générale des équations aux dérivées partielles de l'électromagnétisme (R. Mesny).

LIMITEUR. Limiteur de courant, de tension. Appareil destiné à éviter qu'un courant ou une tension électrique ne dépasse une valeur donnée, maximum ou minimum, ou bien les deux à la fois.

En radioélectricité, on emploie des limiteurs de courant, sous la forme de *fusibles, coupe-circuit, disjoncteurs*. En

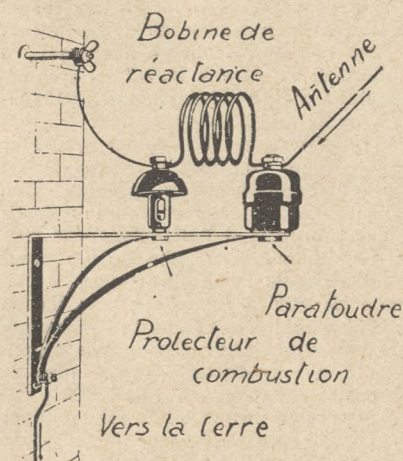
mosphériques, les courants telluriques ou d'autres émissions qu'on ne parvient pas à sélectionner au moyen de collecteurs appropriés (cadres, antennes dirigées) ou de circuits résonnants convenables. On cherche alors à limiter l'onde parasite en amplitude et en durée, pour que son importance soit au plus du même



Vers le poste récepteur

Terre

Deux types de limiteurs de tension, installés entre antenne et terre à l'extérieur de la maison : I. Sans bobine de réactance. — II. Avec bobine de réactance.



Vers la terre

particulier, des résistances constituées par un fil de fer dans l'hydrogène, dont la résistivité s'accroît en fonction de la température, c'est-à-dire de l'intensité du courant qui les traverse. Voir *fer-hydrogène*.

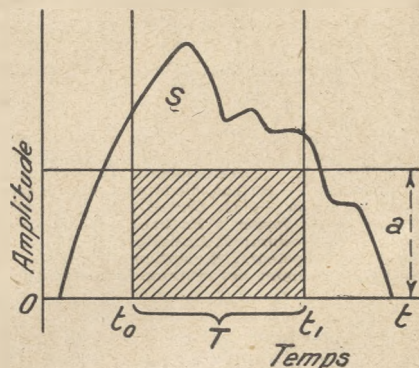
Des limiteurs de tension sous la forme de *parafoudres*, entre les armatures desquels éclate une étincelle lorsque la tension électrique dépasse celle correspondant à la *rigidité diélectrique* de l'isolant interposé. Voir ces mots.

Pour les antennes, on utilise un limiteur de tension monté dans un tube de verre recouvert d'une cloche en porcelaine. A l'intérieur du tube se trouvent deux électrodes, formant parafoudre, dans une atmosphère de gaz rare inerte. Le limiteur de tension est monté contre le mur, à l'extérieur de l'habitation, par exemple au moyen d'une équerre. L'antenne est connectée à l'électrode supérieure, montée sur l'isolateur en porcelaine; la prise de terre, à l'électrode inférieure. Lorsque survient une surtension, le gaz s'ionise et se comporte comme un court-circuit pour la décharge. On peut également monter une bobine de choc entre le parafoudre et le poste récepteur, sur la descente d'antenne.

— **Limiteur d'ondes en amplitude et en durée.** Ces appareils, particuliers à la technique radioélectrique, sont nés de la nécessité d'éliminer des perturbations gênantes, ou au moins d'en atténuer les effets. Dans bien des cas, la réception d'un signal est rendue impossible par le brouillage produit par les décharges at-

ordre de grandeur que celle du signal à recevoir.

On opère cette limitation en mettant à profit la courbure de la caractéristique des lampes détectrices et amplificatrices. Dans le cas de l'amplification, la limitation est effectuée automatiquement dès que la tension de grille est assez élevée pour produire la saturation dans le cir-



Limitation d'un signal radioélectrique en amplitude et en durée : Le signal S est limité à l'amplitude a et à la durée $T = t_1 - t_0$.

cuit de plaque. On augmente la limitation en réduisant le chauffage du filament, ce qui réduit la tension de grille susceptible de produire la saturation. En outre, on ajuste la tension moyenne de grille au moyen d'un potentiomètre. Dans le cas de la détection, ce phénomène ne se produit, en raison de la focalisation

de la courbure, que pour les tensions de grille de faible amplitude; dès que l'amplitude dépasse celle qui correspond à la saturation, l'effet détecteur de la courbure inférieure est compensé par celui de la courbure supérieure de la caractéristique, entraînant la limitation des signaux trop forts.

(Angl. *Limiting Device*. — All. *Begrenzer*.)

LINÉAIRE. Se dit d'une fonction algébrique qui varie en raison directe, de la variable. Sa représentation graphique en coordonnées cartésiennes est une ligne droite, d'où son nom de « linéaire ». — **Amplification linéaire.** Amplification produite par un tube à trois électrodes et telle que les variations du courant de plaque soient proportionnelles aux variations de la tension de grille qui lui donnent naissance. Cette condition implique que le point de fonctionnement de la lampe se déplace uniquement sur la partie rectiligne de la caractéristique courant de plaque-tension de grille. C'est également une condition nécessaire pour que l'amplification s'opère sans distorsion.

— **Décroissement linéaire.** Différence constante qui existe entre les amplitudes des alternances consécutives d'une oscillation amortie arithmétiquement (ou linéairement). Dans les cas les plus fréquents, les oscillations sont amorties géométriquement : on dit alors que le *décroissement* est *logarithmique* (voir ces mots).

— **Détection linéaire.** Forme de détection pour laquelle la tension de sortie est proportionnelle à la tension de l'onde porteuse pour la bande de longueurs d'onde considérée du récepteur. Voir *détection*.

(Angl. *Lineal Amplification Decrement Rectification*. — All. *Linear-verstärkung Detektion Dekrement*).

— **Variation linéaire de fréquence.** Mode de variation d'une grandeur qui reste proportionnelle à la fréquence. Dans les condensateurs variables à *variation linéaire de fréquence*, le déplacement, rectiligne ou angulaire, de l'armature mobile est proportionnel à la variation de fréquence, ce qui signifie que, pour un certain intervalle de fréquences, cet appareil peut porter une graduation en fréquences dont les divisions sont équidistantes. Cette condition est réalisée en donnant aux lames de l'une et l'autre armatures des formes appropriées, de manière que le déplacement varie comme l'inverse de la racine carrée de la capacité. Les lames mobiles ont généralement une forme parabolique très tendue. L'intérêt de ce mode de variation est considérable pour les réceptions de radiophonie sur ondes courtes. Il assure le réglage le plus sélectif en espaçant régulièrement les diverses émissions, elles-mêmes séparées les unes des autres par un intervalle constant (10 kilohertz ou 1 *myriahertz*). Ces condensateurs à variation linéaire de fréquence sont aussi appelés *orthométriques*, par opposition avec

les condensateurs *paraboliques* (square-law). Voir ces mots.

(Angl. *Straight Line Frequency Condenser*. — All. *Geradeliniefrequenz Kondensator*.)

LINÉIQUE. Se dit d'une grandeur dont la mesure est rapportée à l'unité de longueur : *capacité, inductance, conductance, résistance linéiques d'une ligne*. Voir en particulier chacun de ces termes et *ligne*.

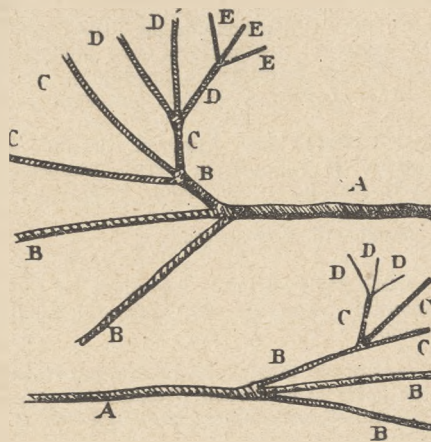
(Angl. *Lineic*. — All. *Lineisch*.)

LITHARGE. Protoxyde de plomb (PbO) jaune orangé, cristallisé en écailles, obtenu en fondant au rouge l'oxyde de plomb jaune ou *massicot*, préparé directement par calcination d'un sel de plomb. Entre dans la composition de la *matière active* servant à l'empatement des plaques des accumulateurs au plomb. A cette fin, on le mélange avec du charbon, du sulfate de baryum ou du kaolin, de manière à en faire une substance spongieuse qui facilite les réactions chimiques lors de la charge et de la décharge des accumulateurs. Voir *accumulateur, matière active*.

(Angl. *Litharge*. — All. *Bleiglätte*.)

LITZ. Fil de litz. Voir *fil* et *Litzendraht*.

LITZENDRAHT. Terme allemand désignant un fil divisé à brins multiples isolés employé pour la transmission des courants de haute fréquence. En principe, ce fil possède moins de résistance en haute fréquence qu'un conducteur plein de même diamètre, en raison de l'effet



Échantillon de fil divisé ou « litzendraht » : A, B, C, D, E, torons comprenant un même nombre de brins, tous isolés les uns des autres par un guipage de soie ou une couche d'email.

superficiel qui localise les courants à la surface des conducteurs. Certains constructeurs l'emploient de préférence au fil plein pour la construction des bobines, des cadres et des antennes. Le fil divisé est constitué par un certain nombre de brins isolés individuellement à l'email

ou à la soie, puis toronnés ensemble, comme le montre la figure. Synonyme *Fil de Litz*. Voir *fil, divisé*.

(Angl. *Litzendraht Wire*. — All. *Litzendraht*.)

LOCAL. Se dit en radioélectricité d'un phénomène que l'on produit à la station d'émission ou de réception, par opposition avec les phénomènes de propagation des ondes dont le siège est au sein de l'éther et sur lesquels on est sans action directe — **Batterie locale.** Batterie de piles ou d'accumulateurs utilisée sur place, dans un montage, pour alimenter un relais, un amplificateur, un appareil enregistreur, par opposition avec les batteries importantes, installées à poste fixe et reliées par des lignes aux appareils d'utilisation.

(Angl. *Local Generator, Oscillations, Battery*. — All. *Lokal Generator, Schwingungen, Batterie*.)

— **Système téléphonique à batterie locale.** Système téléphonique comportant l'emploi de sources de courant microphonique pour chaque poste d'abonné (C. E. I. 1934).

— **Générateur local.** Petit appareil émetteur d'ondes, employé dans les stations de réception. Consiste généralement en une lampe oscillatrice montée sur circuit séparé (*hétérodyne*) ou en un montage à *réaction* qui fait osciller une lampe de l'appareil récepteur (*autodyne, endodyne*). Ces générateurs locaux sont utilisés dans la réception par battements des ondes entretenues non modulées.

— **Jack local.** Jack d'un commutateur multiple, associé à la lampe de signalisation par laquelle est reçu l'appel de l'abonné demandeur (C. E. I. 1934). Synonyme *jack de réponse*.

— **Oscillations locales.** Oscillations à haute fréquence produites par un générateur local. Il arrive que des oscillations locales indésirables soient produites fortuitement dans l'appareil de réception, par suite d'un *couplage* imprévu et nuisible qu'il convient d'éviter.

Voir *Hétérodyne, Autodyne, Endodyne*, etc.

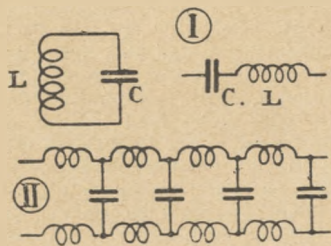
LOCALISATEUR. (En radiologie) Tube opaque s'adaptant au diaphragme et limitant l'étendue de la région exposée aux rayons X (C. E. I. 1934).

LOCALISATION. Détermination par radiogoniométrie d'une station d'émission radioélectrique ou d'un appareil perturbateur. En radiographie, détermination photographique en projection et en profondeur d'un phénomène ou d'un corps étranger (C. E. I. 1934).

(Angl. *Localisation*. — All. *Lokalisierung*).

LOCALISÉ. Se dit d'une propriété, d'une grandeur électrique (inductance, capacité, résistance, etc.) qui est con-

centrée en un point ou dans un appareil, par opposition avec les grandeurs qui sont *distribuées* ou *réparties* le long des conducteurs, câbles, antennes, etc...



Représentation schématique de circuits à constantes localisées (I) et de circuits à constantes réparties (II).

La self-inductance d'une bobine massée, la capacité d'un condensateur, la résistance d'un enroulement sont des constantes *localisées*, au moins théoriquement. Il est évident qu'une longue bobine à une couche possède, comme une antenne, des constantes réparties.

(Angl. *Localized*. — All. *Lokalisiert*.)

LOGARITHMIQUE. Se dit de la fonction transcendente inverse de la fonction exponentielle. — **Décroissement logarithmique.** Logarithme naturel (ou népérien) du rapport entre les amplitudes d'oscillations successives de même signe (C. E. I. 1934). Ce décroissement caractérise le degré d'amortissement du train d'ondes. Il est nul pour un train d'ondes entretenues. Voir *Amortissement*, *Décroissement*.

— **Unités logarithmiques.** Lorsque les variations d'une fonction sont extrêmement grandes, il peut être commode, pour les représenter d'avoir recours à une *échelle logarithmique*.

Soit, par exemple, à représenter graphiquement des grandeurs qui sont dans le rapport de 10^4 , 10^5 , 10^6 . On pourra les figurer respectivement par des ordonnées logarithmiques, qui seront respectivement proportionnelles à 4, 5 et 6. Cette représentation, qui est commode pour les puissances rondes de 10, l'est beaucoup moins pour les valeurs intermédiaires. C'est pourquoi il est plus pratique de représenter chaque grandeur par le logarithme de son rapport à une grandeur de même espèce prise pour unité. Par exemple, la mesure de la puissance W rapportée à la puissance unité W_0 , sera

$$N = \log \frac{W}{W_0}$$

N est appelé *niveau* de la puissance W par rapport à la puissance W_0 . Si W est plus grand que W_0 , cas de l'*amplification*, le niveau est positif. Si W est plus petit que W_0 , cas de l'*affaiblissement*, le niveau est négatif.

L'unité de niveau est le *néper* pour les logarithmes naturels ou népériens. C'est le *bel* pour les logarithmes décimaux.

Pratiquement, on utilise plus souvent le *décibel*.

L'expression du niveau de la puissance en décibels est alors :

$$N = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0}$$

On peut exprimer la puissance W en fonction du courant I ou de la tension V . Comme la puissance est proportionnelle au carré de ces grandeurs, l'expression devient :

$$N = 20 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

Les unités logarithmiques sont commodes pour l'expression de nombreuses grandeurs et notamment de celles qui mesurent les sensations acoustiques. Voir *antiparasite*, *bel*, *bruit*, *décibel*, *néper*, *niveau* etc...

(Angl. *Logarithmic*. — All. *Logarithmisch*.)

LOGATOME. Ensemble constituant une émission vocale élémentaire. C'est le plus petit tronçon possible d'une conversation. C'est la généralisation phonétique de la notion orthographique de syllabe. Le *logatome* peut être constitué par une voyelle isolée, une voyelle précédée ou suivie d'une consonne, c'est-à-dire d'une consonne ou d'un groupe de consonnes; ou encore par une voyelle précédée et suivie d'une consonne, à la condition que l'ensemble puisse être prononcé en une seule émission de voix.

La *netteté* pour les *logatomes* est caractérisée par le rapport du nombre des *logatomes* correctement reçus, lors de la dictée d'une liste type, au nombre total des *logatomes* transmis (C. C. I. F.).

Le Post Office britannique utilise pour les essais et les mesures une machine spéciale qui imprime les *logatomes*.

(Angl. *Logatome*. — All. *Logatom*.)

LOGOMÈTRE. Appareil destiné à mesurer le rapport de deux grandeurs électriques (C. E. I. 1934). Synonyme : *quotientmètre*.

(Angl. *All. Logometer*.)

LOI. Règle naturelle à laquelle les phénomènes physiques sont nécessairement soumis.

— **Loi de Bragg et de Pierce.** Relation entre le coefficient d'absorption d'un élément et son nombre atomique (C. E. I. 1934).

— **Lois de Coulomb.** I. Loi d'après laquelle la force exercée dans un milieu quelconque entre deux quantités de magnétisme est proportionnelle à ces quantités et inversement proportionnelle au carré de leur distance (C. E. I. 1934).

II. Loi d'après laquelle la force exercée dans un milieu quelconque entre deux quantités d'électricité est proportionnelle à ces quantités et inversement proportionnelle au carré de leur distance (C. E. I. 1934).

— **Loi de Faraday.** Loi fondamentale de l'induction d'après laquelle la force électromotrice induite dans un circuit filiforme fermé est égale à la dérivée par rapport au temps, changée de signe, du flux d'induction magnétique embrassé, et, dans un conducteur qui se déplace dans un champ magnétique, s'évalue par le nombre de lignes d'induction unités coupées pendant l'unité de temps (C. E. I. 1934).

— **Loi de Joule.** Loi suivant laquelle la puissance dégagée sous forme de chaleur dans un conducteur est proportionnelle au produit de sa résistance par le carré du courant qui le traverse (C. E. I. 1934).

— **Loi de Kirchhoff.** I. Loi suivant laquelle la somme algébrique des courants, qui arrivent à un nœud et qui en partent, est nulle.

II. Loi suivant laquelle la somme algébrique des forces électromotrices dans un circuit fermé est égale à la somme algébrique des chutes de tension (C. E. I. 1934).

— **Loi de Laplace.** Loi exprimant l'action d'une quantité de magnétisme sur un élément de courant (C. E. I. 1934).

— **Loi de Lenz.** Loi d'après laquelle la réaction des courants induits par mouvement d'un conducteur dans un champ magnétique s'oppose au mouvement qui les produit (C. E. I. 1934).

Cette loi peut être généralisée ainsi : La force électromotrice induite tend à engendrer un courant de sens tel qu'il s'opposerait à la cause qui l'a produit (C. E. I. 1934).

— **Loi de Moseley.** Relation entre le nombre atomique d'un élément et la fréquence de ses radiations caractéristiques (C. E. I. 1934).

— **Loi d'Ohm.** Loi qui dans le cas du courant continu exprime la proportionnalité entre la force électromotrice, ou la différence de potentiel, et l'intensité de courant, dans un circuit ou dans un conducteur (C. E. I. 1934).

(Angl. *Law*. — All. *Gesetz*.)

LONGITUDE. Détermination des *longitudes*. L'heure d'un lieu donné à la surface de la Terre est fonction de sa longitude et ces deux grandeurs varient proportionnellement à un instant donné. La détermination de la longitude d'un lieu, par rapport au méridien de Greenwich pris pour origine (0°), est ainsi ramenée à la comparaison de l'heure de ce lieu avec l'heure de Greenwich ou, ce qui revient au même, avec l'heure d'un observatoire dont on connaît la longitude. En particulier, la longitude d'un navire est donnée par la comparaison de l'heure du lieu, déterminée astronomiquement, avec l'heure de Greenwich indiquée par un chronomètre appelé *garde-temps*. Or, la mesure la plus exacte ne peut être faite qu'en comparant simultanément, ou au plus avec quelques heures de décalage,

l'heure du lieu et l'heure indiquée par le garde-temps d'un observatoire, dont on connaît les variations qui sont, d'ailleurs, beaucoup plus faibles que celles du chronomètre du bord. Cette comparaison instantanée peut être faite rarement par téléphonie ou télégraphie avec fil, s'il s'agit de lieux terrestres fixes. Elle est faite le plus souvent par télégraphie sans fil au moyen de *signaux horaires* émis par les pendules des observatoires. Le procédé le plus simple consiste à lire sur le cadran de la pendule locale l'heure à laquelle sont envoyés les « tops » de l'émission. La précision de cette méthode est de l'ordre de 0,25 seconde. Pour obtenir une précision de 0,01 seconde, on utilise la méthode des *battements* ou des signaux rythmés, qui consiste à enregistrer, au son ou graphiquement, les coïncidences entre les battements du pendule de l'horloge locale et ceux du pendule de l'horloge de l'observatoire. Connaissant la durée d'oscillation de l'horloge de l'observatoire et l'intervalle séparant deux coïncidences, on en déduit la durée de l'oscillation de l'horloge locale. On obtient la plus grande précision dans la mesure du temps par l'emploi d'un oscillateur radioélectrique donnant des battements de basse fréquence (0,1 s) tel que le *multivibrateur* Abraham.

La différence de longitude peut être déterminée simplement à quelques dizaines de mètres près, et la précision peut être poussée jusqu'à l'ordre du mètre. Dès l'année 1910, les longitudes de Brest, Bizerte, Alger étaient déterminées par cette méthode. Par la suite, en 1922, le général Ferri fixait un programme de mesures permettant de rattacher toutes les longitudes du globe à celles d'un triangle fondamental, constitué par Alger, Changhaï et San-Francisco. Une première série de mesures fut effectuée en 1929. On constata alors une déformation périodique des continents; ainsi de 1920 à 1925, l'Europe et l'Amérique se sont éloignées l'une de l'autre d'une quinzaine de mètres; de 1925 à 1930, le mouvement contraire a été observé.

(Angl. *Longitude*. — All. *Länge*.)

LONGITUDINAL. Onde longitudinale. Onde caractérisée par un vecteur parallèle à la direction de la propagation (C. E. I. 1934).

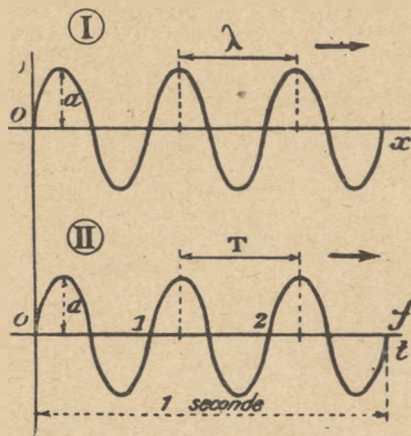
(Angl. *Longitudinal Wave*. — All. *Längwelle*.)

LONGUEUR. Longueur d'onde. Distance entre deux points successifs, dans la direction de la propagation d'une onde périodique, où l'oscillation a la même phase. (C. E. I. 1934). Distance parcourue, pendant la *période* ou durée d'une oscillation complète, par une onde qui se propage. Si l'on désigne la longueur d'onde par λ , la période par T , la fréquence par f et la vitesse de propagation des ondes par V , on a donc la relation

$$\lambda = VT = V/f.$$

Dans un milieu homogène donné où K est une constante (dans le vide ou l'air,

$V = 300.000 \text{ km} : \text{s}$, vitesse de la lumière, pour les ondes radioélectriques), la longueur d'onde est inversement proportionnelle à la fréquence. Une longueur d'onde de 10.000 mètres correspond à



Définition de la longueur d'onde et son rapport avec la période et la fréquence : I. Représentation de l'onde dans l'espace : a , amplitude de l'onde; λ , longueur d'onde; Ox , direction de la propagation. — II. Représentation de l'onde dans le temps : a , amplitude de l'onde; T , période d'oscillation; 1, 2, 3... f , numéros d'ordre des ondes successives; f , fréquence ou nombre d'ondes se succédant en une seconde; ot , axe le long duquel est compté le temps qui s'écoule.

une fréquence de 30.000 p : s ou hertz, une longueur d'onde de 1.000 mètres à une fréquence de 300.000 p : s ou hertz, étant entendu que le produit λf des mètres par les kilohertz, ou des kilomètres par les hertz, est toujours égal à la vitesse de la lumière. Cette correspondance est illustrée par un graphique et un abaque qu'on trouvera au mot *fréquence*.

Les longueurs d'onde des principales vibrations électromagnétiques sont groupées dans le tableau I ci-dessous.

TABLEAU I. Gammas des longueurs d'onde des vibrations électromagnétiques.

NATURE DE L'ONDE.	LONGUEUR D'ONDE
Ondes radioélectriques (22 octaves connues).	30.000 m à quelques millimètres. (Lebediew 6 mm.)
Rayons de Nichols et Tear.	De 6 à 0,3 mm.
Ondes infra-rouges (8 octaves).	— 314 à 0,8 μ (1).
Ondes lumineuses (1 octave).	— 0,8 à 0,4 μ
Ondes ultra-violettes (5 octaves).	— 0,4 à 0,015 μ
Rayons X de Holweck (4 octaves).	— 0,015 à 0,0012 μ
Rayons X de Röntgen (8 octaves).	— 0,0012 à 0,0000057 μ
Radioactivité.	— 0,0001 à 0,000002 μ
(6 octaves connues dont 4 communes avec les rayons X.)	
Rayons pénétrants ou ultra-X.	De l'ordre de 0,0000001 μ .

1. La lettre grecque μ désigne le *micron* ou millième de millimètre.

gueur d'onde. En raison de la relation que nous venons de citer, on peut également la caractériser par sa fréquence et c'est d'ailleurs dans cette voie qu'on s'oriente pour les raisons que nous allons exposer succinctement. Il a tout d'abord semblé commode de réserver la notion de fréquence aux phénomènes vibratoires qui ne font guère apparaître que des ondes stationnaires (vibrations acoustiques, courants alternatifs, etc...) et de consacrer celle de longueur d'onde aux ondes libres qui se propagent.

Or, la notion d'onde et celle de longueur d'onde sont purement géométriques. Théoriquement, la longueur d'onde est une notion simple dont la mesure se ramène simplement à celle d'une longueur, par exemple à la longueur d'une antenne. On parle, en effet, d'antennes vibrant en *quart d'onde*, en *demi-onde*. En fait, la longueur d'onde est toujours supérieure au quadruple de la longueur de l'antenne unifilaire la plus simple; elle atteint même jusqu'à huit fois sa longueur lorsque cette antenne est basse et mal dégagée, ce qui est le cas général. Pratiquement la longueur d'onde n'est jamais *mesurée*, sauf dans le cas très rare des ondes courtes, en laboratoire, au moyen du fil « de Lecher ». Au contraire, elle est toujours *calculée*. Ce n'est donc pas une notion aussi simple qu'elle le paraît *a priori*.

En outre, si l'on cherche à caractériser une onde en fonction des constantes électriques, *inductance* L et *capacité* C , du circuit où elle prend naissance ou résonne, on obtient les expressions :

$$\lambda = 2\pi V \sqrt{LC} \text{ et } f = 1,2\pi \sqrt{LC},$$

qui montrent que la fréquence de l'onde ne dépend que des constantes du circuit, tandis que la longueur d'onde dépend en outre de la nature du milieu où se fait la propagation.

Il est facile de donner de ces formules

Depuis le début de la radioélectricité, des interprétations optique et acoustique. Un rayon lumineux, monochroma-

tique rouge, par exemple, reste rouge, qu'il traverse un volume d'air, une nappe d'eau, une masse de verre incolore. Sa couleur, c'est-à-dire sa fréquence, reste constante; au contraire, sa vitesse et sa longueur d'onde sont réduites dans l'eau aux 3/4 et dans le verre aux 2/3 de leurs valeurs respectives dans l'air (ou le vide). De même, une onde acoustique conserve sa fréquence et la hauteur de la note musicale correspondante reste la même, quel que soit le milieu de la propagation. Ainsi un *la*3 reste un *la*3 dans l'air, dans l'eau, dans un conducteur métallique. En résumé, la fréquence est indépendante du milieu de la propagation, tandis que la longueur d'onde varie en raison inverse de l'indice de réfraction n et de la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique ou constante diélectrique K du milieu, c'est-à-dire en raison directe de la vitesse de propagation V . Autrement dit, le rapport des longueurs d'onde dans deux milieux 1 et 2 est

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{K_1}{K_2}$$

Les appareils qui permettent la comparaison des longueurs d'onde, tels que les *ondemètres*, ne mesurent pas cette longueur d'onde, mais mesurent la fréquence correspondante du courant de haute fréquence résonnant. En effet, dans un circuit résonnant, on ne saurait plus parler d'onde, mais seulement de courant de haute fréquence, lequel possède bien une fréquence, mais pas de longueur d'onde. D'ailleurs, ces appareils sont étalonnés au moyen de dispositifs : diapasons *multi-vibrateurs*, *résonateurs piézoélectriques* qui mesurent des fréquences de vibration et non des longueurs d'onde. Étant donné la relation existant, dans l'air, entre la longueur d'onde et la fréquence, les *ondemètres* peuvent être indifféremment gradués en longueurs d'onde ou en fréquences.

Une dernière considération milite en faveur de l'emploi de la fréquence de préférence à la longueur d'onde. C'est celle relative à la répartition des stations de radiodiffusion, que nous allons expliquer brièvement. En acoustique, on caractérise les hauteurs des sons par leur fréquence et non par leur longueur d'onde. On exprime ainsi que le registre des instruments de musique et celui de la voix humaine, — compte tenu des *harmoniques* qui donnent le timbre de la voix ou des instruments et constituent les consonnes — s'étend sur une gamme de 5.000 vibrations par seconde au minimum, en les limitant aux harmoniques indispensables pour produire l'illusion de la ressemblance dans la reproduction des sons. Or, par le jeu de la *modulation* microphonique, cette gamme s'ajoute et se retranche de la fréquence de l'onde porteuse de la station d'émission radiophonique pour produire une plage de 10.000 vibrations par seconde ou 10 *kilohertz* qui est celle sur laquelle la station transmet effectivement. Afin d'espacer les unes des autres de 10 kilohertz ou 1 *myriahertz* les diffé-

rentes émissions, dans le but d'éviter les brouillages par interférence, l'Union internationale de Radiophonie a donc dû préconiser la répartition des émissions par ordre de fréquences et non pas de longueur d'onde. Toutefois, on conserve encore momentanément les deux caractéristiques, longueur d'onde et fréquence, pour tenir compte des habitudes acquises. Les fréquences, caractéristiques fondamentales, sont exprimées par les nombres entiers consécutifs. Les longueurs d'onde correspondantes, caractéristiques secondaires, sont exprimées par les nombres fractionnaires, calculés par la relation $\lambda f = V$. Voir *fréquence*.

Dans le même ordre d'idées, on abandonne les graduations en longueurs d'onde pour adopter celles en fréquences, soit pour les *ondemètres*, soit simplement pour les appareils d'accord et circuits résonnants. Au lieu d'employer des condensateurs d'accord à variation linéaire de longueur d'onde, tels que les condensateurs *paraboliques* ou *square law*, on utilise de préférence les condensateurs à variation linéaire de fréquence. Sur le cadran de ces condensateurs, on peut établir une graduation uniforme des fréquences, telle qu'à un même écart de fréquences corresponde toujours la même longueur d'arc ou le même nombre de divisions du cadran.

(Angl. *Wavelength*. — All. *Wellenlänge*.)

— Longueur d'onde approximative.

La valeur approximative de la longueur d'onde exprimée en mètres est le quotient de la division du nombre 300.000 par la fréquence exprimée en *kilocycles* par seconde. (Convention internationale des télécommunications, Madrid 1932).

— Longueur d'onde commune.

Longueur d'onde utilisée par un nombre indéterminé de stations non spécialement désignées. On distingue les ondes communes nationales et les ondes communes internationales. L'écart entre la fréquence effective et la fréquence nominale de l'onde porteuse ne doit pas dépasser 50 c : s et doit être réduit à 10 c : s pour les stations susceptibles d'observer cette précision (Commission technique U. I. R., 1933). Les premières stations peuvent avoir une puissance de 2 kw, les secondes sont ramenées à 200 w.

— Longueur d'onde effective.

Longueur d'onde d'une radiation dont le coefficient d'absorption est identique au coefficient d'absorption moyen apparent d'un faisceau hétérogène (C. E. I. 1934).

— Longueur d'onde exclusive.

Une longueur d'onde peut être considérée comme exclusive lorsque toute station travaillant sur la même longueur d'onde nominale, sans dispositif de *synchronisation*, produit, à la limite du *rayon d'action agréable*, un champ inférieur à 1/600° du champ de la station écoutée (Commission technique U. I. R. 1933).

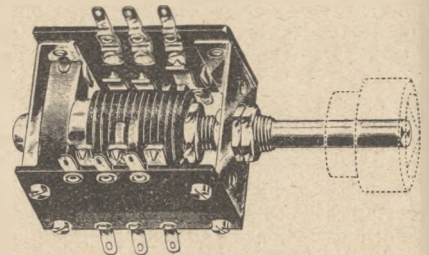
— Longueur d'onde maximum.

Longueur d'onde la plus grande présente

dans un spectre suivant la filtration subie par le faisceau (C. E. I. 1934).

— **Longueur d'onde minimum.** Longueur d'onde la plus petite présente dans un spectre suivant la différence de potentiel appliquée (Relation de Planck-Einstein). Synonyme *limite quantique* (C. E. I. 1934).

— **Longueur d'onde partagée.** Longueur d'onde attribuée à un nombre défini de stations nommément désignées.



Commutateur de longueurs d'onde, avec contacts en argent. Les ressorts et contre-ressorts sont en bronze phosphoreux.

L'écart entre la fréquence effective et la fréquence nominale de l'onde porteuse ne doit pas dépasser 10 c : s pour les ondes partagées.

— Longueur d'onde propre ou naturelle

(d'un circuit, d'une antenne). Longueur d'onde des oscillations propres de ce circuit, telle qu'elle résulte de la capacité et de l'inductance propres du circuit sans addition de condensateur ni de bobine supplémentaires. La longueur d'onde propre d'une antenne unifilaire bien dégagée, isolée à une extrémité et mise à la terre à l'autre extrémité, est environ 4 à 5 fois sa longueur effective. On *augmente* la longueur d'onde d'un circuit, d'une antenne en intercalant une bobine en série dans ce circuit, ou bien un condensateur en parallèle sur une bobine. On *diminue* la longueur d'onde d'un circuit ou d'une antenne en intercalant un condensateur en série dans ce circuit.

(Angl. *Natural Wavelength*. — All. *Eigenwellenlänge*.)

— Classification des longueurs d'onde.

La classification suivante des longueurs d'onde a été adoptée par le Comité consultatif international des radio-communications à La Haye :

Ondes longues : Au-dessus de 3.000 mètres (100 kh).

Ondes moyennes : De 3.000 mètres (100 kh) à 200 mètres (1.500 kh).

Ondes intermédiaires : De 200 mètres (1.500 kh) à 50 mètres (6.000 kh).

Ondes courtes : De 50 mètres (6.000 kh) à 10 mètres (30.000 kh).

Ondes très courtes : Au-dessous de 10 mètres (30.000 kh).

(Angl. *Wavelength*. — All. *Wellenlänge*.)

LUEUR. Phénomène lumineux qui se manifeste à l'intérieur des lampes et valves électroniques à vide imparfait, par suite de l'ionisation du gaz restant sous l'effet d'une tension électrique élevée appliquée à l'anode. C'est le champ électrique ou *gradient* de potentiel intense, ainsi créé entre l'anode et la cathode, qui provoque l'ionisation du gaz de l'ampoule. Ces tubes électroniques à vide imparfait sont dénommés *tubes mous*. Voir *ionisation*, *effet de couronne*.

— **Lueur négative.** Espace lumineux caractérisé par un champ électrique faible dû à la recombinaison des ions positifs et des électrons (C. E. I. 1934). (Angl. *Blue Glow*. — All. *Glimmlicht*.)

LUMIÈRE. Rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'onde, de 0,4 à 0,8 micron, sont comprises entre celles des ondes *calorifiques* ou *infra-rouges* et celles des ondes *actiniques* ou *ultra-violettes*. Voir *lumineux*, *électromagnétique*, *fréquence*, *longueur d'onde*.

— **Fil de lumière.** Fil de cuivre de petit diamètre, isolé au caoutchouc à raison de 600 mégohms par kilomètre, et servant à l'établissement des circuits d'éclairage électrique à l'intérieur des locaux.

(Angl. *Light Wire*. — All. *Lichtdraht*.)

LUMINESCENCE. Tubes à luminescence. Les tubes à luminescence gazeuse sont fréquemment utilisés, notamment comme *indicateurs visuels* de tension, de courant et de résonance. Voir *indicateur*. A cet effet, on emploie principalement les tubes au néon à trois ou quatre électrodes. Le montage comporte en général un transformateur de liaison auxiliaire, sur le secondaire duquel est disposé un potentiomètre de 100.000 ohms. On relie l'électrode auxiliaire du tube au curseur du potentiomètre. Sa position est fixée de manière à obtenir l'amorçage de la luminescence. La variation du courant de sortie produit alors une variation correspondante de la hauteur de la colonne lumineuse dans le tube, ce qui permet de mesurer approximativement le courant modulé de sortie.

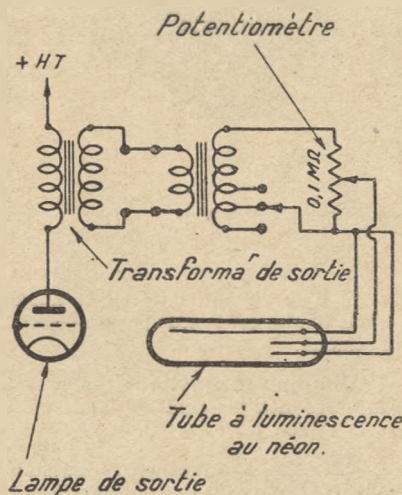
D'une manière générale, les tubes luminescents sont caractérisés par leur tension d'allumage et leur couleur, cette dernière qualité dépendant à la fois de la nature du gaz et de sa pression. Voici la correspondance des gaz et des couleurs :

Néon	Rouge.
Hélium	Rose vif.
Argon et Néon	Rose.
Azote	Jadine pâle.
Oxyde de carbone	Blanc.
Mercure	Bleu violacé.

On obtient d'autres couleurs par mélange des gaz : ainsi le bleu est donné par un mélange d'argon, de néon et de mercure. La pression est de l'ordre de 8 à 10 mm de mercure pour le néon, qui donne alors une couleur rouge; vers 4 mm, il devient

plus pâle; à 2 mm, il donne des traces de bleu et de violet.

Chaque gaz est caractérisé par une pression optimum, pour laquelle la tension d'allumage est minimum (Loi de Paschen). Cette tension est fonction de la nature, de la forme et de l'écartement des électrodes. La tension s'abaisse en même temps que le rayon de courbure des électrodes et leur distance. Le magnésium donne les tensions les plus basses. Mais la tension dépend du premier chef du *potentiel d'ionisation* du gaz, potentiel qui est minimum pour l'argon, suivi de près par le néon et l'hélium.



Montage d'un tube indicateur à luminescence.

On doit tenir compte également de la consommation unitaire, exprimée en watts par bougie et de l'éclat intrinsèque, défini par le nombre de bougies par millimètre carré. Au point de vue du rendement, on a avantage à allonger le tube, ce qui équivaut à augmenter la tension d'alimentation. Pratiquement, on utilise donc une tension élevée, de l'ordre de 10.000 à 20.000 volts, car il faut toujours compter avec une chute de tension aux électrodes de l'ordre de 120 volts. Le diamètre des tubes est ordinairement compris entre 10 et 30 mm. L'illumination du gaz demande une chute de tension de 300 à 500 volts par mètre de longueur de tube. Pour les tensions élevées et les grandes longueurs de tube, la consommation est de 1,5 watt par bougie à peu près, sensiblement plus faible que celle des lampes à filament métallique. On augmente encore le rendement en recouvrant la paroi interne du tube de verre d'un dépôt fluorescent qui s'illumine au passage de la décharge, procédé qui offre en outre la possibilité de varier la couleur de l'éclairage.

Un autre procédé pour augmenter le rendement consiste à remplacer l'une des électrodes par une cathode à oxyde analogue à celle des lampes électroniques à chauffage indirect. On annule ainsi la résistance passive des électrodes (tension de gaine) et l'on obtient une tension

d'amorçage très faible, de l'ordre de 14 volts pour l'argon, 12 volts pour le mercure, 35 volts pour le néon et 65 volts pour le sodium. Ces tubes permettent de réaliser un éclat considérable, qui peut atteindre 400 à 450 bougies par millimètre carré. La consommation s'abaisse à 0,08 watt par bougie pour le sodium; 0,06 watt par bougie pour le néon.

LUMINEUX. Qui est relatif à l'émission, à la propagation et à l'action de la lumière.

— **Onde lumineuse.** Onde produisant sur l'œil la sensation de lumière. Sa longueur d'onde est comprise dans la gamme limitée par l'onde rouge la plus longue (onde *calorifique* ou *infra-rouge* la plus courte) et l'onde violette la plus courte (onde *ultra-violette* ou *actinique* la plus longue). Les ondes lumineuses se propagent dans l'éther à la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde.

(Angl. *Luminous*. — All. *Licht*...)

M

MACHINE. Machine à bobiner. Les machines à bobiner sont utilisées en radio-technique pour la fabrication des divers enroulements (bobines d'inductance, bobines de transformateurs, etc...), ainsi que pour la préparation des condensateurs au papier et des condensateurs électrolytiques, et aussi des résistances en fil bobiné.

Tous les types de bobines — bobines rangées à une ou plusieurs couches, bobines en galettes, bobines fractionnées dans des mandrins à gorge, bobines aérées de types spéciaux, nid d'abeilles, duolatérales, fond de panier, etc... peuvent être bobinés mécaniquement.

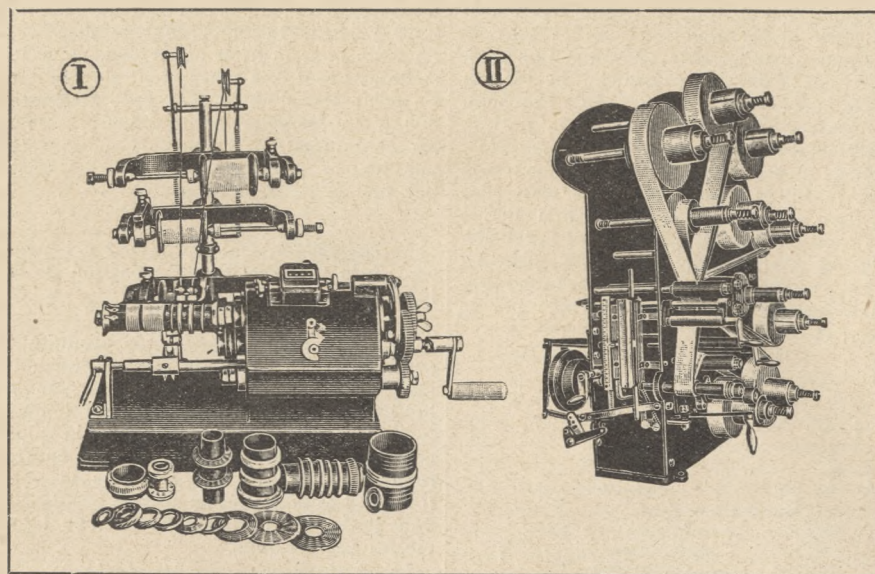
Pour les rhéostats et potentiomètres, la machine peut être réglée de manière à produire des résistances variant linéairement, progressivement ou logarithmiquement en fonction du déplacement du curseur.

Les condensateurs au papier des divers genres sont obtenus par l'enroulement simultané de bandes de papier de cellulose formant diélectrique et de bandes de papier d'étain ou d'aluminium, formant armatures.

Voir *bobines*, *condensateurs*, *résistance*, *rhéostat*, etc...

— **Machines à influence.** Machines électrostatiques dont le fonctionnement repose sur les phénomènes d'induction électrostatique. (C. E. I. 1934). Voir *électrostatique*, *influence*.

(Angl. *Influence Machine*. — All. *Influenz Maschine*.)



Machines à bobiner : I. Pour bobines, galettes et transformateurs. — II. Pour condensateurs au papier.

MAGNÉTIQUE. Qui se rapporte à l'aimantation ou au magnétisme et à l'ensemble des phénomènes qui définissent cette propriété. Les phénomènes magnétiques englobent le *ferromagnétisme naturel* du minéral magnétique de fer (Fe_3O_4) (pierre d'aimant), le *magnétisme terrestre*, le magnétisme dû aux actions des aimants artificiels permanents, des électroaimants, des *champs magnétiques* continus ou alternatifs, notamment de la *composante magnétique* des champs électromagnétiques, caractérisant les ondes radioélectriques. (Angl. *Magnetic* — All. *Magnetisch*.)

— **Amortisseur magnétique.** Appareil destiné à amortir magnétiquement les oscillations d'un organe mobile, aiguille, axe de rotation etc... Constitué ordinairement par un disque de cuivre tournant entre les pôles d'un aimant, qui induit dans le disque en mouvement des courants de Foucault, dont l'action sur l'aimant est telle qu'elle tend à s'opposer à la rotation (compteurs d'énergie électrique). — Dans les appareils de mesure à *cadre mobile*, la petite bobine mobile dans le champ de l'aimant est enroulée sur un cadre métallique dont l'effet amortisseur est le même que celui du disque ci-dessus, ce qui rend apériodiques les mouvements de l'aiguille, qui atteint sa position et revient à zéro sans osciller. Voir *amortisseur*.

— **Axe magnétique.** Ligne droite reliant les pôles magnétiques d'un aimant (C. E. I., 1934).

— **Champ magnétique.** Région de l'espace où il existe un état physique susceptible de se manifester par des forces magnétiques (C. E. I., 1934). Région de l'espace où des masses magnétiques (pôles nord et sud) sont sollicitées à se déplacer le long de lignes de force qui

émanent d'un aimant, d'un électroaimant ou d'une bobine parcourue par un courant. Voir *champ*.

— **Champ magnétique terrestre.** Champ magnétique naturel qui existe dans la région terrestre (C. E. I., 1934).

— **Circuit magnétique.** Ensemble de milieux remplissant une portion d'espace fermée pouvant être traversée par un flux d'induction magnétique (C. E. I., 1934). Le circuit magnétique peut être comparé au circuit électrique. Le flux



Profils de tôles découpées pour circuit magnétique de transformateurs à basse fréquence.

magnétique est alors analogue au courant électrique. La substance qui constitue le circuit magnétique est plus ou moins perméable aux forces magnétiques, de même qu'un conducteur offre plus ou moins de *résistivité* au courant électrique. La cause du flux est la *force magnétomotrice*, comme celle du courant est la *force électromotrice*. La résistance opposée au passage du flux par le circuit magnétique est appelée *réluctance*. La conductance magnétique est appelée *permittance*. Voir *circuit*.

— **Composante magnétique.** Le champ produit en un point de l'espace par le passage d'une onde électromagnétique résulte de la composition d'un champ électrique et d'un champ magnétique, vecteurs généralement perpendiculaires dans l'espace et qui se trouvent en phase

dans le cas d'une onde libre, en quadrature dans celui d'une onde stationnaire. La composante magnétique de l'onde, généralement horizontale, est celle qui agit par induction sur les cadres de réception. Voir *cadre*, *composante*, *goniomètre*, *onde*, *radioélectrique*, *électromagnétique*, etc...

— **Couplage magnétique.** Couplage réalisé en utilisant les propriétés de l'induction magnétique, par exemple en disposant entre les circuits à coupler soit une self-inductance commune (bobine) ou une mutuelle inductance (transformateur). Voir *couplage*.

— **Déplacement magnétique.** Vecteur qui a la même direction que l'induction et pour module la grandeur de l'induction divisée par 4 (C. E. I., 1934).

— **Détecteur magnétique.** Appareil utilisé pour la réception des ondes électromagnétiques et basé sur la diminution de l'hystérésis sous l'action d'un champ de haute fréquence d'amplitude variable (C. E. I., 1934). Type de détecteur dans lequel l'action magnétique des courants de haute fréquence s'ajoute à celle d'un aimant permanent de manière à aimanter un fil d'acier qui se dévide pendant la réception des signaux. Ainsi aimanté, ce fil traverse une bobine et induit dans son enroulement des courants de basse fréquence qui reproduisent dans le téléphone la modulation radiophonique ou la cadence de la transmission télégraphique. Voir *détecteur*.

— **Diamagnétique.** Voir ce terme.

— **Écran magnétique.** Panneau ou boîtier en substance magnétique, généralement en tôle de fer ou d'acier, destiné à arrêter les lignes de force magnétiques qui le rencontrent et à les empêcher d'induire les appareils protégés par cet écran. Les écrans magnétiques évitent le dérèglement des appareils de mesure au voisinage des machines électriques, ainsi que les effets d'*induction directe* des ondes sur les circuits magnétiques et les bobines, ou bien la réaction mutuelle des transformateurs à moyenne et basse fréquences. Voir *blindage*, *écran*.

— **Électromagnétique.** Voir ce terme.

— **Équateur magnétique.** Ligne imaginaire joignant, à la surface de la Terre, les lieux où l'*inclinaison* magnétique terrestre est nulle. Voir *acclinique*, *équateur*, *isocline* (carte du magnétisme terrestre).

— **Ferrromagnétique.** Voir ce terme.

— **Feuillet magnétique.** Aimant d'épaisseur très petite dans lequel l'intensité d'aimantation est partout normale à la surface moyenne (C. E. I., 1934). Voir *feuillet*.

— **Flux magnétique.** Nombre de lignes de force magnétiques traversant une surface ou un volume donnés (*circuit magnétique*). L'expression du flux

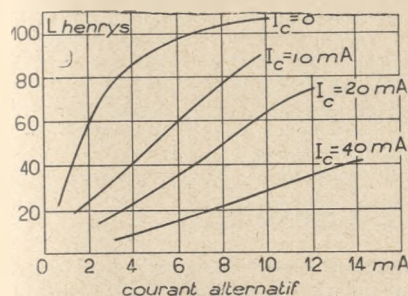
Φ est le produit de l'induction magnétique B par la projection de la surface en question S sur un plan perpendiculaire à la direction du champ :

$$\Phi = B \times S \cos \alpha.$$

Force magnétique. Force qui s'exerce sur un pôle magnétique (nord ou sud) placé dans un champ magnétique en un point par la masse magnétique du pôle placé en ce point. Voir *force*.

Hystérésis magnétique. Phénomène par lequel l'aimantation des corps ferromagnétiques dépend, non seulement de la valeur actuelle du champ, mais aussi des états magnétiques précédents, et ne dépend pas de la rapidité de variation (C. E. I., 1934). Voir *hystérésis*.

Induction magnétique. Vecteur qui représente en grandeur et en direction l'état de polarisation totale dû à un champ magnétique et qui a pour valeur



Variation de l'induction magnétique d'une bobine à fer en basse fréquence en fonction du courant alternatif magnétisant, pour différentes valeurs du courant continu traversant la bobine.

le produit de l'intensité du champ par l'inverse de la constante physique de la loi de Coulomb (C. E. I., 1934).

Valeur que prend la densité de flux magnétique lorsque le champ, au lieu de se refermer dans l'air, se referme dans un noyau de fer beaucoup plus perméable aux lignes de force. Voir *induction magnétique*.

Intensité de champ magnétique. Quotient de la force mécanique exercée par le champ magnétique sur une quantité de magnétisme, par cette quantité (C. E. I., 1934). Voir *intensité*.

Masse magnétique. Grandeur fictive susceptible d'émettre un flux magnétique. L'unité de masse ou de quantité de magnétisme est celle qui, dans le vide, émet un flux de 4 unités électromagnétiques C. G. S. ou sur qui s'exerce une force de 1 dyne dans un champ magnétique de 1 unité C. G. S. (*gauss*). Voir *masse*.

Méridien magnétique. Intersection de la surface terrestre avec le plan vertical qui contient la direction du champ magnétique de la terre (C. E. I., 1934). Voir *méridien*, *lignes isoclines*, etc...

Moment magnétique. Quotient du moment maximum du couple exercé sur un aimant, dans un champ uniforme, par l'intensité de ce champ (C. E. I., 1934).

Soit un aimant constitué essentiellement par deux masses magnétiques polaires ($-m$, $+m$) à la distance $2a$ l'une de l'autre. Dans un champ magnétique H , l'expression du couple magnétique est :

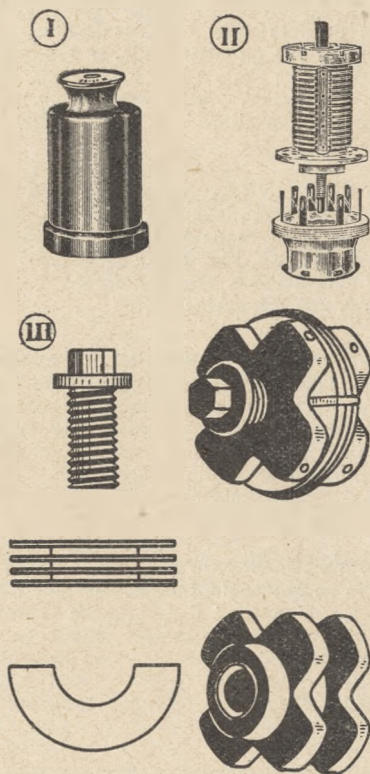
$$C = 2amH.$$

Et celle du moment magnétique :

$$M = 2am.$$

Voir *moment*.

Noyau magnétique. Partie d'un circuit magnétique entourée d'un enrou-



Noyaux magnétiques : I et II. Noyau magnétique d'une bobine pour ondes courtes : en haut, l'armature externe; en bas, l'armature centrale dans l'axe de la bobine. — III. Noyau de « sirufer » avec sa vis de réglage et son mandrin moulé.

lement (C. E. I., 1934). Voir *bobine*, *fer*, *noyau* etc...

Paramagnétique. Voir ce terme.

Polarisation magnétique. Modification subie par un milieu sous l'influence d'un champ magnétique et telle que chaque élément devient un doublet ou dipôle (C. E. I., 1934). Voir *polarisation*.

Pôles magnétiques. Centres d'application de chacun des deux groupes de forces parallèles qui constituent le

couple exercé par un champ uniforme sur les quantités de magnétisme d'un aimant (C. E. I., 1934). Voir *pôle*.

Pôles magnétiques terrestres. Points de la surface terrestre où l'inclinaison magnétique atteint 90 degrés (C. E. I., 1934). Voir *pôle*, *inclinaison*, *magnétisme terrestre*.

Potentiel magnétique. Grandeur scalaire dont les dérivées par rapport aux coordonnées, changées de signe, donnent les intensités composantes du champ magnétique dans les directions correspondantes (C. E. I., 1934). Voir *potentiel*.

Shunt magnétique. Pièce en fer doux destinée à dériver une partie du flux de l'aimant ou de l'électroaimant d'un appareil de mesure pour en régler l'action (C. E. I., 1934). Armature de fer qu'on place à cheval sur les pôles d'un aimant permanent ou d'un électroaimant afin de réduire le champ dans l'entrefer de l'aimant. Voir *shunt*.

Soufflage magnétique. Procédé utilisant la production d'un champ magnétique intense pour le soufflage des arcs électriques. Voir *arc*, *soufflage*.

Substance magnétique. Matière ayant une *susceptibilité magnétique* positive ou encore une *perméabilité magnétique*, plus grande que celle du vide. On appelle *ferromagnétique* une substance dont la perméabilité magnétique est fonction de l'intensité d'aimantation, à température constante. On appelle *paramagnétique* une substance dont la perméabilité est indépendante de l'intensité d'aimantation, à température constante. Voir séparément chacun de ces termes.

Viscosité magnétique. Phénomène par lequel les variations de la polarisation d'une substance ferromagnétique suivent celles du champ qui les produit avec un retard qui dépend de la vitesse de variation du champ (C. E. I., 1934). Voir aussi *hystérésis*, *aimantation*, *induction*. (Angl. *Magnetic*. All. *Magnetisch*.)

MAGNÉTISANT. Champ magnétisant ou force magnétisante. Intensité du champ magnétique, exprimée en *gauss* (ou en *maxwell* par centimètre carré), en un point du circuit magnétique où ne se trouve ni fer, ni substance magnétique. Si l'on appelle i le courant continu traversant une bobine, n son nombre de spires et l la longueur de la bobine, le champ magnétisant en son centre est

$$H = 4\pi ni/l.$$

Si l'on met dans la bobine un noyau de fer de *perméabilité* μ , le flux est accru dans de grandes proportions bien que le champ magnétisant reste le même. Tout se passe comme si, dans le calcul du flux, le champ magnétique était remplacé par l'induction magnétique ou densité

de flux $B = \mu H$. Voir *champ*, *induction*, *perméabilité*, *densité de flux*, etc.

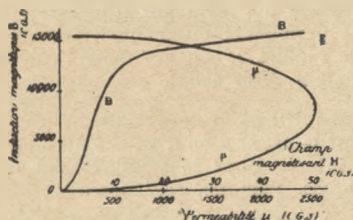
Pratiquement, on exprime la force magnétisante en ampères-tours par centimètre de longueur de bobine. Un ampère-tour par centimètre équivaut à 1,25 gauss.

— **Courant magnétisant.** Courant nécessaire pour produire le flux d'induction dans une machine ou un appareil (C. E. I., 1934). Voir *courant*.

(Angl. *Magnetising Force*, *Current*. — All. *Magnetisierende Kraft*).

MAGNÉTISATION. Action de communiquer la propriété magnétique. Synonyme *aimantation*.

— **Courbes de magnétisation.** Courbes traduisant la variation de l'induction magnétique B en fonction du champ



Courbes de magnétisation, indiquant la variation de l'induction magnétique B en fonction du champ magnétisant H et de la perméabilité magnétique μ en fonction de l'induction B , pour un échantillon d'acier doux.

magnétisant H ($B = \mu H$) et de la perméabilité μ en fonction de l'induction magnétique B ($\mu = B/H$). Le rapport B/H donne, pour chaque point de la courbe, la valeur de la perméabilité de la pièce magnétique considérée.

(Angl. *Magnetising*. — All. *Magnetisierung*.)

MAGNÉTISME. Agent physique (fictif) par lequel on explique une catégorie de phénomènes, dont le premier observé fut l'attraction du fer par l'oxyde de fer Fe^3O_4 , découvert en Grèce, dans la province de Magnésie (C. E. I., 1934).

Fluide impondérable défini par l'ensemble des propriétés dites *magnétiques*. Le magnétisme a pour base l'observation de l'aimantation naturelle des minerais d'oxyde magnétique de fer (Fe^3O_4), aimantation reproduite ensuite à volonté par la réalisation d'*aimants permanents*. L'aimant permanent concrétise le *ferromagnétisme*, c'est-à-dire les propriétés magnétiques du fer et de ses composés (aciers au tungstène, silicium, nickel, cobalt, etc...). La permanence ou, comme l'on dit, la *rémanence* de la magnétisation est particulièrement développée dans l'acier. Le fer et la plupart de ses autres composés, très *perméables* à la pénétration du magnétisme, en conservent à peine la trace dès que cesse la magnétisation. L'aimant est caractérisé par la présence de masses magnétiques appelées *pôles* à chacune de ses extrémités. L'un, qui repousse le pôle nord de l'aiguille de la boussole,

est dit *pôle nord*; l'autre est le *pôle sud*. Pôle nord et pôle sud sont *inséparables* aux deux extrémités d'un aimant, si petit soit-il. Comme les aimants ont forcément des dimensions limitées, les pôles nord et sud sont fréquemment voisins. Les masses magnétiques n'existent pas à l'état de liberté. Les phénomènes de l'*induction magnétique* et la réalisation des *électroaimants* ont considérablement développé les applications du magnétisme, qui restent liées aux applications de l'électricité dans tous ses domaines.

Les ondes radioélectriques elles-mêmes engendrent, en effet, à la fois, un *champ électrique* généralement vertical et un *champ magnétique* généralement horizontal. Voir ces mots.

— **Unité de quantité de magnétisme.** (Système électromagnétique C. G. S.). Quantité de magnétisme, qui, placée dans le vide à un centimètre de distance d'une quantité égale, la repousse avec une force égale à une dyne (C. E. I., 1934). Voir *unité, absolu, système*.

(Angl. *Magnetism*. — All. *Magnetismus*.)

MAGNÉTITE. Oxyde magnétique de fer (Fe^3O_4) qu'on trouve à l'état naturel, notamment en Magnésie (Asie Mineure) d'où il tirerait son nom. Synonyme : *pierre d'aimant*, ou *aimant naturel*.

(Angl. All. *Magnetite*.)

MAGNÉTODYNAMIQUE. Haut-parleur *magnétodynamique*. Type de haut-parleur électrodynamique, à bobine mobile, dans lequel l'excitation par électroaimant a été remplacée par un aimant permanent. Voir *haut-parleur*.

(Angl. *Magnetodynamic*. — All. *Magnetodynamisch*.)

MAGNÉTOÉLECTRIQUE. Génératrice *magnétoélectrique*. Machine génératrice de courant dans laquelle le flux inducteur est produit par des aimants permanents (C. E. I., 1934). On dit vulgairement *magnéto*.

(Angl. *Magneto*. — All. *Magnetinduktor*.)

MAGNÉTOIONIQUE. Théorie *magnétoionique*. Théorie de la propagation des ondes dans l'atmosphère et la stratosphère ionisées. Cette théorie a été développée par Ratcliffe, Appleton et les astrophysiciens. Étant donné un champ magnétique terrestre H dans un milieu ionisé défini par ses caractéristiques N , m , e , l'onde électromagnétique y est réfractée en fonction du coefficient de réfraction μ , absorbée en fonction du coefficient d'absorption K , et polarisée dans le rapport R des composantes magnétiques de l'onde. Les facteurs μ , K , et R dépendent des paramètres du champ et du milieu, ainsi que de la fréquence angulaire de l'onde et d'un terme de Lorentz qui implique la polarisation électrique du milieu par l'onde. Les expressions de μ et R sont des fonctions complexes

de ces paramètres. Mais les calculs peuvent être simplifiés par l'usage d'abaques.

(Angl. *Magnetoionic*. — All. *Magnetoionisch*.)

MAGNÉTOMÈTRE. Appareil destiné à la mesure d'un champ ou d'un moment magnétique par action sur une aiguille aimantée (C. E. I., 1934).

(Angl. All. *Magnetometer*.)

MAGNÉTOMOTRICE. Force *magnétomotrice*. Intégrale du champ magnétique le long d'un contour fermé (C. E. I., 1934). Cause qui produit le passage d'un flux magnétique à travers un circuit magnétique, de même que la force électromotrice produit l'écoulement d'un courant à travers un circuit électrique. La force magnétomotrice, proportionnelle au produit du courant i qui traverse une bobine par le nombre de tours n de cette bobine (*ampères-tours*), est égale à $4\pi n i$. L'unité absolue de force magnétomotrice est le *gilbert*. Pratiquement, c'est toujours en *ampères-tours* qu'on exprime la force magnétomotrice; 1 ampère-tour équivaut à 1,25 gilbert. Le flux magnétique est égal au quotient de la force magnétomotrice par la résistance du circuit magnétique, appelée *réductance*.

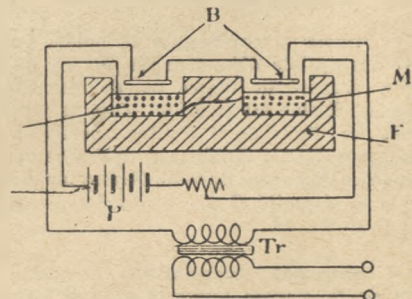
Voir *magnétique*, *flux*, *réductance*, etc.

(Angl. *Magnetomotive Force*. — All. *Magnetomotorische Kraft*.)

MAGNÉTON. Moment magnétique élémentaire d'après P. Weiss, jouant en magnétisme un rôle analogue à celui que joue en électricité l'*électron*, masse d'électricité élémentaire. Toute substance *paramagnétique* possède un moment magnétique moléculaire déterminé qui dépend de sa nature et paraît être un multiple entier d'un même moment magnétique élémentaire auquel le physicien français P. Weiss a donné le nom de *magnéton*. D'après Weiss, le moment du magnéton est $M = 1.123,5$ gauss-centimètres par molécule-gramme. D'après Bohr, la valeur de ce moment est $M = 5.584$ gauss-centimètres par molécule-gramme.

(Angl. All. *Magneton*.)

MAGNÉTOPHONE. Nom donné parfois aux microphones électromagnétiques, constitués par une petite bobine micro-



Principe du microphone magnétophone: B, bobines microphoniques; M, bobines magnétisantes; P, batterie d'excitation; F, noyau magnétique; Tr, transformateur microphonique.

phonique, solidaire ou non d'un diaphragme vibrant et susceptible de vibrer dans le champ d'un électroaimant. Ces vibrations dans le champ, sous l'effet des ondes sonores, induisent dans la bobine des courants microphoniques qui sont recueillis à ses bornes et amplifiés. Voir *microphone*. On désigne plutôt par *magnétophone*

quences, à une vitesse élevée de 5 m : s elles étendent leur longueur d'onde sur plusieurs centimètres de longueur (10 centimètres pour un courant de 50 p : s). Il faut donc un champ magnétique considérable pour imprimer la modulation sur une aussi grande longueur de fil. L'enregistrement magnétique de la mo-

tron : par exemple, un oscillateur *magnétostatique* pour longueurs d'onde inférieures à 50 centimètres.

(Angl. *Magnetostatic*. — All. *Magnetostatisch*.)

MAGNÉTOSTRICION. Phénomène de déformation élastique qui accompagne l'aimantation (C. E. I., 1934). Déformation mécanique des substances magnétiques sous l'action d'un champ magnétique. Et inversement, phénomènes magnétiques résultant de la déformation mécanique d'une substance magnétique.

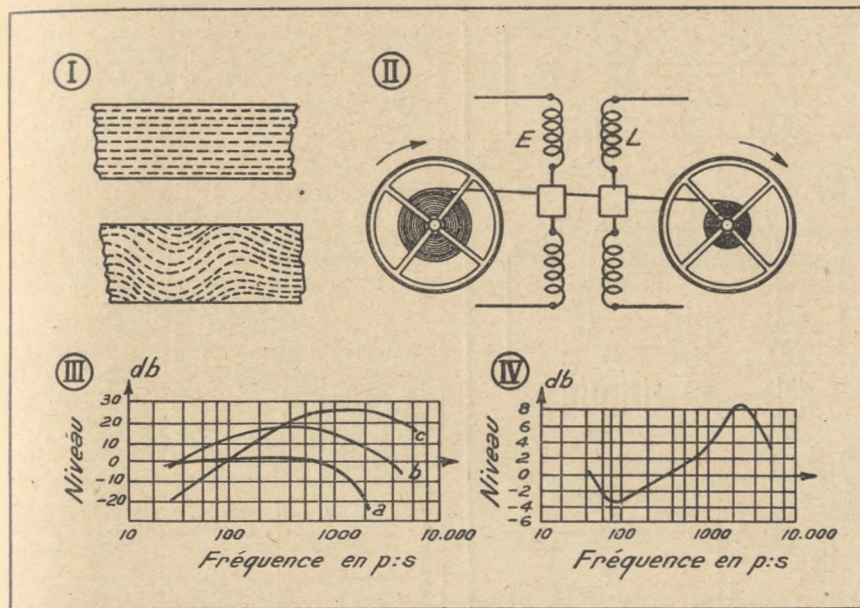
(Angl. *Magnetostriktion*. — All. *Magnetostriktion*.)

MAGNÉTRON. Tube à vide dont le courant électronique est réglé par un champ magnétique (C. E. I., 1934). Sorte de tube électronique qui doit son nom à ce que le flux d'électrons, dirigé du filament à la plaque, est commandé non plus électriquement par une grille, mais magnétiquement par un système de bobines. Ce type de commande magnétique est utilisé dans certains *oscillographes* à rayons cathodiques pour l'enregistrement photographique des courants à haute fréquence.

En général, le tube a la forme d'une ampoule cylindrique, où sont disposés concentriquement le filament et la plaque. L'électrode auxiliaire, qui a la forme de la grille classique, en hélice cylindrique, des triodes de réception, est constituée par un enroulement appliqué à l'intérieur de l'ampoule. Sous l'effet d'une batterie spéciale, un courant parcourt l'enroulement et produit le long de son axe un champ magnétique longitudinal, perpendiculaire au trajet radial des électrons entre le filament et la plaque. Ainsi, toute variation du courant traversant l'électrode auxiliaire provoque une modification du courant filament-plaque du magnétron. Les tubes les plus sensibles sont ceux dans lesquels la plaque se réduit à une tige axiale, autour de laquelle le filament est enroulé en hélice. Le magnétron peut être utilisé dans les diverses applications des triodes usuels. Il peut également servir de parafoudre, à condition de relier l'antenne ou la ligne à la plaque et le filament à la terre, l'électrode auxiliaire étant fermée sur une pile.

L'inconvénient capital du magnétron est de nécessiter l'entretien d'un courant (effet dynamique), tandis que la grille du triode est commandée statiquement.

Au point de vue théorique, tout électron qui se déplace dans un champ magnétique est soumis à une force qui tend à enrouler la trajectoire de l'électron autour des lignes de force du champ. Les trajectoires sont des courbes analogues à celle de la figure, qui arrivent tangentiellement à l'anode. Pratiquement le cylindre anodique est fendu de manière à constituer deux anodes demi-cylindriques. Ces anodes étant portées à des tensions positives différentes, des oscillations peuvent prendre naissance dans un circuit oscillant intercalé entre ces deux anodes.



Magnétophone: I. Aspect des molécules du ruban de fer; en haut, ruban vierge; en bas, ruban après l'enregistrement. — II. Principe du magnétophone : le ruban magnétique, qui se déroule en passant d'un rouet sur l'autre, traverse l'électroaimant d'enregistrement E, puis l'électroaimant lecteur L. — III. Courbes de réponse du magnétophone en fonction de la vitesse du ruban : a, pour 1 m : s; b, pour 3 m : s; c, pour 10 m : s. — IV. Niveau du bruit de fond du magnétophone en fonction de la fréquence.

l'appareil d'enregistrement magnétique des sons, imaginé par Poulsen sous le nom de *télégraphone*. Le principe en est le suivant : en passant sous le pôle d'un électroaimant alimenté en courant modulé, un fil de fer ou un ruban d'acier doux conserve une empreinte magnétique de ces modulations, sous forme d'une orientation des molécules. Si, inversement, on fait passer ce fil de fer ou cette bande dans une sorte de *lecteur* magnétique, on peut y recueillir par induction des courants modulés qui reproduisent la modulation initiale.

Pratiquement, le système est affecté de diverses causes de distorsion, notamment en raison de l'hystérésis du fer. La fidélité n'est conservée que jusqu'à 1.500 à 2.000 p : s pour une vitesse du fil de 1 m : s; jusqu'à 5.000 à 6.000 p : s pour une vitesse de 3 m : s. Si l'on augmente la vitesse, on obtient de bons résultats pour les fréquences élevées jusqu'à 11.000 p : s, mais il devient impossible de reproduire les notes graves, de fréquence inférieure à 100 p : s. En effet, à 1 m : s, une note de 1.000 p : s donne dans le fer une longueur d'onde de 1 millimètre. Étant donné les dimensions des pôles du lecteur magnétique, on conçoit que les fréquences élevées ne puissent donner de bons résultats. Quant aux basses fré-

quences, la modulation ne se conserve pas très longtemps, tout au plus deux mois.

Le système est affecté d'un bruit de fond considérable : 8 décibels à la fréquence de 3.000 p : s environ.

On adopte actuellement la vitesse uniforme de 1,5 m : s, soit 6 km : h, qui permet une fidélité suffisante dans la bande de 70 à 2.300 p : s. On augmente la *rémanence* du ruban et l'on emploie du fer de Suède très doux pour les électroaimants. On utilise généralement deux aimants inducteurs, convenablement espacés. Le déplacement des pôles permet de favoriser l'enregistrement soit des notes graves, soit des notes aiguës. Le ruban a 3 millimètres de largeur et 0,08 mm d'épaisseur.

Les rouets constituent des magasins pouvant contenir 2.700 mètres de ruban, ce qui équivaut à près d'une demi-heure d'écoute.

L'enregistrement peut être « effacé » magnétiquement avec la plus grande facilité. L'appareil peut ainsi être utilisé indéfiniment, par exemple pour prendre le courrier et pour le dicter à nouveau. Voir *enregistrement*.

(Angl. *Magnetophone*. — All. *Magnetophon*.)

MAGNÉTOSTATIQUE. Se dit d'un appareil qui utilise le principe du magné-

Il existe dans les magnétrons une charge spéciale, analogue à celle des tubes à grille, charge qui en s'établissant et en disparaissant successivement donne lieu

tandis qu'il n'atteint que 4 pour 100 avec des oscillateurs à lampes usuelles.

La puissance de sortie — quelques watts, — est suffisante pour que le contrôle

20 millimètres de diamètre, et pour une saturation de 100 m A. Elles donnent la valeur du courant anodique en fonction du champ magnétique, pour diverses tensions anodiques (60 v, 800 v, 1.000 v). Sur l'autre famille de courbes, on observe que les champs de blocage sont identiques pour des courants de saturation de 40, 60 et 100 m A.

L'utilisation du magnétron à anode fendue implique certaines conditions. D'après M. Ponte, pour un électron animé d'une vitesse v due à un potentiel de 600 volts ($1,45 \cdot 10^9$ cm) et un champ magnétique de 165 gauss, champ de blocage pour un magnétron de rayon égal à 10 millimètres, le champ h doit être supérieur à $2,4 \times 10^{11}$ u. e. m./cm, soit à 2.400 v : cm. Une largeur de fente de 2 millimètres donnera avec 600 volts un champ supérieur à la valeur limite, le champ entre électrodes planes étant de 3.000 v : cm à cette distance.

Le circuit oscillant est monté comme l'indique la figure. Voici les caractéristiques dynamiques d'un magnétron de 20 millimètres de diamètre, oscillant sur onde de 4 mètres, avec émission de 100 m A et tension anodique de 800 v :

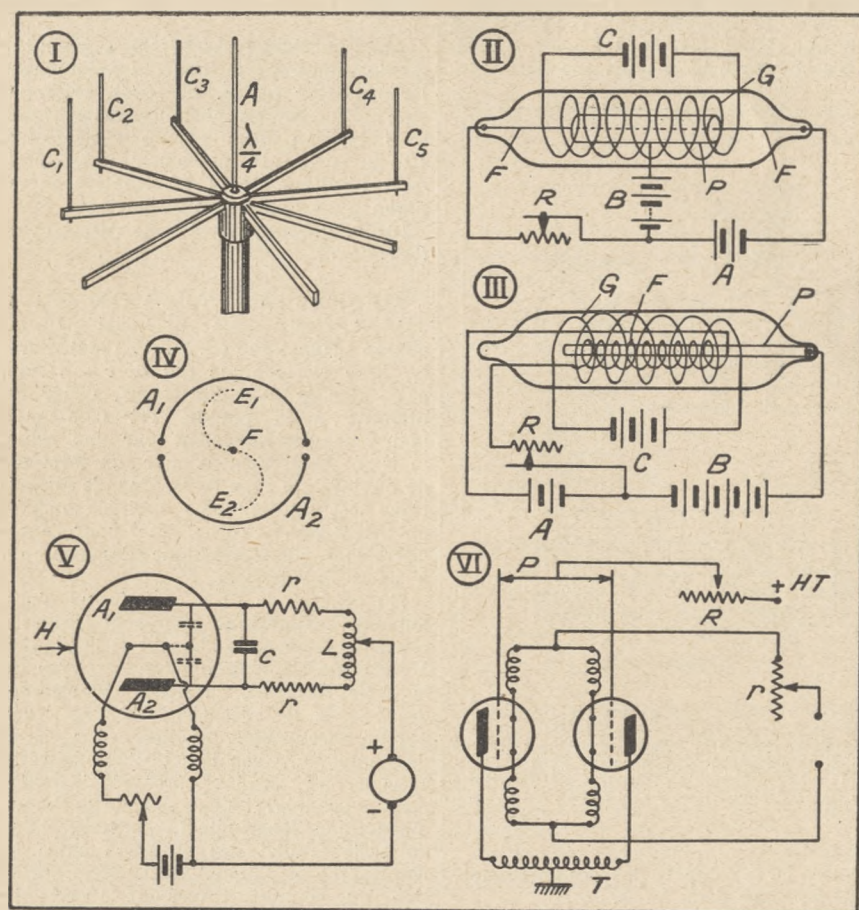
Champ en gauss	Courant anodique m A	Courant proportionnel au courant du circuit oscillant
330	96	160
360	94	162
405	90	175
450	70	180
505	70	170
540	64	170
585	54	164

Lorsque le champ augmente, le courant du circuit oscillant reste sensiblement constant tandis que la puissance débitée décroît, si bien que le magnétron fonctionne par impulsions toujours plus courtes. Au-dessus de 450 gauss environ, le régime est instable.

Pratiquement, avec une tension anodique de 800 volts et un champ de 350 gauss sur un magnétron de 20 millimètres, on peut obtenir une puissance de haute fréquence de 300 watts, pour une puissance appliquée de 60 watts, avec un rendement de 50 pour 100. La résistance est de 24.000 ohms environ. L'inductance est de $0,33 \mu H$ pour l'onde de 4 mètres.

Pour obtenir 70 à 120 centimètres de longueur d'onde, on utilise un magnétron de 5 millimètres. Le circuit oscillant est composé de deux conducteurs parallèles de 3 millimètres de diamètre à 25 millimètres d'écartement, reliés aux anodes. La capacité du circuit oscillant est celle du tube.

Comme l'entretien des oscillations n'est plus possible lorsque la longueur d'onde tombe à environ trois fois l'onde de régime électronique, les magnétrons doivent avoir des diamètres d'autant plus petits que l'onde est plus petite. Ainsi un magnétron de 20 centimètres descend à 2,50 m;



Magnétron: I. Antenne et contrepois quart d'onde d'un émetteur à magnétron. — II. Magnétron à filament rectiligne. — III. Magnétron à filament spiral: A, batterie de chauffage; B, batterie de plaque; C, batterie de grille; F, filament; G, grille magnétique; P, plaque; R, rhéostat de chauffage. — IV. Mouvement des électrons E_1 , E_2 , dans un magnétron; F, filament; A_1 , A_2 , demi-anodes (anode fendue). — V. Montage du circuit oscillant d'un magnétron: A_1 , A_2 , anodes; H, champ magnétique; L, C, r, circuit oscillant. — VI. Montage récepteur de Barkhausen pour émission par magnétron.

à des oscillations, dont la pulsation est $\frac{eH}{m}$. Les longueurs d'onde produites sont supérieures à celles indiquées par cette pulsation, c'est-à-dire $\lambda = 10^4 H$ cm. Mais pour obtenir des ondes très courtes, il faut utiliser des tensions élevées et des champs magnétiques très intenses. On obtient des ondes de 70 à 120 centimètres en employant des magnétrons à anode fendue de 5 millimètres de diamètre, supportant une tension de 50 volts environ. On peut mettre en jeu des puissances de quelques watts, avec des champs de 600 à 800 gauss.

On réalise ainsi des émetteurs intermédiaires entre les postes à ondes courtes et ceux à ondes très courtes utilisant les grilles positives.

Entre 120 et 70 centimètres de longueur d'onde, le rendement de l'oscillateur à magnétron est de 50 pour 100 environ,

puisse être assuré par un ondemètre à lampe éclairante. Il est avantageux de disposer d'une surpuissance, qui permet la réception hors de la limite de vision optique et au-dessus de terrains variés et d'obstacles absorbants. Tel est le cas de la radio-communication sur 0,60 m entre le Vatican et Castelgandolfo. L'antenne, très courte, est reliée à l'émetteur par un feeder qui peut mesurer 10 à 20 mètres de longueur et est constitué par des tubes en cuivre de 2 centimètres de diamètre, emboîtés les uns dans les autres.

La réception est effectuée sur montage Barkhausen. La transmission peut être dirigée au moyen d'antennes-rélecteurs.

On appelle *champ de blocage* la valeur du champ magnétique croissant à partir de laquelle les trajectoires électroniques du magnétron ne peuvent plus atteindre l'anode. Les caractéristiques du magnétron ont été relevées pour une anode de

un magnétron de 10 centimètres, à 1,20 m; un magnétron de 5 millimètres, à 0,70 m de longueur d'onde. La puissance oscillante débitée varie à peu près dans le même rapport.

Les aériens, alimentés par feeder, sont constitués par une antenne verticale quart-d'onde (petite tige métallique), entourée d'un contrepoids comportant

l'antenne d'émission. Le même système de transmission permet donc d'atteindre une portée de 100 kilomètres, parce que la concentration des faisceaux d'onde à l'émission et à la réception parvient à découpler la portée.

On sait que les transmissions sur ondes très courtes sont assez sensibles aux obstacles naturels ou artificiels placés sur

On a vérifié que la liaison en téléphonie était excellente. En faisant pivoter l'antenne d'émission, on a pu constater que ces émetteurs et collecteurs d'onde à douze brins peuvent assurer en vision directe une liaison radiophonique sur une distance minimum de 100 kilomètres.

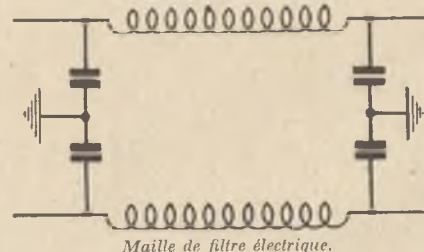
Des essais analogues ont été faits sur ondes de 3,50 à 4,50 m. L'antenne non directive était installée à l'usine de Levallois, au sommet de l'un des pylônes, haut de 60 mètres, par conséquent à 95 mètres d'altitude environ. La liaison a été établie en télégraphie au moyen d'un récepteur à superréaction. A 32 kilomètres de Levallois, sur les collines de Frémécourt (Pontoise), l'intensité de réception est telle qu'elle permet d'escompter une portée de 50 kilomètres au moins. Comme antenne de réception, on utilise un dipôle vertical installé à l'arrière d'une camionnette, de manière que son extrémité inférieure rase presque le sol. D'après ce que nous avons dit plus haut, ces conditions de réception sont défavorables, d'autant plus que le collecteur d'ondes n'a aucune propriété directrice. Avec des antennes concentrant les ondes dix fois plus, on peut donc certainement atteindre les limites imposées théoriquement par la rotondité de la terre.

La confirmation de ce point a été apportée par des essais faits sur mer. Dans ces conditions, les caractéristiques de propagation sont constantes et excellentes. Il est possible de vérifier que c'est la seule courbure de la mer qui limite la portée maritime des ondes ultra-courtes.

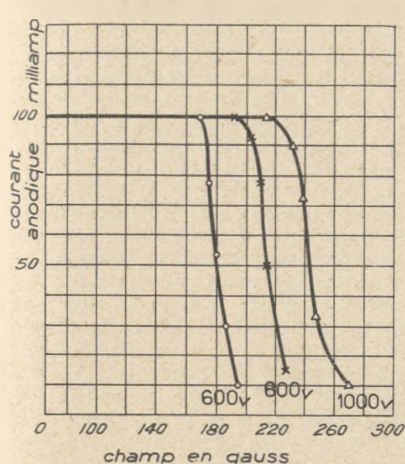
Il résulte des essais d'émission tentés jusqu'à ce jour avec les magnétrons que le matériel mis au point permet d'assurer la liaison radioélectrique en vision directe. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les antennes les mieux appropriées, en tenant compte de la longueur d'onde. La concentration optimum sera réalisée en déterminant la longueur d'onde et la forme de l'antenne. Il apparaît que, dans la plupart des cas, on peut pratiquement venir à bout des obstacles à la propagation, dans la mesure où les abords des postes d'émission et de réception sont suffisamment dégagés.

(Angl., All. *Magnétron*.)

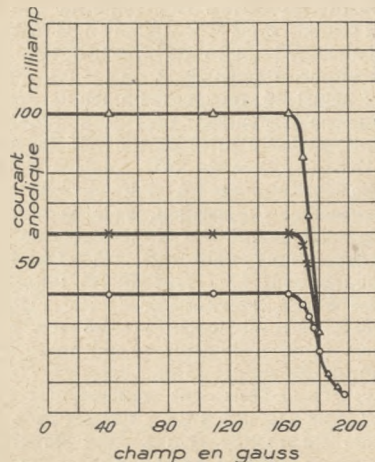
MAILLE. Ensemble des lignes d'un réseau qui relient plusieurs nœuds en



formant un circuit fermé (C. E. I., 1934). Circuit élémentaire d'un filtre électrique. (Angl. *Mesch.* — All. *Masché*.)

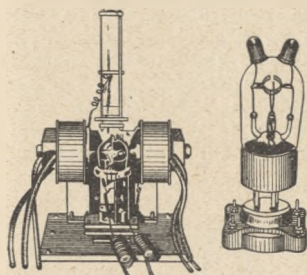


Courbes caractéristiques d'un magnétron à anode de 20 millimètres : Variation du courant anodique en fonction du champ : à gauche, pour diverses valeurs de la tension anodique (600, 800, 1000 V); à droite, pour diverses valeurs du courant de saturation (40, 60, 100 mA). (Clichés S. F. R.).



un certain nombre de tiges verticales formant écran et réflecteur. Ces tiges, qui ont une hauteur de quart-d'onde, sont placées aussi à une distance quart-d'onde de l'antenne.

Depuis quelques années, les essais de portée pratique faits avec des magnétrons n'avaient permis que d'atteindre 15 à 30 kilomètres environ.



Émetteur à magnétron : A gauche, on aperçoit les bobines magnétisantes, de chaque côté du magnétron; à droite, aspect d'un magnétron à anode fendue, les connexions des anodes étant reliées à deux fêtons sur l'ampoule (S. F. R.).

Les essais récents sur ondes de 80 centimètres à 1 mètre ont été faits dans la région de Pontoise, en télégraphie et téléphonie. Les postes d'émission et de réception étaient installés sur camionnettes. Des antennes à faible pouvoir directif ont été établies sur des terrains de diverses natures. Ces essais ont prouvé qu'à une distance de 11 kilomètres on peut obtenir une liaison téléphonique de très bonne qualité. D'ailleurs, la communication restait très nette si l'on retour-

leur trajet. Pourtant, si l'on pratique l'émission au centre d'un bois, les communications téléphoniques restent encore perceptibles à une distance de 6 kilomètres environ.

Par contre, un relief de terrain, une éminence naturelle placée près de l'émetteur absorbe les ondes modulées en téléphonie; parfois, on peut continuer à assurer la liaison en télégraphie. Mais si cette éminence est située assez loin de l'émetteur et du récepteur sur la ligne qui les joint, la liaison n'en est aucunement affectée.

L'absorption par le sol joue cependant un rôle considérable, si la ligne reliant l'émetteur au récepteur est parallèle au sol et voisine de lui, sur une centaine de mètres de longueur, tant au voisinage de l'émetteur qu'à celui du récepteur. Ce qui revient à dire que les postes d'émission et de réception doivent être bien dégagés du sol et des obstacles suscités par les reliefs du terrain. C'est ce que l'on appelle les liaisons en *vision directe*, parce que, pour les distances relativement faibles qui ne font pas intervenir la courbure de la terre, l'émetteur et le récepteur sont — au moins théoriquement — visibles l'un de l'autre.

C'est ainsi qu'on a établi sur ondes de 90 centimètres une liaison sur 27 kilomètres de distance, entre la station sur ondes courtes de Pontoise et la Tour Eiffel, qui est visible de Pontoise, dans la direction de Cormeilles jusqu'à mi-hauteur environ. Le récepteur de la Tour Eiffel était installé au sommet, sous le phare, pour rester inaccessible aux visiteurs.

MAILLECHORT. Alliage métallique dont la *résistivité* élevée est mise à profit dans les résistances électriques et rhéostats. Le maillechort est un terme générique qui englobe divers alliages. L'un des plus connus répond à la composition suivante : 64 parties de cuivre, 20 de zinc et 16 de nickel. La *résistivité* est d'environ 30 microhms-centimètres à la température normale. La valeur de la *résistivité* dépend surtout de la proportion de nickel.

(Angl. *German Silver*. — All. *Neusilber*).

MAILLON. Élément d'un isolateur en forme de chaîne. Le nom de *maillon* désigne plus particulièrement les isolateurs en porcelaine de dimensions réduites,



Maillon d'isolateur en porcelaine (Vertèbre Vedovelli).

qui ont l'aspect d'œufs ou de vertèbres et sont associés ou emboîtés les uns aux autres pour constituer des chaînes d'isolateurs. L'avantage de ce genre d'isolateur est de mieux répartir les tensions électriques élémentaires, chaque élément étant réuni au suivant par une armature métallique. L'inconvénient grave est que les armatures métalliques se chevauchent; les isolateurs travaillent ainsi à la compression et leurs lignes de fuites, très faibles, entraînent des pertes élevées en haute fréquence. Voir *vertèbre*, *isolateur*, *hystérésis diélectrique*, *œuf*, etc...

(Angl. *Buckle Insulator*. — All. *Schnallenisolator*).

MAISON. *Maison de la Radio.* On désigne par ce terme l'édifice qui, dans chaque pays, centralise les services de la radiodiffusion. Un tel organisme comprend non seulement les services administratifs, mais les services artistiques, la préparation et l'exécution des programmes, ainsi que les services techniques.

La plupart des pays ont édifié une maison de la radio, renfermant outre la

direction de la radiodiffusion, les auditoria, les salles d'amplification, d'enregistrement, de modulation et tous les services annexes.

En Angleterre, la B. B. C. a construit, en 1934, au centre de Londres, un immeuble important dont la forme rappelle celle d'une proue de navire. La B. B. C. House possède neuf étages et trois sous-sols sur un terrain relativement exigu de 2.000 mètres carrés. Elle renferme vingt-deux studios, dont le plus grand a 34 mètres de longueur, 13,50 m. de largeur et 9,50 m. de hauteur. Depuis deux ans, on a d'ailleurs constaté que cet immeuble, trop exigu, ne répondait plus aux besoins.

Nous avons d'autre part donné la description complète de cette maison de la Radio britannique à l'article *British Broadcasting Corporation*. Voir ce terme.

En Allemagne, les bâtiments de la Reichsrundfunkgesellschaft, à Charlottenbourg, sont bien plus vastes : quatre étages et un sous-sol sur 10.000 mètres carrés. Pourtant, cette maison n'a que quinze studios, le plus grand mesurant 40 m. × 22 m. × 12 m.

Les États-Unis ont édifié, à New-York, une « Radio City » qui est la plus grande du monde. Un groupe de trois immeubles, dont un de soixante-dix étages, dans lesquels douze étages sont réservés à la National Broadcasting Co. Mais, comme la place coûte cher à New-York, la surface n'est que de 5.000 mètres carrés par étage, dont 4.250 pour les studios. Il y a vingt-sept studios, dont un de 8.700 mètres cubes.

La maison de la radio de Lausanne, inaugurée en septembre 1935, contient les locaux suivants : un grand studio de 25 m. × 15 m. × 10 m., un moyen studio de 11,5 m. × 7,5 m. × 6 m., deux studios pour les conférenciers, deux salles pour radiothéâtre, la salle des amplificateurs et deux salles de contrôle ayant vue sur le grand et le moyen studios. Les locaux annexes suivants : discothèque, bibliothèque musicale, salle pour redresseurs et accumulateurs, foyer et réfectoire pour les musiciens, salles d'attente et vestiaires, locaux pour l'adminis-

tration et un appartement pour le directeur et pour le concierge. Comme locaux complémentaires : archives, salles pour les techniciens, chambre d'écho, chambre de bruits, ventilation et chauffage.

De nombreuses difficultés durent être surmontées. Il fallait, notamment, obtenir l'isolation absolue de tous les locaux entre eux, afin de pouvoir, simultanément, faire de la musique, transmettre une conférence ou jouer une comédie sans que les instrumentistes fussent gênés par les comédiens et *vice-versa*.

Tout le bâtiment est construit « massif », c'est-à-dire avec du béton coffré, de 0,70 m d'épaisseur pour les sous-sols, en briques de terre cuites pleines de 0,60 m pour les étages. Les trois corps sont séparés entre eux par un double mur de 0,80 m d'épaisseur. Le joint est rempli de carton bitumé et d'une couche de sable sur toute sa hauteur. Les planchers sont en béton armé, garnis de carton bitumé, leur épaisseur varie entre 0,30 m et 0,60 m, suivant l'exigence de l'isolation phonique. Tous les sols sont couverts en linoléum avec sous-plancher en tarmacadam. La charpente est en bois avec couverture en tuile pour le corps du grand studio, sur les deux autres corps, il y a un placage en cuivre. Les façades sont traitées très simplement, la distribution intérieure s'exprime clairement sur celles-ci. Les grands contreforts du studio sont nécessaires pour le « contreventement » de la maçonnerie et de la charpente.

Toutes les installations techniques, réseau des téléphones, lumière, signaux lumineux, lignes musicales, horloges électriques, sont posées dans des caniveaux différents, isolés sous plomb et tubes d'acier. Un fil cuivre suit partout ces installations pour la mise à terre.

La radiodiffusion française attend encore sa maison de la radio. Pour diverses raisons, la construction de ce bâtiment, qui n'a pu être intégré dans le cadre de l'Exposition internationale de 1937, a dû être retardée.

Sur quelles bases édifier la maison française de la Radio? M. Brenot nous apporte à ce sujet d'utiles précisions. Il

TABLEAU SYNOPTIQUE DES MAISONS DE LA RADIO

CARACTÉRISTIQUES	GRANDE-BRETAGNE	ALLEMAGNE	ETATS-UNIS	FRANCE (projets)
Surface du terrain.....	2.000 m ²	10.000 m ²	5.000 m ²	8.000 m ²
Nombre d'étages { Élévation.....	9	4	12	6
{ Sous-sol.....	3	1	—	1
Nombre de studios.....	22	15	27	30
Dimensions du plus grand studio.....	34 m × 13,5 m × 9,5 m	40 m × 22 m × 12 m	36 m × 24 m × 10,5 m	50 m × 30 m × 20 m
Surface.....	460 m ²	880 m ²	865 m ²	1.500 m ²
Volume du plus grand studio.....	4.350 m ³	10.500 m ³	8.700 m ³	30.000 m ³
Nombre de stations.....	10	18	76	15
Puissance globale des stations.....	575 kw	850 kw	2.000 kw	1.000 kw
Budget annuel des programmes.....	90 millions de fr.	100 millions de fr.	291 millions de fr.	25 millions de fr.
Nombre d'auditeurs.....	6.340.000	6.130.000	17.000.000	3.000.000

faut prévoir assez largement, car l'organisation de la radiodiffusion française ne date que d'hier. Il y aura demain quatre millions d'auditeurs en France et même davantage. La puissance globale de nos stations est passée de 200 à 1.000 kilowatts environ.

Or, il faut prévoir que trois émissions puissent être données simultanément à la maison de la Radio. Cela représente une organisation assez complexe : trois auditoria pour les émissions en cours, trois autres pour préparer les émissions suivantes et douze autres pour les répétitions. On compte, en effet, environ quatre fois plus de répétitions que d'auditions. Cela fait dix-huit studios. Mais il faut tenir compte que tous les studios ne sont pas interchangeables. Il en faut de toutes les dimensions : des salles toutes petites pour les conférences, les informations et revues de presse; des salles plus grandes pour les ensembles dramatiques, lyriques, symphoniques. Il faut aussi une certaine élasticité pour les horaires des répétitions et des auditions, qui peuvent avoir lieu simultanément. Il est donc indispensable de voir large. Prévoir trente studios ne paraît pas exagéré, si l'on ne veut pas connaître dans un avenir prochain la gêne de l'exiguïté.

Sans doute est-il difficile de donner dès à présent les caractéristiques de la maison de la Radio. M. Brenot estime qu'on pourrait prévoir un immeuble de 100 mètres de façade et de 80 mètres de profondeur, bâti sur un terrain de 8.000 mètres carrés et comportant six étages. Le centre serait occupé par un grand studio de 50 m x 30 m x 20 m. Ce serait l'auditorium salle de spectacle pour les grandes manifestations. Son volume atteindrait 30.000 mètres cubes, soit environ le triple de celui de Berlin ou de New-York. Il contiendrait 4.000 places. Une scène permettrait d'y donner des représentations théâtrales. Il y aurait aussi une installation de cinéma.

L'absorption acoustique des fauteuils serait égale à celle des spectateurs, en sorte que les propriétés acoustiques de la salle resteraient indépendantes du nombre des auditeurs, condition essentielle pour un bon auditorium.

L'ensemble des bâtiments grouperait en outre deux studios de 7.000 mètres cubes, six de 1.800 mètres cubes, huit de 900 mètres cubes, sans compter les petits studios pour conférences et annonces. Les studios de 7.000 mètres cubes pourraient aussi recevoir des auditeurs.

On pourrait, bien entendu, ménager des possibilités d'extension, par exemple sur un terrain contigu de 2.000 mètres carrés, permettant d'ajouter trois studios de 7.000 mètres cubes et six de 1.800 mètres cubes. Ce qui fait qu'au total la maison de la Radio comprendrait un auditorium de 30.000 mètres cubes, cinq de 7.000 mètres cubes, douze de 1.800 mètres cubes et huit de 900 mètres cubes, plus tous les petits studios.

Le tableau synoptique ci-contre donne la comparaison des divers éléments des

Maisons de la Radio étrangères et de ceux du projet français.

(Angl. *Radio-House*. — All. *Rundfunkhaus*).

MAÎTRE-OSCILLATEUR.

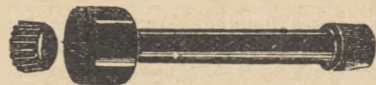
Oscillateur, de puissance relativement basse, construit de façon à commander la fréquence à la sortie d'un amplificateur (C. E. I., 1934). Terme anglais désignant l'oscillateur de contrôle dans une station radioélectrique d'émission. Le maître-oscillateur est un générateur à lampe triode oscillatrice de faible puissance, dont le rôle consiste uniquement à exciter les grilles des lampes de puissance à une fréquence bien déterminée et facile à régler, qui doit être celle de l'onde porteuse. La puissance fournie par le maître-oscillateur doit seulement suffire à compenser les pertes dans son propre circuit et dans le circuit de grille des lampes de puissance. Le rôle de ces lampes de puissance est alors ramené à l'amplification de l'onde porteuse engendrée par le maître-oscillateur. Le plus souvent, la stabilisation de l'onde porteuse est assurée par *quartz piézoélectrique*. Le couplage avec les circuits amplificateurs est extrêmement faible, pour éviter toutes les réactions.

L'avantage de ce système est de permettre le réglage par relais de la fréquence d'émission, dont il est facile d'assurer la constance absolue grâce à ce dispositif de contrôle. En particulier, cette fréquence est alors indépendante des constantes de l'antenne et de leurs variations sous l'effet des circonstances météorologiques (vent, givre, verglas ou autres). En outre, le maître-oscillateur permet d'assurer à l'émission un meilleur rendement sur diverses longueurs d'onde. Ce système est employé de préférence dans les stations de radiodiffusion. Voir *oscillateur*, *émetteur*, *quartz piézoélectrique*, *stabilisateur*.

(Angl. *Master Oscillator*. — All. *Haupt-oscillator*).

MANCHE. Manche de manœuvre.

Manche d'ébonite, épais de 6 à 10 millimètres et long de 15 à 20 centimètres servant à commander à distance la rotation des condensateurs ou des variomètres, ainsi que le couplage des bobines. Ces



Manche pour la manœuvre à distance des condensateurs à vernier et variomètres.

manches, agissant comme leviers, donnent de la précision au réglage et évitent les effets de capacité ou de défaut d'isolement qui se produisent souvent lorsque la main s'approche des boutons de réglage commandant des appareils à haute fréquence.

Très répandu autrefois, l'usage des manches de manœuvre a progressivement disparu, sauf pour les récepteurs à ondes

très courtes. Les récepteurs actuels étant blindés, la capacité de la main est sans effet sur les réglages. D'autre part, les grilles des lampes sont reliées à la masse des condensateurs réglables.

(Angl. *Handle*. — All. *Heft*).

MANCHON. Manchon de collecteur. Manchon calé sur l'arbre ou sur le manchon d'induit d'une machine et portant l'assemblage des lames ou segments d'un collecteur avec leurs isolants et leurs dispositifs de retenue (C. E. I., 1934).

(Angl. *Mantle*. — All. *Ring*).

MANDRIN. Support en matière isolante en forme de cadre, de bobine, de tubes, etc..., destiné à maintenir un enroulement au cours de sa confection. Voir *carcasse*, *bobine*, *enroulement*, *cadre*.

(Angl. *Coil Former*. — All. *Spulenkörper*).

MANGANIN. Alliage de cuivre, de manganèse et de nickel, dont la composition est de 84 Cu + 12 Mn + 15 Ni et qui possède une *résistivité* élevée (45 microhms-centimètres environ à la température normale). On l'utilise sous forme de fil pour la confection de résistances, rhéostats et potentiomètres, sous forme de lames pour les shunts des appareils de mesure. Il possède un *coefficient de température* très faible, c'est-à-dire que sa résistivité varie peu avec la température, ce qui le fait rechercher pour les résistances de réduction des voltmètres, wattmètres et appareils de mesure. Voir *résistance*, *résistivité*, *rhéostat*.

(Angl. All. *Manganin*).

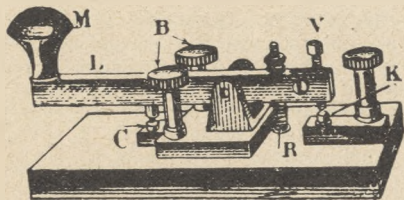
MANIPULATEUR. Organe à commande manuelle provoquant le fonctionnement convenable de contacteurs pour l'émission de signaux télégraphiques (C. E. I., 1934).

— **Manipulateur dactylographique.** Manipulateur comportant un clavier analogue à celui d'une machine à écrire (C. E. I., 1934).

— **Manipulateur à touches.** Manipulateur commandé par l'enfoncement de touches analogues à des touches de piano (C. E. I., 1934).

— **Manipulateur à main.** Interrupteur à main qui, dans le circuit primaire d'un émetteur de T. S. F., établit le courant suivant le rythme des signaux de l'alphabet Morse. Le manipulateur à main est essentiellement constitué par une lame flexible encastrée à une extrémité et munie à l'autre extrémité d'un bouton et d'un plot de contact. Dans d'autres modèles, la lame flexible est remplacée par un levier rigide muni d'un ressort de rappel. Dans la position de repos, le ressort de rappel applique la butée postérieure contre un plot mort. Dans la position de travail, la main de l'opérateur fait basculer le levier et appuie la butée antérieure contre le plot de travail.

Ce faisant, le circuit de l'émetteur ou du relais d'émission est fermé : l'émetteur émet alors un train d'ondes. Les contacts et butées sont recouverts d'un métal ou d'un alliage inaltérable (platine, vermeil). L'inertie du manipulateur et la



Manipulateur : M, bouton de manœuvre; L, levier; B, butées; C, contact de travail; K, contact de repos; R, ressort de rappel; V, vis de réglage du jeu.

vitesse de rappel, dont dépend la vitesse de manipulation, sont réglées par la tension du ressort de rappel et par le jeu entre les butées et les contacts. La vitesse est d'autant plus grande que le ressort est plus tendu et le jeu plus faible; toutefois, elle ne saurait dépasser une certaine valeur, imposée par la limite de la cadence à laquelle l'opérateur peut manipuler. Cette limite n'est dépassée que par les manipulateurs automatiques.

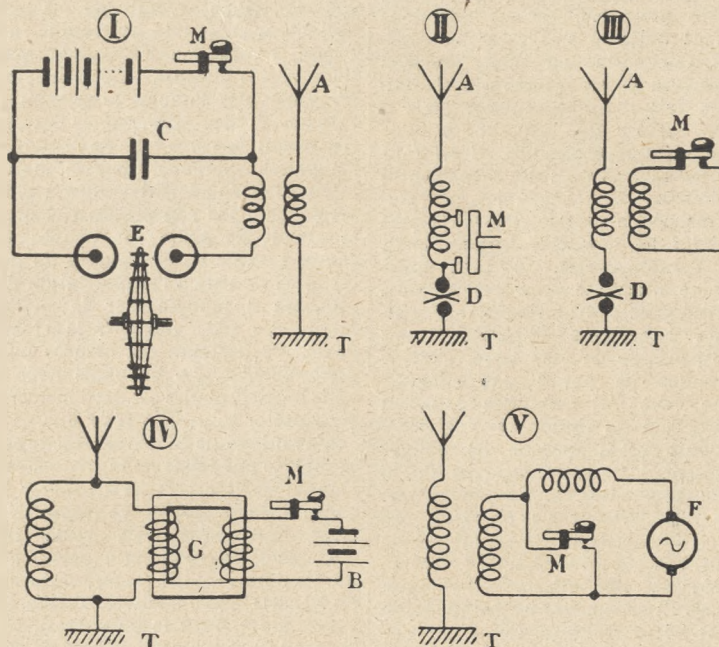
— **Manipulateur automatique.** Manipulateur à grande vitesse commandé par relais électromagnétique et utilisé pour la transmission rapide des télégrammes, notamment en radiotélégraphie. Le texte du télégramme à transmettre est d'abord transcrit par points sur une bande de papier perforée au moyen d'une machine dite *perforatrice*, actionnée à la main, grâce à un clavier analogue à celui d'une machine à écrire. Le passage à grande vitesse de la bande perforée dans un relais de faible puissance provoque le fonctionnement du relais de manipulation ou manipulateur automatique, qui établit ou interrompt le courant dans le circuit de manipulation de l'émetteur. On atteint ainsi une vitesse de manipulation de l'ordre de 160 mots par minute.

(Angl. *Sending Key*. — All. *Sendelaster*.)

MANIPULATION. Action consistant à imprimer à un courant électrique continu ou alternatif, à haute ou basse fréquence, la cadence des signaux télégraphiques (signaux Morse ou signaux d'un autre code). La manipulation la plus simple est appliquée aux courants continus des lignes télégraphiques au moyen d'un *manipulateur*. La main de l'opérateur abaisse le levier de manœuvre pour provoquer le contact et fermer le circuit en établissant le courant pendant un temps long (*trait*) ou bref (*point*). Dès que la main se relève, le levier est rappelé à sa position de repos et le courant est interrompu. Ce procédé peut être appliqué directement aux courants de haute fréquence des émetteurs radioélectriques, lorsqu'ils sont de faible intensité et sous

faible tension, comme c'est le cas pour les courants de grille des lampes oscillatrices. On utilise alors comme relais les lampes oscillatrices elles-mêmes ou des lampes spéciales montées à cet effet.

Dans les postes à ondes amorties de faible puissance, le manipulateur est branché directement en série avec la source de courant (accumulateur ou alternateur). Dans les postes à arc, le manipulateur met en court-circuit un certain



Manipulation des postes émetteurs : I. Manipulation d'un émetteur à étincelles : A, antenne; T, terre; B, batterie; M, manipulateur; E, éclateur; C, condensateur. — II. Manipulation d'un poste à arc (avec onde de compensation) : D, arc. — III. Manipulation d'un poste à arc sans onde de compensation. — IV. Manipulation de l'alternateur Bethenod-Latour : F, alternateur à haute fréquence.

nombre de spires de l'inductance d'antenne, si bien que l'antenne rayonne, dans les intervalles de repos, sur une onde dite de *compensation*, légèrement différente de l'onde de travail. Pour éviter la gêne de l'onde de compensation, on peut procéder par absorption, en mettant en court-circuit, grâce au manipulateur, un bobinage fortement couplé à l'inductance d'antenne. Pour les émissions avec alternateur à haute fréquence, Alexanderson imagine de placer en dérivation aux bornes de l'inductance d'antenne une bobine à fer à inductance variable en raison de l'état de saturation de son noyau. La saturation est obtenue au moyen d'un enroulement spécial alimenté par une batterie d'accumulateurs, mise en circuit par le manipulateur. Dans l'alternateur français Bethenod-Latour, la manipulation consiste à mettre en court-circuit l'inductance d'antenne. Ce procédé est commode et augmente le rendement des alternateurs à haute fréquence. Il importe d'ailleurs de noter que, pour une émission, ce n'est pas le rendement électrique qui compte, mais bien le coefficient d'exploitation pendant la manipulation. Lorsque le rendement électrique est de 58 pour 100,

le coefficient d'exploitation atteint 93 pour 100.

La manipulation à la main, dont la vitesse ne peut dépasser en service courant 20 mots de 5 lettres par minute, ne convient qu'aux petits émetteurs portatifs et mobiles. Les stations fixes sont pourvues de systèmes de manipulation automatiques, permettant d'atteindre des vitesses de l'ordre de 160 mots par minute avec les alternateurs à haute fré-

quence et les postes à lampes. Avec les émetteurs à arc, les risques de désamorçage limitent la vitesse à 100 mots par minute environ.

Dans les stations à lampes, on a le choix entre de nombreux procédés de manipulation. L'un des plus simples consiste à introduire une résistance dans le circuit de plaque de façon à faire baisser la tension sur la plaque de la lampe. Un autre procédé consiste à déconnecter la résistance de fuite de la grille, ce qui a pour effet de lui donner une forte charge négative qui arrête l'oscillation. Mais la décharge brusque du condensateur de grille peut produire des oscillations parasites, qu'on peut éviter en réduisant en même temps la tension de plaque. Enfin, on peut encore agir par absorption électromagnétique sur le circuit antenne-terre ou sur un circuit qui lui est couplé. Lorsque la puissance dépasse quelques kilowatts, il est bon de ne pas arrêter complètement l'oscillation, mais de se contenter de la réduire.

— **Claquements de manipulation.** La manipulation, en produisant de brusques variations de régime, entraîne des

perturbations de haute fréquence, généralement au début et à la fin des signaux. Il en résulte des brouillages des transmissions radioélectriques. Les causes de ces claquements de manipulation résident surtout dans la modulation par signaux rectangulaires, les excitations par choc dans les circuits, les excitations d'oscillations perturbatrices dans les lampes de modulation, les variations brusques de l'amplitude, les modifications de la fréquence, les discontinuités de l'émission au cours de la manipulation. Le Comité consultatif international des liaisons radioélectriques (C. C. I. R.) a rappelé qu'il existe de remèdes appropriés à chacune de ces sources de brouillages et que les exploitants devaient se conformer à leur observance.

(Angl. *Keying, Manipulation*. — All. *Tasten*.)

MANIPULER. Action de manœuvrer un manipulateur à la cadence des signaux du code Morse (ou d'un autre code) pour envoyer un télégramme ou un radiotélégramme.

(Angl. *Keying*. — All. *Tasten*.)

MARGE. Marge de l'appareil traducteur dans une transmission télégraphique. Degré maximum de distorsion caractéristique compatible avec une traduction correcte de tous les signaux possibles : 1° Lorsque la modulation est parfaite; 2° Lorsqu'aucun signal ne se trouve dans des conditions particulières en ce qui concerne les distorsions maxima dont il peut être affecté; 3° Lorsque la liaison est exempte de distorsion biaise ou irrégulière; 4° Lorsque l'appareil récepteur est réglé dans les conditions normales de service (C. C. I. T., 1931).

Si l'appareil télégraphique est *arythmique*, la condition 2 est remplacée par la suivante :

2 bis. Lorsque la transmission de chaque lettre suit celle de la précédente aussi rapidement que le permet la construction de l'appareil (C. C. I. T., 1931).

En résumé, on nomme *marge d'un appareil traducteur* le degré maximum de distorsion caractéristique du signal compatible avec une traduction correcte de tous les signaux possibles dans les conditions les plus rigoureuses.

(Angl. *Margine*. — All. *Rand*.)

MARTEAU. Interrupteur à marteau. Interrupteur automatique à vibreur essentiellement constitué par une lame flexible encastrée à une extrémité et portant à l'autre une masse de fer doux. Un contact sur la lame établit le courant à travers une bobine magnétisante qui attire la masse magnétique; cette attraction sépare la lame de la butée de contact et coupe le courant. Dans ces conditions, la lame se met à vibrer à une fréquence qui dépend de ses caractéristiques. Les interrupteurs à marteau sont utilisés pour les sonneries, pour les bobines d'induction, pour les interrupteurs à vibrateurs (*tikker*) et pour les petits émetteurs

d'essais en ondes amorties (*buzzer*). Voir *interrupteur*, *bobine d'induction*, *vibreur*.

(Angl. *Hammerinterrupter*. — All. *Hammerunterbrecher*.)

MASSE. Masse matérielle. Quotient de la force mécanique par l'accélération (C. E. I., 1934).

(Angl. *Material Mass*. — All. *Masse*.)

— **Masse ou poids atomique.** Masse d'un atome évaluée en prenant comme unité le 1/16 de la masse d'un atome d'oxygène (C. E. I., 1934).

(Angl. *Atomic Weight or Mass*. — All. *Atomgewicht*.)

— **Masse ou poids moléculaire.** Masse d'une molécule évaluée en prenant comme unité le 1/16 de la masse d'un atome d'oxygène (C. E. I., 1934).

(Angl. *Molecular Weight or Mass*. — All. *Molekulargewicht*.)

— **Masse ou charge électrique.** Cause élémentaire d'un champ électrostatique, grandeur sur laquelle s'exerce le champ électrique pour produire une force. L'unité électrostatique absolue (C. G. S.) de masse électrique est celle qui, agissant dans le vide sur une masse identique située à 1 centimètre de distance, la repousse avec une force de 1 dyne. Synonyme de *charge* ou *quantité d'électricité*. Voir *charge*, *électricité*.

— **Masse magnétique.** Grandeur scalaire capable d'émettre un flux magnétique. Grandeur sur laquelle s'exerce le champ magnétique pour produire une force. L'unité électromagnétique absolue (C. G. S.) de masse magnétique est celle qui, placée dans le vide, émet un flux égal à 4π unités C. G. S. Placée dans un champ magnétique de 1 gauss elle est sollicitée par une force de 1 dyne. Les masses magnétiques nord et sud sont toujours associées sur un aimant ou un électroaimant : en pratique, elles sont localisées sur les pôles. Voir *magnétisme*, *magnétique*.

(Angl. *Quantity, Charge*. — All. *Masse*.)

MASSÉ. Qui est concentré sous faible volume de façon à offrir une masse importante.

— **Bobine massée.** Enroulement intermédiaire entre les bobines plates et les bobines longues et comportant un grand nombre de spires serrées les unes contre les autres pour former un bobinage épais dans toutes les dimensions. Les bobines massées sont utilisées pour les électroaimants, les dynamos, etc... On évite leur emploi en radio-électricité, en raison de leur capacité répartie très importante, qui est une cause de pertes en haute fréquence. Toutefois, les bobines massées peuvent être utilisées pour les ondes longues, pour lesquelles les phénomènes de capacité parasite n'ont qu'une importance secondaire. Les bobines en nids d'abeilles ou duolatérales à grand nombre de spires peuvent

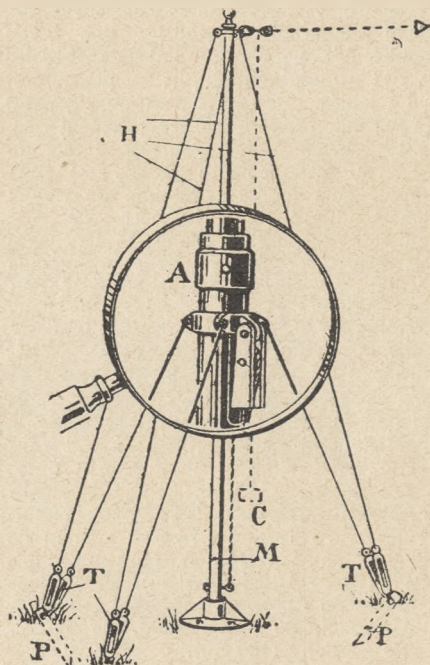
être considérées comme des bobines massées. Voir *bobine*, *enroulement*.

(Angl. *Massed*. — All. *Geschlossen*.)

MASSICOT. Forme allotropique du protoxyde de plomb (PbO) obtenue à une température inférieure au rouge par oxydation directe du plomb. Poudre jaune, très lourde, servant à la préparation de la *matière active* des accumulateurs au plomb. Fondue au rouge, elle donne la *litharge*. Voir *matière active*, *accumulateur*, etc...

(Angl. *Massicot*.)

MAT. Mât d'antenne. Support simple d'antenne muni généralement de haubans (C. E. I., 1934). Longue tige plantée verticalement dans le sol et destinée à supporter un fil, une cage ou une nappe d'antenne. Les mâts peuvent être en bois, pour les faibles hauteurs, en tube de fer ou en assemblage de fers profilés. Ils sont également *haubanés*, c'est-à-dire maintenus rigidement dans la position verticale



Mât d'antenne télescopique tubulaire de 6 mètres : A, détail de l'assemblage, vu à la loupe; C, contrepoids; H, haubans (deux cours de 3 haubans); M, mât; P, piquets de terre; T, tendeurs des haubans.

au moyen d'un certain nombre de cordages latéraux ou *haubans*, tendus obliquement entre un point du mât et la terre.

Les mâts démontables les plus pratiques sont constitués par des tubes d'acier qu'on ajuste les uns au bout des autres comme les éléments d'une canne à pêche. Chaque tube est maintenu verticalement par un certain nombre de haubans amarrés à une même hauteur et constituent un cours de haubans. Ces mâts peuvent atteindre une quarantaine de mètres.

L'amateur, que le mât démontable intéresse peu, utilise de préférence deux fortes perches de bois solidement fixées l'une au bout de l'autre et haubanées. Pour hisser un tel mât, on place son extrémité inférieure près du trou d'encastrement et on attache une corde à son extrémité supérieure. Puis on tire sur la corde pour lever le mât, tandis qu'on le soulève progressivement au moyen d'une échelle (de préférence une échelle pliante). Une fois mis en place, le mât est haubané et encastré dans le sol au moyen d'un ancrage de béton ou d'une masse de maçonnerie.

La tête du mât est ordinairement pourvue d'une poulie enchapée sur la gorge de laquelle passe la corde ou le câble qui retient l'antenne. L'avantage de la poulie est de permettre de descendre l'antenne, en cas d'accident ou de transformation, et aussi de modifier à volonté sa tension, qui peut d'ailleurs changer spontanément. Cette tension dépend de la force du vent, du poids de la pluie ou du givre, de l'état de fatigue de la corde. Il est préférable d'employer un câble métallique galvanisé, une corde goudronnée, pour éviter l'attaque par les agents atmosphériques ou la pourriture.

La hauteur des mâts d'antenne dépend du but qu'on se propose. Il est évident que, toutes choses égales d'ailleurs, l'antenne est d'autant meilleure qu'elle est plus élevée. Une nappe d'antenne de réception, tendue à 10 ou 12 mètres de hauteur, est excellente si elle est bien dégagée des arbres et des constructions. Dans certains cas, un seul mât suffit si l'on peut amarrer l'autre extrémité de l'antenne à un bâtiment. A la rigueur, un arbre élevé peut tenir lieu de mât, à condition d'amarrer l'antenne au tronc et non à la branche trop flexible. Mais on doit éloigner le plus possible la nappe d'antenne du feuillage, qui produit toujours l'effet d'une capacité mise à terre.

Les grandes stations radioélectriques d'émission possèdent des mâts métalliques très élevés. On réserve le nom de *pylônes* aux mâts non haubanés, tels que la Tour Eiffel (300 m.), les pylônes tripodes de Bordeaux-Lafayette (250 m.), d'Arlington, de Long-Island, de Radio-Paris à Clichy (100 m.).

La plupart des stations françaises d'émission, notamment Sainte-Assise, Nantes, Lyon-la-Doua, sont pourvues de mâts haubanés de 150 à 250 mètres de hauteur. Ces mâts ont une section carrée ou triangulaire de 2 mètres de côté et sont constitués par des cornières entretoisées au moyen d'un lattis métallique. Les haubans sont des câbles d'acier amarrés à des blocs de béton ancrés dans le sol. Les mâts sont encastrés directement dans une embase en béton.

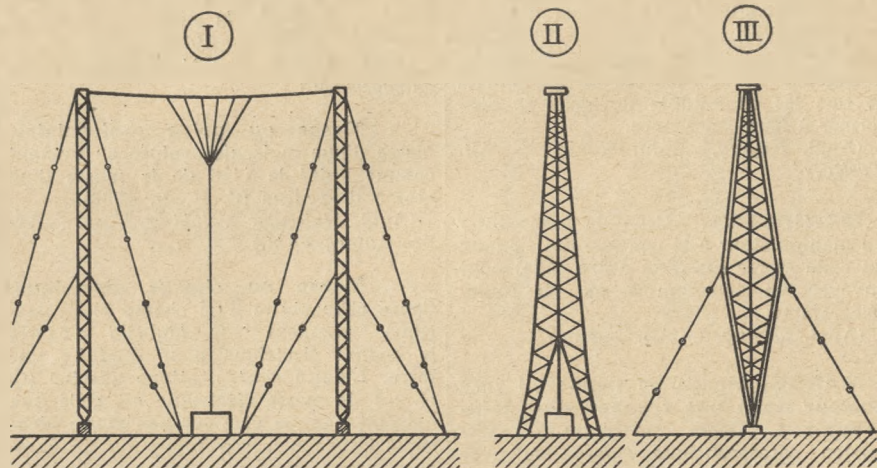
Certaines stations possèdent des mâts à section triangulaire, qui offrent la particularité d'être articulés sur leur embase au moyen d'une rotule. En outre, ils sont électriquement isolés du sol au moyen de lentilles ou de cylindres en silice ou en quartz fondu. En ce cas, les haubans

doivent être également isolés du sol au moyen de chaînes d'isolateurs. Voir *pylône, station*.

(Angl. *All. Mast*.)

— **Antenne-mât.** Pour combattre l'évanouissement (*fading*) des ondes, on a été conduit à utiliser, surtout en radio-diffusion, des antennes verticales demi-onde. Certaines de ces antennes sont constituées par une descente verticale partant d'un traversier tendu entre deux

de hauteur, qui ne déborde que de 0,90 m. au-dessus du sol. L'isolement est assuré par deux cônes tronqués en porcelaine posés l'un sur l'autre, l'un fixé à la masse de béton et l'autre à la base du mât. Ces porcelaines sont encastrées dans une garniture en fonte. Elles sont creuses et ont une épaisseur de 9 centimètres. En principe, elles doivent supporter 480 tonnes, au coefficient de sécurité de 15 (5.600 kg : cm²). Les garnitures d'acier répartissent la charge sur 160 cm².



Divers types de mâts d'antenne: I. Mâts métalliques haubanés, à section triangulaire ou rectangulaire. — II. Mât non haubané, formant tour en bois dans l'axe de laquelle est dressée l'antenne verticale. — III. Mât-antenne haubané, type demi-onde, constitué par deux pyramides en charpente métallique.

pylônes ou deux mâts. Les plus modernes consistent en un mât, auquel on donne la forme d'une poutre verticale constituée par deux pyramides juxtaposées par la base. De telles antennes-mâts ont été édifiées en France, notamment par la station de Radio-Lyon et par celle de Radio-Côte d'Azur, et à l'étranger (Vienne, Budapest, etc...).

L'antenne-mât de Radio-Lyon est une double pyramide rectangulaire à base carrée. Sa hauteur de 128 mètres correspond sensiblement à la demi-onde. Le courant à haute fréquence circule dans des conducteurs en bronze tendus le long des arêtes du mât, dont la base repose sur un large isolateur qui subit une compression de 200.000 kilogrammes. Le mât est soutenu par quatre haubans qui, partant du milieu du pylône pour aboutir à des blocs de béton à 60 mètres de la base, sont sectionnés chacun en trois tronçons au moyen d'isolateurs et subissent chacun une traction de 50.000 kilogrammes. Chacun des isolateurs des haubans pèse 500 kilogrammes. Ce mât-antenne permet d'augmenter le rayon agréable de la station et de réduire l'évanouissement grâce à l'accroissement du rayonnement direct et à l'éloignement du rayonnement indirect. Voir *évanouissement, antenne*.

L'antenne-mât de la station de Budapest-Lakihegy atteint 314 mètres de hauteur pour une longueur d'onde de 550 mètres environ. Le mât, isolé du sol, repose sur un bloc de béton armé de 4,40 m.

Elles sont l'une mâle et l'autre femelle pour pouvoir s'encastrent.

Le mât proprement dit a 284 mètres de hauteur et est prolongé par un tube extensible de 30 mètres de hauteur, qui permet l'accord sur l'onde d'émission. La plus grande largeur est de 14,65 m. à la base commune des deux pyramides, fixée à 143 mètres du sol. La largeur minimum est de 0,65 m. aux porcelaines et de 1,38 m. au sommet. Une échelle métallique, protégée par une cage, permet d'atteindre le sommet. Des leviers hydrauliques, placés à la base du mât, permettent, la cas échéant, de le soulever pour changer les porcelaines.

Huit haubans, fixés à la partie la plus large du mât, l'amarrent au sol. Chacun de ces câbles comporte 7 torons en acier galvanisé, chaque toron étant constitué par 19 fils de 3,8 mm de diamètre. Chaque hauban de 222 mètres de longueur comporte trois sections de 60 mètres et une de 30 mètres. Chaque hauban est isolé du mât par des isolateurs pesant 250 kilogrammes. Le diamètre de chaque câble est de 57 millimètres; son poids de 4 tonnes; il supporte une traction normale de 32 tonnes. Les ancrages sont des blocs de béton de 80 tonnes, enfoncés dans le sol à 178 mètres de la base du mât. Lors des intempéries, vent, givre, froid, la traction du câble peut atteindre et même dépasser 70 tonnes. La conductibilité de l'antenne est assurée par quatre conducteurs en cuivre de 150 millimètres

carrés de section chacun, longeant de haut en bas les quatre arêtes. L'axe du mât est aussi garni d'un conducteur en cuivre de 50 millimètres carrés de section et de 2×70 m. de hauteur, formant antenne-doublet.

Le balisage du pylône est assuré, le jour par une peinture par sections rouges et gris clair, la nuit par l'éclairage de trois réflecteurs placés respectivement à 100, 200 et 284 mètres du mât. A 240 mètres de hauteur, on a installé sur le mât une station météorologique à enregistrement automatique, dont les instruments sont reliés électriquement au bâtiment d'émission.

MATIÈRE. Matière active. Agglomérat de substances diverses, à base d'oxydes de plomb (litharge, massicot, minium), incorporé dans les plaques des accumulateurs au plomb et dont les réactions chimiques, pendant la charge et la décharge, développent la force électromotrice des éléments. Voir *actif, accumulateur*, etc... — **Matière isolante.** Toute substance de nature à isoler électriquement les circuits. Voir *isolant*. — **Matière moulée.** Substance isolante, de nature quelconque, susceptible d'être moulée à l'état plastique sous la forme d'isolateurs ou de divers organes isolants, tels que cadrans, boutons, poignées, têtes de bornes, de fiches, manettes, carcasses de bobines, de transformateurs, boîtiers, etc... L'ébonite, la bakélite peuvent être moulées.

(Angl. *Material*. — All. *Stoff*).

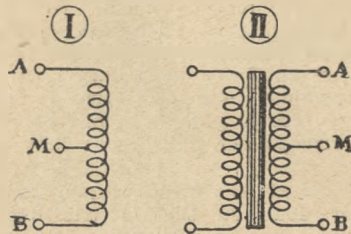
MAXWELL. Du nom du grand savant anglais, auteur de la théorie électromagnétique. Unité de flux d'induction dans le système d'unités magnétiques absolues C. G. S. (C. E. I., Oslo, 1931). Voir *absolu, unité, magnétique*. C'est le flux engendré par un champ de 1 gauss à travers une surface de 1 centimètre carré. En Angleterre et en Amérique, on n'emploie pas le nom de *maxwell*, mais celui de *ligne* ou *ligne de force*. On ajoute ainsi un sens quantitatif au sens qualitatif que possède déjà ce terme depuis les travaux de Faraday. Voir *flux, induction, ligne magnétique*.

— **Équations de Maxwell.** Équations générales de l'électromagnétisme, données sous la forme d'équations aux dérivées partielles par Maxwell. On les exprime plus brièvement sous la forme vectorielle. Voir à ce sujet le traité de radioélectricité générale de R. Mesny.

— **Règle du tirebouchon de Maxwell.** Un courant électrique parcourant un bobinage dans le sens où l'on fait tourner un tirebouchon produit un champ magnétique dirigé suivant l'axe de la bobine dans le sens où avance ce tirebouchon. Et *vice-versa*. Du sens du champ magnétique variable, on déduit le sens du courant électrique produit par induction de ce champ. Voir *règle de Fleming* ou *règle des trois doigts* et *règle de l'observateur d'Ampère*.

(Angl. *Maxwell Law*. — All. *Maxwellsches Gesetz*.)

MÉDIAN. Prise médiane, prise de courant ou connexion reliée au point milieu d'un circuit, par exemple au milieu d'une bobine ou d'un enroulement de transformateur. Les bobines à prise médiane sont parfois utilisées comme organe



Prise médiane : I. Bobine A B à prise médiane M. — II. Secondaire de transformateur A B à prise médiane M.

de liaison (autotransformateurs) dans les amplificateurs. Les transformateurs à prise médiane au secondaire sont employés comme transformateurs d'entrée dans les amplificateurs *symétriques* ou *équilibrés* (push-pull). Les transformateurs à prise médiane au primaire servent de transformateurs de sortie dans les mêmes amplificateurs. Voir *symétrique, va-et-vient*.

(Angl. *Median Tapping*. — All. *Mittelverbindung*.)

MÉGA. Préfixe utilisé pour qualifier une unité multiple d'une unité donnée dans le rapport de un million (10^6) : *mégacycle, mégahertz*. Signifie parfois seulement *grand*, conformément à son étymologie : *mégadyne, mégaphone*.

MÉGACYCLE. *Mégacycle* par seconde. Unité de fréquence égale à un million de cycles par seconde (10^6) ou à 1.000 kilocycles par seconde. Voir *cycle, fréquence, kilocycle*.

(Angl. *Megacycle*. — All. *Megahertz*.)

MÉGADYNE. Nom donné à un montage récepteur monolampe utilisant une penthode à chauffage indirect, bien qu'il soit destiné à être alimenté par piles et accumulateur. Voici la description qu'en donne F. de Béville.

Le condensateur d'accord C V, d'une capacité de 0,5 millièmes de microfarad, est monté en série dans l'antenne, l'accord étant prévu « en direct » afin de disposer du maximum de puissance. Ce montage du circuit oscillant d'entrée pourra être modifié, en disposant, par exemple, le condensateur variable C V en parallèle sur la bobine d'accord S et en intercalant dans la descente d'antenne un petit condensateur fixe de 0,25 millième de microfarad, afin de faciliter la réception des ondes au-dessous de 300 mètres.

Les valeurs de S seront habituelles, c'est-à-dire 50 spires en P. O. et 150 spires

en G. O., pour des nids d'abeilles interchangeables.

La bobine de réaction S1 sera couplée fixe avec S, à une distance d'environ 30 millimètres et comportera 50 spires approximativement; l'« accrochage » proprement dit étant commandé par le condensateur variable CV1 : 0,25 millième de microfarad, et disposé entre plaque et pôle négatif du chauffage.

Les autres valeurs sont : C : 0,25/1.000°

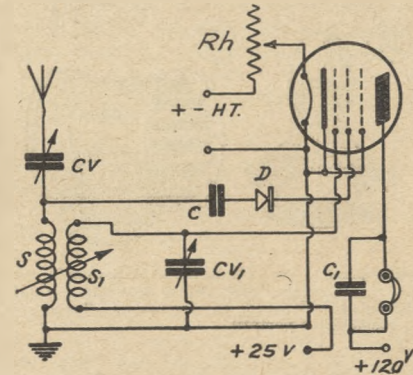


Schéma de principe du mégadyne.

de microfarad; D : détecteur à galène; C1 : 1 à 2/1.000° de microfarad; Rh : de 2 à 8 ohms, pouvant être remplacé par un simple interrupteur.

Si l'on désire employer une lampe trigrille à chauffage indirect, type « américaine », dont la consommation est plus réduite, il faut alors prévoir une tension de 6 volts pour le chauffage du filament.

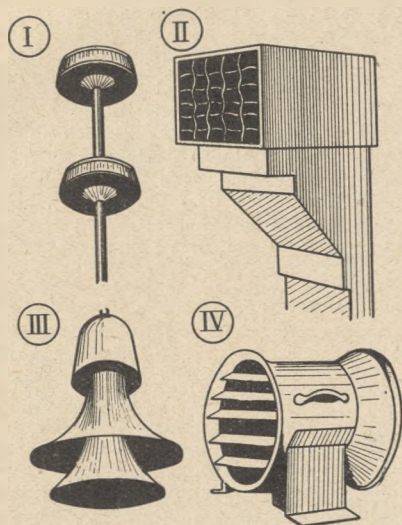
La tension de 120 volts est nécessaire sur l'anode; elle peut être réduite à 60 volts ou même seulement à 20 volts sur la grille auxiliaire. Pour éviter les courts-circuits, il est préférable de placer un condensateur fixe de 0,002 microfarad au moins en série avec le condensateur réglable de réaction CV1.

(Angl. *Megadyne*. — All. *Megadyn*.)

MÉGAHERTZ. Unité de fréquence égale à un million de hertz (10^6) ou à 1.000 kilohertz. Voir *fréquence, hertz, kilohertz*.

(Angl. All. *Megahertz*.)

MÉGAPHONE. Nom donné aux haut-parleurs de grande puissance destinés à reproduire des auditions, dans de vastes salles ou même en plein air. Ces appareils sont actionnés par des amplificateurs de puissance. Dans le cas où leur moteur est électromagnétique ou électrodynamique, l'excitation du circuit magnétique est obtenue séparément par un électro-aimant alimenté par une batterie d'accumulateurs ou par un redresseur. Le champ d'un aimant permanent, trop peu intense, ne permet pas de développer une puissance suffisante. On peut aussi employer à cette fin un haut-parleur électrostatique (Johnsen-Rahbeck) ou un haut-parleur à



Mégaphones : I. Mégaphones allemands sur mât. — II. Mégaphone mural français. — III. Mégaphone allemand en forme de cloche. — IV. Mégaphone portatif.

vibrante. Ces appareils sont fixés en un point élevé sur une éminence ou sur un mât. Voir *haut-parleur*.

(Angl. *Megaphone*. — All. *Megaphon*.)

MÉGOHM. Unité multiple de résistance électrique employée pour la mesure des résistances très élevées (résistances d'isolement, résistances de grille des triodes, etc.). Un mégohm vaut 1 million d'ohms, l'ohm étant l'unité pratique de résistance. Certains auteurs ont adopté pour le mégohm l'abréviation Ω . Cette notation est contraire à la résolution du Comité électrotechnique international qui, en 1926, a adopté Ω comme abréviation de l'ohm. Il en résulte que l'abréviation correcte du mégohm est M Ω .

(Angl., All. *Megohm*.)

MÉGOHMMÈTRE. Appareil pour la mesure des résistances élevées de l'ordre de 1 mégohm (résistances d'isolement, résistances internes de triodes, résistances externes de circuits filament-grille ou filament-plaque, etc.). Cet appareil est ordinairement un pont de Wheatstone alimenté par une pile ou par une magnéto. C'est un appareil de zéro : son équilibre, noté au moyen d'une aiguille qui se déplace sur un cadran, est réglé par un rhéostat dont le curseur se déplace le long d'une règle graduée.

(Angl. *Megger*. — All. *Megohmmeter*.)

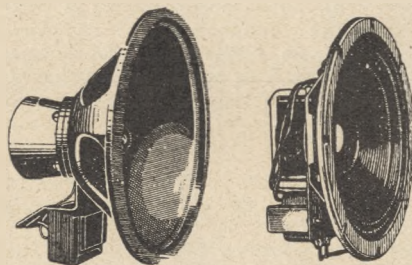
MEISSNER. Montage autoexcitateur de Meissner. Montage dans lequel la grille de la lampe oscillatrice est couplée inductivement au circuit oscillant placé dans le circuit anodique, au moyen d'un transformateur Tesla. Voir *autoexcitateur*, *émission*.

(Angl. *Meissner*. — All. *Meissner Schaltung*.)

MÉLANGEUR. Filtre électrique, intercalé dans un circuit modulateur, et destiné à superposer les modulations de plusieurs circuits microphoniques et à en doser les effets. Voir *égalisateur*, *filtre*, *jader*.

MEMBRANE. Organe des appareils électroacoustiques destiné à transformer les oscillations électriques en vibrations sonores et réciproquement. Dans les microphones et les téléphones, la membrane est une plaque, généralement métallique et en forme de disque. Dans les haut-parleurs, cette membrane, de forme conique, est en pâte de papier bakélinisé. Voir *haut-parleur*, *microphone*, *téléphone*.

— **Membrane magnétique.** Plaque d'acier doux au silicium très ductile, encastrée dans le boîtier des téléphones ou des haut-parleurs, de manière à ne présenter en son centre qu'un faible entrefer avec le système d'électroaimants. Sous l'action des variations d'attraction magnétique produites par le passage du courant téléphonique dans les bobines, la membrane se met à vibrer en reproduisant les sons, la parole et la musique.



Diverses membranes de haut-parleurs électrodynamiques.

— **Membrane antimagnétique.** Dans les haut-parleurs électrodynamiques où l'on utilise l'action d'un électroaimant sur une petite bobine mobile, la membrane est parfois constituée par une plaque de substance non magnétique, plaque de mica, de bronze, d'aluminium, au centre de laquelle est fixée la bobine mobile, qui, en se déplaçant dans l'entrefer, transmet à la membrane ses vibrations.

Dans les diffuseurs, la membrane, très largement dimensionnée, est un écran en papier imprégné, en celluloïd, en cellophane, ayant la forme d'un cône, d'un disque en papier plissé, d'un réflecteur parabolique. Voir *diaphragme*, *haut-parleur*, *écouteur*, *diffuseur*, *électromagnétique*.

(Angl. *Diaphragm*. — All. *Membrane*, *Sprechplatte*.)

MER. Champ électromagnétique dans la mer. Pour apprécier la possibilité de réception sous-marine, il est utile de connaître les valeurs du champ électromagnétique dans la mer. Or dans la mer, le pouvoir inducteur spécifique relatif par rapport à l'air est $k = 80$; la conductibilité σ en unités électrosta-

tiques est voisine de 10^{10} . Le champ H à la profondeur z sera en fonction du champ à la surface H_0 :

$$H = H_0 e^{\sqrt{2\pi\sigma} \cdot z}$$

Bien que le champ décroisse rapidement en fonction de la profondeur, il est encore suffisant à quelques mètres au-dessous du niveau de la mer pour permettre la réception à 1.000 ou 2.000 kilomètres des signaux transmis sur ondes longues par les grandes stations de trafic intercontinental (R. Mesny).

En unités électromagnétiques, la conductibilité de l'eau de mer est de 1 à $4 \cdot 10^{-11}$ selon la température (Eckersley).

Sur mer, le coefficient numérique exponentiel de la formule d'Austin, donnant la portée d'une émission, est de 0,0015 environ pour l'onde de 500 mètres.

MERCURE. Corps simple métallique de symbole Hg, masse atomique 200, masse spécifique 13,59. Liquide dans les conditions normales de température et de pression, se prête à la réalisation instantanée d'excellents contacts électriques avec les pièces métalliques qui y sont plongées. Au laboratoire, ces contacts sont réalisés au moyen de fils de connexion et de « cavaliers » plongeant dans des godets de porcelaine remplis de mercure et isolés dans des blocs de paraffine. Dans certains appareils, tels que supports de lampes, condensateurs, interrupteurs, le mercure permet d'obtenir de bons contacts variables. La vapeur de mercure est parfois utilisée dans les tubes redresseurs de courant alternatif.

— **Condensateur variable au mercure.** L'emploi d'une pellicule de mercure comme armature de condensateur variable permet de réduire à l'extrême l'épaisseur des isolants qui n'ont plus à supporter d'effort mécanique. Une lame de mica de 0,03 mm d'épaisseur suffit à isoler les armatures et permet d'obtenir un condensateur variable à faibles pertes, même en haute fréquence. Un montage à pivot facilite le réglage et dispense de l'usage d'un vernier ou d'un démultiplicateur. En outre, le condensateur, étant absolument étanche, reste imperméable à la poussière. L'encombrement et le poids sont réduits.

— **Interrupteur à jet de mercure.** Interrupteur employé dans l'émission par ondes amorties pour l'alimentation de la bobine d'induction, dès que l'intensité du courant à couper dépasse 5 à 10 ampères. Ces appareils sont plus robustes que les interrupteurs à marteau. Les turbines permettent à la fois une rupture brusque et une fréquence de rupture assez élevée (600 à 800 p. s.). Dans certains modèles, le jet de mercure est fixe et dirigé contre les palettes de la turbine entraînée par un petit moteur. Dans d'autres modèles, le mercure est comprimé dans la turbine d'où il s'échappe sous forme de jets tour-

nants qui viennent frapper les parois, pourvues de lames conductrices encastées dans un isolant. L'inconvénient le plus grave, provenant de la formation d'oxyde de mercure sous l'effet des arcs qui s'amorcent, peut être évité en opérant dans une atmosphère d'alcool ou de gaz d'éclairage. La fréquence des

Dépourvus d'inertie et possédant un facteur de puissance de 80 à 90 pour 100, ces redresseurs sont utilisés pour l'alimentation des moteurs à vitesse variable, pour l'électrolyse, la galvanisation, la soudure électrique et les applications médicales. En radioélectricité, on leur préfère généralement les valves ther-

La batterie débite dans le circuit ainsi constitué; en ramenant le tube dans la position verticale, l'arc de rupture du courant provoque la formation de vapeur de mercure ionisée. A partir de ce moment, la décharge se produit entre celle des électrodes qui est positive et la cathode, de telle façon qu'un courant unilatéral vibré se referme par le circuit extérieur entre la cathode et l'anode.

Le courant redressé a une forme d'autant plus voisine de celle d'un courant continu que le nombre des phases sur lequel porte le redressement est plus nombreux. C'est la raison pour laquelle on transforme industriellement le courant triphasé en hexaphasé avant le redressement.

Le tube à vapeur de mercure a été utilisé parfois pour produire des oscillations, antérieurement à la découverte de la lampe triode (Cooper Hewitt, 1903). Voir *redresseur, valve*.

— Support de lampe au mercure.

Ce support se distingue des autres en ce que le contact avec les broches de lampes est établi au moyen d'une goutte de mercure dans une coupelle, sans nécessiter aucun ressort mécanique. L'absence de ressort permet d'assurer en tout temps un contact également bon, sur une large surface et non ponctuel, à l'abri de la poussière, de l'humidité, de l'oxydation. (Angl. *Mercury*. — All. *Quecksilber*.)

MÉRIDIEN. Méridien magnétique.

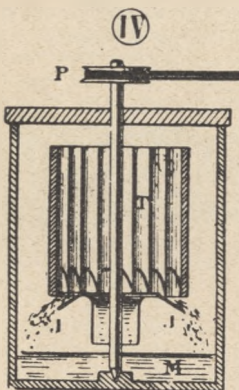
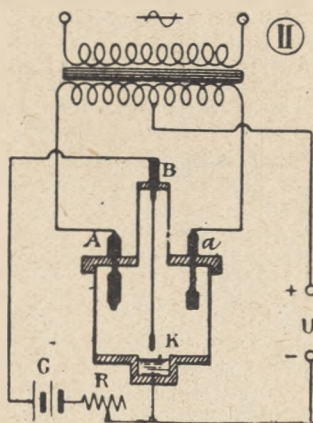
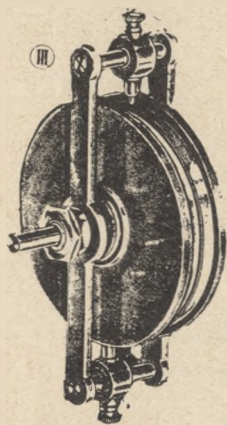
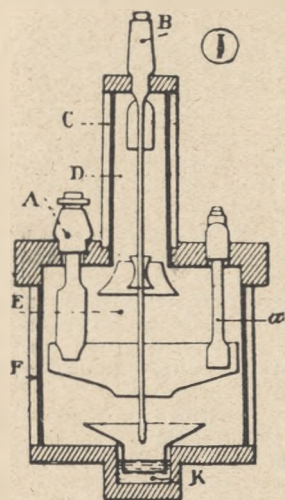
Intersection de la surface terrestre avec le plan vertical qui contient la direction du champ magnétique de la terre (C. E. I., 1934).

(Angl. *Magnetic Meridian*. — All. *Magnetischer Meridian*.)

MESNY. Montage oscillateur symétrique Mesny. Ce montage porte le nom de son inventeur, le Professeur R. Mesny, auteur de nombreux travaux en radioélectricité. Ce montage à deux lampes, qui utilise le couplage inductif entre grille et anode, est particulièrement recommandé pour l'émission sur ondes courtes. Son avantage essentiel est d'osciller avec une extrême facilité. Il évite aussi les pertes en haute fréquence imputables aux capacités internes des lampes, qui se trouvent alors mises en série dans le circuit. Le rôle de ces capacités devient négligeable si les lampes sont identiques et si les prises d'alimentation sont pratiquées exactement au milieu des bobines de grille et d'anode.

L'accord peut être fait sur le circuit d'anode aussi bien que sur le circuit de grille. L'émission est faite sur une fréquence double de celle du circuit oscillant, une demi-bobine seulement se trouvant intercalée dans le circuit de chacune des lampes. Cette circonstance est favorable à la production des ondes courtes.

On peut aussi n'utiliser qu'une seule bobine en la montant en autotransformateur. Mais ce montage n'est pas à recommander, car il est instable et néces-



Appareils à mercure: I. Coupe d'un redresseur à vapeur de mercure: A, anode; a, anode auxiliaire; B, dispositif d'allumage; C et F, cylindres de réfrigération; D, cylindre de condensation; E, chambre principale; K, cathode en mercure. — II. Montage du redresseur à vapeur de mercure: G, batterie d'allumage; R, rhéostat; U, bornes du courant redressé. — III. Condensateur variable à mercure. — IV. Turbine à jet de mercure: J, jet de mercure; P, poulie d'entraînement; M, mercure.

interruptions est généralement comprise entre 500 et 1.000 p. s. Il est préférable de ne pas employer de liquides trop peu volatils qui, tels que le pétrole, forment avec le mercure une émulsion isolante.

Redresseur à vapeur de mercure. Cet appareil statique est d'un emploi constant dans l'industrie où il donne de bons résultats pour les puissances et les intensités de courant importantes (100 à 1.000 ampères) nécessitées par la recharge des fortes batteries d'accumulateurs, pour la traction, pour les sous-stations de transformation. Le meilleur rendement est obtenu au moyen de valves hexapolaires, montées sur réseau alternatif triphasé en un montage hexaphasé.

moioniques, qui ne nécessitent ni réglage, ni surveillance.

Les tubes à vapeur de mercure possèdent une cathode inférieure, constituée par une coupelle de mercure et un certain nombre d'anodes: 2 pour le courant monophasé, 3 pour le triphasé, 6 pour l'hexaphasé, réunies respectivement aux bornes du transformateur d'alimentation. Une électrode auxiliaire, possédant une petite coupelle de mercure, est placée près de la cathode; extérieurement, les deux électrodes sont reliées aux bornes d'une batterie d'accumulateurs et d'un rhéostat. Pour faire fonctionner le redresseur, on établit le vide dans l'ampoule, que l'on renverse ensuite légèrement pour amener en contact le mercure des deux coupelles.

site des condensateurs et des résistances supplémentaires.

On recommande de pratiquer entre les bobines de grille et d'anode un couplage négatif aussi serré que possible. Il faut éviter la présence d'une capacité ou d'une conductance d'isolement entre grille et plaque. Pratiquement, il est préférable d'accorder la longueur d'onde sur le circuit de grille, en raison des tensions et courants moins élevés et des pertes

moyen de connexions rigides en ruban de cuivre de 5 millimètres de largeur. En raison des fuites, le verre, trop hygrométrique, ne saurait être employé comme isolant.

Les bobines sont du type cylindrique, de préférence aux spirales qui offrent trop de capacité au couplage. On emploie pour leur confection du fil de 1,2 mm enroulé à spires espacées de 5 millimètres, à raison de 7 spires pour 45 mètres de

1 centimètre on obtient de 9,50 à 10,50 m. Le condensateur variable permet de couvrir les gammes de 20 à 45 et de 40 à 85 mètres.

En montant des lampes triodes normales dont le chauffage peut être poussé à 3 A sous 6 V et la tension de plaque à 500 V le courant de plaque peut atteindre 60 milliampères.

L'un des meilleurs types d'antennes à associer à cet émetteur est l'antenne en cage à 6 fils, de 1 à 1,2 mm de diamètre, tendue sur cadres ou cerceaux de 40 à 60 centimètres de diamètre, avec une descente prismatique de 15 centimètres de diamètre. Cet ensemble doit être bien tendu, rigide et très dégaïé, pour obtenir un bon rendement et la stabilité de la fréquence. La prise de terre est avantageusement remplacée par un contrepoids, dont tous les contacts et épissures sont soigneusement soudés.

Le couplage le plus pratique de l'émetteur à l'antenne paraît être le couplage électromagnétique, comportant une bobine dans l'antenne.

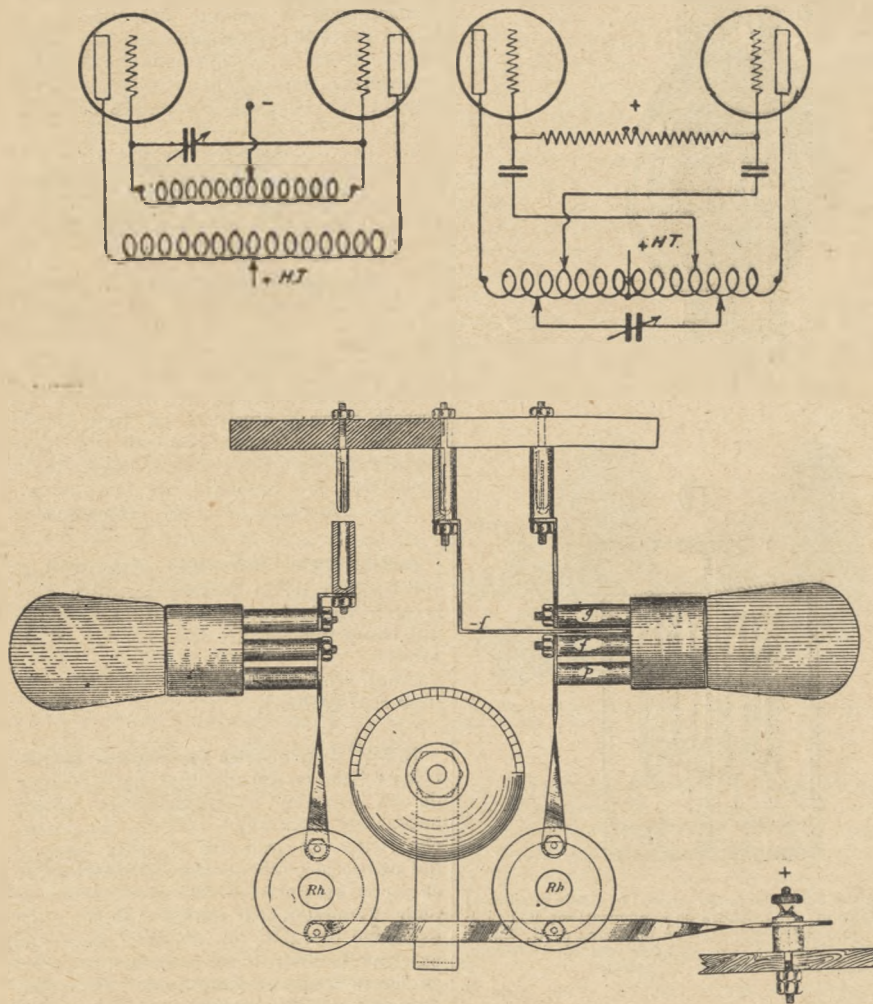
Le système de modulation le plus simple est celui par absorption, qui convient aux petites puissances. Il suffit de coupler le microphone à l'antenne au moyen de trois ou quatre spires. On peut également employer la méthode d'Heising et l'absorption locale, au moyen d'un triode relais de modulation; mais on introduit alors une dyssymétrie dans le montage.

(Angl. Mesny Set. — All. Mesny Schaltung.)

MESURES. Appareil de mesures.

Voir *appareil*. Nous publions ci-après le détail des principaux appareils de mesures radioélectriques utilisés soit par les professionnels et les artisans, soit par les amateurs et auditeurs.

Le seul appareil susceptible d'intéresser l'auditeur, c'est le *radiodépanneur*. C'est une petite mallette contenant un voltmètre électromagnétique pour tous courants à quatre sensibilités : 5, 10, 50 et 500 volts; un milliampèremètre polarisé pour 2, 5, 15 et 60 milliampères, avec shunt pour 150 milliampères; un voltmètre-ohmmètre à cadre mobile à haute résistance (1.000 ohms par volt), susceptible de mesurer de 0,06 à 300 volts et de 10 à 100.000 ohms, et même 1 ou 2 mégohms avec une batterie de 45 à 90 volts. Une résistance auxiliaire donne la mesure des tensions jusqu'à 600 volts. Le radiodépanneur comprend, en outre, dix supports de lampe (la série complète de tous les types), permettant de relever les caractéristiques de toutes les lampes européennes ou américaines, à chauffage direct ou indirect, triodes, penthodes, à grille-écran, bigrilles, heptodes, octodes, etc... Cet appareil permet ainsi de faire toutes les mesures nécessaires au dépannage sans avoir à démonter le poste, par exemple les essais de lampes avec indication simultanée des tensions et courants, la mesure de la pente d'une lampe, l'essai d'isolement, la mesure des résistances, le contrôle des capacités et bobinages.



Emetteur Mesny à ondes très courtes: En haut à gauche, montage de l'émetteur avec deux bobines; à droite, montage à une seule bobine. En bas, disposition des organes de l'émetteur.

plus faibles. On utilise d'ordinaire un condensateur de 0,2 millième de microfarad à démultiplicateur. Un ajustage précis peut être obtenu par la variation du couplage des deux bobines.

Le montage des lampes en différentiel permet d'obtenir un rendement meilleur que le montage en parallèle. La puissance, également plus considérable, n'est guère limitée que par le courant de chauffage admissible dans les filaments.

Les supports de lampes et les connexions doivent être très bien isolés dans l'air. La figure indique comment on peut monter bobines et lampes au

longueur d'onde et de 11 spires pour 80 mètres environ. Ces bobines sont montées sur un support élémentaire, constitué par une petite barrette d'ébonite portant trois prises, une pour chaque extrémité et une prise médiane. Pour éviter les inconvénients des connexions, l'émetteur Mesny doit être petit, compact et rigide. A titre d'indication, si l'on emploie pour chaque circuit une bobine de 40 centimètres de diamètre, on obtient une longueur d'onde propre de 7 mètres. Avec 2 spires de 25 centimètres, de 4,40 à 4,80 m. suivant la valeur du couplage. Avec 4 spires de 10 centimètres écartées de

L'analyseur de laboratoire est un appareil de mesures extrêmement complet, grâce auquel peuvent être effectuées toutes les mesures électriques pour poste de T. S. F. en courant continu, basse fréquence et fréquence musicale. Il permet la mesure des caractéristiques de toutes les lampes françaises et américaines, sert à vérifier la pente et l'isolement cathode-filament. Toutes les mesures de tension de 0,1 à 1.000 volts en courant continu et 1.300 volts en courant alternatif sont faites sur sept sensibilités avec une résistance de 2.000 ohms par volt. En courant continu, les mesures sont faites de 10 microampères à 500 milliampères. Grâce à l'ampèremètre auxiliaire, qui donne la consommation totale, les mesures peuvent être poussées de 50 mA à 2 ampères, tant en continu qu'en alternatif. De larges cadrans donnent des mesures très précises. Un fusible de protection sur chacun des appareils évite les conséquences désastreuses d'une fausse manœuvre.

L'analyseur peut fonctionner comme ohmmètre. Il mesure de 1 ohm à 10 mégohms avec une pile auxiliaire. Il peut aussi servir de *capacimètre* (0,0005 à 10 microfarads) et d'henrymètre (0,1 à 100 henrys). Il mesure aussi directement la *puissance modulée* en watts (de 1 milliwatt à 10 watts), sur des impédances de 4.000, 8.000 et 20.000 ohms, permettant le choix de l'impédance la plus favorable. Avec une *hétérodyne modulée*, on détermine alors la puissance maximum en watts modulés, susceptible d'être débitée par une lampe de basse fréquence. On définit aussi la sensibilité du récepteur comme le nombre de milliwatts modulés fournis par un certain nombre de microvolts modulés.

Le *lampemètre* est un appareil plus simple qui donne instantanément l'état de la lampe, c'est-à-dire sa pente, autrement dit la variation du courant de plaque correspondant à une variation donnée de la tension de grille. On peut ainsi vérifier immédiatement si une lampe est neuve, usagée ou hors d'usage. Il est certain que tous les revendeurs radio-électriciens désireux de mériter la confiance de leurs acheteurs devraient posséder un tel appareil et offrir à leur clientèle la vérification de ses lampes.

L'*oscillateur modulé* est un générateur de courant modulé ou non donnant toutes les longueurs d'onde de 190 à 3.000 mètres. Il peut être branché sur tous secteurs, à courant continu ou alternatif de 110 à 220 volts. Il est étalonné directement en longueurs d'onde pour les bandes de la radiodiffusion et en kilocycles par seconde pour la « moyenne fréquence ». Un appareil de réglage de haute fréquence permet de produire toutes les tensions de 1 microvolt à 100 millivolts.

Il y a aussi les *capacimètres*, dont le nom se dispense de définition. Dans ce genre, un appareil nouveau est le *capacimètre-ohmmètre*, pour la mesure rapide de la capacité et de l'isolement de tous les condensateurs, excepté les condensateurs électrolytiques. Il indique, en effet,

le courant alternatif qui traverse un condensateur donné, sous une tension et une fréquence données. Les capacités faibles sont mesurées sous 600 volts. La lecture sur le cadran donne la résistance d'isolement de 200 ohms à 200 mégohms. La capacité peut être obtenue de 10 micromicrofarads à 10 microfarads.

Un appareil utile pour la retouche des condensateurs variables est le *capacimètre spécial* étudié dans ce but. Il permet la vérification point par point des condensateurs variables et la comparaison avec un condensateur type, pour tous les angles de rotation. Une lecture instantanée donne en micromicrofarads la valeur de l'écart, positif ou négatif entre les capacités des deux condensateurs.

Il existe enfin des *indicateurs de syntonie* à aiguille et à ombre pour le réglage visuel des récepteurs. Certains modèles sont munis de plusieurs lampes de diverses couleurs correspondant aux différentes gammes de longueurs d'onde.

— **Constante d'un appareil de mesures.** Quotient de la grandeur mesurée par l'indication observée, c'est-à-dire valeur de cette grandeur rapportée à une division de l'échelle (C. E. I., 1934).

— **Couplage dans les appareils de mesures.** Dans le cas où les mesures exigent l'emploi d'une force électromotrice alternative d'excitation, le générateur de force électromotrice (hétérodyne, oscillateur) doit être en couplage entièrement lâche avec le circuit en expérience, que les oscillations soient entretenues ou amorties. Cette condition est primordiale. Si on l'enfreint, les résultats des mesures risquent d'être inexacts. On la vérifie en s'assurant que la fréquence du générateur n'est pas modifiée par l'accord du circuit couplé (R. Mesny).

— **Dispositif de mesure.** Ensemble formé d'éléments de circuits, résistances, inductances, capacités et d'appareils de mesure, et qui permet d'effectuer des mesures électriques ou magnétiques (C. E. I., 1934).

— **Étendue de mesure.** Partie de l'échelle où les lectures peuvent être faites avec une précision déterminée (C. E. I., 1934).

— **Transformateur de mesure.** Transformateur statique destiné à alimenter des appareils de mesure et, par extension, des relais et autres appareils analogues (C. E. I., 1934).

— **Transformateur de mesure compensé.** Transformateur dans lequel on réduit le déphasage entre les grandeurs primaires et secondaires par des artifices appropriés (C. E. I., 1934).

— **Mesures en haute et basse fréquence.** Les méthodes de mesure en haute fréquence étant très différentes de celles appliquées en courant continu ou en courant alternatif industriel à basse fréquence, nous rappelons ici les

principaux procédés mis en œuvre pour la mesure des tensions, des courants, des champs, des résistances, des capacités, des fréquences et des longueurs d'onde, des self- et mutuelles inductances. Ces mesures consistent généralement non pas à comparer des tensions par une méthode de zéro, mais à opérer la résonance sur une fréquence déterminée, ce qui permet de comparer entre elles capacités ou inductances et, partant, longueurs d'onde ou fréquences. L'appareil universel dont on se sert est le circuit oscillant étalonné, qui porte le nom d'*ondemètre*. Cet appareil fonctionne, suivant les cas, comme récepteur, muni d'un détecteur, ou comme émetteur, alors pourvu d'un excitateur à lame vibrante. On utilise aussi l'*hétérodyne-ondemètre*, sorte d'ondemètre à lampes triodes émettant des ondes entretenues sur une longueur d'onde déterminée par les constantes du circuit étalonné. Voir *ondemètre, hétérodyne, fréquence*.

— **MESURE DES CAPACITÉS.** On introduit la capacité inconnue x dans un circuit oscillant, en dérivation aux bornes d'un condensateur variable étalonné. On règle ce circuit oscillant à la résonance sur une longueur d'onde constante, en premier lieu sans la capacité x , ce qui donne la valeur C du condensateur variable; en second lieu avec la capacité x , ce qui donne la valeur c du condensateur variable. La capacité inconnue est :

$$x = C - c.$$

Si la capacité x est trop forte pour être placée en dérivation aux bornes du condensateur variable, on l'intercale en série avec ce condensateur. La relation devient alors :

$$x = \frac{Cc}{C-c}.$$

Le réglage du circuit à la résonance est contrôlé par un *voltmètre-amplificateur* placé en dérivation aux bornes de la bobine d'inductance. Cette méthode de double pesée permet de mesurer des capacités inférieures à 0,05 mF. Voir *capacité*.

— **MESURE DE LA CAPACITÉ RÉPARTIE D'UNE BOBINE.** On accorde successivement sur deux longueurs d'onde connues λ et λ_0 le circuit constitué par la bobine en question et par un condensateur étalonné réglé sur les deux valeurs correspondantes C et c . La capacité répartie de la bobine est donnée par la relation :

$$x = \frac{\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2 c - C}{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^2}.$$

La précision de la mesure est d'autant plus grande que la différence entre C et c est elle-même plus grande. Voir *bobine, inductance*.

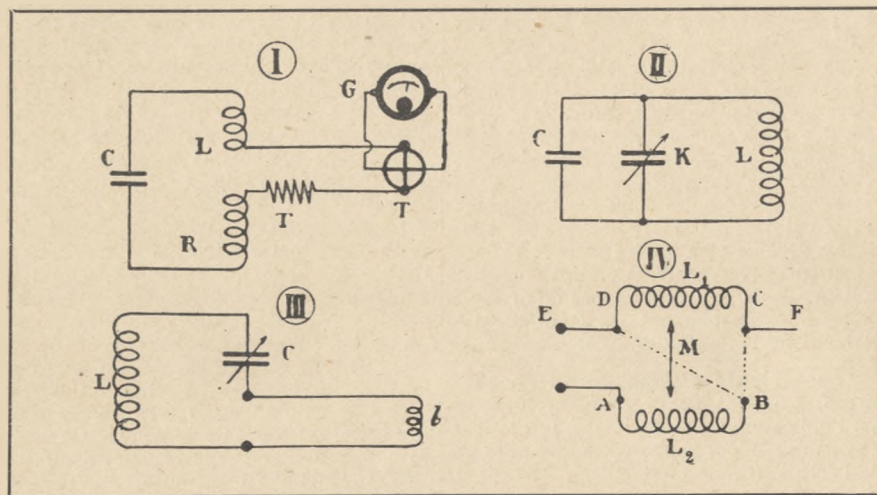
— **MESURE DU CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE.** Cette mesure permet de déterminer le rayonnement des stations d'émis-

sion, de calculer leur portée, de connaître le nombre et l'importance des harmoniques, d'étudier la propagation en fonction des conditions géographiques ou cosmographiques, de rechercher l'emplacement le meilleur pour un émetteur ou pour un récepteur.

cités respectives C_2 et C_1 . On en déduit :

$$c = C_2 \frac{\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2 - 1}{C_1 - \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2}$$

Il est bon de prendre, par exemple, $L_2 = 2L_1$ et $C_2 = 2C_1$. En outre, l et c peuvent être calculés l'un en fonction de l'autre au moyen de la relation fondamentale impliquant la connaissance de la longueur d'onde. Voir *antenne*.



Mesures en haute fréquence : I. Mesure de la résistance d'un circuit oscillant : C, condensateur ; L, inductance ; R, résistance du circuit à mesurer ; r, résistance auxiliaire connue ; T, thermocouple ; G, galvanomètre. — II. Mesure de la résistance d'un condensateur : C, condensateur dont la résistance est à mesurer ; K, condensateur à air ; L, inductance. — III. Mesure d'une self-inductance : l, self-inductance à mesurer ; L, inductance auxiliaire ; C, condensateur d'accord. — IV. Mesure d'une mutuelle inductance : L1, L2, bobines de self-inductances douées d'une mutuelle inductance M à mesurer ; B C, connexion à établir pour mesurer l'inductance totale A B C D E ; B D, connexion à établir pour mesurer l'inductance totale A B D C F.

La mesure du champ en un lieu se fait par comparaison de la réception de l'émission considérée avec celle d'un générateur local. Lorsque les effets produits sont identiques, on admet que le générateur local induit dans le récepteur la même force électromotrice que l'émission considérée. On utilise un récepteur à cadre, et un générateur étalon, muni d'un affaiblisseur et d'un modulateur. En général, l'approximation des mesures sur le terrain est de l'ordre de 5 à 10 pour 100. Pour les bandes de la radio-diffusion, le champ est mesuré à partir de 100 μ V : m ; mais on atteint l'ordre de 1 μ V : m pour les ondes courtes. Voir *champ*.

— MESURE DES CONSTANTES D'UNE ANTENNE. Pour mesurer l'inductance l de l'antenne, on mesure les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 sur lesquelles elle oscille lorsqu'on intercale entre l'antenne et la terre les inductances respectives L_1 et L_2 . On en déduit :

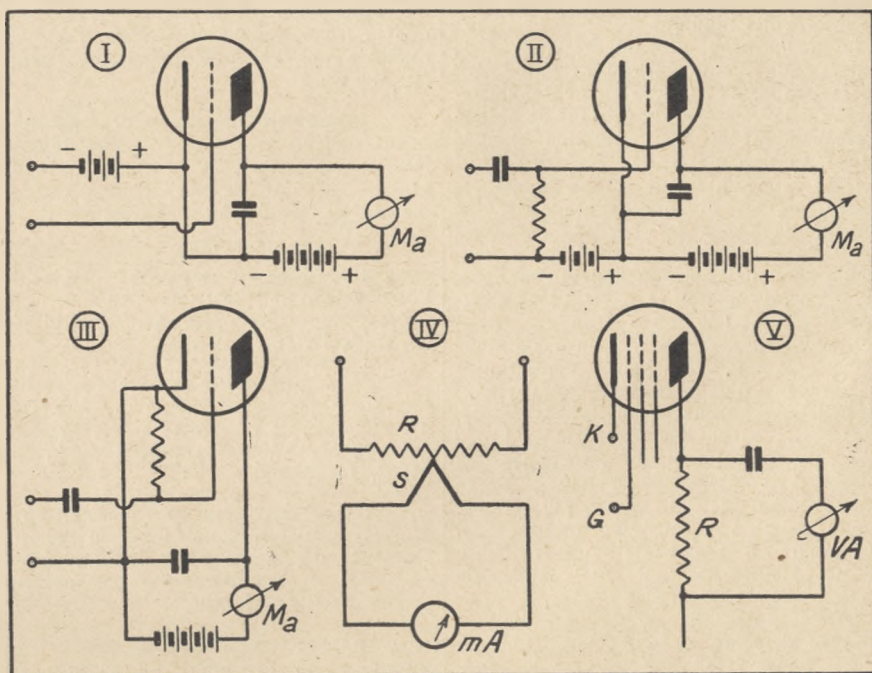
$$l = L_1 \frac{L_2 - \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2}{\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2 - 1}$$

Pour mesurer la capacité c de l'antenne, on mesure les longueurs d'onde λ_2 et λ_1 sur lesquelles elle oscille lorsqu'on intercale entre l'antenne et la terre les capa-

— MESURE DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE. En principe, on mesure la tension de haute fréquence, au voltmètre-amplificateur, aux bornes d'une résistance de valeur connue. Mais cette méthode donne des résultats variables en fonction de la fréquence, en raison de la capacité non négligeable de l'appareil de mesure. Pratiquement, on utilise le *thermocouple*, pile thermoélectrique introduite en série dans le circuit. Le courant développe dans la résistance de ce couple un échauffement qui se traduit par une force électromotrice continue, mesurée au galvanomètre. La mesure est indépendante de la fréquence jusqu'à 20 mégahertz (15 m de longueur d'onde) environ. Voir *courant*, *couple*, *thermoélectrique*.

— MESURE DES FRÉQUENCES. Au laboratoire, on est amené à mesurer les fréquences d'oscillateurs (diapasons entretenus, quartz piézoélectriques), de résonateurs à quartz, de fréquences-mètres (ondemètres-hétérodynes, ondemètres à absorption) et d'émissions à distance.

La précision des mesures, qui peut atteindre 10⁶, diminue rapidement au delà de 50.000 kilohertz. Au Laboratoire national de Radioélectricité, on utilise comme étalon absolu de fréquence des oscillateurs comparés aux pendules de l'Observatoire de Paris. Ce sont les harmo-



Mesure des tensions et courants de haute fréquence. — I et II. Mesure de la tension au voltmètre amplificateur avec détection par la plaque. — III. Même mesure avec détection par la grille : mA, milliampèremètre. — IV. Mesure du courant au thermocouple : R, résistance chauffante ; S, soudure du thermocouple. — V. Mesure de la puissance modulée : K, cathode ; G, grille de commande ; R, résistance d'utilisation ; VA, voltmètre-amplificateur.

riques de ces oscillateurs qui servent aux étalonnages.

Pour les mesures courantes de fréquence, voir *mesures de longueur d'onde*. Ces deux sortes de mesures s'identifient, la longueur d'onde et la fréquence se déduisant l'une de l'autre par le calcul. Voir *fréquence, longueur d'onde*.

— MESURE DES SELF-INDUCTANCES. L'inductance à mesurer l est introduite dans un circuit oscillant dont on connaît l'inductance fixe L et possédant un condensateur variable étalonné. La mesure consiste à accorder le circuit sur une longueur d'onde donnée constante, dans le premier cas avec la seule inductance L et avec la capacité C , dans le second cas avec l'inductance $(L + l)$ et la capacité c . En éliminant la longueur d'onde entre les deux équations d'équilibre, on trouve :

$$l = L \frac{C - c}{c}$$

relation dont le second membre est connu.

Si l'on ne possède pas de condensateur variable étalonné, mais un condensateur fixe C et si l'on connaît la longueur d'onde λ , on peut en déduire par une seule mesure :

$$l = \lambda^2/354 C.$$

Afin d'éviter les erreurs dues à la capacité répartie des bobines et des connexions il est bon d'opérer avec des valeurs de la capacité relativement grandes. Voir *Inductance*.

— MESURE DES MUTUELLES INDUCTIONS. Soit à mesurer la mutuelle inductance M entre deux self-inductances L_1 et L_2 . On les connecte d'abord en série suivant BC et on mesure la self-inductance du circuit ABCDE, soit :

$$l = L_1 + L_2 + 2 M.$$

Puis on enlève la connexion BC et on l'établit en BD pour changer le sens relatif du courant entre les deux bobines. On mesure la self-inductance l_0 du circuit ABDCF, soit

$$l_0 = L_1 + L_2 - 2 M.$$

En retranchant, on trouve pour l'inductance mutuelle la valeur

$$M = \frac{l - l_0}{4}.$$

Des inductances-étalons sont utilisées au Laboratoire national de Radioélectricité. L'une possède une inductance de 5 m H avec une approximation de 10^{-6} . Il existe un autre étalon dont l'approximation est de 2.10^{-4} . La valeur des étalons secondaires, constitués par des enroulements de fil très divisé (litzendraht) sur mandrin d'ébonite, est déterminée en très basse fréquence par comparaison avec les étalons primaires. Voir *étalon, inductance*.

— MESURE DES LONGUEURS D'ONDE ET DES FRÉQUENCES. Elle est effectuée à l'aide d'un ondemètre qu'on utilise comme boîte d'accord et qu'on règle à la résonance. La détection peut être obtenue par galène dans le cas où le téléphone sert

d'indicateur du maximum de courant. Il faut éviter l'amortissement qui aplatit la courbe de résonance.

La mesure des fréquences peut être opérée par le même procédé : il suffit que l'ondemètre soit gradué en fréquences. Pratiquement, on calcule la fréquence f à partir de la longueur d'onde λ ou inversement grâce à la relation :

$$\lambda f = V,$$

où l'on peut exprimer λ en mètres, f en kilohertz et V , vitesse de la lumière, en kilomètres par seconde ($V = 300.000$ km : s).

Plus exactement, on peut comparer la fréquence d'une onde à celle d'un harmonique d'une hétérodyne dont on peut mesurer avec précision la longueur d'onde fondamentale. C'est précisément le cas pour le *multivibrateur*, qu'on peut étalonner à l'aide d'un diapason ou d'un résonateur piézoélectrique.

— MESURE DES LONGUEURS D'ONDE PROPRES. Voir *mesure des capacités réparties*, la longueur d'onde propre d'une bobine ou d'un enroulement étant définie par son inductance et par sa capacité répartie.

— MESURES AU PONT. Les mesures de zéro faites en courant continu au moyen de ponts de Wheatstone et de dispositifs analogues peuvent être faites dans certaines conditions en courant alternatif à basse fréquence ou à fréquence téléphonique. En ce cas, on emploie au lieu du galvanomètre un téléphone comme appareil de zéro. Le silence au téléphone indique l'égalité des différences de potentiel alternatives, supposées en phase. C'est un indicateur très sensible qui permet de déceler des courants de l'ordre de 1 microampère (puissance de 10^{-8} watts). Enfin, on peut effectuer des mesures de zéro ou de maximum d'intensité en haute fréquence en utilisant le téléphone après détection, comme dans les ondemètres.

Le téléphone est également utilisé pour mesurer en basse fréquence l'audibilité d'une réception par la méthode dite du *téléphone shunté*. Sur un téléphone d'impédance Z , on dispose en « shunt » une résistance variable S , qu'on règle de manière à rendre l'audition reçue tout juste compréhensible (en téléphonie ou en télégraphie). On appelle alors *audibilité* de la réception le rapport :

$$A = \frac{Z + S}{S}.$$

En général, on ne connaît pas la valeur de Z , qu'on remplace par la résistance du téléphone. Voir *audimètre, pont*.

— MESURE DE LA RÉSISTANCE D'UN CIRCUIT OSCILLANT. Le circuit L, C étant excité par couplage électromagnétique très faible, on règle le condensateur variable à la résonance et l'on mesure au galvanomètre G le courant i . Puis on recommande la mesure après avoir intercalé une résistance connue r et l'on note le courant i_0 . La résistance R in-

connue du circuit est calculée par l'expression :

$$R = r \frac{l}{i_0 - i} - s$$

en appelant s la résistance de l'appareil de mesure T qui est un couple thermo-électrique. Les courants sont de l'ordre de quelques milliampères. On recommande de placer l'appareil de mesure au milieu de la bobine, qui reste au potentiel zéro pendant les oscillations et où les fuites ne peuvent se produire, ni par défaut d'isolement, ni par capacité.

— MESURE DE LA RÉSISTANCE D'UN CONDENSATEUR. On intercale ce condensateur C dans un circuit oscillant et on parfait l'accord sur la fréquence considérée au moyen d'un condensateur variable à air K , placé en dérivation sur le premier. On mesure dans ces conditions la résistance R du circuit oscillant par la méthode précédente. Puis on en retranche la résistance r de ce circuit mesurée en enlevant le condensateur C et en opérant le réglage sur la même longueur d'onde au moyen du second condensateur K . La résistance cherchée du premier condensateur est $R - r$.

— MESURE DES TENSIONS EN HAUTE FRÉQUENCE. La mesure se fait au moyen du *voltmètre-amplificateur*, appareil constitué par un milliampèremètre placé dans le circuit anodique d'une lampe amplificatrice et détectrice. La tension de haute fréquence est appliquée à la grille de la lampe et transformée, par détection, en courant continu mesuré par le milliampèremètre.

Les avantages de cette méthode sont les suivants : les indications sont pratiquement indépendantes de la fréquence, la consommation — qui se réduit à la charge du condensateur de grille — est à peu près nulle, surtout pour les lampes avec sortie de grille sur le sommet de l'ampoule, notamment pour les pentodes.

On peut employer soit la détection par la plaque, moins sensible; soit la détection par la grille, mais avec l'inconvénient d'un amortissement plus grand.

On mesure couramment des tensions de l'ordre de 0,1 volt. Pour les tensions beaucoup plus faibles, on a recours à un étage d'amplification intercalé entre la détectrice et le milliampèremètre.

— Mesures sur les lampes électroniques. La mesure des propriétés des lampes électroniques permet de reconnaître leur qualité et sert au tracé des *courbes caractéristiques*. Nous indiquons notamment ci-dessous la mesure de la résistance intérieure ou de l'impédance, de l'inclinaison, pente ou transconductance, du coefficient d'amplification, de la puissance modulée, de la sensibilité, de la distorsion.

— MESURE DU COEFFICIENT D'AMPLIFICATION. Le coefficient d'amplification peut être déduit par le calcul de la caractéristique anodique de la lampe. Soit v_1 et v_2 deux valeurs de la tension de

grille, I_1 et I_2 les courants anodiques correspondant pour la tension anodique V_1 ; on peut ramener le courant I_2 à la valeur I_1 en donnant à V_1 la valeur V_2 . Le coefficient d'amplification est alors donné par le rapport :

$$K = \frac{V_2 - V_1}{V_1 - V_2}$$

Mais comme K peut atteindre la valeur de 1.000 environ dans les lampes modernes, ce qui conduirait à des variations exagérées de la tension anodique, on calcule :

$$K = \frac{S \times R}{1.000,}$$

S étant l'inclinaison en milliampères par volt et R la résistance intérieure de la lampe.

MESURE DE LA DISTORSION. Le taux de distorsion d'une lampe est égal au rapport de l'amplitude des harmoniques produits par cette lampe à l'amplitude de l'oscillation fondamentale, étant entendu que la tension appliquée à la grille est purement sinusoïdale.

Le taux de distorsion varie en fonction de la puissance modulée. Une lampe dont la distorsion est de 5 pour 100 pour 3 watts modulés peut avoir une distorsion de 10 pour 100 pour 4,5 watts modulés. On applique à la grille de commande une tension sinusoïdale pure telle que le circuit anodique débite la puissance convenue. La mesure est faite à l'oscillateur, en cherchant à l'analyseur l'amplitude des divers harmoniques. La tension sinusoïdale pure ne peut être fournie que par un oscillateur dûment filtré. L'analyse peut aussi être faite à l'oscillographe cathodique. Voir ci-après : *mesures à l'oscillographe cathodique, distorsion*.

— **MESURE DE L'INCLINAISON, PENTE OU TRANSCONDUCTANCE.** L'inclinaison, qui est la pente de la caractéristique : courant anodique — tension de grille de commande, s'exprime en milliampères par volt. Les Américains l'appellent *transconductance* et l'expriment en *mhos*, parce qu'elle a effectivement les dimensions de l'inverse d'une résistance. La pente se calcule très facilement sur la caractéristique de la lampe. On dit qu'une lampe a une pente de 3 m A : V ou une transconductance de 3.000 mhos.

Voir *inclinaison, pente, transconductance*.

— **MESURE DE LA PUISSANCE MODULÉE.** On fait débiter la lampe sur une résistance non inductive R égale à la résistance normale d'utilisation, en prenant soin d'appliquer à travers cette résistance une tension anodique augmentée de la chute de tension. La tension alternative V , recueillie aux bornes de cette résistance, est lue au voltmètre amplificateur. La puissance modulée s'exprime alors par :

$$W = V^2/R \text{ watts,}$$

V étant exprimé en volts et R en ohms. Voir *puissance, modulé*.

— **MESURE DE LA RÉSISTANCE INTÉRIEURE.** La résistance intérieure d'une lampe, qui peut être définie comme le rapport de l'accroissement de la tension anodique à l'accroissement correspondant du courant anodique, a pour expression :

$$R = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$

Il est bon de rester dans des limites où la caractéristique de la lampe peut être considérée comme rectiligne et, d'une manière générale, dans de faibles limites de variations où la résistance puisse être considérée comme constante. Voir *résistance, lampe, caractéristique*.

— **MESURE DE LA SENSIBILITÉ.** On définit pratiquement la sensibilité d'une lampe comme la tension qu'il convient d'appliquer à la grille de commande pour récolter une puissance anodique modulée P de 0,05 W. A cet effet, on calcule la tension anodique V correspondante par la relation :

$$V = \sqrt{P R}$$

La sensibilité est mesurée par la tension alternative qu'il faut appliquer entre grille de commande et cathode pour récolter la tension anodique V aux bornes de la résistance d'utilisation. Les mesures se font au *voltmètre-amplificateur*. Voir *sensibilité, lampe*.

— **Mesures sur un récepteur.** Les mesures faites sur un récepteur portent sur sa sensibilité, sa sélectivité, sa fidélité, la distorsion dont il affecte le signal reçu, le bruit de fond, l'efficacité de l'antenne ou du collecteur d'ondes.

Au Laboratoire national de Radio-électricité, ces mesures sont faites par l'application au récepteur de forces électromotrices connues produites par un générateur étalon. Ces tensions s'échelonnent de 0,1 μ V à 1 V, dans la gamme de 12 à 18.000 mètres (25.000 à 16 kilohertz). La modulation au taux de 30 pour 100 porte sur des fréquences de 25 à 8.000 p : s.

Trois types d'antennes fictives sont utilisés : une petite antenne ($L = 10 \mu$ H, $C = 0,2 \text{ m } \mu$ F); une grande antenne ($L = 100 \mu$ H, $C = 0,35 \text{ m } \mu$ F; $R = 10 \text{ ohms}$) et une antenne américaine étalon ($L = 20 \mu$ H, $C = 0,2 \text{ m } \mu$ F; $R = 20 \text{ ohms}$).

Toutes ces mesures se font dans des cabines blindées, où les générateurs étalonnés, les modulateurs, les appareils de mesure et les sources de courant sont montés à demeure.

— **MESURE DE LA DISTORSION.** La distorsion apparaît principalement dans les récepteurs où la régulation automatique de sensibilité s'effectue en cascade au moyen de plusieurs lampes amplificatrices. Il s'ensuit, en effet, une augmentation de la profondeur de modulation, d'où distorsion par surmodulation.

La distorsion est mesurée par le nombre et l'amplitude des harmoniques qui appa-

raissent à la sortie d'un récepteur alimenté par une oscillation fondamentale de fréquence pure. On l'exprime par la somme des amplitudes des divers harmoniques traduite en pourcentage de l'amplitude de la fréquence fondamentale. La distorsion est faible jusqu'à 5 % et excessive au-dessus de 10 %. Voir ci-dessus *mesure de la distorsion d'une lampe*.

— **MESURE DE L'EFFICACITÉ DE LA RÉGULATION.** On trace la courbe de la puissance de sortie en fonction de la tension d'entrée, en prenant pour référence la puissance modulée de 50 m W pour une tension d'entrée normale. Il est inutile d'employer une échelle logarithmique pour la puissance, dont les variations sont faibles. Voir *antifading, évanouissement, fading*.

— **MESURE DE LA FIDÉLITÉ.** En principe, l'amplification d'un récepteur doit être indépendante de la fréquence de modulation. Pour apprécier la fidélité d'un récepteur, on trace donc la courbe de la puissance modulée en milliwatts, en fonction de la fréquence de modulation en hertz. Le générateur de haute fréquence pourra être modulé entre 40 et 10.000 p : s, le taux de modulation restant constant. Les variations seront effectuées de part et d'autre de la fréquence de modulation de 1.000 p : s et pour une puissance normale de 0,5 à 1 watt environ. On portera en ordonnées les rapports des puissances exprimés en décibels, à partir du niveau zéro correspondant à 1.000 m W.

En fait, un récepteur fidèle doit transmettre correctement toutes les fréquences qu'on lui applique et celles-là seulement. Il ne doit donc comporter qu'un minimum de distorsion. Voir ci-dessus *mesure de la distorsion et fidélité*.

— **MESURE DE LA SENSIBILITÉ.** On applique au récepteur une tension de haute fréquence modulée à 30 pour 100 par une oscillation sinusoïdale pure de 400 p : s de fréquence. On appelle sensibilité du récepteur la valeur efficace, exprimée en microvolts, de cette tension modulée pour que la puissance modulée transmise au haut-parleur soit de 0,05 watt. On remarque que, dans cette définition de la sensibilité, les étages d'amplification à basse fréquence — dits de puissance — interviennent au même titre que ceux de haute fréquence.

La sensibilité varie, bien entendu, en fonction de la fréquence de modulation et aussi de la haute fréquence. Aussi convient-il de mesurer la sensibilité pour diverses fréquences.

La tension appliquée au récepteur est fournie par le générateur étalon, relié au poste par une antenne artificielle étalon (voir ses constantes au paragraphe précédent : *mesures sur un récepteur*).

Le haut-parleur est remplacé par un wattmètre de sortie, dont l'impédance est égale à celle du haut-parleur à la fréquence considérée de 400 p : s. On règle alors l'atténuateur de l'oscillateur pour amener la puissance modulée à 0,05 watt. Voir *sensibilité*.

— **MESURE DE LA SÉLECTIVITÉ.** On réalise le même montage que pour la mesure de la sensibilité et l'on règle la puissance de sortie à 50 m w, pour une valeur donnée de la haute fréquence modulée. Puis on fait varier légèrement cette fréquence et, sans modifier le réglage du récepteur, on règle la tension du générateur modulé de manière à rétablir la puissance de sortie de 50 m w.

On note ainsi les tensions pour des variations de kilohertz en kilohertz, de part et d'autre de la fréquence fondamentale, ce qui donne le tracé de la courbe de sélectivité. Les affaiblissements de tension sont portés sur une échelle logarithmique, les variations de fréquence sur une échelle linéaire.

La mesure étant faite en l'absence de l'émission à entendre, le régulateur « anti-fading » agit pour augmenter la sensibilité du récepteur, ce qui revient à faire apparaître une sélectivité inférieure à celle obtenue pratiquement. La démodulation produit le même effet dans la mesure où la tension perturbatrice est notablement inférieure à celle de l'émission à recevoir.

La transmodulation agit au contraire pour diminuer la sélectivité. Voir *sélectivité, transmodulation*.

Pour rendre l'appréciation de la sélectivité indépendante de la sensibilité, on l'exprime non plus en microvolts, mais, par une échelle logarithmique, en décibels ou en népers. Un rapport des tensions de 10 s'exprime par 20 décibels, un rapport de 100 par 40 décibels, un rapport de 1.000 par 60 décibels, etc...

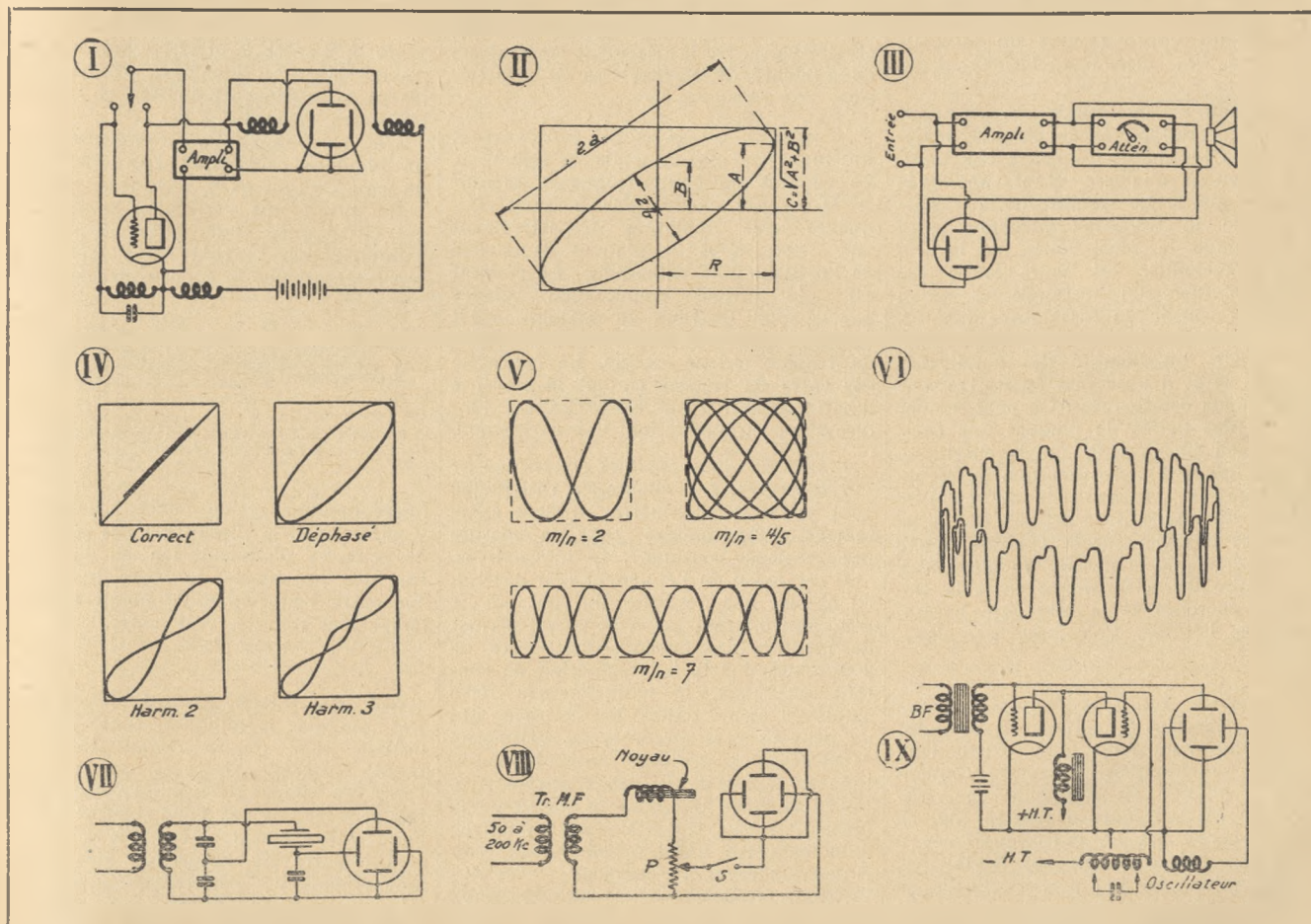
— **Mesures à l'oscillographe cathodique.** Les procédés que nous venons d'exposer, mesures de zéro au pont ou mesures au voltmètre, à l'ampèremètre, au wattmètre ou au voltmètre-amplificateur, permettent de mesurer des grandeurs et de tracer point par point des courbes caractéristiques.

L'oscillographe cathodique effectue la mesure dynamique des phénomènes, il trace automatiquement les courbes caractéristiques et assure rapidement les intégrations. Nous allons rapidement passer en revue ses diverses applications aux mesures radioélectriques.

— **MESURES AVEC BALAYAGE.** Dans les mesures oscillographiques, on a souvent recours à une boîte de balayage dite encore « base de temps », par exemple pour analyser la forme d'un courant ou d'une tension, des parasites, des échos, des phénomènes de propagation, le taux de perturbation, les oscillateurs à lampes. La base de temps a pour objet de déplacer le spot avec une vitesse uniforme.

— **TRACÉ DES CARACTÉRISTIQUES D'UNE LAMPE OU D'UN RÉCEPTEUR.** Le montage est celui indiqué sur la figure 1. Le courant anodique traverse les circuits de commande magnétique, tandis que les plaques déviatrices sont portées à la tension de grille ou à la tension d'anode. Pour obtenir une caractéristique statique, il faut que les bobinages déviateurs et oscillateurs aient une faible impédance à la fréquence considérée. On peut appliquer à la lampe une tension alternative de 50 p : s. Pour étudier un amplificateur ou un récepteur, on procède d'une manière analogue. Voir *caractéristiques*.

— **MESURE DU DÉPHASAGE.** Il s'agit, par exemple, du déphasage entre la tension à



Mesures à l'oscillographe: I. Montage pour relever les caractéristiques. — II. Mesure du déphasage entre deux grandeurs de même fréquence. — III. Mesure de la fidélité. — IV. Courbes de fidélité et de distorsion: la première indique la fidélité absolue; la seconde, le déphasage; la troisième, l'harmonique 2; la quatrième, l'harmonique 3. — V. Utilisation des courbes de Lissajous pour la mesure des fréquences. — VI. Mesure du glissement de fréquence par la projection elliptique. — VII. Mesure de l'hystérésis diélectrique. — VIII. Mesure de l'hystérésis magnétique. — IX. Mesure du taux de modulation.

l'entrée d'un filtre et celle à la sortie; ou bien entre la tension à l'entrée et le courant à la sortie d'une lampe ou d'un amplificateur. La tension

$$x = R \cos \omega t,$$

est appliquée à l'une des paires de plaques de déviation, l'autre

$y = A \cos \omega t + B \sin \omega t = C \cos (\omega t - \varphi)$ est appliquée à l'autre paire. La composition de ces deux tensions fait décrire au spot une ellipse sur laquelle on mesure A , B , C et R (fig. 2). On en déduit

$$\tan \varphi = B/A; \cos \varphi = A/C.$$

— MESURES DE DISTORSION ET DE FIDÉLITÉ. Le montage est indiqué sur la figure 3. Les tensions d'entrée et de sortie de l'amplificateur sont appliquées respectivement aux deux paires de plaques déviantes. Si la distorsion est nulle, le spot doit décrire un segment de droite oblique (fig. 4). S'il y a déphasage, la droite se transforme en ellipse (voir ci-dessus mesure du déphasage). S'il y a des harmoniques, on verra apparaître des nœuds et des ventres : deux ventres pour l'harmonique 2, trois ventres pour l'harmonique 3, etc... Le rapport de l'amplitude de ces ventres à la longueur totale de la courbe donne une mesure approximative du taux de distorsion. Voir *distorsion*, *fidélité*.

— MESURE DE LA FRÉQUENCE. On applique à l'une des paires de plaques déviantes une tension de fréquence étalonnée, la tension à analyser étant appliquée à l'autre paire. Le résultat de la composition de la fréquence inconnue avec l'harmonique le plus voisin de la fréquence étalonnée est une courbe qui s'encadre dans un rectangle et qu'on nomme « courbe de Lissajous » (fig. 5). Le rapport des deux fréquences est égal au rapport du nombre des amplitudes maxima m et n observées respectivement sur les deux coordonnées. On peut donner à l'une des paires de plaques une excitation non plus linéaire, mais elliptique, ce qui donne l'impression que la caractéristique est projetée sur un cylindre (fig. 6). La vitesse avec laquelle la courbe paraît se déplacer sur ce cylindre donne par stroboscopie la mesure du glissement, c'est-à-dire de la différence entre la fréquence cherchée et la fréquence harmonique de l'étalon. Voir *fréquence*, *glissement*.

— MESURE DE L'HYSTÉRÉSIS DIÉLECTRIQUE. L'isolant à analyser est introduit sous forme d'une lame mince entre deux plaques métalliques formant condensateur, auquel on applique une tension élevée de fréquence connue (fig. 7). Cette tension est en outre appliquée à l'une des paires de plaques déviantes, tandis qu'une tension proportionnelle au courant traversant le condensateur est appliquée à l'autre paire. Le spot de l'oscillographe trace alors une ellipse dont l'aire est proportionnelle à la constante diélectrique. Voir *hystérésis*, *diélectrique*.

— MESURE DE L'HYSTÉRÉSIS MAGNÉTIQUE. Le noyau de substance ferromagnétique à étudier est engagé dans une bobine à grand nombre de spires, 1.000 par exemple. L'extrémité de cette inductance est placée contre le tube oscillographique, près des plaques de déviation (fig. 8). La bobine est excitée en courant de haute fréquence, à 100 kh par exemple. L'action de ce champ magnétique se traduit par une déviation proportionnelle du spot. On applique en outre aux plaques déviantes une tension proportionnelle au courant magnétisant et prélevée sur un potentiomètre convenable. Le spot décrit alors la courbe d'hystérésis de la substance ferromagnétique à étudier, dont l'aire est proportionnelle aux pertes par cycle d'hystérésis dans l'unité de volume de la substance. La méthode s'applique aussi bien en basse fréquence qu'en haute fréquence. Voir *fer*, *hystérésis*.

— MESURE DE LA RÉSONANCE. L'oscillographe cathodique se prête évidemment à l'étude de tous les phénomènes de résonance et permet les combinaisons les plus variées. En particulier, pour l'étude des récepteurs, on peut agir sur le taux ou la fréquence de modulation sans changer la fréquence porteuse, et vice-versa. De là découlent les analyses de la fidélité, de la sélectivité, de la distorsion. Voir *résonance*.

— MESURE DU TAUX DE MODULATION. Le montage est celui de la figure 9. Le courant de haute fréquence modulé et le courant modulateur à basse fréquence sont appliqués respectivement aux deux paires de plaques déviantes de l'oscillographe cathodique. Le résultat est une surface trapézoïdale balayée par le spot. Le taux de modulation est égal au rapport de la différence des bases du trapèze à leur somme. La concavité des côtés du trapèze traduit la présence d'harmoniques. Leur convexité est l'indice d'une surmodulation. Voir *modulation*.

— MESURE DES TENSIONS CONTINUES ET ALTERNATIVES. L'oscillographe cathodique peut servir de voltmètre ou plus exactement d'électromètre pour la mesure des tensions continues ou alternatives.

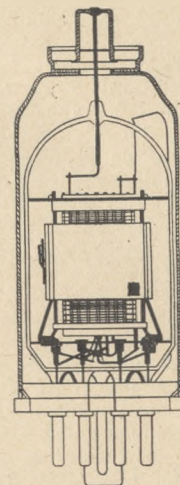
Il est facile de l'étalonner. En général, on obtient une déviation du spot qui est d'environ 0,3 mm par volt et qui permet de mesurer des tensions de l'ordre de 250 V. Comme la consommation de courant est nulle, la méthode peut être employée pour toutes les tensions qui ne peuvent être mesurées au voltmètre. On lit sur la déviation du spot l'amplitude de crête des tensions alternatives. Pour connaître en outre la forme de la tension, il faut étaler le spot au moyen d'un balayage linéaire transversal. Voir ci-dessus *mesures avec balayage*.

(Angl. *Measurement*. — All. *Messung*).

MÉTAL-VERRE. *Lampe métal-verre.* Nom donné aux lampes électroniques en ampoule de verre, recouvertes extérieurement d'une enveloppe de métal.

C'est une formule intermédiaire entre la lampe en verre et la lampe métallique.

Les avantages de cette construction paraissent être les suivants. Le culot, du type « octal » est réduit et commode,

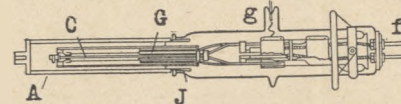


Lampe métal verre. Coupe d'une lampe métal-verre française (Visseaux).

grâce à l'ergot central. L'ampoule est raccourcie, ainsi que la longueur des fils de sortie, d'où diminution de la capacité entre électrodes.

L'enveloppe métallique extérieure forme un blindage continu et très efficace et dispense de tout autre blindage.

Il s'ensuit une surtension appréciable des circuits, se traduisant par un gain d'amplification surtout pour les ondes courtes, ainsi que la suppression de l'effet



Lampe d'émission comportant une anode métallique soudée à l'enveloppe de verre.

microphonique et de l'effet Larsen. On y gagne aussi la disparition des réactions des circuits d'alimentation et de filtration sur les étages de basse fréquence. En outre l'enveloppe de métal rend la lampe plus robuste. Voir *lampe*.

(Angl. *All. Metal-glass*).

MÉTALLIQUE. *Enduit métallique.* Des enduits métalliques sont souvent utilisés pour rendre conductrices certaines surfaces. Ainsi les ampoules en verre des lampes électroniques sont généralement recouvertes d'une peinture métallique dite « silcop », destinée à former écran contre les inductions électriques, magnétiques et électromagnétiques. Un tel écran appliqué directement sur l'ampoule de la lampe dispense de tout autre blindage. Cet enduit métallique aboutit à une borne, à une broche ou à un ergot, qui peut être porté à une tension de polarisation convenable.

La troisième catégorie, contenant les messages généraux, comporte : a) des messages télégraphiques en ondes amorties pour les navires, émis en clair par la station de Basse-Landen; b) des renseignements radiophoniques pour la France et ses côtes.

Les bulletins radiophonés sont émis par la Tour Eiffel depuis le 6 février 1922. Le nombre des émissions quotidiennes fut porté de 1 à 3 en juillet 1922; puis ce nombre fut porté à 5. Chaque émission mentionne le caractère du temps, la direction et la force du vent, l'état du ciel, les précipitations, la température (maximum et minimum) avec ses variations probables, la possibilité de météores (gelée, neige, grêle, etc...). A cette fin, la France a été partagée en 12 régions météorologiques : Nord, Bretagne, Nord-Ouest, de Paris, Nord-Est, Ouest, Centre, Est, Massif Central, Sud-Ouest, Sud, Sud-Est. Le littoral de la France est divisé en cinq secteurs : Manche, Bretagne, Océan, Roussillon, Provence.

En annexe, la notice de l'Office national météorologique publie les tableaux de déchiffrement indiquant les codes chiffrés relatifs à la pression atmosphérique, à la direction du vent en rose de 8, de 16 ou de 32, à la vitesse suivant des échelles uniformes ou progressives, à la température positive ou négative, à l'humidité, à la visibilité, à la hauteur des nuages et de la pluie, à la nébulosité, au temps présent et passé, à l'évolution du temps, aux météores présents et passés, à l'état de la mer et de la houle, à la nature du nuage ou du ciel, à l'heure d'un phénomène, au quartier du globe où se trouve un navire.

— Prospections météorologiques.

Les ondes radioélectriques permettent aussi de recueillir des renseignements météorologiques. Les ballons-sondes qui prospectent la haute atmosphère sont munis d'un petit émetteur radioélectrique dont l'émission est commandée successivement par les indications des appareils de mesure : thermomètre, baromètre et autres. L'ensemble est renfermé sous un capot. Le poste émetteur comporte une seule lampe, entourée par la bobine oscillatrice en fil nu rigide. L'émission, modulée par une sorte d'étoile découpée dans un disque métallique, est manipulée par une clé commandée alternativement par un baromètre à coquille et par un thermomètre bimétallique.

La réception radiogoniométrique à terre permet de calculer la vitesse du ballon-sonde, donc celle du vent aux hautes altitudes.

La hauteur des couches ionisées de la haute atmosphère peut être déterminée par la méthode des échos. Elle consiste à recevoir et à enregistrer les échos des « tops » très brefs, de 0,001 à 0,0001 s, émis par un poste quelconque. Le retard des échos successifs donne la mesure de la double distance des couches stratosphériques.

(Angl. *Meteorology*. — All. *Meteorologie*.)

MÈTRE-AMPÈRE. Unité d'efficacité d'un système d'émission radioélectrique, l'efficacité étant exprimée par le produit du courant efficace maximum, mesuré en ampères, à la base de l'antenne, et de la hauteur effective de l'antenne, mesurée en mètres. De l'efficacité en mètres-ampères d'une station d'émission, notion qui participe à la fois de la puissance de l'émetteur et du rayonnement de l'antenne, dépend la portée d'une émission, toutes choses égales d'ailleurs, en particulier la longueur d'onde. Le champ électrique H et le champ magnétique M , produits en un point à la distance D d'un émetteur de longueur d'onde λ , caractérisé par un courant efficace I à la base de l'antenne de hauteur effective h , ont pour expression :

$$H = M k \frac{hI}{\lambda D}$$

Le produit hI mesure l'efficacité de la station d'émission en mètres-ampères. D'après la formule d'Austin, l'intensité i du courant de réception est liée à l'efficacité de la station d'émission par la relation suivante, vérifiée pour les ondes longues :

$$i = \frac{120\pi}{R} \frac{hI}{\lambda D} l e^{-0.0015 \frac{D}{\lambda}}$$

où R et l sont la résistance et la hauteur effective de l'antenne de réception. Enfin, la puissance rayonnée par une antenne dépend de l'efficacité hI de la station d'émission suivant l'expression :

$$P = 1600 \left(\frac{hI}{\lambda} \right)^2$$

P étant exprimé en watts si I l'est en ampères.

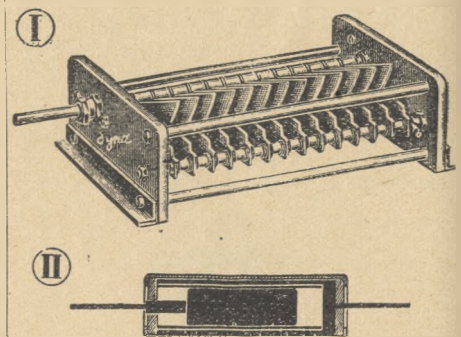
(Angl., All. *Meter-ampere*.)

MHO. Unité de conductance du système pratique d'unités électriques. Un *mho* est la conductance d'un conducteur dont la résistance est 1 ohm. Le terme de *mho* est l'inverse du mot ohm, pour rappeler qu'il caractérise l'unité de la fonction inverse de la résistance.

(Angl., All. *Mho*.)

MICA. Composé minéral (silico-aluminate de potasse de fer et de magnésie). On le trouve naturellement sous forme de divers composés, notamment la moscovite $[(Mg, K^2, Na^2) SiO_3]^m$, $[(Al^2, Fe^2) O^3 (SiO_2)^3]^n$ ou de biotite dont la formule est $[(MgSi O^3)^n + (Al^2, Fe^2) O^3 (SiO_2)^3]$. Le mica se présente sous la forme de cristaux clivables en lamelles plates très minces et très élastiques pouvant atteindre la finesse de 0,006 mm et supportant sans se briser de grandes variations de température. Il conserve ses propriétés diélectriques jusque vers 1.000° C. Ses qualités diélectriques sont remarquables. Sa rigidité diélectrique atteint 18.000 à 28.000 volts par mm. dans l'air sec. Elle peut atteindre 5.000 kV : cm pour

une épaisseur inférieure à 0,01 mm. Sa constante diélectrique est de l'ordre de 5 à 8. Sa résistivité atteint 84 mégohms-



Condensateurs au mica : I. Condensateur variable d'émission dont les flasques en mica peuvent supporter une tension de 5.000 volts. — II. Condensateur fixe comportant une feuille de mica serrée entre un cylindre massif de laiton et un tube de laiton.

centimètres carrés par centimètre à 20° C. On l'emploie sous forme de feuille plate ou roulée pour l'isolement des condensateurs fixes de disques pour diaphragmes de pièces découpées de diverses formes pour l'isolement des bornes et autres pièces de décolletage. Voir *isolant*.

(Angl. *Mica*. — All. *Mika*.)

MICANITE. Substance isolante artificielle obtenue en agglomérant, sous forme de feuille, au moyen de gomme laque ou d'une autre matière, des déchets de mica clivé. En raison de sa texture, son isolement est plus régulier que celui du mica naturel. La micanite sert à la confection de tissus isolants et aussi d'isolateurs moulés pour courants électriques à tension relativement élevée. La résistivité varie de 300 mégohms-centimètres carrés par centimètre pour le tissu, à 1.250 pour le papier micanite, à 2.000 pour les plaques et à 2.500 pour les objets moulés.

(Angl. *Micanite*. — All. *Mikanit*.)

MICARTA. Substance isolante homogène à base de mica, ayant une résistance mécanique supérieure à celle de la fibre. Utilisée comme succédané de l'ébonite pour certaines pièces d'interrupteurs, commutateurs, boutons de condensateurs et de rhéostats. Insoluble dans la plupart des solvants industriels, non hygrométrique.

(Angl., All. *Micarta*.)

MICROAMPÈRE. Unité sous-multiple de courant électrique valant un millionième d'ampère ou 10^{-6} ampère. Abréviation μA . Le microampère est un courant très faible, de l'ordre de ceux qu'induit le champ électromagnétique extérieur dans une antenne ou un cadre de réception. C'est aussi l'ordre de grandeur du courant minimum susceptible d'actionner la membrane d'un récepteur téléphonique. Voir *ampère*.

MICROFARAD. Unité de capacité électrique égale à la millionième partie de l'unité du système pratique, le *farad*. Le microfarad et ses sous-multiples, millièmes et millionième de microfarad, sont utilisés couramment pour la mesure des capacités en radioélectricité. Abréviation μF . Voir *farad*, *condensateur*, *capacité*.

Pratiquement, on se sert surtout du millième de microfarad, $\text{m}\mu\text{F}$, et du millionième de microfarad, $\mu\mu\text{F}$. Toutefois, dans le système C. G. S. des unités électrostatiques, utilisé en physique, on exprime couramment les capacités en unités e. s. auxquelles on a donné, à tort le nom de *centimètre*, en raison de l'homogénéité des équations aux dimensions. Le *centimètre* étant normalement utilisé en Allemagne, nous indiquons dans le tableau ci-après la correspondance de ces diverses unités de capacité.

Correspondance entre les diverses mesures de capacité électrostatique.

Millièmes de Microfarad	Micromicrofarads	Centimètres.
0,05	50	45
0,1	100	90
0,15	150	135
0,2	200	180
0,25	250	225
0,3	300	270
0,4	400	360
0,5	500	450
0,75	750	675
1	1.000	900
2	2.000	1.800
3	3.000	2.700
4	4.000	3.600
5	5.000	4.500
6	6.000	5.400
8	8.000	7.200
10	10.000	9.000
20	20.000	18.000
30	30.000	27.000
40	40.000	36.000
50	50.000	45.000
100	100.000	90.000
250	250.000	225.000
500	500.000	450.000
1.000	1.000.000	900.000

MICROHENRY. Unité d'inductance égale à la millionième partie de l'unité du système pratique, le *henry*. Le microhenry et ses sous-multiples, millièmes et millionième de microhenry, sont utilisés couramment en radioélectricité pour la mesure des self- et mutuelles inductances.

Abréviation μH . Voir *henry*, *inductance*.

MICROHM. Unité de résistance égale à la millionième partie de l'unité du système pratique, l'*ohm*. Abréviation $\mu\Omega$. Le microhm ou plutôt son unité dérivée, le microhm-centimètre, est utilisé pour la mesure de la *résistivité* ou résistance électrique spécifique des conducteurs. Voir *résistivité*.

MICROMÈTRE. Sorte de compas d'épaisseur à vis micrométrique permettant d'apprécier des épaisseurs de l'ordre de quelques centimètres au plus, avec une approximation de 1 centième de millimètre environ. Par extension, système à vis micrométrique permettant de régler un faible écartement avec une grande approximation. Les *éclateurs* sont parfois munis d'une vis micrométrique. C'est le cas, en particulier, de l'éclateur du circuit oscillant récepteur connu sous le nom de *résonateur* de Hertz (voir *Hertz*) dont la longueur et, par suite, la longueur d'onde sont réglées par ce moyen. En outre, les éclateurs micrométriques sont utilisés dans les *parafoudres* et *limiteurs de tension* chargés d'écouler à la terre les surtensions dangereuses qui prennent naissance sur les lignes et sur les antennes.

(Angl. *Micrometer*. — All. *Mikrometer*.)

MICROMÉTRIQUE. Cadran micrométrique, échelle micrométrique. Cadran ou échelle qui permet l'observation de déplacements très faibles de l'index. Dans les appareils de grande précision, l'observation de ces déplacements est faite à la lunette et mesurée au micromètre.

(Angl. *Micrometric*. — All. *Mikrometrisch*.)

MICRON. Unité de longueur sous-multiple, égale à un millième de millimètre. Abréviation μ . Le micron est utilisé pour la mesure des très petites longueurs d'onde, telles que celles des ondes infra-rouges, ultra-violettes et lumineuses (0,4 à 0,8 μ).

(Angl. *Micron*. — All. *Mikron*.)

MICRO-ONDES. Ondes dont la longueur d'onde est de l'ordre du centimètre ou du décimètre. On les appelait autrefois *ondes optiques*, parce que, se propageant en ligne droite, elles sont arrêtées par les obstacles. G. Marconi a montré en août 1932 que, contrairement aux rayons lumineux, ces ondes peuvent contourner l'horizon et franchir une distance double de la portée géométrique. Différentes communications ont déjà été réalisées sur ce principe, en particulier la liaison entre la Cité du Vatican et la propriété pontificale de Castelgandolfo, et la liaison France-Angleterre.

La liaison radiotéléphonique France-Angleterre a été établie entre les aérodromes de Lympne et Saint-Inglevert sur ondes de 18 cm de longueur d'onde. Les antennes d'émission et de réception ont moins de 2,5 cm. Le puissance mise en jeu n'est que de 0,5 w, soit sensiblement celle qui suffit à allumer une lampe de poche.

A la station émettrice la modulation de la voix est transmise à un dispositif appelé lampe « micro radion ». Dans cette lampe, dont l'aspect ne diffère pas essentiellement de celui d'une lampe électro-ordinaire, sont engendrées des ondes

dont la fréquence est de 1.600 millions. Les micro-ondes sont ensuite conduites par une courte ligne de transmission à une antenne d'émission mesurant moins de 2,5 cm de longueur; elles sont concentrées par une combinaison ingénieuse de deux réflecteurs en un mince faisceau de rayons assez analogues aux rayons lumineux envoyés par un projecteur. Le réflecteur d'émission mesure environ 3 mètres de diamètre et est disposé face à la direction de la station de réception correspondante. A Douvres, les microrayons sont reçus sur un autre jeu de réflecteurs et concentrés sur une autre antenne ayant environ 2,5 cm. Ils sont alors transformés par l'intermédiaire d'une autre lampe « micro-radion », en des courants permettant d'actionner un téléphone ordinaire. A chaque station, l'émetteur et le récepteur sont espacés d'environ 100 mètres et sont reliés afin de permettre l'établissement d'un circuit complet. Outre les conversations téléphoniques, une autre démonstration des possibilités d'emploi de ces nouveaux rayons a été fournie par l'utilisation d'un système de transmission d'images. Les machines avaient été installées pour transmettre des documents de Calais à Douvres. Des pages imprimées, placées dans la machine à Calais furent reproduites à Douvres à la vitesse d'une page par minute approximativement, ce qui représente non seulement un grand progrès par rapport à la vitesse des systèmes télégraphiques existants, mais une économie dans les dépenses d'exploitation, puisqu'il n'y a aucune opération de manipulation, dactylographie ou autre préparation de message lors de la transmission.

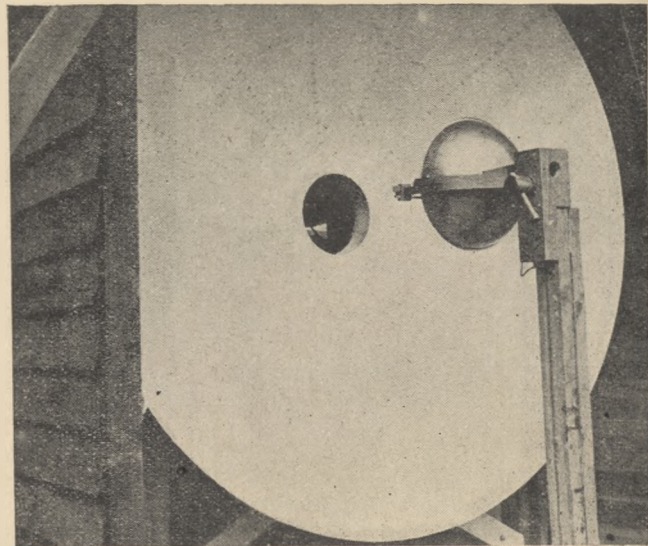
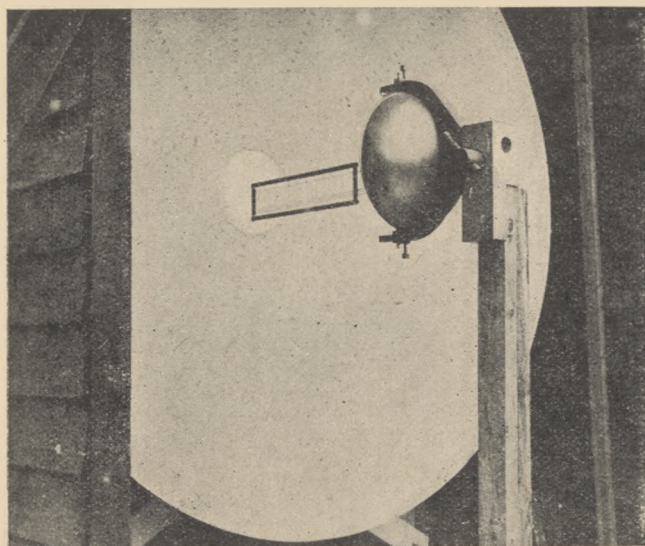
Les micro-ondes ne sont pas sujettes aux évanouissements si nuisibles pour les radiocommunications habituelles. Elles ne sont pas absorbées par la pluie ou le brouillard comme le sont les rayons lumineux.

En admettant que la différence entre les fréquences soit la même que celle qu'il est nécessaire d'utiliser pour les émetteurs actuels, on pourrait cependant envisager, dans ce nouveau domaine, la possibilité d'installer environ 250.000 émetteurs employant les micro-ondes, sans provoquer aucune interférence entre eux. Il est encore plus remarquable de signaler que s'il était physiquement possible de grouper un nombre aussi énorme de stations dans la même localité, elles fonctionneraient cependant parfaitement.

On a calculé que le nombre de longueurs d'onde, correspondant aux micro-ondes utilisables entre 10 et 100 cm est 9 fois plus grand que pour tout l'ensemble du champ électromagnétique dont on se sert ordinairement.

Bien que la distance d'utilisation de deux stations correspondant par micro-ondes soit limitée à 80 km environ, ce ne serait pas un obstacle à l'établissement de liaisons à grandes distances.

Quoique les micro-ondes se propagent en ligne droite, il est possible de leur faire contourner des angles, s'il est nécessaire,



Émetteur et récepteur à réflecteurs paraboliques pour micro-ondes installés à Calais (photo L. M. T.).

grâce à l'emploi de miroirs ou de prismes spéciaux. L'emploi de ces ondes, qui ne sont pas affectées par les conditions météorologiques, telles que le brouillard et la pluie, augmentera beaucoup l'efficacité des phares particulièrement pendant la période où ils sont les moins efficaces et les plus nécessaires, c'est-à-dire lorsque la visibilité est mauvaise. Les micro-ondes offrent des possibilités pour établir des communications secrètes entre des avions et le sol, ou entre les divers bâtiments d'un flotte en mer. Une autre application intéressante sera leur emploi pour l'atterrissage des avions dans la nuit ou le brouillard. Il semble également que ce dispositif fournira un moyen efficace pour le repérage réciproque des navires par temps de brouillard.

(Angl. *Microwave*. — All. *Microwellen*.)

MICROPHONE. Dispositif qui, sous l'action d'un système acoustique, peut modifier la puissance électrique communiquée à un circuit suivant la forme des vibrations sonores. Exemple : microphone à charbon, électromagnétique, mécanique, etc... (C. E. I., 1934).

Appareil électroacoustique, actionné par l'énergie mécanique qu'il reçoit des vibrations sonores et fournissant de l'énergie à un système électrique, la forme d'onde étant la même dans le système acoustique et dans le circuit électrique.

En principe, le microphone doit produire des variations de courant rigoureusement proportionnelles aux variations d'intensité sonore qui leur donnent naissance. En fait, les organes mécaniques, électriques, magnétiques, interposés entre l'onde sonore et le courant, introduisent des déformations parfois gênantes, dues à ce que leur inertie et leurs résonances propres ne leur permettent pas de suivre fidèlement ces vibrations. Pratiquement,

un microphone n'est fidèle que dans la mesure où ses vibrations sont très faibles et, par suite, son rendement très médiocre. On compense ces inconvénients en amplifiant le courant microphonique au moyen d'appareils à lampes. L'amplification microphonique n'introduit que peu de distorsion, mais elle est limitée par l'amplification simultanée des bruits parasites qui constituent ce qu'on appelle le « bruit de fond », plus ou moins prononcé, des émissions radiophoniques.

Les divers microphones utilisés en pratique appartiennent aux catégories suivantes que nous étudions ci-après :

— **Microphone à bobine mobile.** Voir *microphone électrodynamique*.

— **Microphone combiné.** Voir *micro-téléphone*.

— **Microphone à condensateur ou électrostatique.** Appareil constitué essentiellement par un condensateur dont une armature se déforme sous l'action des ondes sonores, en faisant varier proportionnellement la capacité. La lame d'air qui sépare les armatures n'a guère que 2 millièmes de millimètre d'épaisseur. La membrane vibrante en acier est fortement tendue et ce microphone peut reproduire des fréquences élevées. C'est un appareil fidèle, très amorti, mais très sensible. Ses inconvénients résident dans la faible valeur de sa capacité (0,0005 microfarad environ) qui exige des connexions courtes et protégées contre l'induction, ainsi que dans la faiblesse de son rendement qui exige une amplification considérable, réalisée généralement au moyen d'un amplificateur à résistances.

Le principal avantage des microphones électrostatiques est de supprimer le bruit de fond inhérent aux microphones à contact. Leur courbe de fréquence peut être fortement compensée. Toutefois, la

dépense d'installation est plus grande, car il faut prévoir une amplification considérable. De 500 à 3.000 p : s, la courbe de réponse accuse une différence de 10 décibels. Pour les fréquences supérieures à 7.000 p : s, la caractéristique descend rapidement.

Le microphone à condensateur possède un diaphragme constitué par une feuille de duralumin de 40 cm de diamètre utile et de 27 microns d'épaisseur, très fortement tendue pour présenter une résonance propre élevée, aux environs de 5.000 p : s. L'écartement entre cette feuille, formant armature mobile, et l'armature fixe, formant le fond du boîtier est de 25 microns. L'amortissement est obtenu par un jeu de rainures à angle droit à la surface de l'armature fixe, avec trous cylindroconiques perforés aux intersections des rainures, établissant une communication pneumatique avec une chambre postérieure. Dans cette chambre est tendue une membrane de soie, formant filtre d'air. A la périphérie, les rainures sont obstruées par un anneau serré contre l'épaule.

Dressées avec une approximation de 2 microns au moyen de poudre très fine de carborundum, les surfaces sont vérifiées par des méthodes interférentielles. L'écartement du diaphragme est obtenu à l'aide de couronnes de mica très fines. La tension est réglée au moyen de deux bagues agissant en opposition. On vérifie que la résonance est obtenue pour la fréquence de 5.000 p : s. Le montage du microphone est fait à l'abri des poussières et de l'humidité. Les cavités intérieures sont ensuite remplies d'azote. La chambre microphonique est pourvue d'un diaphragme compensateur, souple et étanche. Le trou central du boîtier égalise les pressions statiques de part et d'autre du diaphragme.

Le microphone est monté en série avec une résistance R de valeur élevée et pola-

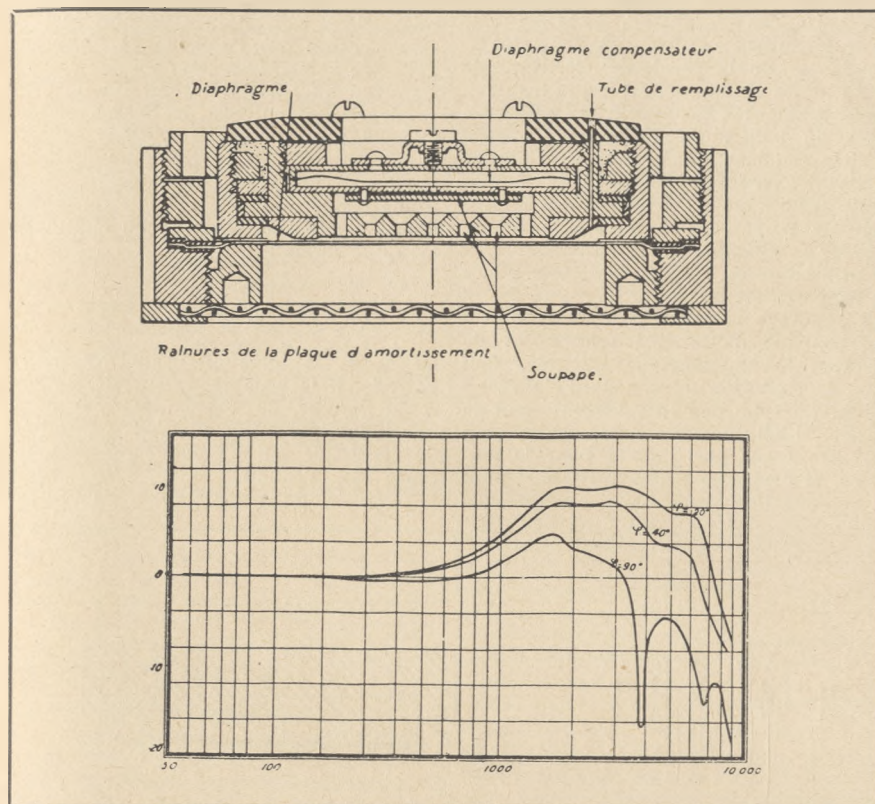
risé par une force électromotrice de 300 V. La capacité du microphone a pour expression :

$$C = C_0 + C_1 \sin \omega t.$$

C_0 étant la valeur moyenne de la capacité et C_1 l'amplitude de la partie variable

tinu qui jaillit dans l'air entre les électrodes d'un éclateur. Lorsqu'on parle devant ce microphone, les ondes sonores impressionnent directement le flux d'électrons de l'arc électrique et modulent le courant microphonique. L'intérêt de cet appareil est qu'il ne possède aucun organe

précautions sont prises pour éviter la résonance mécanique. On établit notamment une communication par tube entre la chambre à air et l'extérieur. Les éléments sont calculés en sorte que, pour les basses fréquences, alors que les amplitudes sont plus faibles, les pressions agissant sur les deux faces de la membrane soient en opposition de phase et que l'action de l'onde directe soit renforcée.

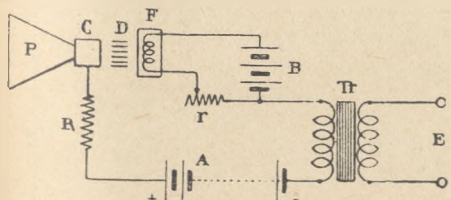


Microphone électrostatique ou à condensateur : I. Coupe du microphone. — II. Courbe de réponse.

par déformation électrique. Pour que la réponse soit fidèle, il faut que C_1 soit petit par rapport à C_0 , donc que le microphone soit peu sensible.

(Angl. Condenser Microphone, Transmitter. — All. Elektrostatishes Mikrofon.)

— **Microphone à cristal.** Voir microphone piézoélectrique.



Microphone à décharge ou kathodophone : P, pavillon; Tr, transformateur; r, rhéostat de chauffage; A, batterie de 500 volts; B, batterie de chauffage de 16 volts; E, vers l'émetteur; R, résistance de 300.000 ohms; D, flux d'électrons impressionné par la voix.

— **Microphone à décharge ou à étincelle.** Appareil comportant essentiellement un arc électrique à courant con-

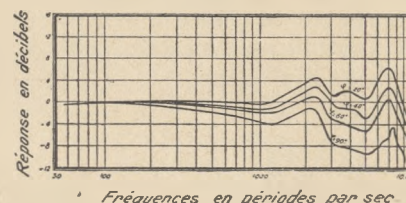
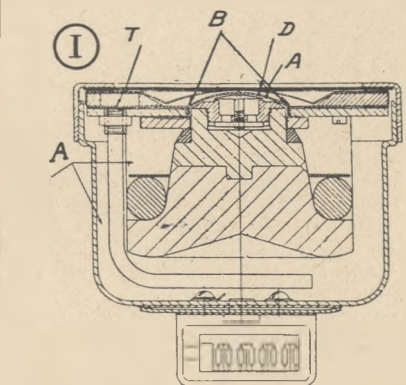
tinu vibrant et est dépourvu de toute inertie.

(Angl. Glow Discharge Microphone. — All. Entladungsmikrophon.)

— **Microphone électrodynamique.** Ce type de microphone, dit aussi à bobine mobile, repose sur le même principe que le haut-parleur électrodynamique.

Ces appareils peuvent reproduire toutes les fréquences depuis 35 jusqu'à 10.000 p : s. Certains sont dépourvus de pouvoir directif. Leur impédance est variable.

La coupe d'un microphone électrodynamique est indiquée sur la figure. Le diaphragme est une sorte de couvercle en duralumin, sur le bord duquel est enroulée la bobine mobile, qui se trouve ainsi logée dans l'entrefer du circuit magnétique. La disposition spéciale du diaphragme augmente l'impédance en basse fréquence. Les vibrations mécaniques du diaphragme se transforment en forces électromotrices induites dans la bobine mobile, et qui sont directement proportionnelles à la vitesse de vibration et inversement proportionnelles à l'impédance mécanique du diaphragme. Quelques



Microphone électrodynamique : I. Coupe d'un microphone électrodynamique : A, chambres à air; B, bobine mobile; D, diaphragme; T, tube d'air.

La bobine mobile est reliée à un transformateur élévateur de rapport 100. Il est préférable que le microphone fonctionne sans tension de polarisation.

Les avantages de ce microphone sont les suivants :

1. Possibilité de le placer assez loin du premier amplificateur;
2. Possibilité de l'utiliser à une distance notable de la source sonore;
3. Réduction considérable de l'importance des bruits extérieurs.

— **Microphone électromagnétique.** Ce type de microphone possède un conducteur impressionné par les ondes sonores, directement ou indirectement, et vibrant dans un champ magnétique puissant. Le champ est produit par des électroaimants à grand nombre de spires ou par des aimants permanents.

Le modèle français classique (S. F. R.) comporte un enroulement inducteur central entouré par la masse du circuit magnétique formant boîtier. Entre le noyau central et la carcasse magnétique est ménagé un entrefer de petite dimension dans lequel peut se mouvoir une petite bobine légère, solidaire de la membrane qui repose sur un feutrage. Les vibrations de la membrane, communiquées à la bobine,

font naître dans cette bobine un courant microphonique d'induction, qui varie en sens inverse de la fréquence en favorisant les notes basses de la voix et de la musique. On compense ce défaut en amplifiant le courant microphonique au moyen d'un montage à impédance et capacité de liaison, qui favorise les fréquences élevées.

Un modèle anglais (Sykes-Round) est conçu sur un type analogue, avec cette différence que la bobine est plate et repose sur le circuit magnétique, avec interposition d'une couche d'ouate. Ce genre de microphone est si sensible qu'il est indispensable de l'isoler mécaniquement au moyen d'une suspension élastique en caoutchouc, ainsi que les lampes de l'amplificateur microphonique.

Dans le modèle allemand (Siemens et Halske), la bobine est remplacée par une lame verticale tendue, vibrant à la manière d'un équipement d'oscillographe, dans le champ d'un puissant électro-aimant. Voir *microphone à ruban*.

(Angl. *Electromagnetic Transmitter*. — All. *Elektromagnetisches Mikrophon*.)

— **Microphone à grenaille de charbon.** Ce microphone est utilisé depuis très longtemps pour la téléphonie avec fil. Son

principe est basé sur les variations de résistance électrique qu'éprouve une masse de grenaille de charbon en fonction de la pression exercée contre une ou plusieurs de ses parois.

En pratique, les ondes sonores transmettent à la membrane du microphone des vibrations élastiques qui produisent des variations de pression de la grenaille et se traduisent par des variations correspondantes de la résistance électrique de cette masse et du courant qui la traverse. La grenaille est généralement renfermée dans un boîtier en forme de cuvette, épaisse et inerte, que ferme la membrane reposant sur une rondelle de feutre. Cette membrane est extrêmement tendue afin de posséder une fréquence propre élevée; la chambre d'air enfermée entre la membrane et le boîtier est très mince et l'appareil est très amorti.

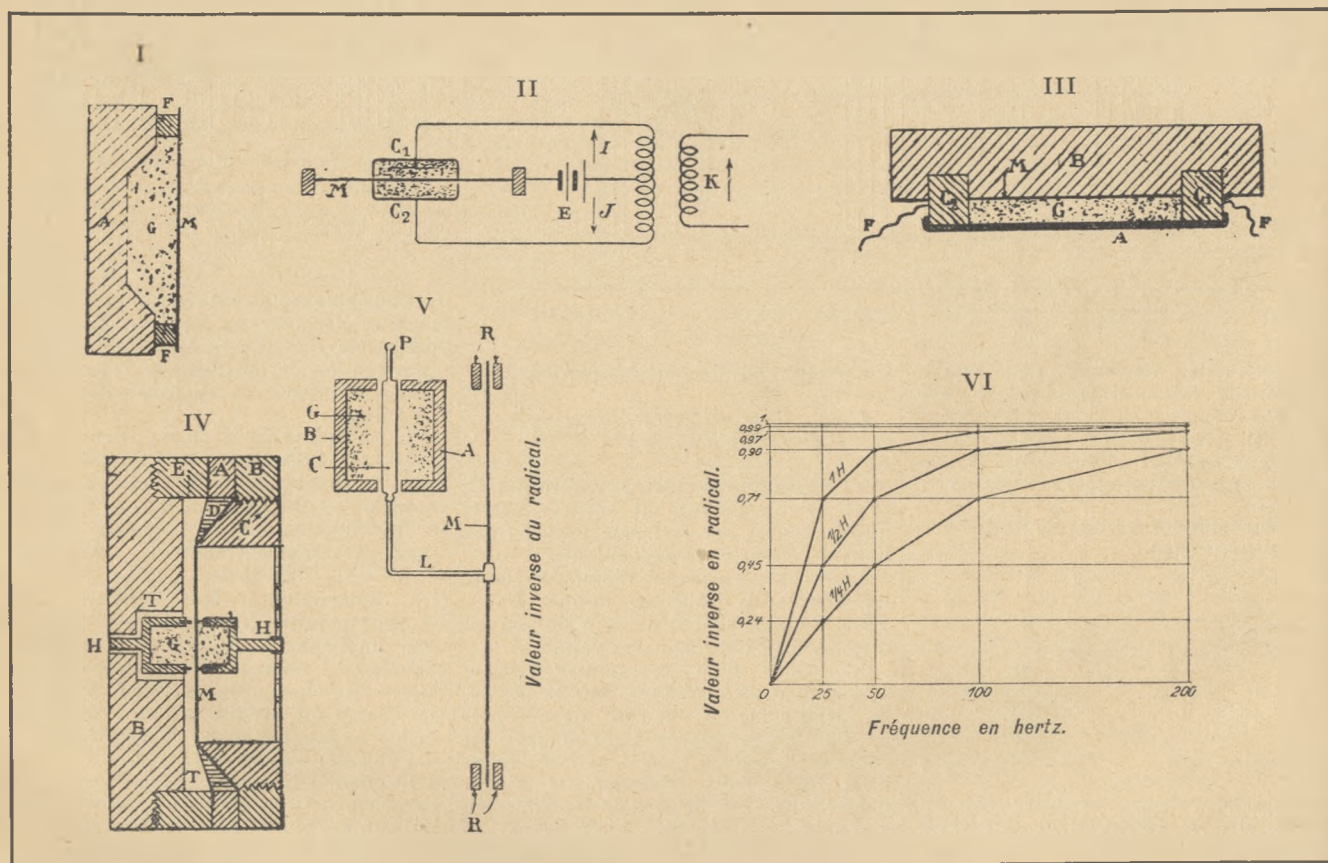
L'avantage essentiel du microphone à charbon est d'être très sensible et de dispenser d'amplificateur d'entrée, sauf pour la captation du son dans de vastes salles. Ce type convient surtout pour la parole, l'influence des distorsions non linéaires étant plus grande pour la musique. Il peut être employé tel quel pour la reproduction directe par haut-parleur.

Pour l'enregistrement des disques, il faut réduire l'amplitude des basses fréquences.

Le montage comporte obligatoirement un transformateur élévateur, tant en raison du rapport élevé de l'impédance du circuit de grille de la lampe d'entrée à celle du circuit du microphone, qu'en raison de la séparation nécessaire du courant continu qui l'alimente. Ce courant doit être assez faible pour ne pas saturer le noyau du transformateur. On ne peut employer une batterie de tension élevée, puisque à partir d'une certaine tension le microphone fait entendre un bruit de fond caractéristique. On placera le transformateur le plus près possible du microphone. La tension recueillie au secondaire est de la forme :

$$U = E n \frac{\Delta R}{R} \frac{1}{\sqrt{(R/L\omega)^2 + 1}},$$

où E est la force électromotrice de la batterie, n le rapport de transformation, R la somme de toutes les résistances non inductives du circuit, ΔR la variation de résistance du microphone, L l'inductance du primaire, $\omega = 2\pi f$, f étant la fréquence de la modulation. On ne peut



Microphones à grenaille de charbon : I. Schéma de principe : A, cuvette; G, grenaille de charbon; F, rondelle en feutrage; M, membrane conductrice. — II. Montage du microphone Western : M, membrane; C₁, C₂, capsules à grenaille; E, pile de polarisation; I, J, sens des courants dans le transformateur K. — III. Coupe du microphone Reiss : A, membrane; B, cuvette en marbre; M, paroi; C₁, C₂, bornes métalliques; F, fils de connexion. — IV. Coupe du microphone Western : A, B, C, D, E, bagues servant à tendre la membrane M; H, cuvettes conductrices pourvues d'une rondelle en feutre encastrée sur leur bord; B, boîtier du microphone ménageant une chambre d'air T; G, grenaille de charbon. — V. Microphone Bristol : P, point fixe; C, cloison en charbon; A, R, capsules microphoniques; G, grenaille; L, levier; M, membrane; R, rondelles de calage. — VI. Variation en fonction de la fréquence, et pour différentes valeurs de l'inductance, de la valeur inverse du radical dans l'expression donnant la tension microphonique d'un microphone à grenaille.

élever par trop le nombre de spires du transformateur sans augmenter la capacité répartie et nuire à la transmission des hautes fréquences. Et la variation relative de résistance doit être aussi grande que possible. Il y a également intérêt à ce que l'inductance soit élevée par rapport à la résistance. D'autre part, la fraction contenant le radical varie en fonction de la fréquence et tend rapidement vers l'unité lorsque la fréquence dépasse 100 p : s, comme l'indique le graphique de la figure VI. Lorsque l'inductance est trop faible, les notes basses sont sacrifiées.

Afin d'éviter les effets de distorsion, la plupart des microphones à grenaille (Western Electric Co, Bristol) sont équilibrés grâce à un montage symétrique des deux capsules de part et d'autre de la membrane vibrante. Le schéma est assez analogue à celui d'un amplificateur équilibré ou « push-pull ». La source de courant est intercalée entre la membrane et le point milieu du primaire du transformateur microphonique. L'intérêt primordial de ce montage différentiel est de faire disparaître par compensation un harmonique gênant sur la fréquence double de la vibration fondamentale, ainsi que d'autres harmoniques provenant de ce que la résistance ne varie pas linéairement en fonction de la pression.

Dans le microphone Bristol, la membrane attaque un levier, fixé en son centre, lequel commande une cloison en charbon, articulée à l'extrémité opposée au levier; les capsules sont réparties de part et d'autre de cette cloison.

L'un des appareils à grenaille dont la sensibilité paraît la plus égale est le microphone Reiss, dont la masse vibrante est serrée contre la membrane et une lourde cuvette en marbre. La grenaille est constituée par un mélange savamment dosé de grains de divers diamètres, de telle sorte que la masse n'entre pas en résonance pour une fréquence propre déterminée et que sa sensibilité est également répartie sur la gamme des fréquences acoustiques.

Un modèle portatif assez curieux de microphone à grenaille comporte un boîtier cylindrique de petites dimensions dont le fond est revêtu d'une calotte sphérique creusée dans un bloc de charbon. Le diaphragme est en mica et porte en son centre un hémisphère de charbon qui vient s'appliquer contre le premier avec interposition d'une couche de grenaille de charbon. Les connexions aboutissent au centre du diaphragme et au boîtier.

Le microphone pour les postes de téléphonie sur ligne est un appareil à grenaille asymétrique connu sous le nom anglais de *solid-back*, c'est-à-dire de microphone à fond solide, autrement dit à fond non vibrant. La membrane transmet, au moyen d'un levier central, les vibrations à la capsule de grenaille, serrée entre deux disques de charbon.

Certains modèles font usage d'un transformateur différentiel (push-pull) pour éviter les distorsions non linéaires. Dans d'autres, un certain nombre de capsules sont placées en parallèle.

Suivant la disposition adoptée, la résistance des microphones au charbon varie entre 25 et 250 ohms environ.

Pour les radioreportages, on a établi un type de microphone lilliputien, qu'on peut accrocher à la boutonnière; alimenté par un accumulateur de poche de 4 volts, il attaque un transformateur de rapport 25 et possède un rhéostat de réglage.

(Angl. *Carbon Grain Transmitter*. — All. *Kohlekornermikrophon*.)

— **Microphone à Impédance.** Voir *microphone à ruban*.

— **Microphones ioniques et à flamme, kathodophone.** Le microphone à flamme comporte deux électrodes de platine introduites dans une flamme de gaz qu'on a rendue conductrice au moyen de vapeurs de sels métalliques. Le circuit microphonique se ferme par ces électrodes à travers la flamme. Les variations de pression des ondes sonores se traduisent par des vacillations de la flamme, dont la résistance varie proportionnellement. Cet appareil donne une reproduction fidèle, mais à condition que la flamme soit très soigneusement tenue à l'abri des courants d'air.

Il existe un autre type de microphone à flamme, dit *microphone manométrique* de Königs. Dans cet appareil, les vibrations sonores sont transmises par l'intermédiaire d'une membrane en caoutchouc à une flamme enfermée dans un boîtier. La flamme éprouve des variations de hauteur correspondante, invisibles directement parce que trop rapides. Mais les variations d'éclat sont analysées par un miroir tournant et concentrées par un système optique sur une cellule de sélénium qui les transforme en modulations du courant microphonique. Ce système a été abandonné en raison de son manque de sensibilité.

Le *kathodophone* comporte les éléments d'une valve thermoionique, mais dans l'air au lieu d'être placée dans le vide. La cathode incandescente, filament de gros diamètre, est alimentée sous 16 volts; l'anode sous 500 volts par l'intermédiaire d'une résistance de 300.000 ohms. Le flux d'électrons qui chemine entre la cathode et l'anode ionise l'air ambiant. Les vibrations sonores déterminent la modulation du flux ionique en l'absence d'aucun organe inerte. L'irrégularité des phénomènes de décharge à la surface de la cathode est une cause de troubles dans l'exploitation. Voir *kathodophone*.

Ces divers types de microphones sont actuellement inutilisés.

(Angl. *Flame, Ionic Transmitter*. — All. *Flammen, — Ionenmikrophon*.)

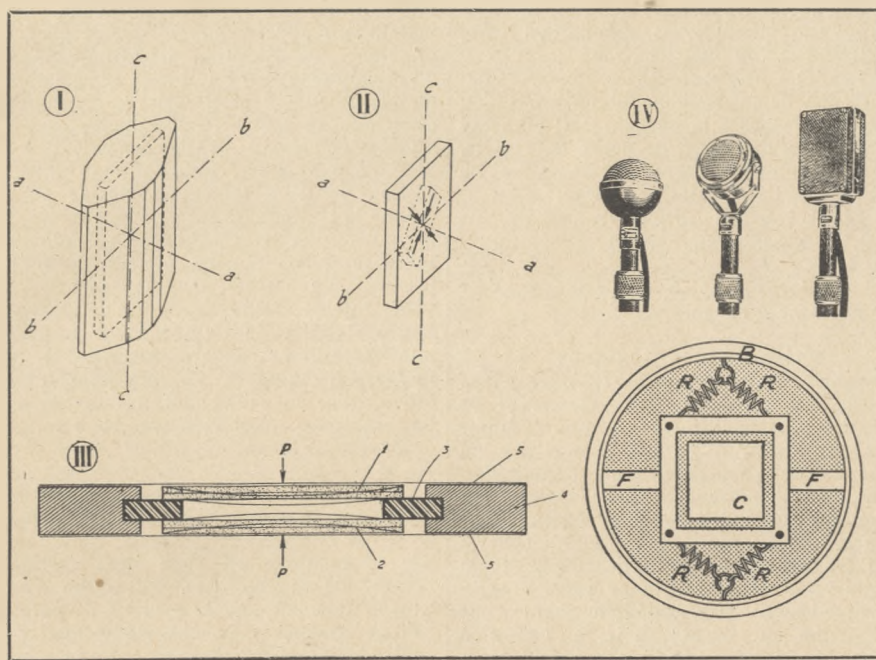
— **Microphone à liquide.** Un certain nombre de microphones appartenant à des types variés ont été utilisés en radiophonie et sont actuellement abandonnés. Tels sont, notamment, les *microphones à liquide*. — Dans le microphone de Majorana, un filet liquide conducteur s'échappe d'une tubulure étroite et vient établir

un contact électrique entre deux fils métalliques pour fermer le circuit microphonique. Les vibrations de la membrane du microphone sont imprimées à la colonne de liquide et font ainsi varier la résistance électrique du contact. — Le microphone à liquide de Vanni utilise également un filet d'eau acidulée, tombant sur l'intersection de deux lames de platine pour établir le contact. D'autres types mettent à contribution les variations de conductibilité produites par les modifications de pression, de section, de longueur de la veine liquide. Dans l'appareil de Jervis-Smith, le filet de liquide vient heurter une légère flèche solidaire du centre de la membrane vibrante et amplifiant les oscillations; on utilise alors les variations de résistance électrique de la colonne de liquide de longueur variable.

— **Microphones multiples.** Dans le début de la radiophonie, on a utilisé aussi des *microphones multiples*, constitués par le montage en série d'un certain nombre de microphones. On utilise également des microphones associés en parallèle et groupés dans un même boîtier, contre la même membrane.

— **Microphone non-directionnel.** Microphone dont la sensibilité reste constante dans toutes les directions et, particulièrement, dans tous les azimuts. On construit actuellement de tels microphones, dont la membrane est généralement horizontale et dirigée vers le haut. Ils sont enfermés dans des boîtiers perforés, dont les qualités de résonance acoustique ont été étudiées. Ce sont des cylindres munis de trous ou des sphères pourvues de fentes annulaires. Ils conviennent spécialement pour les salles et les orchestres. Leur courbe de réponse est sensiblement rectiligne entre 30 et 10.000 p : s. Le niveau moyen de sortie est de 64 à 70 décibels environ.

— **Microphone piézoélectrique.** Cet appareil est basé sur les propriétés piézoélectriques du sel de Rochelle ou tartrate double de soude et de potasse. On taille dans un cristal de ce sel des lames orientées convenablement. On utilise un ensemble de deux lames superposées, appelé élément *bimorphe*. Lorsqu'une tension électrique est appliquée à l'ensemble, cet élément s'incurve, l'une des lames se contractant et l'autre s'allongeant. Inversement une déformation élastique de l'élément produit une force électromotrice. La cellule sonore est constituée par deux éléments bimorphes, montés dans un boîtier en bakélite, où ils sont séparés par une couronne formant amortisseur. Les électrodes d'argent de chaque élément aboutissent au point de contact avec le boîtier et sont d'ordinaire montées en parallèle. L'assemblage est noyé dans la paraffine pour éviter les poussières et l'humidité. Comme la tension électrique induite tend à amortir les pressions mécaniques produites par des chocs et des vibrations, le microphone piézoélectrique peut être monté sans



Microphone piézoélectrique : I. Cristal de sel de Rochelle, montrant les plans de la taille. — II. Pressions piézoélectriques se manifestant sur la lame de cristal. — III. Coupe transversale d'une cellule piézoélectrique : 1 et 2, plaques vibrantes; 3, anneaux séparateurs et amortisseurs; 4, Boîtier en bakélite; 5, Membrane; P, P direction de la pression acoustique incidente. — IV. Divers types de microphones piézoélectriques. — V. Section d'un microphone de forme sphérique : B, boîtier perforé; R, ressorts de suspension; C, cellules piézoélectriques; F, feutrage.

suspension spéciale; il reste muet dans le vent. Les lames sont minces, environ 0,2 mm d'épaisseur. On fait en sorte que leur fréquence propre soit moins élevée que celles à reproduire.

La courbe de réponse est plate jusqu'à 6.000 p : s; au delà, elle se relève légèrement. Cette forme compense les pertes qui se produisent dans les circuits, si bien qu'on peut considérer l'instrument comme fidèle jusqu'à 10.000 p : s.

Le microphone piézoélectrique ne demande ni tension de polarisation, ni courant d'excitation. Il est généralement constitué par un ensemble de cellules, une dizaine, par exemple, associées en parallèle et montées sur des ressorts pour éviter les chocs d'une certaine violence. Le tout est recouvert d'un manchon de toile métallique.

— **Microphone piézostatique.** Synonyme de *microphone piézoélectrique*. Voir ci-dessus.

— **Microphone à ruban.** Synonyme : *microphone de vielle*. Ce type de microphone comporte, comme organe essentiel, un ruban en duralumin suspendu dans l'entrefer d'un aimant permanent puissant. L'aimant est en alliage de fer, nickel et cobalt. Le ruban, laminé de 0,005 à 0,0025 mm d'épaisseur et tendu entre les pièces polaires, est intercalé dans le circuit primaire d'un transformateur élévateur, dont le secondaire a une impédance de 600 ohms. Le tout est disposé dans une boîte métallique dont les résonances

propres sont amorties. Les sons pénètrent par une grille. A l'inverse du microphone électrostatique, dont la membrane, fortement tendue, a une fréquence propre très élevée, le ruban, en raison de son gaufrage, est maintenu flottant, et sa

vibration propre est de l'ordre de quelques périodes par seconde.

Les ondes sonores, pénétrant par la grille dans le boîtier, font vibrer le ruban qui devient ainsi, dans le champ magnétique de l'aimant, le siège de forces électromotrices induites, de la forme :

$$E = Blv$$

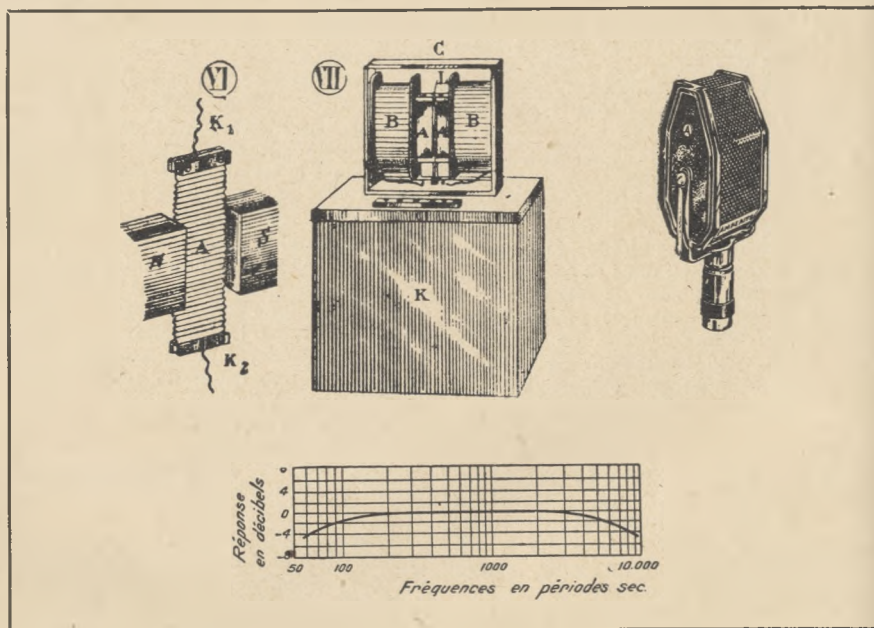
en désignant par B l'induction, par l , la longueur du ruban et par v la vitesse de déplacement dans le champ. Etant donné la faible inertie du ruban, on peut admettre que sa vitesse est la même que celle des particules matérielles de l'air.

Le principal inconvénient de ce type de microphone réside dans son effet directif. Sa courbe de sensibilité azimuthale est analogue à celle d'un cadre : elle se compose de deux cercles tangents. Mais la sensibilité est pratiquement constante en fonction de la fréquence, de 30 à 10.000 p : s.

Le fonctionnement du microphone à ruban reste indépendant des conditions de température, altitude, humidité et même des phénomènes de vieillissement. Le vent n'endommage pas le ruban.

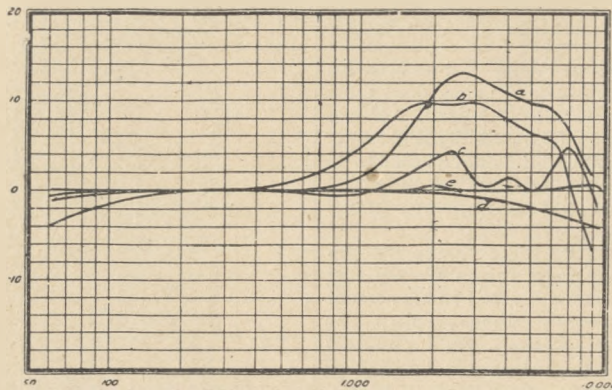
Le niveau de sortie du microphone est de — 65 à — 90 décibels. Le transformateur doit avoir une courbe de réponse ne variant que de 2 décibels tout au plus entre 30 et 12.000 p : s. On utilise généralement deux étages de préamplification.

— **Microphone unidirectionnel.** On obtient un microphone unidirectionnel, c'est-à-dire à effet directif dans une seule direction, en combinant un microphone sans effet directif avec un microphone bidirectionnel, par exemple avec un *microphone piézoélectrique*.



Microphone à ruban : I. Principe : K₁, K₂, électrodes de la membrane métallique A; N, S, pôles nord et sud d'un fort électroaimant. — II. Réalisation : A, pôles de l'aimant; B, bobines magnétisantes; C, cadre de fixation; L, lame vibrant dans l'entrefer; K, caisse de l'appareil. — III. Microphone à ruban avec aimant permanent. — IV. Courbe de réponse d'un microphone à ruban

— **Microphone de vitesse.** Synonyme de *microphone à impédance* ou *microphone à ruban*. Voir ci-dessus.



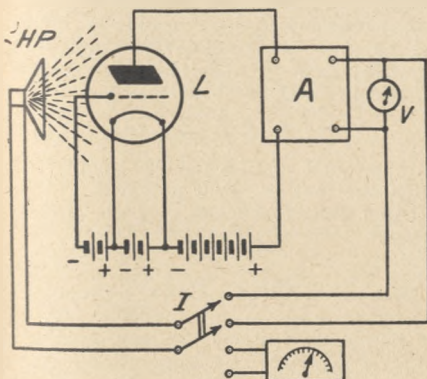
Caractéristiques comparées de cinq types de microphone: a) Microphone à grenaille de charbon à double capsule. — b) Microphone électrostatique. — c) Microphone électrodynamique. — d) Microphone à ruban. — e) Microphone piézoélectrique.

MICROPHONIQUE. Qui se rapporte au *microphone* ou bien à la transformation des ondes sonores en modulations électriques.

— **Amplificateur microphonique.** Amplificateur de courants à fréquences musicales, destiné à amplifier la modulation microphonique avant qu'elle soit appliquée à l'appareil d'utilisation, haut-parleur, enregistreur, poste émetteur. Voir *amplificateur, basse fréquence, modulation*.

— **Courant microphonique.** Courant qui traverse un microphone et auquel cet appareil transmet, sous forme de variations de l'amplitude du courant, les modulations de la parole ou de la musique.

— **Effet microphonique.** Voir *effet*. L'effet microphonique d'une lampe se manifeste généralement sous les formes



Dispositif pour la mesure de l'effet microphonique: A, amplificateur; I, inverseur; H-P, haut-parleur; L, lampe étudiée.

suivantes : craquements, vibrations amorties et vibrations entretenues.

La première ne doit pas se produire

si le montage de la lampe est bien fait. Si elle persiste, c'est que la lampe est mauvaise et doit être rejetée.

La deuxième forme d'effet microphonique se manifeste spontanément, mais on peut la limiter soit par construction dans la lampe, soit en réduisant au minimum le couplage élastique entre la lampe et le haut-parleur, soit enfin en diminuant l'amplification.

Cette forme de vibration peut devenir entretenue si l'effet prend une grande amplitude, soit en haute fréquence, soit en basse fréquence.

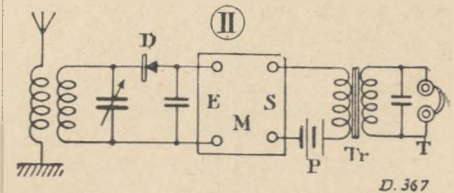
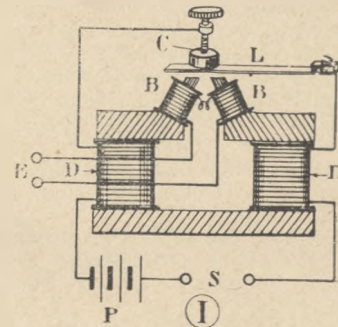
En basse fréquence, l'effet microphonique apparaît en l'absence d'onde porteuse. On l'évite en réduisant la tension anodique et la tension de grille-écran, et en employant un coefficient d'amplification élevé.

En haute fréquence, l'effet microphonique apparaît en présence d'une onde porteuse. Son amplitude est proportionnelle à celle de cette onde, et dépend de l'amplification avant et après la lampe étudiée. L'effet se produit d'ordinaire lorsque la profondeur de modulation est faible. On le réduit en vérifiant l'exactitude de l'accord et en réglant convenablement la sélectivité.

— **Relais microphonique.** Appareil destiné à amplifier les modulations d'un courant microphonique ou téléphonique. Le courant microphonique traverse la bobine d'un électroaimant et transmet ses variations d'amplitude sous forme de variations de pression à l'armature magnétique du relais, terminée par un contact à pastilles de charbon. Un courant continu, alimenté par une batterie de piles ou d'accumulateurs et beaucoup plus intense que le courant microphonique, traverse le contact de charbon. Les modulations du courant microphonique, qui affectent le contact sous forme de variations de pression, opposent au courant principal une résistance variable, dont les variations reproduisent, en les amplifiant, ces modulations. Ce genre de relais est employé à la suite d'un détecteur à galène

lorsqu'on n'utilise pas d'appareil de réception avec lampes électroniques.

Les relais microphoniques ont été étudiés principalement en France par l'abbé Tauleigne et en Grande-Bretagne par S. G. Brown, comme succédanés des amplificateurs à lampes à basse fréquence.



D. 367

Relais microphonique: I. Schéma de principe du relais microphonique: E, circuit d'entrée comprenant les bobines B; S, circuit de sortie comprenant la pile P, l'électroaimant D, la lame vibrante L, le contact de la vis V contre une pastille de charbon C. — II. Montage du relais microphonique dans un circuit détecteur: D, détecteur; M, amplificateur microphonique; Tr, transformateur à basse fréquence; T, écouteurs.

En fait, l'adjonction d'un relais microphonique à un bon détecteur à cristal fonctionnant sur excellente antenne permet d'obtenir parfois des réceptions en haut-parleur à faible puissance. Certains modèles de haut-parleur pour récepteur à cristal sont pourvus d'un relais microphonique.

(Angl. *Microphone Current, Amplifier, Relay*. — All. *Mikrofonstromverstärker*).

MICRORAYON. Synonyme de *micro-onde*. Voir ce terme. On désigne sous ce nom les ondes très courtes dont la longueur d'onde est inférieure à 60 cm environ, et qui possèdent des propriétés quasi optiques, notamment en ce qui concerne la propagation. Une liaison radiotéléphonique par microrayons a été établie en 1933 entre les aérodomes français de Saint-Inglevert et anglais de Lympne, sur deux canaux utilisant respectivement les ondes porteuses de 17 et 19 cm de longueur d'onde. Cette liaison se prête aussi à une communication en télégraphie arithmétique. Les postes émetteurs sont reliés automatiquement aux réseaux continents de télégraphie et de téléphonie.

Ces microrayons peuvent être utilisés notamment pour la radiodiffusion, la radiovision, le guidage des avions. L'émission

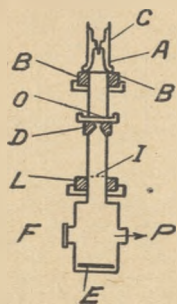
sion est effectuée par *magnétrons*. Voir *microondes*, *guidage*, *magnétrons*, etc...

(Angl. *Micro Rays*. — All. *Mikros-trahlen*).

MICROSCOPE. Microscope électronique. On sait que globalement, les flux d'électrons obéissent à des lois analogues à celles qui régissent les rayons lumineux. Mais les faisceaux électriques sont concentrés et déviés, non pas par des lentilles et des prismes en verre ou autre substance réfringente, mais par des champs électriques et des champs magnétiques. On peut ainsi arriver à former sur un écran fluorescent une image qu'on peut observer au moyen d'un système optique, ainsi que l'a montré Zworykin.

Il semble bien que ce sont les procédés de déviation et de concentration électrostatique qui ont donné, jusqu'ici, les meilleurs résultats.

Pour éviter les effets de distorsion,



Microscope électronique: C, cathode; A, anode; B, bobine de condensation; O, position de l'objet; D, bobine formant objectif; I, image intermédiaire; L, bobine formant lentille de projection; F, fenêtre d'observation; P, tubulure de la pompe à vide; E, écran fluorescent.

on utilise soit une cathode dont tous les points ne sont pas portés au même potentiel électrique, soit une cathode courbée, dont la concavité est dirigée vers l'écran fluorescent.

Les tubes les plus modernes comportent une série d'*anneaux de focalisation*, qui agissent à la manière de lentilles pour concentrer le flux électronique émis par la cathode, de manière à obtenir sur l'écran une image ponctuelle.

Parmi les applications de ces tubes, signalons celle de la photographie en rayons obscurs, les rayons infra-rouges traversant le brouillard, et celle de la télévision sans aucun système d'analyse mécanique, pas même à l'émission.

Ce procédé a permis au professeur Zworykin de réaliser un système de télévision avec balayage à 343 lignes, intercalées, l'image visible étant fournie par la succession d'images à 172 lignes et d'images à 171 lignes, ces dernières se logeant dans l'intervalle des premières. On compte 60 images par seconde, ce qui est très élevé, le cinéma n'en donnant que 20 par seconde environ. On peut ainsi projeter pendant 10 secondes une photographie à 343 lignes, qui permet d'apprécier la stabilité du procédé. A la

loupe, on peut distinguer nettement ces lignes les unes des autres.

Le microscope électronique a un pouvoir séparateur qui permet d'obtenir des grossissements de 12.000, qu'on escompte porter à 50.000. Il comporte une ampoule cathodique, un dispositif de condensation électromagnétique et deux bobines blindées de fer doux, à entrefer réglable, dont l'une sert d'oculaire et l'autre d'objectif. L'écran fluorescent donne la possibilité d'observer directement l'image de l'objet ou de la photographie visée. Le vide est maintenu dans l'ampoule par une pompe moléculaire.

Cet appareil a un large champ d'application en biologie, en raison de son fort grossissement. Toutefois, le bombardement cathodique présente l'inconvénient de détruire les préparations, qu'il convient d'imprégner et de placer sur les feuilles de métal.

(Angl. *Electronic Microscope*. — All. *Elektronisches Mikroskop*).

MICROTÉLÉPHONE. Microtéléphone combiné. Appareil formé par la combinaison d'un récepteur téléphonique et d'un microphone sous une forme adaptée aux dimensions de la tête humaine, qui permet en même temps de parler dans le microphone et d'écouter au téléphone. (C. E. I., 1934).

MICROVOLT. Unité de tension électrique égale à un millionième de volt (10^{-6} volt), c'est-à-dire à la millionième partie de l'unité de tension du système pratique. Abréviation *μV*. C'est une tension électrique très faible, de l'ordre de celles induites dans une antenne de réception par les ondes radioélectriques.

MIL. Unité anglaise de longueur, mesurant 1 millième de pouce (inch), soit 0,0254 mm.

— **Circular Mil.** Unité anglaise de surface, aire d'un cercle dont le diamètre est de 1 mil.

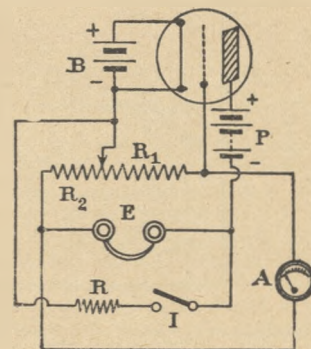
MILLE. Unité de longueur encore en usage en Angleterre et dans la marine. — Le *mille anglais* (statute mile) vaut 1,760 yards et mesure 1.609 mètres. — Le *mille marin*, qui vaut environ 1.852 mètres, est la longueur d'une minute d'angle sexagésimale le long d'un méridien terrestre. On l'utilise souvent pour exprimer la portée des stations radio-électriques côtières ou de bord.

(Angl. *Nautical Mile*, *Statute Mile*. — All. *Meile*).

MILLER. Méthode et Pont de Miller. Méthode imaginée par Miller pour la mesure du facteur d'amplification et de la résistance interne des lampes triodes au moyen d'un « pont » à résistances.

On met en circuit, entre la grille et le téléphone, un potentiomètre dont la prise variable est reliée au pôle négatif du filament ou de la batterie de chauff-

fage. Ce potentiomètre peut être constitué par un fil résistant à curseur ou par deux boîtes de résistances d'une centaine d'ohms dont la résistance totale reste constante (boîtes à pont). La prise variable introduit entre grille et filament la résistance R_1 , entre téléphone et filament la résistance



D. 368

Montage de Miller pour la détermination de la résistance interne et du facteur d'amplification des lampes triodes: B, pile de chauffage; P, pile de plaque; R_1 , R_2 , R_3 , résistances variables; I, interrupteur; A, source de courant musical; E, téléphone.

R_2 . Aux bornes du potentiomètre, on place une source de courant alternatif musical A, un vibreur par exemple. Le téléphone E est peu résistant, de manière qu'on puisse négliger la chute de tension à travers sa résistance et celles de la boîte à pont. En outre, on peut shunter le téléphone par la résistance connue R_3 introduite en dérivation par l'interrupteur I. L'interrupteur étant ouvert, on règle le potentiomètre de façon à obtenir le silence au téléphone. Le *facteur d'amplification* K est alors donné par

$$K = R_2/R_1,$$

en écrivant que l'égalité des variations de tension sur le téléphone provient des courants de grille et de plaque.

La *résistance interne* σ de la lampe est obtenue en fermant l'interrupteur I et en ajustant R pour obtenir le silence au téléphone. On peut alors écrire

$$\sigma = R (K R_1/R_2 - 1),$$

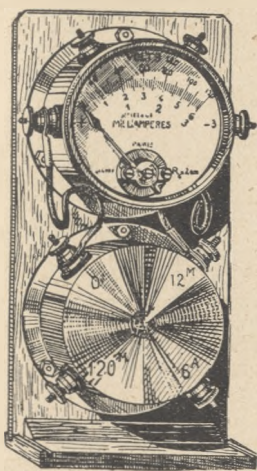
en exprimant que les deux extrémités du téléphone sont au même potentiel.

(Angl. *Millers' Bridge*. — All. *Millers-brücke*).

MILLIAMPÈRE. Unité de courant électrique égale à un millième (10^{-3} A) de l'unité du système pratique, l'ampère. Abréviation mA. Le courant filament-plaque des lampes de réception est de l'ordre de 1 à 10 milliampères.

MILLIAMPÈREMÈTRE. Ampère-mètre sensible, à lecture directe, dont le cadran est gradué en milliampères. L'échelle totale est généralement de 100 à 150 milliampères. Cet appareil sert à mesurer les

courants faibles, notamment les courants filament-grille et filament-plaque des lampes triodes de réception.



Milliamperemètre-voltmètre à six sensibilités : 6 et 120 volts; 3, 12, 120 milliamperes et 6 amperes.

(Angl. Millimeter. — All. Milli-ampere-meter).

MILLIBAR. Unité sous-multiple de pression, égale à un millième de *bar*. Le *bar* ou *mégabarye* étant égal à un million de *baryes*, et la *barye* à une dyne par centimètre carré, il s'ensuit que le *millibar* est égal à une *kilobarye*. Il équivaut donc à 0,750 millimètre de colonne de mercure. Voir *pression*.

MILLIVOLT. Unité de tension électrique égale à un millième (10^{-3} V) de l'unité du système pratique, le *volt*. Abréviation mV.

MILLIVOLTMÈTRE. Voltmètre sensible, à la lecture directe, dont le cadran est gradué en millivolts. Cet appareil sert à mesurer les faibles tensions électriques, notamment les variations du potentiel de la grille ou de la plaque d'une lampe triode. Un millivoltmètre n'est en somme qu'un milliamperemètre, les petites tensions se mesurant au moyen de faibles courants. Les voltmètres sont des milliamperemètres montés avec une résistance élevée en série; les ampèremètres sont des milliamperemètres montés avec de larges *shunts* qui dérivent hors de l'appareil la majeure partie du courant à mesurer.

(Angl., All. Millivoltmeter).

MINIUM. Oxyde de plomb Pb^3O_4 , de couleur rouge ou servant à confectionner les empâtements de matière active dans les alvéoles des plaques d'accumulateurs. Voir *actif*, *accumulateur*, *matière*, etc...

(Angl. Red Lead. — All. Minium).

MINUTERIE. Synonyme *horlogerie* (dans un compteur d'électricité, par

exemple). Système qui enregistre le nombre de tours de l'équipage mobile. (C. E. I., 1934).

MIROIR. Appareil à miroir. Voir *appareil*.

MOBILE. Appareil à cadre mobile. Appareil de mesure, voltmètre, ampèremètre, etc., dont l'aiguille est commandée par la rotation d'une petite bobine, appelée *cadre mobile*, située dans l'entrefer d'un aimant permanent. Le courant à mesurer traverse cette bobine et réagit sur l'aimant en faisant tourner la bobine et l'aiguille qui en est solidaire. Il est amené à la bobine au moyen de ressorts spiraux qui développent un couple antagoniste au couple moteur. Un appareil à cadre mobile, qui n'indique que la valeur moyenne du courant, ne peut convenir qu'à la mesure des tensions ou courants continus. Ces appareils sont ordinairement construits pour fonctionner horizontalement.

— **Appareil à fer mobile.** Appareil de mesure, voltmètre ou ampèremètre, dans lequel l'organe mobile, solidaire de l'aiguille, est une petite masse de fer placée dans le champ d'une bobine fixe alimentée par le courant à mesurer. L'action de la bobine sur la masse de fer est contrebalancée par un ressort antagoniste ou par l'abaissement du centre de gravité de l'organe mobile, si l'appareil est destiné à fonctionner verticalement. Un appareil à fer mobile indique la valeur moyenne du courant efficace et peut ainsi fonctionner en courant continu ou alternatif. Mais, par suite de l'hystérésis et des pertes, les indications sont peu précises. Voir *appareil de mesure*, *galvanomètre*.

(Angl. Moving Coil, Moving Iron Instruments. — All. Drehspleißen Apparat.)

— **Bobine mobile.** Nom donné à la bobine solidaire de la membrane d'un haut-parleur électrodynamique, qui oscille dans le champ de l'aimant permanent ou de l'électroaimant sous l'action du courant modulé qui la traverse. Voir *haut-parleur électrodynamique*.

— **Galvanomètre à aimant mobile, à cadre mobile.** Voir *galvanomètre*, *aimant*, *cadre*.

— **Onde mobile.** Perturbation (électrique) transitoire se propageant dans l'espace (C. E. I., 1934).

— **Relais à cadre mobile.** Voir *cadre*, *relais*.

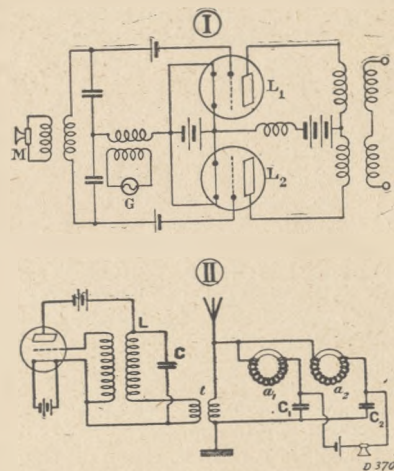
— **Service mobile.** Service de radio-communication exécuté entre stations mobiles et stations terrestres, et par les stations mobiles communiquant entre elles, à l'exclusion des services spéciaux. (Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

MODULATEUR. Se dit d'un appareil dont la fonction est de moduler, ou de transmettre la *modulation*. — **Lampe mo-**

dulatrice. Lampe triode qui est destinée à amplifier les modulations microphoniques et à les appliquer au courant de haute fréquence engendré par les lampes oscillatrices d'une station d'émission. On dit que cette lampe *module* les oscillations à haute fréquence.

On désigne souvent sous le nom de *modulateur* l'ensemble des appareils assurant la modulation, c'est-à-dire le groupe comprenant le microphone, le transformateur microphonique, les lampes de l'amplificateur microphonique, les lampes modulatrices, les transformateurs ou le système de liaison appliquant la modulation aux courants à haute fréquence.

— **Modulateur à lampes équilibrées.** Dans cet appareil conçu pour éviter la distorsion et supprimer le courant



Deux types de modulateur : I. Modulateur à deux lampes équilibrées pour la suppression du courant porteur : M, microphone; G, générateurs de courant à haute fréquence; L₁, L₂, lampes triodes à montage équilibré. — II. Modulateur magnétique de la Société française radioélectrique : a₁, a₂, tores en alliage de fer, nickel et manganèse.

porteur, la tension microphonique recueillie au secondaire du transformateur est appliquée aux grilles des deux lampes triodes par l'intermédiaire de piles qui les polarisent négativement. La tension de haute fréquence est induite par couplage magnétique dans une bobine du circuit de grille. Les oscillations modulées sur les plaques des deux lampes sont recueillies au moyen d'un transformateur dont le primaire est à prise médiane. La suppression du courant porteur résulte de ce que les deux grilles oscillent en phase relativement aux courants de haute fréquence et en opposition de phase en ce qui concerne les modulations de basse fréquence.

— **Modulateur magnétique.** Cet appareil est constitué essentiellement par une inductance à noyau de fer, placée en dérivation sur l'inductance d'antenne et dont on fait varier la valeur par modification de l'induction magnétique du fer. A cet effet, le microphone débite sur un enroulement du circuit magnétique; on

règle l'intensité moyenne du courant microphonique de manière à obtenir l'induction magnétique optimum. L'emploi de condensateurs augmente la sensibilité du système et permet de moduler, sans amplificateur microphonique, des puissances importantes.

Le circuit magnétique est en général constitué par un alliage fer-nickel-manganèse, dans lequel on provoque la saturation magnétique pour faire varier la réactance. Cette disposition a été indiquée successivement par Léonard et Weber, en France, par Zenneck et Osnos, en Allemagne (Telefunken), par Alexanderson et Nixdorf, aux Etats-Unis.

Pour réaliser un modulateur magnétique à des fréquences très élevées avec une substance présentant moins de pertes que le fer, M. Latour a indiqué, dès 1915, le nickel qui se sature à une induction inférieure. On obtient de bons résultats avec un alliage fer-nickel-manganèse travaillant à 100° et même 120° C avec des pertes égales à 1/20° de celles dans le fer. Le modulateur magnétique S. F. R. (Latour, Chireix, Villem) possède deux tores à un seul enroulement, pesant ensemble 125 grammes pour une puissance à moduler de 20 kilowatts dans l'antenne.

(Angl., All. Modulator.)

MODULATION. Procédé consistant à faire varier, suivant une loi donnée, certaines caractéristiques (amplitude, courant, phase, fréquence...) d'un courant de forme d'onde déterminée, appelé *courant porteur*. (C. E. I. 1934).

Phénomène par lequel certains éléments caractéristiques d'une oscillation continue sont modifiés suivant la forme des signaux à transmettre (C. E. I. 1934).

Pratiquement, la modulation se présente sous la forme des phénomènes suivants :

— Variations d'amplitude à basse fréquence, imprimées à un courant continu qui traverse un microphone par les ondes sonores qui le font vibrer.

— Variations d'amplitude à basse fréquence, imprimées aux ondes électromagnétiques d'une station émettrice de radiophonie par un microphone, suivi d'un modulateur et d'un amplificateur microphonique.

— Variations d'amplitude à basse fréquence recueillies à la réception, après détection d'une transmission radiophonique. L'onde et le courant qui transmettent la modulation sont appelés *courant porteur*, *onde porteuse*. Voir ce mot.

On nomme inversement *démodulation* le fait de séparer du courant porteur la modulation, par la détection du courant modulé.

— **Principe de la modulation.** En l'absence de modulation, le courant de haute fréquence dans l'antenne, dit *onde porteuse*, est de la forme

$$i = I \sin \Omega t,$$

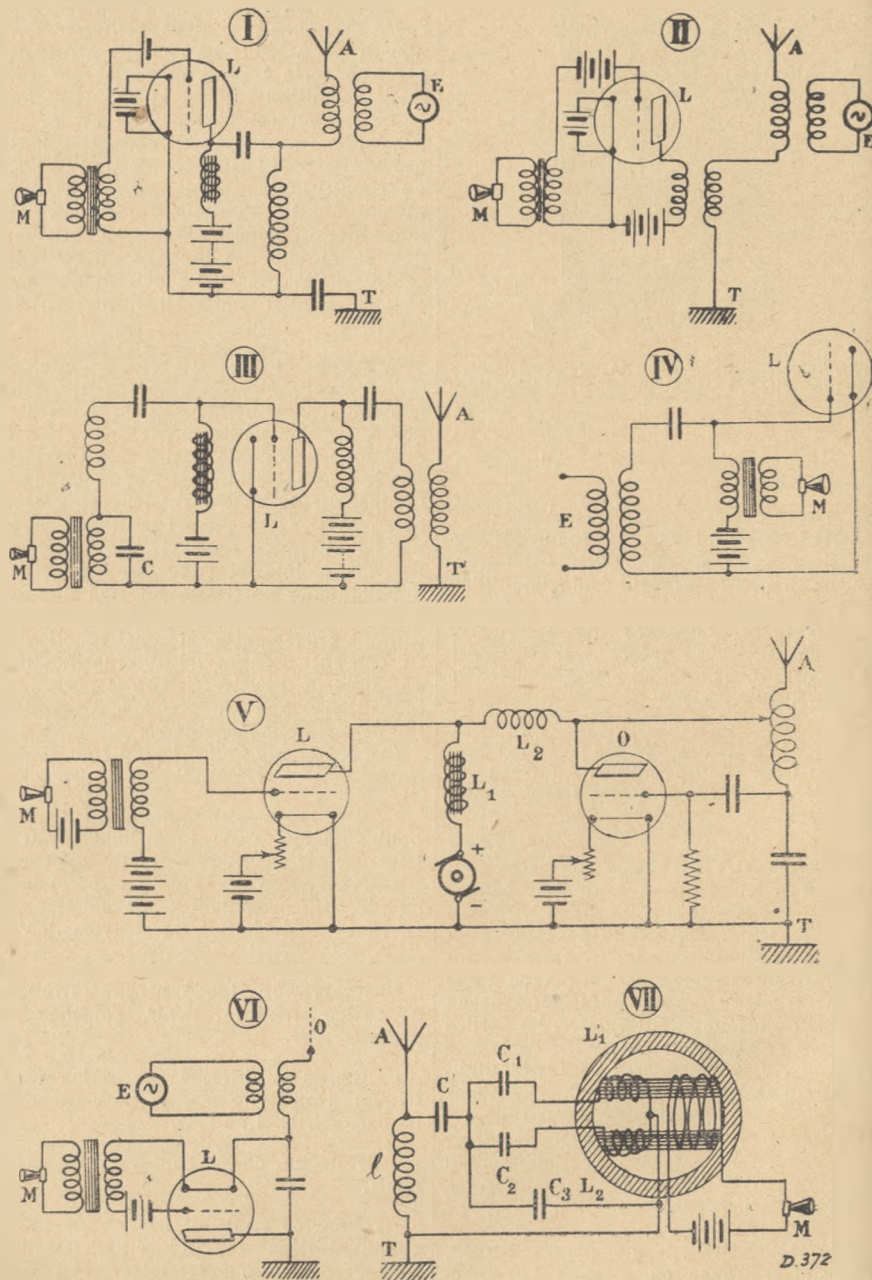
en appelant $\Omega = 2\pi F$ la pulsation de la haute fréquence. A ce courant, on applique une modulation de basse fréquence dont la pulsation est $\omega = 2\pi f$. En supposant la

modulation linéaire, la forme du courant modulé est la suivante :

$$i = I (1 + k \sin \omega t) \sin \Omega t,$$

k étant le *taux de modulation*, variable de 0 à 1. Lorsque $k = 1$, la modulation est dite *complète*. De la non-modulation à la modulation complète, le courant efficace

passé de 1 à 0,866. Le courant modulé résulte de la superposition de trois courants, dont les fréquences sont F , $F - f$ et $F + f$. La première est celle de l'*onde porteuse*, les deux autres sont appelées *bandes latérales* de fréquence. Or, les fréquences acoustiques f , compte tenu de leurs harmoniques nécessaires pour reproduire le timbre des instruments et les consonnes de la voix,



Divers modes de modulation des courants à haute fréquence utilisés en radiophonie. I. Modulation par variation de résistance dans le circuit antenne terre : M, microphone; L, lampe modulatrice; A, antenne; T, terre; E, excitation en haute fréquence. — II. Modulation par absorption d'un circuit couplé à résistance variable. — III. Modulation par variation de la tension de grille: le condensateur C laisse passer les courants de haute fréquence, mais doit arrêter les fréquences de modulation. — IV. Modulation par variation de la tension de grille, la tension moyenne étant forcément négative. — V. Modulation par variation de tension de plaque: L, lampe modulatrice; O, lampe oscillatrice; L₁, inductance d'arrêt à basse fréquence; L₂, inductance d'arrêt (bobine de choc) à haute fréquence. — VI. Modulation par lampe faisant office de shunt dans le circuit de grille des lampes oscillatrices O. — VII. Modulation électromagnétique d'Alexanderson.

sont comprises entre 50 et 6.000 p : s environ pour la parole et 10 et 10.000 p : s environ pour la musique.

Sur la longueur d'onde de 300 mètres, par exemple, correspondant à une fréquence de 1.000.000 hertz, la modulation produit des variations de fréquence entre 995.000 et 1.005.000, soit une variation relative de 1/100.

Sur la longueur d'onde de 2.650 mètres, correspondant à une fréquence de 113.000 hertz, la variation relative de 108.000 à 118.000 hertz atteint presque 1/10.

Pour réduire l'encombrement de l'éther dû à la modulation radiophonique, encombrement absolu de 10 kilohertz quelle que soit la longueur d'onde, on a donc intérêt à transmettre sur des longueurs d'onde courtes. On réduit aussi l'encombrement, pour une longueur d'onde donnée, en supprimant l'une des bandes de fréquence, celle correspondant aux valeurs inférieures ou supérieures à F.

On économise, en outre, une fraction non négligeable $1/(1 + k^2)$ de l'énergie transmise en supprimant l'onde porteuse à l'émission. Mais il faut alors la rétablir à la réception au moyen d'une *hétérodyne*, qui agit sur le démodulateur.

Nous allons examiner les divers systèmes de modulation.

— **Modulation par absorption.** L'absorption est produite au moyen de divers montages. L'un des plus simples consiste à introduire entre l'antenne et la terre une résistance variable, qui modifie par contre-coup la résistance de rayonnement. Dans les stations à très petite puissance, on peut placer le microphone directement en série dans l'antenne. La modulation est d'autant plus pure que la variation de résistance du microphone est plus faible par rapport à la résistance totale du circuit.

On augmente le facteur de modulation en utilisant une lampe modulatrice. On applique au circuit de grille les modulations microphoniques. La résistance variable, celle du circuit de plaque de cette lampe, est montée en dérivation aux bornes de l'inductance ou du condensateur du circuit antenne-terre.

La liaison peut être établie, non par des conducteurs, mais par couplage électrique ou magnétique. Il suffit de coupler à l'antenne la lampe modulatrice ou, plus simplement, le microphone au moyen d'un transformateur approprié.

— **Modulation sur une seule bande latérale de fréquences.** Pour augmenter la syntonie, économiser la puissance et désencombrer l'éther, il est bon de supprimer l'une des bandes latérales de fréquence en faisant passer les ondes à travers des filtres composés d'inductances et de capacités et appelés *filtres de bandes*, parce qu'ils suppriment ou laissent passer, suivant leur constitution, certaines bandes de fréquence. Pour écarter davantage les bandes et faciliter le filtrage, on opère parfois un battement de l'onde modulée avec celle d'un générateur local. C'est ce qu'on nomme la *double modulation*.

— **Modulation par déphasage.** Voir *déphasage*.

— **Modulation fractionnée.** Modulation sur la grille, modifiée conformément au schéma, pour réduire la distorsion aux taux élevés de modulation. On module simultanément les divers étages d'amplification, le taux de modulation partielle ne dépassant pas 20 à 30 pour 100. A cet effet, le transformateur de modulation possède plusieurs secondaires qui attaquent chacun la grille d'un des étages successifs.

Bien entendu, toutes ces modulations successives sont réglées en phase. La superposition de la modulation transmise et de la modulation appliquée a pour effet d'augmenter le taux de modulation à chaque étage. Si l'on désigne par $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ les taux de modulation partiels, le taux total a pour expression :

$$K = (1 + K_1)(1 + K_2) \dots (1 + K_n) - 1$$

La tension modulée appliquée à chaque étage est prélevée sur l'un des potentiomètres partiels fermant les circuits secondaires du transformateur microphonique. En général, la charge de l'étage exciteur varie au cours d'un cycle de modulation; il s'ensuit une déformation de la tension de grille. On introduit parfois une résistance fixe, qui diminue la distorsion, mais aux dépens du rendement. Dans ce système de modulation, on préfère utiliser une résistance variable sous forme d'un *circuit compensateur*, dont la variation s'oppose à celle de la charge. Cette résistance variable est empruntée au circuit anodique des lampes compensatrices, et placée en dérivation sur la résistance filament-grille des lampes de l'étage excité. En agissant sur le système compensateur, on peut obtenir soit une modulation absolument linéaire, soit une modulation légèrement déformée dans un sens ou dans l'autre, de manière à compenser tel ou tel défaut de la transmission. Ainsi l'on peut exagérer l'amplitude des modulations correspondant aux notes aiguës, par exemple. Des analyses à l'oscillographe permettent de se rendre compte de l'efficacité de la modulation aux divers étages.

Ce procédé permet d'accroître le rendement de la modulation et de porter à 45 % environ celui du dernier étage.

On peut aussi prélever une partie de la modulation de l'étage final et l'appliquer aux étages intermédiaires avec certains correctifs pour compenser les distorsions de modulation. Synonyme *modulation multiple*.

— **Modulation magnétique.** Type de modulation appliquée au courant de haute fréquence dans l'antenne de l'émetteur au moyen d'un dispositif appelé *modulateur magnétique*. Voir ce mot.

— **Modulation multiple.** Système de modulation à rendement élevé, également connu sous le nom de *modulation fractionnée*. Voir ce mot.

— **Modulation en phase.** Système de

modulation dans lequel la variation porte non sur l'amplitude, mais sur la phase du courant de haute fréquence, qui est de la forme :

$$i \times I \cos(\omega t + \varphi),$$

la phase φ variant périodiquement à une pulsation acoustique donnée φ . Cette modulation met en évidence une infinité de bandes de fréquences dont les pulsations sont $\omega \pm \gamma, \omega \pm 2\gamma, \omega \pm 3\gamma, \dots$. Le système n'a pas reçu d'applications pratiques en raison de l'encombrement de l'éther et de la difficulté de démodulation. (R. Mesny).

Ce procédé ne doit pas être confondu avec la modulation en amplitude, dite à *déphasage*. Voir ce mot.

— **Modulation à rendement élevé.** On désigne ainsi les types de modulation permettant d'obtenir un rendement notable, grâce à l'augmentation totale du taux de modulation. Tels sont les systèmes complexes à « haute fréquence modulée », c'est-à-dire modulation fractionnée ou multiple, compensation par réaction du dernier étage sur les étages précédents, systèmes à contrôle d'anode avec transformateur de modulation à grande puissance et procédés à variation de l'impédance, tels que celui de la modulation par déphasage.

— **Modulation en série.** Dans ce procédé, les deux lampes, modulatrice et modulée, sont alimentées en série au moyen de la même source de tension anodique. La chute de tension dans la modulatrice est plus forte que celle dans la lampe modulée. La tension modulée apparaît alors comme la différence entre la tension anodique et la tension modulatrice. Ce procédé permet d'éliminer l'emploi de grands transformateurs et bobines de modulation.

La lampe modulée peut fonctionner en classe C avec un rendement approximatif de 66 pour 100. Voir *modulation par variation de la tension d'anode*.

— **Modulation télégraphique.** Procédé et cadence selon lesquels une émission est découpée en fonction du temps. La modulation télégraphique est caractérisée par la *vitesse de transmission* ou *rapidité de modulation*, exprimée, comme la fréquence, en un nombre par seconde et dont l'unité est le *baud*. Voir ce mot.

On appelle *intervalle élémentaire* ou *durée élémentaire* la durée du plus court élément de modulation.

Dans le télégraphe Baudot, la modulation est constituée par une succession d'éléments de même durée occupés par des émissions alternativement de « travail » ou de « repos ». Leur durée est égale à la durée élémentaire ou à un multiple de cette durée.

Dans la télégraphie par *siphon recorder* (sous-marine) la modulation comporte des éléments de même durée, mais soit positifs, soit négatifs ou nuls.

Dans la télégraphie *arythmique*, tous les éléments sont de même durée, sauf le « stop ».

Dans le télégraphe Morse, on distingue les éléments courts (points et séparation des signaux) et les éléments longs (traits et séparation des lettres). En principe le *trait* est trois fois plus long que le *point*.

Dans le télégraphe Hughes, les éléments sont tous de même sorte.

Quand les éléments sont de même durée, la rapidité de la modulation est définie

quence peut être considérée comme superposée à la variation de tension microphonique. La modulation dépend des valeurs relatives, des amplitudes à haute et basse fréquences, ainsi que du point de fonctionnement sur la caractéristique de grille.

Si les courants à haute et basse fréquences sont de grande amplitude, on applique à la grille une forte polarisation négative. Tou-

tion par grille étant basée sur la variation de pente moyenne des caractéristiques, les régimes d'amplification varieront de la classe A à la classe C.

Dans le cas de la modulation complète par la grille, la tension de plaque a pour expression, d'après R. Mesny :

$$V_p = \mu \Phi (0,75 V \times v),$$

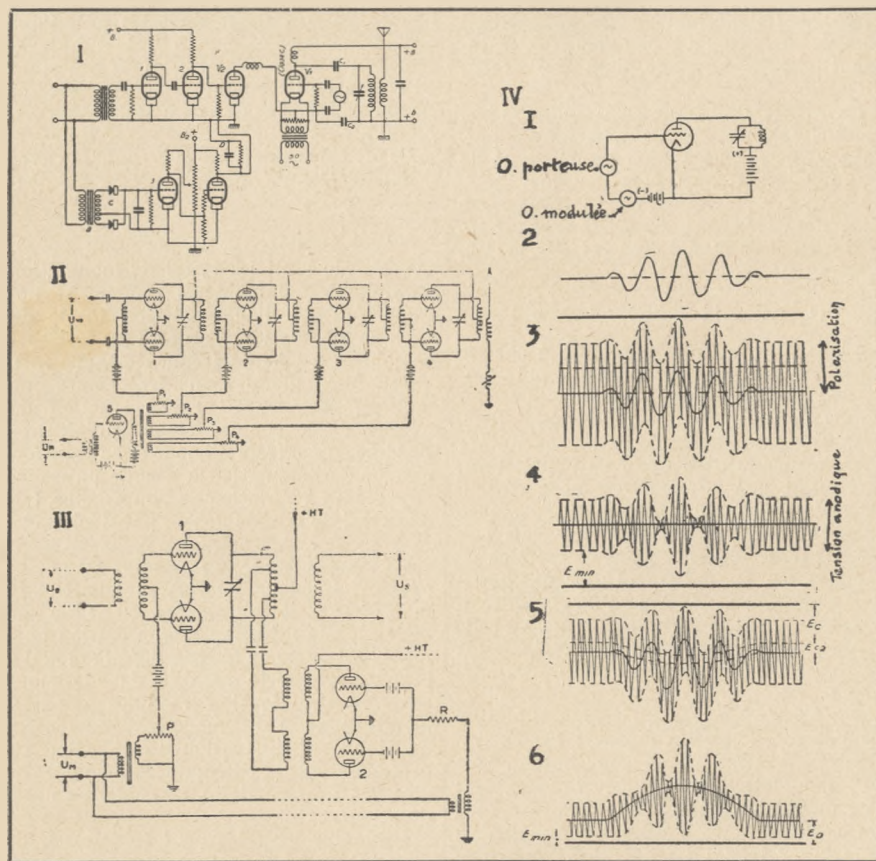
dans laquelle V est la tension de grille maximum (excitation à haute fréquence), v la tension variable de la grille modulée, μ le coefficient d'amplification et Φ une fonction qui dépend de l'angle d'annulation et du régime de la lampe. La courbe de V_p est une sorte de sinusoïde très tendue, qui fait apparaître de la distorsion. Si l'on ne sort pas de sa région rectiligne, soit pour des amplitudes jusqu'à 50 pour 100 de la tension modulée maximum, la distorsion reste négligeable.

Le meilleur rendement est obtenu avec le régime A, mais le régime B reste acceptable. A certains moments, les grilles peuvent devenir plus ou moins positives. La résistance du circuit anodique sera choisie pour que le courant conserve sa valeur maximum.

— **Modulation par variation de la tension d'anode.** Ce procédé consiste à faire varier, proportionnellement à la modulation microphonique, la tension appliquée à la plaque de la lampe oscillatrice. Le courant de haute fréquence se trouve par là même modulé sans avoir été amplifié préalablement par l'oscillatrice. Le microphone débite, au moyen d'un transformateur, sur la grille de la modulatrice, dont le circuit de plaque est jumelé à celui de l'oscillatrice. La partie commune est constituée par la source à haute tension, en série avec une bobine de choc à noyau de fer. Le courant continu, protégé par l'action de la bobine de choc, reste à peu près constant; ses faibles variations suffisent à produire de fortes variations de tension de plaque aux bornes de l'impédance considérable de la bobine. C'est pourquoi cette méthode est aussi appelée *modulation en série*, *modulation par contrôle d'anode*, à *courant constant* ou à *contrôle par choc* (choc control). Voir ces mots.

Comme dans le cas de la modulation par la grille, on utilise la variation de la pente de la région utilisée de la caractéristique. Mais dans le premier cas, c'est par déplacement du point de fonctionnement par variation de la tension de grille, dans le second cas, par translation de la caractéristique par variation de tension anodique. Dans l'un et l'autre cas, il y a variation continue du régime, de la classe B pour les crêtes à la classe C pour les creux (R. Mesny).

Le tube modulateur, dont la puissance atteint parfois le double de celle du tube modulé, fonctionne en régime A pour éviter la distorsion de l'excitation. L'inductance de parole a une valeur de l'ordre de 80 H. Elle est parcourue par une composante continue et doit présenter peu de capacité entre spires, pour bien moduler les fréquences élevées. La fréquence propre



Divers modes de modulation des courants à haute fréquence: I. — Modulation en série avec onde porteuse flottante. — II. Modulation fractionnée ou multiple: V_{HF} tension à haute fréquence du générateur pilote; 1, 2, 3, 4, étages amplificateurs à haute fréquence, 5, étage amplificateur de courant modulateur; U_m , tension modulatrice du microphone; P_1, P_2, P_3, P_4 , potentiomètres pour le dosage de la tension modulatrice appliquée à chaque étage. — III. Détail de l'adjonction d'un circuit compensateur à un étage amplificateur de haute fréquence: 1. Étage amplificateur de haute fréquence; V_E tension à haute fréquence, modulée ou non, provenant de l'étage précédent; V_S , tension à haute fréquence modulée transférée à l'étage suivant; V_M , tension issue de l'étage amplificateur de courant modulateur; 2, étage compensateur. — IV. Variations des tensions et courants dans la modulation par grille: 1. Circuit modulateur; 2. Modulation; 3. Tensions appliquées à la grille; 4. Courants dans l'impédance de charge syntonisée; 5. Tensions appliquées et courants dans le cas de la modulation avec déplacement dynamique.

comme le nombre d'éléments par seconde, c'est-à-dire l'inverse de la durée d'un élément.

Quand les éléments sont de durées inégales, on rapporte la définition de la rapidité à l'élément le plus court. Voir *baud*.

— **Modulation par variation de la tension de grille.** On peut appliquer la tension microphonique à la grille de la lampe oscillatrice elle-même, ou bien par l'intermédiaire d'une lampe modulatrice qui transmet la modulation à l'oscillatrice.

Dans le cas où les amplitudes des courants sont faibles, la tension de haute fré-

tefois, si la polarisation est trop forte, l'onde modulée présente des brèches qui sont une cause de distorsion.

Pour éviter cet inconvénient fréquent par suite du manque de souplesse des batteries de polarisation, on remplace ces batteries par un condensateur shunté. Le meilleur système consiste à employer pour résistance de ce système la résistance filament-plaque d'une lampe modulatrice.

Les phénomènes de modulation sont très complexes, surtout du fait que le point de fonctionnement se déplace sur les caractéristiques des lampes et que ces caractéristiques ne sont pas linéaires. La modulation

du circuit de la bobine, y compris les capacités d'accord et de blocage, est de l'ordre de 1.000 p : s. Comme la résistance de charge modulée est considérable, le dérélement élevé empêche les phénomènes de résonance. Voir *contrôle par choc*.

— **Double modulation.** Procédé d'après lequel une onde porteuse d'une fréquence donnée, modulée par un signal, module ensuite une autre onde porteuse d'une fréquence différente. Système de modulation réalisé au moyen d'un montage comportant deux triodes équilibrés, associés symétri-

sible à sélectivité variable, un modulateur et un enregistreur à bande. La comparaison des graphiques montre si la station est sous-modulée, modulée normalement ou surmodulée.

On procède souvent à un contrôle oscillographique de la modulation. A cet effet, on applique à l'une des paires de plaques de l'oscillographe la tension de haute fréquence non modulée et à l'autre paire la tension de modulation. L'image du spot est alors enveloppée dans un rectangle.

Si l'on module la tension de haute fréquence sans distorsion, le rectangle se

valeur de la modulation, d'après Franck C. Jones.

— **Contrôleur de modulation.** Voir *modulomètre* et *contrôle de modulation*.

— **Distorsion de modulation.** Toute modulation directe à un taux élevé, supérieur à 50 pour 100 environ, introduit une distorsion du fait notamment de la courbure des caractéristiques des lampes.

En fait, la modulation introduit des harmoniques nouveaux dus à la distorsion, qu'on ne peut envisager de supprimer par filtrage, car cette opération supprimerait du même coup les harmoniques à conserver. La suppression des harmoniques doit donc être faite à l'émission, d'après la *caractéristique de distorsion d'amplitude*, obtenue en exprimant la tension modulée en fonction de la tension de modulation. La compensation de distorsion est obtenue par la modification de la tension de grille du tube modulé, par exemple au moyen d'une tension modulée auxiliaire empruntée au courant d'antenne ou à un courant modulé intermédiaire. Voir *modulation fractionnée*.

— **Dynamique de modulation.** Rapport entre les amplitudes maximum et minimum de la modulation.

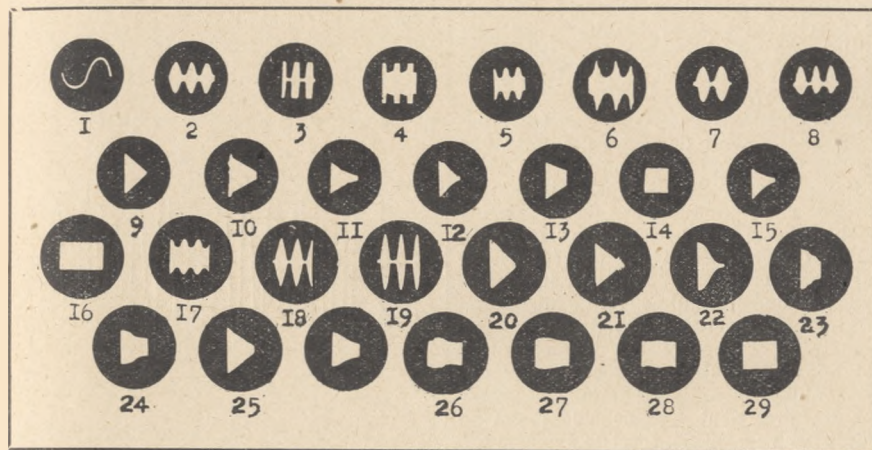
— **Efficacité de la modulation.** L'intensité de l'impression auditive est fonction du *taux de modulation* de l'onde porteuse et de la *dynamique de la modulation*, c'est-à-dire du rapport entre le taux de modulation pour les fortissimi et le taux de modulation pour les pianissimi (R. Brailard). Comme on obtient le même volume de son avec un émetteur de 1 kw modulé à 100 pour 100, un émetteur de 10 kw modulé à 30 pour 100 et un émetteur de 100 kw modulé à 10 pour 100, on a toujours intérêt à élever le taux de modulation. Seuls les émetteurs modulés profondément ont une dynamique de modulation élevée (30 décibels environ).

— **Pourcentage de modulation.** Rapport de la demi-différence entre les amplitudes maximum et minimum d'une onde modulée à l'amplitude moyenne, exprimée en centièmes.

Synonyme *taux de modulation*.

— **Profondeur de modulation.** Rapport entre l'amplitude maximum de la modulation et celle de l'onde porteuse. Lorsque ce rapport dépasse l'unité, il y a *surmodulation*. On admet que, l'onde étant modulée au taux maximum ne doit pas donner d'harmoniques de basse fréquence dont le taux excède 4 pour 100 de l'amplitude de l'onde fondamentale de modulation. (Commission technique U. I. R. 1933.)

— **Puissance et rendement de modulation.** Etant donné un courant de haute fréquence modulé, le rendement de la modulation en puissance est exprimé par le rapport de la puissance modulée à celle de l'onde porteuse. Tenant compte de ce que la lampe travaille en régime B et de ce qu'en crête, l'amplitude de la tension alternative d'anode est limitée à 0,85 de la



Contrôle oscillographique de la modulation: 1. Onde sinusoïdale de 400 p : s; 2. Modulation par la grille, conditions optima; 3. Modulation par la grille, modulation trop forte. 4. Modulation par la grille, forte excitation de la grille par la haute fréquence; 5. Modulation par la grille, modulation partielle; 6. Modulation par la grille, le dernier circuit n'est pas en résonance; 7. Modulation par la grille, modulation 100 %; 8. Modulation par la grille, courant de grille trop fort. 9. Modulation par la grille même réglage que fig. 7; 10. Modulation par la grille, modulation poussée avec forte excitation H. F.; 11. Modulation par la grille, d° mais sans courant grille en l'absence de la modulation; 12. Modulation par la grille, modulation trop forte et faible excitation H. F.; 13. Modulation par la grille, modulation 50 %; 14. Modulation par la grille, absence de toute modulation; 15. Modulation par la grille, d° avec circuit final hors résonance. 16. Modulation par la plaque, onde porteuse; 17. Modulation par la plaque, modulation partielle; 18. Modulation par la plaque, modulation 100 %. 19. Modulation par la plaque, modulation trop forte; 20. Modulation par la plaque, modulation 100 %; 21. Modulation par la plaque, meilleur réglage possible avec un condensateur (2x1F) bypass dans un amplificateur de la classe B; 22. Modulation par la plaque, modulation trop forte avant d'atteindre le taux de 100 %; 23. Modulation par la plaque, d° couplage parasite, manque de blindage; 24. Modulation par la plaque, taux de modulation maximum avec un amplificateur classe B mal réglé; 25. Modulation par la plaque, taux de modulation maximum pour une impédance excessive de l'antenne; 26. Onde porteuse, un circuit de filtrage et inductance saturée; 27. Onde porteuse, même circuit avec inductance plus largement conditionnée; 28. Onde porteuse, deux circuits de filtrage; les deux inductances sont trop faibles; 29. Onde porteuse, d°, mais inductances suffisamment grandes.

quement, de manière à supprimer le courant porteur. Voir *modulateur à deux lampes équilibrés*.

— **Capacité de modulation.** Pourcentage de modulation maximum admissible sans qu'il en résulte de distorsion. Voir *pourcentage de modulation*.

— **Contrôle de la modulation.** Ce contrôle a pour but la vérification de la qualité de la modulation. Il est effectué sur place au moyen d'un *modulomètre* (voir ce terme), appareil analogue à l'*impulsomètre* des téléphonistes, donnant une détection logarithmique.

On peut concevoir un contrôle local dans chaque station d'émission et un contrôle international, tel qu'il est effectué par le centre de contrôle de l'Union internationale de Radiodiffusion à Bruxelles. Ce contrôle utilise un récepteur très sen-

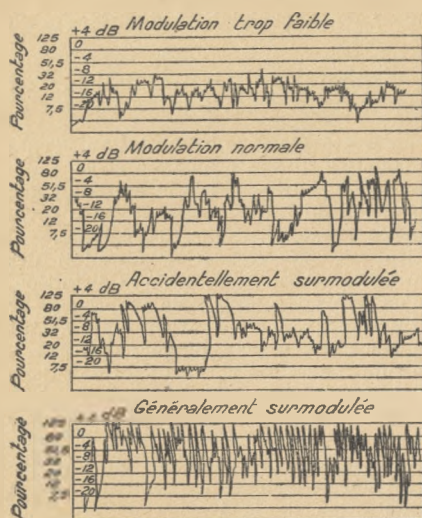
sible à sélectivité variable, un modulateur et un enregistreur à bande. La comparaison des graphiques montre si la station est sous-modulée, modulée normalement ou surmodulée.

$$K = \frac{B - b}{B + b}$$

Si $B = 3b$, $K = 0,5$, soit 50 pour 100. Si $b = 0$, $K = 1$, c'est-à-dire 100 pour 100. Le trapèze devient alors un triangle.

La distorsion est traduite par la courbure des côtés non parallèles du trapèze. Si la courbure est convexe, la tension de modulation croît plus vite que la tension de l'onde porteuse; si la courbe est concave, la tension de modulation croît moins vite. Cette analyse oscillographique est commode pour le réglage de la modulation *fractionnée* ou *multiple*. Voir ci-dessus.

Les figures montrent les diverses formes des courbes oscillographiques obtenues pratiquement et leur signification quant à la



Profondeur de modulation. La profondeur est exprimée en centièmes et en décibels.

tension maximum possible, le rendement est inférieur à :

$$0,33 (1 + 0,5 m^2),$$

m étant le taux de modulation. Pratiquement, le rendement est de 33 pour 100 environ sur le dernier étage (R. Mesny).

M. Loeb, ingénieur des télégraphes, a donné pour le rendement l'expression suivante :

$$\pi = \frac{RI_1 I_1}{E 2I_1}$$

Où, π est le rendement; R , la résistance apparente du circuit d'utilisation; I_1 , la valeur de la composante continue du courant de plaque; E , la tension de la source d'alimentation du circuit de plaque; I_1 , l'amplitude de la composante alternative du courant de plaque ayant la fréquence de l'onde émise (terme fondamental).

I_1 est ce que l'on appelle le facteur de forme. M. Blondel a montré en 1922 que l'accroissement de ce facteur de forme, qui contribue à augmenter le rendement du poste, pouvait être obtenu en faisant fonctionner l'émetteur avec le régime dit « à impulsion » dans lequel le courant de plaque est constitué par une série de décharges successives très brèves. Théoriquement, on peut arriver à une valeur du facteur de forme égale l'unité; pratiquement, on s'en approche suffisamment.

On a d'abord employé des systèmes de modulation dits « à haute fréquence modulée », dans lesquels E et R restent constants. De tels systèmes ne peuvent dépasser un rendement bien élevé, et, en pratique, le rendement est de l'ordre de 0,30 à 0,35. Pour l'accroître, il faut augmenter le facteur de forme, mais on risque alors d'introduire des distorsions non linéaires. Divers systèmes permettent d'éviter ces inconvénients :

1° *Modulation fractionnée ou multiple.* —

On joint à chaque étage amplificateur, transmettant l'énergie modulée à l'étage suivant, un étage compensateur qui maintient sensiblement constante, quel que soit le taux de modulation, la charge prise à l'étage amplificateur. On « redresse » en somme, les caractéristiques de ces étages, qui, sans cela, seraient courbées. Dans ce système, on module ainsi simultanément sur la grille plusieurs étages successifs, en utilisant naturellement des tensions de basse fréquence en phase. Les distorsions qui pourraient être produites sont compensées à chaque étage comme on vient de l'indiquer. Les essais effectués ont montré une amélioration de rendement notable. Ce système est celui employé dans les stations de radiodiffusion de Marseille et de Nice. Le rendement total atteint environ 44 à 47 pour 100.

2° *Modulation compensée.* — On prélève sur le circuit de sortie du poste une fraction du courant modulé que l'on redresse, et on utilise la tension lentement variable et fonction du taux de modulation ainsi produite, pour faire varier l'amplification de certains étages précédents, ce qui permet encore de compenser les distorsions non linéaires qui peuvent s'introduire. Des mesures effectuées, à l'aide d'un distorsiomètre, ont montré que l'amélioration obtenue est notable, et que le taux des harmoniques introduits par les distorsions non linéaires peut être considérablement réduit par ce procédé. C'est le système qui est employé dans la station de radiodiffusion de Lyon P. T. T.

3° *Modulation par contrôle d'anode.* — Voir ci-dessus. Ce procédé exige une lampe modulatrice dont la puissance est à peu près le double de celle de la lampe modulée. R restant constant, E varie en fonction de la modulation. Ce système qui exige des transformateurs de fréquence musicale à très grande puissance est actuellement utilisé aux Etats-Unis.

4° *Modulation par déphasage.* On laisse E constant et on fait varier R . Ce système est appliqué aux stations de Radio-Paris, Radio-Luxembourg, Poste Parisien, Paris P. T. T. et Lille.

— **Surmodulation.** Ce phénomène, qui correspond à un excès de modulation, se traduit par l'aplatissement de la modulation pour les grandes amplitudes, en raison de la courbure de la caractéristique et de la limite imposée par l'amplitude du courant porteur. Toutefois, un émetteur étudié pour un taux de modulation de 100 pour 100 peut fonctionner sans surmodulation à 90 pour 100 environ. En moyenne, le taux de modulation des stations de radiodiffusion reste faible et elles sont rarement affectées de surmodulation. Voir ce mot.

Le Comité consultatif international des Radiocommunications (C. C. I. R.) a précisé : « Le taux de modulation des stations Radiotéléphoniques doit être limité à une valeur telle que, pour la puissance maximum et pour une fréquence quelconque de la bande utile, l'amplitude totale de l'ensemble des composantes parasites de modulation ne doit pas dépasser la fraction

suivante de la fréquence fondamentale de modulation :

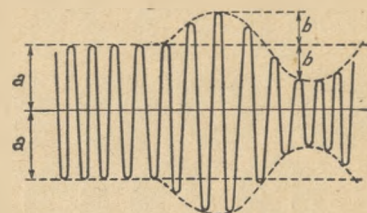
a) Pour les stations de radiodiffusion 4 pour 100, soit — 28 décibels;

b) Pour les stations radiotéléphoniques commerciales, 10 pour 100, soit — 20 décibels. »

— **Taux de modulation.** Rapport, exprimé en centièmes, entre la demi-différence des amplitudes maximum et minimum d'une onde modulée et l'amplitude moyenne de la même onde (C. E. I. 1934). Autrement dit, le taux de modulation m est égal au rapport de l'amplitude de la modulation b à celle de l'onde porteuse a , exprimée en centièmes :

$$m = 100 b/a.$$

Le taux de modulation est limité par la distorsion. On admet actuellement une proportion de 4 pour 100 de distorsion. Le



Définition du taux de modulation.

taux maximum de modulation linéaire atteint rarement 90 à 95 pour 100. Dans beaucoup de stations, il n'atteint encore que 60 pour 100 ou moins. Mais, quand bien même le taux de modulation en crête atteindrait 100 pour 100, le taux dans les pianissimi d'un orchestre ne dépasse pas 0,03 ou même 0,01, valeurs très inférieures aux bruits de fond de l'émetteur et du récepteur moyen. Il importe donc que la *dynamique de modulation* ne dépasse pas 30 décibels, alors qu'elle est normalement de 70 à 80 décibels pour un orchestre. A cet effet, on abaisse le niveau des fortissimi et l'on comprime celui des pianissimi, opérations qui peuvent être faites à la main par un opérateur agissant sur le potentiomètre ou automatiquement par un appareil appelé *compresseur*. Voir *expansion*.

(Angl. *Modulation*. — All. *Modulierung*.)

MODULE. Module de coopération. Constante caractéristique des cylindres analyseurs et reproducteurs dans la transmission des images par phototélégraphie. Ce module est égal au produit du diamètre du cylindre en millimètres par la finesse de la trame en lignes par millimètre. Voir *télécinégraphie*, *téléphotographie*.

(Angl. *Module*. — All. *Massstab*.)

MODULÉ. Courant et onde modulés. Courant et ondes auxquels sont appliqués une modulation.

— **Émissions télégraphiques modulées.** Le Comité consultatif international des radiocommunications (C. C. I. R.) recommande de n'employer la modulation en télégraphie que lorsque les autres méthodes ne peuvent être utilisées. La lar-

geur de la bande n'est pas limitée pour les appels de détresse. En tout autre cas, elle est limitée à ± 1.500 p : s, quelle que soit la fréquence de manipulation en code Morse.

(Angl. *Modulated*. — All. *Modulier.t*)

MODULOMÈTRE. Appareil utilisé pour le contrôle et la mesure de la modulation. Cet appareil comporte un atténuateur d'entrée, gradué en décibels, un amplificateur basse fréquence, un détecteur à courbe de réponse logarithmique suivant la loi

$$i = k \log n,$$

i étant le courant détecté (environ 2mA) et n le niveau d'entrée, pour une limite de 30 décibels environ; un milliampermètre

à basse fréquence ou un courant porteur à haute fréquence modulé et qui donne à chaque instant la mesure de la *crête d'amplitude*, pour la basse fréquence, ou de la *profondeur de modulation* pour la haute fréquence modulée. Le contrôleur commande des appareils indicateurs ou enregistreurs.

Dans le contrôleur S. F. R., le milliampermètre enregistreur donne une déviation totale pour 3 m A. L'aiguille atteint sa position d'équilibre en moins de 1 s. Il existe deux types de contrôleur, pour haute fréquence modulée et pour basse fréquence.

1° *Contrôleur pour courant à haute fréquence modulé.* Le courant à haute fréquence modulé est prélevé sur l'antenne, puis détecté dans un circuit à constante de temps élevé (0,5 s), ce qui définit les crêtes de modulation. Le courant est amplifié en

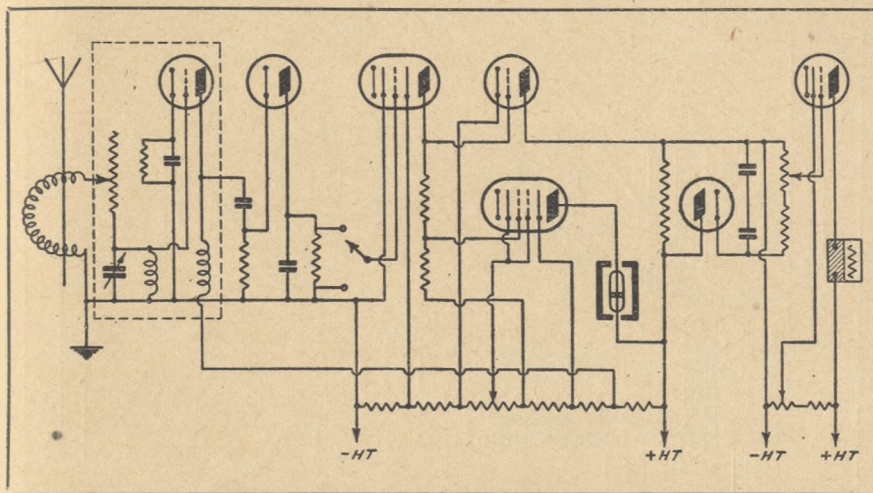


Schéma de principe d'un modulomètre pour courant à haute fréquence modulé (S. F. R.).

avec constante d'intégration de 200 ms et constante d'amortissement équivalente; enfin un milliampermètre ayant les mêmes constantes de temps.

La détection logarithmique permet de donner à l'opérateur des indications visuelles correspondant aux sensations auditives selon la loi de Fechner (voir *acoustique*, *bruit*) et d'éviter les elongations trop brutales en permettant de suivre toutes les phases de la modulation. Elle est réalisée par deux pentodes à montage différentiel (push-pull).

La déviation de l'appareil sous l'effet de modulation de l'onde porteuse à 30 pour 100 par un courant sinusoïdal correspond à des pointes de 80 pour 100 de modulation (R. Brailard).

Il existe d'autres indicateurs de modulation, par exemple des tubes au néon, dont l'indication est proportionnelle à la longueur de la colonne lumineuse, avec constante de temps de l'ordre de 1 s, et des milliampermètres enregistreurs à grande inertie, avec constante de temps de l'ordre de 25 s. Voir *indicateur*.

Le contrôleur de modulation est un appareil auquel on applique une modula-

tion à basse fréquence ou un courant porteur à haute fréquence modulé et qui donne à chaque instant la mesure de la *crête d'amplitude*, pour la basse fréquence, ou de la *profondeur de modulation* pour la haute fréquence modulée. Le contrôleur commande des appareils indicateurs ou enregistreurs.

2° *Contrôleur pour courant de basse fréquence.* Cet appareil, encore appelé *indicateur de volume* sert au contrôle des circuits téléphoniques, des lignes de modulation, de l'enregistrement des films et des disques. Il possède avant détection deux étages d'amplification à basse fréquence. Il comporte un repérage du taux de modulation de 100 pour 100.

(Angl., All. *Modulometer*.)

MOLÉCULE. Partie la plus petite d'un corps simple ou composé, qui existe à l'état de combinaison chimique (C. E. I. 1934).

— **Molécule-gramme.** Masse d'une substance exprimée en grammes par la valeur de sa masse moléculaire (C. E. I. 1934). (Angl. *Molecule*. — All. *Molekel*.)

MOLÉCULAIRE. Masse ou poids moléculaire. Masse d'une molécule évaluée en prenant comme unité le 1/16 de la masse d'un atome d'oxygène (C. E. I. 1934). Voir *masse*.

(Angl. *Molecular*. — All. *Molekular*.)

MOLLISSEMENT Augmentation de la pression dans un tube à gaz, produisant une diminution de la résistance du tube (C. E. I. 1934).

(Angl. *Softness*. — All. *Weichheit*.)

MOLYBDÈNE. Métal blanc argenté dont le minéral usuel est la *molybdénite*. Symbole chimique Mo, masse atomique 96. Température de fusion 2.500° C environ.

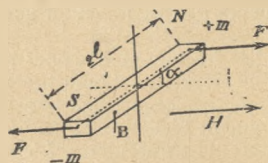
Cassant, moins fusible que le nickel et plus fusible que le tungstène, il sert à confectionner les plaques, les grilles et les supports de certaines lampes électroniques d'émission appelées à supporter des



Vis de contact avec garniture en molybdène.

températures élevées. Outre la fabrication des lampes, le molybdène constitue la spirale chauffante entretenant l'ionisation du gaz dans les tubes au néon. On le prépare aussi en barrettes et en fils jusqu'à 60 et 80 microns de diamètre. Mais pour les lampes, on se sert surtout de fil de diamètre assez fort : 0,2 à 1,5 mm. Malgré le prix élevé de ce métal, on peut fournir à bon compte des rivets et des vis munis de pastilles de molybdène, qui remplacent avantageusement les contacts en argent vierge. (Angl. *Molybdenum*. — All. *Molybdän*.)

MOLYBDÉNITE. Sulfure de molybdène naturel (MoS_2) ayant l'aspect et la coloration grise du plomb. Utilisé comme cristal détecteur avec une pointe d'argent, de cuivre, de fer, de tellure ou encore asso-



Moment magnétique d'un barreau aimanté dans un champ magnétique: B, barreau aimanté; H, champ magnétique; α , angle du barreau avec le champ; m , masse magnétique des pôles de l'aimant; N, pôle nord; S, pôle sud; F, forces; $2l$, longueur du barreau.

cié à la *chalcopryrite*, la *bornite*, et la *pyrite* de fer. On obtient le meilleur rendement avec une batterie de polarisation et un contact léger du chercheur.

(Angl. *Molybdenite*. — All. *Molybdän-glanz*.)

MOMENT. Moment magnétique. Quotient du moment maximum du couple exercé sur un aimant, dans un champ uni-

forme, par l'intensité de ce champ (C. E. I. 1934). Moment du couple maximum qui sollicite un aimant dans un champ magnétique égal à l'unité. Si $2l$ est la longueur du barreau aimanté, m la masse magnétique de chaque pôle supposée condensée sur chacune des faces terminales du barreau, le moment magnétique a pour expression

$M \times 2lm.$

(Angl. *Magnetic Moment*. — All. *Magnetisches Moment*.)

MONOCORDE. En téléphonie : cordon de commutateur terminé par une fiche (C. E. I. 1934).

MONOLAMPE. Qui ne comporte qu'une lampe. Se dit d'un récepteur radioélectrique à une seule lampe. Au nombre des récepteurs monolampes, on peut citer : la *déctrice à réaction*, le *circuit interflex*, le *mégadyne*, le monolampe pour tous courants utilisant une penthode, etc... Ces postes, qui peuvent donner d'assez bons résultats sur une excellente antenne, ne permettent généralement que l'écoute au casque. On accroît la sélectivité aux dépens de la sensibilité en remplaçant le montage *direct* par le montage *Bourne*. Voir *déctrice, réaction, interflex, mégadyne*, etc...

MONOPHASÉ. Propriété d'un courant alternatif simple ne possédant qu'une phase (de courant et, par là même, de tension). Par extension, se dit d'un appareil destiné à la production, la propagation, l'utilisation de ce courant : *transformateur, moteur monophasé.*

— **Système monophasé.** Système parcouru par un courant alternatif simple (C. E. I. 1934).

(Angl. *Single Phase*. — All. *Einphasig*.)

MONOTÉLÉPHONE. Se dit d'un système ou d'un récepteur téléphonique susceptible de sélectionner un son particulier en vibrant uniquement par résonance à la fréquence de ce son. On dit aussi *monophone*.

On réalise les monotéléphones en réduisant par construction l'amortissement du diaphragme des écouteurs. Ces appareils ne fonctionnent réellement bien qu'alimentés en courants sinusoïdaux. L'emploi des monotéléphones a été envisagé en télégraphie *multiplex* (système Mercadier-Magnum) : dans ce procédé, les émissions télégraphiques, différenciées par des courants porteurs de fréquences acoustiques déterminées, sont sélectionnées par des monotéléphones.

(Angl. *Monotelephone*. — All. *Mono-*
telephon.)

MONTAGE. Opération qui consiste à assembler mécaniquement ou électriquement un certain nombre de pièces pour constituer un *appareil*. Les montages radio-électriques récepteurs consistent à fixer les organes de l'appareil sur un châssis, puis à les relier les uns aux autres au moyen des connexions électriques convenables. —

Montage sur table. Montage provisoire que l'on effectue à la hâte sur une table en vue d'un essai. — **Schéma de montage.** Schéma indiquant dans le détail, et généralement à une échelle donnée, l'emplacement des organes à assembler, la forme et la longueur des connexions à établir entre les organes.

Nous donnons ci-dessous l'énumération des principaux montages de réception radioélectrique. Pour ce qui concerne le principe, le fonctionnement et la réalisation du montage, le lecteur voudra bien se reporter au nom de ce montage.

Les récepteurs les plus simples comportent, outre le collecteur d'onde, un circuit d'accord et un *délecteur* à cristal, générale-

Le montage *Flewelling*, oscillateur d'un réglage délicat, possède un retour de grille au filament très particulier et une résistance de détection variable entre 1 et 10 mégohms.

Les montages d'amplification à haute fréquence sont à résonance avec accord sur les circuits de grille et de plaque (*lampe de couplage*), à semi-résonance ou apériodiques. L'organe de liaison peut être une bobine, un transformateur, un autotransformateur, une résistance et une capacité. Dans ce dernier cas, la réaction et l'autodyne sont obtenus par un compensateur d'accrochage.

Les montages d'amplification à basse fréquence comportent aussi des liaisons par résistance, bobine de choc, autotransfor-

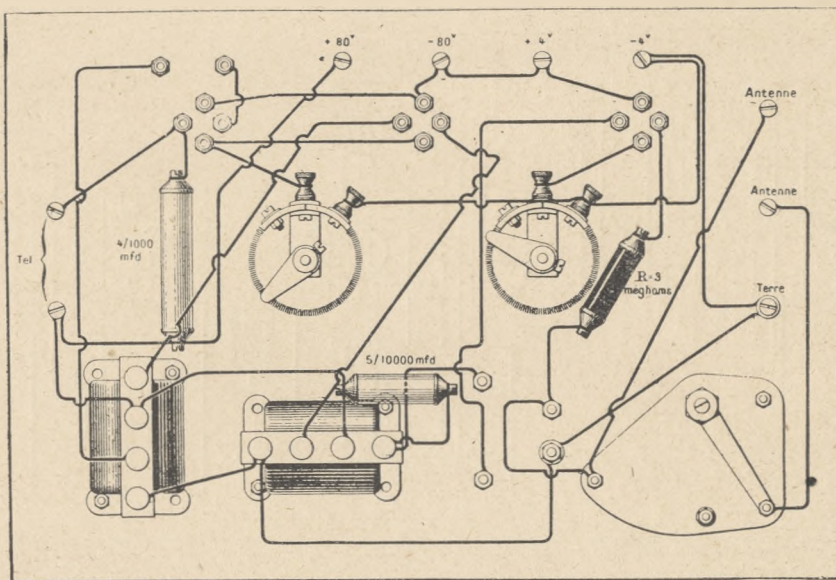


Schéma de montage d'un récepteur comportant une lampe détectrice à réaction suivie de deux étages d'amplification à basse fréquence.

ment à *galène*. Le montage *direct* ou en *Oudin* (auto-transformateur) lorsque l'antenne est accordée; *indirect* lorsque l'antenne désaccordée est seulement couplée au circuit accordé (montages *Tesla* et *Bourne*).

Pour la réception des ondes entretenues non modulées, on utilise un générateur local indépendant (*hétérodyne*) ou un récepteur oscillant (*autodyne, endodyne*).

Pour bénéficier de l'amplification par lampes, on utilise comme détecteur non plus seulement une *diode*, mais une *diode-triode* ou une *diode-penthode*.

Le récepteur à lampes le plus simple est la *déctricice à réaction*, montée directement ou indirectement (Bourne). Le montage *Reinartz* utilise un autotransformateur spécial. Le montage *Schnell* est doté d'une bobine et d'un condensateur de réaction. Le montage *Cockaday* est une forme particulière de l'*ultraudion* de Lee de Forest.

Les montages *superrégénérateurs* ou à *superréaction* comportent une lampe oscillatrice à moyenne fréquence qui module la réception en permettant de la pousser au delà des limites ordinaires de la réaction.

mateur et transformateur. Pour éviter la distorsion, on emploie parfois dans les amplificateurs de puissance des montages symétriques ou équilibrés (*push-pull*).

Afin d'économiser le nombre des lampes, on a tendance à faire exécuter plusieurs fonctions à la même lampe, d'où les montages *réflex* où la même lampe amplifie à la fois en haute et basse fréquence.

Dans le but d'éviter les oscillations dues à la capacité interne des électrodes des lampes, on a créé les montages *neutrodynes* qui augmentent le rendement des lampes. De même les *oclodes* oscillatrices-modulatrices sont neutrodynées.

Les montages le plus couramment utilisés en raison de leur sensibilité et de leur sélectivité sont les *changeurs de fréquence* ou *superhétérodynes* dans lesquels la méthode des battements augmente la sensibilité, la puissance et la sélectivité. On distingue, suivant la nature de la *moyenne fréquence* adoptée, les *infradynes* et les *supradynes*.

En ce qui concerne l'émission, on distingue les émetteurs à *ondes amorties* et à

ondes entretenues, modulées ou non. Parmi les premiers se classent les montages à *excitation directe* ou *indirecte* (Tesla, Oudin) et à *excitation par choc*. Les seconds sont les montages Hartley à couplage *direct*, Ditte à montage *indirect*, Gutton ou en anglais « *reversed feed back* », Armstrong à circuits de grille et plaque accordés, Colpitts, Meissner, Mesny pour ondes courtes et très courtes. Voir ces termes.

(Angl. *Connection, Device, Lay-out*. — All. *Schaltung, Tafelschaltung*.)

MONTURE. Monture de bobines.

La monture varie suivant la forme des bobines d'inductance et l'usage auquel on les destine. Le principe essentiel qui guide la fabrication des bobines et de leur monture est la nécessité d'éviter les pertes d'énergie, particulièrement en haute fréquence. Ces pertes proviennent moins de la *résistance électrique* des bobines que des défauts d'*isolement* et de l'*absorption*, électrique ou diélectrique. L'isolement de la bobine résulte à la fois de la résistance d'isolement et de la capacité électrique, soit entre spires, soit entre la bobine et l'extérieur, notamment par l'intermédiaire de la monture. On évite la capacité en diminuant les masses, en écartant les conducteurs, en « *aérant* » la bobine. Pour l'isolement, on ne doit pas oublier que l'air sec est le meilleur isolant. L'absorption diélectrique est affaiblie en réduisant les bobines, en évitant d'imprégner la bobine dans un isolant à constante diélectrique élevée, en diminuant l'épaisseur des boîtiers et des supports. Voir *bobine*.

(Angl. *Setting*. — All. *Einfassung*.)

MORSE. Du nom de l'inventeur anglais d'un code télégraphique, Samuel Morse.

— **Alphabet Morse.** Alphabet dans lequel les signaux télégraphiques composés d'émissions brèves ou longues correspondent à des *points* ou des *traits* (C. E. I. 1934). On dit plutôt *code Morse*. Suivant les combinaisons utilisées, on distingue le code Morse continental ou international et le code Morse américain. Voir *alphabet, code*.

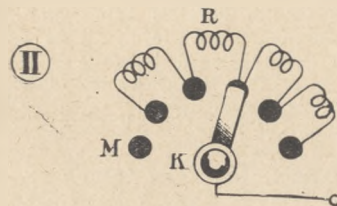
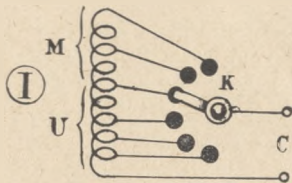
— **Clé Morse.** Petit interrupteur manœuvré à la main pour imprimer à un courant électrique la cadence des signaux télégraphiques; plus connu en France sous le nom de *manipulateur*. Voir ce mot.

— **Récepteur Morse.** Appareil au moyen duquel les signaux télégraphiques correspondant aux lettres et aux signes d'un message sont enregistrés sur une bande de papier sous la forme de traits et de points espacés (C. E. I. 1934). Après détection et amplification, le courant recueilli traverse les bobines de l'électro-aimant et attire, suivant le rythme des traits et des points, la palette de fer doux qui commande l'inscription sur la bande de papier. L'enregistreur Morse, très robuste, a une grande inertie, une sensibilité médiocre et ne convient pas à la télégraphie à grande vitesse. Voir *enregistreur, imprimeur*.

(Angl. *Morse Key, Code, Recording Receiver*. — All. *Morse Taster, Alphabet, Einschreiber*.)

MORT. Se dit de la partie d'un appareil mécanique, électrique ou magnétique qui n'est pas en circuit ou en fonctionnement.

— **Bout mort.** Partie non utilisée d'un bobinage introduit partiellement dans un circuit oscillant. La présence de bouts morts est déplorable : par induction, les bouts morts absorbent parfois une partie importante de l'énergie oscillante disponible, créent un amortissement considérable, nuisent à l'acuité du réglage, détrui-



Bout mort et plot mort : I. Bobine avec bout mort : C, circuit d'utilisation ; K, commutateur ; M, bout mort ; V, partie de bobine utilisée. — II. Rhéostat avec plot mort : K, commutateur ; R, résistance ; M, plot mort (isolé).

sent la syntonie et abaissent le rendement de l'appareil. On les évite en utilisant soit des bobines interchangeables, soit des bobines fractionnées avec *commutateur de bouts morts*. Voir *bouts, commutateur*.

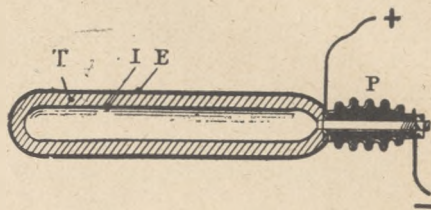
— **Plot mort.** Plot de repos sur lequel vient se placer le contact d'un commutateur lorsqu'il n'est pas en circuit. Voir *plot, commutateur*.

— **Point mort.** Position d'une roue motrice pour laquelle la bielle ou son prolongement passent par le centre de la roue. En ce point, la composante tangentielle de la force motrice est nulle (d'où le nom de point mort) et la roue ne peut avancer que grâce à la vitesse acquise.

(Angl. *Dead End, Dead Plug, Dead Point*. — All. *Totle Ende, Kontakt, Punkt*.)

MOSCICKI. Tube Mosciki. Du nom d'un savant polonais, ingénieur chimiste et radioélectricien, élu en 1926 président de la République polonaise. Le *tube Mosciki* est un condensateur fixe pour poste d'émission, constitué par un tube de quartz à paroi mince, long d'un mètre environ et ayant la forme d'une grande éprouvette. Ses armatures sont constituées par deux dépôts chimiques d'argent métallique, l'un extérieur, l'autre intérieur, comme dans la bouteille de Leyde. L'armature extérieure est protégée par une enveloppe de cuivre ou de fer, avec remplissage d'un mélange

d'eau et de glycérine pour répartir les efforts diélectriques et l'effet des variations de température. Ce condensateur peut



Coupe d'un tube Mosciki : T, tube de verre épais ; E, armature externe métallique ; I, armature interne réalisée par l'argenture du verre ; P, isolateur de sortie en porcelaine, séparant les connexions des deux armatures.

supporter par élément tubulaire une tension supérieure à 35.000 volts.

(Angl. *Mosciki Condenser*. — All. *Mosciki Kondensator*.)

MOTEUR. Moteur électrique. Machine qui produit de l'énergie mécanique par transformation de l'énergie électrique (C. E. I. 1934). Machine dans laquelle l'énergie électrique est transformée, plus ou moins complètement, en énergie mécanique pour développer un couple moteur ou un mouvement vibratoire.

— **Moteur asynchrone.** Machine asynchrone fonctionnant en moteur (C. E. I. 1934). Moteur à courant alternatif sans collecteur, dont la vitesse angulaire n'est pas invariablement liée à la fréquence du réseau.

— **Moteur asynchrone synchronisé.** Moteur d'induction démarrant en machine asynchrone et fonctionnant après démarrage en moteur synchrone, grâce à une excitation à courant continu (C. E. I. 1934).

— **Moteur à bagues.** Moteur d'induction dont l'enroulement d'induit est connecté à un collecteur à bagues (C. E. I. 1934). Sa mise en route implique un dispositif de démarrage. Les deux fils de phase du réseau sont reliés aux trois bornes du stator par un inverseur. Le rotor est relié à trois bagues, dont les balais se ferment sur trois résistances placées en *étoile*. Il y a un dispositif de relevage de balais ou de mise en court-circuit des bagues. La variété de ces dispositifs nécessite l'étude de filtres antiparasites particuliers pour chacun des cas.

— **Moteur à cage.** Moteur d'induction dont l'enroulement induit a la forme d'une cage d'écureuil (C. E. I. 1934).

— **Moteur à collecteur.** Moteur à courants alternatifs pourvu d'un collecteur à lames (C. E. I. 1934). Dans ce groupe très important figurent les moteurs série ; les moteurs série compensés, avec circuit compensé, soit en série, soit en court-circuit ; les moteurs à répulsion et les moteurs mixtes. Les filtres antiperturbateurs sont généralement bran-

chés aux bornes connectées au réseau. S'il y a inversion du sens de rotation (cas des ascenseurs), le cas doit être prévu pour les filtres.

— **Moteur compensé.** Moteur muni d'un enroulement de compensation (C. E. I. 1934).

— **Moteur à courant alternatif.** Moteur électrique pouvant fonctionner avec du courant alternatif (C. E. I. 1934). On dit aussi *alternomoteur*. Voir *moteur à collecteur*.

— **Moteur à courant continu.** Moteur électrique pouvant fonctionner avec du courant continu (C. E. I. 1934).

— **Moteur électroacoustique.** Appareil électroacoustique (téléphone, haut-parleur) qui transforme en énergie mécanique l'énergie électrique qu'il reçoit.

— **Moteur d'induction.** Moteur à courants alternatifs sans collecteur, dont une partie seulement, rotor ou stator, est reliée au réseau (C. E. I. 1934). Ce sont les moteurs à champ tournant, spécialement ceux à *cage d'écureuil*. Ils comportent fréquemment un démarreur. Le filtrage antiparasite est souvent plus efficace en amont de l'inverseur qu'en aval.

— **Moteur monophasé.** Moteur à courant alternatif monophasé. Dans ce groupe de moteurs, on distingue les moteurs à *bagues*, les moteurs à *collecteur* et les moteurs d'*induction*. Voir séparément chacun de ces termes.

— **Moteur à mouvement alternatif** Moteur dans lequel la partie mobile est animée d'un mouvement rectiligne ou circulaire, changeant périodiquement de sens (C. E. I. 1934).

— **Moteur à répulsion.** — Moteur monophasé d'induction à collecteur comportant une ou plusieurs paires de balais en court-circuit (C. E. I. 1934).

— **Moteur synchrone.** — Machine synchrone fonctionnant en moteur (C. E. I. 1934). Moteur électrique à courant alternatif dont la vitesse angulaire, exprimée en nombre de tours par seconde, est égale au quotient de la fréquence du courant par le nombre de paires de pôles de la machine. Les moteurs synchrones sont utilisés dans certains modes de transmission, notamment en téléphotographie, pour assurer le synchronisme entre l'émetteur et le récepteur. (Voir *iconographie*).

— **Moteur de téléphone ou de haut-parleur.** Machine électromagnétique qui transforme l'énergie électrique du courant téléphonique en énergie mécanique vibratoire pour produire des ondes sonores. Voir *écouteur*, *haut-parleur*, *diffuseur*, *téléphone*, etc...

— **Moteur à vitesses multiples.** Moteur que l'on peut faire fonctionner par changement des connexions électri-

ques à différentes vitesses définies, pratiquement indépendantes de la charge (C. E. I. 1934).

— **Moteur à vitesse réglable.** Moteur dont on peut faire varier la vitesse dans de larges limites (C. E. I. 1934).

— **Groupe moteur-générateur.** Voir *groupe*. (Angl. *All. Motor*.)

MOU. Rayons mous. Rayons peu pénétrants (en astrophysique, en radiologie). (C. E. I. 1934).

— **Tube mou.** Tube à vide dans lequel le vide n'ayant pas été poussé très loin, il subsiste des traces appréciables de gaz (air, azote, etc...). Dans ces conditions s'ajoute au *flux électronique* un *flux ionique*, sorte de courant conduit à travers l'ampoule par le gaz *ionisé*, devenu conducteur. Ces tubes, très sensibles aux variations de tension de grille, ont été jadis utilisés comme détecteurs, mais ils sont moins stables que les tubes *durs*, leur stabilité dépendant de l'état du gaz et de la valeur de la tension de plaque. En outre, leur longévité est inférieure à celle des tubes *durs*.

(Angl. *Soft Valve*. — All. *Weiche Röhre*.)

MOYEN. Moyenne fréquence. Fréquence comprise entre 100 et 1.500 p : s, d'après la classification des fréquences (C. C. I. R., La Haye, 1929). Voir *fréquence*.

Fréquence de transformation, intermédiaire entre la haute fréquence et la basse fréquence, dans un récepteur à changement de fréquence. Voir *fréquence*, *changeur*, *changement*, *superhétérodyne*.

— **Puissance moyenne.** Quotient d'un travail (ou d'une énergie) par le temps durant lequel ce travail (ou cette énergie) a été produit ou absorbé (C. E. I. 1934).

— **Valeur moyenne d'une grandeur périodique.** Moyenne arithmétique de toutes les valeurs que la grandeur prend pendant une période ou une fraction déterminée de la période (C. E. I. 1934). (Angl. *Mean*. — All. *Durchschnitts...*).

MU. Lettre grecque par laquelle on désigne parfois le *facteur d'amplification* d'une lampe électronique. Voir *amplification*, *facteur*, *lampe*. Sert aussi à désigner la *perméabilité magnétique*. Voir *fer*, *magnétique*.

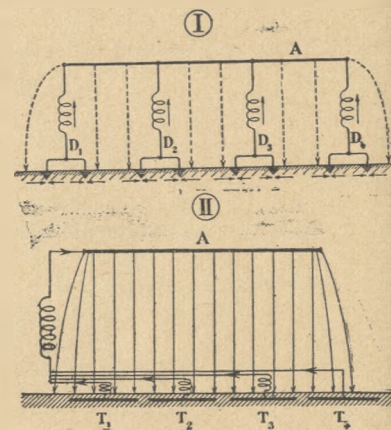
— **Mu-métal.** Alliage au nickel à perméabilité magnétique élevée, tandis que la conductibilité est de l'ordre de 2.10^{-5} . En fait, la perméabilité varie de 80.000 à 8.000 lorsque le champ magnétique croît de 0,05 à 1 gauss.

MULTIFILAIRE. Se dit d'un système conducteur, d'un câble par exemple qui possède un certain nombre de brins, constituant des conducteurs différents, isolés ou non les uns des autres. — **Antenne multifilaire.** Antenne possédant un cer-

tain nombre de brins isolés, formant une *nappe*, une *cage*, un *éventail*, un *parapluie*, etc...

(Angl. *Multiwired*. — All. *Mehrdraht...*)

MULTIPLE. Antennes et prises de terre multiples. Ces systèmes sont employés pour diminuer les pertes dans la terre à l'entour des stations d'émission, concurremment avec les procédés connus sous les noms de plaque de terre, écrans de terre, métallisation du sol. Lorsque le sol a été préalablement *métallisé* au moyen d'un réseau de fils ou de plaques de cuivre suffisamment rapprochés et enfouis dans la terre sous l'antenne,



Descentes et prises de terre multiples : I. Antenne Alexanderson A à descentes multiples D1, D2, D3, D4. — II. Antenne avec prises de terre multiples T1, T2, T3, T4.

il subsiste encore des pertes par courants de Foucault. En réunissant à la base de l'antenne, par des conducteurs aériens, ces différentes prises de terre, on réduit la longueur du trajet terrestre des courants de retour, c'est-à-dire qu'on diminue la résistance totale de la prise de terre. Des condensateurs intercalés entre ces lignes de terre abaissent encore la résistance.

La Radio Corporation of America a employé pour l'émission le système Alexanderson qui consiste à placer sur chaque antenne des *descentes* multiples, reliées à des prises de terre multiples.

— **Bobines à couches multiples.** Les bobines à couches multiples sont généralement impropres aux usages radio-électriques si des précautions spéciales n'ont pas été prises dans leur fabrication pour éviter la capacité répartie entre les couches de l'enroulement, capacité due à la trop grande proximité des différents conducteurs.

Pour les ondes longues et la basse fréquence, on peut cependant pratiquer l'enroulement par couches superposées, à condition d'intercaler entre deux couches successives une épaisseur d'isolant (papier, toile, etc...) qui diminue la capacité des deux couches. On peut aussi fractionner

l'enroulement par galettes plus ou moins éloignées les unes des autres. D'une manière générale les bobines massées conviennent mal.

Pour les ondes moyennes et courtes il est indispensable d'« aérer » la bobine en écartant le plus possible les couches et les conducteurs. C'est pourquoi on a imaginé des bobinages à couches multiples variés pour haute fréquence : *duo-latéral*, *nid d'abeille*, *fond de panier*, *gabion lattis*, etc... Dans les bobines, on évite de superposer les couches successives en entrelaçant les conducteurs.

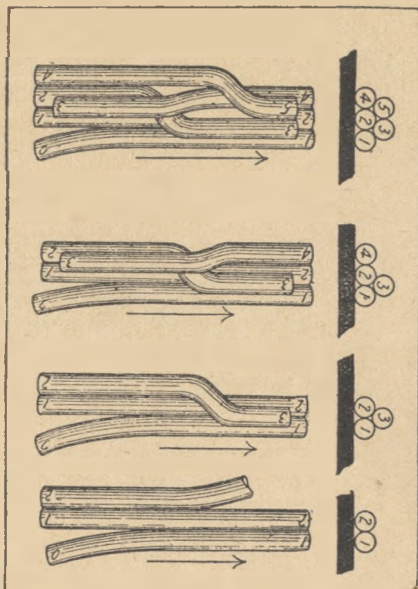
On améliore également les bobines massées par une disposition judicieuse qui rappelle l'empilement dit « en pile de boulets » et qui évite les couches. Voir *bobine*, *enroulement*, etc.

— **Commutateur multiple.** Type de commutateur qui effectue simultanément deux ou plusieurs commutations. Voir *commutateur*.

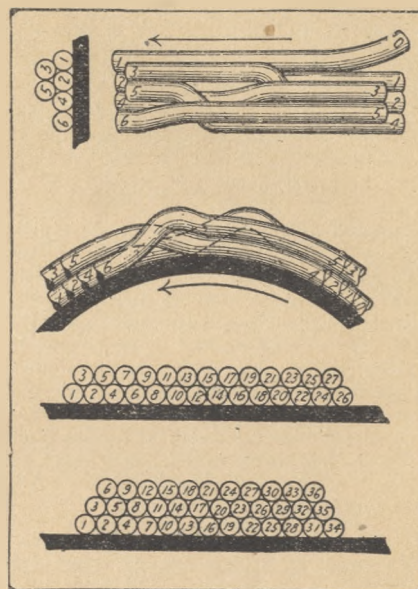
— **Éclateur multiple.** Voir *éclateur*.

— **Lampe multiple.** C'est une lampe de T. S. F. qui renferme dans une seule ampoule les éléments de plusieurs lampes triodes (brevets Lakhovsky et Löwe). En outre, les lampes multiples renferment, intercalées entre les éléments de triodes, les liaisons résistance-capacité d'un amplificateur à résistance. Ces types de lampes, inventés à une époque où l'on ne possédait pas encore de lampes à grand facteur d'amplification, surtout pour les ondes petites et courtes, sont actuellement tombés en désuétude.

— **Télégraphie multiple.** Système permettant d'assurer simultanément la transmission de plusieurs messages au moyen d'une même ligne, grâce à l'emploi, aux extrémités de cette ligne, de distributeurs synchrones qui la relient successivement, pendant le temps nécessaire pour l'envoi



Bobines à couches multiples : Disposition des cinq premières spires dans une bobine à deux couches enroulées simultanément. Cette disposition fait apparaître les croisements des conducteurs.



Bobine à couches multiples : disposition des croisements successifs des spires dans une bobine à deux couches enroulées simultanément. En bas, ordre des spires dans une bobine à trois couches.

d'un signal télégraphique, à divers couples d'appareils émetteurs et récepteurs se correspondant (C. E. I. 1934).

(Angl. *Multiple*. — All. *Vielfach*.)

MULTIPLEX. Le fonctionnement multiplex est défini par la transmission simultanée ou la réception simultanée de deux ou plusieurs signaux utilisant une caractéristique commune, par exemple une même antenne ou une même onde porteuse.

— **Télégraphie et téléphonie multiplex.** Liaison télégraphique ou téléphonique assurant simultanément l'émission ou la réception d'un certain nombre de

communications. Lorsqu'on utilise comme courant porteur un courant continu, la liaison ne peut être que pseudo-multiplex : en réalité, un distributeur à secteurs envoie successivement sur chacune des liaisons une fraction de signal; un collecteur à secteurs, synchrone du distributeur, effectue à la réception la reconstitution des signaux. (Télégraphe Baudot).

La télégraphie multiplex a reçu une solution élégante par l'utilisation de courants alternatifs. Les divers messages à envoyer simultanément sont appliqués chacun à un courant porteur de fréquence différente. A la réception, des résonateurs, accordés respectivement sur ces fréquences, effectuent le triage des messages. C'est le principe du télégraphe multiplex Mercardier-Magunna. Les émetteurs sont constitués par des diapasons dont les fréquences sont sélectionnées, à la réception, par des *mono-téléphones*.

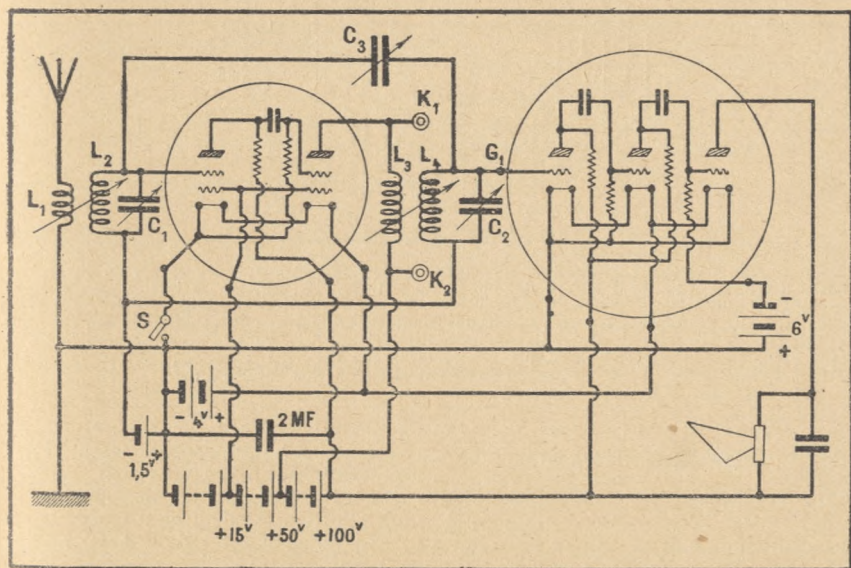
Depuis l'invention des lampes triodes, la télégraphie et la téléphonie multiplex ont pu être résolues par l'emploi de courants porteurs de haute fréquence. Oscillateurs et résonateurs sont réglés à la syntonie par l'accord de circuits oscillants.

Les liaisons multiplex sont applicables aux radiocommunications, comme aux communications par fil. La téléphonie multiplex rend notamment de grands services sur les lignes continentales, où la superposition de courants de haute fréquence a rendu possible l'établissement de plus de vingt communications simultanées.

L'envoi de deux communications simultanées est appelé *diplex*. Voir ce mot.

(Angl. *Multiple*.)

MULTIPLICATEUR. Pouvoir multiplicateur. Facteur par lequel il faut multiplier la déviation d'un galvanomètre,



Montage d'un récepteur puissant utilisant deux lampes multiples, une double bigrille à haute fréquence et une triple triode montée en amplificatrice à résistances.

relié à un shunt, pour obtenir la déviation équivalente qu'il prendrait s'il n'était pas shunté. (C. E. I. 1934). Voir *galvanomètre, shunt*.

— Multiplicateur de fréquence.

Transformateur de fréquence dans lequel la fréquence de sortie est un multiple entier de la fréquence à l'entrée (C. E. I. 1934).

Appareil ayant pour fonction de multiplier la fréquence fondamentale des stations d'émission, généralement de la tripler. Consiste en transformateurs spéciaux (tôles en acier au nickel), qui travaillent à saturation sur une alternance et favorisent le développement des ondes harmoniques. Utilisé dans les stations munies d'alternateurs à haute fréquence, émettant sur des longueurs d'onde relativement faibles. Voir *changeur, fréquence, nickel*.

(Angl. *Frequency Multiplier*. — All. *Vervielfachungs Transformator*.)

Multiplicateur d'électrons. L'émission secondaire, utilisée dans les dynatrons du Dr Hull, a plutôt été considérée jusqu'ici comme un phénomène parasite des tubes électroniques. Or, le professeur Zworykin a cherché à augmenter au maximum le rapport du nombre des électrons secondaires à celui des électrons primaires en utilisant des surfaces émissives convenables, recouvertes d'oxyde d'argent, de béryllium, de zirconium et de caesium. Avec des électrons produits sous une tension de 400 à 600 volts, le rapport est de 8 à 10. En associant en cascade un certain nombre d'éléments amplificateurs, on peut arriver à « multiplier » les électrons dans des proportions considérables.

Le multiplicateur d'électrons comprend une première surface émissive frappée par un faisceau lumineux. Les électrons primaires, émis par cette surface, sont concentrés électriquement ou magnétiquement sur une seconde surface qui émet huit à dix fois plus d'électrons secondaires. On traite ce flux d'électrons secondaires comme le flux primaire et on le projette sur une troisième surface émissive et ainsi de suite. Finalement, on arrive à associer en cascade douze de ces éléments dans un tube de 2 cm de diamètre et de 15 cm de hauteur, produisant ainsi une amplification qu'on peut chiffrer par 10^{12} , c'est-à-dire par un *trillion* ou mille milliards de fois.

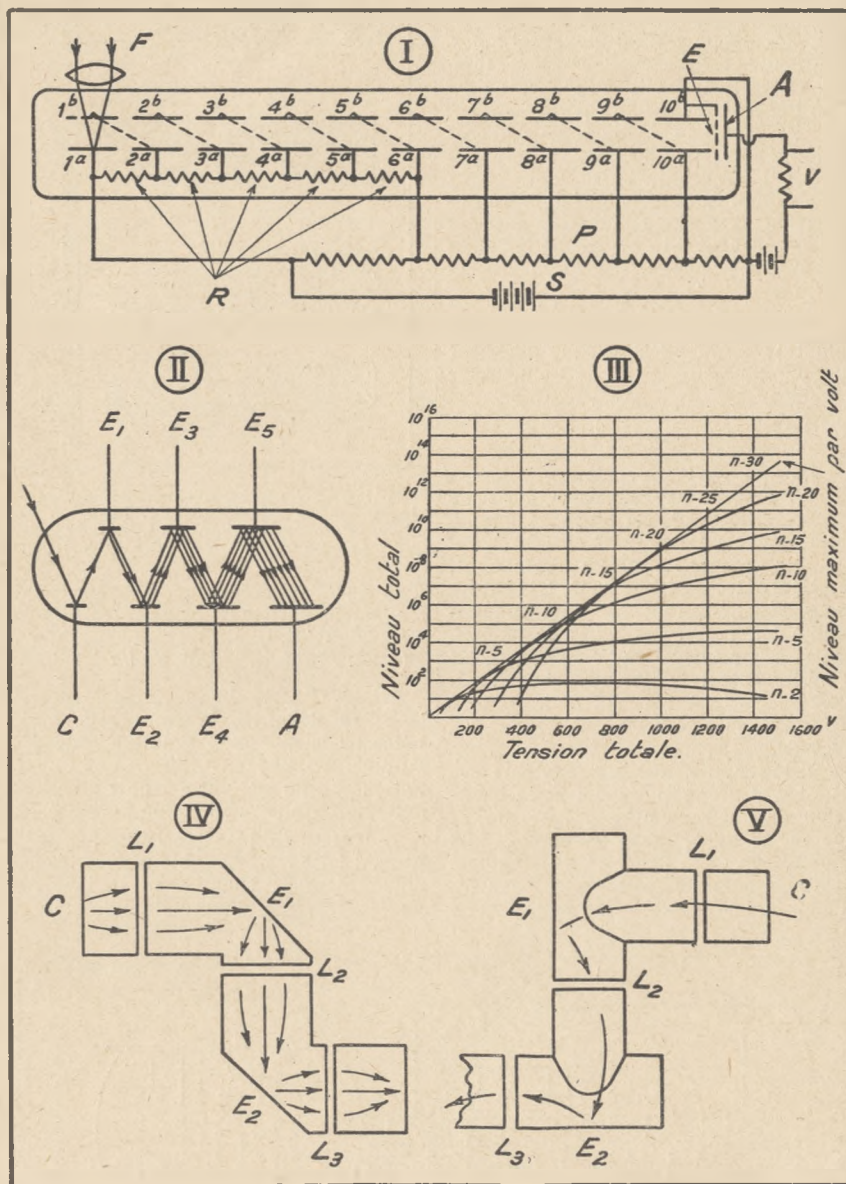
On pourrait produire de telles amplifications avec des lampes, mais il en faudrait un grand nombre et de multiples réactions parasites se produiraient entre les circuits. Dans le tube Zworykin, il n'y a pas de circuits. C'est la simplicité la plus élémentaire.

Les mesures ont fait apparaître pour les surfaces en question un pouvoir émissif de 60 à 75 mA : w, ce qui est du même ordre de grandeur que celui des cathodes à l'oxyde de baryum (100 mA : w) des lampes électroniques au maximum. La sensibilité à la lumière est de 10 A par lumen au maximum, mais pour une faible fraction de lumen.

Il est intéressant de constater que la courbe de réponse est droite et le bruit de

fond très faible. A égalité d'amplification, le multiplicateur d'électrons donne un rapport du signal au bruit de fond de 60 à 200 fois supérieur à celui obtenu avec un jeu de lampes. Ce tube peut être utilisé

opposée, les deux flux faisant entre eux un angle droit. A la suite des travaux de Fanworth en 1931, Zworykin concentra les faisceaux dans un tube de verre muni de gaines métalliques extérieures, portées à



Multiplicateur d'électrons : I. Schéma du multiplicateur d'électrons à dix étages de Zworykin : F, faisceau lumineux tombant sur la cathode photoélectrique; R, résistances intérieures; E, écran; A, anode, V, utilisation; P, potentiomètre; S, sources de courant continu. — II. Schéma de principe du multiplicateur d'électrons : C, cathode photoélectrique; A, anode; E_1, E_2, E_3 , électrodes de multiplication. — III. Caractéristique du multiplicateur d'électrons. — IV. Concentration du faisceau cathodique au moyen de « lentilles électrostatiques » L_1, L_2, L_3 ; E_1, E_2 , électrodes de multiplication; C, cathode. — V. Autre mode de concentration du flux électronique.

pour la lecture des films sonores, pour la télévision, pour diverses commandes automatiques.

L'une des difficultés de la réalisation des multiplicateurs d'électrons consiste dans la concentration du flux électronique. En fait, on dispose le flux primaire de manière qu'il frappe à 45° environ la plaque, le flux secondaire repartant à 45° dans la direction

un potentiel négatif par rapport au flux électronique. Le gradient de potentiel peut ainsi être réduit à 200 V environ.

Dans les tubes actuels dont le taux de multiplication est de 4 ou 5 par étage, on atteint un gain total de 1 à 10 millions environ.

Les électrodes sont écartées de 2 cm les unes des autres. La concentration du flux

est obtenue par un champ magnétique extérieur et par des champs électriques entre les électrodes. La concentration magnétique, qui permet d'abaisser la tension par étage à 100 v. environ, est assurée au moyen d'un champ perpendiculaire au plan des faisceaux, le flux électronique ayant tendance à tourner autour de l'axe de ce champ. La divergence est alors assez faible au bout du faisceau, après dix multiplications électroniques.

Le dernier multiplicateur de Zworykin est un tube de 18 cm. de hauteur sur 3 cm. de diamètre qui amplifie 8 millions de fois un courant très faible (de 1 mA, par effet photoélectrique, à 8 mA).

Sur un principe analogue, Fanworth a construit une lampe oscillatrice à multiplication d'une puissance de 13 kw.

L'intérêt essentiel des multiplicateurs, c'est la possibilité qu'ils offrent de donner un gain énorme d'amplification, environ 600 à 1.000 fois supérieur à celui du meilleur amplificateur à lampes, de n'introduire qu'une inertie encore plus faible que celle des lampes, d'amplifier sans limite les très hautes fréquences, d'amplifier fidèlement les courants les plus faibles, de l'ordre du millième de microampère.

(Angl. *Electron. Multiplier*. — All. *Elektronvervielfacher*.)

MULTIPOLAIRE. Se dit d'appareils électriques possédant plusieurs pôles : moteurs et générateurs possédant plusieurs paires de pôles magnétiques nord et sud ; interrupteurs, commutateurs, disjoncteurs agissant à la fois sur plusieurs circuits ou sur plusieurs phases d'un réseau alternatif. On dit aussi appareils *bipolaires*, *tripolaires*, etc.

— **Machine multipolaire.** Machine présentant plusieurs paires de pôles magnétiques.

(Angl. *Multipolar*. — All. *Mehrpoleig*.)

MULTIVIBRATEUR. Petit générateur local d'ondes entretenues, réalisé par Henri Abraham et Eugène Bloch et caractérisé par le nombre considérable des harmoniques qu'il produit. Pratiquement, la 50^e harmonique de l'onde fondamentale est encore utilisable et l'on peut atteindre la 67^e. La production d'harmoniques est parfois précieuse pour les mesures de longueur d'onde, parce que la fréquence des harmoniques est exactement multiple de celle de l'onde fondamentale. Si la fréquence fondamentale est 1000 p : s, celle de la 2^e harmonique est 2.000, celle de la 3^e 3.000, celle de la 50^e 50.000 p : s. En opérant à l'ondemètre la résonance successivement sur toutes ces harmoniques, on pourra graduer le condensateur d'accord soit en fréquences, soit en longueurs d'onde, en tenant compte de ce que la longueur d'onde varie de 60.000 à 6.000 mètres lorsque la fréquence s'accroît de 5.000 à 50.000 p : s.

Or, on détermine facilement le rang de l'harmonique ; pour connaître sa longueur d'onde exacte, il suffit donc de connaître celle de l'onde fondamentale, détermination qu'on opère par comparaison entre la fréquence de cette onde et celle d'un dia-

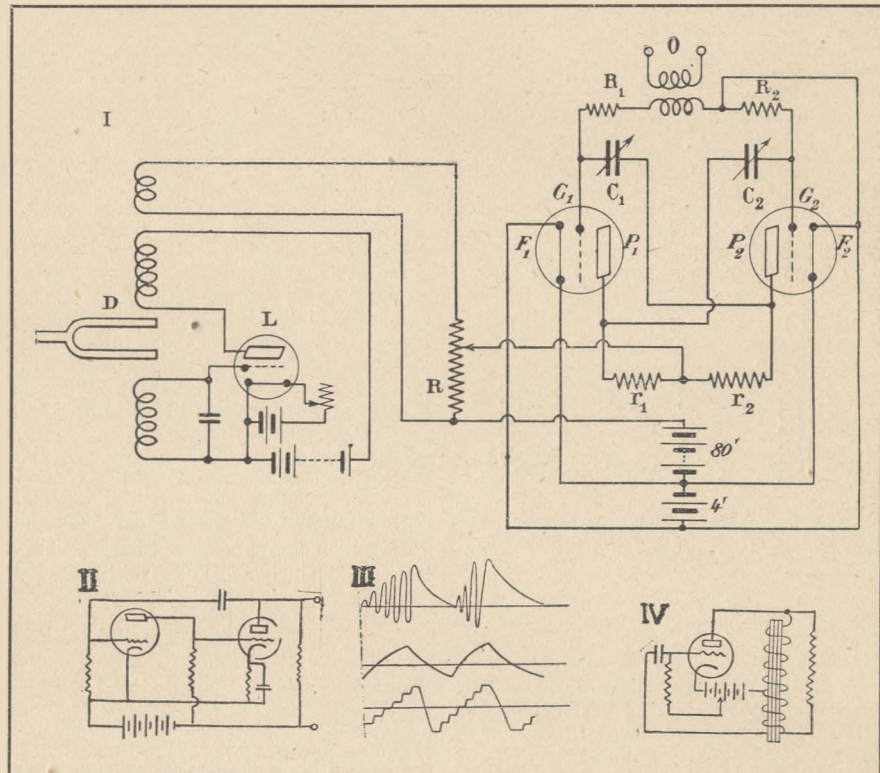
pason étalonné, par exemple par la méthode des *battements*.

Le multivibrateur est un oscillateur à deux lampes triodes, dont le montage rappelle celui d'un amplificateur à résistances ; la plaque de chaque lampe réagit sur la grille de l'autre. Les résistances de plaque sont de 50.000 ohms ; celles de grille de 750.000 ohms. Les condensateurs sont variables jusqu'à 10 mμF. Une petite bobine, placée dans le circuit de grille, opère le couplage avec l'ondemètre à étalonner. La période des oscillations est fonction

de condensateur et l'adjonction d'amortissement. L'oscillatrice présente un couplage élevé, ce qui donne une très grande résistance négative et la grille possède une résistance de fuite également très élevée, polarisée positivement. La courbe du courant varie en fonction des caractéristiques du circuit.

(Angl. *All. Multivibrator*.)

MUSICAL. Courant musical. Courant alternatif dont la fréquence de vibration est la même que celle d'une note de



Divers types de multivibrateurs : I. Multivibrateur avec stabilisateur de fréquence : D, diapason entretenu électriquement au moyen de la lampe triode amplificatrice L ; R, résistance de 30.000 ohms pour couplage du diapason et du multivibrateur. R₁, R₂, résistances de 750.000 ohms ; r₁, r₂, résistances de 50.000 ohms ; C₁, C₂, condensateurs de 0 à 10 mμF ; O, couplage avec l'ondemètre ou le circuit oscillant à étalonner. — II. Multivibrateur dyssymétrique. — III. Divers types de courants produits par un multivibrateur. — IV. Multivibrateur à une seule lampe de Flewelling.

des valeurs des capacités et des résistances.

La fréquence de vibration peut être comparée à celle d'un diapason entretenu électriquement. Le montage comporte deux bobinages introduits respectivement dans les circuits de plaque et de grille d'une triode et placés très près des extrémités du diapason. L'énergie d'alimentation de la triode entretient les vibrations du diapason. Une bobine d'exploration, couplée à celles du diapason, est le siège de courants induits qui permettent d'appliquer, au moyen d'un potentiomètre, une tension synchrone convenable aux grilles des lampes du multivibrateur.

Il existe également des multivibrateurs à une seule triode, du type Flewelling, par exemple, comportant un oscillateur à superréaction aperiodique, par l'absence

de musique. Voir courant téléphonique, courant à basse fréquence.

— **Éclateur musical.** Éclateur produisant des trains d'onde successifs à une fréquence musicale (C. E. I. 1934). Voir éclateur.

— **Étincelle musicale.** Étincelle produite par un courant amorti, dont les trains d'ondes se suivent à une fréquence musicale ; le bruit de l'éclatement de l'étincelle reproduit la note musicale. Voir étincelle.

(Angl. *Musical Spark*. — All. *Tonfunk*.)

— **Fréquence musicale.** Fréquence qui tombe dans l'intervalle des sons musicaux (C. E. I. 1934). Voir fréquence.

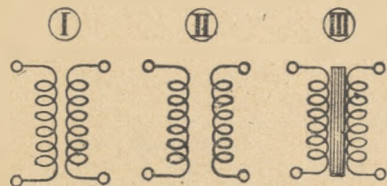
— **Générateur de fréquence musicale.** Voir *hétérodyne modulée* ou *hétérodyne à basse fréquence*.

(Angl. *Musical*. — All. *Ton...*)

MUSICALITÉ. Synonyme de *fidélité* pour un récepteur de radiophonie. Voir *fidélité*.

MUTUEL. *Mutuelle conductance.* (Entre deux électrodes). Quotient entre la variation élémentaire du courant qui sort d'une électrode et celle de la tension d'une autre électrode, toutes les autres tensions demeurant constantes (C. E. I. 1934).

— **Mutuelle inductance ou coefficient d'induction mutuelle.** Quotient du flux d'induction magnétique total que le courant d'un circuit détermine dans l'autre, par l'intensité de ce courant (C. E. I. 1934). C'est le rapport du flux embrassé par le circuit induit au courant qui émet ce flux dans le circuit inducteur. Autrement dit, c'est la valeur du flux embrassé par le circuit induit lorsque le courant inducteur est égal à l'unité. Voir *coefficient, inductance*.



Mutuelles inductances : I. Mutuelle inductance fixe sans fer. — II. Mutuelle inductance variable sans fer. — III. Mutuelle inductance fixe avec noyau de fer (transformateur).

Suivant la disposition réciproque des circuits inducteurs et induits, la mutuelle inductance s'ajoute à la self-inductance de ces circuits ou s'en retranche. Les unités de mutuelle inductance sont les mêmes que celles d'inductance : *henry, millihenry, microhenry*. La mutuelle inductance de deux circuits est généralement désignée par la lettre *M* et représentée graphiquement sur les schémas par deux hélices à axes parallèles; si la mutuelle inductance est variable, une flèche traverse les deux hélices.

En fonction des self-inductances L_1 et L_2 de deux circuits couplés et de leur coefficient de couplage *K*, la mutuelle inductance a pour expression

$$M = K \sqrt{L_1 L_2}$$

— **Mutuelle induction.** Phénomène d'induction électromagnétique provenant d'une variation du flux magnétique émis par un circuit appelé *inducteur* à travers un autre circuit appelé *induit*. Cette propriété est utilisée notamment dans les appareils dénommés *transformateurs*, dans lesquels le circuit inducteur est appelé *primaire* et le circuit induit, *secondaire*. Voir *induction, transformateur*.

(Angl. *Mutualconductance, Gegeninductance*. — All. *Mutualkonduktanz, Gegeninduktanz*.)

MYRIACYCLE. *Myriacycle* par seconde. Unité multiple de fréquence valant

10.000 cycles par seconde ou périodes par seconde. Synonyme de *myriahertz*.

(Angl. *Myriacycle*. — All. *Myriahertz*.)

MYRIAHERTZ. Unité multiple de fréquence valant 10.000 hertz, cycles par seconde ou périodes par seconde. Intervalle de fréquences préconisé par l'Union internationale de Radiophonie comme écartement minimum de deux émissions voisines d'après le « Plan de Genève » des longueurs d'onde. Voir *longueur d'onde, fréquence*.

(Angl. All., *Myriahertz*.)

N

NAPPE. *Nappe d'antenne.* Partie plane d'une antenne, constituée par un réseau plan ou conique de fils concourants ou parallèles. Cette nappe est ordinairement horizontale, mais peut aussi être tendue obliquement entre des supports de hauteurs inégales. La nappe est la région efficace de ce type d'antenne, que l'on définit par le terme d'*antenne en nappe*.

La nappe est tendue entre des câbles traversiers, pour les grandes antennes, entre des vergues en bambou pour les petites antennes. Les antennes d'émission des grandes stations possèdent des nappes très développées et très élevées : celle de la Tour Eiffel, en double cône, suspendue à son sommet (300 mètres); celle de Lyon-la Doua (100 à 150 mètres); celle de Nantes-Basse-Lande (180 mètres); celle de Bordeaux-La Fayette (250 mètres); celle de Sainte-Assise (250 mètres). La nappe la plus vaste, celle de Sainte-Assise, est une double nappe symétrique couvrant 910.000 mètres carrés, utilisant 70.000 mètres de câble d'antenne et 16.000 mètres de câble d'acier pour les retenues et les traversiers. L'antenne de la station continentale de Sainte-Assise possède quatre nappes indépendantes en double cône, supportées par un pylône de 250 mètres et comportant 17.000 mètres de câble d'antenne et 14.500 mètres de câble d'acier.

Pour les ondes courtes, on utilise des antennes à réflecteurs ou projecteurs, dont la partie active est constituée, non par une nappe horizontale, mais par un rideau vertical.

Pour la radiodiffusion, on combat l'évanouissement (*fading*) en adoptant à l'émission des antennes verticales demi-onde, dont la nappe est généralement réduite à un petit éventail ou à un traversier à la partie supérieure.

Les antennes de réception pour la radiophonie sont constituées par des nappes de 10 à 15 mètres unifilaires ou multifilaires, possédant alors deux ou trois fils parallèles espacés de 1 m à 1,50 m. L'antenne britannique « normale », telle qu'elle a été définie par le Post Office est une nappe de

30 mètres (100 pieds) au maximum, y compris la descente d'antenne. La nappe est isolée des supports au moyen de chaînes d'isolateurs associés en série. La descente d'antenne part de l'extrémité (antenne en L) ou du milieu (antenne en T) de la nappe.

(Angl. *Flat Top Aerial*. — All. *Antennenflache*.)

NATUREL. *Détecteur naturel.* Minerai ou substance chimique naturelle qui possède spontanément, et sans préparation aucune, la propriété de détecter les oscillations à haute fréquence en laissant passer les alternances d'un certain signe d'un courant alternatif et en s'opposant au passage des alternances de signe contraire, grâce à un effet de conductibilité unilatérale ou unidirectionnelle. Voir *détecteur*.

— **Fréquence naturelle** (d'une antenne). Plus basse fréquence de résonance d'une antenne obtenue sans introduction d'aucune capacité ou inductance dans le circuit. (C. E. I. 1934). Voir *antenne*. Synonyme : *fréquence propre*.

— **Longueur d'onde, fréquence, période naturelles d'un circuit.** Constantes résultant des caractéristiques électriques de ce circuit (inductance, capacité, résistance).

Constantes des oscillations libres qui prennent spontanément naissance dans ce circuit, par opposition avec les oscillations *forcées* qui peuvent y être induites. Synonyme : *propre*.

— **Parasite naturel ou perturbation naturelle.** Perturbation d'origine naturelle, telle que parasites atmosphériques et telluriques, par opposition avec les perturbations industrielles ou artificielles. Voir *antiparasite, atmosphérique, perturbation*, etc.

(Angl. *Natural Rectifier, Wavelength, Frequency, Period*. — All. *Eigendelektor, -Wellenlänge, -Frequenz, -Periode*.)

NAVICONVERSATION. Conversation téléphonique originaire ou à destination d'une station mobile, transmise, sur tout ou partie de son parcours par des moyens radioélectriques.

NAVIRE. *Installations radioélectriques à bord d'un navire.* Les installations radioélectriques à bord des navires prennent une importance croissante. Elles ont d'ailleurs été rendues obligatoires par les Conventions internationales successives sur la Sauvegarde de la vie humaine en mer. Voir à ce sujet *Convention*. Les installations de navire comprennent des ensembles radiotélégraphiques et radiotéléphoniques destinés à l'écoulement du trafic commercial et des ensembles radiotélégraphiques destinés aux communications intéressant la navigation proprement dite.

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous la description de l'installation radioélectrique du paquebot *Normandie*.

INSTALLATIONS COMMERCIALES. Réunies dans une même cabine, dite « cabine com-

merciale », ces installations comportent les ensembles suivants :

a) *Un ensemble d'émission radiotélégraphique* se présentant sous la forme d'un vaste tableau de 6 mètres de longueur et 1 m. 70 de hauteur, constitué par la juxtaposition des meubles et châssis suivants : Un tableau général d'arrivée du courant et de charges des accumulateurs. — Un émetteur d'ondes courtes en trois châssis pour télégraphie à ondes entretenues pures et modulées; puissance : 2 à 2,5 kw; gamme d'ondes : 15 à 120 mètres; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 10. — Un émetteur d'ondes longues en deux châssis pour télégraphie à ondes entretenues pures; puissance : 1 kw antenne, gamme d'ondes : 2.000 à 2.400 m; nombres d'ondes disponibles dans cette gamme : 6. — Un émetteur d'ondes moyennes en deux châssis pour télégraphie à ondes entretenues modulées; puissance 600 watts-antenne; gamme d'ondes : 600 à 800 mètres; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 7; possibilité de fonctionnement de secours sur accumulateurs par simple commutation dans le cas de panne de courant du bord.

Cet ensemble est entièrement commandé à partir d'une table de manipulation de 3,85 m de longueur ou deux opérateurs ont place et peuvent conduire simultanément un trafic sur ondes courtes et un trafic sur ondes longues.

Sur cette table sont disposés les deux récepteurs correspondants, soit :

b) *Le récepteur de trafic radiotélégraphique* sur ondes courtes couvrant la gamme de 13 à 250 mètres, et alimenté par l'intermédiaire de filtres spéciaux par le courant continu du bord. Le récepteur de trafic radiotélégraphique sur ondes moyennes et longues, couvrant la gamme de 350 à 5.000 mètres; son alimentation peut être indifféremment assurée par le courant continu du bord, ou par accumulateurs en cas d'absence accidentelle de ce dernier.

c) *Un ensemble de réception de presse duplex* fonctionnant indépendamment des autres installations et, au besoin, en même temps et travaillant sur les ondes comprises entre 8.000 et 20.000 mètres. Cet ensemble est alimenté également par le courant du bord.

d) *Un ensemble en trois panneaux, pour l'émission radiotéléphonique sur ondes courtes* destiné à écouler les conversations téléphoniques des passagers avec les abonnés des réseaux téléphoniques français, anglais et américain, et pourvu également d'un dispositif permettant d'effectuer un service de radiodiffusion pour les besoins du bord. Cet émetteur, dont la puissance dans l'antenne est de 1 kw à 1,5 kw, suivant l'onde émise, dispose de huit ondes dans la gamme de 17 à 70 mètres. Ses dimensions sont de 3 mètres de longueur sur 1,85 m de hauteur. La stabilité de l'émission est de 1/10.000^e et la fidélité de transmission particulièrement poussée.

e) *Un récepteur spécial, réservé au trafic radiotéléphonique* et placé dans une cabine paradisée dépendante de la cabine com-

merciale. Ce récepteur, aux caractéristiques très poussées, couvre la gamme 14 à 80 mètres et son alimentation est également assurée par le courant du bord.

f) *Un dispositif d'exploitation* installé près de la cabine d'abonné et permettant au secrétaire radiophoniste d'entrer en liaison bilatérale avec la station terrestre et de donner la communication au passager.

g) *Deux fréquencesmètres*, l'un pour les ondes longues et l'autre pour les ondes courtes, et destinés au réglage des divers appareils de la cabine. En outre, une cabine contiguë à la cabine commerciale contient les différentes machines et les contacteurs assurant l'alimentation des postes ci-dessus, et un compartiment voisin renferme les diverses batteries d'accumulateurs.

INSTALLATION DE LA PASSERELLE. Une cabine spéciale a été réservée sur la passerelle pour recevoir les installations radio-électriques utilisées pour les besoins de la navigation. Cette cabine comporte :

a) *Un ensemble d'émission radiotélégraphique* se présentant sous la forme d'un tableau de 2,60 m de longueur et 1,70 m de hauteur constitué par la juxtaposition des meubles et châssis suivants : Un tableau général en deux châssis d'arrivée de courant de charges d'accumulateurs et d'alimentation de l'émetteur. — Un émetteur d'ondes moyennes et longues en deux châssis pour télégraphie à ondes entretenues pures et modulées; puissance 500 watts; gamme d'ondes : 600 à 2.400 mètres; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 6; cet émetteur est réalisé de façon à pouvoir fonctionner en secours sur accumulateurs, par simple commutation, dans le cas de panne du secteur du bord.

b) *Deux récepteurs*, l'un pour les ondes courtes, l'autre pour les ondes longues, disposés sur une table de manipulation et de commande pour un opérateur; ces récepteurs sont alimentés par piles et accumulateurs.

c) *Un radiogoniomètre de bord* à grande sélectivité adapté à un cadre blindé orientable; cet appareil établi pour relever les postes de toutes catégories émettant dans la gamme de 450 à 3.000 mètres, est installé dans la chambre des cartes, contiguë à la cabine précédente.

d) *Un sondeur par ultra-sons* installé également dans la chambre des cartes.

Enfin, il y a lieu de signaler, en outre, l'équipement radioélectrique de deux embarcations de sauvetage à moteur, chaque embarcation comportant un ensemble émetteur-récepteur à ondes amorties de secours, alimenté par batteries d'accumulateurs.

Le poids de tout l'équipement radio-électrique est de 16 tonnes. L'alimentation totale absorbe plus de 25 kilowatts. L'ensemble permet de maintenir la liaison radio-électrique directe avec Le Havre et New-York pendant toute la traversée.

NAVITÉLÉGRAMME. Télégramme originaire ou à destination d'une station

mobile, transmis sur tout ou partie de son parcours par des moyens radioélectriques.

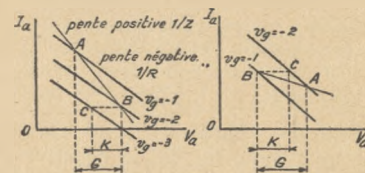
NÉGATIF. Signe (—) dont on affecte les nombres et les grandeurs qu'il convient de retrancher.

— **Amplification négative.** Dans les montages de lampes électroniques, on peut arriver à rendre négative la résistance intérieure. Le gain d'amplification est alors de la forme

$$G = \frac{KZ}{Z - R}$$

K étant le facteur d'amplification; Z l'impédance extérieure et R la valeur absolue de la résistance.

Les lampes à résistance négative peuvent



Amplification négative : A gauche, amplification négative avec gain positif ($Z > R$); à droite, amplification négative avec gain négatif ($Z < R$).

être utilisées pour l'amplification et pour l'oscillation. Voir *dynatron*, *biotron*, *néga-tron*.

L'intérêt d'obtenir un gain négatif, c'est surtout que la tension anodique reste alors en phase avec la tension de grille. On peut ainsi utiliser un montage équilibré (push-pull) dans lequel l'une des deux lampes amplifie positivement et l'autre négativement, ce qui évite la lampe de déphasage.

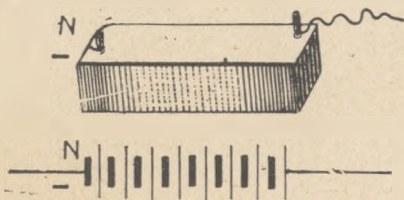
D'autre part, si la capacité grille-plaque devient négative, l'impédance d'entrée de la lampe a une réactance qui varie comme celle d'une inductance, et croît en même temps que la fréquence. Ce point est très intéressant pour les amplificateurs à ondes très courtes, en particulier pour les amplificateurs apériodiques de télévision.

— **Charbon négatif.** Dans l'arc électrique éclatant entre deux crayons de charbon, le charbon négatif prend la forme d'un cône effilé.

— **Électricité négative.** Le signe — a été arbitrairement choisi pour désigner l'une des deux espèces d'électricité qui apparaissent aux pôles des sources de courant continu. Les physiciens estiment que l'électricité est constituée par un ensemble de corpuscules négatifs, les *électrons*. Le sens théorique dans lequel on admet que circule le courant électrique est celui qui se referme du pôle + au pôle — à l'extérieur de la source; mais c'est le sens contraire de celui dans lequel cheminent réellement les électrons négatifs.

— **Électrisation négative.** État d'un corps qui possède un excès de corpuscules d'électricité négative.

— **Électrode négative. Pôle négatif.** Électrode ou pôle d'un appareil ou générateur électrique qui se trouve au potentiel



Pôle négatif N d'une pile : En bas, représentation schématique et symbolique.

le plus bas. Dans la plupart des piles, le pôle négatif est constitué par l'électrode en zinc.

— **Lueur négative.** Espace lumineux caractérisé par un champ électrique faible dû à la recombinaison des ions positifs et des électrons (C. E. I. 1934). Voir lueur.

— **Plaque négative.** Dans l'accumulateur au plomb, la plaque négative est constituée par l'électrode en plomb réduit à fin de charge, dont l'aspect est gris foncé. La borne correspondante est peinte en noir ou en vert.

— **Pôle négatif.** Voir électrode négative.

— **Résistance négative.** Propriété présentée par divers appareils ou organes électriques, caractérisée par la variation inverse du courant et de la tension électriques. En réalité, la résistance est toujours positive, c'est la variation de résistance qui est négative. Cette circonstance permet au circuit qui la possède d'engendrer un courant oscillant entretenu dont la fréquence est déterminée par l'inductance et la capacité du circuit. L'arc électrique, la lampe triode montée en génératrice sont des exemples de circuits à résistance négative. Voir *dynatron*, *biotron*, *négatron*.

On peut mesurer la résistance négative d'une lampe électronique au pont de Sauty en la compensant par une résistance variable en dérivation, ce qui rend la lampe équivalente à une capacité. On détermine au pont de Sauty cette capacité ainsi que la résistance de compensation égale en valeur absolue à la résistance inconnue.

On utilise les triodes à résistance négative (*thyatron*) générateurs d'oscillations et pour la mesure de la résistance dynamique des circuits oscillants.

(Angl. *Negative*. — All. *Negativ*.)

NÉGATOSCOPE. (En radiologie) Ecran lumineux servant à l'examen par transparence des radiogrammes (C. E. I. 1934).

(Angl. *Negatoscope*. — All. *Negatoscop*.)

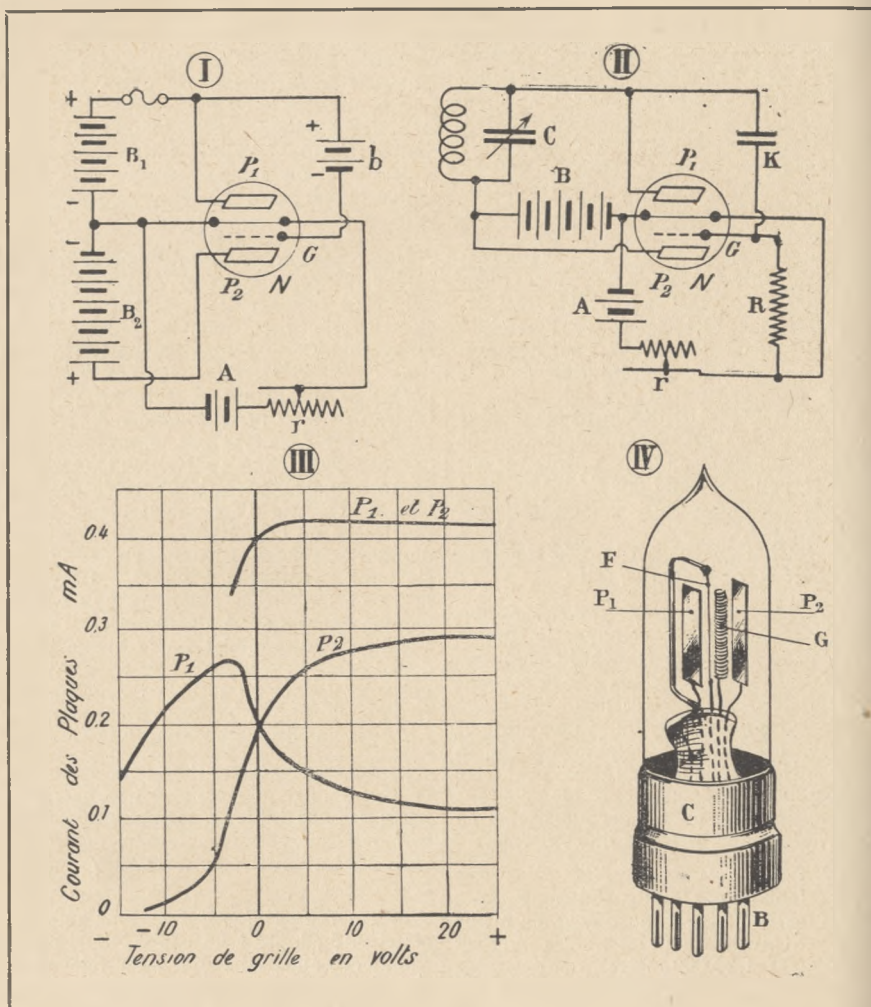
NÉGATRON. Genre de tube à vide électronique imaginé par John Scott-Taggart, en 1919, et possédant quatre électrodes : une cathode incandescente (filament), une grille et deux plaques; établi de façon à présenter, dans ses circuits, un effet marqué de résistance négative, d'où son

nom. La grille est reliée à l'anode principale au moyen d'un condensateur ou d'une liaison conductrice. Lorsque la tension de l'anode principale s'accroît, celle de la grille s'accroît de même; il s'ensuit que l'anode auxiliaire se met à débiter et produit une chute de courant dans le circuit de l'anode principale. Ainsi prend naissance l'effet de résistance négative, comme on

la cathode, au moyen d'une batterie auxiliaire ou d'un condensateur shunté.

(Angl., All. *Negatron*.)

NÉON. Gaz rare de l'air dont il existe deux isotopes, le *néon* proprement dit (Ne = 20) et le *métanéon* (22). La masse atomique de 20,2 correspond au mélange de ces deux gaz dans la proportion natu-



Caractéristiques et montages du négatron : I. Montage classique du négatron N (John Scott-Taggart). — II. Montage du négatron N comme récepteur autodyne : A, batterie de chauffage; B₁, B₂, batteries des plaques P₁ et P₂; b, pile de polarisation négative de grille; r, rhéostat de chauffage; R, résistance de grille; K, condensateur de grille; C, circuit oscillant. — III. Caractéristiques du négatron tension de grille-courant de plaque. — IV. Aspect du négatron : F, fil-ment; B, broches; C, culot.

le constate facilement sur les courbes jointes. Dans le négatron, la grille n'est pas concentrique au filament, mais disposée entre celui-ci et l'anode auxiliaire. Les anodes ont la forme de plaques symétriques et parallèles.

Le négatron peut fonctionner comme oscillateur entre 600 et 20.000 mètres de longueur d'onde. La tension de plaque est de l'ordre de 60 volts, mais peut varier en fonction du courant de chauffage. On la règle de manière à obtenir le courant de saturation. La grille est maintenue à une tension positive assez élevée par rapport à

relle. La première tension d'ionisation du néon est observée pour 16 volts. En s'ionisant, ce gaz inerte s'illumine et prend une teinte rouge orangée très vive, lors du passage d'une décharge électrique à haute tension. L'ionisation du néon est utilisée pour l'illumination, ainsi que pour la détection, le redressement ou la production des courants électriques alternatifs.

La densité du néon est 0,9. Sa solubilité dans l'eau pratiquement nulle. Il se liquéfie à - 238° C. Le diamètre de l'atome est de 1,02 angström. Pour 100 m³ d'azote, on trouve 20 l de néon dans l'air.

— **Détecteur au néon.** Dans les premiers temps des sciences radioélectriques, Fleming a proposé d'utiliser un tube au néon comme détecteur lumineux des oscillations. Les deux électrodes de ce petit tube oblong étaient reliées aux extrémités du circuit résonnant ou *cymomètre*. Lorsque le résonateur était réglé à l'accord sur l'émission, la tension, devenue maximum à ses bornes, illuminait le tube au néon. Voir *cymomètre*, *ondemètre*.

— **Indicateur au néon.** Tube au néon utilisé principalement pour le réglage visuel et silencieux des récepteurs radio-électriques. Voir *indicateur*.

Les tubes indicateurs les plus récents

ont un culot à quatre broches assurant une meilleure fixation.

On utilise des tubes au néon à trois ou quatre électrodes. En l'absence de signal, les tensions de polarisation et anodiques sont minima, le courant anodique maximum; sous l'action du signal, la tension anodique augmente et la colonne lumineuse du tube au néon, préalablement amorcée, s'allonge. L'amorçage se produit pour une tension de 145 à 165 volts. Le courant, de 1 à 3 mA, varie proportionnellement à l'allongement de la colonne. Une résistance de protection de 10.000 à 30.000 ohms limite l'intensité de courant dans le tube; il est nécessaire que la luminescence n'atteigne jamais le bout du tube.

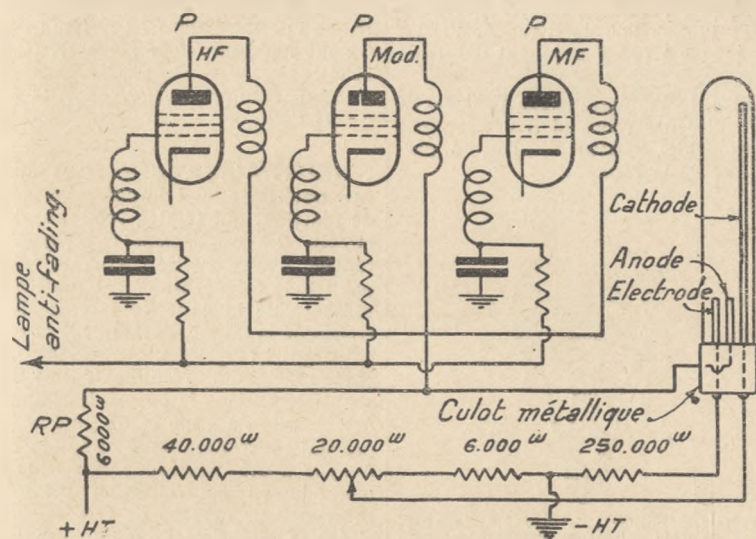
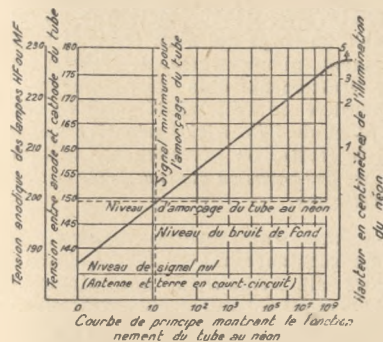


Schéma de montage d'un indicateur lumineux avec tube au néon à trois électrodes.

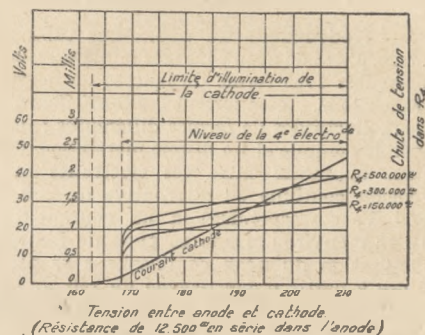
comportent des électrodes à disques annulaires, assurant une stabilité plus grande et une lumière plus uniforme, une cathode cylindrique pouvant être maintenue par un pont de mica, pour donner une illumination non divergente; un peu de mercure libre pour réduire la tension d'amorçage



Graphique de l'illumination d'un tube au néon en fonction du niveau du signal.

et la régulariser; une disposition des électrodes diminuant la consommation d'énergie et augmentant la durée et la sensibi-

lité, qui donne l'échelle de mesure des résistances de 2.000 à 150.000 ohms et des capacités de 2.000 à 150.000 μF , pour une tension jusqu'à 220 V environ. Pour les résistances supérieures à 150.000 ohms et les capacités inférieures à 2.000 μF , on

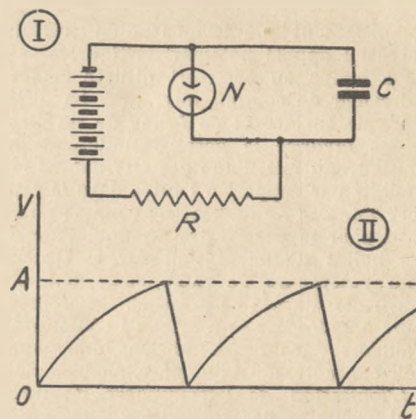


Graphiques de fonctionnement d'un tube au néon à quatre électrodes.

utilise des tensions de 330 à 440 V au moyen d'un transformateur à prises multiples.

Ce type d'appareil de contrôle est pratique pour la mesure approximative des capacités, des résistances, le contrôle des connexions, des enroulements, de l'isolement et la recherche des courts-circuits, le contrôle de la polarisation, l'exploration d'une courbe de réponse.

— **Oscillations de relaxation par lampe au néon.** Le tube au néon est monté dans un circuit alimenté par une source de tension continue E, en dérivation sur un condensateur C et en série avec une résistance R. Si la tension E est supérieure à la tension d'illumination de la lampe, la



Production d'oscillations de relaxation par tube au néon : I. Schéma de montage : N, tube au néon; R, résistance; C, capacité. — II. Forme déformée des oscillations de relaxation : OA, amplitude maximum.

L'électrode d'amorçage, dite *primer* est reliée au pôle négatif de la haute tension par une résistance de 0,2 à 2 mégohms, ou bien à une tension positive supérieure à celle de l'anode.

La cathode est polarisée positivement par potentiomètre à 30 ou 40 volts par rapport au pôle négatif de l'alimentation.

A partir de l'amorçage, le tube s'illumine complètement pour une tension de 20 à 30 volts, soit au total 145 à 170 volts environ.

Les tubes au néon à quatre électrodes permettent d'obtenir le réglage silencieux par lampe préamplificatrice à basse fréquence, dont la grille surpolarisée bloque l'amplification en l'absence d'onde porteuse. En présence d'un signal, la quatrième électrode du tube au néon polarise positivement la grille de la lampe, d'où le déblocage de l'amplification.

— **Appareil de mesure au néon.** Sur le principe des indicateurs au néon, on a construit des appareils de mesure étalonnés, susceptibles de mesurer une tension par la longueur de la colonne lumineuse d'un tube rectiligne. Le tube a la forme et l'aspect d'un thermomètre. Chaque appareil est complété par une courbe d'étalon-

luminescence se produit au moment où la tension de charge du condensateur dépasse cette valeur. Mais la luminescence provoque la décharge brusque du condensateur, qui se recharge ensuite comme précédemment. On obtient ainsi des oscilla-

tions de *relaxation* en dents de scie. La période des oscillations est proportionnelle au produit CR , R étant la valeur absolue de la résistance négative initiale (R. Mesny).

On utilise ce dispositif pour le balayage de l'écran de télévision, sous le nom de *base de temps* (voir *temps*, *radiovision*).

— **Redresseur au néon.** Les tubes à atmosphère de néon sous très faible pression présentés sous forme de lampes de faibles dimensions, comportent essentiellement deux électrodes de formes différentes : une spirale conique et un disque métallique. On peut appliquer entre ces électrodes une tension continue ou alternative de 200 à 250 V, correspondant à un courant de 10 mA environ. Dans ce type de lampe, l'ionisation du néon commence à se produire à partir d'une tension de 140 V. La résistance interne de la lampe est en raison inverse du courant qui la traverse.

Le tube s'illumine autour de la cathode lorsque l'on établit entre les électrodes une différence de potentiel suffisamment élevée. L'illumination et la décharge cessent

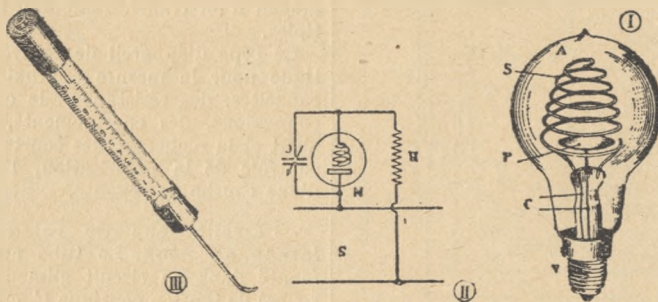
produit de la résistance en mégohms par la capacité en microfarads, soit, dans le cas de l'exemple ci-dessus :

$$T = CR = 0,001 \times 0,5 = 0,0005 \text{ s.}$$

Autrement dit, l'oscillation se produit à la fréquence 2.000 p : s. Elle donne la possibilité d'obtenir : 1° un courant alternatif de fréquence donnée; 2° un son dont la hauteur correspond à cette fréquence; 3° un éclairage intermittent dû aux variations périodiques de la tension d'ionisation.

On peut aussi appliquer la lampe au néon à l'amplification des courants radio-électriques. En ce cas, la triode au néon comporte une cathode en magnésium (ou autre métal alcalin ou alcalino-terreux) et deux spirales : l'une externe, portée à 120 V et jouant le rôle d'anode; l'autre interne, portée à 100 V et jouant le rôle de grille.

En outre, la lampe au néon peut servir à commander des relais et à déceler, par illumination, des tensions élevées, en particulier lors de la résonance.



I. Lampe au néon : A, ampoule à atmosphère de néon; S, spirale métallique; P, disque métallique; C, connexions; V, culot à vis. — II. Utilisation de la lampe au néon comme oscillateur; S, secteur à 200 v.; R, résistance de 0,5 mégohm; N, tube au néon; C, condensateur variable de 0,001 microfarad. — III. Tube au néon à luminescence étalonnée, servant d'appareil de mesure.

complètement au-dessous d'un certain potentiel appelé potentiel critique.

La lampe au néon est utilisée comme redresseur de courant alternatif. La différence de surface et de forme de ses électrodes favorise le passage unilatéral du courant. En fait, l'une des alternances est affaiblie par rapport à l'autre dans le rapport 1/4. Des redresseurs de courant alternatif pour la charge des accumulateurs et des boîtes d'alimentation sur le secteur pour récepteurs de radiophonie ont été construits d'après ce principe. Des redresseurs à *hydrogène* et à *hélium* fonctionnent d'ailleurs dans des conditions analogues. Voir ces mots, ainsi que *filtre*, *redresseur*.

L'ionisation de l'atmosphère de néon peut produire des oscillations électriques dans certaines conditions, en particulier si l'on branche la lampe au néon en série avec une résistance $R = 0,5$ mégohm aux bornes du secteur à 200 V, à condition de placer en dérivation sur la lampe un condensateur variable de capacité maximum $C = 0,001$ microfarad, par exemple. A partir de la tension de 140 V qui produit l'ionisation dans le tube, le condensateur se charge, puis se décharge à travers la résistance en engendrant des oscillations dont la période T , en secondes, est égale au

(Angl. *Neon Tube, Lamp*. — All. *Neon röhre*).

NÉPER. Du nom du mathématicien. Unité d'échelle logarithmique, dans le système des logarithmes naturels ou népériens. La mesure d'une intensité de courant, par exemple, est donnée par

$$N = 2 \log_e \frac{I}{I_0} = 2,303 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

Il s'ensuit que un *décibel* équivaut 0,1151 *néper*, et un *néper* à 8,686 *décibels*.

Le niveau maximum admis pour les parasites par rapport à l'émission normale modulée de 1 mV : m, qui correspond à un affaiblissement de 26 *décibels* par rapport au niveau de l'émission, équivaut à 3 *népers*.

(Angl. *Napier*. — All. *Neper*).

NETTETÉ. En téléphonie, la *netteté* pour les phrases est caractérisée par le rapport du nombre de phrases d'un texte quelconque qui sont correctement regues, au cours d'une dictée, au nombre total des phrases dictées. Pour étudier la *netteté*, il convient de ne dicter que des mots ou syllabes n'ayant aucun lien intelligible.

On peut définir de même une *netteté* pour les mots. Voir *logatome*, *intelligibilité*.

La *netteté* est voisine de 100 pour 100 pour une conversation ordinaire et de 75 pour 100 dans le cas d'une bonne communication téléphonique. Le facteur essentiel de la *netteté* est la largeur de la bande de fréquences de modulation. Mais la *netteté* dépend aussi des bruits de fond, de salle, de circuit, de l'intensité du courant reçu, des phénomènes transitoires, de l'effet d'écho. Un système international de téléphonométrie permet de mesurer la *netteté* en fonction de ces différents facteurs.

(Angl. *Clearness*. — All. *Deutlichkeit*).

NEUROÉLECTRICITÉ. Courant électrique engendré dans le système nerveux. On dit aussi *électricité nerveuse*. (C. E. I., 1934).

(Angl. *Neuroelectricity*. — All. *Nerven elektrizität*).

NEUTRALISATION. Neutralisation des oscillations. Compensation de l'effet de réaction, qui tend à produire, dans un circuit, des oscillations électriques spontanées. L'amplification à haute fréquence par triode est généralement limitée par la présence de la capacité interne des électrodes de la lampe, notamment la capacité entre grille et plaque, qui produit un couplage réactif d'où résultent des oscillations spontanées, dans le cas où les impédances des circuits de grille et de plaque ne sont pas des résistances pures. Le nom de *neutrodyne* a été donné par Hazeltine à une méthode de neutralisation utilisant un condensateur externe de très faible capacité. Par extension, on emploie souvent les termes de *neutrodyne*, *neutrodynage*, *neutrodynation* pour désigner la neutralisation ainsi que les méthodes et appareils mis en œuvre à cette fin. Voir *neutrodyne*.

Depuis quelques années, on place même sur les octodes une capacité de neutralisation pour éviter les réactions et oscillations spontanées.

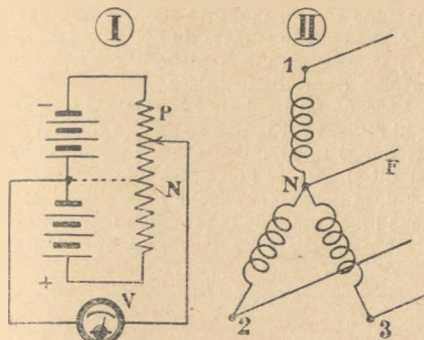
(Angl. *Neutralising*. — All. *Neutralisierung*.)

NEUTRE. État électrique neutre. État d'un corps qui n'est électrisé ni positivement, ni négativement. L'électrisation par frottement d'un corps neutre fait apparaître de l'électricité positive sur ce corps et de l'électricité négative sur celui qui le frotte, ou inversement, suivant la nature des corps en contact. Voir *électricité*, *électrisation*.

— **État magnétique neutre.** État d'une substance magnétique qui n'a pas encore été soumise à une aimantation (état vierge) ou qui a été artificiellement dépourvue de toute aimantation résiduelle. (C. E. I., 1934).

— **Fil neutre** ou *conducteur neutre*. Fil auxiliaire mis à la terre dans une distribution d'électricité par courants *polyphasés* (*diphases*, *triphases*, etc.).

— **Lignes neutres.** Dans une machine à collecteur, lignes fictives déterminées par la position des balais de la dynamo correspondant au maximum de la force électromotrice à vide (C. E. I., 1934).



Point neutre et fil neutre : I. Point neutre N d'un potentiomètre P, point pour lequel le voltmètre V n'indique aucune différence de potentiel entre la prise et le point milieu de la batterie. — II. Point neutre N et fil neutre F d'un réseau à courant triphasé 1, 2, 3.

Ligne fictive également distante des pôles d'un aimant et le long de laquelle le magnétisme est indifférent. Ligne déterminée par la position des balais d'une dynamo correspondant au maximum de la force électromotrice à vide. Voir *aimant, magnétisme*.

— **Point neutre.** 1° Point d'un système symétrique qui est normalement au potentiel zéro et souvent relié directement au sol.

2° Points auxquels aboutissent les conducteurs d'un système polyphasé en étoile (C. E. I., 1934).

(Angl. *Neutral*. — All. *Sternpunkt, Nullpunkt*).

NEUTRODON. Terme désignant parfois la capacité de neutralisation utilisée dans les *neutrodyne*.

(Angl., All. *Neutrodon*).

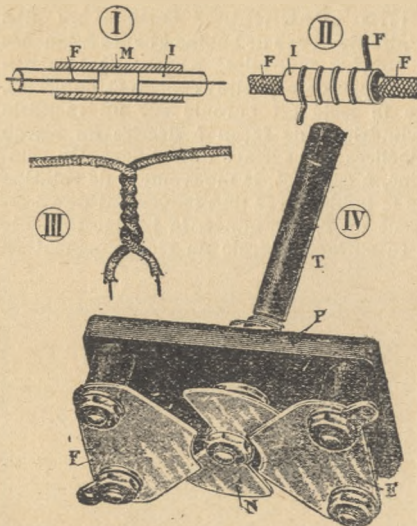
NEUTRODYNAGE ou **NEUTRODYNATION.** Synonyme de *neutralisation* des oscillations par la méthode *neutrodyne*.

(Angl. *Neutrodyne*. — All. *Neutrodyneempfang*).

NEUTRODYNE. Montage imaginé par le professeur américain Hazeltine pour neutraliser l'action de la capacité interne des lampes triodes. La capacité entre grille et plaque a deux effets nuisibles : elle filtre les oscillations à haute fréquence qu'il s'agit d'amplifier et elle établit un couplage électrostatique entre le circuit de grille et le circuit de plaque, d'où résultent des amorçages spontanés d'oscillations lorsque ces deux circuits sont réglés sur la même fréquence (cas des amplificateurs à haute fréquence à résonance). Pour tirer le meilleur rendement de ces amplificateurs, il est donc indispensable de neutraliser l'effet de cette capacité interne, par exemple en

établissant entre la grille et la plaque un couplage de sens contraire à celui opéré par la capacité interne.

Un moyen pratique consiste à dériver sur la grille un condensateur dont l'autre



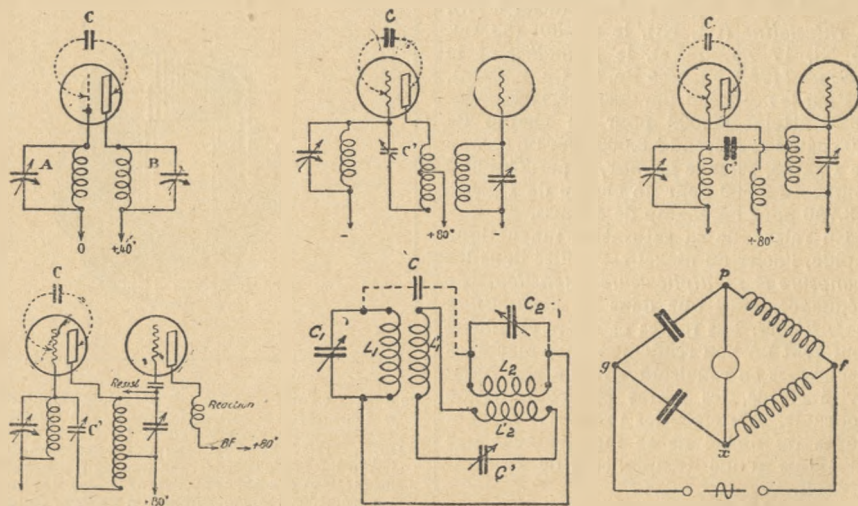
Condensateurs de neutrodyne : I. Capacité constituée par deux fils isolés F, I, coulisant dans un tube métallique M. — II. Capacité constituée par deux fils métalliques F, F, séparés par un tube isolant I. — III. Capacité de fortune constituée par deux fils isolés et torsadés. — IV. Condensateur variable à air de faible capacité pour couplage neutrodyne : F, plaques fixes ; M, plaques mobiles ; T, tige de manœuvre ; P, panneau isolant.

armature est à un potentiel de sens contraire à celui de la plaque. Dans les montages à transformateurs, le primaire et le secondaire ayant une de leurs extrémités respectivement connectées aux sources d'alimentation, les deux autres extrémités, reliées à la plaque de la première lampe et

à la grille de la suivante, sont à des tensions oscillantes de sens contraire. Le condensateur de neutralisation pourra être établi entre la grille de la première lampe et celle de la seconde. Si la tension de la grille est plus élevée que celle de la plaque, il suffit que le condensateur de neutralisation ait une capacité plus faible que la capacité interne grille-plaque et inversement. Ce montage est celui de Hazeltine.

Dans le cas d'une liaison par bobine d'impédance, autotransformateur ou circuit résonnant, les tensions de haute fréquence de la plaque de la première lampe et de la grille de la suivante sont de même sens. On se procure une tension de sens contraire à l'autre extrémité de l'enroulement, en appliquant la tension anodique à une prise intermédiaire du bobinage, par exemple au milieu. Cette disposition, qui est celle dite de Rice pour les amplificateurs à résonance neutrodyne, est applicable aux lampes bigrilles comme aux triodes. Avec les lampes bigrilles, elles constituent le procédé utilisé dans le récepteur *isodyne*.

La capacité de « neutrodynation », ou *neutrodon*, est très faible, de l'ordre de 0,00001 microfarad ; on peut la constituer par la capacité entre plaque et grille d'une triode inutilisée, par exemple, dont le filament est brûlé. En fait, le condensateur neutrodyne, auquel on applique une tension plus élevée, peut avoir une capacité plus faible, de l'ordre du quart de la capacité interne de la lampe. Dans les montages d'essais, il est commode de le former au moyen de deux bouts de fil isolé, torsadés plus ou moins, ou bien par deux bouts de fil isolé, placés à la suite l'un de l'autre dans un tube métallique ; ou encore par un fil fin isolé, enroulé autour d'un fil plus gros. Dans les montages définitifs, on utilise des petits condensateurs fixes à air, parfois des condensateurs variables possédant une armature mobile pivotant entre deux armatures fixes. La valeur de la capacité de neutrodynation varie avec le type



Systèmes de compensation neutrodyne : I. Effet de la capacité interne C d'une lampe de couplage entre deux circuits oscillants A et B. — II. Montage neutrodyne de Hazeltine. — III. Montage neutrodyne de Rice. — IV. Neutrodyne d'un étage d'amplification à haute fréquence et à résonance. — V. Neutralisation par la méthode du circuit auxiliaire. — VI. Neutralisation par la méthode du pont de Wheatstone.

de lampe. Pratiquement, le réglage de la capacité est opéré au son; on recherche le silence complet en l'absence de courant de plaque dans la première lampe.

(Angl. *Neutrodyne Receiver*. — All. *Neutrodyneschaltung*.)

NEUTRODYNER. Opérer la compensation de la réaction interne des lampes électroniques par la méthode *neutrodyne*. On dit alors, que le récepteur en question est *neutrodyne*. Voir *neutraliser*, *neutrodyne*.

NEUTRON. Particule élémentaire dont la masse est sensiblement égale à celle d'un proton et la charge nulle (C. E. I., 1934). (Angl., All. *Neutron*.)

NICHROME. Alliage composé de fer, de nickel et de chrome. Sa résistivité varie entre 87 et 110 microhms-centimètres, à la température ambiante (15 à 25° C.). Utilisé dans la fabrication des rhéostats et résistances électriques, il peut supporter, sans s'oxyder à l'air, la température du rouge vif (600 à 1000° C.).

(Angl., All. *Nichrome*.)

NICKEL. Élément métallique (Ni = 58,68), dont la masse spécifique est 8,8. Fond à 1450° C. Comparée à celle de l'argent (100), sa conductivité électrique est 12,9. Sa résistivité est 10 microhms-centimètres, son coefficient de température est élevé. Métal utilisé pour la fabrication des plaques et des grilles des lampes électroniques travaillant à basse température. En raison de sa résistivité élevée, le nickel entre dans la composition de divers alliages pour rhéostats, tels que le *nichrome* ou *nickel-chrome* (Ni, Cr, Fe), le *cromalloy* (80 Ni, 20 Cr et 85 Ni, 15 Cr), l'*argentan* (56 Cu, 26 Ni, 18 Zn), le *ferro-nickel* (74 Fe, 25 Ni, 0,8 C), l'*invar* (100 Fe, 0,36 Ni, 0,2 C), le *mailechort* (60 Cu, 25 Zn, 15 Ni) et son succédané la *nickeline*, le *manganin* (84 Cu, 12 Mn, 15 Ni), le *platinoïde* (98 mailechort, 2 W), la *platinite* (acier à Ni), la *rhéostatine* (Cu, Ni), le *rhéolan* (53 Cu, 25 Ni, 17 Zn, 5 Fe), le *permalloy* et le *mu-métal* (76,7 Ni, 15,5 Fe, 5,2 Cu, 2,2 Mn).

Pour le *mu-métal*, par exemple, la perméabilité atteint 80.000 pour un champ de 0,05 gauss et descend à 8.000 pour un champ de 1 gauss. Pour le *permax*, la perméabilité tombe de 9.500 pour un champ de 1 gauss à 3.750 pour un champ de 4 gauss.

En raison de sa saturation magnétique rapide, l'acier au nickel est utilisé dans les *changeurs* et *multiplicateurs magnétiques* de fréquence, ainsi que dans les *modulateurs magnétiques*. Les fontes et aciers au nickel confèrent un bon rendement aux machines électriques en réduisant, grâce à leur résistivité élevée, les pertes par courants de Foucault. Toutefois, les propriétés magnétiques du nickel ne se maintiennent pas au-dessus d'une température de 330° C environ.

(Angl., All. *Nickel*.)

NICKELINE. Alliage de nickel, de cuivre et de zinc dans des proportions variables (62 Cu, 20 Zn, 18 Ni ou 55 Cu,

20 Zn, 25 Ni) dont la résistivité varie de 33 à 45 microhms-centimètres à 0° C. Employé pour la fabrication des rhéostats et résistances électriques.

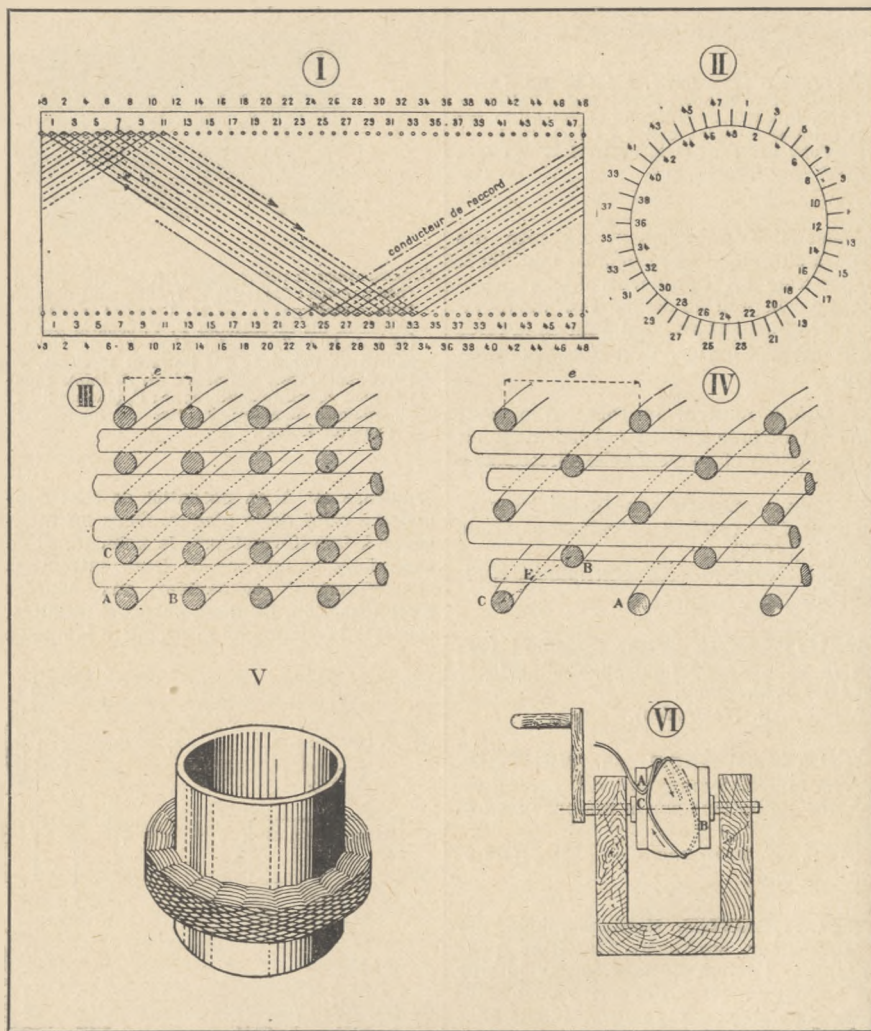
(Angl., All. *Nickeline*.)

NID D'ABEILLE. Bobine en nid d'abeille. Type de bobine à haute fréquence à couches multiples, présentant relativement peu de capacité répartie et de pertes. Le fil isolé est enroulé sur un mandrin cylindrique de façon à décrire un réseau d'hélices à la surface du cylindre. On combine, à cet effet, le mouvement de rotation de la bobine avec un mouvement de va-et-vient du fil. Terminée, la bobine présente à sa surface latérale un cloisonnement en

losanges qui offre une vague ressemblance avec un rayon de cire, d'où le nom de « nid d'abeille ».

L'enroulement peut être fait, soit à la main sur un mandrin cylindrique pourvu de deux couronnes de pointes, soit à la machine sur un mandrin lisse. Développée latéralement, la surface du cylindre montre le *pas* de l'enroulement, qui prend alors l'aspect d'une ligne brisée.

Lorsque au bout de la première couche, le fil revient sur la pointe ou à la place d'où est partie la première spire, l'enroulement est dit *simple*. Si l'on passe une pointe sur deux, la deuxième couche peut s'intercaler dans l'intervalle de la première : on obtient ainsi le nid d'abeille *duolatéral*, dans lequel



Bobinages en nid d'abeille : I. Développement en plan de la surface du mandrin, donnant le schéma de l'enroulement à pas égaux, type duolatéral. Les traits pleins représentent les conducteurs des deux premières couches; les traits ponctués représentent ceux des deux couches suivantes. — II. Aspect en plan des couronnes de pointes du mandrin. — III. Section d'une bobine simple en nid d'abeille par un plan perpendiculaire à la surface latérale externe de la bobine. Les sections des fils appartenant à des couches parallèles sont disposées suivant des droites dans ce plan. L'écartement minimum de deux conducteurs parallèles voisins est égale à leur épaisseur. — IV. Section d'une bobine duolatérale par un plan perpendiculaire à la surface latérale externe de la bobine. Les sections des fils appartenant à des couches parallèles sont disposées en quinconce dans le plan. L'écartement minimum E de deux conducteurs parallèles voisins dépend à la fois du diamètre du fil et de la distance e de deux fils de la même couche. Dans les types usuels de bobine, il est supérieur à 1,5 fois le diamètre. — V. Aspect d'une bobine en nid d'abeille montée sur mandrin. — VI. Machine à bobiner très simple, pour nid d'abeille.

seule la troisième couche recouvre la première. Comme on le voit sur les figures, la bobine duolatérale est plus « aérée » que le nid d'abeille simple. Il en résulte moins de capacité répartie et de pertes en haute fréquence.

En pratique le mandrin est un cylindre de 5 centimètres de diamètre et de 3 centimètres de hauteur au plus. L'épaisseur radiale de la bobine dépend du diamètre du fil et du nombre de spires. Le diamètre du fil varie entre 0,3 et 0,6 millimètres; de plus, il est guipé de deux couches de coton. Pour les bobines d'accord, le nombre de spires varie de 30 à 300 suivant la longueur d'onde (de 100 à 3.000 mètres environ). Pour les circuits à moyenne fréquence de la superréaction, on construit des nids d'abeille de 1250 et de 1500 spires; on peut également associer en série et superposer plusieurs bobines moins fortes.

Le principe de l'enroulement en nid d'abeille est aussi appliqué à la construction des transformateurs et autotransformateurs à haute fréquence. En ce cas, la *monture* comporte non plus deux broches, mais trois ou quatre broches, ces dernières disposées en quadrilatère, comme les broches des lampes, pour éviter les fausses manœuvres. Dans les superhétérodynes modernes, on fait usage de petites bobines en nid d'abeille, de dimensions très réduites, dites *mignonnelles*.

Comparée à une bobine massée de dimensions analogues et ayant même longueur d'onde propre, le nid d'abeille possède environ 12 pour 100 d'inductance en plus et 15 pour 100 de capacité répartie en moins, ainsi que moins de résistance pour les courants de haute fréquence. Le seul inconvénient pratique de ces bobines est la difficulté d'y ménager des prises intermédiaires. Voir *bobine, duolatéral, inductance*.

(Angl. *Honeycomb Coil*. — All. *Honigwabenspule*).

NIVEAU. Niveau de transmission. Intensité de champ électromagnétique ou valeur de la puissance ou d'une autre grandeur caractéristique de la transmission en un point donné rapportée à la valeur de la même grandeur choisie comme base arbitraire (C. E. I., 1934). Voir *force cimotoice*.

— **Niveau relatif de transmission.** On appelle *niveau relatif* d'une grandeur en un point d'une voie de transmission le logarithme du rapport entre la valeur de cette grandeur en ce point et sa valeur en un autre point choisi comme origine. On définit ainsi le *niveau relatif de tension, de courant, de puissance apparente ou réelle*. Le *niveau* est exprimé en *népers* si le logarithme est naturel; en *décibels*, il est égal à 20 fois la valeur du logarithme décimal.

— **Niveau absolu de transmission.** Valeur que prend le *niveau relatif* lorsque à l'origine la puissance est de 1 mw, la tension de 0,775 V environ (1 mw pour 600 ohms et une réactance nulle), et le courant de 1,29 A environ (résultant des définitions précédentes). Les *niveaux absolus*

sont mesurés à l'aide d'*hypsomètres*. On appelle *hypsogramme* le diagramme des *niveaux* le long d'une voie de transmission. Voir ces termes.

La table que nous donnons ci-contre indique la correspondance entre le *niveau*

exprimé en décibels et les rapports de puissance et de tension, ainsi que la valeur de la puissance en watts à raison de 6 mw pour zéro décibel et la tension en volts pour une impédance de ligne de 500 ohms et pour une impédance de ligne de 600 ohms,

TABLEAU DES NIVEAUX ET RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION.

Niveau de puissance en décibels	Rapport linéaire des puissances	Puissance en watts (6 mW pour 0 dB)	Rapport linéaire des tensions	Tension en volts (6 mW pour 0 dB) pour les impédances	
				500 ohms	600 ohms
— 10	0.1000	0.0006000	0.31623	0.5477	0.6000
— 9	0.1259	0.0007553	0.35481	0.6145	0.6732
— 8	0.1585	0.0009509	0.39811	0.6895	0.7554
— 7	0.1995	0.0011972	0.44668	0.7737	0.8475
— 6	0.2512	0.0015071	0.50119	0.8681	0.9509
— 5	0.3162	0.0018975	0.56234	0.9740	1.0670
— 4	0.3981	0.0023886	0.63096	1.0928	1.1972
— 3	0.5012	0.0030071	0.70795	1.2262	1.3433
— 2	0.6310	0.0037857	0.79433	1.3758	1.5071
— 1	0.7943	0.0047660	0.89125	1.5437	1.6910
0	1.0000	0.0060000	1.00000	1.7321	1.8974
+ 1	1.2589	0.0075535	1.1220	1.9434	2.1289
+ 2	1.5849	0.0095093	1.2589	2.1805	2.3886
+ 3	1.9953	0.0119716	1.4125	2.4466	2.6801
+ 4	2.5119	0.0150713	1.5849	2.7451	3.0071
+ 5	3.1623	0.0189747	1.7783	3.0801	3.3741
+ 6	3.9811	0.0238865	1.9953	3.4559	3.7867
+ 7	5.0119	0.030071	2.2387	3.8776	4.2477
+ 8	6.3096	0.037857	2.5119	4.3507	4.7660
+ 9	7.9433	0.047660	2.8184	4.8816	5.3475
10	10.0000	0.060000	3.1623	5.4772	6.0000
11	12.589	0.075535	3.5481	6.1455	6.7321
12	15.849	0.095093	3.9811	6.8954	7.5536
13	19.953	0.119716	4.4668	7.7368	8.4752
14	25.119	0.150713	5.0119	8.6808	9.5094
15	31.623	0.189747	5.6234	9.7400	10.670
16	39.811	0.238865	6.3096	10.9285	11.972
17	50.119	0.30071	7.0795	12.2620	13.433
18	63.096	0.37857	7.9433	13.7582	15.071
19	79.433	0.47660	8.9125	15.4369	16.910
20	100.000	0.60000	10.0000	17.3205	18.974
21	125.89	0.75535	11.220	19.434	21.289
22	158.49	0.95093	12.589	21.805	23.886
23	199.53	1.19716	14.125	24.466	26.801
24	251.19	1.50713	15.849	27.451	30.071
25	316.23	1.89747	17.783	30.801	33.741
26	398.11	2.38865	19.953	34.559	37.867
27	501.19	3.0071	22.387	38.776	42.477
28	630.96	3.7857	25.119	43.507	47.660
29	794.33	4.7660	28.184	48.816	53.475
30	1000.00	6.0000	31.623	54.772	60.000
31	1258.9	7.5535	35.481	61.455	67.321
32	1584.9	9.5093	39.811	68.954	75.536
33	1995.3	11.9716	44.668	77.368	84.752
34	2511.9	15.0713	50.119	86.808	95.094
35	3162.3	18.9747	56.234	97.400	106.70
36	3981.1	23.8865	63.096	109.285	119.72
37	5011.9	30.071	70.795	122.620	134.33
38	6309.6	37.857	79.433	137.582	150.71
39	7943.3	47.660	89.125	154.369	169.10
40	10000.0	60.000	100.000	173.205	189.74
41	12589.2	75.535	112.20	194.34	212.89
42	15848.9	95.093	125.89	218.05	238.86
43	19952.6	119.716	141.25	244.66	268.01
44	25118.9	150.713	158.49	274.51	300.71
45	31622.8	189.747	177.83	308.01	337.41
46	39810.7	238.865	199.53	345.59	378.67
47	50118.7	300.71	223.87	387.76	424.77
48	63095.7	378.57	251.19	435.07	473.60
49	79432.7	476.60	281.84	488.16	546.75
50	100000.0	600.00	316.25	547.72	600.00

Le niveau N en décibels a pour expression :

$$N = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} = 20 \log_{10} \frac{E}{E_0}$$

en désignant par W la puissance et par E la tension, les valeurs initiales étant affectées de l'indice zéro.

Voir aussi *bruit*, *bel*, *décibel*, *néper*, *anti-parasite*, etc.

L'expression générale des *niveaux absolus* est pour la tension

$\log_e \frac{U}{U_0}$ népers ou $20 \log_{10} \frac{U}{U_0}$ décibels pour le courant

$\log_e \frac{I}{I_0}$ népers ou $20 \log_{10} \frac{I}{I_0}$ décibels et pour la puissance

$0,5 \log_e \frac{P}{P_0}$ népers ou $10 \log_{10} \frac{P}{P_0}$ décibels.

Les valeurs initiales choisies pour les lignes téléphoniques sont :

$U_0 = 0,775 \text{ V}$; $I_0 = 1,29 \text{ mA}$; $P_0 = 1 \text{ mW}$.

Les *niveaux relatifs* sont ceux qui sont rapportés à un système U_1, I_1, P_1 différent du système U_0, I_0, P_0 , choisi pour origine des niveaux.

Les courbes représentant les *niveaux de transmission* sont appelées *hypsogrammes*; on les établit au moyen des mesures de niveau faites à l'*hypsomètre*. Voir ces termes. (Angl. *Level*. — All. *Wage*).

NOCTOVISION. Terme désignant la télévision en rayons obscurs, particulièrement en rayons *infra-rouges*, par opposition avec la télévision en rayons lumineux. Voir *obscurité*, *infra-rouge*, *visiotéléphonie*.

NOCTURNE. Erreur nocturne. Les relèvements radiogoniométriques sur cadre ordinaire peuvent être entachés d'erreurs lorsqu'on capte simultanément le rayon direct et le rayon indirect, si le vecteur électrique de ce dernier rayon n'est pas dans le plan vertical de la propagation. M. Busignies a montré qu'une erreur analogue peut provenir du relèvement, dans certaines conditions, d'émissions effectuées sur l'antenne pendante d'un avion, lorsqu'elle n'est pas verticale.

On élimine ces erreurs en remplaçant le cadre par un système de deux groupes comprenant chacun deux antennes verticales, les quatre collecteurs d'onde étant placés aux sommets d'un carré, de manière qu'intervienne seule, pour le rayon indirect, la projection du vecteur électrique sur le plan de propagation. L'erreur ne se manifeste plus que si la propagation ne se fait pas dans le plan vertical.

Dans le système à quatre antennes, chaque antenne porte à sa base un transformateur à haute fréquence avec écran électrostatique, entre primaire, et secondaire à faible impédance, fermé sur une ligne sous plomb à deux conducteurs qui relie le poste récepteur. La cinquième antenne, placée au centre du carré, permet de lever l'incertitude de 180° et d'améliorer les extinctions. Les cinq lignes reliant les

antennes au récepteur ont des longueurs égales pour maintenir la différence de phase. Les transformateurs à haute fréquence ne sont pas accordés et leur bande passante est assez large pour convenir à toutes les ondes de la gamme considérée (aviation, marine). Le récepteur comporte un chercheur Bellini-Tosi (voir *cadre*), un amplificateur à haute fréquence, un détecteur, et un amplificateur à basse fréquence avec limiteur.

(Angl. *Night...* — All. *Nacht...*).

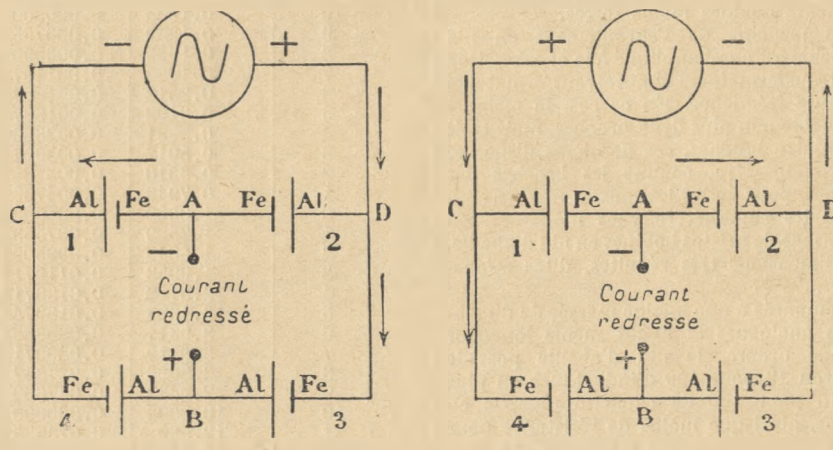
NODON. Soupape Nodon. Du nom de l'inventeur et savant français, soupape électrolytique utilisée pour le redressement du courant alternatif. Cette soupape est essentiellement constituée par deux électrodes, l'une en aluminium et l'autre en fer,

sont constituées de la façon suivante. L'électrolyte contient 450 grammes de phosphate ou de bicarbonate de sodium dans 2,5 à 3 litres d'eau. Les électrodes sont deux crayons d'aluminium de 15 à 25 millimètres de diamètre, disposés de part et d'autre d'une plaque de charbon de corne de 5 centimètres de large et de 15 millimètres d'épaisseur.

La soupape Nodon proprement dite possède des électrodes en fer et en alliage de zinc et d'aluminium. Voir *électrolytique*, *redresseur*, *soupape*.

(Angl. *Nodon Valve*. — All. *Nodon Ventil*.)

NEUD. En électricité industrielle : Point de jonction de plusieurs canalisations d'un réseau électrique (C. E. I., 1934).



Soupape Nodon : Schéma du fonctionnement de la soupape Nodon pour les deux alternances d'un courant alternatif simple. Les figures de droite et de gauche sont symétriques.

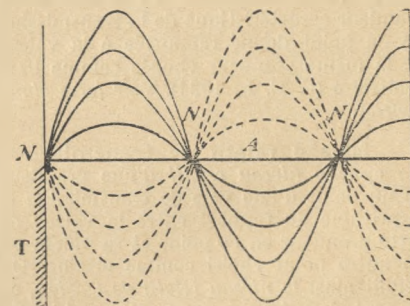
plomb ou charbon, baignant dans une dissolution de phosphate ou de bicarbonate de sodium dans l'eau. La caractéristique de la soupape dépend de la concentration de la solution, de sa température ainsi que de la forme et de la disposition des électrodes. Au-dessus d'une tension d'une trentaine de volts, la soupape peut se rompre; mais on peut appliquer des tensions plus élevées à un ensemble de soupapes associées en série.

Lorsque la tension est négative sur l'électrode d'aluminium, le courant passe normalement. Lorsque cette tension est positive, l'aluminium, oxydé par les ions négatifs, se recouvre d'une couche d'alumine qui l'isole et empêche le courant de passer. La formation de cette couche est assez rapide pour permettre le redressement à une fréquence de 100 périodes par seconde.

Pour opérer véritablement le redressement d'une alternance par rapport à l'autre, on peut, soit monter en « pont de Wheatstone » un ensemble de quatre éléments de soupape, soit en monter deux symétriquement aux bornes d'un transformateur dont le secondaire est pourvu d'une prise médiane.

En pratique, les soupapes destinées à recharger une batterie d'accumulateurs pour le chauffage des lampes électroniques

En radioélectricité : Point d'un conducteur électrique, siège d'ondes stationnaires, en lequel l'amplitude de ces ondes reste constamment nulle. Bien qu'en principe ce terme puisse être appliqué à l'onde de



Nœuds de tension N produits par l'harmonique 5 de l'onde fondamentale d'une antenne A vibrant en quart d'onde, T , terre.

tension comme à l'onde de courant, c'est à cette dernière qu'il est appliqué en fait. En un nœud, le courant est donc nul. Contraire : antinœud ou ventre. Dans une antenne, il y a un nœud de courant à l'extrémité isolée et un ventre de courant

à l'extrémité mise à la terre. Voir *onde stationnaire*, *antinodal*.

(Angl. *Node*. — All. *Knoten*.)

NOIX. Type d'isolateur d'antenne, généralement en porcelaine, en verre ou en grès, ainsi dénommé en raison de sa forme oblongue. Les isolateurs de ce type sont souvent associés en chaîne. Voir *isolateur*, *œuf*. Synonyme : *œuf*.

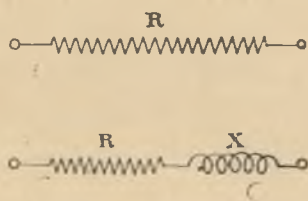
L'isolateur en noix présente l'intérêt d'être petit, de forme ramassée et de travailler à la compression, en raison du recouvrement des attaches. Par contre, cette disposition est défavorable au point de vue électrique, parce qu'elle diminue beaucoup la longueur des lignes de fuites et par suite l'isolement des attaches. C'est pourquoi on lui préfère souvent l'isolateur en bâton, qui travaille à la traction.

(Angl. *Nut Insulator*. — All. *Nussisolator*.)

NOMBRE. Nombre atomique. Nombre d'électrons qui, à l'état neutre, tourne autour du noyau de l'atome et dont la charge négative équivaut à la charge positive résultante de celui-ci. (C. E. I., 1934).

(Angl. *Atomic Number*. — Atomnummer.)

NON-INDUCTIF. Dénué de propriétés inductives, c'est-à-dire en principe, de self- ou de mutuelle inductance, ainsi que



Représentation schématique d'une résistance non inductive R et d'une résistance inductive R, X.

de capacité, susceptibles de produire une induction électromagnétique ou électrostatique. En pratique, *non-inductif*, appliqué à une résistance, est synonyme d'*ohmique*, autrement dit : qui suit la loi d'Ohm.

— **Circuit non-inductif.** Qui ne possède pas d'inductance et parfois, par extension, pas de capacité.

— **Résistance non-inductive.** Résistance dépourvue de self-inductance ou plutôt dont la self-inductance est négligeable : résistance à l'encre de Chine, au graphite, agglomérée, à dépôt cathodique, par opposition avec les résistances bobinées.

— **Bobine non-inductive.** Obtenue en enroulant sur un mandrin un fil isolé replié sur lui-même sur toute sa longueur. Une telle bobine, sans inductance, possède néanmoins une forte capacité répartie.

(Angl. *Non-inductive*. — All. *Induktionsfrei*.)

NORD. Pôle nord d'un aimant. Celui des deux pôles de l'aimant qui se dirige vers le nord magnétique terrestre, l'aimant

étant libre de se mouvoir dans le champ magnétique terrestre en l'absence d'aucun autre champ magnétique.

— **Pôle nord magnétique.** Pôle magnétique de la terre qui se trouve actuellement dans la position géographique suivante : 70° N et 98° W. Les pôles magnétiques terrestres oscillent lentement au cours des siècles entre deux positions situées de part et d'autre des pôles géographiques.

(Angl. *North Pole*. — All. *Nordpol*.)

NOTE. Symbole de musique qui caractérise un son d'une hauteur déterminée, correspondant à une certaine fréquence exprimée par un nombre de vibrations par seconde.

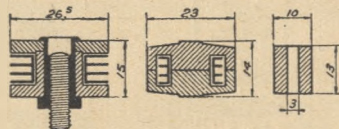
— **Note de battements.** Note musicale, produite par les battements entre l'onde reçue et celle de l'hétérodyne. C'est sur cette note, variable en fonction de la fréquence, c'est-à-dire du réglage de l'hétérodyne, que l'on reçoit les transmissions télégraphiques en ondes entretenues.

— **Note des trains d'onde.** Note musicale produite par la succession des étincelles dans une transmission en ondes amorties.

(Angl. *Note*. — All. *Ton*.)

NOYAU. Noyau atomique. Partie centrale de l'atome contenant presque toute la masse de l'atome et chargée positivement (C. E. I., 1934). Ex. : le *proton* est le noyau de l'atome d'hydrogène normal. Voir *atome*.

— **Noyau magnétique.** Partie d'un circuit magnétique entourée d'un enroulement (C. E. I., 1934). Son rôle principal est de concentrer les lignes de force du flux magnétique. En électrotechnique les



Coupe de divers types de noyaux magnétiques pour haute fréquence : de gauche à droite, noyau enroulé, noyau fermé et noyau droit.

noyaux sont ordinairement constitués par un empilage de tôles de fer au silicium ou au nickel de grande perméabilité magnétique.

En haute fréquence, des transformateurs à noyau magnétique constitué par un empilage de tôles très minces (0,04 mm d'épaisseur) vernies sur l'une de leurs faces ont été utilisés il y a une vingtaine d'années, mais seulement par la radiotélégraphie.

En radiotéléphonie et en radiodiffusion, l'utilisation du fer en haute et moyenne fréquence ne remonte guère qu'à 1935. Voir au mot *fer* les articles *fer en haute fréquence*, *bobines à fer*, *noyau en fer*, *pertes dans le fer*, etc...

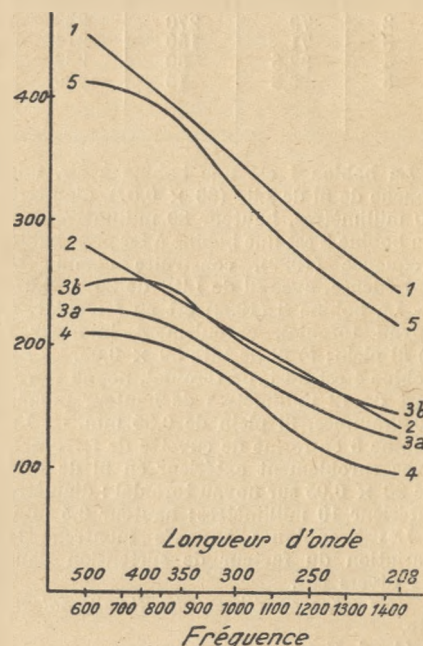
Les noyaux, dont les formes sont très variées, sont actuellement obtenus par

moulage à la presse, d'une matière plastique contenant de la poudre de fer impalpable mélangée à un isolant (bakélite).

L'induction magnétique du noyau améliore considérablement le facteur de surtension de la bobine et son rendement, surtout pour les fréquences élevées. Toutefois l'emploi du fer n'est plus guère intéressant pour les longueurs d'onde inférieures à 20 mètres.

Les noyaux magnétiques modernes ont une grande solidité mécanique, ils peuvent être collés sur divers isolants tels que le trolitul et résistent bien à la chaleur, même jusqu'à 120° C.

Pour les circuits ajustables, la syntonisation peut être réglée par vis ou déplacement d'une plaque ferromagnétique, ce qui permet de faire varier l'inductance de



Variation du facteur de surtension de divers types de bobines à noyau de fer en fonction de la fréquence : 1. Bobine à air, une couche fil de Litz 60 x 0,07; diam. 50 mm., hauteur de l'enroulement 80 mm. — 2. Bobine à fer haute fréquence (1929) fil de Litz 20 x 0,07. — 3. Bobine ferrocart (1932) toroïdale, (150 g), a) fil plein 0,35; b) Litz 30 x 0,05. — 4. Bobine toroïdale ferrocart 12 mm. hauteur (50 g), fil plein 0,35. — 5. Cuvette ferrocart; Litz 20 x 0,05 (16 g); enroulement 10 mm., diamètre intérieur; 6,5 mm. hauteur.

10 pour 100 environ, tolérance supérieure à celle admise pour la fabrication des bobines.

Les pertes dans les blindages des noyaux de fer se traduisent par une diminution de la self-inductance de l'ordre de 20 pour 100 pour les ondes longues, de 10 pour 100 pour les ondes moyennes et de 5 pour 100 pour les ondes courtes.

Les noyaux sont recouverts d'un vernis qui les protège contre l'oxydation.

La magnétisation préliminaire, due par exemple à la composante continue du courant anodique, peut produire une désyntonisation de l'ordre de 1 pour 100

pour les ondes longues, dans le cas le plus défavorable.

Un désavantage des noyaux magnétiques réside dans la variation de perméabilité en fonction de la température ou de l'état hygrométrique. Mais on y obvie en augmentant la qualité de la matière magnétique, la dureté de la matière plastique, si bien qu'on a pu constater qu'une variation de 0,05 % après un échauffement de 10 h. à 60° C.

Le tableau ci-dessous montre les progrès réalisés dans la fabrication des noyaux :

Bobine n°	Volume en cm ³	Poids du noyau g.	Facteur de surtension $\frac{L}{R}$
2	79	270	236
3	71	150	214
4	32,5	50	232
5	6,3	16	400

La bobine 1 est une bobine à air, une couche de fil de Litz (60 × 0,07), diamètre 50 millimètres, hauteur 80 millimètres. — La bobine 2 est une bobine à fer pour haute fréquence (1929), construite comme la précédente, avec fil de Litz de 20 × 0,07. — La bobine 3 (1932) est en ferrocarril, à noyau toroïdal, enroulement intérieur : a) fil plein; b) fil de Litz 30 × 0,05. — La bobine 4 est du type toroïdal, noyau ferrocarril de 12 millimètres de hauteur pesant 50 grammes, fil plein de 0,35 mm. — La bobine 5 en forme de cuvette de ferrocarril, avec enroulement extérieur en fil de Litz de 20 × 0,05 sur noyau toroïdal : diamètre intérieur 10 millimètres; hauteur 6,5 mm.

Les graphiques annexés montrent la variation du facteur de surtension dans les divers cas.

Voir *fer, magnétique, circuit, alternateur*, etc.

(Angl. *Core*. — All. *Kern*.)

NU. Conducteur nu. Conducteur sans isolement (C. E. I., 1934). Conducteur ou fil qui n'est pas revêtu d'un guipage isolant. Les connexions internes d'un récepteur radiophonique sont souvent constituées par des fils de cuivre nus, de section carrée ou ronde et de 1,5 à 2 millimètres de diamètre.

(Angl. *Bare*. — All. *Bar*.)

NUCLÉAIRE. Qui a rapport au *noyau*, principalement au *noyau atomique* en chimie-physique et au *noyau cellulaire* en biologie.

(Angl. *Core*... — All. *Kern*...).

O

OBSCURITÉ. Vision dans l'obscurité. Synonyme *noctovision*. Dans les expé-

riences de télévision avec exploration de l'objet par rayons lumineux, on peut, dans certaines conditions, intercepter complètement la lumière du faisceau au moyen d'un écran en verre très sombre sans arrêter le fonctionnement du système. La transmission se poursuit alors en « lumière noire », c'est-à-dire par rayons infra-rouges, en admettant que la cellule photoélectrique soit assez sensible à ces rayons. Les *multiplificateurs d'électrons* sont en général excités aussi bien en rayons obscurs qu'en rayons lumineux. Ces rayons se prêtent d'ailleurs également à la concentration optique, par lentilles électrostatiques ou électromagnétiques.

Ce procédé offre en outre la possibilité de convertir un éclairage en lumière noire en un éclairage en lumière visible, et par là d'impressionner beaucoup plus facilement les films et plaques photographiques.

Une des applications de la vision dans l'obscurité est la photographie à travers un épais brouillard, qui arrête les rayons lumineux en laissant passer les rayons infra-rouges.

Voir *optique électronique, microscope électronique, multiplicateur d'électrons, infra-rouge*.

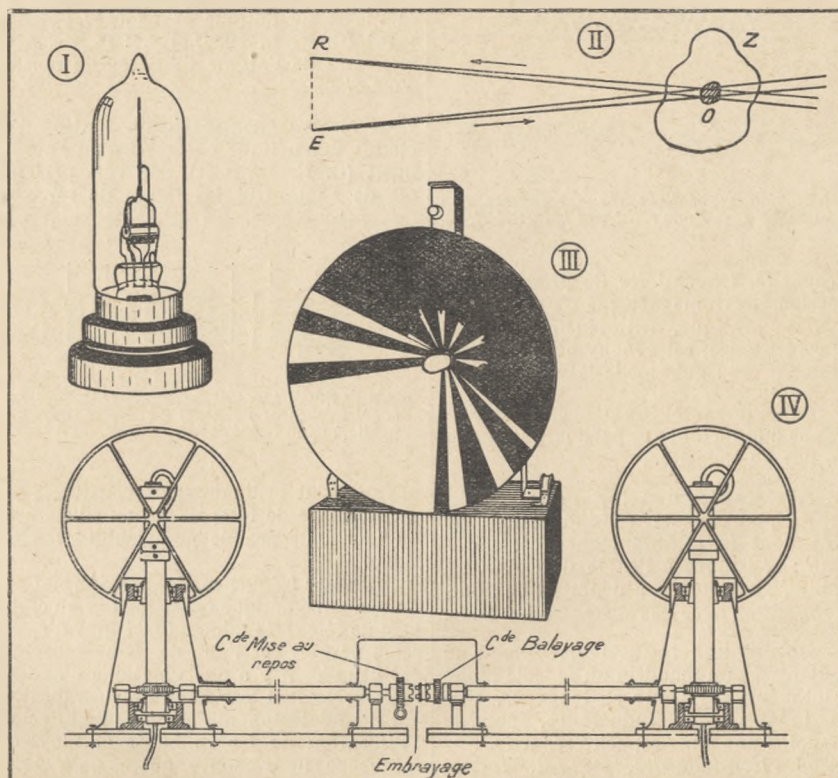
OBSTACLE. Détecteur d'obstacles. Le principe de ce détecteur repose sur la propriété des ondes ultra courtes d'être diffractées par tout obstacle, indépendamment de sa nature (métallique, diélectrique,

semi-conductrice). Après diffraction sur l'obstacle, les ondes émises par un émetteur E doivent donc pouvoir être recueillies en partie par le récepteur R voisin, étant entendu qu'en l'absence d'obstacle le rayonnement direct de E ne peut atteindre R. Les ondes ultra-courtes pouvant être concentrées en faisceaux, on peut ainsi déterminer la direction et même la distance de l'obstacle.

On utilise les ondes ultra-courtes de 16 centimètres de longueur d'onde, concentrées par réflecteurs en faisceaux de quelques degrés d'ouverture, permettant une approximation de 5° sur la direction. La puissance est de quelques dixièmes de watt. En raison de la finesse des pinceaux d'ondes, il faut organiser le balayage de la zone à prospecter en entraînant automatiquement l'orientation azimutale des projecteurs d'émission et de réception. Le champ de ce balayage est de 40° de part et d'autre de la route du navire.

Dans le détecteur S. F. R. les ondes de 16 centimètres sont modulées à 7.500 p. s. L'oscillatrice est une triode dont la grille est portée à + 250 V et l'anode à — 70 V par rapport à la cathode. L'antenne quart d'onde, de 4 centimètres de longueur, est accordée une fois pour toutes et introduite dans l'ampoule même de la lampe placée au foyer d'un miroir parabolique de 75 centimètres d'ouverture et de 12 centimètres de distance focale.

Le champ du faisceau tombe à la moitié



Détecteur d'obstacles : I. Lampe spéciale comportant une antenne de 4 cm. — II. Schéma de la détection d'obstacles : E, émetteur; R, récepteur; O, obstacle; Z, zone à prospecter. — III. Émetteur du récepteur parabolique; au centre, la lampe. — IV. Commande mécanique du balayage des deux miroirs paraboliques pour la détection d'obstacles, installés sur le pont de Normandie (Documents S. F. R.).

de sa valeur pour un angle de rotation de 8° à partir de l'axe. Le faisceau a une ouverture totale de 16° .

Le récepteur possède une triode à haute fréquence montée en détectrice, identique à la lampe d'émission et comportant la même antenne de 4 centimètres. Le courant détecté, amplifié, actionne un casque téléphonique et un indicateur visuel. Un relais bloque les projecteurs dans la direction de l'obstacle, dont on peut immédiatement relever le gisement.

Par comparaison à l'oscillographe cathodique de la modulation à l'émission et à la réception, on peut estimer approximativement la distance séparant l'obstacle du navire.

La commande du balayage peut s'effectuer automatiquement, à l'aide d'un moteur ou à la main, au moyen d'un volant.

Un tel dispositif, installé sur *Normandie*, permet de déceler la présence de navires jusqu'à une distance de 7 kilomètres environ, et de bouées à 3 kilomètres de distance. Le gisement est déterminé à moins de 5° près.

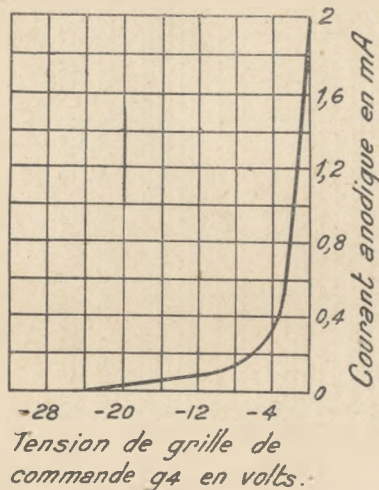
(Angl. *Obstacle Detector*. — All. *Hinder-nisdetektor*.)

OCTAÉDRITE. Oxyde naturel de titane. Cristal détecteur. Synonyme *Anastase*. (Angl. *Octaedrite*. — All. *Titanoxyd*, *Anastas*.)

OCTAVE. Intervalle séparant deux notes consécutives de même nom dans la gamme diatonique. Dans une bande de fréquences, intervalle séparant une fréquence quelconque de sa fréquence double.

grilles g_3 et g_5 sont connectées entre elles à l'intérieur de la lampe; la grille d'arrêt est reliée à la cathode.

La pente de conversion, c'est-à-dire le rapport du courant de moyenne fréquence



Caractéristique du courant anodique de l'octode en fonction de la tension de la grille de commande g_4 .

à la tension de haute fréquence, est logarithmiquement proportionnelle à la tension moyenne de la grille de commande. L'octode est la lampe qui possède, même sur ondes courtes, le meilleur rendement pour le changement de fréquence.

Dans les types d'octode les plus récents, le glissement de fréquence a été réduit par

La capacité de la grille de commande par rapport aux autres électrodes est de $0,5 \mu\text{F}$.

On utilise normalement les tensions suivantes d'alimentation : 250 V pour la tension anodique; 200 V pour la deuxième grille g_2 ; 50 V pour les troisième et cinquième grilles, g_3 et g_5 ; 0V pour la première grille g_1 .

Lorsque la tension de la quatrième grille varie de -25 à -2 V, le courant anodique croît de 0,015 à 1 mA. Pour cette dernière valeur, la pente est de $0,55 \text{ mA} : \text{V}$ et la résistance anodique intérieure, de 2 mégohms.

La figure montre la caractéristique essentielle de l'octode. Le montage de l'octode en oscillatrice-modulatrice est également indiqué. Il rappelle d'ailleurs celui de l'heptode ou pentagride dans ses dispositions générales.

L'avènement de l'octode a apporté une amélioration notable au changement de fréquence, dont un des inconvénients est de produire de la distorsion en haute fréquence et de la transmodulation.

Sur la courbe est figurée la variation de tension du signal, exprimée en tension alternative efficace sur la grille g_4 , en fonction de la pente de conversion, en supposant que la transmodulation atteint 6 pour 100 et la distorsion de modulation, 2,25 pour 100. Si l'on calcule la tension de bruit de fond pour diverses lampes, on trouve $0,95 \mu\text{V}$ pour la penthode amplificatrice de haute fréquence; $1,6 \mu\text{V}$ pour l'octode et $3,5 \mu\text{V}$ pour l'heptode. Mais, pour bénéficier de cette supériorité de l'octode, il est nécessaire que l'antenne soit suffisante pour que le rapport de l'onde modulée au bruit de fond soit égal à 100, avec un taux de modulation de 80 pour 100; ce qui conduit, avec l'octode, à une tension minimum de $200 \mu\text{V}$ pour l'onde porteuse reçue. Le bruit de fond sera donc gênant pour tous les signaux d'une tension inférieure à $200 \mu\text{V}$ environ.

Éléments constitutifs de l'octode et fabrication de cette lampe. Le montage de l'intérieur des lampes et spécialement de l'octode à six grilles, exige la précision la plus rigoureuse. Un filament, une cathode à oxyde, six grilles et enfin une anode sont montés dans un espace cylindrique dont le diamètre est de 2 centimètres et dont la hauteur ne dépasse pas 2 centimètres. Tous ces éléments ne peuvent pas s'écarter d'un millimètre de leur emplacement exact.

Tout d'abord, des fils très fins sont enroulés en forme d'hélice pour servir de grilles, montées sur des fils rigides. Ce travail est opéré par une machine analogue à un tour. Les fils de support sont tendus en premier lieu, puis entaillés. Ensuite, le fil de grille est enroulé sur ces supports de manière à venir se loger dans toutes les entailles successives, qui se referment immédiatement sur lui. On obtient alors une grille de longueur indéfinie, appelée « barreau ». Les barreaux sont d'abord recuits dans un four spécial avant d'être débités en fragments, qui constituent les

NOTES	FRÉQUENCES DE VIBRATION EN P.S. AUX DIVERSES OCTAVES						
	n° 0	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5	n° 6
C, do.....	33	66	132	264	528	1056	2112
D, ré.....	37,125	74,25	148,5	297	594	1188	2376
E, mi.....	41,25	82,5	165	330	660	1320	2640
F, fa.....	44	88	176	352	704	1408	2816
G, sol.....	49,5	99	198	396	792	1584	3168
A, la.....	55	110	220	440	880	1760	3520
B, si.....	61,875	123,75	247,5	495	990	1980	3960

Nous indiquons ci-dessous les fréquences de vibration, en périodes par seconde, des différentes notes de la gamme, et celles de leurs octaves successives.

(Angl. *Octave*. — All. *Oktave*.)

OCTODE. Lampe électronique comportant huit électrodes. Cette lampe représente actuellement l'échelon le plus élevé dans l'échelle des tubes électroniques à grilles multiples. L'octode se présente comme l'association d'une triode à une penthode. Les première et deuxième grilles sont respectivement la grille et l'anode de la triode oscillatrice; la troisième grille est la grille-écran; la quatrième est la grille de commande; la cinquième, une seconde grille écran, et la sixième la grille d'arrêt. Les

la stabilisation des courants de grille, quelle que soit la valeur de la polarisation. La diminution de $1,6$ à 1 mA du courant anodique affaiblit sensiblement le « souffle » caractéristique du changement de fréquence.

Les nouveaux types d'octode sont munis intérieurement d'un condensateur de très faible capacité, intercalé entre les grilles g_1 et g_2 , et qui, par effet de neutralisation (*neutrodyne*) évite le phénomène d'entraînement en ondes très courtes.

L'indépendance à peu près totale des circuits d'accord et d'hétérodyne, dont le couplage est extrêmement faible, permet d'utiliser l'octode pour la réception des ondes de très haute fréquence, même de 5 à 10 mètres de longueur d'onde, et principalement pour la télévision.

grilles individuelles. Ces grilles sont contrôlées chacune à la loupe.

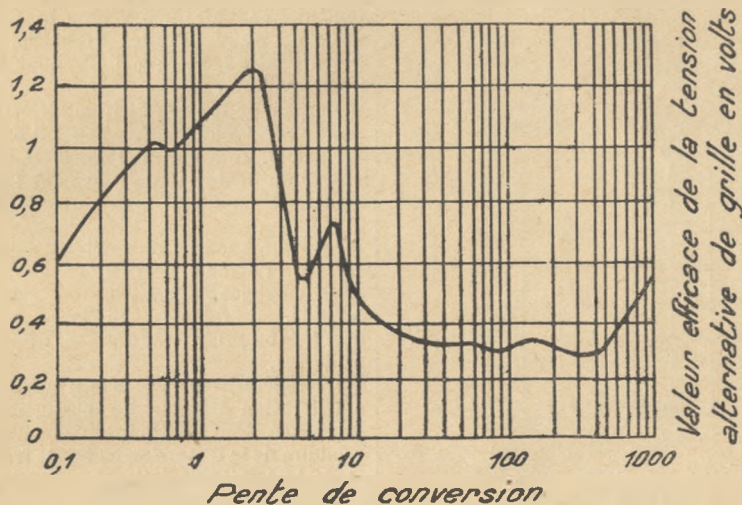
L'octode renferme cinq grilles héli-coidales. Mais la deuxième grille g_2 à partir

Les lames de mica sont perforées de séries de petits trous correspondant exactement aux fils des grilles, ce qui permet de maintenir ceux-ci exactement à leur empla-

de la matière. La même pince à souder servira constamment au cours de tout le montage pour relier entre eux les grilles et les fils de contact et les autres parties métalliques du système.

Le pied de lampe, avec l'ampoule, est placé sur une machine tournante, sur laquelle une série de chalumeaux opèrent le scellement. La seule communication de l'intérieur de la lampe avec l'extérieur est constituée maintenant par le queusot — petit tube de verre — qui va être mis en communication avec la pompe à vide, et ce sur la même machine. Le vide est opéré automatiquement — la machine continue à tourner et chauffe tous les éléments métalliques intérieurs de la lampe. Ce chauffage a lieu à l'aide d'une bobine à haute-fréquence glissée sur la lampe et qui provoque des courants tourbillonnaires dans les parties métalliques, portant celles-ci au blanc. Toutes les dernières traces de gaz sont ainsi chassées des électrodes. En même temps, on évapore de la même manière un petit morceau de magnésium qui avait été déposé au préalable sur deux lames métalliques. Ainsi se forme sur la paroi intérieure du verre le miroir gris foncé, dont le rôle est de fixer chimiquement toutes traces de gaz se dégageant encore éventuellement par la suite. Enfin, la lampe est coupée de la pompe à l'aide d'un chalumeau.

La mise en place du culot de la lampe



Valeur efficace de la tension de haute fréquence sur la grille de l'octode en fonction de sa pente de conversion.

de la cathode se compose seulement de deux fils verticaux; elle sert d'anode pour l'oscillatrice.

La cathode est un petit tube en matière réfractaire, recouvert extérieurement d'oxyde par vaporisation cathodique et chauffé intérieurement à l'aide d'un filament spiral, à bobinage bifilaire. Cette disposition évite le bruit de fond classique des superhétérodynes. Le filament est un fil fin en tungstène.

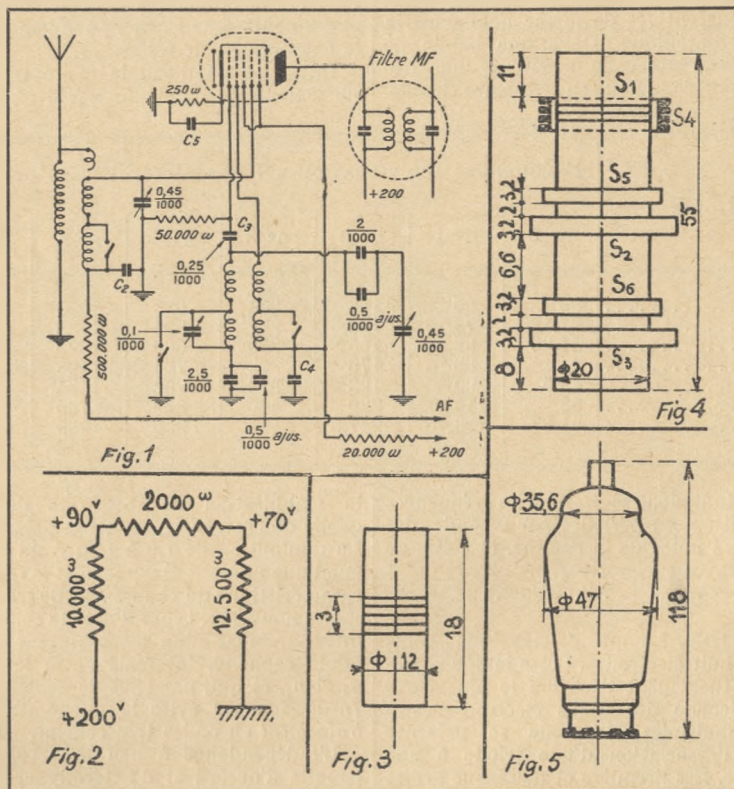
Le pied de l'octode est construit mécaniquement, au moyen de petits morceaux de tubes et de tiges en verre, découpés préalablement, et saisis successivement par la machine qui les fixe sur un plateau tournant lentement, sur lequel ces éléments sont réunis et soudés automatiquement.

A leur passage dans le pied, les fils de connexion sont composés d'un alliage ayant le même coefficient de dilatation que le verre.

Quant au culot de l'octode, muni de sept ergots de contact métalliques, il est fabriqué à partir d'une résine artificielle moulée à la presse hydraulique dans un moule en acier poli. Les ergots sont placés dans le moule préalablement à la matière plastique.

Huit fils sont scellés dans le pied de la lampe. Les deux fils extérieurs, plus longs et plus gros que les autres, servent de supports à tout l'édifice intérieur, les autres fils étant réservés au contact des grilles et de l'anode. La cathode, les grilles et l'anode de l'octode sont disposées entre deux plaques métalliques, l'isolement étant assuré par de petites lames de mica. Ce dernier est d'ailleurs spécialement préparé, afin d'éviter le dépôt de particules métalliques au cours du travail, lesquelles pourraient compromettre la qualité de l'isolement.

La soudure des divers éléments métalliques se fait électriquement à l'aide d'une étincelle produisant la fusion locale



Montage de l'octode pour ondes courtes: 1. Schéma du circuit d'entrée et du circuit oscillateur. — 2. Potentiomètre pour prise de tensions intermédiaires. — 3. Bobine pour ondes courtes, avec 22 spires de fil émaillé de 0,1 mm sur mandrin de 12 mm. — 4. Oscillateurs à six bobines sur mandrin de 20 mm.: S₁: 6 spires de fil 0,5 mm; S₂: 159 spires de fil 0,1 mm; S₃: 62 spires de fil 0,1 mm; S₄: 6 spires de fil 0,1 mm; S₅: 65 spires de fil 0,1 mm; S₆: 35 spires de fil 0,1 mm.

exige encore une grande habileté, car il n'est pas facile d'introduire exactement sept fils dans les perforations des fiches sans que les fils se plient et viennent en contact les uns avec les autres. Voir *lampe*. (Angl. *Octode*. — All. *Achtpolröhre*).

ODE. Suffixe tiré du grec et signifiant « chemin ». Employé en composition pour désigner les divers chemins ou passages électriques (électrodes) qui peuvent être offerts à un courant ainsi que les lampes électroniques possédant ces électrodes.

— **Anode.** Électrode d'entrée du courant (C. E. I., 1934). Passage supérieur ou électrode positive (+).

— **Cathode.** Électrode de sortie du courant (C. E. I., 1934). Passage inférieur ou électrode négative (—).

— **Diode.** Tube à vide électronique à deux électrodes, cathode et anode, appelé aussi *valve électronique*.

— **Électrode.** Pièce conductrice servant à amener le courant dans un milieu conducteur généralement liquide ou gazeux (C. E. I., 1934). Nom générique désignant tout passage électrique offert à un courant dans un appareil.

— **Heptode.** Lampe électronique à sept électrodes.

— **Hexode.** Lampe électronique à six électrodes.

— **Octode.** Lampe électronique à huit électrodes.

— **Penthode.** Lampe électronique à cinq électrodes. On écrit aussi *pentode*.

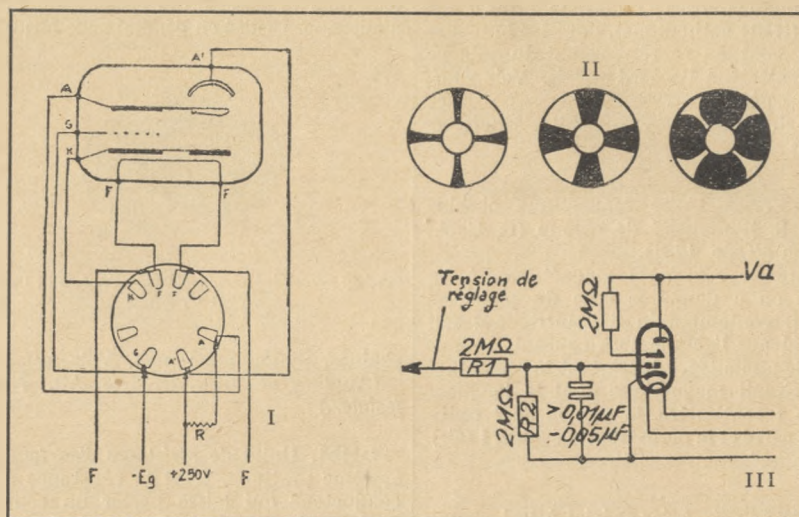
— **Polyode.** Lampe électronique à électrodes multiples.

— **Tétrode.** Lampe électronique à quatre électrodes. On écrit aussi *tétrao*de.

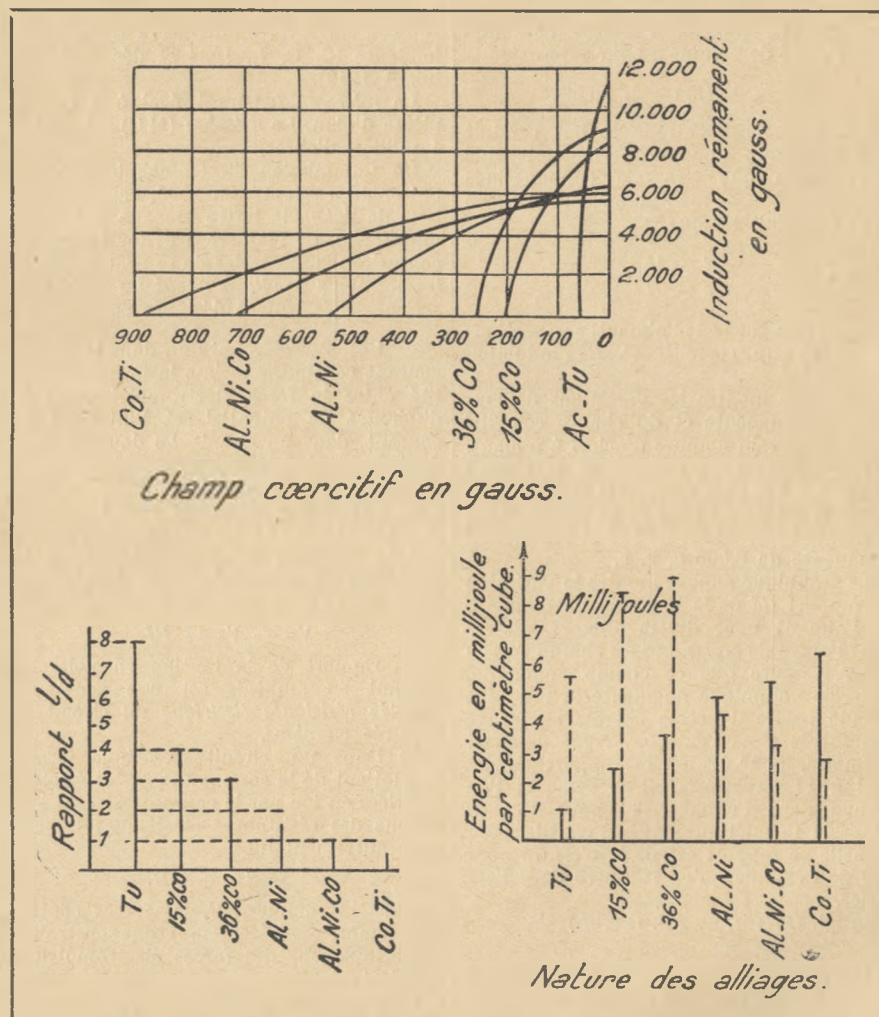
— **Triode.** Lampe électronique à trois électrodes. Voir séparément chacun de ces termes.

(Angl., All. *Ode*).

ŒIL. Œil cathodique. Petit tube à rayons cathodiques utilisé comme indicateur visuel de réglage dans les récepteurs radioélectriques. Ce tube se compose essentiellement d'un élément de lampe triode complété par un écran conique recouvert d'un enduit fluorescent et de plaques de déviations réunies électriquement à l'anode de la triode. L'écran est relié à l'anode par une résistance de 2 mégohms environ. La chute de tension dans cette résistance est d'autant plus faible que le réglage de l'accord est plus précis. Dans ces conditions, la tension des plaques de déviation s'élève et se rapproche de celle de l'écran. L'ombre de ces plaques portée sur l'écran par le flux cathodique va en se rétrécissant à mesure qu'on se rapproche de l'accord. L'écran apparaît alors comme un œil dont la pupille se dilate.



Oeil cathodique: I. Disposition des électrodes et du culot de la lampe. — II. L'ombre de l'œil ou du tréfile cathodique se rétrécit d'autant plus que l'accord est plus parfait. — III. Schéma de montage de l'œil cathodique.



Qualités magnétiques des alliages d'ørstite: En haut, courbe de l'induction en fonction du champ. — En bas, à gauche, rapport de l'induction en fonction de la nature de l'alliage. — A droite, énergie volumique de l'aimant en fonction de la nature de l'alliage.

On donne parfois à l'image la forme d'une croix (trèfle cathodique), dont les branches noires vont en se rétrécissant jusqu'à ce qu'on atteigne l'accord précis. Voir *indicateur cathodique*.

(Angl. *Tunoscope*. — All. *Magisches Auge*.)

ØERSTED. Unité magnétique absolue C. G. S. d'intensité de champ (C. E. I., réunion d'Oslo, 1931).

Unité de *réductance* magnétique, à laquelle on a donné le nom du physicien danois, contemporain d'Ampère, qui mit en évidence l'action d'un courant sur une aiguille aimantée. L'*ørsted* est la réductance d'un circuit magnétique dont la longueur est de 1 centimètre, la section de 1 centimètre carré et la perméabilité égale à 1 (air). Voir *réductance*, *magnétique*.

ØERSTITE. Acier spécial à fort champ coercitif et grande induction rémanente, pour aimant permanent. Le magnétisme emmagasiné dans un tel aimant est d'autant plus considérable que le champ coercitif et l'induction rémanente sont eux-mêmes plus grands, puisque l'énergie contenue dans l'unité de volume a pour expression

$$W = BH/8\pi \text{ ergs} : \text{cm}^3.$$

Les recherches entreprises ont conduit à donner aux aimants permanents une forme telle que l'énergie emmagasinée dans l'acier soit maximum, circonstance qui se produit lorsque

$$\frac{l}{s} = \frac{H}{B}$$

l étant la longueur de l'aimant, s sa section; H , le champ coercitif et B l'induction rémanente.

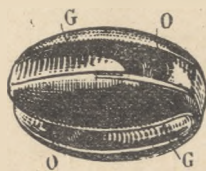
La figure montre les variations de l'induction rémanente et du champ coercitif pour un certain nombre d'aciers à aimant. Les meilleurs sont ceux dont le champ coercitif est le plus élevé. Tel est le cas de l'*ørstite*, acier au titane et au cobalt, dont le champ coercitif est de 900 et l'induction rémanente de 6.000 c. g. s.

Le graphique annexe montre la variation du rapport l/d de la longueur au diamètre de l'aimant pour divers alliages, classés dans l'ordre de croissance du champ coercitif. A mesure que ce champ augmente, l'énergie volumique augmente et une plus grande partie de cette énergie se trouve concentrée dans l'entrefer. Avec un acier ordinaire, pour lequel le rapport l/s est égal à 11 environ, c'est à peine si l'on trouve dans l'entrefer 30 pour 100 de l'énergie magnétique; avec l'*ørstite* pour laquelle ce rapport est de 2, c'est 75 pour 100 de l'énergie qu'on retrouve dans l'entrefer.

(Angl. *Øerstite*. — All. *Øerstil*.)

ØEUF. Type d'isolateur en verre ou porcelaine dont la forme oblongue rappelle celle d'un œuf. Cet isolateur est généralement muni de deux gorges, situées dans des plans perpendiculaires, et de deux

ceils pour le passage des fils de hauban ou d'antenne. Utilisé en général sous forme de



Øeuf en porcelaine pour isolement d'antenne : O, ceils ; G, gorge.

chaînes. Synonyme : *noir*. Voir *isolateur*. (Angl. *Nut Insulator*. — All. *Nussisolator*.)

ØHM. Unité de résistance électrique du système pratique. C'est la résistance d'un conducteur qui laisse passer un courant de 1 ampère sous une tension de 1 volt.

— **Øhm international.** Résistance offerte à un courant constant par une colonne cylindrique de mercure ayant une masse de 14,4521 grammes et une longueur de 106,300 cm à la température de la glace fondante (C. E. I., 1934 et décret du 26 juillet 1919).

Le *microhm* (μ) est égal à 1 milliardième d'ohm. Le *mégohm* ($M\Omega$) est égal à 1 million d'ohms.

La Commission électrotechnique internationale a adopté, en 1926, comme symbole de l'*ohm*, la lettre grecque Ω (oméga majuscule), de manière à éviter toutes les confusions susceptibles de se produire avec les notations de *vitesse angulaire* et de *pulsation*, généralement désignée par ω .

— **Loi d'Øhm.** Loi qui, dans le cas du courant continu, exprime la proportionnalité entre la force électromotrice, ou la différence de potentiel, et l'intensité de courant, dans un circuit ou dans un conducteur (C. E. I., 1934).

1^o Lorsque, entre deux points A et B d'un circuit électrique, ne sont intercalés ni générateurs, ni récepteurs, le courant qui le traverse est proportionnel à la différence de potentiel (tension) entre ces deux points :

$$V_A - V_B = RI.$$

Le rapport de la tension en volts au courant en ampères est une constante appelée *résistance électrique* du circuit et mesurée en *ohms*.

2^o Dans un circuit électrique fermé, le quotient de la somme des forces électromotrices en jeu par le courant est égal à la somme des résistances électriques du circuit, autrement dit :

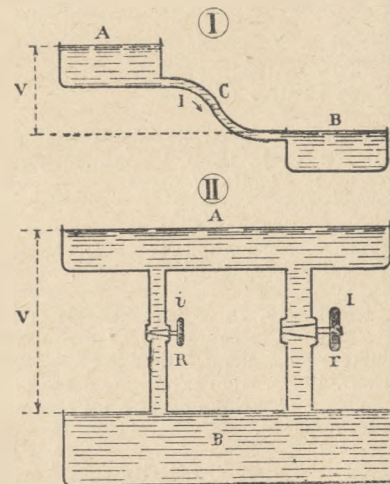
$$\Sigma E/I = \Sigma R.$$

Dans la somme ΣE , les forces contre-électromotrices (récepteurs) sont soustraites algébriquement des forces électromotrices (générateurs).

(Angl. *Ohm Law*. — All. *Ohmsches Gesetz*.)

Au sujet de la loi d'Øhm, M. J.-B. Poiney écrit :

« Dans un conducteur parcouru par un courant, il y a un dégagement de chaleur conformément à la loi de Joule, et ce dégagement est le signe d'un travail de frottement visqueux, qui s'accomplit dans la substance du conducteur parcouru par un courant; mais la loi d'Øhm n'en subsiste pas moins, parce que la quantité d'électricité est indestructible et, à la différence de la quantité de chaleur, n'est pas susceptible de transformation en travail, semblable en cela à l'eau qui fait tourner une roue



Analogies hydrauliques de la loi d'Øhm : I. Figure schématisant d'un courant d'eau (ou d'électricité) I, entre deux réservoirs (piles, accumulateurs) A et B à des niveaux différents (différence de potentiel V). — II. Le courant I est plus petit que I parce que la résistance du conducteur R est plus élevée que celle du conducteur r. La loi d'Øhm exprime que le produit du courant par la résistance est égal à la différence de potentiel : $iR = Ir = V$.

de moulin sans perdre de sa masse.

« La loi d'Øhm introduit une notion nouvelle, qui est la résistance électrique des métaux.

« En général, étant donné un conducteur linéaire intercalé dans un circuit, on peut le tourner bout pour bout et il conserve la même résistance, que le courant le traverse dans un sens ou dans le sens opposé. Il n'en serait pas de même si l'on prenait comme résistance une cuve électrolytique contenant une solution de 5 pour 100 de phosphate de potassium additionné d'une très petite quantité de potasse et qu'on employât comme électrodes une lame de fer et une lame d'aluminium, car on aurait ainsi un redresseur de courant alternatif. On sait, d'autre part, qu'un filament incandescent émet des charges négatives, comme dans la valve de Fleming. On connaît aussi les soupapes de Villars pour les hautes tensions. Dans une galène que l'on emploie comme détecteur il y a de même conductance unilatérale. Mais la raison de cette dissymétrie n'est pas encore, croyons-nous, bien élucidée. Se passe-t-il quelque chose d'analogue à la formation d'un film isolant, comme dans le redresseur, ou comme une orientation de pointes qui laissent

fuir les électrons? L'étude des redresseurs à oxyde de cuivre apportera quelques lumières sur ce sujet. »

OHMIQUE. Qui a rapport à la loi d'Ohm et à la résistance électrique opposée par les conducteurs au passage du courant.

— **Résistance ohmique.** Résistance pure, opposée par un circuit au passage du courant continu, par opposition avec la *résistance apparente* ou *impédance*, opposée au passage du courant alternatif. La résistance apparente est un ensemble complexe qui dépend de la résistance pure, de l'inductance, de la capacitance du circuit. Voir *impédance*.

Certains techniciens considèrent que l'expression de *résistance ohmique* est un pléonasme, parce que toute résistance est mesurée en ohms. En fait, ohmique ne signifie pas « qui est mesurée en ohms », mais « conformément à la loi d'Ohm », laquelle définit la résistance. Synonyme *non-inductif*.

— **Chute ohmique.** Chute de tension non-inductive, due à la résistance pure d'un circuit électrique, par application de la loi d'Ohm. Voir *chute*.

(Angl. *Ohmic Resistance*. — All. *Ohmscher Widerstand*.)

OHMMÈTRE. Appareil qui permet de mesurer directement en ohms les résistances électriques (C. E. I., 1934). L'ohmmètre comporte un montage en pont de Wheatstone, une source de courant (pile ou magnéto), et, comme indicateur de zéro, un galvanomètre sensible. Parfois, la valeur de la résistance à mesurer, branchée aux bornes convenables de l'appareil, est indiquée par une aiguille qui se déplace sur un cadran gradué en ohms. On distingue les *ohmmètres* proprement dits, pour la mesure des résistances faibles, telles que celles des circuits électriques, et les *mégohmmètres*, pour la mesure des résistances élevées (résistances d'isolement). Voir *mégohmmètre*, *mesure*, *appareil*.

(Angl. *All. Ohmmeter*.)

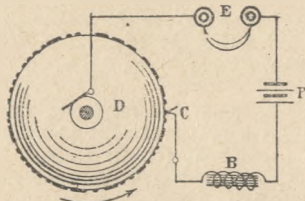
OMNIBUS. Se dit d'un appareil ou d'un dispositif qui peut se prêter à divers usages dans une installation électrique.

— **Barres omnibus.** Barres collectrices constituées par des conducteurs de grande section, auxquels sont reliés les générateurs, les récepteurs et les circuits de distribution. Dans un émetteur ou un récepteur radio-électrique, ce sont les barres *équipotentiell*es d'où partent les circuits de chauffage des filaments ou d'alimentation des plaques.

(Angl. *Bus, Omnibus*.)

OMNIGRAPHE. Appareil d'étude permettant d'apprendre la *lecture au son* du code Morse. Il se compose essentiellement d'un disque de métal denté sur le bord duquel appuie une lame métallique formant interrupteur. La denture du disque est telle que la saillie des dents reproduit les signes de l'alphabet Morse : dents larges pour les *traits*, étroites pour les *points*. Ce système est intercalé en série dans un circuit

comprenant une pile et un vibreur (buzzer). Le disque est solidaire d'un plateau animé, grâce à un mouvement d'horlogerie, d'une rotation uniforme. Au contact des dents et de la lame, le courant s'établit pendant



Principe de l'omnigraphe : D, disque denté tournant ; C, contact ; B, bobine de choc ; E, écouteurs ; P, pile.

un temps correspondant exactement à la durée du signal Morse. Le vibreur traduit cette cadence par une note musicale plus ou moins aiguë. Les disques peuvent être taillés de manière à reproduire des phrases qui sont dictées, comme exercice, aux élèves apprenant la lecture au son.

(Angl. *All. Omnigraph*.)

ONDE. Modification de l'état physique du milieu, se propageant à la suite d'une perturbation initiale. Lorsque cette perturbation a une durée très courte, elle prend le nom d'*impulsion* (C. E. I., 1934).

Le terme d'*onde* est employé souvent dans le sens de *longueur d'onde*. Voir ce mot.

— **Ondes amorties.** Ondes composées de séries successives d'oscillations dont l'amplitude, après avoir atteint un maximum décroît graduellement. (C. E. I., 1934.) Voir *ondes électromagnétiques*. Ondes groupées sous forme de *train*, et dont les amplitudes vont en décroissant depuis l'origine jusqu'à l'extrémité du train, en raison des causes d'amortissement. Un *train d'ondes amorties* est généralement produit par un choc unique (pierre tombant dans l'eau, décharge d'un condensateur, etc...). Voir *amortie*, *amortissement*.

(Angl. *Damped Wave*. — All. *Gedämpfte Welle*.)

— **Onde commune.** Voir *longueur d'onde commune*.

— **Onde compensatrice, de compensation.** Dans l'émission par arc, onde de longueur légèrement différente de l'onde de travail. Elle est émise dans l'intervalle des signaux pour éviter de désamorcer l'arc.

(Angl. *Space, Compensating Wave*. — All. *Negative Welle*.)

— **Ondes de couplage.** Ondes qui prennent naissance dans deux circuits excités couplés fortement, c'est-à-dire dont la réaction réciproque n'est pas négligeable. Si les deux circuits sont accordés sur la même fréquence, dont la période est T , les deux ondes qui prennent naissance ont pour période

$$T_1 = T\sqrt{1 + K}, T_2 = T\sqrt{1 - K},$$

K étant le *facteur de couplage* ou *coefficient de couplage*. Il en résulte, dans chacun des circuits, une onde de *battements* qui est nulle dans l'un quand elle est maximum dans l'autre et réciproquement, en raison du transfert de l'énergie successivement de l'un à l'autre circuit.

Si les deux circuits sont accordés sur des fréquences différentes, il existe encore deux ondes de couplage dont les fréquences sont respectivement : l'une plus grande que la plus grande fréquence d'accord, l'autre plus petite que la plus petite fréquence d'accord.

Enfin, lorsque le couplage devient lâche, K tend vers zéro et les deux ondes se confondent dans l'onde unique sur laquelle oscillent les deux circuits accordés. Voir *couplage*.

(Angl. *Coupling Wave*. — All. *Kopplungswellen*.)

— **Onde courte.** Voir ci-après *ondes courtes et très courtes*.

— **Onde dirigée.** Onde progressive qui ne rayonne pas alentour du centre d'émission, mais se propage en un faisceau dont l'angle d'ouverture est relativement faible. Voir *dirigé*, *direction*, *radiogoniométrie*.

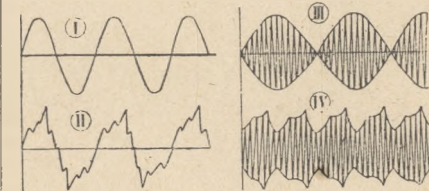
(Angl. *Directional Wave*. — All. *Gerichtete Welle*.)

— **Ondes électromagnétiques.** Phénomène de propagation à travers l'éther d'une perturbation électromagnétique :

A. ONDES ENTRETENUES (*Classe A*) : Ondes dont les oscillations successives sont identiques en régime permanent.

1° *Ondes entretenues manipulées* (type A1) : ondes entretenues dont l'amplitude, ou la fréquence, varie sous l'effet d'une manipulation télégraphique.

2° *Ondes entretenues modulées à fréquence audible et manipulées* (type A2) : ondes entretenues dont l'amplitude ou la fréquence varie suivant une loi périodique de fréquence audible combinée avec une manipulation télégraphique.



Différentes formes d'ondes : I. Onde pure ou sinusoïdale. — II. Onde impure. — III. Onde entretenue modulée par une onde pure (onde de battements). — IV. Onde entretenue modulée par les vibrations de la voix ou de la musique.

3° *Ondes entretenues modulées à fréquences audibles* (type A3) : ondes entretenues dont l'amplitude ou la fréquence varie suivant une loi complexe et variable de fréquences audibles. Exemple : la *radio-téléphonie*.

4° *Ondes entretenues modulées à fréquences inaudibles* (type A4) : Ondes entretenues dont l'amplitude ou la fréquence varie suivant une loi quelconque de fré-

quence plus grande que les fréquences audibles. Exemple : la *télévision*.

B. ONDES AMORTIES (Classe B) : Ondes composées de séries successives d'oscillations dont l'amplitude, après avoir atteint son maximum, décroît ensuite graduellement.

Les ondes sont désignées, en premier lieu, par leur fréquence en kilocycles par seconde (kc : s). A la suite est indiquée, entre parenthèses, la longueur d'onde approximative en mètres.

(Ces définitions sont incluses dans les documents annexés à la Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

Les ondes électromagnétiques se propagent dans l'éther dans l'intervalle de 22 octaves comprenant les fréquences de

10.000 à 50 milliards de périodes par seconde, et les longueurs d'onde de 30.000 mètres à quelques millimètres. Ces ondes développent par induction des actions électriques et magnétiques.

Synonymes : *onde radioélectrique, onde herztienne. Voir onde, électromagnétique, herztien, radioélectrique, etc...*

(Angl. *Electromagnetic Wave*. — All. *Elektromagnetische Welle*.)

— **Onde entretenue.** Onde dont les oscillations successives sont identiques en régime permanent (C. E. I., 1934). Voir ci-dessus, à *ondes électromagnétiques*, la définition de la Convention internationale des télécommunications et leur répartition en *ondes entretenues manipulées, modulées et manipulées, modulées à fréquences audibles,*

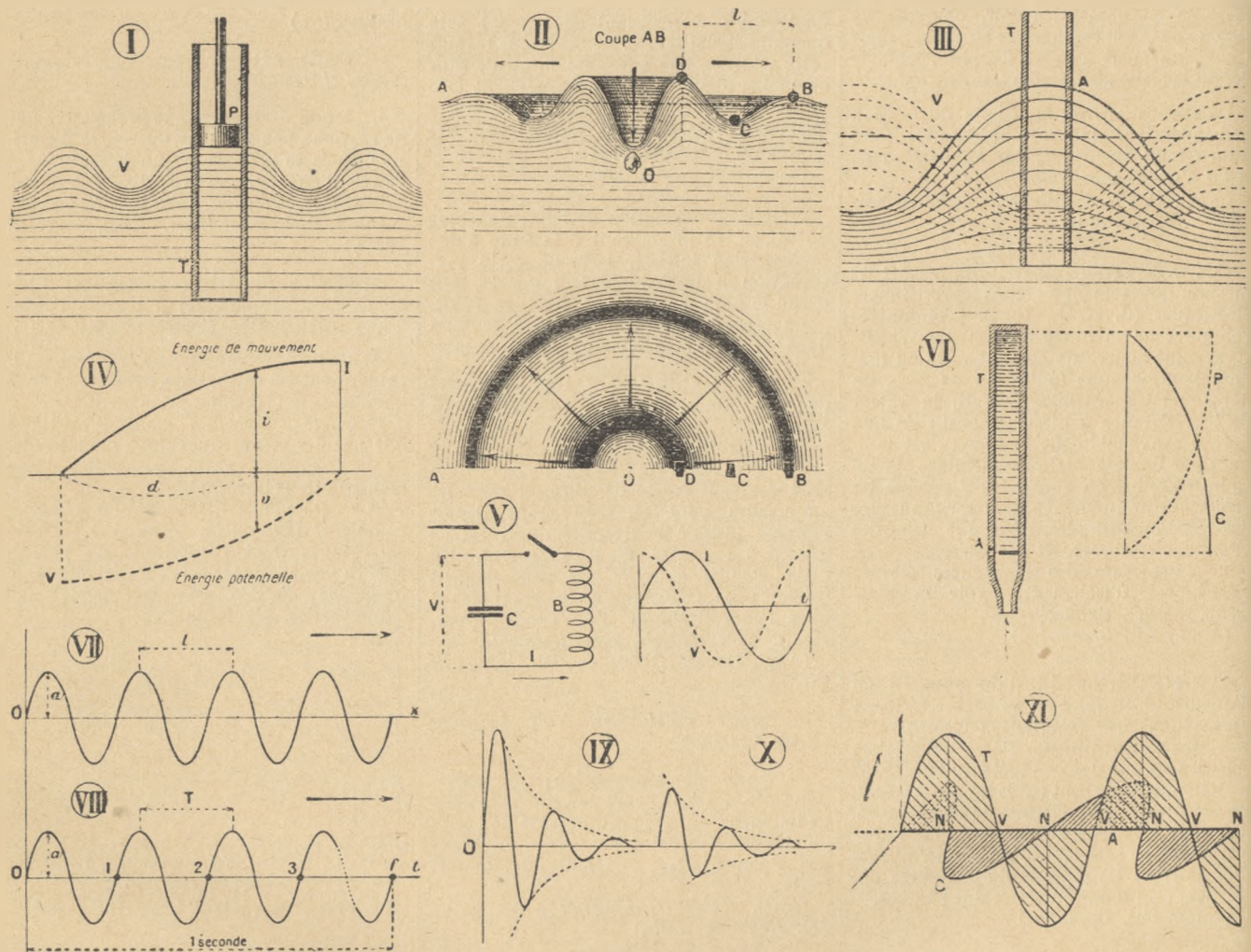
à *fréquences inaudibles*. Les ondes entretenues sont groupées sous forme de *train* et leurs amplitudes restent constantes depuis l'origine jusqu'à l'extrémité du train, parce que le générateur compense automatiquement les causes d'amortissement. Voir *entretenu*.

(Angl. *Continuous Wave*. — All. *Unge-dämpfte Welle*.)

— **Onde d'espace.** Onde indirecte qui atteint le récepteur après réflexion sur l'ionosphère, par opposition avec l'onde directe qui se propage parallèlement au sol.

— **Onde exclusive.** Voir *longueur d'onde exclusive*.

— **Onde fondamentale.** Dans la décomposition d'une onde impure par la série



Forme des ondes élastiques et électriques : I. Vagues provoquées par les oscillations d'un piston : T, tube ; P, piston ; V, vagues. — II. Propagation dans l'eau d'un train d'ondes amorties provoqué par la chute d'une pierre en O : AB coupe diamétrale ; B, C, D, bouchons de liège se déplaçant verticalement au passage des ondes ; BD = l , longueur d'onde. Les flèches horizontales indiquent le sens de propagation des ondes. — III. Oscillations de l'eau dans un tube au passage de vagues : A, niveau variable de l'eau dans le tube ; T, tube de verre ; V, vagues. — IV. Répartition de l'énergie électrique des ondes dans une antenne vibrant en quart d'onde : i, v , courant et tension à la distance d ; I, V courant et tension maxima. — V. Ondes dans un circuit électrique oscillant : C, condensateur ; B, bobine ; V, tension de charge ; I, courant. — VI. Mode de vibration d'un tuyau d'orgue en quart d'onde : T, tuyau d'orgue ; A, anche ; I, onde de compression ; C, onde de courant. — VII. Représentation dans l'espace d'un train d'ondes entretenues à une distance assez grande de la source d'émission : a , amplitude ; l , longueur d'onde ; Oz, direction de la propagation. — VIII. Représentation dans le temps du même train d'ondes : a , amplitude ; T, période ; 1, 2, 3, numéros d'ordre des ondes ; f , fréquence ou nombre d'ondes se succédant en une seconde ; Ot, axe des temps. — IX. Propagation d'un train d'ondes amorties à un instant donné. — X. A un instant suivant : L'amplitude des ondes s'affaiblit lorsque leur éloignement de la source O augmente. — XI. Image de la succession des ondes stationnaires de tension T et de courant C : A, antenne axe de rotation du système des ondes T et C ; N, V, nœuds et ventres de courant. La flèche indique le sens de la rotation.

de Fourier, l'onde fondamentale est en général l'onde pure dont la fréquence est la plus basse (la longueur d'onde la plus élevée). Voir *fondamental*.

(Angl. *Fundamental Wave*. — All. *Grundwelle*.)

— **Onde fractionnée.** Onde entretenue, découpée en trains d'ondes réguliers au moyen d'un interrupteur rotatif, ou autre, qui fractionne le courant de haute fréquence de l'émetteur.

(Angl. *Interrupted Wave*. — All. *Unterbrochene Welle*.)

— **Onde harmonique.** Dans la décomposition d'une onde impure par la série de Fourier, les ondes harmoniques sont les éléments de la décomposition et leur fréquence est généralement multiple simple de celle de l'onde fondamentale. Voir *harmonique*.

(Angl. *Harmonic Wave*. — All. *Harmonische Welle*.)

— **Onde hertzienne.** Synonyme d'onde électromagnétique ou radioélectrique. Voir ces mots.

— **Onde impure.** Onde résultant de la composition d'une onde pure fondamentale et d'harmoniques de cette onde. Voir *impur*.

(Angl. *Impure Wave*. — All. *Unreine Welle*.)

— **Ondes interrompues.** Ondes entretenues dont on fait l'interruption périodiquement à une fréquence musicale (C. E. I., 1934).

— **Onde libre.** Onde induite dans un collecteur d'ondes sur la longueur d'onde propre de ce collecteur, par opposition avec les oscillations forcées dont la longueur d'onde est différente de celle du collecteur.

(Angl. *Free Wave*. — All. *Freie Welle*.)

— **Onde longitudinale.** Onde caractérisée par un vecteur parallèle à la direction de la propagation (C. E. I., 1934).

— **Onde mobile.** Perturbation transitoire se propageant dans l'espace (C. E. I., 1934).

— **Onde modulée.** Onde à l'amplitude, à la phase ou à la fréquence de laquelle on a imprimé une modulation. Voir *moduler*, *modulation*, *onde entretenue*, etc...

(Angl. *Modulated Wave*. — All. *Modulierte Welle*.)

— **Ondes optiques.** Ondes électromagnétiques de très courtes longueurs d'onde, qui se propagent d'une manière analogue aux rayons lumineux. Voir *optique*.

— **Onde partagée.** Voir *longueur d'onde partagée*.

— **Onde plane.** Onde dont tous les points en phase ont pour lieu un plan généralement perpendiculaire à la direction de la propagation, parfois oblique à cette direction. La réception radioélectrique se produisant toujours à une distance relativement grande du centre d'émission des

ondes sphériques concentriques, l'onde peut être considérée comme plane au lieu de la réception.

(Angl. *Plane Wave*. — All. *Ebene Welle*.)

— **Onde porteuse.** Onde électromagnétique de haute fréquence employée pour la transmission des signaux par modulation (C. E. I., 1934). Voir *modulation*, *courant*, *porteur*, etc. Onde utilisée pour transmettre, pour « porter » un message. On imprime à cette onde une variation d'amplitude ou de fréquence au moyen de la manipulation télégraphique ou de la modulation (téléphonie, transmission des images, télévision). L'onde porteuse est modulée au poste d'émission, démodulée au poste de réception. Dans certains systèmes, l'onde porteuse est supprimée au poste d'émission et rétablie au poste de réception au moyen d'une hétérodyne. Voir *porteur*.

(Angl. *Carrier Wave*. — All. *Träger Welle*.)

— **Onde progressive.** Onde plane animée d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme. La forme mathématique de l'élongation de cette onde est

$$i = I \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x + Vt),$$

où I est l'amplitude maximum; λ , la longueur d'onde; x , l'espace; V , la vitesse de propagation et t , le temps. Voir *progressif*.

(Angl. *Travelling Wave*. — All. *Fortpflanzende Welle*.)

— **Onde pure.** Onde dépourvue d'harmoniques. Sa forme est celle d'une courbe sinusoïdale ou harmonique. Son élongation est représentée dans le temps par la fonction sinusoïdale.

$$i = I \sin \omega t,$$

où I est l'amplitude maximum, ω la pulsation ($\omega = 2\pi f$, f fréquence) et t le temps. Voir *pure*.

(Angl. *Pure Wave*. — All. *Reine Welle*.)

— **Onde radioélectrique.** Synonyme d'onde électromagnétique ou hertzienne.

— **Onde de repos.** Onde produite par l'appareil transmetteur en dehors de l'émission des signaux (C. E. I., 1934). Onde émise dans les intervalles des signaux, émis eux-mêmes sur l'onde de travail. Voir *onde compensatrice*.

— **Onde sinusoïdale.** Dont la forme est celle d'une sinusoïde. Voir *onde pure*, *sinusoïde*.

(Angl. *Sine Wave*. — All. *Sinus-Welle*.)

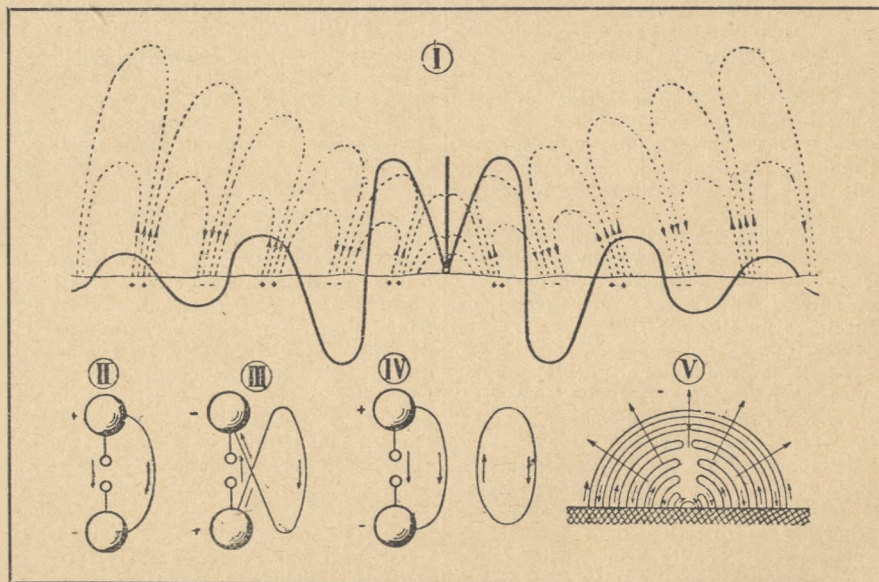
— **Onde stationnaire.** Onde dans laquelle les phénomènes d'oscillation en tout point sont, soit en concordance, soit en opposition de phase (C. E. I., 1934). Onde dont la phase est fixe dans l'espace, mais variable dans le temps selon une fonction sinusoïdale. Son expression mathématique est, dans sa forme la plus simple,

$$i = I \sin \omega t \sin \frac{2\pi}{\lambda} x,$$

où I est l'amplitude maximum; λ , la longueur d'onde; x , l'espace; ω , la pulsation et t , le temps. L'onde stationnaire résulte de l'interférence de deux ondes progressives, l'une directe, l'autre réfléchie. Voir *stationnaire*.

(Angl. *Stationary Wave*. — All. *Stehende Welle*.)

— **Onde de surface.** Onde directe qui se propage à la surface du sol, par opposition avec l'onde d'espace ou onde indirecte.



Production et propagation des ondes radioélectriques : I. Propagation des ondes à l'entour de la station d'émission. — II, III et IV. Diverses phases des modifications du champ électrique à l'entour de l'émetteur donnant naissance aux ondes, pendant la formation d'une onde. — V. Propagation d'une onde électromagnétique d'après la théorie de M. Blondel. Cette propagation s'effectue dans un hémisphère limité par la surface de la terre.

— **Onde transversale.** Onde caractérisée par un vecteur orthogonal à la direction de la propagation (C. E. I., 1934).

— **Onde de travail.** Onde par laquelle on transmet les signaux ou les communications (C. E. I., 1934). Contraire : *onde de repos, condensatrice ou de compensation.* (Angl. *Transmitting Sending Wave.* — All. *Arbeitswelle, Senderwelle.*)

— **Onde ultra-courte.** Onde dont la longueur d'onde est de l'ordre du mètre ou du centimètre. Voir *ondes courtes.*

— **Onde unique.** Dans un émetteur d'ondes amorties, deux ondes de longueurs d'onde différentes prennent généralement naissance du fait du couplage. On arrive à les ramener à une seule onde, dite *onde unique.* Pratiquement, on produit l'*excitation par choc* au moyen d'une étincelle très résistante et énergiquement soufflée. Voir *amorti, émetteur.*

— **Classification des ondes.** Voici la classification des ondes d'après leur fréquence proposée par le Comité consultatif international de Radioélectricité (C. C. I. R., La Haye, 1929). Voir *longueur d'onde.*

— **Collecteur d'ondes.** Système de conducteurs aériens, souterrains ou sous-marins, destiné à capter, sous forme de courants de haute fréquence, une partie de l'énergie électromagnétique des ondes. L'antenne, le cadre, sont des collecteurs d'ondes. Voir *collecteur, antenne, cadre.*

— **Direction des ondes.** Les ondes électromagnétiques moyennes et longues se propagent concentriquement, mode de propagation éminemment propice à la radiodiffusion. Ce n'est que pour les ondes courtes qu'on arrive à construire des réflecteurs susceptibles de concentrer efficacement le rayonnement en un faisceau plus ou moins ouvert. Ces réflecteurs ont la forme de nappes d'antennes verticales. Les plus anciens avaient pour section des paraboles; les plus modernes sont plans. On admet qu'il y a direction des ondes lorsque la majeure partie de l'énergie rayonnée est concentrée dans un faisceau de moins de 30° d'ouverture.

D'autre part, les ondes ultra-courtes ou *micro-ondes*, dont la longueur d'onde est de l'ordre du décimètre, peuvent être concentrées en faisceau au moyen de réflecteurs paraboliques.

Pour tout ce qui concerne le principe, la théorie, la production et l'utilisation des ondes courtes dirigées, voir *dirigé, direction, micro-ondes, magnétron, détecteur d'obscurité, ondes optiques*, etc.

Il importe de ne pas confondre le problème de la direction des ondes sous forme de faisceaux avec celui qui consiste à rechercher la direction dans laquelle se propagent des ondes concentriques. Ce second problème, qui revient en fait à chercher la direction de la station d'émission, est celui de la *radiogoniométrie*. Voir *cadre, goniomètre, radiogoniomètre, Bellini-Tosi*, etc.

— **Front d'onde.** Partie antérieure de l'onde, envisagée du côté vers lequel a lieu la propagation (C. E. I., 1934). Forme sous laquelle se présente la première onde d'un train d'ondes. Si le *gradient de potentiel* est élevé, la fréquence est grande et la longueur d'onde petite; si, en général, la variation d'amplitude est rapide, l'onde est dite à *front raide*. Dans le cas contraire, à *front aplati*. Voir *front*.

(Angl. *Wave Surface.* — All. *Wellenfläche.*)

— **Interaction des ondes.** Voir *interaction, interférence, effet Luxembourg, couche de Heaviside, ionosphère, propagation*, etc.

— **Longueur d'onde.** Distance entre deux points successifs, dans la direction de la propagation d'une onde périodique, où

Ces considérations sur le mécanisme des ondes permettent d'assimiler l'antenne d'émission et l'antenne de réception respectivement à deux armatures de condensateurs qui s'induisent électrostatiquement à distance. De même, le cadre d'émission et le cadre de réception peuvent être assimilés respectivement au primaire et au secondaire d'un transformateur d'induction statique.

— **Nature des ondes.** Une vibration donne souvent naissance à une onde : les vibrations d'un diapason se transmettent à l'air environnant sous forme d'ondes sonores qui rayonnent concentriquement autour de leur centre d'émission. Les exemples d'ondes élastiques abondent. On peut citer en particulier celui des vagues de la mer qui déferlent régulièrement lorsque

FRÉQUENCE EN kilohertz.	LONGUEUR D'ONDE en mètres	DÉNOMINATION
en dessous de 100	au-dessus de 3.000	Ondes longues
de 100 à 1.500	de 3.000 à 200	Ondes moyennes.
de 1.500 à 6.000	de 200 à 50	Ondes intermédiaires
de 6.000 à 30.000	de 50 à 10	Ondes courtes.
au-dessus de 30.000	au-dessous de 10	Ondes très courtes.

l'oscillation a la même phase (C. E. I., 1934). Distance de deux maxima consécutifs, de même sens dans un train d'ondes. Voir *longueur*.

Longueur d'onde approximative, effective, maximum, minimum. Voir *longueur*.

(Angl. *Wave Length.* — All. *Wellenlänge.*)

— **Mécanisme de l'action des ondes.** L'action des ondes radioélectriques est constituée par la composition d'une action électrique et d'une action magnétique à travers l'éther. Ces actions composantes ne diffèrent des actions inductives analogues, observées en électrostatique et en électromagnétisme, que par la distance considérable à laquelle se propagent ces phénomènes grâce aux ondes de haute fréquence. Les lois qui régissent ces phénomènes (règles de *Fleming* ou des *trois doigts*, règle de *Maxwell* ou du *tirebouchon*) sont applicables aux ondes électromagnétiques.

A grande distance et au voisinage des collecteurs d'onde, l'onde peut être considérée comme plane, c'est-à-dire concentrée dans un plan perpendiculaire à la direction de propagation des ondes. La composante qui produit l'induction électrique, appelée onde électrique, se propage généralement dans le plan vertical; celle qui produit l'action magnétique, appelée onde magnétique, se propage dans le plan horizontal.

La première produit des variations de champ électrique, et agit principalement entre les deux armatures de condensateur constituées par l'antenne et la terre. La seconde produit des variations de champ magnétique et induit un courant oscillant dans la descente de l'antenne de réception ou dans les spires du cadre, orienté dans le plan vertical de la propagation.

leur crête arrive au rivage. Le sillage d'un navire ou d'un oiseau est constitué par une série d'ondes circulaires qui, en raison de la vitesse de la nef, ne sont pas concentriques, mais tangentielles aux deux branches d'un V. L'exemple le plus facile à suivre est celui des ondes produites à la surface d'une eau calme par le choc d'une pierre. La masse d'eau, déplacée par le choc de la pierre, tend à osciller sur place, mais, n'étant pas contenue dans un récipient étroit, son mouvement d'oscillation s'étend en largeur à toute la surface de l'eau avec une vitesse déterminée. Chaque ride de l'eau est constituée, par un bourrelet plus haut que la surface moyenne, suivi d'un fossé plus creux que cette surface. L'ensemble de ce bourrelet et de ce fossé constitue l'*onde*. Si, après avoir jeté la pierre dans l'eau, on constate la présence de dix rides qui s'écartent, on dira que ce choc a produit un *train* de dix ondes.

Dans le phénomène de l'onde, il s'agit seulement de la propagation d'un mouvement ondulatoire, sans aucun déplacement de matière. Des bouchons placés sur l'eau oscillent sur place de haut en bas au passage de l'onde, sans éprouver aucun déplacement dans le sens de l'onde. Le mouvement ondulatoire se transmet de proche en proche. L'*amplitude* des ondes, c'est-à-dire la hauteur des bourrelets et la profondeur des fossés, diminue à mesure que le rayon augmente, parce que le volume d'eau mis en oscillation reste constant.

La *vitesse* de l'onde sur l'eau est facile à mesurer, par exemple en observant le passage de l'onde sur des bouchons alignés et également espacés. Ces ondes élastiques ont une vitesse de l'ordre de 1 m : s. Les ondes sonores se propagent plus vite

(330 m : s dans l'air et environ 1500 m : s dans l'eau de mer). Cette vitesse peut être mesurée à l'aide du phénomène de l'écho, par le rapport de la double distance de l'écran réfléchissant les ondes au temps dont retarde l'écho sur l'ébranlement initial.

Au nombre des ondes *élastiques* qui se propagent dans la matière, on classe les secousses sismiques, les vibrations de l'écorce terrestre, les marées, les vagues de la mer, les vibrations sonores dont la gamme des fréquences s'étend de 50 à 10.000 vibrations par seconde, enfin les ondes *ultra sonores*, au delà de 10.000 vibrations par seconde, utilisées pour la télégraphie sous-marine.

Les ondes *électromagnétiques* se propagent dans l'éther avec une vitesse égale à celle de la lumière (300.000 km : s) et le long des conducteurs avec une vitesse sensiblement moindre. On ne parle guère de l'onde des courants alternatifs industriels ou téléphoniques, que s'il s'agit de préciser la forme de ces courants. Par onde électromagnétique, on entend plutôt les phénomènes de propagation : ondes *radioélectriques* de 10.000 à plus de 100.000.000 de vibrations par seconde; ondes *calorifiques* ou *infra-rouges*, *lumineuses*, *actiniques* ou *ultra-violettes*, *rayons X*, *rayons du radium* ou *radioactifs*, *rayons pénétrants* ou *cosmiques*. En ce qui concerne la nature et les caractéristiques de chacune de ces radiations, voir chaque terme en particulier et aussi *fréquence*, *longueur d'onde*.

Les ondes produites par un choc unique — une pierre dans l'eau — forment un train de quelques ondulations dont les amplitudes décroissent rapidement : on dit qu'il s'agit d'un train d'*ondes amorties*. Si au lieu de jeter une pierre dans l'eau, on y agite régulièrement un piston ou un bâton, on donne naissance à des ondes uniformes dont l'amplitude est constante au départ : elles constituent un train d'*ondes entretenues*. La distance horizontale qui sépare les crêtes de deux ondes consécutives est appelée *longueur d'onde*. C'est une propriété caractéristique de l'onde et indépendante de son amplitude, mais qui dépend du milieu où l'onde se propage. La *fréquence* d'une radiation est le nombre d'ondes qui passent en une seconde en un point donné de l'espace.

Le mouvement d'une onde dans le temps et dans l'espace est assez semblable au mouvement hélicoïdal (mouvement du tire-bouchon ou de la vis dans son écrou). Voir *héllice*, *hélicoïdal*.

L'onde radioélectrique naît sous l'effet d'un choc électrique : décharge d'un condensateur, oscillations d'un courant à haute fréquence. Il existe à l'état naturel des ondes électriques produites par les décharges d'électricité atmosphérique. Ces « parasites » des ondes industrielles se révèlent au téléphone par des crépitements caractéristiques.

Les ondes électriques, qui se propagent dans l'éther, traversent sans difficulté les milieux matériels : murs, maisons, montagnes et même le vide absolu. Voir *éther*, *propagation*.

Longueur d'onde λ , fréquence f et vitesse V sont liées par la relation :

$$\lambda f = V.$$

V étant exprimé en kilomètres par seconde, on peut exprimer λ en mètres et f en *kilohertz* (kilopériode par seconde). Par exemple, la longueur d'onde de Paris P.T.T. étant 431,7 mètres, sa fréquence est 695 kilohertz. Si la fréquence reste constante pour une radiation donnée, du moins la longueur d'onde et la vitesse varient avec le milieu de la propagation.

— **Ondes courtes et très courtes.** On désigne ordinairement sous ce nom les ondes dont la longueur d'onde est inférieure à 50 mètres. Les ondes très courtes ou ultra-courtes sont celles dont la longueur d'onde est inférieure à 5 mètres.

Rappelons très brièvement que c'est vers 1919, à partir de la fin de la guerre, que se développa l'émission d'amateur sur ondes courtes. Il ne s'agissait alors que d'ondes de 200 mètres, mais elles purent franchir l'Atlantique en décembre 1921. Par la suite M. Léon Deloy, travaillant avec des ondes beaucoup plus courtes, jusqu'à 45 mètres environ, parvint, en novembre 1923, à assurer des communications transatlantiques sur 109 mètres. Le commandant Chaulard fit des essais sur 9 mètres et 45 mètres. Les liaisons suivantes furent ensuite réalisées : en mai 1924, Buenos Aires-Nouvelle-Zélande; en octobre 1924, Angleterre-Nouvelle-Zélande; en mai 1924, Angleterre-Etats-Unis de jour sur 23 mètres.

En 1924, la technique des radiocommunications à grande distance s'oriente délibérément vers les ondes courtes. La station de Poldhu communique avec l'Australie

sur 92 mètres; l'onde de 30 mètres établit la liaison avec Montréal, Sydney, Rio de Janeiro, Buenos Aires. La longueur d'onde est successivement abaissée à 70 mètres, 40 mètres, 25 mètres, 19 mètres, 16 mètres. Des puissances d'émission de 2 à 20 kw sur ondes courtes permettent d'obtenir des résultats comparables à ceux obtenus avec 1.000 kw sur ondes longues.

PROPAGATION DES ONDES COURTES. Les lois très particulières de la propagation des ondes courtes ont longtemps retardé leur utilisation rationnelle. L'importance du rayonnement *indirect* est beaucoup plus grande que celle du rayonnement *direct*, ce qui explique, par exemple, qu'on entende beaucoup moins bien la station de Radio-Colonial à 100 kilomètres de Paris que la station de Bandœng, à Java, pourtant distante de près de 20.000 kilomètres.

La propagation des ondes courtes dépend de nombreux facteurs, dont la longueur d'onde, la puissance, les conditions cosmographiques et géographiques, les saisons, l'alternance du jour et de la nuit, les positions réciproques des correspondants. La propagation est caractérisée par la présence de *zones de silence*. Les ondes courtes sont sujettes à un *évanouissement* (fading) généralement bref et de fréquence assez élevée, provenant de l'interférence à la réception entre le rayon direct et un rayon indirect. Voir *évanouissement*, *antifading*. La propagation des ondes courtes fait également apparaître des *échos*. Voir ce mot.

De nombreuses hypothèses ont été faites sur la propagation. Elles admettent d'ordinaire la présence d'une couche atmosphérique ionisée (*couche de Kennelly-Heaviside*) située à une hauteur approximative de 200 kilomètres et où les ondes se réfléchis-

VARIATION DE LA LONGUEUR D'ONDE À L'ÉMISSION EN FONCTION DE L'HEURE ET DE LA SAISON

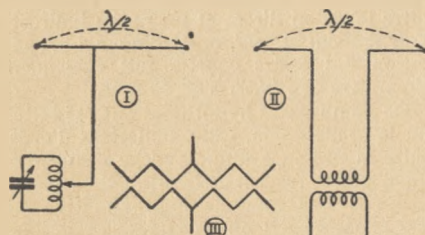
MOIS	BANDE DE 16 m.	BANDE DE 19 m.	BANDE DE 21 m.	BANDE DE 25 m.	BANDE DE 31 m.	BANDE DE 49 m.
Janvier	12-16 h.	11-19 h.	12-20 h. 6-8 h.	12-3 h.	13-5 h.	18-6 h.
Février	12-17 h.	11-20 h.	13-21 h. 6-8 h.	13-5 h.	13-5 h.	18-6 h.
Mars	12-17 h.	12-20 h.	13-22 h. 5-8 h.	13-3 h.	13-5 h.	18-6 h.
Avril	12-18 h.	12-21 h.	14-23 h. 5-9 h.	14-3 h.	14-4 h.	20-5 h.
Mai	12-18 h.	12-21 h.	14-24 h. 4-9 h.	14-3 h.	14-4 h.	20-5 h.
Juin	12-20 h.	12-22 h.	14-1 h. 17-9 h.	15-4 h.	16-3 h.	22-4 h.
Juillet	12-20 h.	12-23 h.	15-9 h.	18-6 h.	16-3 h.	13-3 h.
Août	12-20 h.	12-23 h.	15-9 h.	18-6 h.	18-2 h.	22-4 h.
Septembre	12-18 h.	12-22 h.	14-24 h. 4-9 h.	18-6 h.	16-3 h.	20-5 h.
Octobre	12-18 h.	12-21 h.	14-23 h. 5-9 h.	15-4 h.	16-3 h.	20-5 h.
Novembre	12-17 h.	12-20 h.	13-21 h. 6-8 h.	14-3 h.	14-4 h.	18-6 h.
Décembre	12-17 h.	12-20 h.	12-20 h. 6-8 h.	13-3 h.	13-5 h.	18-6 h.

sent et se réfractent. Des vérifications expérimentales ont été faites par la méthode de la variation de fréquence et par celle de Breit et Tuve. Voir *couche*, *Heaviside*, *ionosphère*, *propagation*.

Le tableau ci-dessous montre comment l'on peut tenir compte des variations de la propagation en choisissant à la station d'émission une longueur d'onde toujours en rapport avec l'heure et avec la saison. Ce tableau vaut pour une station européenne.

ÉMISSION DES ONDES COURTES. La lampe électronique apparaît comme seule susceptible de se prêter à l'émission sur ondes courtes, et généralement à la réception. Pendant longtemps, il a été très difficile de « descendre » l'échelle des longueurs d'onde au-dessous de 40 mètres, en raison des capacités parasites entre électrodes et connexions à l'intérieur de la lampe. On y a remédié en construisant des lampes spéciales dont les capacités internes sont aussi réduites que possible et dont le vide est très poussé.

Parmi les types de lampes conçus spécialement dans ce but, signalons, les *magnétrons*, dont le flux cathodique est contrôlé magnétiquement de l'extérieur de l'ampoule, et les *lampes acorn* ou *lampes-glands*, de



Antennes pour ondes courtes : I. Antenne de Hertz. — II. Antenne Lévy. — III. Antenne projecteur en rideau, pour ondes dirigées.

dimensions très petites, sans culot, et dont les électrodes sortent radialement tout autour d'une couronne en verre. On construit spécialement des triodes pour l'émission, des triodes et des pentodes pour la réception. Voir *lampes*.

Le rendement de l'émission sur ondes courtes peut être considérablement augmenté par la *direction* des ondes, qui sont projetées en faisceau au moyen d'antennes en rideau et de réflecteurs appropriés. Les ondes très courtes, de l'ordre du décimètre, peuvent être projetées et recueillies au moyen de réflecteurs. Voir à ce sujet *micro-ondes*, *microrayons*, *détecteur d'obstacles*.

La pierre d'achoppement dans l'utilisation des ondes courtes, ce sont les pertes dans les circuits, qui augmentent très rapidement en fonction de la fréquence. Voir *haute fréquence*, *pertes*. Les conducteurs doivent être choisis et disposés avec soin en raison des capacités parasites et de l'*effet pelliculaire*. Les isolants doivent être de très bonne qualité et ne présenter que peu d'hystérésis diélectrique.

L'oscillateur à *auto-excitation* peut être monté très simplement comme une *hété-*

rodyne. Un certain nombre de *couplages* peuvent être réalisés entre la grille et la plaque de la lampe génératrice, *couplage direct* ou *couplage indirect*, montages *Hartley*, *Coolpitts*, *Armstrong*. Le meilleur paraît être le montage *Mesny*, très souple et qui accroche très bien, mais qui nécessite deux lampes.

Des oscillations de longueurs d'onde plus stables sont obtenues par des couplages à *excitation indirecte*, nécessitant une *lampe pilote* ou un *maître oscillateur à quartz piézoélectrique*. La lampe de puissance, qui se comporte en amplificatrice, doit alors être *neutralisée* pour éviter les oscillations spontanées.

Comme les oscillations du quartz n'ont généralement pas la fréquence désirée, mais une fréquence inférieure, on suscite dans le circuit de l'oscillateur la naissance d'harmoniques qui sont ensuite amplifiées. Voir *doublage de fréquence* et *multiplicateurs de fréquence*.

Les ondes courtes peuvent être soit *manipulées* en télégraphie, soit *modulées* en téléphonie.

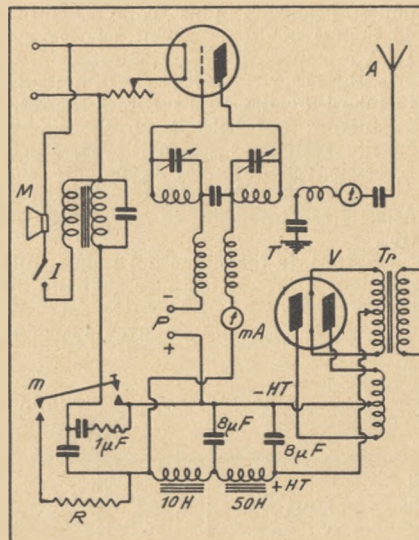


Schéma d'un récepteur à ondes courtes : A, antenne ; C, condensateur fixe de 0,0002 μ F ; B, bouton-poussoir ; C₁, condensateur variable de 0,00015 μ F ; C₂, condensateur variable de 0,0002 μ F ; R, résistance fixe de 2 mégohms ; P, potentiomètre de 600 ohms ; J, jack à quatre lames ; Tr, transformateur à basse fréquence de rapport 1/3.

Les antennes pour ondes courtes sont de dimensions modestes et, autant que possible, de forme géométrique simple. On nomme généralement *antenne de Hertz* une antenne unifilaire horizontale fonctionnant sans prise de terre. La longueur de l'antenne est un multiple simple de demi-ondes. L'*antenne Lévy* est un dipôle à couplage magnétique. L'*antenne Zeppelin* est une antenne à un seul brin radiant excitée en un ventre de tension. Des antennes-projecteurs spéciales sont employées pour les ondes *dirigées*. Voir ce mot et *antenne*.

Les bandes d'ondes courtes réservées aux amateurs sont les suivantes :

1.715 à 2.000 kh	175 à 150 m.
3.500 à 4.000 kh	85,71 à 75 m.
7.000 à 7.300 kh	42,86 à 41,10 m.
14.000 à 14.400 kh	21,43 à 20,83 m.
28.000 à 30.000 kh	10,71 à 10 m.
56.000 à 60.000 kh	5,35 à 5 m.

L'émission d'amateur est subordonnée à une autorisation délivrée par l'Administration des P. T. T. moyennant une taxe annuelle.

Les amateurs utilisent d'ordinaire des lampes susceptibles de fournir à l'antenne une puissance en haute fréquence de 2 w au moins sous 200 à 250 V de tension anodique. L'alimentation peut être empruntée au réseau d'électricité. Si l'on dépasse 15 à 20 watts, il est alors nécessaire d'utiliser un oscillateur pilote ou un contrôle par quartz.

Voici quelques données relatives à la construction d'un émetteur à ondes courtes. Les circuits de grille et d'anode sont accordés par condensateurs réglables de 0,25 millièmes de microfarad à faibles pertes, isolés au quartz. L'entretien des oscillations

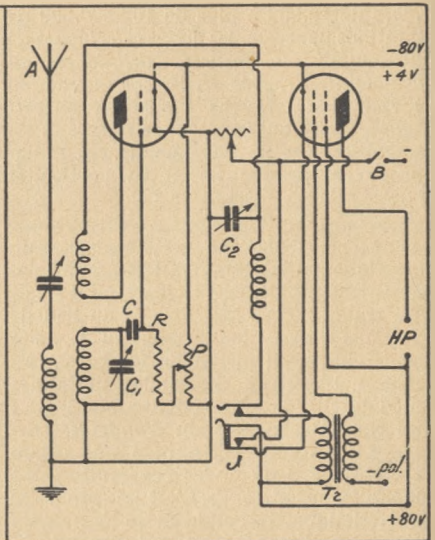


Schéma d'un émetteur à ondes courtes : M, microphone ; m, manipulateur ; P, pile de polarisation ; mA, milliampèremètre ; HT, haute tension ; A, antenne ; T, terre ou contrepois ; Tr, transformateur d'alimentation ; V, valve.

est obtenu par couplage entre bobines de grille et de plaque.

■ Pour la bande de 80 mètres, ces bobines ont 10 centimètres de diamètre et 14 spires en fil de cuivre nu de 0,3 mm de diamètre sur carcasse d'ébonite encochée de 8 en 8 millimètres.

Pour la bande de 18 à 50 mètres, les bobines ont 8 centimètres de diamètre et 7 spires ; fil de cuivre de 0,4 mm, spires espacées de 5 millimètres et tenues par des barres en ébonite.

Le condensateur fixe couplant les circuits de grille et de plaque est isolé au mica et a une capacité de 0,002 microfarad.

La bobine de choc a 200 spires jointives de 40 millimètres de diamètre, en fil de 0,35 mm guipé de deux couches de soie ou de coton paraffiné.

Le milliampèremètre donne au maximum 25 mA.

RÉCEPTION DES ONDES COURTES. Les amateurs travaillant sur ondes courtes utilisent des appareils de grande sensibilité, très souples, et écoutent généralement au casque.

Les auditeurs de radiodiffusion se servent de récepteurs très stables fonctionnant en haut-parleur. Le régulateur antifading est indispensable pour obtenir une bonne qualité de son.

Les types de récepteurs pour ondes courtes sont : la *délectrice* à réaction avec ou sans amplificateur à haute fréquence, le *superhétérodyne* et la *superréaction*.

En *délectrice* à réaction, on utilise les montages *Armstrong*, *Bourne*, *Cockaday*, *Reinartz* ou *Schnell*. Voir ces termes et montage. La *réaction* peut être *électromagnétique* ou *électrostatique*.

Les mêmes précautions doivent être prises à la réception qu'à l'émission, sous le rapport des capacités parasites et des pertes. Pour les condensateurs réglables, la forme « square law » a une capacité résiduelle très faible. Quant aux pertes en haute fréquence (voir ce mot) on distingue les pertes ohmiques ou non inductives, les pertes par courants tourbillonnaires (de Foucault) et les pertes par hystérésis diélectrique.

Les bobinages sont réalisés en fil de cuivre nu et, autant que possible, sans monture ou carcasse. L'accord d'une bobine de 65 millimètres de diamètre avec une capacité de 0,2 millième de microfarad sera obtenue pour le nombre de spires suivant en fonction de la longueur d'onde :

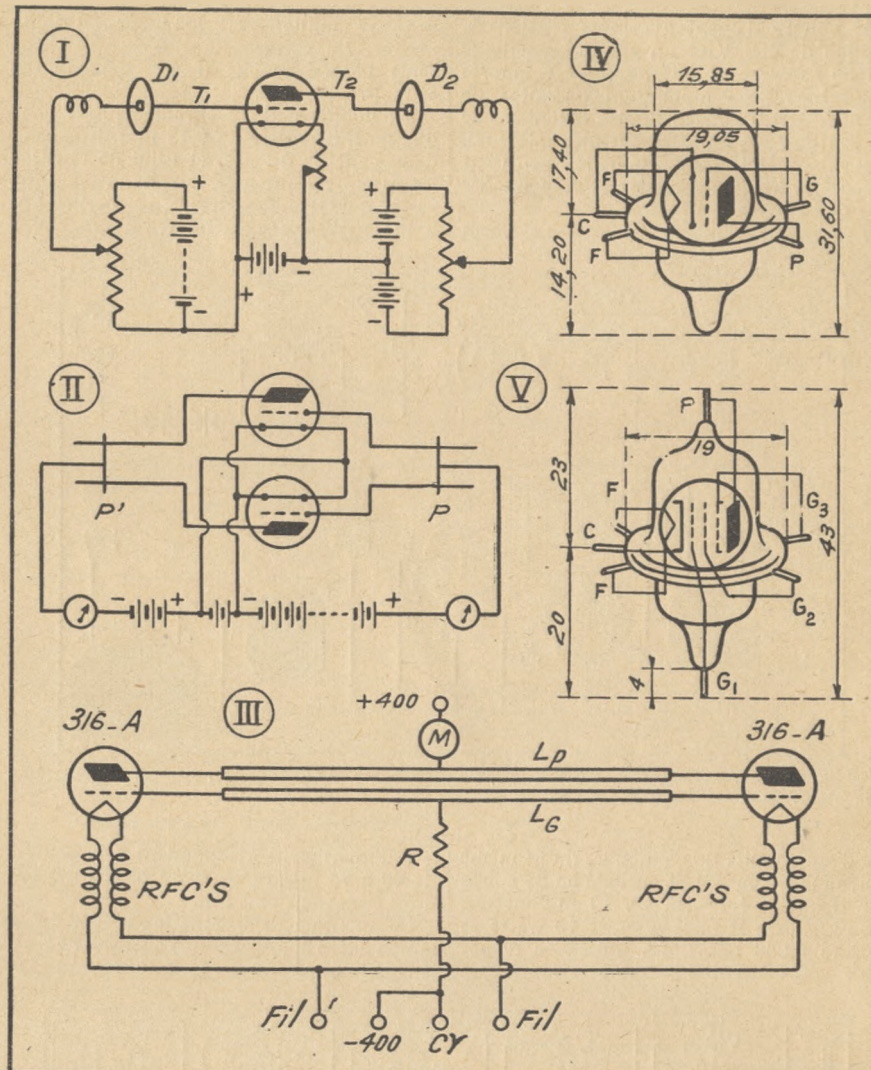
Longueur d'onde	Nombre de spires
10 m.....	3
15 à 20 m.....	4
20 à 35 m.....	5
30 à 60 m.....	7
50 à 100 m.....	12

Un récepteur pour ondes courtes à réaction du type *Schnell* comprendra par exemple le matériel suivant :

- 1 jeu de bobines pour ondes courtes;
- 1 bobine de choc;
- 1 condensateur réglable de 0,0002 μ F maximum;
- 1 condensateur variable de 0,00015 μ F maximum;
- 1 condensateur fixe de 0,0002 μ F;
- 1 résistance fixe de 2 mégohms;
- 1 potentiomètre de 600 ohms;
- 1 rhéostat de 20 ohms;
- 1 bouton-poussoir;
- 1 jack à 4 lames;
- 1 transformateur basse fréquence de rapport 1/3.

La bobine de choc, de 50 millimètres de diamètre, aura 50 spires de 0,4 mm en cinq paquets de 10 spires espacés de 5 millimètres, plus 50 spires jointives.

Les oscillations seront contrôlées par milliampèremètre de 0 à 5 mA. Lorsque l'accrochage se produit, le courant ano-



Ondes ultracourtes : I. Oscillateur de Pierret : D_1 , D_2 , disques réflecteurs ; T_1 , T_2 , tiges oscillantes de longueur réglable. — II. Oscillateur de Barkhausen. — III. Oscillateur à lampes-glands (Western Electric Co.). — V. Triode gland : F, filament ; C, cathode ; G, grille ; P, plaque. — V. Penthode gland : F, filament ; C, cathode ; G_1 , G_2 , G_3 , grilles ; P, plaque. Les cotes sont indiquées en millimètres (Philips).

dique tombe, à peu près, de 4,5 à 3,5 mA.

La lampe préamplificatrice en haute fréquence est souvent utile au-dessus de 30 mètres de longueur d'onde. Son utilité est douteuse vers 20 mètres et nulle vers 18 mètres de longueur d'onde.

En ce qui concerne les *superhétérodynes*, on a quelque difficulté à obtenir une oscillation locale stable sur les ondes courtes avec la lampe bigrille. Mais avec l'octode, qui « descend » jusqu'à 5 mètres de longueur d'onde et même plus bas, le problème peut être considéré comme résolu.

Il est fait souvent usage d'*adaptateurs* précédant le récepteur, soit *adaptateurs détecteurs*, soit *adaptateurs à changement de fréquence*.

Enfin, dans le cas des ondes courtes, la *superréaction* (récepteurs dits *superrégénérateurs*) peut donner de bons résultats. Elle est très sensible au-dessous de 100 mètres de longueur d'onde, mais peu sélective.

— **Ondes ultracourtes.** On désigne sous ce nom les ondes dont la longueur d'onde est de l'ordre de 1 mètre ou inférieure. Ces ondes, dites parfois *ondes optiques* parce qu'elles se propagent comme les rayons lumineux, sont encore appelées *microondes* ou *microrayons*. Voir ces termes.

Les radiocommunications sont assurées au moyen de postes à *lampes-glands* (lampes *acorn*), triodes et penthodes. Avec une puissance de 1 watt sur l'oscillatrice, on peut atteindre, en vision directe et en montagne, une portée de 35 kilomètres sur l'onde de 0,50 m. L'oscillatrice peut être à montage Hartley.

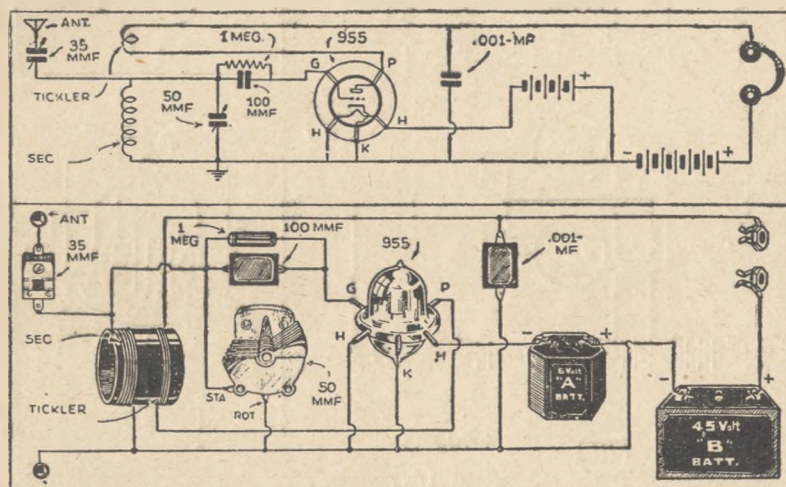
ÉMISSION. Voici, à titre d'exemple, les données caractéristiques d'un oscillateur à ondes très courtes utilisant deux lampes 315 A. Ces tubes sont susceptibles d'osciller sur 600 mégahertz, soit sur une longueur d'onde de 50 centimètres (on obtient un

très bon rendement avec une tension de plaque de 450 V et un courant anodique de 80 mA. Le circuit oscillant comporte deux barres en aluminium distantes de 25 millimètres l'une de l'autre et longues de 54 centimètres, reposant sur des isolateurs. Des rubans en tresse de cuivre les réunissent respectivement aux grilles et aux anodes des deux tubes.

Les bobines de choc se composent, dans

leur 21 millimètres; longueur 38 millimètres. Le condensateur d'accord à une seule plaque mobile a une capacité de 50 μ F.

La bobine a deux enroulements : celui d'accord, 33 spires de 0,13 mm. isolé sous deux couches de soie, et celui de réaction identique au premier. Le diamètre intérieur est de 19 millimètres. Un écartement de 6 millimètres sépare les deux bobinages.

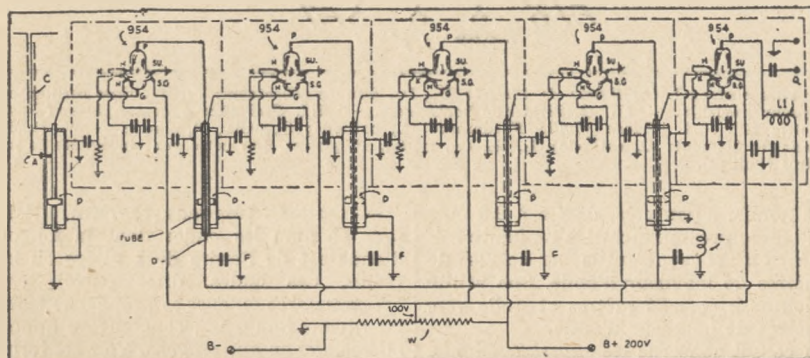


Récepteur pour ondes courtes avec une lampe-glow : en haut schéma de principe; en bas, disposition du montage.

les deux circuits de chauffage, du fil même amenant le courant et enroulé en 22 spires sur diamètre intérieur de 10 millimètres. La résistance R peut dissiper 10 watts et mesure 5.000 ohms. La puissance disponible, qui est de 8,5 w à 300 et 400 méga-

Ces dimensions correspondent à la gamme de 49 à 75 mètres, mais on peut « descendre » beaucoup plus bas.

Ce montage, qui fonctionne avec une lampe acorn 955, utilise une antenne de 2 mètres couplée par un condensateur de 35 μ F.



Récepteur pour ondes ultra-courtes avec cinq lampes-glow : l'accord est obtenu au moyen de condensateurs tubulaires, comportant une tige qui rentre dans un tube métallique. Chaque étage est séparé du suivant par un blindage.

hertz tombe à 4 w à 600 mégahertz. A 750 mégahertz, on arrive à la limite des oscillations.

RÉCEPTION. D'autre part, nous donnons ci-dessous les caractéristiques d'un récepteur américain pour ondes très courtes, dont les dimensions sont telles qu'il tient dans le creux de la main.

Le châssis en celluloïd a les dimensions suivantes : hauteur 63 millimètres; lar-

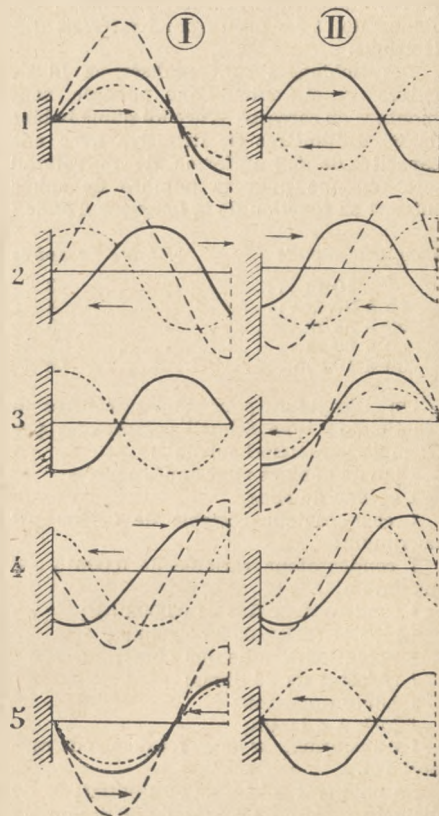
Voici le montage d'un récepteur utilisant 5 lampes-glow penthodes 954. Il n'y a ni condensateur variable, ni bobines. Le réglage est pratiqué par l'introduction d'une tige dans un tube métallique, ce qui forme condensateur dans chaque circuit. Le diamètre du tube est de 46 millimètres; sa longueur, de 50 centimètres; la tige intérieure est constituée par un tube de 5 millimètres. La bande d'ondes s'étend de

1 à 3 mètres (300 à 100 mégahertz). On règle simultanément ces cinq condensateurs en enfonçant plus ou moins les tiges dans les tubes.

Voir micro-ondes, micro-rayons.

Oscillation des antennes sous l'effet des ondes. Au passage d'une onde radioélectrique, chaque point de l'espace est le siège d'actions électriques et magnétiques. Pour capter cette onde, on constitue un collecteur en tendant un fil ou une nappe de fils métalliques susceptibles d'embrasser un volume maximum, puisque l'énergie oscillante des ondes est proportionnelle au volume dans lequel elle s'exerce. Sous l'action des ondes, l'antenne entre en vibration parce qu'elle possède les propriétés de tout circuit électrique oscillant : inductance et capacité, quelle que soit d'ailleurs sa forme. Elle possède aussi une résistance électrique, qu'on réduit le plus possible pour éviter l'amortissement.

Les antennes ont une capacité relativement élevée par rapport au sol et une inductance faible; les cadres ont une inductance relativement élevée et une capacité répartie faible. A la faveur de ces constantes électriques réparties, qui permettent d'assimiler le collecteur à une série de petits circuits oscillants mis bout à bout, une onde — onde de courant et



Réflexion des ondes de tension (I) et de courant (II) sur une antenne. L'antenne, longue de $3/4$ d'onde, est isolée à une extrémité et mise à la terre à l'autre. En trait plein, l'onde directe; en trait ponctué, l'onde réfléchie; en tirets, l'onde stationnaire résultante.

onde de tension — se propage le long du fil. Arrivée au bout, l'onde continue son chemin dans l'éther, mais l'oscillation à haute fréquence qu'elle a induite dans le fil conducteur se réfléchit à son extrémité, puis sur l'extrémité opposée et ainsi de suite, créant ce qu'on appelle un régime d'ondes stationnaires. En effet, ces ondes, dont l'amplitude est variable dans le temps, ont une position fixe dans l'espace. Le fonctionnement d'un tuyau sonore rend d'ailleurs parfaitement compte de ce phénomène. L'onde de courant et l'onde de tension se comportant différemment : la première est maximum à l'extrémité mise à la terre, nulle à l'extrémité isolée de l'antenne. La seconde est maximum à l'extrémité isolée et nulle à la terre. L'onde stationnaire résulte de l'addition algébrique, à chaque point et à chaque instant, des amplitudes des ondes incidentes et réfléchies. Un point d'amplitude maximum est un *ventre*. Un point d'amplitude nulle est un *nœud*. Le courant est nul au moment où la tension est maximum et vice versa, ce qui explique l'échange incessant de l'énergie oscillatrice entre la forme potentielle (tension, capacité) et la forme cinétique (courant, inductance).

D'après ce qu'on vient de voir, l'onde stationnaire se compose, entre l'extrémité isolée et l'extrémité à la terre de l'antenne d'un certain nombre de *quarts d'onde*, chacun de ces quarts correspondant à la variation continue la plus simple entre un maximum de courant et le maximum de tension consécutif. L'antenne peut donc vibrer en $1/4$, $3/4$, $5/4$ et tous nombres impairs de quarts d'onde. Une antenne isolée à ses deux extrémités et mise à la terre au milieu, vibre au contraire en $1/2$, $3/2$ et tous nombres impairs de demi-ondes.

— **Train d'ondes.** Groupe d'ondes successives, qui se répètent d'une manière semblable (C. E. I., 1934). Série d'ondes qui se succèdent sans interruption : train d'ondes amorties, entretenues.

(Angl. *Wave Train*. — All. *Wellenzug*.)

— **Utilisation des ondes.** La production d'ondes par la décharge d'un condensateur donne des trains d'ondes très courts et très amortis. La succession de ces trains d'ondes à une fréquence musicale permet de détecter l'onde très simplement : c'est d'ailleurs le seul avantage des ondes amorties.

Les ondes entretenues possèdent, au contraire, la forme la plus parfaite, qui se rapproche de la fonction harmonique ou sinusoïdale pure, d'autant plus qu'elles contiennent moins d'harmoniques supérieures. Une onde de forme irrégulière quelconque peut en effet être décomposée en une série d'ondes pures dont les fréquences sont des multiples entiers de la fréquence la plus basse ou fréquence fondamentale (théorème de Fourier). Les ondes entretenues les plus pures sont produites par les arcs; les plus pures le sont par les générateurs à lampes. On peut débarrasser une onde de ses harmoniques supérieures en la filtrant à travers des *filtres* électriques,

constitués par des cellules comprenant des inductances et des capacités.

On utilise les ondes pour transmettre une déformation électrique qui constitue un *signal*. Le plus simple est le signal *télégraphique* consistant à établir et à supprimer l'onde à une cadence déterminée. C'est le système du « tout ou rien ». On démodule cette cadence à la réception par simple détection, s'il s'agit d'ondes amorties, par détection précédée de ballements à l'hétérodyne, s'il s'agit d'ondes entretenues.

La *radiophonie* consiste à imprimer, à des ondes entretenues pures, la modulation de la voix ou de la musique préalablement transformée en modulations électriques par le microphone. La démodulation est opérée par un simple détecteur.

La *transmission des images* ou *téléstéréographie* procède de la télégraphie ou de la téléphonie sans fil, suivant le système de modulation employé. Toutefois, la modulation est opérée au moyen d'une cellule photoélectrique qui joue un rôle parallèle à celui du microphone en radiophonie. Le processus est le même pour les recherches de *télévision*, avec cette différence que l'image tout entière doit être modulée et démodulée dans le temps correspondant à la persistance des impressions rétinienne : environ $1/20^{\circ}$ seconde.

— **Vitesse d'onde.** Quotient de la distance à laquelle l'onde se propage dans un temps élémentaire par cet intervalle de temps (C. E. I., 1934).

— **Vitesse d'une onde périodique.** Quotient de la longueur d'onde par la durée d'une période (C. E. I., 1934).

ONDEMÈTRE. Appareil destiné à mesurer la longueur d'onde des ondes électromagnétiques (C. E. I., 1934). Synonyme *cymomètre*.

— **Ondemètre-fréquence-mètre.** Instrument qui permet d'exécuter la mesure des fréquences comprises entre des limites déterminées (C. E. I., 1934).

— **Principe de l'ondemètre.** L'ondemètre est essentiellement constitué par un circuit oscillant étalonné qu'on accorde sur

la longueur d'onde à mesurer. L'accord est décelé au moyen d'un détecteur approprié qui indique soit le maximum de courant dans le circuit, soit le maximum de tension à ses bornes. Ainsi, la mesure ne porte pas directement sur l'onde, mais sur le courant de haute fréquence induit dans le circuit. Or on ne saurait mesurer la longueur d'onde λ du courant, mais seulement sa fréquence f , ce qui revient au même, ces deux grandeurs étant liées par la relation $\lambda f = V$, en appelant V , la vitesse de propagation des ondes.

L'ondemètre peut servir : 1° A déterminer la longueur d'onde d'une transmission; 2° A régler un poste d'émission ou de réception sur une longueur d'onde donnée; 3° A mesurer une inductance, une capacité ou la longueur d'onde propre d'un circuit oscillant.

Suivant les cas, on distingue donc les *ondemètres émetteurs*, qui rayonnent une onde de longueur connue pour l'étalonnage des circuits récepteurs, et les *ondemètres récepteurs*, simples circuits oscillants avec détecteurs pour l'étalonnage des émissions. Les organes de ces deux appareils peuvent être d'ailleurs groupés dans des *ondemètres émetteurs-récepteurs*.

Le circuit oscillant est constitué par une bobine à une couche en fil de gros diamètre, ou en fil divisé, et par un condensateur variable étalonné C . La bobine a une inductance L ; sa capacité répartie et sa résistance en haute fréquence doivent être négligeables. Lors de l'accord ou de la résonance du circuit, la longueur d'onde λ est calculée en mètres par l'expression

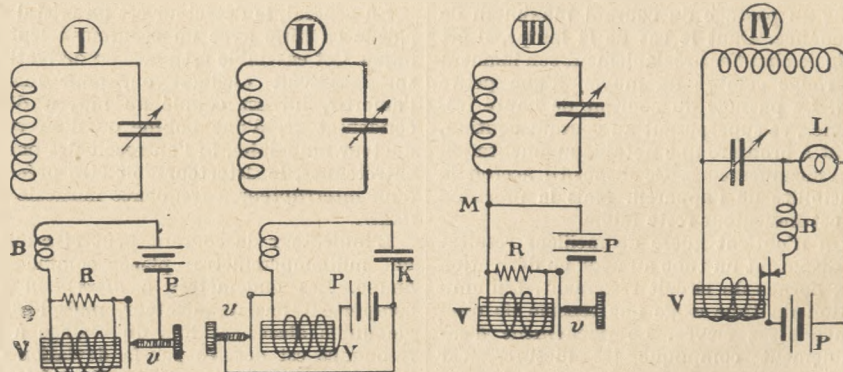
$$\lambda = 59,6 \sqrt{LC},$$

où L est exprimé en *microhenrys* et C en millièmes de *microfarad*.

De même la fréquence en *kilohertz* est donnée par

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{5.000}{\sqrt{LC}}.$$

— **Ondemètres émetteurs.** Ces appareils possèdent un petit émetteur d'ondes amorties (vibrateur) ou entretenues (hétérodyne). Le vibrateur est constitué comme les interrupteurs de sonnerie électrique et alimenté par une petite pile ou un élément d'accumulateur. Le courant vibré qu'il



Divers schémas d'ondemètres émetteurs : I et II. Avec couplage magnétique par une bobine B; V, vibrateur; v, vis de réglage; R, résistance de décharge; P, pile; K, condensateur fixe. — III. Avec couplage par point commun M. — IV. Ondemètre émetteur-récepteur avec vibrateur à double contact et lampe L pour détection lumineuse; B, bobine de choc.

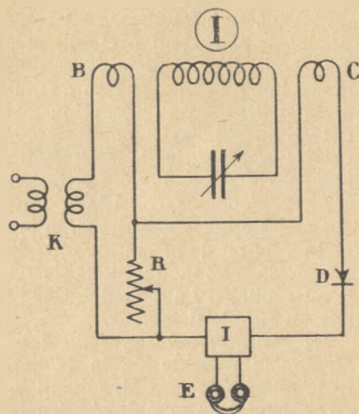
produit excite par choc le circuit oscillant auquel est couplé le vibreur, au moyen soit d'une bobine, avec ou sans condensateur fixe, soit d'une connexion par fil, unipolaire ou bipolaire. Pour éviter les réactions susceptibles de dérégler l'étalonnage, le circuit de choc doit être séparé du circuit oscillant. De fortes résistances, placées aux bornes de l'électro-aimant et de la coupure du vibreur, diminuent l'inertie du système et favorisent l'excitation par choc.

Ce mode d'excitation en ondes amorties présente l'intérêt d'être apériodique : on est donc sûr que les oscillations ne prennent naissance que sur la fréquence propre du circuit oscillant. L'hétérodyne - ondemètre n'offre pas cet avantage et la fréquence du courant oscillant peut varier en fonction de l'état de la lampe triode génératrice, en particulier en fonction de son chauffage et de sa tension de plaque.

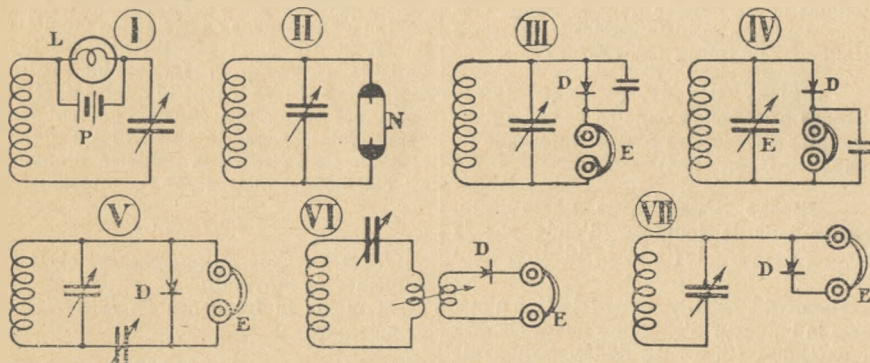
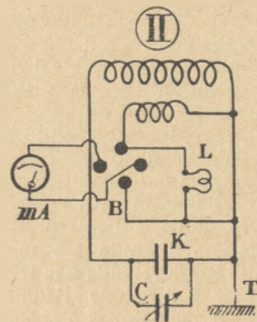
— **Ondemètre récepteur.** Dans cet appareil, le circuit oscillant est pourvu d'un détecteur électrique ou lumineux. Si le circuit capte beaucoup d'énergie, dans le cas, par exemple, d'une mesure au voisi-

incandescence, mais la précision reste faible et, la capacité entre les électrodes

— **Ondemètre à méthode de zéro.** M. Armagnat a imaginé un ondemètre



Ondemètres spéciaux : I. Ondemètre Armagnat, à méthode de zéro : K, couplage avec l'émission à haute fréquence; B et C, bobines de couplage avec le circuit oscillant; R, rhéostat; D, détecteur; I, tikker; E écouteur. — II. Ondemètre de l'Union internationale de Radiodiffusion : mA, milliampèremètre; B, couple thermoélectrique; C, condensateur d'accord étalonné; K, condensateur fixe; L, lampe; T, terre.



Divers schémas d'ondemètres récepteurs : I. Avec détecteur lumineux, constitué par une lampe de poche L; P, pile pour l'éclairage de la lampe. — II. Avec détecteur lumineux constitué par un tube au néon N. — III à VII. Avec détecteur électrique D et téléphone E : l'audibilité relative de ces divers ondemètres est mesurée respectivement par les nombres 100, 53, 47, 18 et 12 (d'après J. H. Reyner).

nage d'un émetteur, le détecteur sera un tube au néon qui, placé en dérivation, s'allume lorsqu'on lui applique la tension maximum de résonance, ou une petite lampe de poche qui, placée en série, s'allume au passage du courant maximum de résonance. Dans le cas de la lampe, il est utile de chauffer préalablement son filament au rouge sombre au moyen d'une petite pile. Le passage du courant de haute fréquence, se superposant au courant continu, suffit à produire une notable augmentation de l'incandescence. Ce dispositif accroît la sensibilité de l'appareil. Mais la précision de cet indicateur reste faible.

On n'obtient guère de meilleur résultat en disposant un tube au néon en dérivation aux bornes du circuit résonnant. L'illumination du tube exige une tension de résonance assez élevée. Le phénomène d'entraînement complique les mesures, car l'illumination correspond à une tension d'allumage sensiblement plus élevée que la tension d'extinction. La lampe au néon amortit moins le circuit que la lampe à

intervient pour fausser les mesures. L'approximation pour la mesure de la fréquence est de 2 à 3 pour 100 à condition que la puissance d'alimentation soit de 5 watts au moins.

En général, le détecteur est un cristal de galène en série avec un écouteur téléphonique. Cet ensemble est placé en dérivation sur le circuit oscillant ou, pour moins l'amortir, lui est couplé au moyen d'un condensateur, d'une bobine ou d'un conducteur unipolaire. Si l'on reçoit des ondes entretenues, le détecteur doit être précédé d'un interrupteur à fréquence musicale ou tikker.

L'indicateur de courant peut être aussi un milliampèremètre placé comme la lampe. Les ondemètres à absorption ne comportent pas d'indicateur, mais l'énergie qu'ils absorbent lors du réglage à la résonance est décelée par la déviation de l'ampèremètre de l'émetteur. Toutefois, le couplage doit être très lâche, sinon le réglage de l'émetteur et sa longueur d'onde se trouveraient altérés.

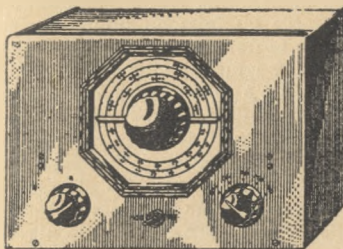
dans lequel, lors de la résonance, deux forces électromotrices de haute fréquence s'opposent dans le circuit du détecteur et provoquent le silence de l'appareil. L'une d'elles vient directement de la source à haute fréquence dont il s'agit de déterminer la longueur d'onde, l'autre provient, par couplage, du circuit oscillant. La compensation ne s'établit que si les courants opposés sont non seulement à la même fréquence, mais en phase. Ce dernier réglage est opéré au moyen d'une résistance variable.

— **Mesures à l'ondemètre.** Les mesures à l'ondemètre (comparaison, étalonnage, mesures de longueurs d'onde, d'inductances, de capacités) se font comme il a été indiqué à propos des mesures. Voir ce mot. En ce qui concerne l'étalonnage des ondemètres, voir aussi *multivibrateur*.

— **Ondemètre de l'Union internationale de Radiodiffusion.** Dans l'intention de remédier aux interférences en appliquant strictement le Plan de Lucerne qui détermine la répartition des fréquences des stations de radiodiffusion (voir *fréquence*), la commission technique de l'Union internationale de Radiodiffusion, sous l'initiative de son président M. Braillard, a mis au point un ondemètre sensible et précis parce qu'il ne couvre qu'une faible gamme de fréquences (30 kilohertz environ). Le condensateur variable a des armatures cylindriques et concentriques en métal coulé indéformables. Les isolants sont réduits au minimum. Le circuit indicateur possède une spire unique en laiton rigide. L'indicateur est une lampe de poche ou un thermocouple, dont la résistance est de 5 à 8 ohms. L'étalonnage est opéré au moyen du multivibrateur avec des harmoniques jusqu'au 175^e rang (175 kilohertz pour une vibration fondamentale de 1000 p : s pour une vibration fondamentale de 1000 p : s du diapason).

La fréquence de référence est celle d'un diapason étalon secondaire à 1000 p : s. La fréquence de l'étalon, vérifiée quotidiennement d'après les signaux horaires de plusieurs observatoires européens, est connue, en valeur absolue, avec une approximation de 3.10^{-7} .

Dans la bande des ondes longues et des petites ondes (150 à 1500 kilohertz), il est



Type d'ondemètre moderne (Bouchet).

effectué des mesures courantes et des mesures de précision.

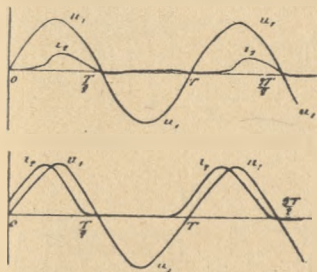
Pour les mesures courantes, l'approximation, pour les stations instables, est de 15 à 40 p : s pour les fréquences de 150 à 500 kh, et de 25 à 50 p : s pour les fréquences de 500 à 1500 kh.

Pour les stations stables, on peut effectuer des mesures de précision.

L'approximation est de 1 p : s pour les stations stables et de 0,1 à 0,5 p : s pour les stations très stables.

Dans la bande des ondes courtes, de 6.000 à 26.600 kh, les mesures courantes sont faites avec une approximation de 100 p : s au moins. Voir *fréquence, fréquences*.

ONDOGRAPHE. Appareil enregistreur qui inscrit à l'encre sur une feuille de papier la forme d'une courbe périodique de tension ou de courant et qui utilise à cet effet la charge et la décharge d'un condensateur une fois par période (C. E. I., 1934).



Courbes enregistrées par l'ondographe Hospitalier. Ces courbes sont celles de la tension non redressée u_1 et du courant redressé i_2 , d'un redresseur à valve d'argent colloïdal, à deux stades de la recharge d'un accumulateur au plomb.

Cet appareil comporte essentiellement un équipement mobile, par exemple un cadre mobile dans le champ d'un aimant. L'équipage est pourvu d'une aiguille, terminée par un style qui enregistre les oscillations sur une feuille de papier enroulée sur un tambour. Les déplacements de l'aiguille

sont proportionnels aux variations du courant qui traverse la cadre mobile. Cet appareil, dont l'inertie n'est pas négligeable, ne peut convenir qu'à l'enregistrement de courants de fréquence assez basse, tels que les courants industriels. En outre, les ordonnées de la courbe sont comptées le long d'un arc de cercle, en raison de la rotation de l'aiguille autour de son axe. Pour l'enregistrement des phénomènes de haute fréquence, on a recours à des appareils sans inertie, tels que l'*oscillographe cathodique*.

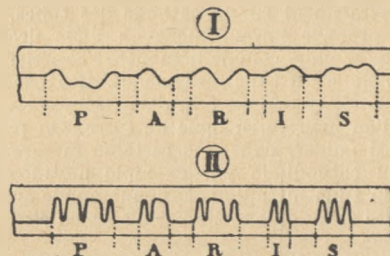
(Angl., All. *Ondograph*.)

ONDOSCOPE. Tube à gaz raréfié servant à reconnaître par l'apparition de la lueur négative, la présence et le sens d'une forte différence de potentiel. (C. E. I., 1934). Synonyme *oscilloscope*.

(Angl., All. *Ondoscop*.)

ONDULATEUR. Appareil utilisé pour l'enregistrement graphique des communications télégraphiques ou radiotélégraphiques. Son principe est celui du *siphon recorder* servant à l'inscription des câblogrammes. Mais les enregistrements sont différents parce que le mode de manipulation des signaux n'est pas le même.

L'ondulateur est constitué, comme l'on-



Enregistrements de télégrammes à l'ondulateur : I. Fragment de câblogramme. — II. Fragment de radiotélégramme. La déformation des premiers signaux est due à la distorsion des courants se propageant dans les longs câbles.

dographe, par un cadre mobile léger pivotant, sous l'effet des variations du courant qui le traverse, dans le champ d'un aimant. Le cadre est muni d'une aiguille qui amplifie les déviations et trace la courbe sur une bande de papier entraînée par un moteur électrique. Les signaux Morse détectés sont reproduits par cet appareil, les traits sous forme de plateaux, les points sous forme de crochets brusques. L'aiguille tubulaire trempe dans une encre très fluide et forme siphon. Cet appareil permet la réception automatique des radiotélégrammes à des vitesses dépassant 120 mots par minute.

(Angl., All. *Ondulator*.)

ONDULATION. Faible composante de courant alternatif qui affecte le courant continu produit par certains générateurs : dynamos à collecteur, redresseurs, soupapes et autres.

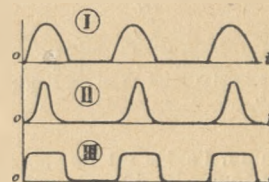
— **Coefficient d'ondulation.** Rapport de la valeur efficace de la tension d'ondulation à la valeur moyenne algébrique de la

tension totale. On l'exprime généralement en centièmes. Voir *harmonique*.

— **Filtre d'ondulation.** Filtre électrique passe-bas destiné à éliminer les ondulations d'un courant continu. Voir *filtre, anti-parasite, redresseur*, etc.

— **Tension d'ondulation.** Composante alternative d'une tension unidirectionnelle (tension vibrée) provenant d'un redresseur ou d'un générateur. Voir *redresseur, ondulé*.

ONDULÉ. Grandeur ondulée. Grandeur variant périodiquement sans changement de signe (C. E. I., 1934). Synonyme *grandeur pulsatoire*. Grandeur périodique-



Divers types de courants ondulés : I. Courant sinusoïdal détecté. — II et III. Ondulations obtenues par l'établissement périodique, plus ou moins brusque et prolongé, d'un courant continu.

ment variable, dont la valeur moyenne n'est pas nulle, par opposition avec un phénomène *alternatif* sinusoïdal, avec ou sans *harmoniques*, dont la valeur moyenne est nulle. Un courant *ondulé* ou *vibré* est obtenu, soit par fractionnement d'un courant continu, comme c'est le cas dans la bobine d'induction, soit par *détection* ou *redressement* d'un courant alternatif.

— **Enroulement ondulé.** Enroulement d'un induit en tambour, dont les pas partiels sont de même sens. Exemple : *série* et *série-parallèle* (C. E. I., 1934).

(Angl. *Undulating*. — All. *Wellenformig*.)

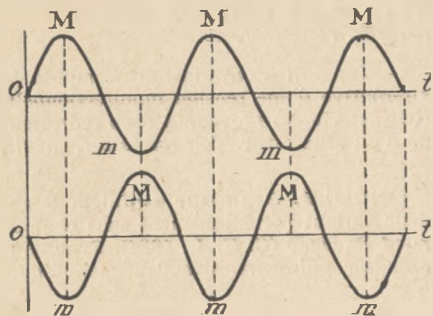
ONDULEUR. Appareil servant à transformer un courant continu en courant alternatif et utilisant les propriétés des soupapes (ou valves) ioniques ou électroniques, munies d'un dispositif de commande (C. E. I., 1934). Voir *redresseur, soupape, valve, mercure*, etc.

OPPOSÉ. Se dit de deux phénomènes de même nature ou de deux secteurs qui ont la même direction, mais des sens contraires. Se dit de deux phénomènes périodiques (tension, courant alternatif, etc...) en *opposition de phase*. Se dit d'une tension électrique ou d'une force électromotrice de sens contraire à une tension donnée.

(Angl. *Opposing*. — All. *Entgegengesetzt*.)

OPPOSITION. Grandeur en opposition de phase. Se dit de deux grandeurs alternatives de même forme et de même fréquence, lorsqu'il existe entre elles une différence de phase d'une demi-période. (C. E. I., 1934.)

Situation de deux grandeurs alternatives ou de deux ondes, dont les phases sont opposées, c'est-à-dire dont l'angle de phase est de 180° . Lorsque l'une de ces grandeurs



Fonctions périodiques de même fréquence en opposition de phase: les maxima M de l'une coïncident avec les minima m de l'autre et réciproquement.

est minimum, l'autre est maximum. Elles s'annulent toutes les deux en même temps.

(Angl. *Opposition of Phase*. — All. *Entgegengesetzte Phase*.)

OPTIQUE. Indicateur optique d'accord. Voir *indicateur*, *néon*, *œil cathodique*, etc...

— **Ondes optiques.** Ondes électromagnétiques de très courtes longueurs d'onde, dont les propriétés, en particulier la *dirigeabilité*, rappellent celles de la lumière.

En pratique, on désigne par *ondes optiques* celles dont la longueur d'onde est inférieure à 1 mètre (fréquence comprise entre 300 et 3.000 mégahertz). Il ne faut pas confondre la technique de ces ondes avec l'*optique électronique*, qui concerne les ondes électroniques dont la longueur d'onde est de l'ordre de celle des rayons X, environ mille fois plus faible que celle des ondes lumineuses.

La production et la réception des ondes optiques n'a été rendue possible que par la conception de lampes électroniques spéciales, ayant des connexions très courtes et des capacités entre électrodes très réduites.

Les *lampes-glands* (acorn) permettent de « descendre » dans la gamme des ondes jusqu'à 30 centimètres de longueur d'onde (1.000 mégahertz). Pour la réception, la penthode-gland à pente fixe permet d'obtenir un gain de 5 à cette fréquence. Sur 1 mètre de longueur d'onde, la réception en superréaction d'un émetteur portatif de poche peut être obtenue aisément à 7 kilomètres de distance. La puissance d'émission n'est cependant que de 0,2 watt. A cette fréquence, la réception n'est pas troublée par les parasites produits par les magnétos d'automobile. Les résultats peuvent être améliorés en combinant le montage à ondes ultra-courtes comportant des fils de Lecher avec le montage Mesny symétrique (push-pull).

Pour produire des ondes très courtes, on utilise souvent le montage *dynatron*, avec ou sans miroirs métalliques pour la concen-

tration des ondes optiques en un faisceau. On peut aussi employer une antenne projecteur constituée par exemple, pour les ondes de 0,50 m. de longueur d'onde, par un réseau de 4 m. $\times$ 2 m.; la réflexion des ondes est obtenue par un réseau identique, tendu parallèlement au premier à 0,25 m. derrière lui, ce qui concentre les ondes dans le rapport de 200 environ. Voir *dynatron*.

On peut se servir, comme on le fait lorsqu'on utilise les miroirs projecteurs paraboliques, de 3 mètres d'ouverture au maximum, d'une antenne de 4 centimètres montée à l'intérieur du tube sur la plaque, ou encore sur la corne de la plaque, pour les ondes de 0,25 m. L'antenne doublet est aussi employée.

Si l'on a besoin d'une puissance plus grande, on a recours au *magnétron*. On a établi trois modèles de magnétrons donnant les puissances suivantes :

De 125 à 270 mégahertz.....	20 w.
De 230 à 500 mégahertz.....	12 w.
De 400 à 850 mégahertz.....	7 w.

Voir *dirigeabilité*, *dynatron*, *magnétron*, *micro-ondes*, *microrayons*, *ondes ultracourtes*

— **Optique électronique.** Étude de la propagation des flux électroniques (cathodiques), par analogie avec l'étude de la propagation des rayons lumineux (optique).

Le flux électronique prend naissance généralement sur la cathode des tubes. Il se propage normalement en ligne droite dans le vide, comme le montre l'expérience classique du tube de Crookes. Il a cependant une tendance à la dispersion, surtout si l'on incurve sa ligne de force. On peut ainsi guider, dans une certaine mesure le flux cathodique par exemple au moyen d'un tube métallique formant anode auxiliaire et qu'on appelle parfois *canon électronique*.

Si l'on fait passer le pinceau électronique entre deux lames de condensateur portées

à une certaine différence de potentiel, le champ ainsi produit entre ces deux lames a pour effet de dévier le flux, comme le ferait un prisme pour un rayon lumineux.

Si l'on projette le flux cathodique contre une lame métallique électrisée négativement, on produit une réflexion du flux contre la plaque. En réalité, c'est une sorte de réfraction analogue au mirage optique.

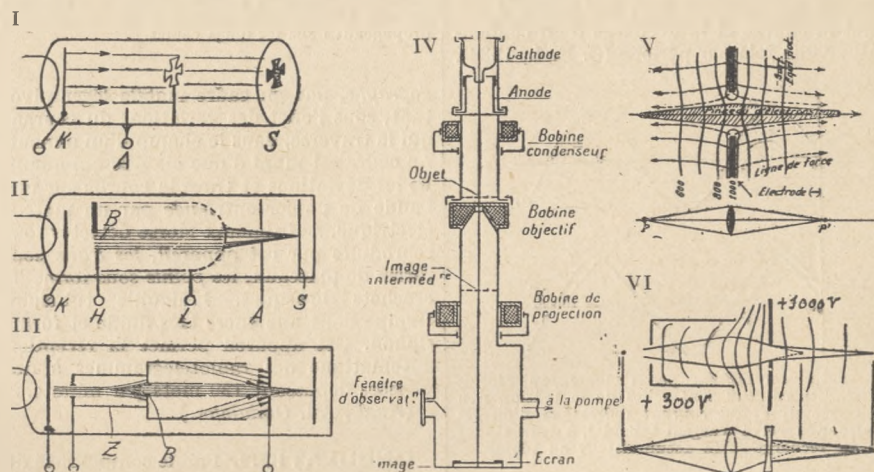
Ceci montre que le flux électronique est comparable au faisceau lumineux, si l'on substitue la notion de variation du champ électrique ou magnétique (en intensité ou en direction) à celle de variation de l'indice de réfraction du milieu.

Le trajet du flux électronique apparaît facilement si l'on trace les courbes de niveau du champ entre les électrodes. Ce trajet, constitué par les lignes de forces, est en effet normal aux courbes de niveau du champ.

Ainsi un diaphragme métallique placé sur le trajet du flux électronique se comporte comme une lentille : cette lentille est convergente si le diaphragme est polarisé négativement et divergente si le diaphragme est polarisé positivement. Une différence essentielle avec l'optique, c'est que, en électronique, les champs varient progressivement d'intensité ou de direction, tandis qu'en optique, les milieux varient brusquement d'indice de réfraction.

Pour tout ce qui concerne les applications de l'optique électronique, voir *iconoscope*, *microondes*, *microscope électronique*, etc...

L'une des applications les plus intéressantes est celle du *microscope électronique*, qui permet d'accroître le pouvoir séparateur. Les ondes électroniques utilisées ont une longueur d'onde comparable à celle des rayons X, soit environ 1.000 fois inférieure à celle des ondes lumineuses. Le microscope électronique permet d'obtenir des images d'un grossissement très grand



Optique électronique : I. Propagation du faisceau électronique dans le tube de Crookes : K, cathode; A, anode; S, écran où se projette l'image de l'objet. — 2. Concentration du flux électronique : B, ouverture du diaphragme H; L, lentille électromagnétique; A, anode. — 3. Concentration du flux des électrons secondaires, au moyen de tubes-écrans de guidage. — 4. Microscope électronique, avec bobines condensateur, objectif et de projection. — 5. Lentille électronique convergente. La comparaison avec la lentille optique est figurée au-dessous, d'après M. Seignette; on a figuré le réseau des surfaces de niveau et le trajet des lignes de forces du flux électronique, qui leur sont perpendiculaires. — 6. Variation de l'indice de réfraction par la forme et la tension des anodes : système d'abord convergent, puis divergent.

(12.000 à 50.000), avec un pouvoir séparateur très élevé de l'ordre de 1 micron. Il est monté comme l'indique la figure. La source d'électrons est un tube à décharge (cathode froide). La bobine de concentration sert de condensateur optique du microscope. La première bobine après l'objet a le rôle d'objectif, la seconde bobine de projection joue le rôle d'oculaire. L'image apparaît sur l'écran fluorescent au tungstate de calcium et peut être photographiée.

Le porte-objet est une petite plaque formant aussi diaphragme. D'autres diaphragmes éliminent les rayons secondaires. Les bobines objectif et oculaire sont blindées en fer doux et à entrefer réglable.

Pour les études histologiques, l'inconvénient majeur réside dans la destruction des coupes très minces par le bombardement électronique. On peut envisager de refroidir les coupes ou de les imprégner, par exemple à l'osmium. Voir *microscope, multiplicateur d'électrons*.

ORAGE. Orage magnétique, Phénomène météorologique qui se produit dans les hautes couches de l'atmosphère et apparaît simultanément avec les aurores polaires. Il entraîne des troubles dans la distribution du champ magnétique terrestre et s'accompagne de perturbations dans les communications électriques et radioélectriques.

— **Protection contre les orages.** Par temps d'orage, la foudre met en jeu des décharges électriques dont les effets directs ou inductifs peuvent être considérables, en raison de la rapidité avec laquelle ils se produisent. Les possesseurs de postes radioélectriques récepteurs, branchés sur antenne extérieure, agissent sagement en mettant, par temps d'orage, leur antenne à la terre à l'extérieur de la maison. Une protection constante contre la foudre peut être assurée en plaçant à l'extérieur de la maison, entre la descente d'antenne et la terre, un *parafoudre* convenable. Voir ce mot.

(Angl. *Storm*. — All. *Sturm*.)

ORCA. Substance isolante blonde et translucide obtenue au moyen d'un gel d'acroléine. C'est une sorte d'ambre reconstitué. On l'emploie pour tous usages en radioélectricité, notamment sous forme de panneaux pour le montage des postes et des supports de lampes,

(Angl., All. *Orca*.)

ORCHESTRE. Fréquences de l'orchestre. L'une des difficultés essentielles de la reproduction de l'orchestre symphonique réside dans la bande extrêmement étendue des fréquences musicales et de leurs harmoniques constituant les *timbres*.

La distribution des instruments dans l'orchestre symphonique est généralement la suivante : à l'avant et au centre le pupitre du chef d'orchestre; à main gauche du chef d'orchestre sont assis les 10 premiers violons; à droite, les 8 deuxièmes violons; derrière ces derniers, et un peu obliquement,

se tiennent les 4 basses. Immédiatement en face du chef d'orchestre se trouvent les 4 violoncelles. Ainsi, les instruments à cordes se tiennent dans son voisinage immédiat, à l'exception des grandes contrebasses, qui se trouvent un peu en arrière, afin que leurs notes puissantes ne dominent pas trop l'ensemble.

basse d'harmonie, et, au fond, 3 trombones; 4 contrebasses bornent l'hémicycle. A l'arrière des instruments à vent, un peu à l'écart, se place encore la harpe.

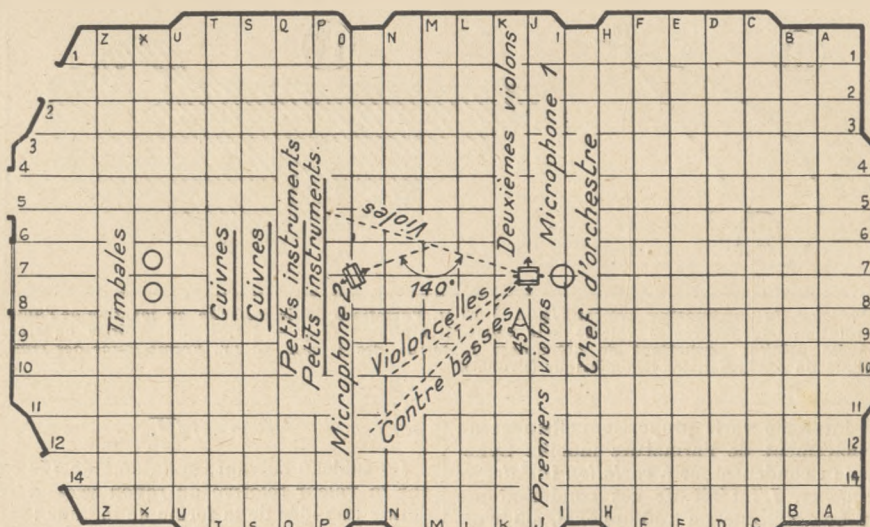
La rangée extrême est occupée par les « instruments accessoires », le xylophone, 2 timbales, le tambourin, le tambour, le triangle, et les cymbales groupés avec la

BANDES DE FRÉQUENCES DES DIVERS INSTRUMENTS DE L'ORCHESTRE

Instruments à corde.		Notes fondamentales	Harmoniques
Violon	.....	171 à 3.072 p : s	342 à 6.144 p : s
Contrebasse	.....	40 à 240 —	80 à 480 —
Violoncelle	.....	64 à 683 —	128 à 1.366 —
Viole	.....	128 à 1.152 —	256 à 2.304 —
Instruments à vent.			
Flûte	.....	256 à 2.084 —	512 à 4.168 —
Flûte piccolo	.....	512 à 4.800 —	1.024 à 9.600 —
Hautbois	.....	256 à 1.536 —	512 à 3.072 —
Clarinete	.....	160 à 1.536 —	320 à 3.072 —
Clarinete de basse	.....	80 à 480 —	160 à 960 —
Basson	.....	60 à 480 —	120 à 960 —
Cuivres.			
Cor	.....	170 à 512 —	340 à 1.024 —
Trompette	.....	160 à 960 —	320 à 1.920 —
Trombone	.....	80 à 480 —	160 à 960 —
Tuba	.....	43 à 320 —	86 à 640 —
Divers.			
Piano	.....	26 à 4.096 —	52 à 8.192 —
Timbale	.....	65 à 171 —	130 à 342 —
Harmonium	.....	128 à 2.048 —	256 à 4.096 —
Orgue	.....	20 à 4.100 —	40 à 8.200 —

Derrière les instruments à corde, on aperçoit, de gauche à droite, les instruments à vent, qui se composent de 2 flûtes de concert, de 1 flûte piccolo, de 2 hautbois, de 1 cor anglais, de 2 clarinettes et de

grosse caisse. Souvent, derrière la harpe, se trouve un harmonium. Au fond de l'orchestre, les grandes orgues. Soit environ, 63 instruments de musique qui produisent des sons de fréquences les plus diverses,



Disposition relative des microphones et des instruments de l'orchestre symphonique dans un studio ou une salle de concerts.

2 bassons. L'espace qui reste alors libre jusqu'à l'aille droite du public est rempli par les « cuivres » qui y prennent place sur trois rangs. Nous avons, d'abord, les 4 cors de chasse, puis 2 trompettes et la puissante

Voici d'ailleurs le tableau des gammes de fréquences de chacun de ces instruments.

ORDONNÉE. Celle des coordonnées cartésiennes d'un point d'un plan, qui est

mesurée parallèlement à l'axe dit des ordonnées. Voir *abscisse*, *coordonnée*.

(Angl., All. *Ordinate*.)

ORIGINE. Origine des potentiels.

Point à partir duquel on mesure les potentiels d'un système. Le potentiel de ce point est pris arbitrairement égal à zéro. Le potentiel d'un point quelconque du système n'est autre que la différence de potentiel entre ce point et celui pris pour origine. En général, c'est la terre ou la prise de terre qu'on prend pour origine des potentiels. Dans les montages radioélectriques isolés de la terre, c'est ordinairement l'un des pôles de la batterie de chauffage qu'on choisit pour origine des potentiels.

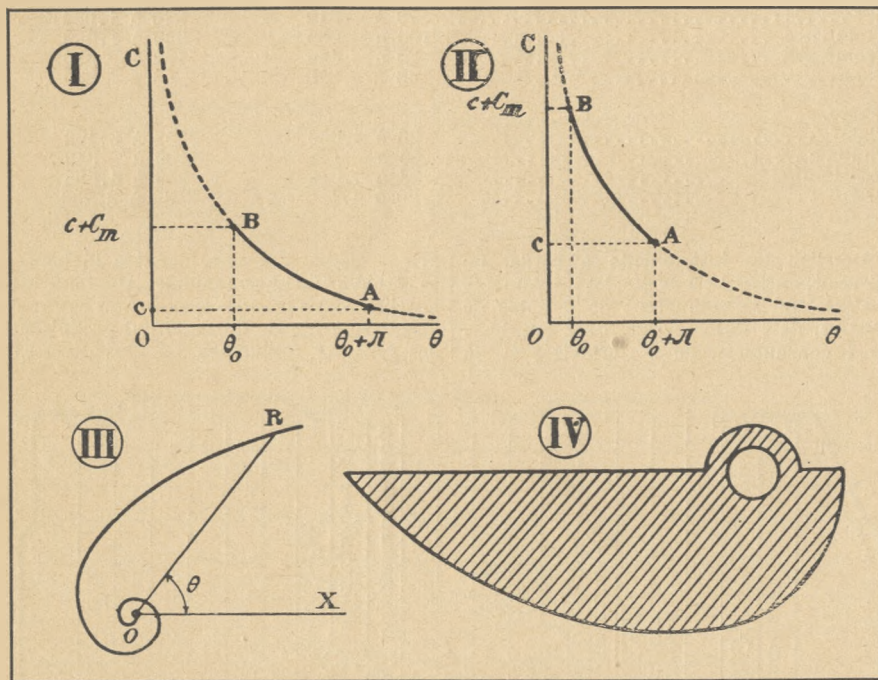
(Angl. *Potential Origin*. — All. *Potentialursprung*.)

ORTHOMÉTRIQUE. Condensateur orthométrique. Condensateur variable tel que la fréquence du circuit oscillant où il

constante de 10 kilohertz. D'autre part, les méthodes des *ballements* (*hétérodyne*, *super-hétérodyne* et autres *changeurs de fréquence*) reposent également sur des différences de fréquences. Avec le condensateur orthométrique, les émissions se répartissent régulièrement sur le cadran, qui reproduit exactement la distribution du Plan de Genève. On y gagne en commodité de réglage et l'on peut même parfois se dispenser d'utiliser un *vernier* ou un *démultiplicateur*. L'application des méthodes de réception modernes est donc grandement facilitée par l'emploi d'un condensateur à variation linéaire de fréquence, c'est-à-dire dans lequel le déplacement angulaire θ , proportionnel à la fréquence f , est inversement proportionnel à la racine carrée de la capacité totale C du circuit :

$$\theta = Kf = K/2\pi \sqrt{LC}.$$

La forme des lames mobiles du condensateur est définie en coordonnées polaires par la spirale



Principe du condensateur orthométrique : I et II. Variations de la capacité en fonction de l'angle de rotation pour différentes valeurs de la capacité minimum C_m . — III. Courbe spirale en coordonnées polaires permettant de déterminer la forme des lames. — IV. Forme d'une des lames mobiles du condensateur orthométrique (Brunet).

est intercalé varie proportionnellement au déplacement de l'armature mobile. Synonyme : condensateur à *variation linéaire de fréquence*. L'intérêt de ces condensateurs est considérable en radiophonie, où c'est toujours la fréquence et non la longueur d'onde qui intervient dans les mesures et les réglages. Les raisons physiques et techniques de cette préférence ont été exposées à propos de la *fréquence* et de la *longueur d'onde*. La répartition, suivant le Plan de Genève, des stations de radiodiffusion est basée sur l'observation entre deux émissions voisines d'une différence de fréquence

$$R = A/\sqrt{\theta^3}.$$

Le tableau suivant, indiquant de 15° en 15° la valeur relative du rayon vecteur R donne une idée de la forme de la lame :

15°	2,76	75°	0,81	135°	0,53
30°	1,63	90°	0,71	150°	0,48
45°	1,19	105°	0,64	165°	0,45
60°	0,96	120°	0,58	180°	0,42

Il est indispensable de remarquer que la forme de la lame dépend essentiellement de la valeur de la capacité minimum dans

le circuit, lorsque le condensateur orthométrique est ramené à zéro. Cette capacité dépend notamment des diverses capacités constantes du circuit (capacité répartie des bobines et des connexions) et de la capacité résiduelle du condensateur. En pratique, on doit donc construire les condensateurs orthométriques suivant des types tenant compte de la capacité du circuit, ou plutôt du rapport entre les capacités maximum et minimum dans le circuit. Le rapport angulaire 3 convient aux circuits dont la capacité propre est 1/8 de la capacité totale du condensateur. Le rapport angulaire 2 convient lorsque la capacité propre est égale à 1/3 de celle du condensateur. Enfin le rapport angulaire 1,5 convient aux circuits dont la capacité propre est égale aux 4/5 de la capacité totale du condensateur. Le premier type est utilisé pour l'accord d'un cadre, d'un secondaire de Tesla, d'un transformateur à haute fréquence; le second type est destiné à l'accord des petites antennes, le troisième à l'accord des grandes antennes. Le condensateur de rapport angulaire 3, par exemple, a un cadran dont la graduation de 1 à 3 s'étend sur 180°. L'indication 1 correspond au maximum de capacité, l'indication 3 au minimum. Une fréquence quelconque f correspondant par exemple au nombre 2,73 de la graduation a pour expression

$$f = 2,73 f_0.$$

f_0 étant la fréquence la plus basse obtenue sur la division 1 (maximum de capacité).

(Angl. *Straight Line Frequency Condenser*. — All. *Linearfrequenz Kondensator*.)

ORTHORADIOSCOPIE. Méthode radioscopique permettant d'obtenir le contour d'un objet en vraie grandeur (C. E. I., 1934).

OSCILLANT. Se dit d'un système mécanique ou électrique qui effectue des déplacements périodiques en deçà et au delà de sa position d'équilibre. — **Grandeur oscillante.** Grandeur variant périodiquement avec changement de signe (C. E. I., 1934).

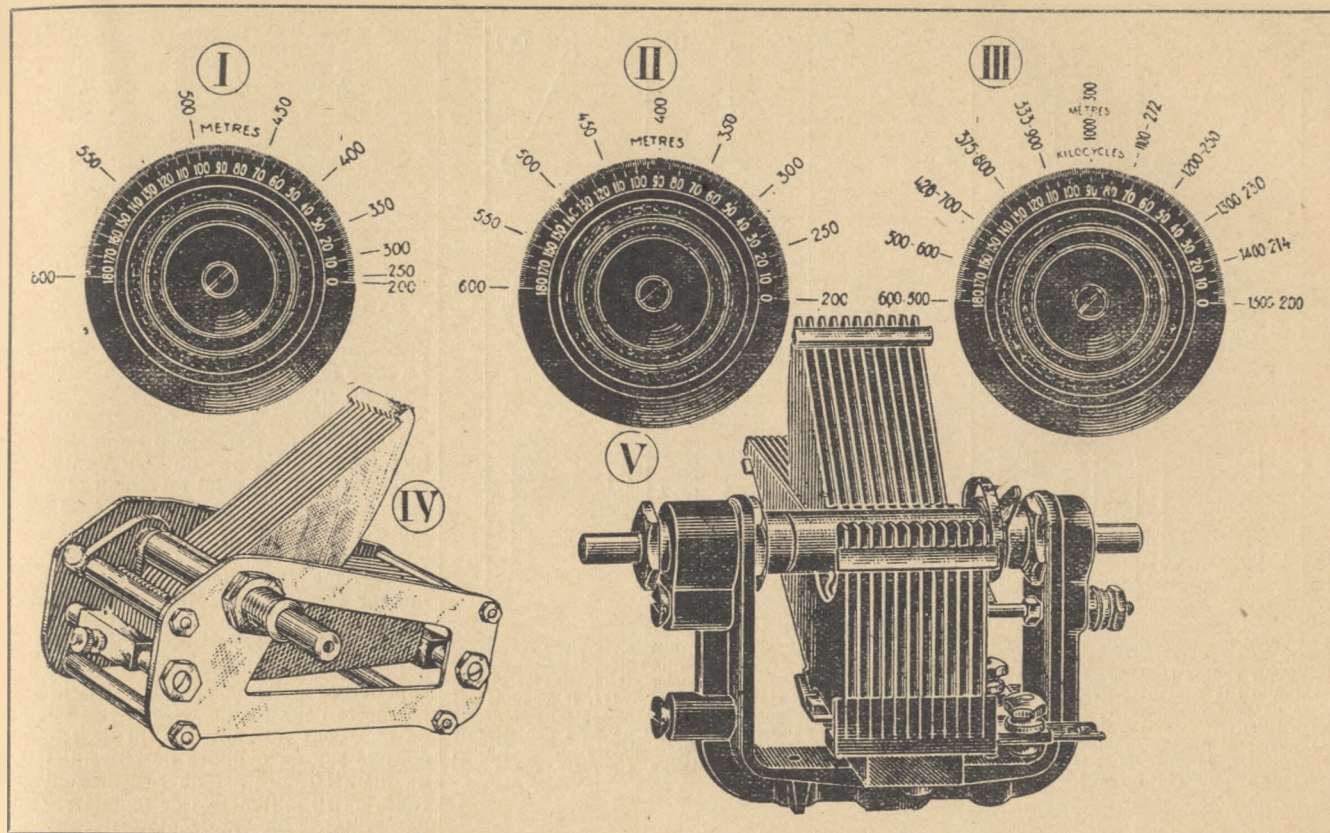
— **Circuit oscillant.** Circuit possédant des éléments susceptibles d'emmagasiner de l'énergie alternativement sous les formes magnétique et électrique et de l'échanger incessamment entre eux au moyen d'oscillations. Le prototype du circuit oscillant est constitué par un condensateur (*capacité*) et par une bobine (*inductance*). La condition nécessaire pour qu'un circuit oscillant soit le siège d'oscillations sur sa fréquence propre, est que

$$4L > R^2C,$$

en appelant L l'inductance du circuit en henrys, R sa résistance en ohms et C sa capacité en farads. La résistance critique du circuit oscillant est donc

$$R = 2\sqrt{L/C}.$$

Si l'on abandonne à lui-même un circuit oscillant dans lequel on a induit, électrostatiquement ou électromagnétiquement, une quantité d'électricité, celle-ci oscille inces-



Condensateurs orthométriques et leurs cadrans comparés: I. Cadrans de condensateur à variation linéaire de capacité (lames semi-circulaires). — II. Cadrans de condensateur parabolique, à variation de capacité suivant la loi du carré (square law). — III. Cadrans de condensateur orthométrique, à variation linéaire de fréquence. — IV et V. Deux types de condensateurs orthométriques.

samment entre la forme électrique ou potentielle, chargeant le condensateur, et la forme magnétique ou cinétique, traversant la bobine. L'énergie a successivement pour expression

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} LI^2,$$

selon qu'elle est emmagasinée dans le condensateur ou dans la bobine.

Dans le cas où l'effet de la résistance du circuit est négligeable, la période des oscillations propres du circuit est

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

et leur fréquence

$$f = 1/T = 1/2\pi \sqrt{LC}.$$

Des analogies très simples font comprendre facilement les propriétés du circuit oscillant, par comparaison avec un pendule

ou un balancier. La bobine du circuit est analogue à la masse du pendule, le condensateur analogue au ressort, la résistance analogue à un amortisseur mécanique. L'inductance est comparable à l'inertie mécanique, la capacité électrique correspond à l'élasticité et la résistance électrique équivaut au frottement ou à la viscosité.

(Angl. *Oscillatory Circuit*. — All. *Schwingungskreis*.)

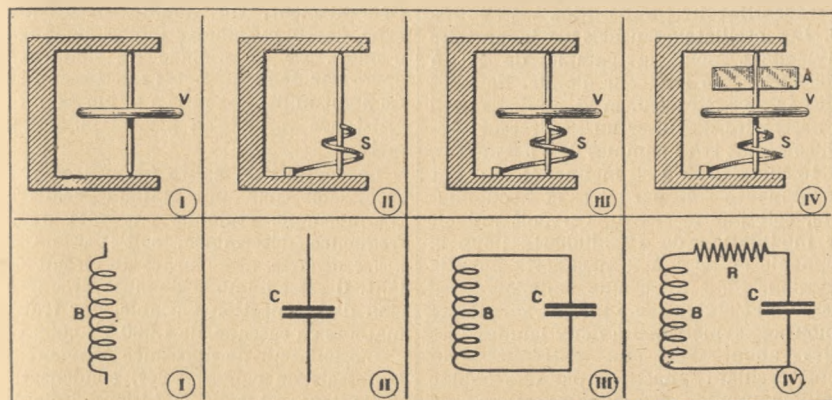
— **Composante oscillante.** Partie oscillante d'un courant complexe, formé par la juxtaposition d'un courant continu et d'un courant alternatif. Dans le fonctionnement des lampes triodes en génératrices ou amplifcatrices d'oscillations, tous les courants filament-grille et filament-plaque ont une composante oscillante superposée au courant continu qui circule normalement en l'absence d'oscillations. On peut séparer les deux composantes au moyen de condensateurs et de bobines de choc.

(Angl. *Oscillating Component*. — All. *Schwingungs Komponente*.)

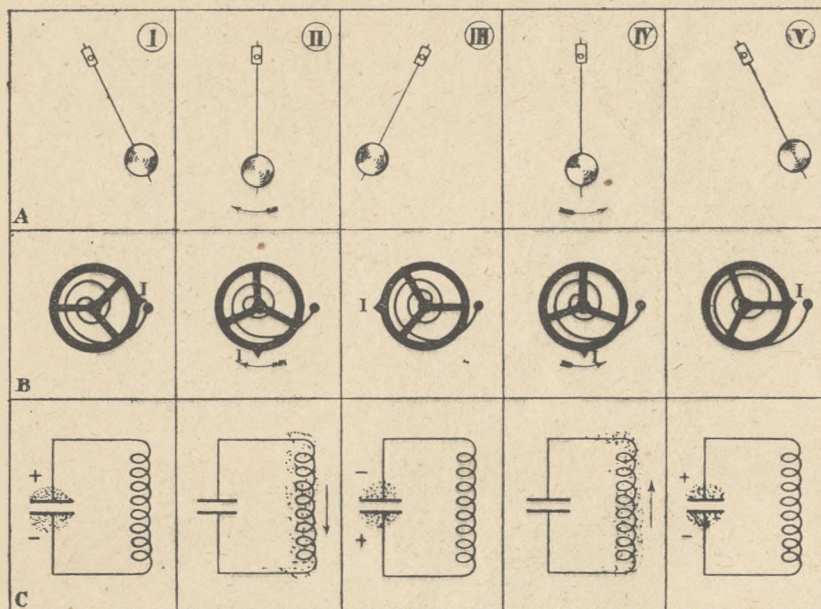
— **Compteur oscillant.** Voir compteur.

— **Courant oscillant.** Synonyme de courant alternatif ou périodique, plus particulièrement à haute fréquence.

OSCILLATEUR. Appareil destiné à produire des oscillations électriques ou



Analogies mécaniques des éléments d'un circuit électrique oscillant: I. L'inertie du volant V du balancier est analogue à l'inductance de la bobine B. — II. L'élasticité du ressort spiral S est analogue à la capacité du condensateur C. — III. Le système du balancier, composé du volant et du ressort, est analogue au circuit oscillant possédant inductance et capacité. — IV. Le balancier, muni d'un amortisseur A, est analogue au circuit oscillant possédant une résistance électrique R.



Comparaison des oscillations mécaniques du pendule A et du balancier B aux oscillations électriques du circuit oscillant C. En I, le pendule est dévié, le ressort du balancier détendu, le condensateur du circuit chargé (énergie potentielle). — En II, le pendule libéré et le balancier atteignent leur vitesse maximum : le courant est maximum dans le circuit (énergie cinétique). — En III, le pendule est dévié en sens contraire de I, le ressort tendu et le condensateur chargé en sens contraire (énergie potentielle). — En IV, les systèmes mécaniques sont animés de vitesses en sens contraire de II ; le courant dans le circuit oscillant est aussi de sens contraire (énergie cinétique). — En V, le balancier, le pendule et le circuit oscillant, ayant effectué une oscillation complète, ont repris exactement leur état initial I.

mécaniques (C. E. I., 1934). Appareil susceptible de produire des oscillations électromagnétiques, amorties ou entretenues. Suivant que le circuit de l'oscillateur présente ou non une solution de continuité, on dit que l'oscillateur est ouvert ou fermé. Le prototype du premier oscillateur est le circuit antenne-terre ; le prototype du second est le circuit oscillant proprement dit, en particulier le cadre accordé par un condensateur. Toutefois, au point de vue des courants à haute fréquence, l'un et l'autre de ces circuits sont fermés. Entre la nappe d'antenne et la terre, les courants se referment par la capacité électrique existant entre ces conducteurs.

On désigne souvent sous le nom d'*oscillateur* ou *oscillatrice* l'ensemble des circuits d'un émetteur ou d'un récepteur destinés à assurer l'oscillation à haute fréquence. Voir *oscillateur*.

Voir aussi *émetteur*, *hétérodyne*.

— **Oscillateur de Hertz.** Cet appareil, encore appelé *dipôle*, est constitué par deux tiges métalliques, situées dans le prolongement l'une de l'autre et terminées par des sphères entre lesquelles éclate l'étincelle. Générateur d'ondes amorties à très haute fréquence. Voir *Hertz*.

— **Oscillateur à lampe.** Appareil constitué essentiellement par un circuit oscillant intercalé entre la grille et la plaque d'une lampe triode. Voir *lampe*.

— **Oscillateur local.** Petit générateur d'oscillations à faible puissance, ne rayonnant pas d'ondes, mais couplé directement

aux circuits de réception pour produire des battements ou des modulations. Voir *autodyne*, *endodyne*, *hétérodyne*, *superhétérodyne*, *superréaction*.

— **Oscillateur de Marconi.** Oscillateur constitué par une tige verticale isolée, séparée de la terre par un éclateur et terminée, à sa partie supérieure, par une plaque de métal de grandes dimensions.

— **Oscillateur de mesures.** Synonyme de *hétérodyne de mesures*. Voir ce terme.

— **Oscillateur modulé.** Synonyme de *hétérodyne modulée*. Voir ce terme.

— **Oscillateur pour ondes très courtes.** Les oscillateurs usuels de laboratoire conviennent pour la gamme de 20 à 3.000 mètres de longueur d'onde. Pour les ondes très courtes (10. m et au-dessous) il est nécessaire d'utiliser un générateur spécial, couvrant trois gammes de 5 à 9 mètres, 8 à 15 mètres, 12 à 25 mètres, et pouvant être alimenté soit par piles et accumulateurs, soit par le réseau. On doit prévoir une modulation de 10 kilohertz pour la téléphonie et de 1 à 2 mégahertz pour la télévision. Pour avoir une émission assez puissante et stable sur 5 mètres, on adopte le montage symétrique à deux lampes. Les grilles aboutissent aux extrémités du circuit oscillant, constitué par une bobine amovible montée sur douilles et par un condensateur de 0,05 μF . Les bobines ont une inductance de 0,45 ; 1,2 et 2 μH . Pratiquement, on prend les bobines suivantes :

Longueurs d'onde en mètres	Nombre de spires	Diamètre en centimètres
5 à 9	1 à 2	3 à 6
8 à 15	3 à 4	4 à 6
12 à 22	7 à 10	6 à 8

Les bobines sont construites en tube de cuivre de 3 millimètres de diamètre extérieur au moins pour réduire les pertes. La prise médiane de la bobine de grille est reliée au secondaire d'un transformateur de rapport 3.

La bobine anodique est semblable à la bobine de grille, mais son diamètre est le plus grand et son sens de rotation inverse. La prise médiane de cette bobine est reliée au pôle positif de la haute tension (de 200 v pour 5 m à 300 v pour 20 m).

Une spire de couplage à l'antenne doublet est accordée par un condensateur de 50 μF analogue à celui du circuit oscillant. Les branches du doublet ont 60 à 80 centimètres de longueur chacune.

La modulation est produite par un microphone travaillant sur un transformateur de rapport 1/40 à 1/70, dont le secondaire est connecté à la grille de la lampe modulatrice.

Pour les ondes ultra-courtes (fréquences supérieures à 60 mégahertz), l'oscillateur comporte deux fils de Lecher. Les bobines de choc ont 30 spires en fil de 1,6 mm enroulé sur un cylindre de 13 millimètres de diamètre. Les fils de Lecher sont des tubes de 12 millimètres de diamètre. Ceux de grilles sont horizontaux ; ceux de plaque, verticaux.

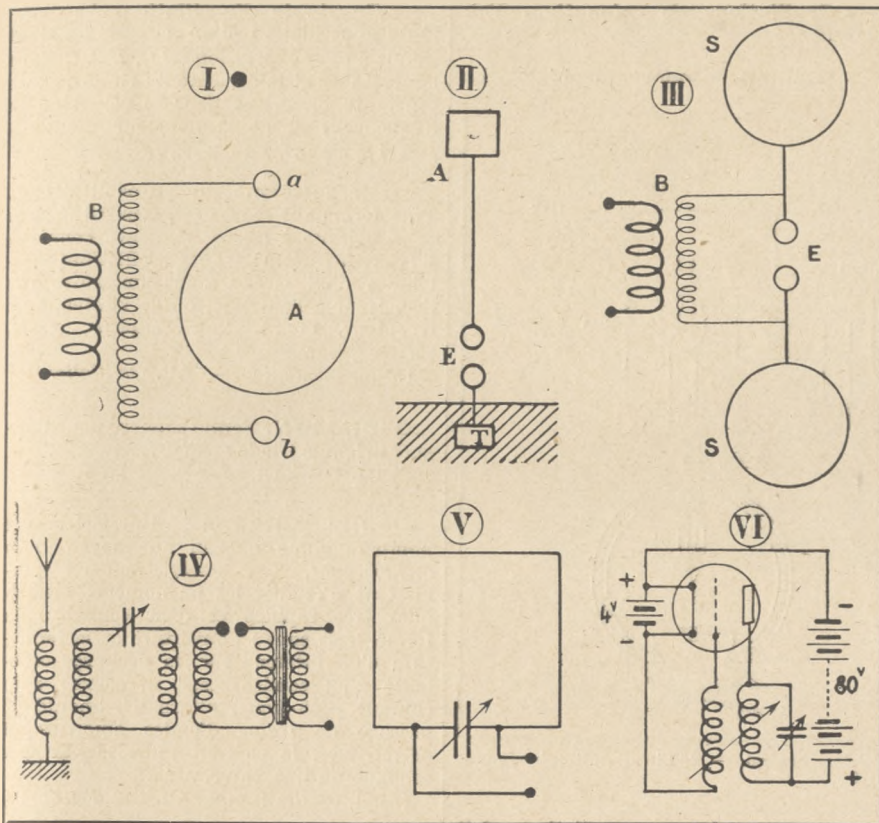
— **Oscillateur pilote.** Oscillateur de puissance relativement basse, construit de façon à commander la fréquence à la sortie d'un amplificateur (C. E. I., 1934). Synonyme *maître-oscillateur*. Voir ce terme.

— **Oscillateur de puissance.** Cet oscillateur doit permettre l'essai du matériel radioélectrique en courant de haute fréquence et sous des tensions assez élevées, soit plusieurs centaines ou plusieurs milliers de volts suivant les cas. On construit facilement de tels oscillateurs pour des fréquences inférieures à 30 mégahertz. Généralement, on adopte la fréquence type de 10 mégahertz (30 m de longueur d'onde). Le découplage du filament est opéré par deux capacités montées en série. Le point milieu est relié à la masse par une résistance variable et par un milliampère-mètre.

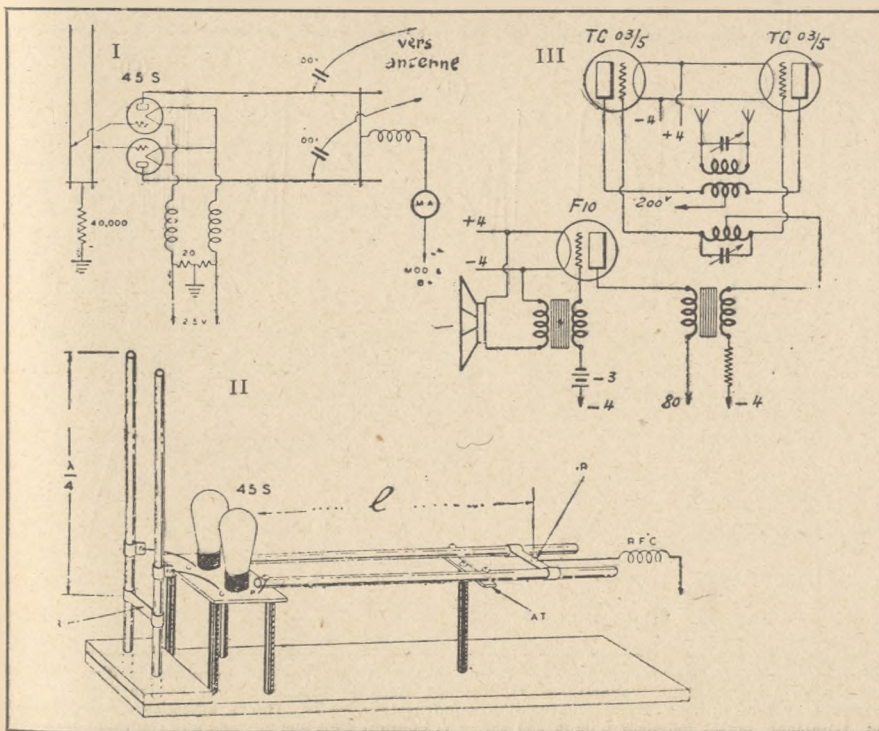
Le courant de haute fréquence est mesuré, soit par un milliampèremètre à thermocouple étalonné en volts pour la fréquence déterminée, soit par un *volt-mètre de crête*, aux bornes du circuit oscillant. Il est commode d'employer une tension d'alimentation variable, par transformateurs en cascade, de 1.000 à 10.000 volts.

L'oscillateur de puissance convient pour les essais de câbles isolés, condensateurs, contacteurs et tous matériaux isolants.

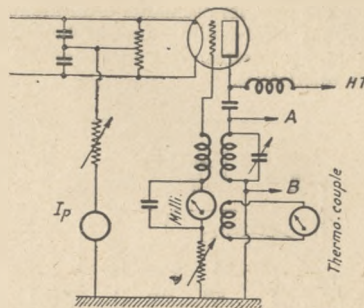
— **Oscillateur de Righi.** Constitué par deux petites sphères de métal entre lesquelles est intercalée une troisième sphère



Divers types d'oscillateurs électriques : I. Oscillateur de Righi : B, Bobine d'induction ; A, sphère de grand diamètre ; a, b, sphères de petit diamètre. — II. Oscillateur de Marconi : A, plaque aérienne ; E, éclateur ; T, prise de terre. — III. Oscillateur de Hertz : B, bobine d'induction ; S, sphères ; E, éclateur à boules. — IV. Oscillateur ouvert (antenne). — V. Oscillateur fermé (cadre). — VI. Oscillateur à lampe.



Oscillateurs à ondes très courtes : 1. Oscillateur à ondes ultra-courtes. — 2. Réalisation de l'oscillateur. — 3. Oscillateur à ondes très courtes.

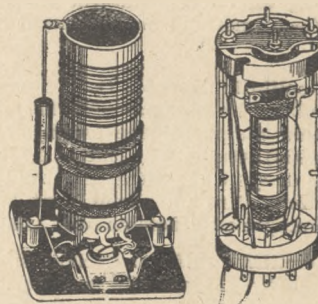


Oscillateur d'essai de puissance.

de grand diamètre. L'étincelle éclate entre la grande sphère et les petites.

— **Oscillateur symétrique.** Synonyme oscillateur push-pull. Le montage est celui de Mesny. Voir ondes courtes. On peut l'utiliser pour les radiocommunications sur ondes très courtes, par exemple sur 5 mètres de longueur d'onde. Les deux lampes sont montées comme l'indique le schéma. La modulation en classe B permet une économie de puissance et de poids. Les transformateurs du modulateur sont de rapport 1. Le courant anodique du modulateur est, au repos, de 7 mA. Le second tube modulateur qui est une double triode montée symétriquement peut consommer 26 mA de courant anodique. La résistance de grille du circuit oscillant est de 20.000 ohms. Les deux oscillatrices à haute fréquence consomment 20 mA sous 150 volts. La bobine est montée directement sur le condensateur variable pour éviter les connexions : c'est un tube contenant à l'intérieur un fil isolé. Le circuit a 80 millimètres de diamètre.

— **Oscillatrice.** Lampe électronique ayant pour fonction de produire l'oscillation électromagnétique, notamment dans un montage générateur. C'est, par exemple, la lampe triode du maître-oscillateur dans un montage d'émission, ou l'heptode ou



Oscillatrices. Deux types de bobines oscillatrices P. O., G. O. et O. C. pour superhétérodyne.

l'octode dans un montage récepteur à changement de fréquence. Lampe spécialement utilisée pour la génération des ondes, par opposition avec les lampes détectrices, amplificatrices, modulatrices et autres. Voir lampe.

On nomme également oscillatrice l'en-

semble des circuits oscillants d'un montage oscillateur, c'est-à-dire tous les bobinages et leurs accessoires, à l'exception de la lampe oscillatrice.

— **Oscillations de relaxation.** Voir *relaxation*.

— **Oscillations non-sinusoïdales.** La

— **Constante d'oscillation.** La constante d'oscillation d'un circuit oscillant simple a pour expression $\sqrt{LC}$, L et C étant l'inductance et la capacité du circuit. Cette constante intervient dans le calcul de la fréquence f et de la longueur d'onde λ .
 $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$, $\lambda = 2\pi v\sqrt{LC}$.

— **Transformateur d'oscillations.** Transformateur sans fer, constitué par deux bobines à haute fréquence couplées, servant à transmettre les oscillations électriques d'un circuit dans un autre (de l'émetteur à l'antenne, ou de l'antenne au récepteur, etc...). Voir *coupleur*, *Tesla*, *variocoupleur*.

(Angl. *Oscillation*. — All. *Oszillation*.)

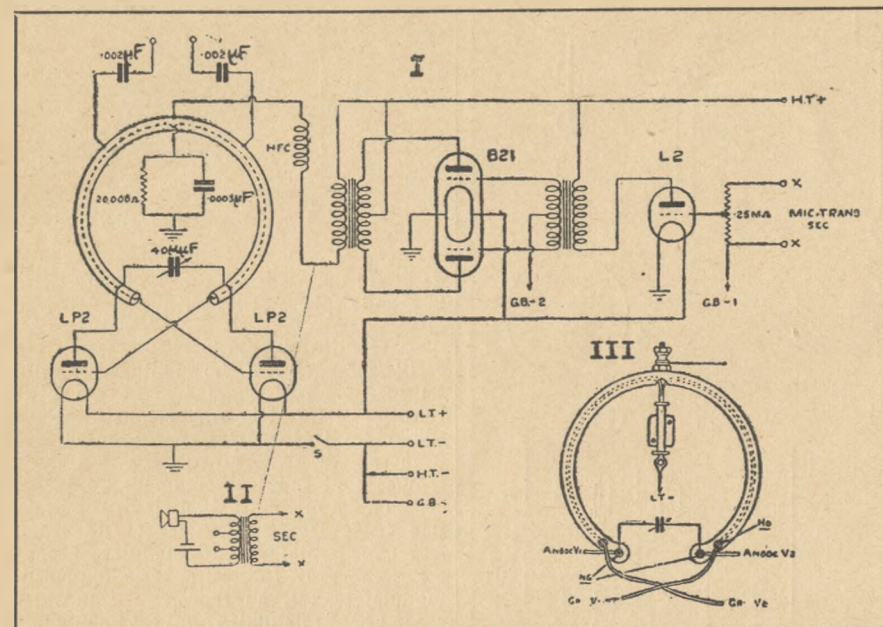
OSCILLION. Terme proposé pour désigner la lampe triode oscillatrice.

(Angl. *Oscillon*. — All. *Oszillon*.)

OSCILLOGRAMME Enregistrement photographique obtenu au moyen d'un oscillographe. Ces enregistrements permettent d'étudier les phénomènes électriques très rapides et d'en connaître la forme. Tels sont : l'ouverture et la fermeture d'un interrupteur, la décharge oscillante d'un condensateur, la courbe d'un courant périodique, alternatif, ondulé, le passage de trains d'ondes amorties et entretenues, le courant redressé par une soupape ou une valve, etc...

(Angl. *Oscillogram*. — All. *Oszillogramm*.)

OSCILLOGRAPHE. Appareil destiné à l'enregistrement continu de la forme de variation d'une grandeur alternative ou transitoire, courant, tension, etc..



Oscillateur symétrique pour ondes ultra-courtes : 1. Schéma général. — 2. Circuit microphonique se raccordant en XX. — 3. Détail de la bobine oscillatrice.

— **Bloc oscillateur.** Ensemble des circuits oscillants, groupés sur un même bâti, dans un récepteur à changement de fréquence. Cet ensemble comporte aussi parfois le commutateur de longueurs d'onde.
 (Angl. *Oscillator*. — All. *Oszillator*.)

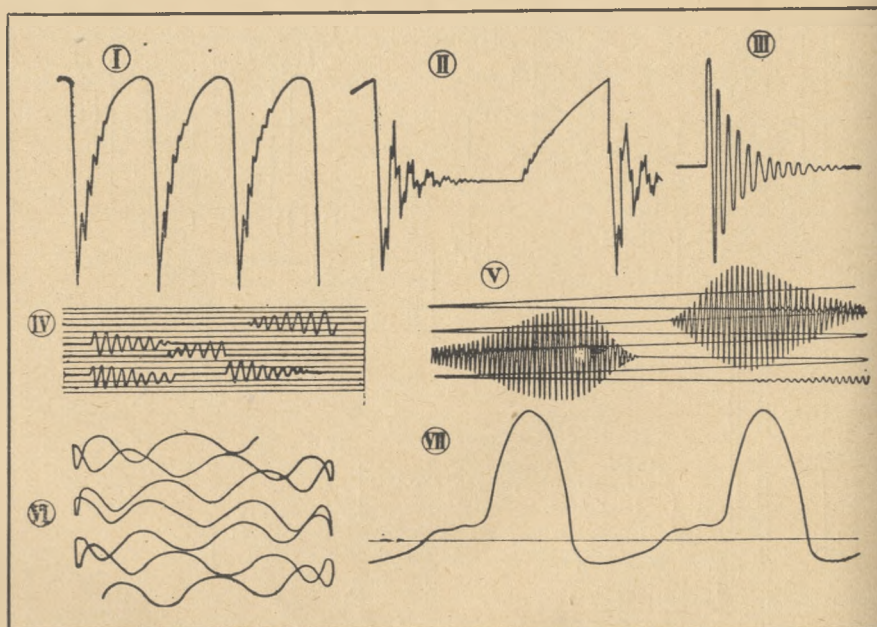
OSCILLATION. Oscillation électrique. Synonyme de courant périodique, généralement à haute fréquence, qui donne naissance aux ondes électromagnétiques par le rayonnement des circuits oscillants. Le terme d'*oscillation* est réservé aux vibrations électriques stationnaires des circuits oscillants, celui d'*onde* désigne les vibrations électriques qui se propagent dans l'éther.

— **Oscillation forcée.** Oscillation dont la période est imposée par celle du système générateur du phénomène oscillatoire (C. E. I., 1934). Oscillation dont la fréquence est celle du système générateur, et qui peut être induite dans un circuit dont la fréquence propre est différente de la sienne.

— **Oscillation libre.** Oscillation dont les paramètres sont déterminés par les caractéristiques du système oscillant et par les conditions initiales. (C. E. I., 1934). Oscillation dont la fréquence est uniquement fonction des constantes du circuit oscillant. M. Mesny a donné la théorie générale des oscillations libres dans les circuits couplés.

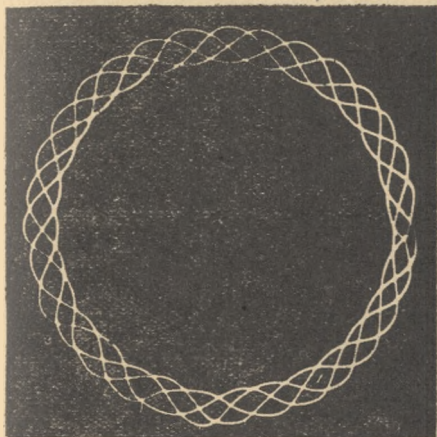
— **Oscillations sur lignes.** Voir dans l'ouvrage de Radioélectricité générale de R. Mesny le développement des équations des oscillations sur lignes.

décomposition de ces oscillations fait apparaître des harmoniques de rang plus ou moins élevé, qu'on peut mettre en évidence par l'accord sur telle ou telle fréquence. Voir *harmonique*.



Oscillogrammes relevés à l'oscillographe cathodique : I. Courant dans le primaire d'une bobine d'induction à interrupteur Wehnelt. — II. Courant dans le primaire d'une bobine d'induction à interrupteur Foucault. — III. Décharge d'un condensateur. — IV. Ondes amorties à la fréquence de 1.100.000 hertz; longueur d'onde 285 m. — V. Courant dans une antenne à la réception des ondes amorties de la Tour Eiffel (fréquence 115.000 hertz; longueur d'onde 2.600 m.). — VI. Ondes entretenues à la fréquence de 2.160.000 hertz; longueur d'onde 140 m. — VII. Courant redressé par une soupape électrolytique.

a) *bifilaire*. Oscillographe ayant un équipement mobile constitué sur le principe des galvanomètres à cadre mobile et formé par deux fils tendus très voisins.



Oscillogrammes polaires: A gauche, oscillogramme d'une oscillation de haute fréquence. — A droite, oscillogramme de deux impulsions avec un intervalle de 7,6 millièmes de seconde et une durée inférieure à 1 millième de seconde.

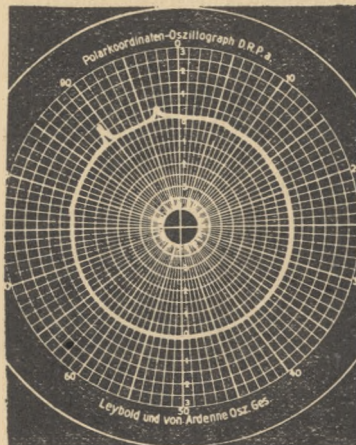
b) à *fer doux*. Oscillographe utilisant l'action d'une bobine sur une bande de fer doux soumise à l'action directrice d'un champ permanent.

c) *cathodique*. Oscillographe utilisant les déviations d'un faisceau cathodique sous l'action d'un champ électrique ou magnétique (C. E. I., 1934). L'oscillographe se distingue de l'ondographe et de l'ondulateur en ce qu'il ne possède ni stylet inscripteur, ni aiguille amplificatrice, qui augmentent considérablement l'inertie de l'équipage. Ces appareils sont remplacés par un pinceau lumineux ou un rayon cathodique sans inertie.

— **Oscillographe de A. Blondel.** Inventé en 1893, cet appareil comporte un équipement de deux fils métalliques tendus dans l'entrefer d'un électroaimant puissant. Les fils de l'équipage, parcourus par le courant variable à oscillographier, subissent dans l'entrefer des déplacements traduits par un petit miroir de 1 millimètre de diamètre. Cet appareil sensible convient pour l'enregistrement des courants alternatifs industriels ou téléphoniques, mais présente encore trop d'inertie pour les courants de haute fréquence.

— **Oscillographe cathodique.** L'oscillographe *cathodique*, qui ne présente aucun organe matériel mobile, et par suite, aucune inertie mécanique, se prête à l'analyse des courants de haute fréquence. Il comporte essentiellement un tube de Braun, émetteur de rayons cathodiques dont un faisceau, limité par un diaphragme tubulaire, donne une image ponctuelle lumineuse sur un écran fluorescent. Dévié par un champ électrique ou magnétique au moyen d'électrodes appropriées, ce faisceau reproduit fidèlement et instantanément sur l'écran la forme de la variation de tension ou de courant électrique qui lui a été imprimée.

L'emploi de la plaque et du film photographiques, impressionnés par les rayons cathodiques, permet l'enregistrement des *oscillogrammes*.



remplissage de gaz et les tubes à vide poussé, qui répondent à des conceptions et à des besoins différents.

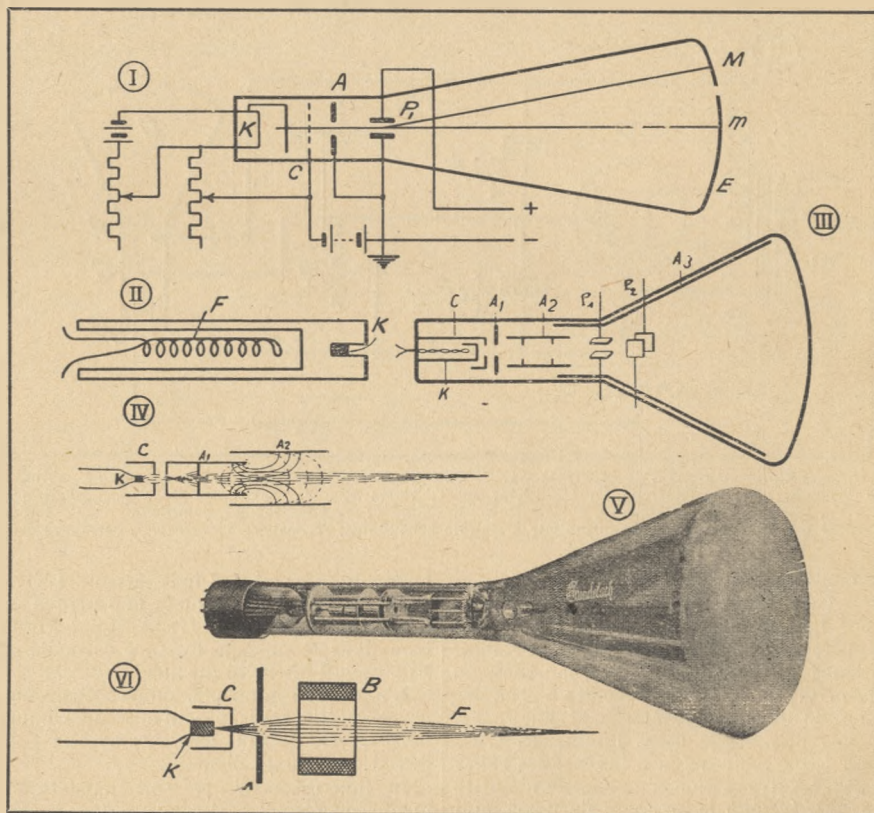
OSCILLOGRAPHES A GAZ. Dans les oscillographes à gaz, l'ampoule est remplie de gaz : argon, hydrogène, néon ou vapeur de mercure. La cathode à chauffage indirect peut être alimentée par courant alternatif. Le foyer d'émission électronique doit être très compact et punctiforme. A cet effet, la cathode a une forme tubulaire et les électrons s'échappent par un petit orifice tubulaire.

La cathode est entourée par une électrode tubulaire, dite *cylindre de Wehnelt*, qui agit comme une grille accélératrice pour augmenter le courant électronique lorsqu'on accroît sa tension. En outre ce cylindre concentre le flux électronique et sert au réglage de la divergence initiale.

L'anode est également tubulaire et concentrique au flux cathodique. Sa tension est variable, mais généralement assez élevée (300 à 2.000 v au moins). Le courant anodique est de l'ordre de un milliampère. Le flux cathodique est de l'ordre de quelques centaines de microampères.

Le flux électronique traverse ensuite un *système de déviation*, constitué par des champs électriques ou magnétiques perpendiculaires entre eux, et qui ont pour

On distingue deux grands groupes de tubes à rayons cathodiques : les tubes à



Oscillographe cathodique: I. Déviation du faisceau cathodique: K, cathode; A, anode-écran; C, cylindre de Wehnelt; P₁, première paire de plaques déviatrices; m, trace du faisceau au repos sur l'écran E; M, trace du faisceau dévié. — II. Cathode à chauffage indirect: F, filament; K, cathode. — III. Ensemble schématique de l'oscillographe: K, cathode; C, cylindre de Wehnelt; A₁, anode-écran; A₂, anode cylindrique; P₁, P₂, plaques de déviation; A₃, métallisation intérieure de l'ampoule formant anode à haute tension. — IV. Concentration du flux cathodique au moyen des champs électrostatiques des anodes A₁ et A₂. — V. Aspect d'un tube cathodique. — VI. Concentration magnétique du flux cathodique F au moyen de la bobine concentrique B.

objet de dévier le flux dans des directions perpendiculaires, analogues à celles des axes de coordonnées d'une courbe. Les champs électriques sont établis entre deux paires de plaques. Les champs magnétiques, au moyen de bobines extérieures au tube.

L'écran fluorescent, qui recouvre le fond du tube, s'illumine au point d'impact du flux cathodique. La couleur de cette illumination dépend de la nature de la substance composant l'écran. Voir à ce sujet *écran et fluorescent*. Le rendement lumineux

à gaz n'en permet guère l'emploi pour la haute fréquence et pour la télévision; l'image perd de la netteté. En outre, une déformation se produit au passage du faisceau par les plaques de déviation, dont l'impédance est aussi assez faible.

OSCILLOGRAPHES A VIDE POUSSÉ. La construction des oscillographes cathodiques s'oriente donc vers la fabrication de tubes à vide poussé. Pour la cathode, des mesures spéciales sont prises pour la protéger contre

En général, on utilise plutôt la concentration électrostatique du flux au moyen d'anodes tubulaires concentriques portées à des tensions électriques croissantes. La disposition des surfaces de niveau du champ est alors telle que le flux cathodique devient convergent; les rayons divergents sont d'ailleurs éliminés au moyen de diaphragmes percés dans des écrans successifs. Pour l'électron, les surfaces équipotentielles agissent comme les dioptrés pour les rayons lumineux. Voir *optique électronique*.

Dans un tube à vide poussé, on rencontre ainsi d'abord le cylindre de Wehnelt entourant la cathode, puis une anode-écran, jouant le rôle de grille-écran. Ensuite le système électronique-optique constitué par deux anodes, dont la première est un cylindre métallique, la seconde un dépôt métallique sur la paroi interne de l'ampoule. L'anode est ainsi prolongée jusqu'à l'écran. Pratiquement, la tension du cylindre de Wehnelt est de — 25 volts (0 à — 50 v); celle de l'écran, de 250 volts; celle de la première anode, de 1.500 volts et celle de la troisième anode, de 7.000 volts. Avec un écran fluorescent de 22,5 cm de diamètre, on peut obtenir une image carrée de 13 cm × 18 cm qui convient à la télévision.

CIRCUITS D'ALIMENTATION. Le chauffage indirect de la cathode est opéré par le courant du secteur ou par batterie d'accumulateurs.

Le courant anodique, très faible (1 mA ou moins) peut être fourni par des piles sèches. Cependant, on adopte en général un redresseur branché sur le secteur alternatif. La tension du cylindre est prélevée sur un potentiomètre ou une résistance.

Dans le cas où l'on utilise des batteries, on place une résistance en série dans le circuit anodique.

Une mise à la terre s'impose pour obtenir un fonctionnement stable. C'est l'anode qui est mise à la terre, ainsi que les plaques de déviation et l'appareillage qu'elles comportent.

DÉVIATION DU FLUX CATHODIQUE. Si une différence de potentiel continue est appliquée entre deux plaques de déviation, le faisceau cathodique dévie du côté de la plaque positive. La *dévi*ation a pour expression :

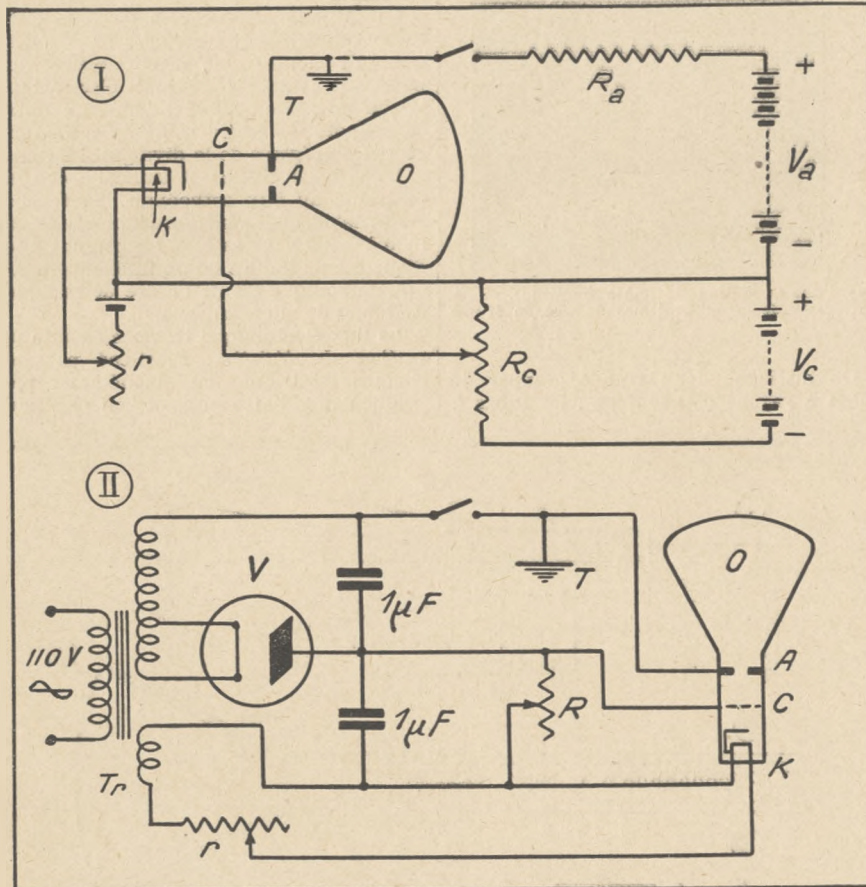
$$D = \frac{lL^2}{2dV}$$

en désignant par l , la longueur des plaques L , la distance du centre des plaques à l'écran; V , la tension anodique; d , la distance entre les plaques et v la tension entre les plaques.

La *sensibilité* S du tube est la déviation par unité de potentiel, autrement dit

$$S = \frac{lL}{2dV}$$

En fait, la déviation réelle est plus faible que la déviation calculée, en raison de l'inertie du gaz et de l'effet de bord des plaques. On a pour S les valeurs de 1,5 mm : V pour les tubes à gaz et de 0,2 à 0,5 mm : V pour les tubes à vide poussé.



Circuits d'alimentations d'un oscillographe : I. Par piles et accumulateurs : K, cathode; C, cylindre de Wehnelt; A, anode-écran; O, oscillographe; T, terre; R_a , V_a , résistance et tension anodiques; R_c , V_c , résistance et tension de polarisation du cylindre; r , rhéostat de chauffage. — II. Par le courant du secteur : T_r , transformateur à double secondaire; V, valve; T, terre; O, oscillographe.

le meilleur correspond à la couleur jaune-vert (sensibilité maximum de l'œil). Mais pour la télévision, on choisit souvent la lumière blanche, qui traduit mieux la réalité.

Dans les premiers tubes cathodiques, on éprouvait une certaine difficulté à produire un flux suffisamment intense, et, par conséquent, une image assez lumineuse. C'est pour y parvenir qu'on a inventé les tubes à gaz. L'introduction d'une petite quantité de gaz, jusqu'à la pression de 0,005 mm de mercure, permet d'abaisser la tension anodique et de développer un courant d'ionisation. Les ions, plus inertes que les électrons secondaires, viennent renforcer le faisceau par l'attraction des électrons.

Toutefois, l'inertie plus grande du tube

le bombardement des ions gazeux. L'électrode de Wehnelt est alors une plaque ou un petit cylindre dont le fond est percé d'un trou pour le passage du flux cathodique. Elle règle l'intensité du flux.

L'anode est multiple, pour obtenir une concentration suffisante du faisceau, comme nous le verrons plus loin. Les systèmes de déviation sont les mêmes.

Le flux est concentré soit magnétiquement, soit électrostatiquement. La concentration magnétique est faite par une bobine dont l'axe est concentrique au flux. Son action est absolument comparable à celle d'une lentille convergente en optique. La bobine est parcourue par un courant continu; on prévoit environ 100 ampères-tours.

Si l'on applique aux plaques verticales une tension alternative, le point d'impact se déplacera sur l'écran et l'image sera un segment de droite horizontale.

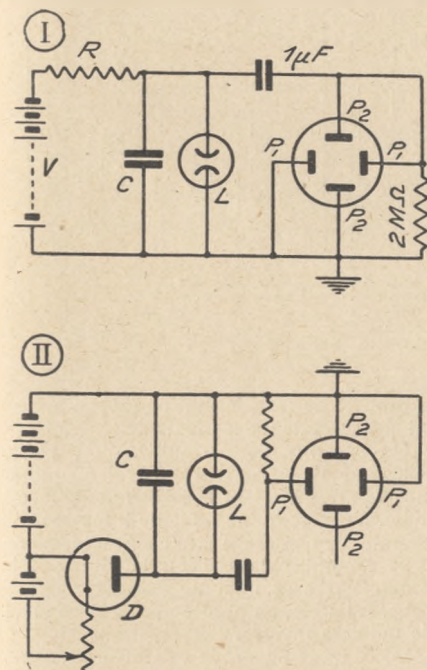
Si l'on applique également cette tension alternative sur l'autre paire de plaques perpendiculaires aux premières, on observera sur l'écran un segment de droite oblique. La modification de l'amplitude et de la phase des tensions déviatrices transforme l'image en cercle, ellipse ou figure de Lissajous.

Si la déviation est opérée par champ magnétique, elle prend la forme

$$d = H \frac{e l L}{m v}$$

où H est le champ magnétique; e et m , la charge et la masse de l'électron; l , le parcours électrique dans le champ magnétique; L , la distance du milieu du champ magnétique à l'écran; v , la vitesse des électrons. Les bobines peuvent être placées à l'extérieur du tube. La déviation magnétique évite certaines distorsions et se révèle commode pour le relevé des courbes d'hystérésis; en ce cas, l'échantillon de fer à étudier est employé comme noyau de la bobine de déviation.

LES BASES DE TEMPS. Pour obtenir la caractéristique d'un phénomène en fonction du temps, on porte son amplitude en



Bases de temps pour oscilloscope : I. Générateur d'oscillations de relaxation avec lampe à luminescence. — II. Le même générateur dans lequel la résistance R est remplacée par une diode D : C , capacité de relaxation; L , lampe à luminescence; P_1 , P_2 , paires de plaques de déviation.

ordonnées et le temps en abscisses. Avec l'oscilloscope cathodique, on peut de même obtenir cette caractéristique sur l'écran, à la condition d'appliquer sur l'une des paires de plaques déviatrices une ten-

sion proportionnelle à l'amplitude du phénomène et sur l'autre paire, une tension qui croît proportionnellement à la tension pendant toute durée de la période, pour revenir à zéro en fin de période. On définit une telle base de temps au moyen d'une courbe en dents de scie, telle que celle donnée par les oscillations de relaxation.

Ces oscillations de relaxation sont produites par la charge progressive d'un condensateur à travers une résistance, puis par la décharge brusque à travers un tube à luminescence ou un thyatron. La période des oscillations de relaxation est

$$T = CR \frac{V_d}{V - V_m}$$

en désignant par C la capacité du condensateur; R , la résistance; V_d la différence entre la tension d'amorçage et celle d'extinction du tube; V , la tension de la bat-

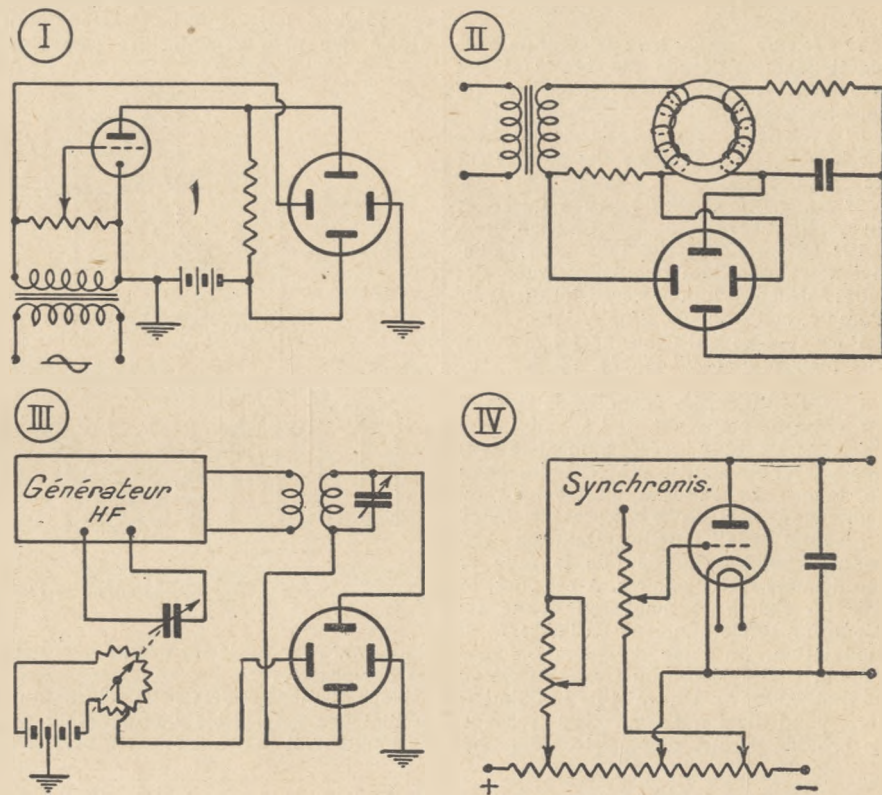
la tension anodique est supérieure à la tension de saturation.

On peut aussi utiliser une lampe à grille-écran ou une penthode à haute fréquence.

APPLICATIONS DE L'OSCILLOGRAPHES CATHODIQUE. Cet appareil a reçu de nombreuses applications, qui s'étendent chaque jour davantage. En voici un bref résumé :

1° *Télévision*. L'oscilloscope cathodique s'est progressivement substitué à tous les autres procédés de réception de l'image de télévision, en raison de ses qualités exceptionnelles : inertie très faible du faisceau cathodique, facilité de modulation à très grande vitesse et de définition à grand nombre de lignes.

2° *Technique de la haute fréquence* : Essais de condensateurs : mesure de la capacité, de la résistance de fuites, de la constante diélectrique. — Essais de bobines et de transformateurs : self-inductance, per-



Mesures à l'oscilloscope : I. Relèvement de la caractéristique d'une lampe électronique. — II. Essai au tore des matériaux ferromagnétiques. — III. Relèvement d'une courbe de résonance. — IV. Montage d'un thyatron.

rie et V_m la tension moyenne aux bornes de la lampe à décharge lumineuse. C peut être comprise entre 0,0001 et 1 microfarad; R doit rester assez importante pour conserver la stabilité de la décharge. Pour que la variation de tension en fonction du temps reste linéaire, il convient d'utiliser une tension V assez élevée.

Si l'on remplace la résistance par une diode travaillant dans la partie saturée de sa caractéristique, on obtient une base de temps rigoureusement linéaire, car le courant de charge reste constant, tant que

méabilité, amorçage et désamorçage d'oscillations. — Essais de circuits oscillants : mesure de l'amortissement, de la caractéristique de fréquence. — Essai des lampes : inclinaison, facteur d'amplification, résistance intérieure, courant de saturation, caractéristiques statique et dynamique, surmodulation, puissance. — Amplificateur : caractéristique d'amplification, tension perturbatrice, déphasage. — Récepteur : mesure de la sensibilité aux perturbations, amplification à haute fréquence, amplification de la détectrice, amplifica-

tion à basse fréquence; courbe de sélectivité, caractéristique de fréquence. — *Haut-parleurs* : caractéristiques de courant et de puissance en fonction de la fréquence, étude stroboscopique des membranes. — *Lecteurs phonographiques* (pick-up). Courbes caractéristiques de fréquence et de distorsion. — *Redresseurs*. — *Emetteurs* : mesures d'amortissement, de tension de perturbation, du taux de modulation. — *Intensité du champ*.

3° *Courants faibles et courants forts* : Toutes les mesures sur les appareils de télégraphie, téléphonie et d'électricité industrielle.

4° *Technique du film sonore* : Mesures acoustiques de microphones, haut-parleurs, durée de réverbération, fréquences propres et amortissement des systèmes oscillatoires.

5° *Mécanique* : Mesures des chocs, vibrations, accélérations, vibrations, extensions, traction, etc...

6° *Balistique et chimie* : Étude de la variation de pression des déflagrations explosives.

7° *Moteurs à explosion* : Diagrammes de fonctionnement, étude des bruits et des résonances, mesure des pressions sur les coussinets.

8° *Technique ferroviaire* : Étude des chocs sur la voie, de la pression des archets sur les lignes.

9° *Diagnostic médical* : Étude du cœur, du système nerveux, de la respiration, etc...

10° *Laboratoire* : Études des tubes radiologiques, des cellules photoélectriques, des tubes à décharge lumineuse, localisations d'orages, météorologie, géophysique.

Pour tout ce qui concerne les mesures, voir *mesures à l'oscilloscope*.

— **Oscillographe cathodique polaire ou à champ tournant.** Cet appareil ne se distingue de ceux précédemment décrits que par l'agencement différent des bases de temps. Le faisceau électronique est commandé par un condensateur cylindrique qui définit l'oscillogramme en coordonnées polaires au lieu de le faire en coordonnées rectangulaires. A cet effet, on crée un champ tournant qui donne sur l'écran un cercle lumineux en l'absence de modulation. La ligne d'exploration peut ainsi atteindre 30 centimètres et la vitesse du spot, 60 km : s. Un trajet de 1 millimètre correspond alors à 1/60.000.000^e seconde. Ce procédé permet d'enregistrer des phé-

nomènes dont la durée ne dépasse pas 1/40.000.000^e seconde. Le réglage de la vitesse du spot permet d'enregistrer des phénomènes dont la durée maximum varie entre 1/600^e et 1/50^e seconde. La disposition circulaire évite le « retour » du balayage. Par potentiomètre on contrôle le centrage du cercle sur le réseau de références en coordonnées polaires. On peut enregistrer simultanément deux phénomènes oscillatoires sur l'écran, grâce à deux systèmes de balayage indépendants. Toutes les connexions intérieures sont blindées.

(Angl. *Oscillograph*. — All. *Oszillograph*.)

OSCILLOSCOPE. Tube à gaz raréfié servant à reconnaître, par l'apparition de la lueur négative, la présence et le sens d'une forte différence de potentiel (C. E. I., 1934). Synonyme *Ondoscope*.

— **Oscilloscope cathodique.** Nom donné parfois à l'oscillographe à rayons cathodiques lorsque cet appareil n'est utilisé que pour regarder les caractéris-

tionnement d'un appareil radiorécepteur.

On utilise un tube cathodique à gaz, inapte à donner des images de télévision, mais capable d'effectuer les mesures radio-électriques courantes. L'écran du tube a un diamètre de 13 centimètres. Le filament est chauffé sous 0,4 v par 1,25 A. La tension anodique peut être graduée de 300 à 3.000 volts. A partir de 800 volts, le spot a un éclat suffisant. La sensibilité est caractérisée par une déviation de 0,35 mm par volt.

L'alimentation est assurée par deux transformateurs donnant, l'un le courant de chauffage (2 A sous 3 v), de la valve et du tube, l'autre la haute tension. Un rhéostat règle le chauffage. Le réglage de la haute tension s'effectue par le primaire au moyen d'un commutateur à six positions et de résistances. On obtient ainsi 10, 20, 45, 80 et 110 volts au primaire, soit 200, 400, 800, 1.500 et 2.000 volts au secondaire. Le voltmètre est branché sur le primaire. La tension au secondaire est calculée par

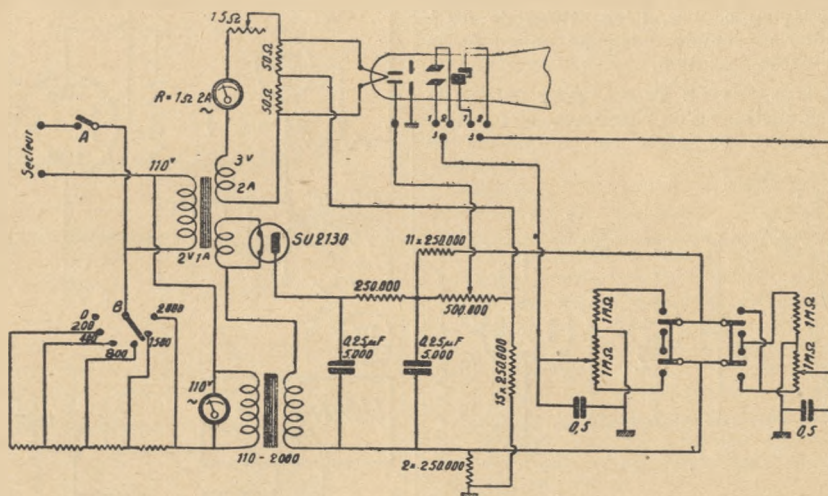


Schéma d'un oscilloscope à rayons cathodiques.

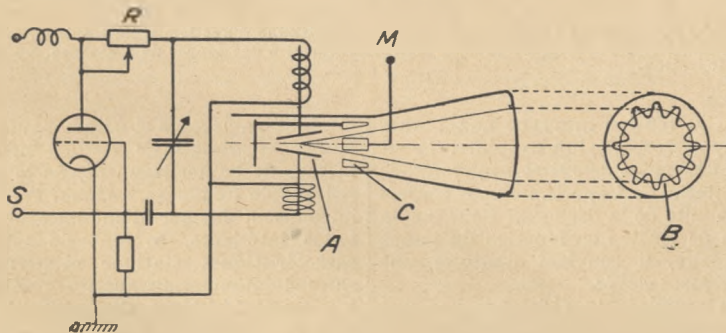
tiques qui se forment sur l'écran, non pour les enregistrer.

Nous donnons ci-dessous le schéma d'un oscilloscope susceptible d'être monté par un amateur et pouvant servir à vérifier le

le rapport de transformation (20) ou déterminée par étalonnage préalable.

Un système de verrouillage est prévu pour que l'interrupteur général ne puisse être fermé que si la tension anodique est nulle. Ce n'est qu'au bout de 2 minutes, le courant de chauffage étant stabilisé, qu'on peut appliquer la tension anodique, très progressivement pour ne pas détériorer le tube. A l'arrêt, on procède progressivement de manière inverse.

Le courant anodique est filtré par deux condensateurs de 0,25 µF isolés à 5.000 volts avec une résistance de 250.000 ohms en guise d'impédance. Un potentiomètre répartit les tensions de polarisation sur le cylindre de Wehnelt et sur les plaques de déflection. On utilise un potentiomètre de 500.000 ohms pour le cylindre (tension de concentration) et une résistance de 3,75 mégohms formée par 15 résistances de 250.000 ohms associées en série. Le point milieu du filament, déterminé par deux résistances de 50 ohms, est réuni au point



Oscillographe cathodique polaire : A, électrode pour la production de la forme circulaire. — B, Contrôle de la forme circulaire par comparaison avec le cercle zéro de l'échelle de l'écran. — C, condensateur cylindrique donnant la déviation radiale. — R, régulateur du diamètre du cercle. — M, tension à mesurer. — S, tension de synchronisation.

de jonction de ces deux ensembles de résistances potentiométriques. L'anode du tube est connectée à la masse. Mais comme pour la déflexion on peut avoir besoin d'une tension plus élevée que la tension anodique, on dispose encore de deux résistances de 250.000 ohms en série. Les plaques de déflexion sont alimentées par potentiomètre avec un inverseur de position du spot. Le système comporte une résistance fixe de 1 mégohm et un potentiomètre de la même valeur, en série avec 11 résistances de 250.000 ohms, formant 2,75 mégohms.

Si ce tube ne comporte pas de métallisation extérieure, on le recouvrira d'une couche de graphite colloïdal ou d'une feuille de papier d'aluminium, collée contre le verre de l'ampoule et mise à la masse. Il est bon d'introduire le tube dans un blindage magnétique à haute perméabilité. Ce blindage doit être très bien fait, les moindres fuites magnétiques se traduisant par un étalement du spot sur plusieurs millimètres de largeur. L'ampèremètre de courant de chauffage suffit à produire ce dérangement si c'est un instrument à fer doux.

La tension anodique doit être minutieusement réglée. Au repos, elle ne doit pas dépasser 800 volts, sinon la couche fluorescente se détériore et le verre peut même être percé. Pendant le balayage, la tension peut atteindre 2.000 volts sans inconvénient.

Oscilloscope à miroir tournant.

Cet appareil, imaginé par un amateur américain, a été ainsi perfectionné par Ch. Guilbert. Il consiste dans l'emploi d'un tube au néon, de forme rectiligne, dans lequel la hauteur de la colonne lumineuse varie en fonction de la tension appliquée au tube. Ces variations, lorsqu'elles sont trop rapides, ne sont plus perçues par l'œil, mais on peut cependant les mettre encore en évidence, par l'examen du tube, à l'aide d'un miroir tournant.

Ce tube comprend deux électrodes filiformes séparées par un intervalle de 2 à 3 millimètres et renferme du néon pur.

Si nous appliquons aux bornes d'un tel tube une tension continue régulièrement croissante, nous constaterons qu'il faut atteindre environ 180 volts pour qu'une décharge s'amorce dans le tube et qu'une sorte d'auréole de couleur orangée vienne entourer l'extrémité médiane de l'électrode réunie au pôle négatif de la source. En augmentant la tension jusqu'aux environs de 220 volts on obtiendra l'illumination graduelle de la même moitié du tube, jusqu'à l'extrémité de celui-ci. Notons encore qu'en faisant décroître la tension appliquée au tube, l'extinction ne se produira que pour une tension quelque peu inférieure à celle de l'allumage, par exemple, vers 170 volts.

En supposant maintenant que nous appliquions au tube une tension alternative de 220 volts, le tube entier paraîtra illuminé, puisque à chaque demi-période la lueur orangée atteindra successivement l'extrémité de chacune des deux moitiés du tube. Toutefois, d'après ce que nous venons de dire l'amorçage du tube ne se produira que pendant les moments où la tension sera supérieure à 180 volts environ, c'est-à-dire

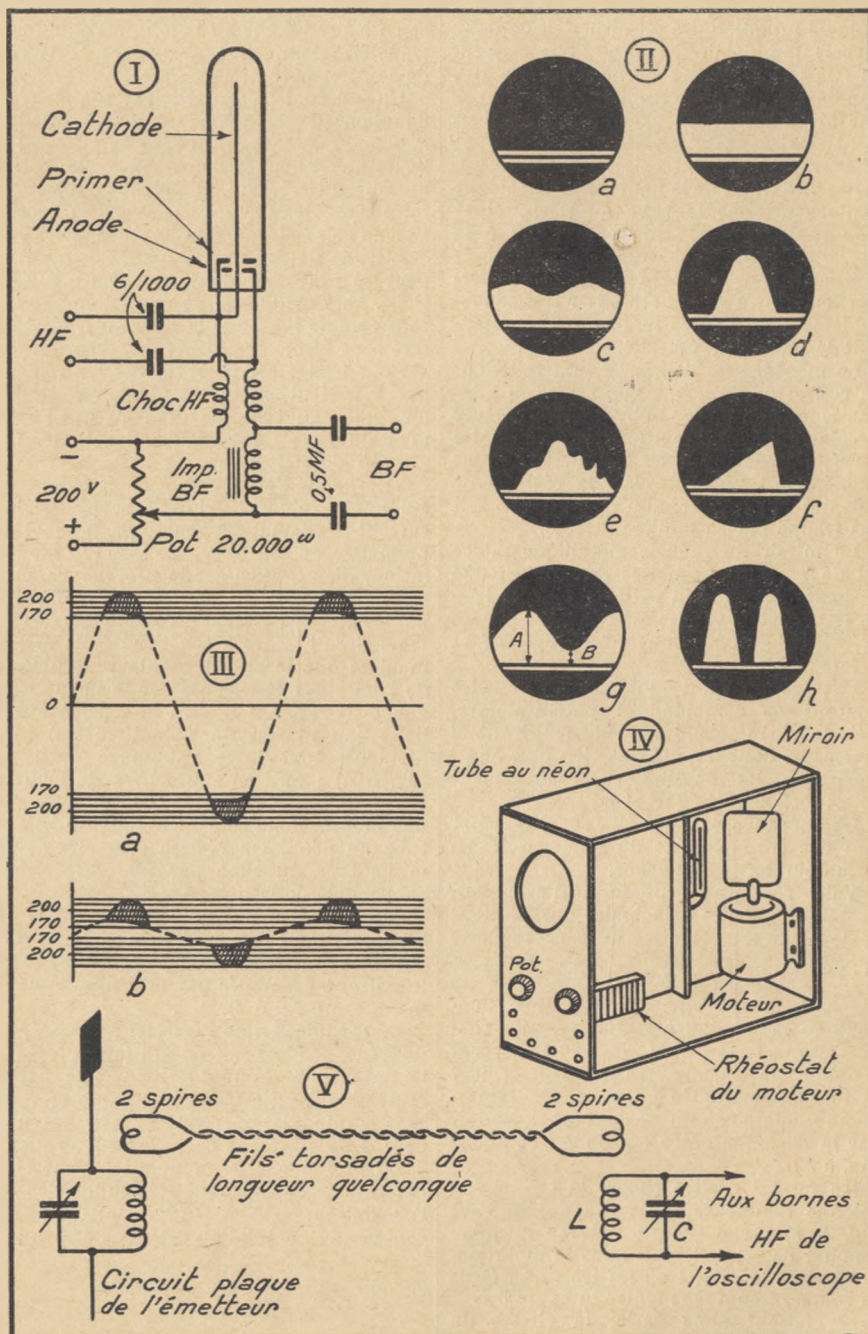
dans les parties hachurées de la sinusoïde représentant notre courant alternatif (fig. 2a).

Mais en réalité, comme les extrémités des deux électrodes ne sont distantes que de quelques millimètres à peine et que chacune d'elles ne commence à s'illuminer que quand sa tension est de l'ordre de 180 volts, par rapport à l'autre électrode, la partie en pointillé de la sinusoïde de la figure 2 a, se trouve, en quelque sorte, escamotée; les points d'allumage sont donc

artificiellement rapprochés, par suite de la construction du tube et l'illumination de ce dernier, en fonction du temps, est montrée par la figure 2 b.

Le courant, sinusoïdal à l'origine, se trouve ainsi totalement déformé et c'est le reproche qu'on peut faire au procédé américain.

La connaissance du mal permet de lui chercher un remède. Il suffit : a) de n'examiner à la fois qu'une série d'alternances du courant à étudier, soit la série des alter-



Oscilloscope à miroir tournant: I. Schéma de principe. — II. Images des formes de courant données par le miroir tournant. — III. Allumage du tube au néon sur courant alternatif sinusoïdal. — IV. Montage pratique de l'oscilloscope. — V. Analyse de la modulation d'un poste émetteur (d'après Ch. Guilbert).

nances positives, soit celle des alternances négatives; b) d'appliquer au tube une tension continue égale à sa tension d'allumage afin que la courbe représentative du courant ne subisse pas de coupure.

Dans ces conditions, un simple tube au néon pour indicateur visuel d'accord est suffisant et l'on bénéficie de plus de la présence d'une électrode auxiliaire (dite « primer ») capable de stabiliser le fonctionnement du tube.

Le schéma auquel M. Guilbert s'est arrêté est donné par la figure 2. Il est possible de lui adjoindre un dispositif de deux inverseurs bipolaires, l'un aux bornes d'entrée HF, l'autre aux bornes d'entrée BF, afin de pouvoir plus commodément que par une inversion de fils examiner successivement les deux alternances (positive et négative) du courant.

Les variations de la hauteur de la colonne lumineuse, dans le tube au néon, étant trop rapides pour être perceptibles à la vue, il suffit de les observer dans un miroir tournant. Pour certaines vitesses de ce dernier, on pourra voir et stabiliser très convenablement les figures lumineuses représentant le phénomène étudié.

Le montage de l'appareil sera fait dans un coffret de bois, que l'on tapissera intérieurement de papier noir. Une couverture circulaire de 7 à 8 centimètres de diamètre permet la vue du miroir tournant. Le tube au néon est placé derrière la règlette de bois qui le supporte, afin que l'œil ne soit pas frappé par sa lumière directe.

Le miroir du modèle métallique mince est de 7 x 9 centimètres environ est fixé en bout d'arbre d'un petit moteur de 1/60 de HP, dont la vitesse est contrôlée par un rhéostat de 1.000 ohms très progressif et à fort débit.

Le panneau avant du montage groupe les boutons de commande : potentiomètre, rhéostat du moteur, éventuellement les deux inverseurs dont il a été question plus haut, ainsi que les douilles de branchement (+ et - 200 volts, HF et BF).

L'impédance BF peut être constituée par l'un des enroulements d'un ancien transformateur basse fréquence.

Voici résumées, sous forme d'exemples, quelques-unes des principales observations susceptibles d'être faites avec ce modeste appareil.

1° *Analyse du courant redressé par un bloc de tension anodique.* Cette source, donnant au moins 180 à 200 volts, sera connectée aux bornes + et - 200 volts. Par le potentiomètre, on augmentera doucement la tension appliquée au tube. On remarquera soudain l'allumage de celui-ci, traduit par la décharge entre « primer » et anode (fig. 5 a).

En faisant croître encore la tension, la colonne lumineuse montera dans le tube (fig. 5 b) : elle pourra s'élever jusqu'au sommet de celui-ci, mais nous la maintiendrons vers la moitié ou les trois quarts de sa course, comme le montre la figure 5 b.

En faisant alors varier la vitesse du moteur, à l'aide du rhéostat, nous observerons soigneusement la démarcation supérieure de la zone lumineuse. Si elle reste droite (fig. 5 b), le filtrage du courant

redressé est parfait. Si, par contre, se manifestent des ondulations que l'on peut stabiliser pour certaines vitesses du moteur (fig. 5 c), le courant est imparfaitement filtré et si l'ondulation est par trop profonde, cela dénote un filtrage insuffisant.

La source de tension auxiliaire est ainsi vérifiée et nous supposons qu'elle donne un courant rigoureusement continu.

2° *Analyse d'un courant alternatif.* Ce courant sera conduit aux deux bornes d'entrée BF, en prenant soin que sa tension soit seulement de l'ordre de 15 à 20 volts et en l'y réduisant au besoin, à l'aide d'un transformateur convenable ou d'un diviseur de tension potentiométrique.

Un courant alternatif sinusoïdal sera figuré par sa demi-période, comme le montre la figure 5 d. Certains courants à 50 p : s livrés aux abonnés des réseaux de distribution d'électricité, peuvent avoir une forme très singulière; nous avons eu l'occasion de voir celle que représente la figure 5 e.

L'étude de courants à fréquence audible peut se pratiquer dans les mêmes conditions. Une oscillation de relaxation se tracera comme l'indique la figure 5 f, c'est-à-dire sous forme de « dents de scie ».

Pour toutes ces observations, on réglera par le potentiomètre la tension continue appliquée au tube, de manière que l'examen du miroir tournant présente le maximum de netteté.

3° *Analyse de courants à haute fréquence.* En haute fréquence, l'oscilloscope servira surtout à l'amateur émetteur, auquel il permettra de contrôler « de visu » sa modulation, d'en déterminer la profondeur, etc. Le montage de l'appareil sera complété par les accessoires que représente la figure 6.

Le circuit LC sera constitué de la même manière que le circuit oscillant de plaque de l'émetteur et accordé sur la même longueur d'onde. On réglera la tension auxiliaire (au moyen du potentiomètre) afin d'obtenir tout juste l'allumage du tube (fig. 5 a) : puis on approchera de l'émetteur la bobine de couplage, on remarquera une montée de la colonne lumineuse dans le tube au néon. On réglera celle-ci vers la mi-hauteur du tube par une disposition convenable de la bobine.

Alors, on pourra comme nous venons de l'indiquer pour l'étude des courants redressés, déterminer si l'onde porteuse est pure (fig. 5 b) ou modulée par un courant d'alimentation (fig. 5 c).

La modulation de l'émetteur par un son de fréquence fixe se traduira (après réglage de la vitesse du moteur) par une figure semblable à celle qui est montrée en 5 g. Une surmodulation serait décelée par une courbe du genre de celle de la figure 5 h.

La profondeur de modulation peut être déterminée en évaluant les amplitudes de l'oscillation, en A et B (fig. 5 g). Le pourcentage de modulation est alors égal à :

$$\frac{A - B}{A + B} \times 100.$$

En dehors de ces quelques applications, cet oscilloscope est encore capable de servir à d'autres expériences.

(Angl. *Oscilloscope*. — All. *Oscilloskop*.)

OSMORÉGULATEUR. Régulateur imaginé par Villard et basé sur l'osmose (absorption) de l'hydrogène dans le platine incandescent (C. E. I., 1934).

(Angl., All. *Osmoregulator*.)

OSOPHONE ou OSSIPHONE. Appareil destiné à permettre aux sourds d'entendre. Sorte de téléphone à anche vibrante, qui, appliqué sur un os de la tête (mâchoires, dents, etc.), assure la transmission des vibrations sonores jusqu'aux organes de l'oreille interne par le canal des os du crâne.

(Angl., All. *Osophone, Ossiphone*.)

UDIN. Montage Oudin. Du nom d'un médecin français, montage dans lequel le couplage entre les circuits à haute fréquence primaire et secondaire est assuré par un *autotransformateur* sans fer, constitué généralement par une bobine cylindrique. Pour l'émission, cette bobine est en tube

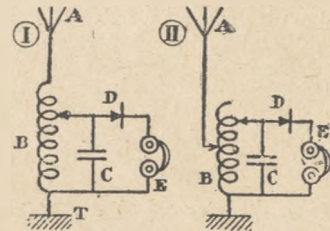


Fig. 6. Montages d'accord Oudin : I. Avec bobine à un curseur. — II. Avec bobine à deux curseurs : A, antenne; T, terre; B, bobine; C, condensateur; D, détecteur; E, écouteur.

de cuivre, avec des prises mobiles. Pour la réception, la bobine est en fil de cuivre isolé, avec des prises fixes aboutissant à un commutateur à plots ou avec un ou plusieurs curseurs mobiles le long des génératrices du cylindre. Une partie de la bobine, intercalée entre l'antenne et la terre, constitue la *primaire*, l'autre, intercalée entre le détecteur et la terre, constitue la *secondaire*. Voir *réception directe, couplage, montage, autotransformateur, etc...*

(Angl., *Oudin Device, Autojigger*. — All. *Oudin Schallung*.)

OUVERT. Se dit d'une machine ou d'un appareil construit sans protection spéciale des parties sous tension ou en mouvement (C. E. I., 1934). Se dit d'un circuit qui n'est pas fermé sur lui-même, dont la liaison conductrice présente une solution de continuité.

— **Circuit électrique ouvert.** Circuit électrique présentant une coupure opérée par exemple au moyen d'un interrupteur, d'un commutateur, d'un porte-fusible, etc... On dit qu'une source d'électricité (pile, dynamo, alternateur, etc.) est à *circuit ouvert*, lorsqu'elle ne débite aucun courant, aucun circuit fermé n'étant relié à ses bornes. A circuit ouvert, la tension aux bornes de la source est égale à sa force électromotrice, parce que, la source ne débitant pas, il n'y a aucune chute ohmique de tension à l'intérieur de cette source.

— **Caractéristique à circuit ouvert.** Courbe indiquant la variation de la tension aux bornes d'un générateur à circuit ouvert en fonction du champ magnétique inducteur de ce générateur.

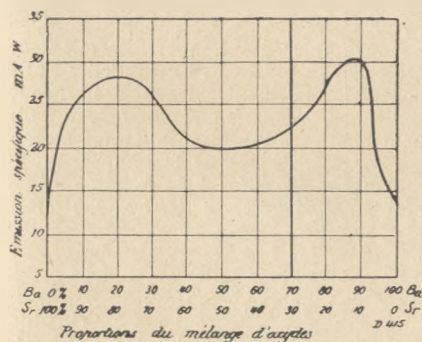
— **Circuit magnétique ouvert.** Circuit magnétique en fer ou autre substance magnétique présentant une solution de continuité ou *entrefer*, espace d'air que le flux magnétique peut cependant franchir. L'entrefer peut être plus ou moins grand et varier depuis une fente de quelques centièmes de millimètre jusqu'à tout l'espace entourant un noyau de fer.

(Angl. *Open Circuit*. — All. *Offener Kreis*.)

OUVRIR. Ouvrir un circuit. Détruire la continuité des liaisons conductrices du courant électrique en pratiquant une *coupure* dans ce circuit. En fait, on se contente d'*ouvrir* un interrupteur, c'est-à-dire de le placer dans la position où il établit la coupure.

(Angl. *To Open*. — All. *Offnen*.)

OXYDE. Cathodes à oxyde. On augmente considérablement le *pouvoir émissif* du filament ou de la cathode d'une lampe électronique en le recouvrant d'une couche d'oxyde, particulièrement d'oxydes alcalino-terreux : calcium, baryum, strontium et aussi magnésium, zinc, cadmium, tho-



Variation de l'émission électronique d'un filament à oxydes en fonction de la proportion d'oxydes de baryum et de strontium. (D'après H. Simon.)

rium, zirconium (Wehnelt, 1903). Par contre les oxydes de fer, aluminium, nickel, cobalt, chrome, cuivre semblent inactifs. Le pouvoir émissif des mélanges d'oxydes dépasse de beaucoup celui des oxydes purs. Le filament métallique — alliage de platine avec 6 pour 100 d'iridium — est recouvert de couches successives d'une pâte obtenue en délayant les oxydes ou carbonates dans la paraffine ou la résine. Au bout de seize opérations et après chauffage à 1.200 C qui détruit l'agglomérant, on obtient une couche très adhérente, renfermant 2 à 3 milligrammes de baryte ou de strontiane par centimètre carré. L'émission est très forte, même avec une couche monomoléculaire de chaux.

Les cathodes à oxyde sont utilisées normalement dans les lampes électroniques modernes de réception; elles permettent, à égalité de tension de chauffage et pour

des courants de chauffage plus petits, de réaliser des facteurs d'amplification 7 fois plus grands qu'avec le tungstène thorié et 45 fois plus grands qu'avec le tungstène pur.

Pour obtenir une émission électronique de 0,04 A : cm² avec le tungstène pur, il faut une température de 2.300° absolus environ; tandis que la température tombe à 1.330° avec le tungstène thorié et à 800° avec l'oxyde de baryum. La longévité du filament peut ainsi être prolongée pendant des dizaines de milliers d'heures de service. Voir *émission, émissif, cathode, filament, lampe*, etc...

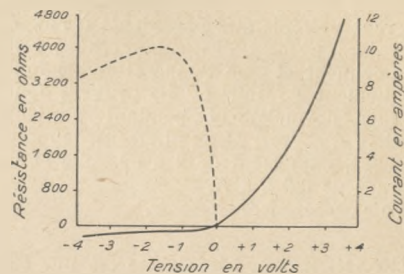
(Angl. *Oxide*. — All. *Oxyd*.)

— **Oxyde de cuivre.** Le contact cuivre-oxyde de cuivre est utilisé comme contact rectifiant, soit pour la détection des courants de haute fréquence, soit pour le redressement des courants alternatifs industriels.

Le redresseur ou le détecteur à oxyde de cuivre sont généralement constitués par l'empilement de disques en cuivre pur, oxydés sur l'une de leurs faces. Parfois, le contact est opéré de même entre magnésium et sulfure de cuivre.

Les détecteurs et redresseurs à l'oxyde de cuivre portent des noms divers, tels

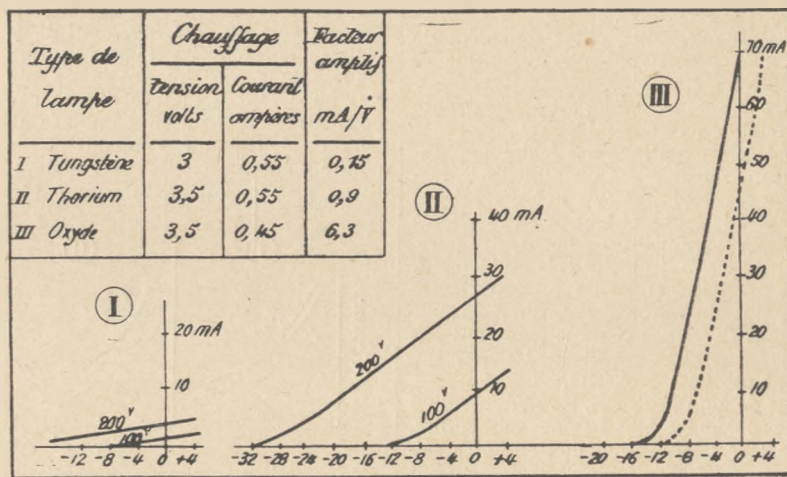
de l'ordre de 10 kilogrammes par kilowatt. Dans la pratique radioélectrique, on utilise à la réception des redresseurs de 6 à 15 watts; pour l'appareillage ferroviaire, des redresseurs de 200 watts. La puissance



Caractéristique d'un redresseur à oxyde de cuivre.

volumique est de 0,07 watt par centimètre cube, c'est-à-dire 4 à 5 fois plus élevée que pour les autres types de redresseurs.

Le désavantage du redresseur à oxyde de cuivre, c'est qu'il supporte mal une élévation de température. La température ne doit pas dépasser 60° C. Le courant admissible, 70 mA : cm², peut, avec une ventilation appropriée, être porté à 0,5 A : cm².



Émission électronique des oxydes: Comparaison des caractéristiques de trois lampes de réception allemandes: I. Triode RE 11 (1923), au tungstène; II. RE 97 (1925) au thorium; III. K 454 (1927), à oxydes. (D'après H. Simon.)

que *oxymétal*, *cuproxide*, etc..., qui rappellent leur principe.

Le contact cuivre-oxyde de cuivre est, en effet, doué de conductibilité unilatérale. La résistance électrique dans le sens oxyde-cuivre est faible, tandis que dans le sens cuivre-oxyde elle est forte et croît avec la tension. On admet qu'il y a des électrons qui se déplacent du cuivre à l'oxyde. Le pouvoir de redressement est d'environ 70 pour 100. A haute fréquence, le rendement est moins bon, par ce que la capacité des deux surfaces en contact intervient pour dériver le courant.

Pour le redressement du courant, on admet un volume total des rondelles de cuivre de 7 dm³ par kilowatt. Le poids est

Les disques ont généralement 2 à 3 centimètres de diamètre.

Le travail sur les deux alternances du courant est obtenu par un montage en pont. Le pouvoir redresseur est maximum pour une pression de serrage optimum dont on cherche à se rapprocher.

La caractéristique de redressement peut être variée par le traitement thermique après oxydation. Un refroidissement lent dans l'air donne des résistances élevées; un refroidissement rapide, des résistances faibles. L'oxydation à la surface du cuivre se produit vers 1.040° C.

Pour assurer un bon contact entre les couples cuivre-oxyde de cuivre, on intercale des rondelles de plomb qui s'écrasent

ou du graphite colloïdal qui ne réagit pas chimiquement.

Les redresseurs au magnésium-sulfure de cuivre, qui ont un courant inverse 75 fois plus faible que le courant direct (30 ohms dans un sens et 0,4 ohm dans l'autre) sont souvent préférés aux précédents à l'oxyde de cuivre, parce qu'ils supportent 4 volts par élément et une température de fonctionnement de 150° C. Ils peuvent fonctionner normalement pendant plusieurs milliers d'heures. Les redresseurs, montés en pont, admettent de 2 à 50 volts et un courant de 0,2 à 3 A.

Voir *cuproxyde*, *redresseur*.

OZOKÉRITE. L'ozokérite est une cire minérale naturelle. Sa réaction est parfaitement neutre. Son pouvoir de fusion est élevé (de 67° jusqu'à 85 et 87° C. Certaines ozokérites ne fondent qu'à 115 et 120° C). Son pouvoir isolant (résistance électrique) est très grand. Elle ne se décompose pas et ne s'altère pas même aux températures supérieures à 120° centigrades. Très plastique elle résiste sans se fendiller aux brusques différences de température.

Elle présente sur la chloronaphtaline, la paraffine et les cires analogues les avantages suivants :

1° La paraffine a un point de fusion trop bas et elle se cristallise.

2° La cire d'abeille, outre son point de fusion trop bas, a une réaction acide et attaque les métaux.

3° La cire de carnauba est très cassante et de fendille en se refroidissant.

4° Les cires synthétiques (chloronaphtalines) sont dangereuses ou difficiles à travailler à cause des vapeurs nocives qu'elles dégagent à la fonte, et leur poids spécifique est 1.500 contre 900 pour l'ozokérite pure. En outre elles se fendillent très rapidement.

Lorsqu'on recherche un produit neutre d'un point de fusion élevé, d'une grande résistance électrique et ne se fendillant pas aux brusques changements de température on peut utiliser l'ozokérite.

Dans de nombreux cas, les *cérésines* d'un prix sensiblement plus bas peuvent suffire, encore leur composition doit-elle être soigneusement étudiée pour répondre au but à atteindre.

La résistance électrique de l'ozokérite est, en surface, de 3 à 7 fois celle de la paraffine et, en profondeur, de 220 à 1.700 fois celle de la paraffine, d'après les mesures effectuées par la Physikalische technische Reichsanstalt de Berlin.

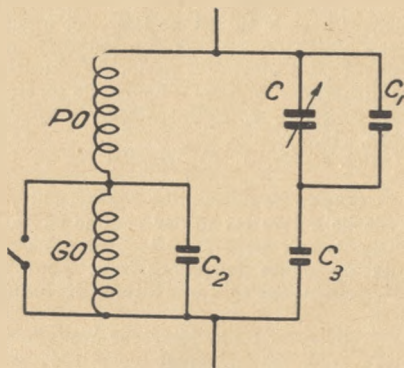
(Angl. *Ozokerite*. — All. *Ozokerit*.)

P

PADDING (Terme anglais). Condensateur ajustable monté en série avec le condensateur variable multiple d'un récepteur à l'effet de déplacer la caractéristique d'ac-

cord pour compenser les variations d'inductance des bobines.

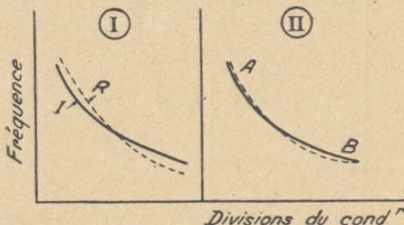
Dans les récepteurs à réglage unique, on est en effet amené à corriger les défauts d'identité des bobines en montant en dérivation sur elles des condensateurs d'appoint appelés *trimmer*. Il en résulte une transla-



Montage du padding dans le circuit d'accord : C, condensateur d'accord ; C1, C2, trimmers PO et GO ; C3, padding.

tion de la caractéristique longueur d'onde-capacité par rapport à l'axe des capacités.

Mais dans certains cas, il faut changer également l'inclinaison de la courbe. C'est le rôle du *padding*, dont l'effet est négligeable pour les faibles valeurs du condensateur variable, mais de plus en plus important à mesure que sa capacité croît. Grâce à l'action combinée de ces deux condensateurs d'appoint, on arrive à faire coïncider les courbes d'accord des divers circuits oscillants commandés par



Alignement de deux courbes d'accord au moyen du padding : I : 1. Courbe idéale ; R, courbe réelle ; II : Coïncidence des courbes I et R : en A, effet du trimmer ; en B, effet du padding.

un condensateur multiple à réglage unique.

En pratique, le *padding* d'une capacité maximum de 1 à 2 m μ F. Placé en série avec le condensateur variable d'hétérodyne, il diminue sensiblement l'étendue de la variation de capacité.

Comme il est théoriquement impossible d'amener à la coïncidence deux courbes qui ne sont pas identiques, on se contentera pratiquement d'agir sur le trimmer et le padding de manière que la courbe réelle ait au moins trois points communs avec la courbe idéale, c'est-à-dire coïncide avec elle pour trois longueurs d'onde suffisamment éloignées l'une de l'autre. Cette coïncidence est appelée *alignement du superhétérodyne*. Voir *superhétérodyne*.

(Angl. *Padding*. — All. *Padding*.)

PALLOPHOTOPHONE. Nom donné à un type spécial de *photophone*, appareil destiné à transmettre le son au moyen des ondes lumineuses. Voir *photophone*.

(Angl. *Pallophotophone*. — All. *Pallophotophon*.)

PANNE. Les pannes dans les appareils radioélectriques récepteurs peuvent provenir de causes nombreuses qui nécessitent l'examen du collecteur d'onde (cadre ou antenne), de la prise de terre et du poste proprement dit. Pour les postes à lampes il y a lieu de vérifier les sources d'alimentation, le casque ou le haut-parleur, les lampes, les organes et connexions intérieurs du poste. La vérification de l'isolement et de la conductibilité des circuits peut être faite facilement au moyen d'une pile quelconque et d'un voltmètre sensible.

Les pannes les plus fréquentes proviennent de l'alimentation. Pour les postes à batteries, il est facile de mesurer leur tension en service à l'aide d'un voltmètre : vérifier aussi qu'elles sont correctement branchées. Si l'on utilise des boîtes d'alimentation sur réseau continu ou alternatif, on vérifiera la conductibilité des bobines, l'isolement des condensateurs, le bon état des lampes ou valves de redressement, le fonctionnement des transformateurs. On procédera de même pour une alimentation directe sur le réseau.

Après les sources d'alimentation, il faut examiner les lampes. Parfois leurs électrodes se touchent, bien qu'elles s'allument normalement. Dans les mêmes conditions, l'émission électronique du filament peut être insuffisante (lampe muette). Les caractéristiques de la lampe peuvent être mal appropriées à sa fonction (*détectrice, amplificatrice, oscillatrice...*). Il arrive aussi simplement que le contact s'établisse mal entre les broches et le support.

Le haut-parleur ou les écouteurs peuvent avoir une bobine coupée : il faut alors faire rebobiner l'enroulement. Ou bien avoir leur circuit désaimanté : le faire réaimanter. On évitera les hurlements de l'effet Larsen en éloignant le haut-parleur du poste.

La conductibilité et l'isolement des divers organes internes du poste peuvent être facilement vérifiés avec une pile et un voltmètre après avoir enlevé les lampes.

Les troubles de réception peuvent encore se manifester :

1° Par des *sifflements*, s'il y a insuffisance d'isolement, mauvais contact d'un curseur ou d'une lampe, enroulement coupé, inversion des connexions d'antenne et de terre, tension de plaque ou chauffage trop élevés, réaction importune ou excessive.

2° Par les *ronflements*, s'il y a une résistance de grille trop élevée, batterie de plaque en mauvais état, mauvais contact d'une connexion, amplification défectueuse en basse fréquence.

3° Par des *fréquences*, si les connexions sont en mauvais état ainsi que les batteries de chauffage ou de plaque, lorsque le récepteur subit l'effet inductif de per-

turbations électriques industrielles (sec-teur, ascenseur, tramway, enseigne lumineuse, etc...).

On évite bien des pannes en entretenant convenablement le poste récepteur. On se met à l'abri des détériorations de nature atmosphérique en mettant l'antenne à la terre.

Pour le poste récepteur proprement dit, éviter la poussière, l'humidité, la chaleur excessive qui détériorent les organes. Enlever périodiquement la poussière à l'aide d'un pinceau plat.

Voir à l'article *dépannage* les trois tableaux des pannes dans les divers types de récepteurs et les moyens d'y remédier.

(Angl. *Disturbance*. — All. *Störung*.)

PARABOLIQUE. Condensateur parabolique. Nom donné aux condensateurs réglables dont la capacité varie proportionnellement au carré du déplacement, de manière que la longueur d'onde du circuit accordé soit proportionnelle au déplacement. Si λ est la longueur d'onde du circuit oscillant définie par $\lambda = 2\pi v \sqrt{LC}$, la variation linéaire de longueur d'onde impose :

$$\lambda = K \sqrt{C} = A \alpha,$$

α angle de rotation de l'armature mobile, relation qui implique une forme de lame définie par le rayon vecteur

$$\rho = B \sqrt{\alpha}.$$

Pratiquement, on peut prendre pour le rayon vecteur en fonction de l'angle les valeurs suivantes :

0° 1,91	75° 1,90	142° 1,73
15° 1,94	90° 1,87	150° 1,62
30° 1,95	105° 1,85	157° 1,45
45° 1,95	120° 1,83	165° 1,20
60° 1,93	135° 1,78	180° 0

Un condensateur parabolique portant un cadran à divisions égales peut être ainsi directement gradué en longueurs d'onde, ce qui est un avantage sur les

condensateurs ordinaires à variation linéaire de capacité. En outre, permettant une variation plus rapide de la longueur d'onde vers les valeurs élevées, il améliore le repérage des émissions, la précision et la sélectivité. Toutefois, son intérêt a beaucoup diminué depuis l'établissement du Plan de Genève (voir *fréquence*), qui répartit les stations par ordre de fréquences. On adoptera donc de préférence un condensateur d'accord à *variation linéaire de fréquence* ou *orthométrique*. Synonymes de *parabolique* : à *variation linéaire de longueur d'onde*, à *loi du carré* (square law). Voir *condensateur*, *fréquence*, *linéaire*, *longueur d'onde*, *orthométrique*.

(Angl. *Square Law Condenser*. — All. *Nierenkondensator*.)

PARADIAPHONIE. Diaphonie qui se produit à l'émission d'une communi-

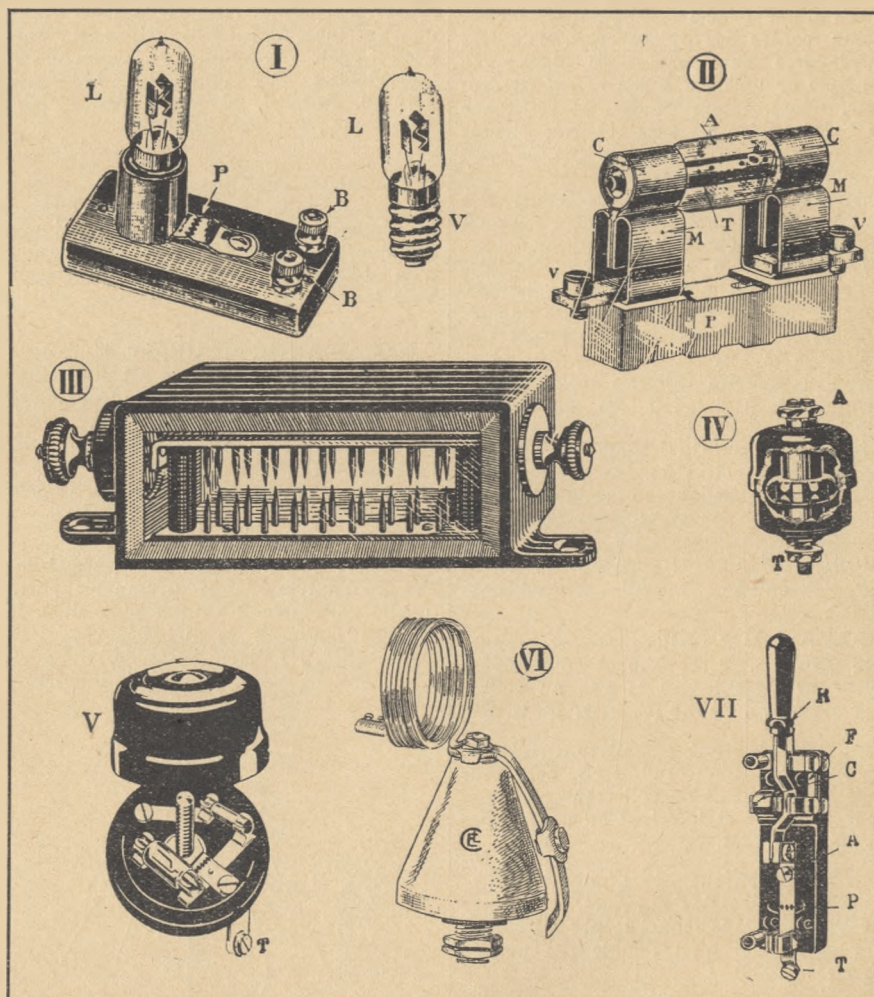
cation téléphonique sur ligne. Voir *diaphonie*.

(Angl. *Paradiaphony*. — All. *Paradiophonie*.)

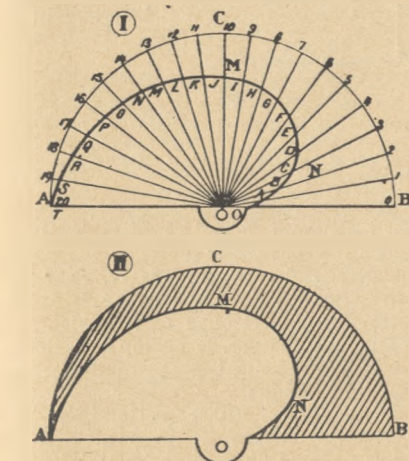
PARAFFINE. Substance isolante obtenue par distillation des schistes et pétroles, solide à la température ambiante, ayant l'aspect de la cire vierge. Fusible à faible température 44° C, utilisée pour imprégner le carton, le papier, le bois, le guipage des bobines. Le meilleur isolant après l'air sec. Pouvoir inducteur spécifique : 2,3. Résistivité : 34 milliards de mégohms-centimètres carrés par centimètre à la température de fusion. Voir *isolant*, *ozokérite*.

(Angl. *Paraffine Wax*. — All. *Wachs*.)

PARAFOUDRE. Dispositif de protection contre les effets nuisibles de



Divers types de parafoudre : I. Parafoudre avertisseur : L, lampe parafoudre spéciale; V, culot à vis de la lampe; P, parafoudre extérieur à dents; B, B', bornes. — II. Parafoudre « Lutèce », type téléphonique; A, ampoule; C, culots de contact reliés aux électrodes; T, électrode extérieure; M, mâchoire de fixation; V, vis de serrage des connexions; P, support isolant. — III. Parafoudre à pointes (Alco). — IV. Parafoudre extérieur à pointes : A, T, bornes antenne et terre. — V. Combinateur comprenant un parafoudre à peigne, un tube à décharge, un protecteur à incandescence et une bobine de réactance. — VI. Parafoudre extérieur sous cloche en porcelaine, avec bobine de réactance. — VII. Parafoudre à interrupteur : R, vers borne antenne du récepteur; F, fusible de 3 A sous verre; C, cartouche protectrice; A, antenne; P, parafoudre à peigne; T, terre.



Condensateur parabolique : I. Tracé de la courbe du condensateur parabolique. — II. Découpage des lames mobiles : O, axe; ABC, lame semi-circulaire; AMN, lame parabolique.

l'électricité atmosphérique. Si l'on utilise comme collecteur d'ondes une antenne aérienne extérieure, élevée et bien dégagée, il est bon de disposer un parafoudre entre l'antenne et la terre, de préférence, à l'extérieur du local de réception, pour protéger à la fois l'appareil, les bâtiments et l'opérateur. Lorsque l'antenne est le siège d'une surtension élevée, due à un phénomène d'induction électromagnétique dans l'atmosphère, notamment par temps d'orage, une étincelle éclate entre les pointes ou les mâchoires du parafoudre, en déchargeant directement l'antenne vers la terre sans traverser les appareils récepteurs. Certains parafoudres possèdent un inverseur qui permet soit de relier l'antenne au récepteur en mettant en service le parafoudre (position d'écoute), soit d'isoler le récepteur en mettant l'antenne à la terre et en court-circuitant le parafoudre (position de repos).

Parfois, les parafoudres extérieurs sont munis d'une cloche qui protège les électrodes contre les intempéries. D'autres parafoudres sont renfermés dans une ampoule ou un tube à gaz raréfié (hydrogène, néon). Normalement, la résistance de l'atmosphère gazeuse est très élevée; la surtension, en ionisant le gaz, le rend momentanément très conducteur et permet l'écoulement de la décharge. Ces limiteurs de tension sont montés dans un tube en verre épais. Voir *limiteur*.

Le parafoudre est toujours installé à l'extérieur et protégé par un boîtier. Pour les ondes courtes, on utilise de préférence un modèle à faible capacité par rapport à la terre.

Des ensembles appelés *combineurs* comportent à la fois un parafoudre, une bobine de réactance et un protecteur à incandescence. On les emploie dans le cas d'antennes très hautes et dégagées.

L'usage du parafoudre offre une garantie sérieuse contre les surtensions atmosphériques.

(Angl. *Lightning Arrester, Switch, Spark-gap Discharger*. — All. *Blitzableiter*).

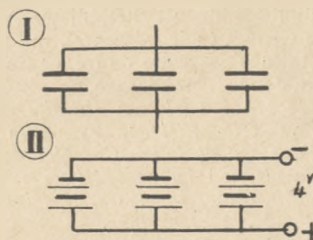
PARALLÈLE. Enroulement parallèle simple. Enroulement d'induit à collecteur dans lequel le pas au collecteur est égal à l'unité (C. E. I. 1934).

— **Enroulement parallèle multiple.** Enroulement d'un induit à collecteur dans lequel le pas au collecteur est supérieur à l'unité et inférieur au pas polaire (C. E. I. 1934).

— **Enroulement série-parallèle.** Enroulement, à plus de deux voies, d'un induit à collecteur, dans lequel le pas au collecteur est voisin d'un double pas polaire (C. E. I. 1934).

— **Montage en parallèle.** Plusieurs systèmes de conducteurs ou appareils sont dits *en parallèle* dans un circuit, lorsque le courant qui parcourt le circuit se partage entre ces systèmes. Synonymes : montage en *dérivation*, en *shunt* (mot anglais), en *quantité* ou en *batterie*. Les différents conducteurs ou appareils en

parallèle sont soumis à la même tension électrique. Dans le montage en parallèle, le courant se répartit entre chaque dérivation en raison de sa *conductance*. En courant continu, on peut dire que toutes



Montage en parallèle : I. Condensateurs montés en parallèle. — II. Batteries de piles ou d'accumulateurs associés en parallèle.

les bornes positives des appareils en parallèle sont reliées ensemble, toutes les bornes négatives ensemble. La *conductance totale* d'un ensemble d'appareils montés en parallèle est égale à la somme des conductances individuelles des différentes branches.

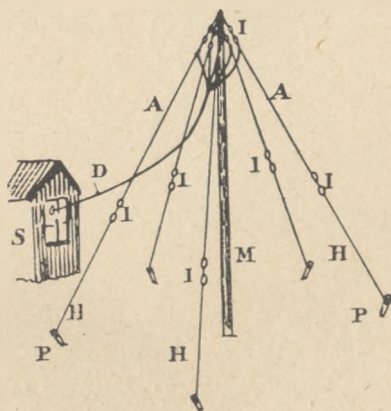
(Angl. *Parallel, Shunt*. — All. *Nebeneinander* —, *Parallelschaltung*).

PARALLELOHM. — Nom donné en allemand à la méthode de mesure de l'*audibilité*, utilisant une résistance variable placée en dérivation aux bornes d'un téléphone ou d'un haut-parleur. Voir *audibilité*, *audimètre*.

PARAMAGNÉTIQUE. Substance dont la perméabilité magnétique est supérieure à l'unité et sensiblement indépendante de l'intensité d'aimantation (C. E. I. 1934). Voir *magnétique*, *diamagnétique*, *perméabilité*.

(Angl. *Paramagnetic*. — All. *Paramagnetisch*).

PARAPLUIE. Antenne en parapluie. Forme d'antenne ainsi dénommée parce qu'elle ressemble à un parapluie dont le manche figurerait le mât de support et les baleines, les divers brins de l'antenne. L'antenne est isolée, à la partie inférieure,



Antenne en parapluie : M, mât ; A, brins d'antenne ; I, isolateurs ; H, haubans ; P, piquets d'amarrage ; D, descente ; S, station.

de la terre et à la partie supérieure, du mât. Tous ses brins sont reliés électriquement à la *descente* d'antenne, qui part de la partie supérieure. Antenne commode à utiliser en campagne, parce qu'elle ne nécessite que l'érection d'un mât tubulaire. Voir *antenne*.

(Angl. *Umbrella Aerial*. — All. *Schirmantenne*).

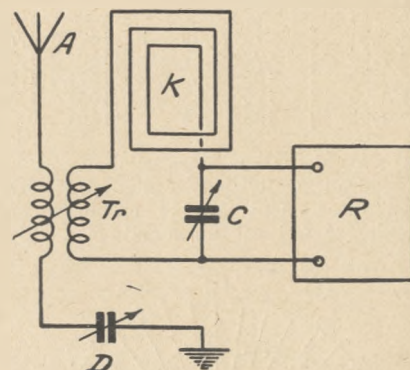
PARASITES. Perturbations électromagnétiques dues à des causes étrangères à la radiocommunication (C. E. I. 1934). Perturbations électriques qui, en interférant avec les signaux radiotélégraphiques et les modulations radiophoniques, provoquent le brouillage des réceptions radioélectriques. On distingue notamment les parasites atmosphériques, les parasites telluriques et les parasites industriels. Voir *perturbations* et *antiparasites*.

(Angl. *Parasitic Noises, Atmospherics, X's*. — All. *Störungen*).

PARASIVORE. Nom donné à un récepteur radioélectrique à cadre spécialement étudié en vue de l'élimination des parasites artificiels locaux. La réception s'effectue normalement sur un cadre renfermé dans l'ébénisterie du poste.

Le principe de cet appareil est le suivant. On vérifie expérimentalement qu'un cadre reçoit moins de *parasites locaux* qu'une antenne rectiligne, à condition de supprimer l'effet d'antenne du cadre.

Si l'on cherche à déterminer la cause de cette anomalie apparente en se rapportant à la théorie du doublet de Hertz



Principe du récepteur parasivore : A, antenne ; T, transformateur de couplage ; K, cadre ; C, condensateur d'accord ; D, condensateur de déphasage ; R, récepteur.

et en examinant ce qui se passe à faible distance du générateur d'oscillations (voir en particulier les travaux de K. Pearson et Miss Alice Lee d'une part et de A. E. Love d'autre part), on trouve qu'à faible distance de l'oscillateur, le champ électrique est incomparablement plus grand que le champ magnétique.

Le parasivore utilise cette inégalité des champs électriques et magnétiques à faible distance d'un générateur d'oscillations, ce qui est toujours le cas pour les parasites industriels.

Le dispositif en lui-même se compose

essentiellement d'un cadre et d'une antenne montés de façon telle que les forces électromotrices induites dans l'antenne viennent compenser exactement les forces électromotrices induites dans le cadre. Le cadre qui constitue le collecteur d'ondes principal est accordé par un condensateur variable. L'antenne qui constitue, le collecteur d'ondes auxiliaire qu'on appelle « antenne de compensation » est couplée au cadre par l'intermédiaire d'un circuit permettant d'opposer les forces électromotrices parasites captées par le cadre et l'antenne de compensation. Cette dernière peut être constituée par quelques mètres de fil disposés sans précaution spéciale ou par une canalisation de gaz, chauffage central ou eau. Un bouton de manœuvre permet de régler à son maximum d'efficacité le dispositif anti-parasites.

PARLEUR. Appareil récepteur télégraphique à l'aide duquel on peut lire les signaux Morse d'après le bruit que fait l'armature d'un électroaimant frappant ses butoirs (C. E. I. 1934).

— **Parleur Boucherot.** Appareil comportant un vibreur et un manipulateur, et auquel on branche une pile et un téléphone. Reproduit dans le téléphone le son musical du vibreur lorsqu'on appuie sur le manipulateur et permet ainsi d'apprendre la lecture au son des signaux du code Morse.

(Angl. *Buzzer Practice Set, Sounder*. — All. *Klopfer*).

— **Haut-parleur.** Récepteur téléphonique puissant qui permet d'entendre à distance les sons qu'il reproduit. Voir *haut-parleur*.

(Angl. *Loud Speaker*. — All. *Lautsprecher*).

Le terme de *parleur* utilisé dans le sens d'annonceur ou de *speaker* est désuet.

PAS. Pas au collecteur. Nombre d'intervalles unitaires compris entre les extrémités d'une section d'induit (C. E. I. 1934).

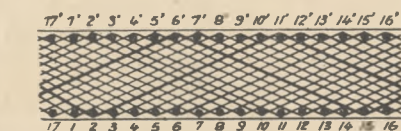
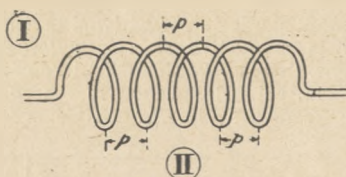
— **Pas dentaire.** Distance périphérique entre les milieux de deux dents ou de deux encoches consécutives (C. E. I. 1934).

— **Pas diamétral.** Voir *pas entier*.

— **Pas aux encoches.** (Dans un enroulement en tambour). Nombre de dents qui séparent les encoches dans lesquelles sont placés les deux côtés d'une section (C. E. I. 1934).

— **Pas d'enroulement.** Distance séparant les points d'attache de deux conducteurs reliés directement entre eux. Nombre d'intervalles ou nombre de conducteurs qui existent entre ces deux-là.

— **Pas entiers.** Pas d'un enroulement en tambour dont les sections ont une largeur moyenne égale au pas polaire (C. E. I. 1934).



Pas d'un enroulement: I. Pas d'une hélice cylindrique. — II. Schéma d'enroulement d'une bobine en nid d'abeille au pas de 9.

— **Pas fractionnaire.** Voir *pas raccourci*.

— **Pas d'une hélice, d'une vis.** Distance séparant deux points d'intersection consécutifs de l'hélice avec une génératrice. Le pas de l'hélice correspond à la période d'un phénomène périodique, à la longueur d'onde d'une oscillation. Voir *hélice*.

— **Pas partiel d'un enroulement.** Nombre d'intervalles unitaires, sur le schéma d'enroulement en tambour, compris entre les deux côtés d'une même section ou entre les deux côtés non homologues de deux sections réunis à une même lame du collecteur (C. E. I. 1934).

— **Pas polaire.** Distance angulaire ou périphérique entre deux lignes neutres consécutives (d'une machine électrique). (C. E. I. 1934).

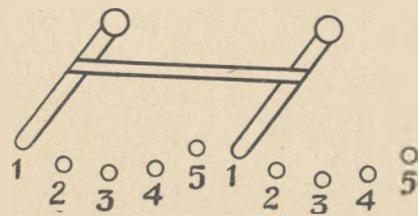
— **Pas polaire au collecteur.** Nombre d'intervalles unitaires correspondant à un pôle de la machine (C. E. I. 1934).

— **Pas raccourci.** Pas d'un enroulement en tambour dont les sections ont une largeur moyenne inférieure au pas polaire.

— **Pas résultant d'un enroulement.** Nombre d'intervalles unitaires sur le schéma d'enroulement en tambour compris entre les côtés homologues de deux sections connectées à une même lame du collecteur (C. E. I. 1934).

(Angl. *Pitch, Step*. — All. *Schritt*).

PAS-A-PAS. Commutateur à plots permettant de réduire par échelons la tension, le courant, l'inductance, la capacité, la résistance et autres grandeurs



Commutateur double à plots dit « pas-à-pas ».

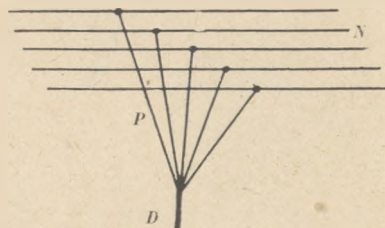
électriques. Un tel commutateur représente un élément de réglage discontinu, par opposition avec les appareils à curseurs, les condensateurs à lames mobiles, les variomètres qui sont des éléments de réglage continu.

(Angl. *Step by step*. — All. *Schritt für Schritt*).

PASSIF. Circuit passif, transducteur passif. Circuit, transducteur dans lequel n'existe aucune source d'énergie (C. E. I. 1934). Contraire : *circuit actif, transducteur actif*.

(Angl. *Passive*. — All. *Passiv*).

PATTE D'OIE. Réseau des fils conducteurs qui réunissent à la descente



Patte d'oie P reliant la nappe N de l'antenne à la descente D.

d'antenne les divers brins de la nappe d'antenne.

(Angl. *Crow's Foot, Rat Tail*. — All. *Gänsefüsschen*).

PAVILLON. Organe dont la fonction est de concentrer et de diriger les sons.

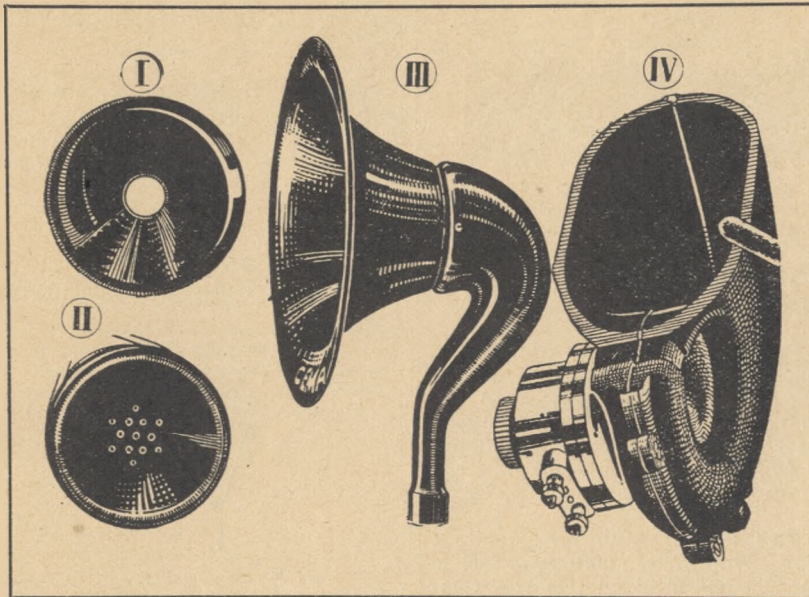
— **Pavillon d'écouteur téléphonique.** Sorte de couronne en matière isolante vissée sur le boîtier de l'écouteur et constituant avec la membrane téléphonique une chambre acoustique d'où partent les ondes sonores par un trou central ou par les ouvertures périphériques s'ouvrant dans ce pavillon. Le pavillon de l'écouteur s'adapte contre celui de l'oreille. Certains constructeurs donnent au pavillon du téléphone une forme plus élargie qui permet d'englober tout le pavillon de l'oreille. Voir *écouteur*.

— **Pavillon exponentiel.** Pavillon dont la section est une fonction exponentielle de la longueur.

— **Pavillon de haut-parleur.** Organe en forme de corne d'abondance, qui renferme la colonne d'air en vibration et permet de concentrer dans une direction donnée les ondes sonores reproduites par l'appareil. On démontre que la forme de pavillon la mieux appropriée est celle définie par la fonction exponentielle, d'où dérivent tous les pavillons en col de cygne. Dans le but de réduire l'encombrement, certains constructeurs ont proposé, soit de tronquer le pavillon et de réfléchir le son sur un diffuseur, soit d'enrouler le pavillon sur lui-même en spirale. Ce dernier pavillon a la forme

d'un coquillage ou du labyrinthe de l'oreille : il est attaqué en son sommet par l'équipage magnétique. Théoriquement le pavillon ne doit pas vibrer, car, ce faisant, il introduit dans le son reproduit

en désignant par μ la perméabilité magnétique, σ la conductibilité, ω la pulsation du courant. Cette expression définit l'épaisseur de la pellicule. Synonymes : *effet de peau* (*skin effect*), *effet Kelvin*, *effet*



Pavillons d'appareils téléphoniques : I. Pavillon d'écouteur à trou central. — II. Pavillon d'écouteur perforé. — III. Pavillon de haut-parleur. — IV. Pavillon en conque.

ses harmoniques propres et le déforme. On évite les vibrations en choisissant un métal épais ou en utilisant deux coquilles en matière moulée séparées par un ruban de caoutchouc. De très bons résultats ont été obtenus en constituant le pavillon par deux enveloppes métalliques minces entre lesquelles on coule une substance qui ne vibre pas, telle que la paraffine (pavillon Lakhovsky).

À l'heure actuelle, on n'utilise plus guère que les haut-parleurs à diffuseurs, dépourvus de pavillon. Cependant le pavillon a été conservé pour diriger le son des haut-parleurs à grande puissance, dits *mégaphones*. Voir ce mot.

(Angl. *Earpiece, Horn*. — All. *Hörmuschel, Horn*).

PEAU. Effet de peau. Voir *effet pelliculaire*.

PELLICULAIRE. — Effet pelliculaire. Distribution non uniforme des courants variables dans les conducteurs, due à la variation des flux magnétiques intérieurs (C. E. I. 1934). Voir *effet*.

Répartition inégale des courants variables à travers la section d'un conducteur massif, qui tend à augmenter la densité de courant vers les régions extérieures. La profondeur α à laquelle un courant atteint la fraction $\alpha/1$ de la valeur qu'il aurait s'il traversait toute la section, est donnée par la formule

$$\alpha = \frac{\log_e \alpha}{\sqrt{2 \pi \mu \sigma \omega}}$$

superficiel. Voir *effet, résistance, absorption, pénétration*.

Plus la fréquence est élevée, plus la densité de courant augmente de l'axe du conducteur à sa surface. Si la fréquence devenait infinie, le courant serait totalement localisé à la surface du conducteur. R. Mesny explique ce phénomène en rappelant que le siège de l'énergie électrique est dans les diélectriques. Lorsque le phénomène se produit à une fréquence très élevée, le courant n'a pas le temps de pénétrer à l'intérieur du conducteur avant de changer de sens.

(Angl. *Skin Effect*. — All. *Haut Effekt*).

PELTIER. Effet Peltier. Voir *effet*.

PENDULAIRE. Qui se rapporte aux oscillations du pendule. — **Compteur pendulaire ou à balancier.** Voir *compteur*.

PÉNÉTRANT. Se dit d'un rayon ou d'une onde qui se propage à l'intérieur d'une substance sans être arrêté par les molécules matérielles. Les radiations sont d'autant plus pénétrantes que leur longueur d'onde est plus courte. Les ondes radioélectriques traversent la plupart des substances non conductrices qui ne les absorbent que faiblement, mais sont arrêtées par les substances conductrices qui les absorbent considérablement. Les ondes lumineuses sont arrêtées par les corps opaques. Les rayons X et les émanations radioactives sont particulièrement pénétrants.

— **Rayons pénétrants.** On désigne parfois ainsi les rayons *ultra X* ou *cosmiques* mis en évidence par R.-A. Millikan aux États-Unis. L'ionisation atmosphérique produite par ces rayons donne environ 1,5 paires d'ions par centimètre carré et par seconde au niveau de la mer. Ces rayons dont on a pu déceler la pénétration jusqu'à 80 mètres dans l'eau et jusqu'à 9 mètres environ dans le plomb, se répartissent sur deux octaves. Leur longueur d'onde la plus courte est plus petite que celle correspondant à l'énergie d'union de 4 atomes d'hydrogène en 1 atome d'hélium. Mais leur fréquence n'est que 1/15 de celle correspondant à l'assimilation de la matière par l'union d'un ion positif et d'un électron négatif. Cette radiation, rayonnant dans toutes les directions, paraît provenir des nébuleuses spirales.

(Angl. *Penetrating*. — All. *Durchdringend*).

PÉNÉTRATION. Pouvoir de pénétration. Propriété des rayons X (et autres radiations) de traverser les milieux matériels (C. E. I. 1934).

— **Pénétration des ondes à la surface de la terre.** Dans la théorie de la propagation des ondes, on admet généralement que la terre est un conducteur parfait. En pratique, le sol est semi-conducteur et les ondes y pénètrent à une profondeur d'autant plus grande qu'il est plus isolant. L'absorption est en raison inverse de la pénétration, laquelle est définie par la profondeur a à laquelle atteindrait le courant induit par les ondes s'il était uniformément réparti dans le sol depuis sa surface :

$$a = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma\omega}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\mu\sigma f}}$$

en désignant par σ , la conductivité du sol; ω , la pulsation de l'onde; f , sa fréquence et μ la perméabilité du milieu. En réalité, le courant e , à une profondeur x dans le sol, a pour expression :

$$i = I_0 e^{\frac{\omega}{a}} \sin \left(\omega t - \frac{x}{a} \right)$$

I_0 étant le courant à la surface du sol.

La pénétration est donc la profondeur à laquelle le courant et le champ magnétique sont réduits dans la proportion de 1 à 1/e. La pénétration divisée par $\sqrt{2}$ est égale à l'épaisseur de la couche conductrice dans laquelle le courant serait contenu s'il avait partout la même densité qu'à la surface (R. Mesny).

Pour une longueur d'onde de 1.600 mètres, la pénétration est de 80 mètres dans un sol mauvais conducteur (sable, grès, calcaire) et de 2 mètres seulement dans un sol bon conducteur (eau de mer). Le courant induit dans le sol se compose avec le champ de l'onde pour incliner la force électrique du champ dans le sens de la propagation. La pénétration relativement considérable des ondes longues dans l'eau de mer permet la réception

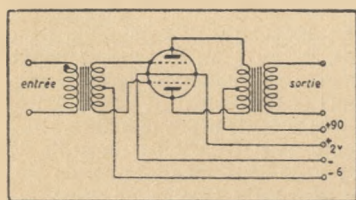
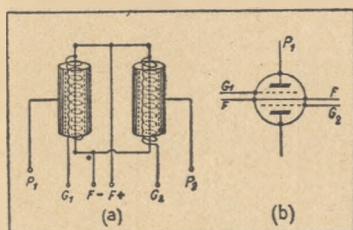
de ces ondes à bord des sous-marins en plongée à 10 mètres de la surface, à des distances de 1.000 kilomètres environ des stations de Lyon et de Nantes.

(Angl. *Penetration*. — All. *Durchdringung*).

PENTAGRILLE. Lampe électronique à cinq électrodes. Synonyme *heplode*. Voir ce mot.

(Angl. *Pentagrid*. — All. *Siebenpolröhre*).

PENTATRON. Lampe électronique à cinq électrodes, possédant deux plaques (anodes), deux grilles et un filament commun à ce système jumelé. En réalité, le filament, pour des raisons de construction, est double et ses deux éléments associés en série ou en parallèle. Le *pentatron* joue donc le rôle d'un système de deux triodes symétriques, groupés



Pentatron: a) Disposition des électrodes dans le pentatron. — b) Symbole schématique du pentatron. — En bas montage d'amplification symétrique réalisé à l'aide d'un pentatron.

dans la même ampoule. On distingue deux sortes de *pentatrons*: ceux dont les électrodes sont isolées les unes des autres, ceux dont les électrodes de même nom sont réunies en parallèle. Le premier type de pentatron peut être utilisé exactement comme deux lampes triodes indépendantes et montées en détectrice-oscillatrice ou détectrice-amplificatrice; son meilleur usage convient aux montages des amplificateurs *symétriques* (équilibrés ou *push-pull*). Le type à électrodes en parallèle se comporte comme une simple triode, dont la résistance intérieure est moitié moindre que celle d'une lampe ordinaire de mêmes caractéristiques et dont le courant de plaque est évidemment le double. Ce modèle de pentatron est utilisé comme amplificateur de puissance à basse fréquence. (Angl. All. *Pentatron*).

PENTE. Pente d'une lampe électronique. On appelle *pente* d'une lampe électronique le rapport entre une variation du courant anodique et la variation de tension de la grille de commande qui

l'a provoquée. Son nom lui vient de ce que la pente de la partie rectiligne de la caractéristique d'une lampe traduit le rapport d'une variation du courant de plaque à la variation de la tension de grille qui lui donne naissance. On l'exprime en milliampères par volt.

On appelle aussi parfois la *pente conductance* pour rappeler ses dimensions électriques et même *conductance mutuelle* pour indiquer qu'il s'agit du rapport du courant d'un circuit (anodique) à la tension d'un autre circuit (de grille), couplé au premier.

Aux États-Unis, on mesure la pente en *siemens* (*mhos*) pour montrer qu'il s'agit d'une conductance. Une pente de 3 mA/V est donc mesurée par 0,003 siemens.

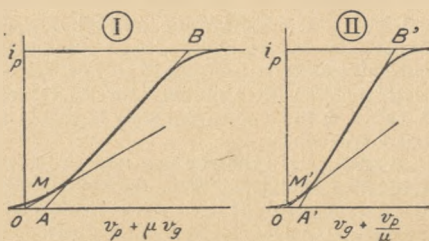
La pente de la lampe est donc normalement définie comme celle de la caractéristique courant anodique — tension de grille v_g ou plutôt $v_g + v_p/\mu$ dans la caractéristique composée.

Dans le cas où l'on trace la courbe du courant anodique en fonction de la tension composée $v_g + \mu v_p$, la signification de la pente est celle de l'inverse de la *résistance intérieure* de la lampe. C'est, en somme, sa *conductance intérieure* $1/R$. Lorsqu'une lampe fonctionne en dehors de la région rectiligne de sa caractéristique, la pente diminue et la résistance intérieure augmente.

— **Pente de conversion.** Courbure du coude à la naissance de la caractéristique, mesurant la faculté de la lampe à se comporter en détectrice ou en convertisseuse de fréquence. Cette pente est la dérivée de la conductance mutuelle par rapport à la tension de la grille de commande. Dans le cas des heptodes oscillatrices, où l'on utilise la première et la quatrième grille pour l'application des signaux interférents, on peut considérer deux coefficients d'amplification et deux pentes. Mais il n'y a qu'une pente de conversion, car ces deux pentes ont la même dérivée. La valeur donnée pour la pente est généralement celle de la quatrième grille.

La pente de conversion est mesurée par le rapport du courant de moyenne fréquence (en milliampères) à la tension de haute fréquence incidente (en volts). Voir *inclinaison, lampe*.

— **Pente de détection.** Synonyme de *pente de conversion*. Voir ci-dessus.

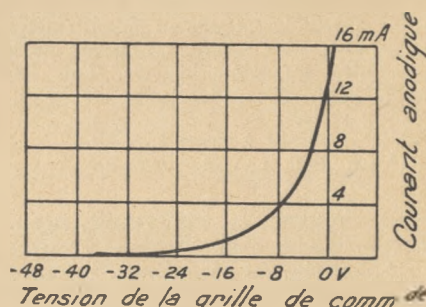


Pentes d'une lampe électronique: I. Pente de AB ou conductance intérieure, inverse de la résistance de la lampe. — II. Pente de A'B' ou conductance mutuelle.

— **Pente dynamique.** Pente d'une lampe mesurée lorsque le circuit anodique est refermé sur l'appareil d'utilisation. Elle varie avec la charge de la lampe et ne peut être indiquée une fois pour toutes.

— **Pente statique.** Pente d'une lampe mesurée en l'absence de tout appareil d'utilisation dans le circuit anodique. Cette pente, qui ne dépend pas du circuit d'utilisation de la lampe, est celle qui figure au nombre de ses caractéristiques.

— **Pente variable.** On appelle, assez improprement d'ailleurs, *lampe à pente variable* (synonyme *sélectode*), une lampe amplificatrice à caractéristique courbe,



Caractéristique d'une lampe à pente variable.

présentant pratiquement une faible pente pour les tensions de grille fortement négatives et une forte pente pour les tensions de grille faiblement négatives. Une telle lampe donne une faible amplification des signaux forts et une forte amplification des signaux faibles, compensant ainsi, dans une certaine mesure, les variations d'intensité des signaux.

Primitivement, le procédé fut appliqué aux *tétrade* ou *lampes à écran*; il l'est actuellement aux pentodes à haute et moyenne fréquence.

L'intensité de son est ainsi réglée automatiquement par la polarisation de la grille (de — 1,5 à — 40 V), ce qui réduit la distorsion et la transmodulation. La courbe caractéristique est parabolique et sa dérivée troisième pratiquement nulle.

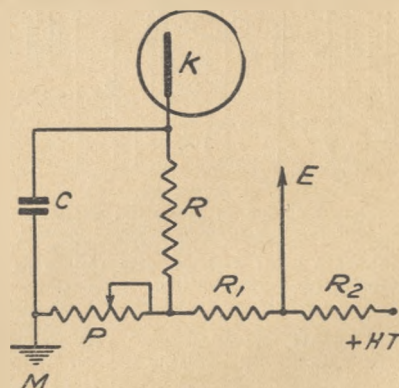


Schéma de montage d'une lampe à pente variable: R, R1, R2, résistances fixes; P, potentiomètre; C, condensateur de découplage; M, masse; HT, haute tension; K, cathode; E, grille-écran.

Dans les lampes à pente variable, la cathode n'est plus reliée à la masse à travers une résistance, mais au curseur d'un potentiomètre produisant une variation de 0 à 40 V. Pour éviter les tensions trop fortes, le curseur est relié à la cathode par l'intermédiaire d'une résistance de quelques dizaines d'ohms. Un condensateur fixe de découplage de 0,2 microfarad est placé entre la cathode et la masse.

Ainsi c'est la cathode qui se trouve portée à une polarisation variable.

Le schéma de montage indique les divers potentiomètres et résistances à utiliser. La résistance R_1 limite la tension maximum sur la cathode; la résistance R_2 commande la tension à appliquer aux grilles-écran et dépend du débit de ces électrodes. La résistance R , de 200 ohms environ, relie la cathode au potentiomètre. Cette résistance assure, au départ de la résistance du potentiomètre, une très faible polarisation, de l'ordre de — 1,5 à — 2 volts.

Voir *penthode à pente variable*.
(Angl. *Fall.* — All. *Steilheit*).

PENTHODE ou PENTODE. Lampe électronique à cinq électrodes, comprenant généralement une cathode, une anode et trois grilles (grille de commande, grille écran et grille d'arrêt). La penthode est aussi dénommée *trigrille*.

La penthode est la lampe amplificatrice normale. Elle remplace maintenant à ce titre la triode et la tétrode à grille-écran. Suivant les applications on utilise plusieurs types de penthode : l'amplificatrice à haute ou moyenne fréquence à pente fixe ou à pente variable, l'amplificatrice à basse fréquence et la penthode finale.

1° *Penthode à haute fréquence à pente variable.* Dans cette lampe, la caractéristique du courant de plaque en fonction de la tension de grille peut être considérée comme constituée par deux régions rectilignes, l'une à faible pente, l'autre à

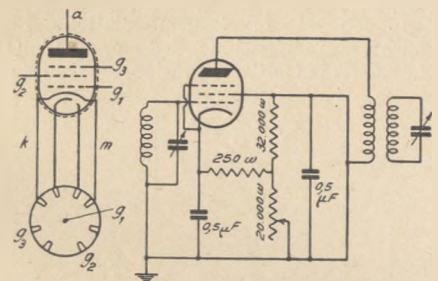


Schéma montrant la disposition des électrodes dans une penthode à haute fréquence à pente variable. — A droite, schéma de montage d'une penthode à pente variable, avec réglage de la sensibilité par potentiomètre.

forte pente, réunies par une courbe. Pratiquement, l'ensemble de la courbe est parabolique ou exponentiel. Le point pour lequel s'annule le courant de plaque est rejeté vers des tensions de grille ayant une valeur négative très élevée. Le recul

de grille est de l'ordre de 40 à 50 V au maximum.

La penthode à pente variable a pour rôle d'éliminer la transmodulation qui nuit beaucoup à la sélectivité des récepteurs. Dans la construction, le nombre des ponts de mica a été réduit au minimum. Des plaques de protection ont été disposées sur la grille d'arrêt. La grille de commande, isolée au maximum, est reliée à un téton au sommet de l'ampoule.

Les capacités internes entre électrodes sont très faibles : 0,003 μF entre anode et grille; 4,7 μF entre grille et cathode; 7,3 μF entre anode et cathode.

Pratiquement, les trois utilisations de la lampe sont les suivantes :

CARACTÉRISTIQUES DE LA LAMPE	PENTHODE	
	MÉTALLIQUE 6 F 6	EN VERRE 6 F 6 G
Tension anodique	315 v	250 v
Polarisation de grille	— 22 v	— 16,5 v
Résistance intérieure	75.000 ohms.	100.000 ohms
Facteur d'amplification	200	220
Pente	2,65 mA : V	2,2 mA : V
Courant anodique	42 mA	34 mA

1° Minimum de transmodulation et moindre bruit de souffle avec le minimum de pente : on porte la plaque à 250 V, la grille écran g_2 à 100 V et la grille de commande à — 3 V. La pente est de 1,8 mA : V, le recul de grille de — 40 V.

2° Transmodulation moyenne avec tension de grille écran de 85 V, tension de grille de commande de — 2 V. La pente est de 2,1 mA : V, le recul de grille de — 35 V.

3° Maximum de pente 2,5 à 2,8 mA : V. On polarise la grille-écran à 60 V, la grille de commande à — 2 V; le recul de grille est de — 25 V.

L'intensité sonore est réglée par la variation de la polarisation de grille. La métallisation de l'ampoule fait office de blindage pour éviter les couplages extérieurs. On découple les connexions d'alimentation à haute tension au moyen d'un filtre constitué par une résistance et par un condensateur. Voir *pente variable*.

La penthode à haute fréquence à pente variable est normalement construite pour être alimentée en chauffage indirect sous 6,3 V. La troisième grille étant indépendante de la cathode, les commandes automatiques de sensibilité et de sélectivité peuvent être établies sur les étages à haute, à moyenne fréquence et même à basse fréquence.

Il existe des types de penthode à haute fréquence suivis d'une double diode. Cette lampe multiple convient à l'amplification et à la détection. Voir *diode*.

2° *Penthode à haute fréquence à pente fixe.* Cette lampe est utilisée comme amplificatrice à haute fréquence et à

moyenne fréquence, comme détectrice par courant de plaque ou par courant de grille, ou comme amplificatrice à basse fréquence du premier étage. Le coude de la caractéristique anodique, au lieu de se présenter au milieu de cette courbe comme pour la penthode à pente variable, se trouve à l'origine. La courbe présente donc une grande partie rectiligne à forte pente, d'où le nom de lampe à pente fixe.

Les capacités entre électrodes de cette lampe sont très réduites et sensiblement égales à celles de la penthode à pente variable. La disposition des électrodes est d'ailleurs la même.

La tension anodique est normalement de 250 V; la tension de grille-écran, de

100 V; la polarisation de grille de commande, de — 2 V; le courant anodique, de 3 mA; le courant de grille-écran, de 1,1 mA; le coefficient d'amplification, de 5.000; la pente maximum, de 2,4 mA : V; la pente pour — 2 V sur la grille de 2,1 mA : V; la résistance interne, de 1,5 mégohm pour cette tension de grille.

Cette penthode à pente fixe est chauffée sous 6,3 V par un courant de 0,2 A.

3° *Penthodes finales.* Ces lampes sont destinées à l'amplification à basse fréquence. Les types les plus courants ont des puissances de 8 watts en faible pente, 9 et 18 watts en forte pente. La même tension de 250 V est appliquée à l'anode et à l'écran. Le courant anodique est de 36 mA pour la lampe de 9 w et de 76 mA pour la lampe de 18 w. La pente est de 9,5 mA : V pour la première et de 7 mA : V pour la seconde. La polarisation de la grille de commande est de — 6 V pour la première et de — 16 V pour la seconde. La résistance intérieure est de 50.000 ohms pour la première et de 33.000 ohms pour la seconde. Chauffées sous 6,3 V, la première consomme 1,2 A et la seconde 1,3 A.

On produit la polarisation négative de la grille de commande par la chute de tension dans la résistance produite ou l'inductance qu'on intercale dans le circuit anodique ou entre la masse et la cathode.

On réalise le découplage par un condensateur de 2 μF au moins. Mais pour la reproduction des notes basses, il est préférable d'employer un condensateur de 25 μF , surtout si la pente est élevée. La grille-écran et l'anode doivent être également pourvues de filtres efficaces.

L'impédance anodique optimum est de 7,000 ohms pour la penthode de 9 watts. La puissance modulée disponible diminue rapidement de 4,5 à 1,3 w lorsque la tension anodique passe de 250 V à 175 V, cependant

rentiel, on a 29 w avec une distorsion de 2,25 pour 100.

Mais dans le montage à une seule lampe, on peut réduire la distorsion à 1 pour 100 pour 7 w et à 0,3 pour 100

est utilisée pour la détection et la commande de la penthode de sortie, l'autre pour la commande du contrôle automatique de sensibilité (dispositif *antifading*).

La cathode est chauffée sous 6,3 V par un courant alternatif de 1,4 A. On porte l'anode et la grille-écran à 250 V, la grille de commande à -6 V. Si le courant anodique est intense (36 mA), le courant de grille écran n'est pas négligeable (5 mA). La pente est de 9,5 mA/V, la résistance interne du circuit anodique est de 7.000 ohms et la puissance de 4,3 w.

Le facteur de distorsion qui est de 10 pour 100 à 4,3 w, tombe à 5 pour 100 pour 3 w et à 2,5 pour 100 pour 1 w.

La capacité entre électrodes est de $3,6 \mu F$ pour chacune des plaques de la diode et de $0,1 \mu F$ entre les deux plaques ou entre l'ensemble de ces plaques et la grille de commande.

Il existe des modèles analogues de double-diode-penthode chauffés par 2,25 A sous 4 V et par 0,2 A sous 40 V.

(Angl. *Pentode*. — All. *Fünfpolröhre*, *Fünfpolschirmröhre*, *Fünfpolendröhre*).

PERDITANCE. Nom donné à la conductance lorsqu'on la considère comme un défaut d'isolement : perditance d'une ligne aérienne, d'un câble. Voir *conductance*.

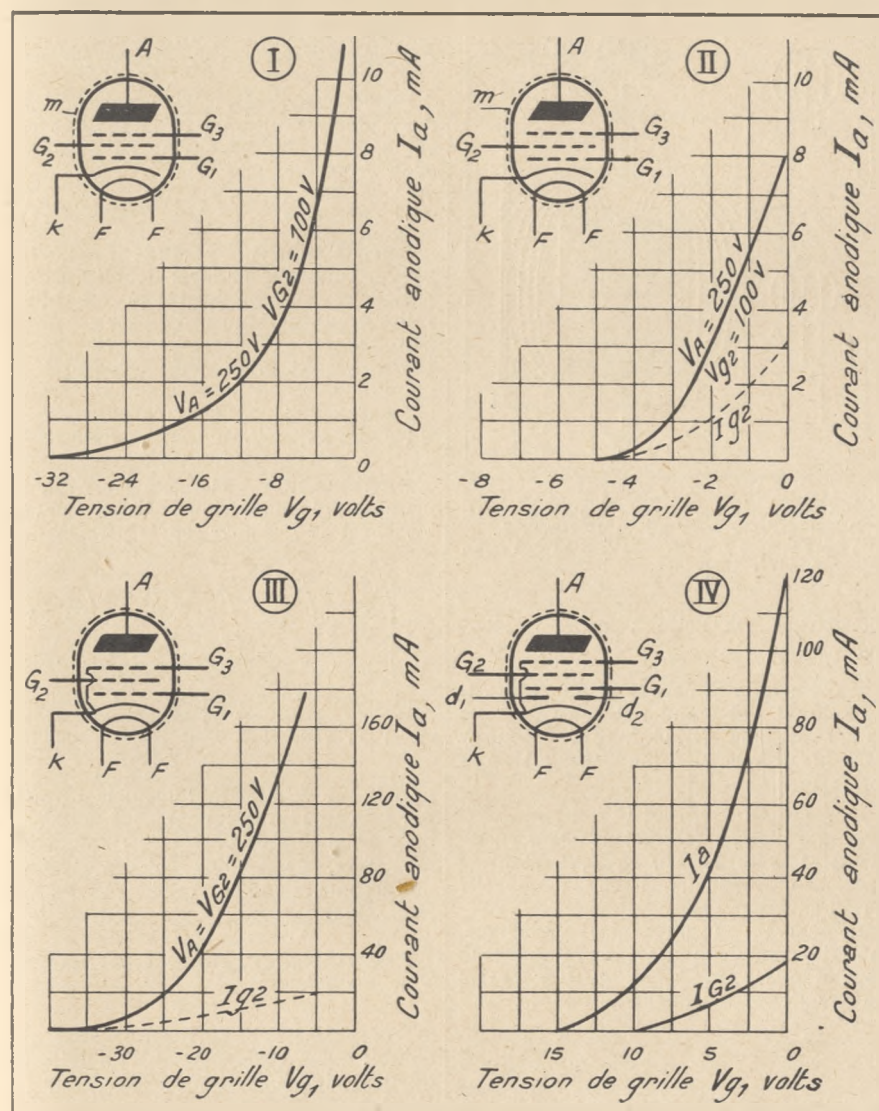
Comme toute conductance, la perditance est mesurée en *siemens* (anciennement *mhos*). Ainsi, la perditance linéique d'un câble téléphonique est ordinairement comprise entre 1,2 et 3,4 siemens par 75 kilomètres de longueur.

(Angl. *Perditance*. — All. *Perditanz*).

PERFORATEUR. Appareil servant à perforer la bande de papier utilisée pour la commande d'un émetteur automatique (C. E. I. 1934). Machine utilisée pour perforer les bandes de papier qui commandent les manipulateurs automatiques des stations d'émission. La perforatrice a l'aspect extérieur d'une machine à écrire. En frappant sur les touches, on perforé la bande de papier en de nombreux trous qui correspondent à la cadence de la manipulation des signaux Morse traduisant les caractères des touches.

(Angl. *Perforator*. — All. *Lochapparat*).

PÉRIDYNE. Terme proposé pour désigner un circuit inductif enfermé dans une cage de Faraday et dont on peut faire varier l'inductance en déplaçant un écran amovible. Ce système a déjà été indiqué pour faire varier la longueur d'onde propre et, par suite, l'accord d'un circuit oscillant. On l'a utilisé notamment, en raison de sa simplicité, pour les petits postes à galène dépourvus de condensateur variable. Le but est d'utiliser l'écran amovible non pas pour accorder le circuit, mais seulement pour faire varier dans une certaine limite son inductance (self-inductance d'une bobine, mutuelle-inductance d'un transformateur à haute fréquence). Ce procédé serait particulièrement inté-



Les diverses penthodes et leurs caractéristiques: I. Penthode à pente variable (sélectode EF 5). — II. Penthode à haute fréquence à pente fixe (EF 6). — III. Penthode à basse fréquence de puissance (EL 5). — IV. Duodiode-penthode finale (EBL 1).

que la distorsion est réduite de 10 à 5 pour 100. La sensibilité est mesurée par une tension alternative à l'entrée de 0,28 à 0,32 V pour une puissance de 50 m W.

Une nouvelle penthode finale de grande puissance (29 w) a été créée en 1937. La cathode ronde et la grille carrée ont été remplacées par des électrodes ovales, indéformables dans la direction critique. L'anode reçoit une tension de 250 à 375 V, la grille-écran une tension de 175 à 275 V; le courant anodique varie de 48 à 72 mA.

Avec une seule lampe, on peut obtenir 9 w avec une distorsion de 6,2 pour 100.

Avec deux lampes en montage diffié-

pour 4 w à la condition de pratiquer la contre-réaction.

D'autre part, le tableau ci-dessus montre les différences de caractéristiques entre une penthode en verre et la penthode métallique correspondante.

4° *Double-diode-penthode.* Les nouveaux types de double-diode-penthode sont caractérisés par deux anodes constituées par les deux moitiés d'un cylindre fendu selon deux génératrices opposées. Ce sont des penthodes de sortie à grande pente, possédant une cathode commune avec deux éléments diodes. L'une de ces diodes

ressant dans les montages à résonances multiples, parce qu'il permet de régler exactement l'inductance des bobines et, par suite, de commander simultanément l'accord des circuits résonnants au moyen

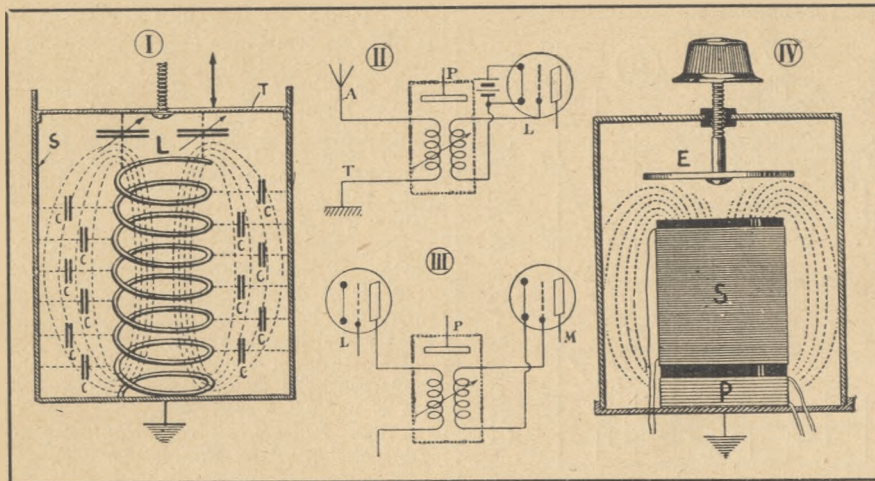
des intervalles de temps égaux, au bout desquels un phénomène périodique se reproduit identiquement. En particulier, la période est le temps pendant lequel s'effectue une oscillation complète d'un

la formule est la même que pour la période, propre. Si l'incrément initial est très fort, la période s'exprime par $T = K C R$ avec une résistance en série et $T = K L/R$ avec une résistance en dérivation, K étant une constante et R la valeur absolue de la résistance négative initiale (R. Mesny). (Angl. *Period, Half-period*. — All. *Periode, Periodendauer, halbe Periode*).

PÉRIODICITÉ. Nombre de périodes d'une grandeur alternative qui se succèdent en une seconde. Synonyme de fréquence. (Voir fréquence, période). (Angl. *Periodicity*. — All. *Periodizität*).

PÉRIODIQUE. Grandeur périodique. Grandeur variable dont les caractéristiques se reproduisent à des intervalles égaux de temps, d'espace ou d'une autre variable indépendante (C. E. I. 1934). Se dit d'un phénomène qui se reproduit identiquement à des intervalles de temps égaux, dont la durée est la période. (Angl. *Periodic*. — All. *Periodisch*).

PERMALLOY. Acier au nickel à grande perméabilité magnétique. La teneur en nickel est de 78,5 pour 100; la perméabilité

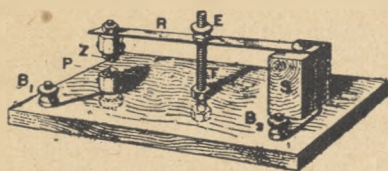


Périodyne. I. Représentation schématique des fuites dans un circuit L renfermé dans un écran S; le dessus amovible T permet de modifier la capacité du circuit par rapport à l'écran. — II. Schéma d'un périodyne opérant le couplage entre le circuit antenne-terre AT et la lampe L. — III. Schéma d'un périodyne opérant la liaison entre deux lampes L et M. — IV. Effet de l'écran mobile du périodyne sur l'inductance d'un transformateur à haute fréquence.

de condensateurs variables dont les armatures mobiles sont jumelées. Au moyen du périodyne, on arrive à obtenir que les courbes de résonance de circuits légèrement différents puissent se recouvrir exactement.

(Angl. All. *Peridyne*).

PERIKON. Détecteur à cristal réalisé au moyen du contact *zincite-chalcopyrite*, ou encore des contacts *zincite-bornite*,



Réalisation d'un détecteur perikon: R, ressort; E, écrou; T, tige filetée; S, support en bois; Z, zincite; P, pyrite; B₁, B₂, bornes.

zincite-tellure. Les cristaux sont ordinairement encastrés dans des coupelles qu'on amène au contact. On règle la pression du contact en agissant sur une vis qui commande un ressort. Voir *chalcopyrite*, *bornite*, *cristal*, *cristadyne*, *détecteur*, *tellure*, *zincite*.

(Angl. *Perikon*. — All. *Pirikon*).

PÉRIODE. Intervalle minimum de la variable indépendante après lequel se reproduisent les mêmes caractéristiques d'un phénomène périodique (C. E. I. 1934).

Ensemble des phases par lesquelles passe un phénomène périodique avant de se reproduire identiquement. — Durée

phénomène vibratoire : courant alternatif, onde, etc.

— **Période propre d'un circuit.** Le courant qui prend naissance dans un circuit oscillant fermé livré à lui-même après avoir reçu une impulsion est de la forme :

$$i = A e^{-at} \sin(\omega t + \varphi),$$

avec $a = R/2L$ (coefficient d'amortissement) et $\omega = 1/C L$; R , L , C étant la résistance, l'inductance et la capacité du circuit.

Le courant i n'est pas périodique, mais il s'annule à des intervalles égaux appelés *quasi-période* ou *période propre* du circuit, correspondant au temps :

$$T = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - a^2}}$$

Comme a^2 est très petit par rapport à ω^2 , on le néglige et l'on admet :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{LC}. \quad (\text{R. Mesny}).$$

Voir *alternatif*, *fréquence*, *onde*, etc...

— **Demi-période.** Alternance d'un courant alternatif ou d'une onde; durée de cette alternance. La période d'un phénomène périodique est la notion inverse de celle de fréquence.

— **Pseudopériode.** Période d'un phénomène pseudopériodique.

— **Quasipériode.** Synonyme de *période propre*. Voir ce mot.

— **Période des oscillations de relaxation.** Si l'incrément initial est faible,



Phénomène périodique: 1, 2, 3... f, ondes successives; f, périodicité ou fréquence du phénomène; T, période; t, temps; OA, amplitude.

initiale est de 8.000 à 12.000; la perméabilité maximum est de 60.000 à 80.000 pour un champ de 0,05 gauss; l'induction maximum, de 10.500; la susceptibilité magnétique, de 6.10^{-5} . Voir *fer*, *magnétique*, etc...

PERMANENT. Aimant permanent. Voir *aimant*.

PERMÉABILITÉ. Perméabilité absolue : d'une substance ou d'un milieu : quotient de l'induction par le champ (C. E. I.).

— **Perméabilité normale.** 1° Dans les milieux dépourvus d'hystérésis : quotient de l'induction par le champ. 2° Dans les milieux ferromagnétiques : quotient de l'induction par le champ dans les différents points de la courbe d'aimantation normale (C. E. I. 1934).

— **Perméabilité apparente.** Quotient de l'induction par le champ extérieur (R. Mesny). Dans un circuit magnétique formé par des tôles, des fils ou des grains isolés, la perméabilité apparente est évidemment plus faible que la perméabilité réelle de la substance magnétique.

— **Perméabilité magnétique.** Propriété présentée par certaines substances de concentrer en elles les lignes de force

des champs magnétiques. La *perméabilité* μ s'exprime par le quotient de l'induction ou densité de flux magnétique B par le champ magnétisant H , $\mu = B/H$. C'est en quelque sorte la conductivité magnétique de la substance. Le fer et les aciers ont une grande perméabilité.

Le tungstène, le molybdène, le chrome, le cobalt réduisent la perméabilité, mais augmentent la force coercitive. L'aluminium, le nickel, le silicium augmentent la perméabilité et la résistivité du métal, tout en réduisant l'hystérésis. La perméabilité varie avec le degré d'aimantation de la substance; très grande pour une faible aimantation et pour une basse fréquence, elle tend vers l'unité lorsque la substance se sature de magnétisme et lorsque la fréquence s'élève. La perméabilité varie aussi avec la température.

La perméabilité est de l'ordre de 6.000 pour un champ de 0,75 gauss avec l'acier au silicium; de 80.000 pour 0,05 gauss avec le permalloy et le mu-métal; de 9.500 pour 1 gauss avec le permamax.

En haute fréquence, la perméabilité des noyaux magnétiques est de l'ordre de 10 à 18. Voir *fer en haute fréquence*, *aérite*, *magnétisme*, etc...

— **Perméabilité relative.** Rapport de la perméabilité absolue d'une substance ou d'un milieu à celle du vide. (C. E. I.).

— **Accord par variation de perméabilité.** Il est possible de pratiquer l'accord des circuits de haute, moyenne ou basse fréquence par variation de la perméabilité magnétique des inductances à fer. Dans ce procédé, l'impédance dynamique varie à l'inverse du carré de la fréquence. On peut rendre constant le facteur de surtension et la sélectivité. On calcule la bobine nue pour la fréquence la plus élevée; l'introduction progressive du noyau de fer diminue la fréquence du circuit et augmente la résistance du fait des pertes dans le fer.

(Angl. *Permeability*. — All. *Permeabilität*).

PERMÉAMÈTRE. Appareil destiné à déterminer les caractéristiques magnétiques des substances ferromagnétiques (C. E. I. 1934). Appareil pour la mesure des *perméabilités* magnétiques, essentiellement constitué par un circuit magnétique démontable, dans lequel on introduit un échantillon de forme convenable de la substance à essayer. La mesure de la perméabilité est déduite de la connaissance du champ magnétisant et de celle du flux, obtenue par induction.

(Angl. All. *Permeameter*).

PERMÉANCE. Inverse de la *réductance* (C. E. I. 1934). La *perméance* d'un circuit magnétique traversé par un flux uniforme est égale au quotient de ce flux par la force magnétique qui le produit. Si μ est la *perméabilité*, s la section et l la longueur du circuit, la perméance a pour expression

$$P = \mu s/l.$$

(Angl. *Permeance*. — All. *Permeanz*).

PERMITTANCE. Autre dénomination de la *capacité électrique* ou *capacitance*. Voir ces termes.

(Angl. *Permittance*. — All. *Permittanz*).

PERMITTIVITÉ. Synonyme de *constante diélectrique*, *pouvoir inducteur spécifique*, *inductivité*. Voir ces mots.

(Angl. *Permittivity*. — All. *Permittivität*).

PEROXYDE. Peroxyde ou bioxyde de manganèse. Oxyde supérieur de manganèse (MnO_2) utilisé comme *dépolarisant* solide dans un certain nombre de types de piles électriques, pour fixer l'hydrogène produit par électrolyse aqueuse et éviter la *polarisation* de ces piles.

(Angl. *Manganese Dioxide*. — All. *Mangansuperoxyd*, *Braunstein*).

PERTE. Toute l'énergie qui n'est pas utilisée ou accumulée est dissipée sous forme de *pertes*. Suivant la nature du phénomène électrique ou magnétique, suivant sa fréquence, suivant la nature de la substance, on distingue un certain nombre de causes de pertes.

Le passage du courant électrique dans un conducteur produit des pertes par *effet Joule*. La puissance perdue P est proportionnelle au produit de la *résistance* électrique R du conducteur par le carré du courant I : $P = RI^2$. (Voir *effet, Joule*). Ces pertes sont d'autant plus élevées que la résistance est plus grande: or elle croît en général avec la température et avec la fréquence du courant, par suite de l'*effet pelliculaire*. Dans l'industrie, ces pertes sont souvent dénommées *pertes dans le cuivre*.

Des pertes par effet Joule, on peut rapprocher les pertes par *courants de Foucault*, produites par les courants d'induction qui prennent naissance dans les masses métalliques: conducteurs, circuits magnétiques, pièces métalliques quelconques. L'énergie correspondante est dissipée sous forme de chaleur. Pour éviter ces pertes, on constitue les noyaux magnétiques par un faisceau de fils de fer isolés ou par des paquets de tôles isolées. Voir *fer*, *feuilleté*, *noyau*. Le feuilletage doit être d'autant plus parfait que la fréquence est plus élevée.

Dans les circuits magnétiques, les pertes sont produites sous forme d'énergie dissipée à l'extérieur du circuit utile (*flux inutilisé* ou *fuites magnétiques*) ou à l'intérieur du circuit par *hystérésis* magnétique, c'est-à-dire par la viscosité opposée par la substance aux variations du flux magnétique. Voir *fuites*, *flux*, *hystérésis*, *magnétique*.

Les substances isolantes sont le siège de pertes provenant soit de leur conductivité ou de leur défaut d'isolement, soit de leur *hystérésis diélectrique*, c'est-à-dire de la viscosité qu'elles opposent aux variations du champ électrique. Voir

diélectrique, *condensateur*, *capacité*, *hystérésis*, *fréquence*.

Lorsque l'isolant est un gaz ou un liquide, les pertes par défaut d'isolement peuvent provenir de l'*ionisation* partielle de ce fluide sous l'effet du passage de l'électricité. Voir *effet*, *couronne*, *ionisation*.

Les circuits à haute fréquence et en particulier les circuits antenne-terre sont le siège de pertes nombreuses: par effet Joule dans les fils d'antenne, par défaut d'isolement dans les isolateurs, qui sont également le siège de pertes par effet Joule et hystérésis diélectrique, par effluves et effet de couronne. Puis par induction dans les pylônes, par courants de Foucault dans les inductances d'accord et conducteurs, par hystérésis diélectrique, effet Joule et courants de Foucault dans la terre. Voir *antenne*, *terre*, *diélectrique*, *fer*, *multiple*, *contrepois*, etc.

— **Pertes dans les bobines et pièces détachées.** Pour étudier les pertes dans les carcasses de bobines, par exemple, on peut constituer avec la carcasse un condensateur cylindrique. C'est ainsi qu'on trouve pour des tubes de bakélite un pouvoir inducteur spécifique de 2,5 à 3,5, un angle de pertes de 0,0115 à 0,0150 et une constante de pertes $10^6 C = 15$ à 30 sur la longueur d'onde de 150 mètres. Les pertes dans les bobines sont plus difficiles à déterminer, les bobines devant travailler loin de leur fréquence propre. Il faut tenir compte des pertes dans le cuivre et dans l'isolant du fil. On peut admettre pour les bobines courantes des résistances équivalentes de l'ordre de 5 à 20 ohms pour l'amortissement introduit par la carcasse.

Pour les petites pièces, la résistance équivalente est de l'ordre de 0,5 à 2 ohms. Mais un bon support de lampe aura une résistance de 0,1 à 0,15 ohm. D'autre part, il existe des culots de lampes donnant jusqu'à 10 ohms sur 100 mètres de longueur d'onde. Pour les nouveaux types de supports de lampe à ergots, les résistances sont de 0,07 à 0,08 ohm, soit un shunt de 250.000 ohms. Sur des contacteurs, les résistances équivalentes sont de 0,06 à 0,01 ohm (pour les nouveaux modèles) à 3.000 kilohertz, soit un shunt de 1 à 3 mégohms. Voir *bobine*.

— **Pertes dans les condensateurs.** Les pertes dans l'air sont négligeables, mais non pas celles dans le diélectrique séparant les armatures. Il convient de placer l'isolant dans le champ le plus faible et d'allonger les lignes de fuites. La résistance équivalente d'un condensateur à air est de la forme:

$$R = A L^2 / \gamma^3.$$

Si l'on exprime L en millihenrys, en kilomètres, R en ohms, A est de 0,1 à 0,2 pour un bon condensateur moyen de construction récente (R. Mesny). L'importance relative des pertes augmente avec la fréquence, mais reste toujours minime.

— **Pertes dans les diélectriques.** La mesure se fait en introduisant le diélec-

trique sous forme de lame entre les plaques d'un condensateur à air, placé en dérivation sur le condensateur d'accord d'un circuit oscillant dont on mesure la résistance. Ces pertes dans les diélectriques proviennent du déplacement des électrons liés sous l'influence de la tension alter-

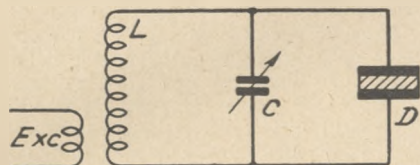


Schéma pour la mesure des pertes dans les diélectriques : D, diélectrique; Exc, excitation; L, C, circuit oscillant à faibles pertes.

native appliquée; elles croissent avec la fréquence. H étant le champ électrique et f la fréquence, les pertes par unité de volume sont de la forme :

$$W_1 = B H^2 f,$$

B étant un coefficient dépendant de la nature du diélectrique.

Par l'effet de ces pertes, le courant I traversant le diélectrique est décalé sur la tension V d'un angle φ tel que

$$W = \frac{1}{2} V I \cos \varphi.$$

Comme φ est très voisin d'un angle droit, on utilise son complément α appelé *angle de pertes*, qu'on peut confondre avec sa tangente. Alors

$$W = \frac{1}{2} V I \alpha.$$

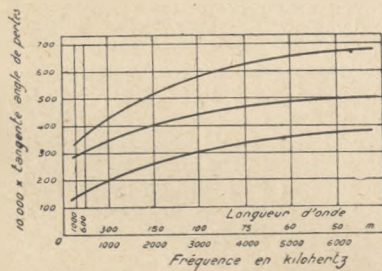
La perte par unité de volume dans le diélectrique est alors

$$W_1 = 0,25 H^2 / K \alpha,$$

K étant la constante diélectrique, avec

$$K \alpha = 4 B \quad (\text{R. Mesny}).$$

L'angle de pertes est le facteur de puissance du condensateur constitué avec le diélectrique. Voir *diélectrique*.



Variation de la tangente de l'angle de pertes en fonction de la fréquence pour trois échantillons de bakélite.

Les Allemands utilisent souvent le facteur 10.000α , l'angle de pertes étant très petit.

Pour mesurer les pertes, on utilise un hétérodyne à bobines interchangeables

couvrant la gamme de 20 à 3.000 mètres, dont le circuit est couplé au circuit de mesure par un circuit apériodique, à couplage variable. Le circuit de mesure, de très haute qualité, doit être isolé au quartz. Les bobines seront enroulées sur mandrins au quartz ou au trolitul d'un diamètre de 10 à 12 centimètres. La mesure est faite par voltmètre à lampe.

L'angle de pertes s'accroît ou diminue en fonction de la fréquence selon les substances. Ainsi pour la bakélite, on remarque qu'il est à 50 mètres de longueur d'onde double de ce qu'il est à 3.000 mètres. Voir *diélectrique*.

— **Pertes dans le fer.** Voir *fer*, *en haute fréquence*.

— **Pertes par hystérésis.** Puissance consommée, du seul fait du phénomène d'hystérésis, dans un corps ferromagnétique soumis à des variations de flux magnétique (C. E. I. 1934). Voir *hystérésis*.

— **Pertes par effet Joule en courant continu.** Sommes des pertes obtenues en faisant le produit des résistances mesurées en courant continu par le carré des intensités des courants qui les traversent (C. E. I. 1934). Voir *effet et Joule*.

— **Pertes par courants parasites.** Pertes dues aux courants parasites dans une partie quelconque d'une machine ou d'un transformateur. (C. E. I. 1934).

— **Pertes supplémentaires.** Excès des pertes réelles sur la somme des pertes séparées (C. E. I. 1934).

— **Perte à la terre.** Courant dérivé à la terre par suite d'un isolement imparfait (C. E. I. 1934).

— **Angle de pertes.** Voir ci-dessus *pertes dans les diélectriques*. (Angl. Loss. — All. Verlust).

PERTURBATEUR. Champ perturbateur. Champ dont les effets inductifs apportent des perturbations à la réception des télécommunications. Pour une sensibilité donnée de l'appareil récepteur, les brouillages ne deviennent nettement gênants que lorsque le rapport de l'intensité du champ perturbateur à celle du champ de l'émission du lieu considéré atteint ou dépasse $1/7$ (0,14). Cependant la réglementation admet qu'il y a perturbation à partir du rapport $1/20$ (0,05) à partir du champ normal de 1 mV : m à la réception. Voir *perturbation*, *antiparasite*.

— **Courant perturbateur équivalent.** Même définition que la tension perturbatrice équivalente, en y substituant le mot *courant* au mot *tension*.

— **Tension perturbatrice équivalente.** Tension ayant la fréquence de 800 p : s qui, appliquée à une ligne de transmission d'énergie engendrerait dans une ligne téléphonique voisine la même perturbation que la tension de service avec ses harmoniques de la ligne susdite (C. E. I. 1934).

— **Tension perturbatrice d'une installation.** Tension résultante des oscillations de haute ou de basse fréquence susceptible de troubler l'installation radio-réceptrice. On distingue la *tension symétrique* observée entre les bornes d'alimentation de l'appareil et la *tension asymétrique* observée entre la carcasse et les bornes. Les termes de *tension transversale* et *tension longitudinale* s'appliquent de préférence aux lignes et désignent, la première la tension perturbatrice entre les conducteurs, la seconde la tension perturbatrice entre les conducteurs et la terre.

L'importance de la perturbation dépend du degré d'efficacité des dispositifs appliqués sur les machines et installations perturbatrices à leur construction, des conditions d'installation de ces appareils chez l'utilisateur, éventuellement avec filtres et dispositifs antiperturbateurs, enfin des conditions d'installation de l'antenne et du récepteur.

Le Comité international spécial des perturbations radiophoniques a préconisé en 1936 de réduire les tensions perturbatrices aux valeurs suivantes :

Machines ou appareils de puissance inférieure à 500 W. Cas des appareils électrodomestiques à carcasse isolée du sol.

De 150 à 500 kh, tension de $1.000 \mu V$.

De 500 à 1.500 kh, tension de $500 \mu V$.

Après deux années d'application, ces valeurs pourront être réduites respectivement de 1.000 à $500 \mu V$ et de 500 à $200 \mu V$. La question reste à l'étude pour les machines et appareils de plus de 500 W.

En outre, on admet que s'il est possible de réduire la tension perturbatrice aux bornes à moins de $200 \mu V$, 90 à 95 % des auditeurs seront efficacement protégés contre les troubles. On se propose d'étendre cette tension limite de $200 \mu V$ à toutes les machines et appareils perturbateurs dans un avenir prochain.

Pour les machines de moins de 500 W, un dispositif antiparasite universel peut être constitué par deux condensateurs, l'un de $0,1 \mu F$ appliqué aux bornes, l'autre de $0,01 \mu F$ entre l'une des bornes et la carcasse. On peut aussi placer une bobine de 2 mH entre la carcasse et la terre. (Angl. Disturber. — All. Störer).

PERTURBATION. Perturbation radioélectrique. Oscillation électrique d'origine extérieure à une installation radio-réceptrice qui, agissant sur cette dernière, produit des signaux de nature diverse superposés à la tension désirée. Synonyme *parasite*.

On appelle *niveau des perturbations* l'amplitude moyenne des champs électriques et magnétiques perturbateurs en un endroit donné, lorsque les perturbations sont quasi-permanentes.

On nomme *zone locale de perturbation* les champs électriques et magnétiques de haute fréquence dont l'effet perturbateur se manifeste au voisinage de conducteurs, par exemple de canalisations métalliques, en particulier à l'intérieur des bâtiments.

Des perturbations électriques, magnétiques et électromagnétiques d'origine très variée peuvent affecter les communications radioélectriques : *perturbations naturelles, atmosphériques ou telluriques, brouillages* par interférence avec d'autres radiocommunications, *perturbations artificielles* ou industrielles produites par l'induction des lignes de distribution d'électricité, des commutateurs, des moteurs, des lignes télégraphiques et téléphoniques, des réseaux de traction, chemins de fer et tramways, des sources d'alimentation des récepteurs.

— **Perturbations atmosphériques et telluriques.** Ces « signaux parasites » se révèlent dans le téléphone récepteur par des claquements ou des fritures qui hachent les radiocommunications au point de les rendre impossibles. Leur principal inconvénient est d'exciter par choc les

orages, les cyclones, les ouragans, plusieurs heures, parfois plusieurs jours à l'avance. Un service spécial de prévision météorologique, comprenant des stations fixes et des stations de bord, est organisé d'après ce principe aux États-Unis et dans le golfe du Mexique. D'autre part, les variations brusques du champ électrique terrestre à la suite de l'ionisation de l'atmosphère causent des perturbations dans les antennes, ainsi que les brouillards et les nuages passant au voisinage.

En outre, il existe des parasites cosmiques d'origine interplanétaire, qui semblent provenir du bombardement des hautes couches de l'atmosphère par les ions, des ondes cosmiques très courtes, des aurores polaires et des orages magnétiques, liés aux perturbations à la surface du soleil.

Des observations nombreuses, faites en particulier sous les tropiques, ont permis

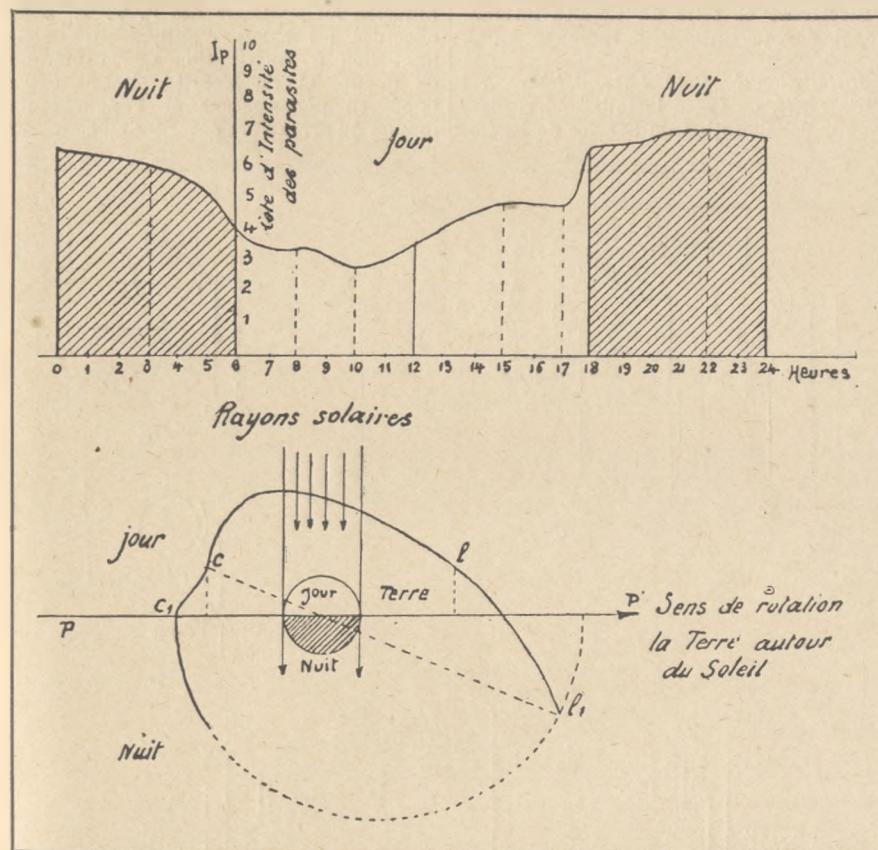
mentent avec la longueur d'onde, au moins jusqu'à 25.000 mètres environ : il est donc avantageux à cet égard de transmettre sur onde courte.

La grande variété morphologique et originelle des perturbations atmosphériques nécessite pour leur élimination la combinaison d'un certain nombre de méthodes. Fessenden, en 1907, et J.-J. Bethenod ont proposé l'emploi de circuits différentiels à haute fréquence; Round a essayé de monter deux détecteurs à cristal en opposition; Wright utilise la saturation des lampes triodes; Marconi dispose un filtre convenable entre antenne et terre; De Groot fait usage de deux antennes symétriques, distantes de 20 mètres, dont l'une apériodique; Dieckmann entoure deux antennes verticales d'une cage constituée par des anneaux de cuivre reliés par une résistance de maganin. Goldschmidt emploie un commutateur tournant à la fréquence des trains d'ondes amorties; Pupin et Armstrong utilisent un système à lampe triode qui introduit une résistance négative au passage des signaux.

La forme des collecteurs d'onde peut être mise à profit pour l'élimination des parasites. Les antennes sur le sol ou légèrement enterrées donnent de bons résultats. Les cadres orientables évitent l'influence des courants telluriques et augmentent la sélectivité du récepteur. Weagant a recours à un système de deux ou trois cadres différentiels, dont l'un servant de « réservoir à parasites ». Taylor se contente d'associer une antenne et un cadre; la marine américaine a imaginé un cadre à double prise de terre; Pickard a monté à la station d'Ottercliffs (Maine) diverses combinaisons d'antennes dirigées et de cadres.

Les savants français ont préconisé des systèmes éliminateurs basés sur la forme des parasites. L. Lévy a proposé l'emploi de filtres possédant une longueur électrique telle que seul le signal soit susceptible d'y établir des ondes stationnaires que le parasite apériodique ne peut y produire. Mais on est limité dans cette voie des résonances successives par la brièveté du signal, d'autant plus grande que la manipulation est plus rapide. H. de Bellescize a imaginé un système à constante de temps assez réduite, basé sur la limitation des signaux en durée et en amplitude. La limitation en amplitude est produite par la saturation des lampes. L'effet d'induction du parasite ainsi limité est réduit à la période de début et à celle de la fin du parasite, ce qui détermine également une limitation dans le temps.

— **Perturbations dues aux interférences des radiocommunications.** Ces perturbations se produisent lorsqu'il est difficile de sélectionner l'onde à recevoir. Le brouillage provient souvent d'une transmission peu sélective par ondes amorties, telles que celles en usage à bord des navires et dans les stations côtières. On l'atténue en utilisant un collecteur d'ondes orien-



Perturbations atmosphériques: Variations d'intensité des parasites de 0 à 24 heures et diagramme polaire de la même courbe par rapport à l'axe PP' et la direction de la lumière du soleil, montrant les variations concomitantes de la force des parasites tropicaux et de l'intensité de l'éclairage solaire. — ll, Lever du soleil; cc, coucher du soleil; lc, illumination de 8 heures à 17 heures. (D'après De Groot.)

récepteurs sur leur fréquence propre, ce qui rend leur élimination extrêmement difficile.

On distingue différentes espèces de perturbations atmosphériques. Les parasites dus aux orages ont été étudiés dès 1895 par Popoff (voir *détecteur*). Les récepteurs radioélectriques, comme l'a montré A. Turpain en 1903, permettent de prévoir les

de déterminer la source approximative, la direction, les variations diurnes et saisonnières des principaux parasites atmosphériques. De Groot indique que leur intensité est maximum la nuit, vers 22 heures, et minimum le jour, vers 10 heures; mais la gêne qui en résulte dépend de l'intensité relative des signaux. Austin a montré que les parasites aug-

fixe, non affecté par les perturbations extérieures. Pratiquement, le couplage est assuré, à l'intérieur d'une cage de Faraday mise à terre, entre le récepteur de contrôle et la canalisation qui alimente l'appareil perturbateur. On prend soin d'éviter la transmission des perturbations par les lignes d'alimentation.

A l'intérieur de la cage de Faraday, on trouve l'appareil de contrôle et une partie, sous moulure, de la canalisation alimentant l'appareil perturbateur. Cet appareil, ainsi que les raccords au réseau des lignes d'alimentation, sont à l'extérieur de la cage, qui mesure 5 m. $\times$ 4 m. $\times$ 2,50 m. Elle est constituée par deux parois en treillis de laiton, écartées de 50 millimètres l'une de l'autre; les mailles ont 1,5 mm. de diamètre.

Le couplage est défini par le rapport entre la force électromotrice qu'il est nécessaire d'appliquer aux bornes de l'appareil pour obtenir sur l'ampèremètre de l'appareil la même déviation que celle que produirait un champ de 1 mV/m agissant sur son antenne, et la force électromotrice qu'il convient d'appliquer au réseau pour avoir le même résultat. La force électromotrice de référence est de haute fréquence, modulée au taux de 30 % par un courant de 800 p/s.

L'alimentation de l'appareil de contrôle et celle de l'appareil perturbateur sont assurées par deux transformateurs monophasés, munis d'un écran relié à la terre entre primaire et secondaire. Le blindage des conducteurs d'alimentation est relié à la terre. L'appareil perturbateur est placé sur une plaque métallique reliée à la cage.

Méthode du Comité international des perturbations radiophoniques. — Ce Comité d'experts a étudié les méthodes de mesure, les bases statistiques, les possibilités techniques et économiques de l'élimination des parasites, l'influence de la durée de fonctionnement total de l'appareil perturbateur.

Les résultats des mesures effectuées sur une perturbation donnée dépendent de l'appareil de mesure et de la manière dont on l'utilise : les experts ne peuvent donc se prononcer sur ces mesures et ces méthodes qu'après les avoir comparées, ce qui sera fait pour chaque pays dans un laboratoire national.

Pour la mesure des tensions perturbatrices à la source, les conditions suivantes ont été retenues : un réseau équivalent d'une impédance de 150 ohms, avec angle de phase nul. L'appareil à étudier est placé à 40 centimètres au-dessus d'un treillis en cuivre d'au moins 2 m. $\times$ 2 m., étendu sur le sol et mis à la terre par un conducteur aussi court que possible.

On calcule, en France, que la tension perturbatrice peut être réduite à 60 microvolts sur un matériel assez neuf et au moyen de filtres simples logés dans l'enveloppe de l'appareil, pour des fréquences de 500 à 1.500 kh. Mais, de 150 à 300 kh (2.000 à 1.000 mètres), les mêmes filtres ne donnent guère moins de 600 microvolts, la réduction à 60 microvolts pouvant

être obtenue au moyen de filtres plus complexes et plus volumineux.

Les valeurs admissibles pour les perturbations mesurées à la source sont celles définies par le Comité international et que nous avons rapportées ci-dessus. Voir *perturbateur (tension perturbatrice)*.

(Angl. *Atmospheric's, Disturbance*. — All. *Störung*).

PERTURBOMÈTRE. Dispositif de mesure de la *tension perturbatrice* des lignes de distribution d'électricité ou de traction, basé sur l'emploi d'un cadre explorateur. Le flux perturbateur induit dans le cadre une force électromotrice, appliquée à un amplificateur à caractéristique linéaire. Les tensions induites des différentes fréquences sont réduites, en raison inverse des *poids* attribués à chacune d'entre elles, par un filtre approprié, placé entre le cadre et l'amplificateur. Voir *antiparasite, bruit*. La perturbation équivalente est mesurée par la déviation d'un instrument de sortie de l'amplificateur, qu'on multiplie par un coefficient expérimental, dépendant de la distance de la ligne au cadre. Le perturbomètre est un appareil aisément transportable qu'on peut employer en tout temps et dans tous les cas sans interrompre l'exploitation.

(Angl., All. *Perturbometer*).

PÈSE-ACIDE. Appareil destiné à mesurer la teneur en acide d'une dissolution. Synonymes : *aréomètre, acidomètre, densimètre* (Voir ces termes).

(Angl. *Hydrometer*. — All. *Senkwaage*).

PHANATRON. Redresseur à vapeur de mercure à cathode chaude. Ces valves trouvent leur application aux amplificateurs de la classe B, dans lesquels le courant moyen dépend de l'amplitude des signaux. Leur chute de tension interne est, en effet, très faible et constante (5 à 15 V). Leur échauffement est très réduit ainsi que leur encombrement. On utilise pour les postes émetteurs des modèles de phanatron de 60 w à 3.000 kw. Toutefois, la tension anodique ne doit être appliquée qu'après vaporisation complète du mercure par l'échauffement cathodique, sans quoi la cathode serait arrachée. Une inductance de blocage introduite entre anode et filtre empêche l'amorçage des oscillations. La cathode est protégée contre le bombardement ionique. Voir *redresseur, valve, émission*.

PHARE. *Phare commandé radio-électriquement.* On a réalisé la commande radioélectrique des phares lumineux et des signaux de brume. L'opérateur, installé à terre, met en marche un poste d'émission qui actionne les dispositifs d'avertissement du phare et déclenche le fonctionnement d'un petit émetteur radiophonique permettant le contrôle. Une telle installation a déjà été réalisée à Peshtigo Reef sur le lac Michigan.

Le poste émetteur de commande est situé sur la côte, à Sherwood Point, à 15 kilomètres de distance.

— **Radiophare.** Voir ce terme.
(Angl. *Beacon*. — All. *Leuchfeuer*.)

PHASE. État d'un phénomène périodique qui est fonction du temps.

— **Angle de phase.** Angle variable, proportionnel au temps et constituant la variable indépendante dans l'expression d'un phénomène périodique.

— **Conducteur de phase.** Les systèmes polyphasés à n phases produisent des courants de même fréquence, dont les phases sont respectivement *déphasées* de $\omega T/n$, T étant la période de ces courants. Les divers conducteurs traversés par ces courants polyphasés sont appelés *conducteurs de phase* ou *phases* du système.

— **Différence de phase.** Intervalle entre les valeurs correspondantes de deux fonctions périodiques de même forme et de même fréquence fondamentale. Cet intervalle peut être exprimé en unités de la variable indépendante (temps, espace...) ou être ramené à la variation angulaire correspondante.

Dans les fonctions composées d'une onde fondamentale et d'harmoniques supérieures, on attribue à chacun d'eux une phase rapportée à une fonction sinusoïdale fictive ayant la même fréquence et qui est nulle à l'instant $t = 0$ (C. E. I., 1934).

La différence de phase est le produit par la pulsation du temps qui s'écoule entre les passages à leurs maxima de deux fonctions périodiques simples de même fréquence. La différence de phases de deux phénomènes périodiques de pulsation $\omega = 2\pi f$ est donc l'angle $\varphi = \omega(t_1 - t_2)$, t_1 et t_2 étant les instants du passage au maximum. On dit aussi *déphasage*. Voir ce mot.

— **Grandeurs en phase.** Deux grandeurs périodiques sont dites *en phase* lorsque leur différence de phase est nulle.

— **Phase d'un élément réel ou complexe.** Une grandeur périodique réelle étant mise sous la forme
 $x = P \cos \omega t - Q \sin \omega t = X \cos(\omega t + \varphi)$
on appelle *phase* l'angle φ défini par

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$$

Si l'on emploie la notation complexe
 $x = X e^{i\varphi}$,

la phase apparaît alors comme l'argument de l'élément complexe.

— **Phase dans le champ électromagnétique.** Étant donné un champ électromagnétique produit à grande distance par un *doublet* (pratiquement par une antenne), le champ électrique est tangent au méridien, le champ magnétique au parallèle et ces deux champs sont en phase.

— **Mesure de la phase.** Voir à mesure : mesure à l'oscillographe cathodique; mesure du déphasage. Voir déphasage.
(Angl. Phase. — All. Phasis.)

PHASEMÈTRE. Appareil servant à mesurer les différences de phase entre deux phénomènes périodiques (C. E. I. 1934).

(Angl., All. Phasemeter.)

PHONE. Unité d'intensité sonore subjective égale au dixième du logarithme décimal du quotient de l'unité d'intensité sonore par celle correspondant au seuil d'audibilité conventionnel à la fréquence de 1.000 p : s.

* Deux intensités de son diffèrent d'un phone lorsque le logarithme décimal du rapport de ces deux intensités est égal à 0,1. Le bruit à mesurer est comparé avec un son pur normal, modulé à la fréquence de 1.000 p : s.

La définition du phone ne diffère de celle du *décibel*, unité d'affaiblissement en général, que par le choix de la fréquence de référence (1.000 p : s au lieu de 800 p : s) et par celui du *seuil d'audibilité*. L'unité de pression acoustique de 1 dyne par centimètre carré sur le tympan correspond, en effet à 73,8 décibels et à 70 phones. Voir *audibilité*, *bruit*, *antiparasite*, *décibel*, *néper*.

L'unité d'impression sonore est de l'ordre de grandeur des différences d'impression sonore encore perceptibles et l'on peut exprimer une intensité de son en *phones* sans décimales.

Pour les communications téléphoniques, l'intelligibilité est fortement réduite à 30 phones. La compréhension devient difficile à plus de 50 phones. Les chocs acoustiques très brefs produisent une impression sonore qui augmente pendant quelques dixièmes de seconde, puis demeure constante en raison de l'effet d'accumulation de l'oreille. La constante de temps d'un appareil pour la mesure des chocs brefs doit être de l'ordre de 0,1 à 0,2 seconde.

(Angl., All. Phone.)

PHONIE. Abréviation employée pour *téléphonie* en général, lorsqu'il n'est pas spécifié si la transmission est faite avec ou sans fil. Voir *graphie*.

(Angl. Phony. — All. Phonie.)

PHONIQUE. Qui se rapporte au son.

— **Isolement phonique.** Dans les studios de radiodiffusion, de télévision, de cinéma sonore, il est indispensable de réaliser l'étanchéité sonore, au moyen de l'*isolement phonique* des parois. On a recours à cet effet à des matériaux *insonores*. Voir *insonore*, *isolement*.

— **Facteur de transmission phonique.** Rapport des intensités sonores transmises et reçues. Ce rapport est égal au carré du rapport des courants électriques tra-
duisant le son à l'émission et à la réception. Voir *insonore*, *isolement*.

— **Sonde phonique.** Dispositif pour la mesure des intensités phoniques. Les sons recueillis par le microphone sont traduits sous forme de courant électrique modulé, amplifiés et mesurés à travers un affaiblisseur étalonné en *décibels* ou en *phones*. La mesure est faite au milli-ampèremètre, après détection au moyen d'un redresseur à oxyde de cuivre.

(Angl. Phonic. — All. Phonisch.)

PHOTOCONDUCTEUR. Se dit d'un corps dont la conductibilité électrique varie en fonction de l'éclairement.

— **Cellule photoconductrice.** Cellule photoélectrique basée sur les variations de conductibilité. Voir *cellule photorésistante*.
(Angl. Photoconductor. — All. Lichtleiter.)

PHOTODÉTECTEUR. Détecteur de variations d'intensité lumineuse. Voir *photovoltaïque*.

(Angl. Photodetector. — All. Lichtdetektor.)

PHOTOÉLECTRICITÉ. Ensemble de phénomènes électriques provoqués par l'action de la lumière ou d'autres radiations semblables (C. E. I. 1934).

En 1839, le physicien français Becquerel remarqua qu'en plongeant deux électrodes métalliques de même nature dans un électrolyte convenable, on obtenait entre ces électrodes une différence de potentiel lorsqu'on les éclairait. Le même phénomène fut constaté en 1926 sur les redresseurs à oxyde de cuivre, d'où dérivent les *cellules à couche semi-conductrice* ou *couche d'arrêt*. Voir aussi *photovoltaïque*.

Ensuite l'américain May constata que la résistance électrique d'un corps simple, le sélénium, varie en fonction de l'éclairement qu'il reçoit. Ce phénomène caractérise les *cellules photoconductrices* ou *photorésistantes*.

En 1887, le physicien allemand Hallwachs mit en évidence l'*effet photoélectrique*, consistant en l'émission d'électrons par des surfaces métalliques éclairées. Extrêmement faible, même pour des éclairages violents, cette émission ne peut guère être décelée qu'à l'électromètre ou au voltmètre-amplificateur.

Ces observations montrent diverses manifestations photoélectriques. La lumière a pour effet de libérer de la couche sensible un certain nombre d'électrons. Toutefois ces électrons peuvent soit rester dans le métal (*cellule photorésistante*), soit gagner un conducteur voisin (*cellule à couche semi-conductrice*), soit encore être libérés dans le vide ou l'atmosphère gazeuse (*cellules photoémettrices*).

Voir *photoélectrique*, *photoconducteur*, *photoémetteur*, *photorésistant*, *photovoltaïque*, *cellule*.

(Angl. Photoelectricity. — All. Lichtelektrizität.)

PHOTOÉLECTRIQUE. Qui concerne la variation d'une grandeur électrique en fonction des variations d'éclairement ou la production d'un courant électrique en fonction de l'éclairement. Voir *photoélectricité*.

— **Cellule photoélectrique.** Tube à vide dans lequel l'émission électronique est produite par l'éclairement de la cathode (C. E. I. 1934). On distingue trois types principaux de cellules photoélectriques, suivant le principe selon lequel elles sont établies :

1° Les *cellules photoconductrices* ou *photorésistantes*, dont la conductibilité électrique varie en fonction de l'éclairement. Voir *photorésistant*.

2° Les *cellules photoémettrices*, qui émettent un flux électronique sous l'effet de l'éclairement de la cathode.

Cette catégorie se subdivise en *tubes à gaz* et *tubes à vide*. Voir *cellule*, *photoémetteur*.

3° Les *cellules photovoltaïques* ou à *couche semi-conductrice*, dans lesquelles l'émission électronique est produite à la surface d'un contact rectifiant. Synonyme : *cellules à couche d'arrêt*. Voir *photovoltaïque*.

— **Effet photoélectrique.** Effet photoélectrique particulier constaté dans les tubes radiologiques. Voir *effet*.

— **Tube photoélectrique.** Synonyme de *cellule photoélectrique*. Voir *cellule*.
(Angl. Photoelectric. — All. Photoelektrisch.)

PHOTOÉMETTEUR. *Cellule photoémettrice*. Type de cellule photoélectrique, qui émette un flux électronique sous l'effet de l'éclairement de la cathode, soit dans le vide, soit dans une atmosphère gazeuse.

La cellule photoémettrice comporte essentiellement une cathode éclairée, émettrice d'électrons, et une anode qui capte le flux électronique. Cette anode a la forme d'un anneau, d'une grille, d'un fil, d'une boucle.

La cathode est constituée par un support recouvert d'une couche *photosensible* à base de métal alcalin ou alcalinoterreux, potassium, sodium, césium, rubidium, lithium. La sensibilisation de ces métaux est obtenue par une décharge lumineuse dans une atmosphère d'hydrogène. Ou bien la cathode est en oxyde métallique, oxyde de cuivre ou d'argent, recouvert de métal alcalin. Voir *cathode*, *émission*, *émission*.

La cellule est renfermée dans une ampoule en verre vidée ou remplie de gaz inerte à faible pression. Entre anode et cathode est appliquée une tension de 50 à 100 V. Le courant obtenu est de l'ordre de 250 microampères.

En raison de la faible valeur du courant débité, les cellules ne peuvent être utilisées qu'avec des amplificateurs à lampes ou des *multiplicateurs d'électrons*.

La sensibilité des cellules photoémettrices varie avec la longueur d'onde de la lumière et dépend de la nature de la couche sensible. Pour une longueur d'onde donnée, caractéristique du métal de la cathode, l'émission électronique passe par un maximum très net. Il y a résonance entre la fréquence des vibrations lumi-

neuses et la constitution atomique du métal. L'émission électronique est d'autant plus grande que la couche de métal est plus mince; elle varie aussi avec la nature du support (oxyde de cuivre ou d'argent).

La fréquence de résonance lumineuse

réduite; si l'on augmente la tension anodique, on atteint rapidement la saturation. Le courant de saturation est proportionnel à l'intensité du flux lumineux. Il est de l'ordre de 10 à 20 microampères par lumen.

Si l'on introduit dans l'ampoule des

un maximum d'inertie et l'hydrogène un minimum. Le courant croît rapidement en fonction de la tension jusqu'à la tension critique d'illumination, en deçà de laquelle il faut rester pour éviter la détérioration de la cellule.

L'amplification résultant de l'introduction du gaz dans la cellule est de 3 à 5.

TABLEAU I. — Courant dans la cellule en fonction de la surface cathodique.

SURFACE DE LA CATHODE	COURANT EN MICROAMPÈRES	
	Obscurité	Éclairement 1250 lumens
Cercle de 1 mm. de diamètre.....	0,2	2,5
Rectangle de 0,14 mm. × 10 mm.....	0,1	3,8
Rectangle de 1 mm. × 10 mm.....	0,1	6
Cercle de 5 mm. de diamètre.....	3	24
Rectangle de 7 mm. × 35 mm.....	72	432

de la cathode peut être déplacée, mais vers le rouge seulement, par l'adjonction sur la cathode de matières colorantes. Nous indiquons sur un graphique la variation de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde pour divers métaux.

Le facteur de forme de la cathode a une influence considérable, comme l'indique le tableau I ci-dessus.

Le tableau II indique les sensibilités maxima obtenues pour diverses tensions anodiques :

TABLEAU II. — Sensibilité maximum en fonction de la tension anodique.

TENSION volts	Sensibilité en microampères par lumen	
	Cellule à vide	Cellule à gaz
0	0	0
10	—	19
5	—	19
10	20	19
20	21,5	20
40	22,5	32
60	23	50
80	23,5	67
100	23,75	95
120	23,80	200
140	23,85	—

L'inertie des cellules photoélectriques est de l'ordre de un cent millièmes à un cent millionnièmes de seconde.

On distingue les cellules à vide et les cellules à gaz. Dans les cellules à vide, où la pression gazeuse est inférieure à 10^{-6} mm. de mercure, le courant est sensiblement proportionnel au flux lumineux intercepté par la cathode. Ces cellules sont donc fidèles et ont peu d'inertie. Elles conviennent donc bien pour la télévision. Mais leur sensibilité est assez

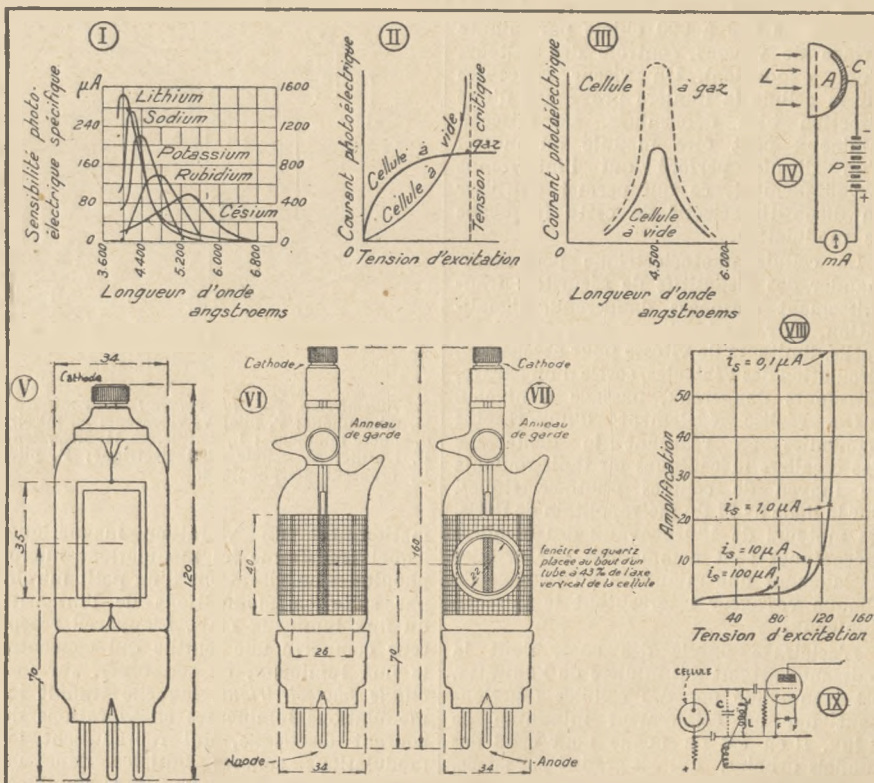
traces de gaz inerte, argon, néon, hélium à une pression d'environ 0,1 mm. de mercure, on augmente la sensibilité de la cellule qui peut ainsi, grâce à l'ionisation, atteindre quelques centaines de microampères par lumen. Par contre la cellule à gaz a une inertie non négligeable, de l'ordre de 0,05 seconde. Le néon donne

TABLEAU III. — Sensibilité spécifique de divers métaux photoélectriques.

MÉTAL	LONGUEUR D'ONDE angström	SENSIBILITÉ microampères par lumen
Lithium ..	4.100 (violet)	300
Sodium ...	4.200 (violet)	270
Potassium.	4.400 (indigo)	230
Rubidium .	4.800 (bleu)	140
Césium ...	5.400 (jaune)	100

En raison de leur inertie élevée, ces cellules sont impropres à la télévision à haute définition.

La cellule photoémettrice est reliée soit directement à un amplificateur de courant continu, soit par capacité à un



Cellules photoémettrices: I. Sensibilité photoélectrique spécifique des cellules photoémettrices en fonction de la longueur d'onde de la radiation lumineuse, pour divers métaux photosensibles. — II. Courant photoélectrique en fonction de la tension d'excitation pour une cellule vide et pour une cellule à gaz. — III. Résonance produite par l'ionisation dans une cellule à gaz. — IV. Schéma de principe d'une cellule photoémettrice. — V. Type de cellule photoémettrice à gaz. — VI et VII. Types de cellules photoémettrices à vide, avec anneau de garde, sensibles à l'ultra-violet. — VIII. Amplification résultant de l'introduction du gaz dans une cellule à vide. — IX. Montage d'une cellule photoélectrique avec compensation de l'effet de capacité.

amplificateur de courant variable. Dans ce dernier cas, l'inverse de l'impédance totale est égal à la somme des inverses de l'impédance de la cellule et de l'impédance du circuit de grille de la lampe d'attaque. L'impédance de charge est insérée, soit dans le circuit anodique, soit dans le circuit cathodique de la cellule, avec inversion de la phase du signal en passant d'un cas à l'autre.

Pour éviter les capacités parasites, il faut utiliser des lampes à faible capacité grille-plaque, telles que des lampes à écran.

Les applications des cellules photoélectriques sont extrêmement nombreuses. Citons d'abord l'utilisation en télévision pour la traduction des images. Rappelons, à cet effet, que l'iconoscope de Zworykine rassemble sur une surface de 130 centimètres carrés plus de 150.000 cellules photoélectriques élémentaires.

Industriellement, les cellules photoélectriques servent à obtenir soit des effets de « tout ou rien », comparables aux signaux télégraphiques, soit des effets de modulation, correspondant à la téléphonie ou à la télévision.

On utilise couramment les cellules pour le comptage des objets ou des personnes venant à intercepter le faisceau de lumière (visible ou infra-rouge) allant de la source à la cellule.

Ce comptage peut être effectué à la cadence de 500 à 600 objets par minute (triage de wagons, contrôle des visiteurs d'une exposition). Un viseur concentre sur la cellule la lumière provenant d'une direction bien déterminée. Le faisceau lumineux peut être modulé au moyen d'un disque perforé qui l'interrompt périodiquement, ce qui permet d'utiliser un dispositif sélectif de cette fréquence de modulation.

La cellule photoélectrique peut commander des dispositifs de sécurité : franchissement d'espaces dangereux, signalisation, barrages lumineux pour machines-outils, limiteurs de vitesse pour ascenseurs, circulation des véhicules, sortie d'un garage, carrefours dangereux, passage à niveau.

On réalise également d'importantes économies en réalisant le démarrage des escaliers mécaniques ou tapis-roulants au moyen de cellules photoélectriques. Sur la ligne n° 11 du métropolitain de Paris, les moteurs de 150 chevaux des escaliers mécaniques sont commandés par cellules déclanchant une minuterie au passage de chaque voyageur interceptant le faisceau lumineux.

L'éclairage public des rues, dont la puissance atteint des milliers de kilowatts, est commandé par des cellules fonctionnant par un éclairage minimum de 2 lux. Il en est de même pour celui des tunnels urbains, qui est gradué par zones. Le tunnel de l'avenue Foch est ainsi éclairé de jour par 242 lampes de 500 w; au crépuscule par 60 lampes et la nuit par 32 seulement. Au tunnel de la Villette est adjoint un contrôle photoélectrique de la hauteur maximum des véhicules (4 m.).

Les cellules permettent enfin les mesures

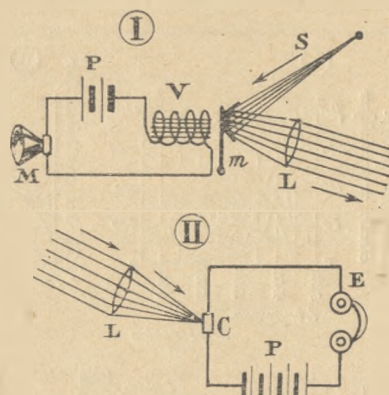
photométriques précises par lecture directe (luxmètres, posemètres, intégrateurs de lumière en un temps donné).

(Angl. *Photoelectric Celle*. — All. *Licht elektrische Zelle*.)

PHOTOLIPTOPHONE. Appareil permettant de composer vocalement un journal, de l'enregistrer sur du papier ordinaire et de le reproduire phonographiquement en l'enroulant sur un cylindre exploré par un pinceau lumineux. Le journal est lu devant un microphone et enregistré photographiquement par oscillographe. La pellicule est tirée sur papier par rotogravure. La reproduction par film est classique. Voir *belinographe*.

(Angl. *Photoliptophone*. — All. *Photoliptophon*.)

PHOTOPHONE. Appareil destiné à transformer les modulations sonores en modulations lumineuses et réciproquement. En particulier, le photophone constitue un système de téléphonie optique, utilisant comme onde porteuse un rayon lumineux. L'appareil émetteur comporte un circuit microphonique, une source lumineuse et une lentille concentrant le flux lumineux. L'organe de transfor-



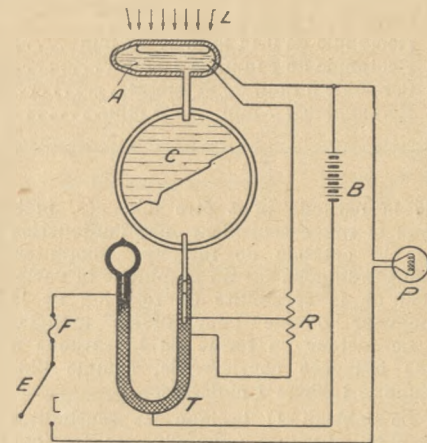
Transmission par photophone: I. Émission: M, microphone; P, pile; V, vibreur; m, miroir; S, source lumineuse; L, lentille. — II. Réception: L, lentille; C, cellule photoélectrique; P, pile; E, écouteur téléphonique.

mation est un vibreur magnétique, lequel transforme les modulations microphoniques en vibrations d'un petit miroir, par suite en modulations de l'intensité du flux lumineux émis. L'appareil récepteur comporte une lentille qui concentre le flux lumineux, en son foyer, sur une cellule photoélectrique, laquelle traduit les modulations lumineuses en vibrations du courant électrique, qui reproduisent les modulations sonores initiales dans un téléphone. En pratique, des amplificateurs à lampes triodes complètent l'émetteur et le récepteur. Ce mode de téléphonie peut être également appliqué aux rayons infra-rouges et ultra-violet, auxquels sont sensibles les cellules photoélectriques.

Le *pallphotophone* est un photophone

perfectionné, avec cellule de potassium, permettant de recevoir les modulations en haut-parleur ou bien de les enregistrer photographiquement sur un film pour les reproduire ultérieurement. Le *pallphotophone*, qui enregistre les sons en marge du film cinématographique, offre une solution de la cinématographie parlante. (Angl. *Photophone*. — All. *Photophon*.)

PHOTORELAIS. Relais actionné par une cellule photoélectrique. En général, la cellule commande un amplificateur électronique. Mais le photorelais Chilowski-Tubest est basé sur un principe différent :



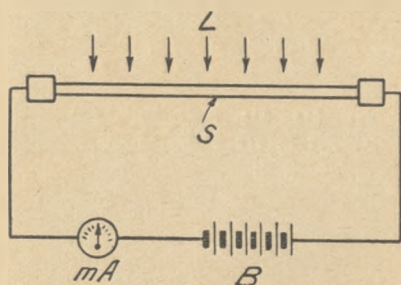
Photorelais: A, ampoule à électrolyse; L, lumière; C, capsule à deux compartiments; B, batterie; R, résistance; F, fusible; E, enclancheur automatique; T, tube contacteur à mercure; P, lampe de position à allumer.

celui de la décomposition électrolytique de l'acide chlorhydrique et de sa recombinaison sous l'action de la lumière. La quantité de gaz variant en raison inverse de l'action de la lumière, ce relais peut convertir des variations d'énergie lumineuse en actions électriques et mécaniques. Ce relais est notamment utilisé sur les automobiles pour allumer automatiquement les phares, lanternes et feux de position dès la tombée de la nuit, et pour les éteindre dès le lever du jour. Il convient également pour tous les éclairages publics et privés. Certains relais à action rapide peuvent fonctionner en 1 à 0,2 seconde. (Angl. *Photorelay*. — All. *Lichtrelais*.)

PHOTORÉSISTANT. Cellules photorésistantes. Cellules dont la conductibilité électrique varie en fonction de l'éclairement. La cellule est intercalée dans un circuit électrique alimenté par une batterie de 100 V ou par le secteur. Elle est composée de sélénium, de thallium ou d'un mélange d'oxyde de sélénium et de sulfure de thallium. La résistance électrique de la couche photosensible diminue lorsque l'éclairement augmente et descend parfois au-dessous de sa valeur dans l'obscurité. En effet, les électrons arrachés à la molécule par les photons du rayonnement lumineux restent au sein de

la couche sensible et accroissent sa conductibilité en s'ajoutant aux électrons libres.

Le débit de la cellule est de 1.300 microampères par lumen. Elle est surtout



Cellule photoélectrique : L, lumière ; S, couche résistante de sélénium ; mA, milliampèremètre ; B, batterie.

sensible aux grandes longueurs d'onde lumineuses, radiations rouges et infrarouges.

Ces cellules sont impropres à la télévision et à diverses autres applications en raison de leur grande inertie.

PHOTOSENSIBLE. Couche photosensible. Dans toute cellule photoélectrique, couche de substance qui libère des électrons sous l'effet de l'éclairement. (Angl. *Photosensitive*. — All. *Lichtempfindlich*.)

PHOTOTÉLÉGRAMME. Document photographique, dessin, manuscrit ou document graphique transmis par radiophotographie. Voir *bélinogramme*.

(Angl., All. *Radiophotogram*.)

PHOTOTÉLÉGRAPHIE. Appareils phototélégraphiques. Appareils donnant au poste récepteur la reproduction géométriquement semblable du texte (manuscrit, imprimé, image, photographie) exposé devant l'organe explorateur de l'appareil émetteur (C. E. I., 1934). Synonyme : appareils *téléiconographiques* ou de transmission des images.

Le terme de *phototélégraphie* est appliqué plus particulièrement à la transmission des images immobiles (photographies, dessins, documents graphiques) par opposition avec la *radiotélévision*, dont l'objet est la transmission des images animées. Pour transmettre une image, par fil ou sans fil, on la décompose en éléments très petits, tels que ceux obtenus par la trame en photogravure. A chacun de ces éléments correspond une intensité lumineuse déterminée. La transmission des images immobiles est actuellement résolue dans de bonnes conditions en un temps qui est de l'ordre de la minute. Pour obtenir l'expression assez détaillée d'une physionomie, il faut décomposer son image en 30.000 « points » ou éléments environ.

L'image à transmettre est obtenue, soit par éclairage direct de l'objet, soit par éclairage d'un cliché négatif sur pellicule.

Le faisceau de lumière émis par l'élément d'image est dirigé sur l'élément sensible d'une *cellule photoélectrique*, qui transforme les variations d'intensité lumineuse en variations correspondantes de l'intensité d'un courant électrique continu et de l'amplitude des ondes par une *modulation*. L'exploration de la pellicule est opérée soit par lignes parallèles successives, soit selon une courbe spirale, ces droites ou ces spires formant un réseau assez fin pour encadrer tous les détails essentiels de l'image. On obtient ce résultat en déplaçant l'image ou en dirigeant le faisceau. La vitesse de la transmission et sa fidélité sont fonction de la sensibilité de la cellule photoélectrique.

La seconde partie du problème consiste à transformer inversement les variations électriques — propagées par le courant et par les ondes — pour faire réapparaître l'image.

On peut y parvenir graphiquement, par exemple en dirigeant le courant ainsi modulé dans un électro-aimant dont l'armature porte un style, un crayon ou une plume. Cette pointe traçante convertit les modulations du courant en un trait plus ou moins accentué, qui reproduit l'image par lignes parallèles. Cette ligne est ordinairement une hélice cylindrique ou une spirale, analogue aux enregistrements des disques ou des cylindres de phonographes.

La principale difficulté consiste à réaliser le *synchronisme* entre le modulateur, qui décompose l'image, et l'enregistreur, qui la reproduit. On peut obtenir cette condition en entraînant ces deux appareils d'émission et de réception au moyen de moteurs *synchrones* qui, alimentés par des courants alternatifs de même fréquence, tournent à la même vitesse.

Les pointes traçantes et leurs dispositifs d'entraînement sont doués d'une inertie gênante qu'on supprime en leur substituant l'équipage d'un *oscillographe*, beaucoup plus sensible. C'est un faisceau lumineux qui joue alors le rôle de style et reproduit l'image en impressionnant un film sensible ou un écran phosphorescent, qui se déplace en synchronisme avec l'émetteur.

On parvient à éliminer entièrement l'inertie mécanique en modulant directement la lumière par le phénomène de Kerr. Le courant électrique modulé, reçu et amplifié, traverse par deux électrodes un tube de verre rempli de sulfure de carbone. Ce tube est disposé entre deux nicols polarisateurs. En l'absence de courant, l'appareil est réglé de manière que le faisceau lumineux traversant le tube soit entièrement éteint à la sortie du système. Dans ces conditions, l'appareil transmet des modulations lumineuses rigoureusement proportionnelles aux modulations électriques du courant.

En Amérique et en Europe fonctionnent actuellement un certain nombre de systèmes de radiophotographie. Le système Bell est en service entre huit stations à Atlanta, Boston, Chicago, Cleveland, Los Angeles, New-York, San Francisco,

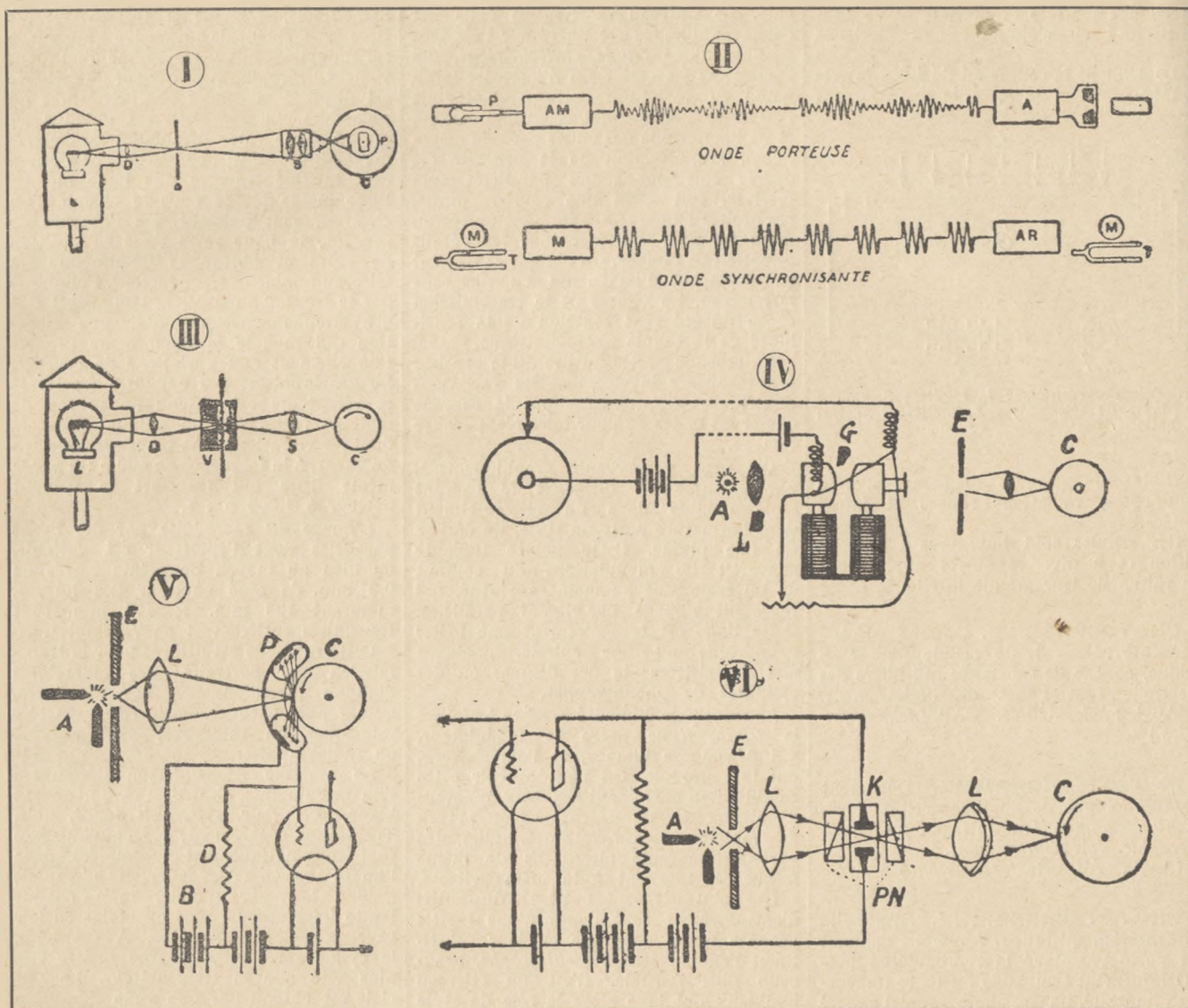
Saint-Louis. L'image à transmettre est tirée sur pellicule négative appliquée sur un cylindre de verre, animé d'un mouvement hélicoïdal. A l'intérieur du cylindre est disposée la cellule photoélectrique au potassium. La réception est obtenue au moyen d'une valve démodulatrice électromagnétique ainsi constituée. Le courant modulé traverse une lame magnétique mince placée dans le champ d'un électro-aimant puissant. En l'absence de courant, la lame reste dans sa position de repos et obture le diaphragme du faisceau lumineux reproducteur. Parcourue par le courant modulé, la lame subit une attraction magnétique, d'où une vibration qui module le diaphragme proportionnellement aux variations de courant. Le synchronisme des cylindres émetteurs et récepteurs est obtenu au moyen de moteurs réglés par un unique diapason, dont les vibrations sont transmises électriquement, à la fréquence de 400 p : s par la même ligne qui transmet le courant porteur à 1.300 p : s.

L'image est reproduite par des lignes parallèles dont l'épaisseur est variable, ou bien au moyen de points carrés de 0,2 mm. de côté environ. Ces images, mesurant 125 mm. × 175 mm. sont transmises entièrement en 7 minutes.

Cette méthode est utilisée pour la transmission des portraits, des empreintes digitales (bertillonnage), des signatures, autographes, chèques, dessins, cartes météorologiques ou militaires, photographies ou radiographies.

Le système Alexanderson décompose l'image en points, classés en cinq nuances : blanc, gris clair, gris, gris foncé, noir. Transmises séparément, ces cinq nuances sont automatiquement assemblées dans l'image reçue. Alexanderson n'emploie qu'une longueur d'onde, mais chaque teinte impressionne plus ou moins en largeur la pellicule sensible. A cet effet, le cylindre récepteur tourne quatre fois plus vite que le transmetteur. Le gris clair est obtenu par une seule exposition pendant la rotation du cylindre, le gris par deux tours de rotation, le gris foncé par trois et le noir par quatre.

Dans le système Korn, qui remonte à 1905 environ, la pellicule photographique à transmettre est collée sur un tambour animé d'un mouvement hélicoïdal. Une lampe envoie sur la pellicule un faisceau lumineux concentré par une lentille. Après avoir traversé la pellicule, le faisceau impressionne une cellule photoélectrique. Le récepteur comporte essentiellement un galvanomètre à fil d'argent d'Eindhoven, lequel obture plus ou moins un mince pinceau lumineux, qui, à travers l'entrefer étroit des pièces polaires, vient impressionner un film sensible porté par un tambour. Les deux tambours d'émission et de réception sont entraînés par des moteurs électriques à 3.000 t : mn. Toutefois, le récepteur tourne à une vitesse un peu supérieure à celle de l'émetteur, mais est arrêté à la fin de chaque révolution par un cliquet, de manière à réaliser le synchronisme des deux cylindres.



Divers systèmes de phototélégraphie: I. Émetteur système Bell. — II. Émission de l'onde porteuse et de l'onde synchronisante dans le système Bell. — III. Récepteur système Bell. — IV. Récepteur système Korn. — V. Émetteur système Karolus. — VI. Récepteur système Karolus: A, arc; L, lentilles; G, oscillographe d'Einhoven; E, écran; C, cylindre; P, cellule photoélectrique; D, résistance; B, batteries; K, cellule de Kerr; PN, nicols polarisateurs.

D'autre part, le professeur Korn a imaginé un système de transmission des images dans lequel on transmet des points noirs de dimensions d'autant plus petites que l'élément à reproduire est plus clair. Au moyen de six calibres de points, on arrive à reconstituer l'image. En désignant ces calibres par des signaux convenus, on peut ainsi transmettre une image télégraphiquement. Mais ce procédé est beaucoup plus long que ceux actuellement en usage.

Le procédé Karolus-Telefunken, en usage en Allemagne, utilise à l'émission une cellule photoélectrique, à la réception le phénomène de Kerr. La cellule possède un tube de verre en forme de tore, où l'on a fait le vide. L'élément actif est constitué par des fils minces recouverts

d'une couche de potasse, de rubidium et de caesium. Le circuit électrique, comprenant une lampe triode et ses batteries, est intercalé entre les fils de la cellule et une plaque de fer fixée sur l'ampoule. Comme dans les systèmes précédents, l'image à transmettre est collée sur un tambour animé d'un mouvement hélicoïdal, au pas de $1/5^e$ mm. par tour. Le pinceau lumineux, produit par un arc, est concentré sur l'image, traverse la cellule, frappe l'image et est réfléchi sur les fils sensibilisés de cette cellule. A la réception, une pellicule sensible est enroulée sur un cylindre analogue, synchrone de l'émetteur. Le faisceau de lumière issu d'un arc traverse la cellule de Kerr remplie de nitrobenzol et impressionne la pellicule en positif. On peut d'ailleurs obtenir un

négatif en opérant à l'émission par transparence au lieu d'agir par réflexion du rayon.

Nous ne décrivons pas ici le procédé Belin, utilisé en France, parce que nous l'avons déjà analysé en détail à l'article *belinographe*.

Nous rappellerons seulement ici quels sont les derniers progrès mondiaux accomplis en phototélégraphie. Le cylindre normal de transmission a un développement de 13 cm. x 18 cm., avec 5 lignes $1/3$ par millimètre. Le réseau européen de phototélégraphie groupait treize pays à la fin de 1936. En France, dix postes publics et dix postes privés sont reliés au réseau.

Aux États-Unis, le réseau de l'American Telephone and Telegraph Co dessert

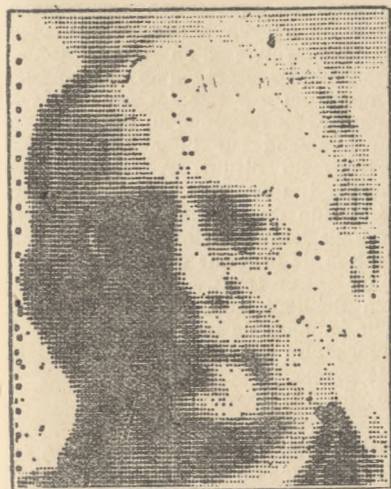
26 villes avec un cylindre de 27,5 cm. × 42,5 cm., donnant 4 lignes par millimètre. A la vitesse de 50 centimètres par seconde, on transmet une image de 20 cm. ×



Spécimen d'image enregistrée par le procédé de phototélégraphie Bell.

25 cm. en 16 minutes, avec une fréquence porteuse de 2.400 p : s.

La Radio Corporation of America

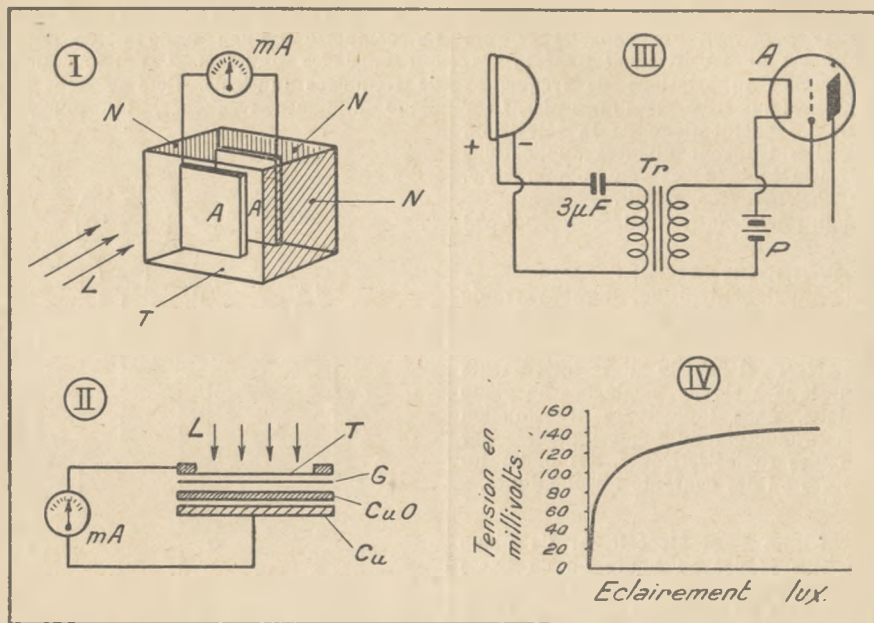


Spécimen d'image enregistrée par le procédé de phototélégraphie Korn.

utilise l'onde porteuse de 3 mètres et transmet 55 centimètres carrés par minute (soit environ 120 mots par minute).

(Angl. Phototelegraphy. — All. Fernlichtbild.)

PHOTOVOLTAÏQUE. Cellule photovoltaïque ou à couche semi-conductrice ou à couche d'arrêt. Cellule photoélectrique dans laquelle l'émission électronique est produite à la surface d'un contact rectifiant.



Cellules photovoltaïques : I. Cellule photovoltaïque de Becquerel ou actinomètre : A, plaque d'argent ; N, surfaces noircies de la cuve électrolytique ; T, surface translucide ; L, lumière. — II. Cellule à couche semi-conductrice ou 'couche d'arrêt' : L, lumière ; T, électrode translucide ; G, couche de graphite ; CuO couche d'oxyde de cuivre ; Cu, électrode en cuivre ; mA, milliampère-mètre. — IV. Caractéristique d'une cellule photovoltaïque.

Ces cellules sont essentiellement constituées par deux électrodes séparées par une couche semi-conductrice très mince. L'électrode antérieure (anode) qui reçoit la lumière est une feuille de métal tellement mince qu'elle laisse passer la lumière. Les électrons arrachés par les photons au passage à travers cette feuille viennent s'accumuler sur l'électrode postérieure, qui forme cathode. Un courant électrique s'établit si l'on réunit l'anode à la cathode. Cette cellule produit ainsi spontanément une force électromotrice sans nécessiter une tension auxiliaire. C'est un transformateur d'énergie lumineuse en énergie électrique.

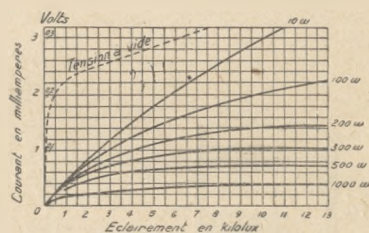
Les cellules photovoltaïques dérivent des premières expériences de Becquerel en 1839. L'élément photovoltaïque était constitué par deux lames de platine ou d'argent plongeant dans un électrolyte (acide sulfurique à 2 %) renfermé dans un bac à parois noircies. Sous l'action de la lumière, on pouvait observer le passage d'un courant électrique dans le conducteur reliant extérieurement les deux électrodes (actinomètre Becquerel). L'appareil pouvait déceler l'éclairement produit par une bougie placée à 10 centimètres de la cuve.

Des résultats analogues ont été obtenus par Grumbach en 1927 avec une solution d'eau glycinée contenant du fluorocéinate de soude et du chlorure de potassium. La différence de potentiel n'est que de l'ordre de quelques centièmes de volts. On employa aussi des éléments constitués par des cristaux de protoxyde de cuivre dans une solution de soude.

Actuellement, les éléments secs à contact rectifiant ont remplacé les éléments vol-

taïques plongeant dans un électrolyte. Mais leur fonctionnement reste le même.

L'électrode photosensible est une feuille très mince d'un métal précieux, l'autre électrode est un métal quelconque : c'est du fer avec une couche de sélénium ou du cuivre avec une couche d'oxyde cuivreux. Dans le premier cas, le fer se comporte comme anode ; dans le second cas, le cuivre est la cathode. La résistance de la cellule est d'autant plus faible que la couche semi-conductrice (sélénium ou oxyde de cuivre) est plus mince.



Caractéristiques d'une cellule photovoltaïque : Tension à vide et débit sur diverses résistances d'une cellule photovoltaïque industrielle de 10 cm² de surface.

Pratiquement, le support métallique est recouvert par la couche semi-conductrice (sélénium, oxyde), puis par une couche extrêmement mince d'or, de platine ou de plomb. En fait cette cellule se comporte comme un détecteur.

La sensibilité des cellules à couche d'arrêt est plus de dix fois supérieure à celle des cellules photoélectriques. Elles donnent à la lumière du jour un courant de l'ordre de 1 milliampère. La sensibilité est maxi-

mum pour le rouge orangé, minimum pour le bleu-vert. La capacité de ces cellules est un inconvénient pour la traduction des modulations de fréquences supérieures aux fréquences musicales. Leur inertie les exclut donc de la télévision, mais elles trouvent maintes applications en télémechanique et en photométrie. Voir *photoélectrique, cellule*.

(Angl. Photovoltaic. — All. Photovoltaisch.)

PHYSICOCHIMIQUE. Condensateur physicochimique. Synonyme de *condensateur électrolytique*. Voir ce terme.

PIANO. Il existe des instruments de musique à clavier, analogues au piano classique, dans lesquels la transmission ou la production du son est assurée par des ondes radioélectriques, des ondes lumineuses ou des courants téléphoniques.

— **Piano radioélectrique.** Ce piano peut être réalisé en haute ou en basse fréquence (A. Givélet). En haute fréquence, son principe est analogue à celui de l'*éthérophone* de Theremin ou *thereminvox* (voir ce mot). La note musicale est obtenue par les battements des ondes d'une hétérodyne à fréquence constante et d'une hétérodyne à fréquence variable. La capacité de l'hétérodyne variable est constituée par autant de condensateurs fixes qu'il y a de touches au clavier. En appuyant sur chacune des touches, on met en circuit un condensateur, qui produit une onde de haute fréquence donnée et, par interférence avec l'onde de fréquence constante, des battements sur une note déterminée. La production des différentes notes de la gamme se ramène à un calcul de capacités. La note musicale est reproduite par un haut-parleur.

Le piano électrique à basse fréquence ne comporte qu'une seule hétérodyne, qui engendre directement des courants de fréquence musicale. Comme dans le piano à haute fréquence, les touches

Un disque tournant à grande vitesse porte des couronnes concentriques de trous régulièrement espacés, qui interceptent un rayon lumineux. Selon la fréquence à laquelle se succèdent ces trous,

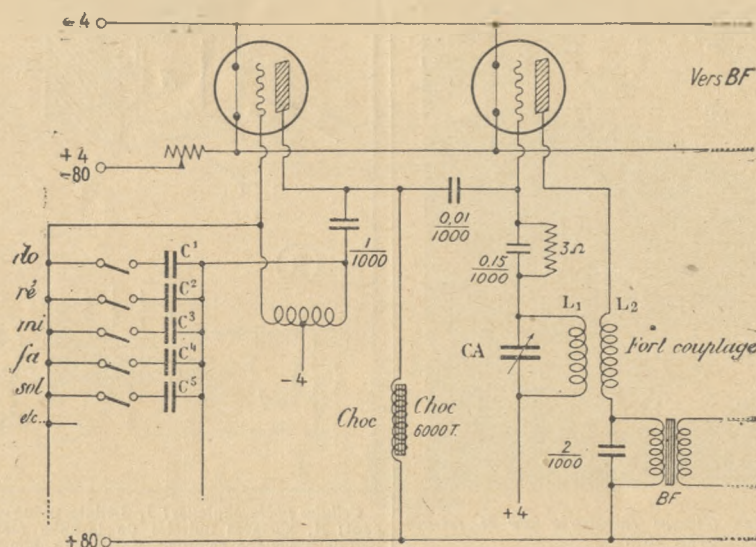


Schéma d'un piano radioélectrique à haute fréquence.

mettent en circuit des condensateurs fixes, mais dont la capacité est beaucoup plus élevée que celle des premiers. De même, les bobines sans fer de 200 à 350 spires sont remplacées par un transformateur à basse fréquence avec noyau de fer, de rapport 2 ou 3.

— **Piano photoélectrique.** Ce piano, ou *cellulophone*, réalisé par M. Pierre Toulon, est constitué de la façon suivante :

on obtient une modulation lumineuse à une note musicale plus ou moins élevée. La transformation de la modulation lumineuse en modulation électrique est opérée au moyen d'une cellule photoélectrique, suivie d'un amplificateur à basse fréquence et d'un haut-parleur. En appuyant sur une touche du clavier, on envoie, au moyen d'un miroir, le faisceau lumineux sur l'une des couronnes de trous du disque. A chaque touche correspond une note. La particularité intéressante du système est qu'il permet un dosage des harmoniques, donc du *timbre*, en raison de la forme qu'il est possible de donner aux trous. L'inventeur pense qu'en donnant aux trous la forme des oscillogrammes de la voix, on parviendra à reproduire le timbre et l'articulation de la parole.

(Angl., All. : Radiopiano.)

PICK-UP. Dispositif électromécanique entraîné par un phonographe, capable d'exciter un haut-parleur (C. E. I., 1934). Synonyme de *lecteur phonographique*. Voir *lecteur*.

(Angl., All. : Pick-up.)

PIÈGE. Piège électrique. Appareil destiné à capter, pour les éliminer, certaines ondes électriques, courants de haute fréquence indésirables et autres parasites. Voir *bouchon, éliminateur, filtre, rejector, trappe*, etc.

(Angl. Wave Trap. — All. Wellennetz.)

PIÉZOÉLECTRICITÉ. Phénomènes de piézoélectricité. Ensemble des phénomènes électriques provoqués par des

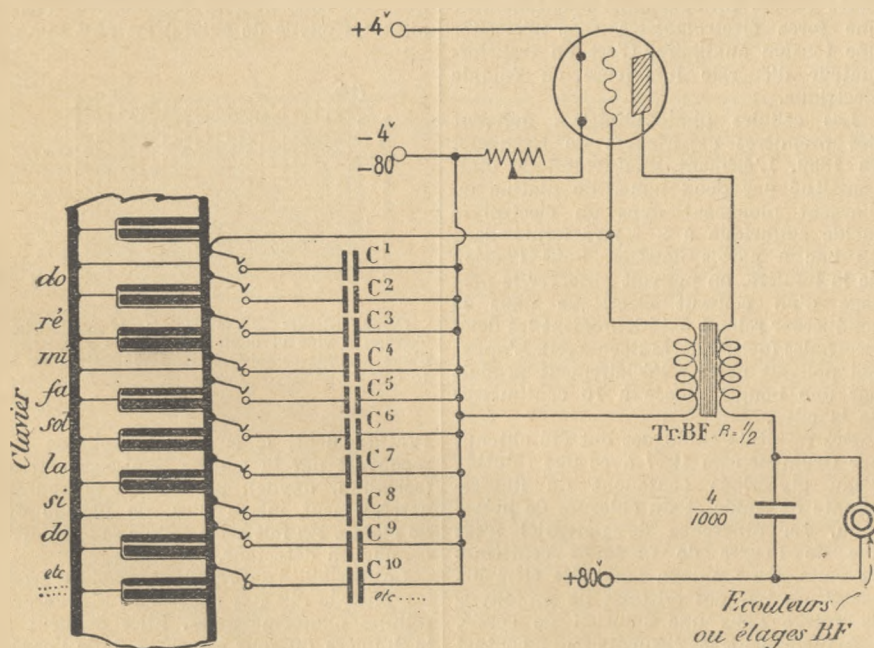


Schéma d'un piano radioélectrique à basse fréquence.

variations de pression (C. E. I., 1934). Science ayant pour objet l'étude des phénomènes *piézoélectriques*. Voir ce terme.

(Angl. *Piezoelectricity*. — All. *Piezoelektrizität*.)

PIÉZOÉLECTRIQUE. Phénomènes piézoélectriques. En 1780, Coulomb montra que certaines substances, à la surface desquelles on exerce une pression, prennent une charge électrique sur la

face opposée. En 1817, Haüy constata le développement de charges électriques égales et de signes contraires sur les faces en regard de deux substances comprimées l'une contre l'autre, cette électrisation persistant après l'application de la pression. Becquerel étudia aussi ce phénomène en 1833. En 1881, Jacques et Pierre Curie montrèrent qu'en comprimant certains cristaux hémihédres à faces inclinées, en particulier le quartz et la tourmaline, on met en évidence des phénomènes

électriques analogues. Ils formulèrent la loi fondamentale de la piézoélectricité : *la force électromotrice engendrée entre les faces d'un cristal est proportionnelle à la pression exercée*. Le coefficient de proportionnalité est appelé *constante piézoélectrique*. Ils signalèrent aussi la réversibilité du phénomène : l'application d'une tension électrique entre les faces d'un cristal détermine une déformation de ce cristal, contraction ou dilatation suivant le sens de la tension.

Le sens du phénomène est conforme à l'application d'une règle analogue à celle des trois doigts de Maxwell, la lame de cristal pouvant être taillée parallèlement à l'une des faces du cristal ou perpendiculairement aux arêtes.

Un certain nombre de cristaux, tels que la tourmaline, le silicate de zinc, le sel de Rochelle (tartrate double de sodium et de potassium) partagent avec le quartz cette propriété. On a pu utiliser le sel de Rochelle de la manière suivante pour la fabrication d'un haut-parleur. Si l'on fait passer un courant téléphonique à travers un cristal de ce sel, en munissant deux de ses faces opposées d'armatures en papier d'étain, le cristal se met à vibrer en reproduisant les sons.

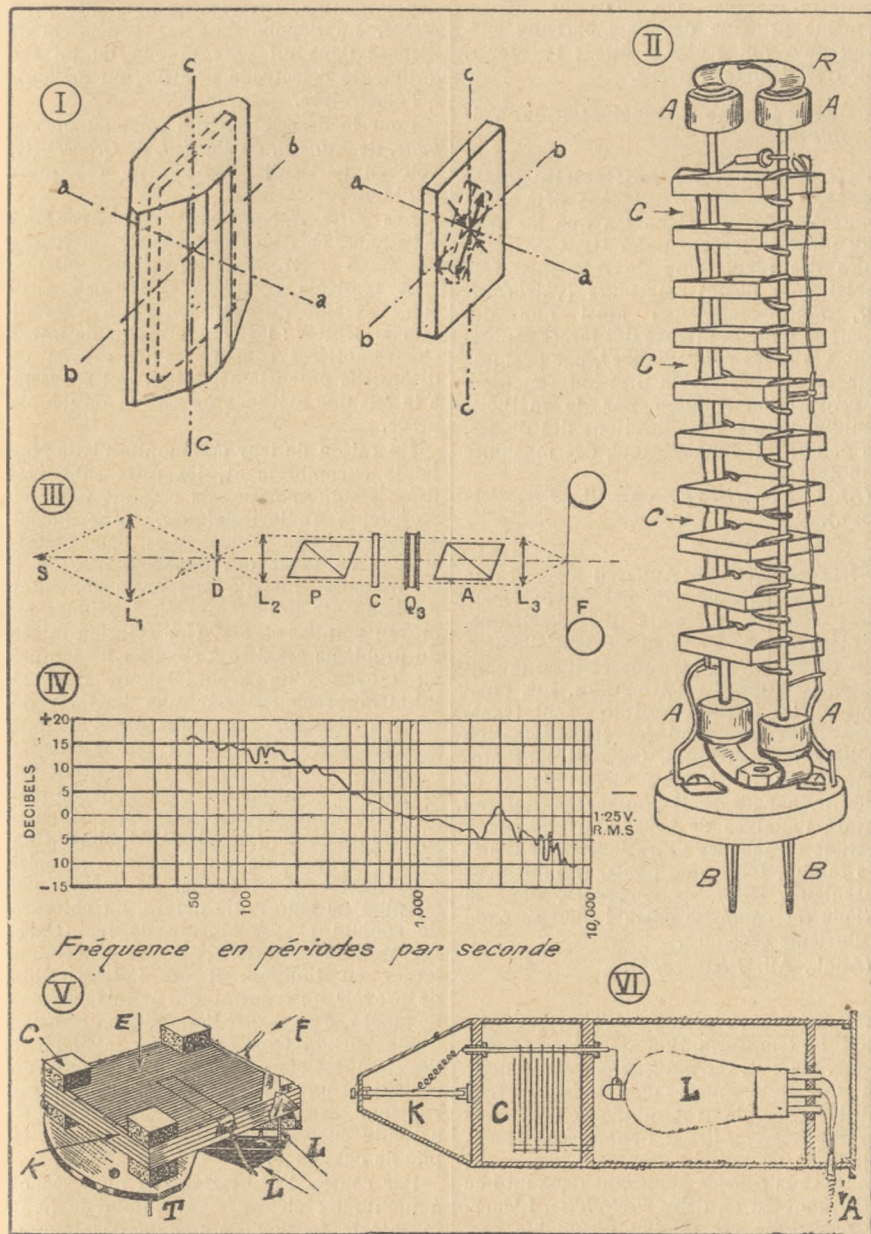
Le quartz est souvent mis à profit en raison de son inaltérabilité et de la constance de sa vibration. C'est avec le quartz qu'on réalise les résonateurs piézoélectriques, utilisés comme étalons de fréquence, notamment pour l'étalement des émissions radioélectriques ou des *multivibrateurs*. A cet effet, le cristal, convenablement taillé, est recouvert sur deux faces opposées d'armatures métalliques, plaques de cuivre, feuilles d'étain. On se contente parfois d'appliquer le cristal contre un barreau d'acier. Ces mêmes cristaux piézoélectriques, intercalés dans le circuit des oscillateurs à lampes électroniques, jouent le rôle de stabilisateurs de fréquence.

Enfin, les cristaux piézoélectriques sont utilisés pour transformer les ondes radioélectriques en ondes ultra-sonores et réciproquement, en raison de la conversion des oscillations de haute fréquence, appliquées au cristal, en vibrations élastiques. C'est le principe de la télégraphie sous-marine par ondes ultra-sonores.

Voit *étalon, fréquence, quartz, résonateur, ultra-sonore*.

— **Casque piézoélectrique.** Des casques téléphoniques piézoélectriques ont été réalisés en Grande-Bretagne. Ils comportent des cellules au sel de Seignette. Ils ont un bon rendement dans les notes aiguës, sont légers et ne comportent pas d'aimant permanent.

— **Chronographe piézoélectrique.** Cet appareil, imaginé par E.-P. Tawil, comporte une source lumineuse, des lentilles et un diaphragme, un polarisateur, un quartz piézoélectrique dont l'axe est incliné à 45° sur la section principale du polarisateur, une seconde lame de quartz compensant la biréfringence, et un analyseur placé à l'extinction.



Piézoélectrique : I. Figure montrant comment l'on taille les lames piézoélectriques dans un cristal de sel de Rochelle par rapport aux axes a, b, c. — II. Microphone piézoélectrique : A, amortisseurs ; C, cellules piézoélectriques bimorphes ; R, ressort ; B, broches. — III. Chronographe piézoélectrique : L₁, L₂, L₃, lentilles ; S, source lumineuse ; F, image sur le film ; P, A, cristaux polariseur et analyseur ; D, diaphragme ; Q₃, quartz piézoélectrique. — IV. Courbe de réponse d'un lecteur de son piézoélectrique. — V. Haut-parleur piézoélectrique : C, coussinets de fixation ; E, électrodes ; F, fils de connexion ; K, lames de cristal piézoélectrique ; T, tige de commande du cône ; L, L, bras de levier démultiplificateurs. — VI. Coupe d'un piézographe Gomez-Langevin : K, cristal piézoélectrique ; C, condensateur ; L, lampe ; A, vers l'amplificateur.

Lorsque le quartz vibre, une biréfringence accidentelle et intermittente se produit dans les régions nodales. Le faisceau lumineux sortant du système est concentré sur un film sensible.

Le quartz se comportant comme un étalon de fréquence de haute précision pour fréquences très élevées (supérieures à 10⁶ hertz), on dispose ainsi d'un chronographe donnant une approximation de 10⁻⁶ seconde.

— **Cristaux piézoélectriques.** Les propriétés piézoélectriques des cristaux proviennent de leur structure moléculaire. Un cristal est, en effet, le résultat de l'orientation géométrique des molécules dans une substance. Les cristaux piézoélectriques appartiennent en général à une famille de cristaux prismatiques, dépourvus de centre, possédant, comme le quartz, un axe de symétrie hexanaire (axe optique) et deux systèmes de trois axes binaires, respectivement perpendiculaires. Si les lames sont taillées parallèlement aux faces du cristal, des variations de pression sur leurs faces principales font apparaître sur ces faces des variations de tension électrique. Dans le cas contraire, ces variations de tension apparaissent consécutivement à des variations de pression sur les faces latérales de la lame.

Voici les constantes des principaux cristaux piézoélectriques :

CRISTAL	Unité c. g. s. de quantité d'électricité par dyne.
Tourmaline.....	+ 5,78 × 10 ⁻⁸
Quartz	— 6,94 × 10 ⁻⁸
Sel de Rochelle (20° C.).....	+ 8.100 × 10 ⁻⁸

On fabrique artificiellement des cristaux de sel de Rochelle, de 56 centimètres de longueur sur 9 centimètres de largeur et 5 centimètres de hauteur. La lame est taillée perpendiculairement au petit axe de la section prismatique et à 45° sur l'axe optique. Elle a alors tendance à se dilater dans un sens et à se contracter dans l'autre sous l'action de la tension électrique appliquée. En pratique, on utilise un élément bimorphe spécial, résultant de l'association de deux lames. Le cristal, qui fond à 74° C, peut supporter sans inconvénient une température de 55° C, mais la température optimum est celle de 22° C (point de Curie). L'élément bimorphe permet de réduire à 2 décibels les variations de niveau provenant de la température de — 40 à + 50° C.

Les cristaux piézoélectriques sont utilisés pour la construction de microphones, haut-parleurs, casques, pick-up, sondes ultrasonores, chronographes etc...

— Haut-parleur piézoélectrique.

Dans ce haut-parleur, le moteur est constitué par quatre lames carrées de sel de Rochelle superposées, immobilisées par

trois de leurs coins, le quatrième commandant un bras de levier fixé d'autre part au cône du haut-parleur. Cet appareil peut reproduire toutes les fréquences de 60 à 10.000 p : s. Il est plus sensible qu'un haut-parleur électrodynamique. Accouplé à un tel haut-parleur, il améliore le rendement des notes aiguës de 8.000 à 10.000 p : s. N'exigeant aucune excitation, il peut être monté sur tout montage simple ou différentiel (push-pull), à condition d'être shunté par une bobine de choc. On obtient ainsi une puissance de 5 à 10 watts modulés. On construit d'après le même principe des haut-parleurs spéciaux pour notes aiguës dits « tweeter ». Voir *cristal piézoélectrique*.

— **Microphone piézoélectrique.** Voir *microphone*.

— **Applications piézoélectriques diverses.** Outre les applications déjà mentionnées ci-dessus, signalons que les cristaux piézoélectriques permettent de construire des régulateurs de fréquence très stables pour postes émetteurs (voir *émetteur, matre-oscillateur*) ainsi que des appareils pour la mesure des forces rapidement variables (*piézographe*), par exemple pour la mesure de la pression sanguine, la prospection minière par la méthode sismique, l'étude des vibrations des digues, des ponts, du ciment armé, des machines et moteurs.

(Angl. *Piezoelectric*. — All. *Piezoelektrisch*.)

PIÉZOGRAPHE. Appareil servant à la mesure des pressions ou des forces vibratoires par la méthode piézoélectrique. Le piézographe se compose essentiellement d'un cristal piézoélectrique et d'un amplificateur à lampes électroniques. Les pressions ou les forces vibratoires sont transmises au cristal, qui les transforme en oscillations électriques. Celles-ci sont amplifiées par les lampes électroniques et traduites par un oscillographe. Cet appareil permet l'analyse de tous les phénomènes mettant en jeu des vibrations mécaniques très faibles, telles que pouls, tremblement musculaire, secousses nerveuses, dont la période est comprise entre 1/500^e seconde et plusieurs secondes.

(Angl., All. *Piezograph*.)

PILE. Source d'énergie électrique utilisant la transformation de l'énergie chimique. La *pile thermoélectrique* n'est donc pas une pile, mais un transformateur direct d'énergie thermique en énergie électrique. Les *piles à liquide* sont essentiellement constituées par deux *électrodes*, l'*anode* et la *cathode* plongeant dans un bac renfermant un ou deux *électrolytes*. L'énergie électrique est rendue disponible aux bornes de la pile, tandis que s'opère la réaction chimique des électrodes au sein de l'électrolyte. Par suite de réactions secondaires, notamment de l'accumulation d'une gaîne d'hydrogène gazeuse sur l'électrode positive, la résistance intérieure de la pile s'accroît à mesure qu'elle débite

et sa tension aux bornes diminue : on dit qu'elle se *polarise*. Pour obvier à cet inconvénient, on *dépolarise* l'électrode positive en combinant l'hydrogène naissant à l'oxygène fourni par un *dépolarisant* : c'est généralement un oxyde supérieur (bioxyde de manganèse) ou un sel très oxygéné (bichromate de potassium). Pour rendre certaines piles transportables, on immobilise le liquide au moyen d'une substance inerte (sable, sciure, gélatine, agar-agar, silice gélatineuse), qui entrave les échanges chimiques et ralentit la dépolarisation. On obtient ainsi des *piles sèches*. Le dépolarisant est généralement disposé dans un vase poreux ou un sac autour de l'électrode positive, ou mélangé à l'électrolyte.

Pour la description des piles au *bichromate*, de *Bunsen*, de *Daniell*, de *Grove*, etc., voir en particulier chacun de ces mots et ci-dessous.

Les *piles étalon*, constituées avec des substances chimiquement pures, conservent une force électromotrice constante lorsque sont réalisées certaines conditions physiques (température). Elles ne doivent jamais débiter : les comparaisons de forces électromotrices sont faites au moyen de dispositifs potentiométriques, qui réalisent à la fois une méthode de zéro et de double pesée.

En raison de leur commodité et de leur faible encombrement, les piles sont utilisées comme sources de courant pour les récepteurs radioélectriques. Leur inconvénient capital réside dans leur polarisation ; en dépit des dépolarisants, on a dû renoncer, jusqu'à ce jour, à alimenter les filaments des lampes électroniques au moyen de piles sèches. Une solution mixte du problème consiste à chauffer les lampes au moyen d'un accumulateur, qui est lui-même rechargé par une batterie de piles à liquide. La recharge s'opérant pendant dix fois plus de temps que la décharge, en moyenne, cette solution est acceptable à raison de 5 éléments de pile au sel ammoniac pour 2 éléments d'accumulateurs. Les piles à dépolarisation par l'oxygène de l'air (Féry, Dubois) conviennent à cet usage, de même que les piles au sulfate de cuivre, au chlorure de sodium et perchlorure de fer (Darimont). Si l'on emploie la pile sans accumulateur en tampon, il est indispensable de prévoir un rhéostat qui évite le « coup de fouet », c'est-à-dire l'application brusque d'une tension trop élevée sur le filament des lampes et permette une marge de réglage progressif au moment de la polarisation. L'emploi des lampes de puissance a rendu encore plus difficile le rôle de la pile de chauffage.

Par contre, l'utilisation des piles sèches à nombreux éléments est commode pour fournir la tension de plaque des lampes électroniques : le débit, en effet, est le plus souvent limité à quelques milliampères. Sous le faible volume d'une petite boîte, on peut renfermer une batterie de piles de 45 à 90 volts.

Divers perfectionnements ont été apportés récemment aux piles susceptibles

d'alimenter un récepteur radioélectrique. Outre la dépolarisation, certains constructeurs ont préconisé l'autorégénération des éléments. Il s'agit de réaliser rapidement et spontanément la régénération chimique de la pile, tandis qu'elle est au repos. Appliquée aux piles Leclanché, cette méthode donne de bons résultats et, en abaissant la résistance intérieure, permet de tirer tout le profit de la dépolarisation.

intérieure, sensiblement constante, est de l'ordre de 0,02 ohm pour un élément de 400 A-h. Cet élément consomme 1,25 g de zinc amalgamé et 3 grammes de soude par heure, c'est-à-dire, sous la tension de 0,7 V, 1,78 g de zinc amalgamé et 4,29 g. de soude par watt-heure.

Enfin, une solution mixte entre la pile et l'accumulateur est offerte par l'*accupile*, sorte d'accumulateur au plomb

sion de 1,5 volt par élément en débit.

Pour obtenir de bons résultats dans l'alimentation par piles, il convient d'observer certaines conditions. Les batteries normales de 40 à 80 volts ne peuvent être utilisées que pour les lampes à faible consommation dont le courant de plaque moyen ne dépasse pas 2 milliampères. Si l'on emploie un trop grand nombre de lampes, ou des lampes « de puissance » à fort courant de saturation, les batteries de capacité normale seront vite hors de service : dans ce cas, seules des batteries de forte capacité feront un usage rationnel.

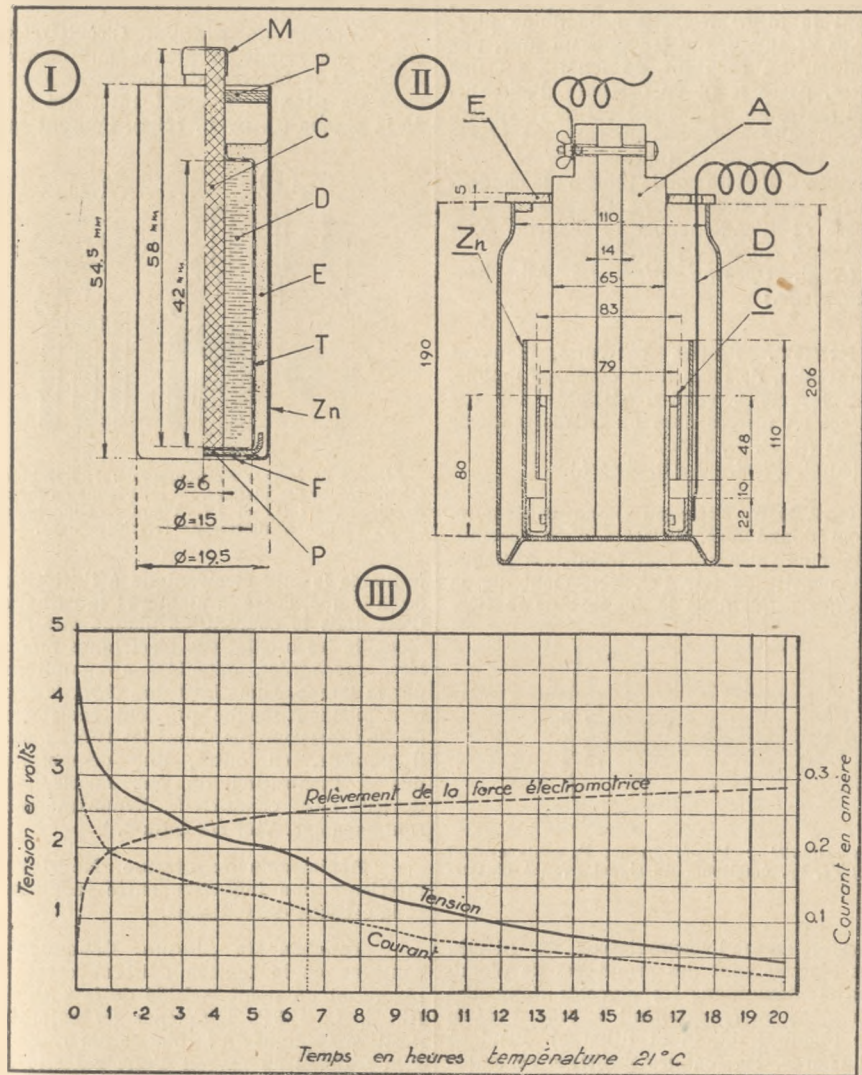
— **Pile Leclanché.** Pile possédant une électrode positive en charbon et une électrode négative en zinc, plongeant dans une dissolution de sel ammoniac (chlorure d'ammonium). L'électrode positive est entourée d'une gaine dépolarisante, constituée par un mélange de poudre de charbon (20 pour 100) et de bioxyde de manganèse concassé (80 pour 100), renfermé dans un vase poreux en porcelaine ou dans un sac. A ce type appartiennent les piles à liquide (sonneries, téléphone) et les piles « sèches », à liquide immobilisé, utilisées en radioélectricité pour le chauffage des lampes à faible consommation (piles de 4,5 volts), pour l'alimentation de la plaque (piles de 40 à 80 et 120 volts) et la polarisation de la grille (piles de 1,5 à 4,5 volts). La force électromotrice d'un élément est de 1,5 volt. La durée de la batterie, assez variable, dépend du régime. On l'évalue à 3 mois en régime normal, à condition de l'utiliser jusqu'à ce que la tension aux bornes tombe à 1 ou même 0,7 volt par élément. On conserve la batterie plus longtemps si l'on prend soin d'isoler un à un les éléments défectueux, en les mettant hors circuit. On utilise aussi les piles à régénération, qui se dépolarisent et se régénèrent dans les intervalles du service.

— **Piles à dépolarisation par l'air.** Le principe de dépolariser les piles par l'oxygène de l'air a été remis en honneur par Ch. Féry en 1914. Le dépolarisant est un charbon poreux et conducteur partiellement immergé dans l'électrolyte et maintenu en état de siccité, en sorte que l'hydrogène dégagé par la pile se recombine avec l'oxygène dans les pores du charbon.

Parmi les piles à dépolarisation par l'air, citons celle au chlorure d'ammonium (f. e. m. mesurée 1,55 V.) et la pile à la soude, qui fonctionne comme la précédente (f. e. m. mesurée 1,47 V).

— **Prix de l'énergie des piles.** La pile la plus économique, à dépolarisation par l'air, consomme 1,5 g de zinc et 2 g de chlorure d'ammonium par A. h. A la tension moyenne de 1,10 V. en décharge, la dépense par kilowatt-heure est de 1.364 grammes de zinc et de 1.820 grammes de AzH_4Cl , soit une dépense supérieure à 10 francs en 1937.

Voir *aggloméré, batterie, Bunsen, Daniell, élément, pile, etc...*
(Angl. Cell. — All. Zelle.)

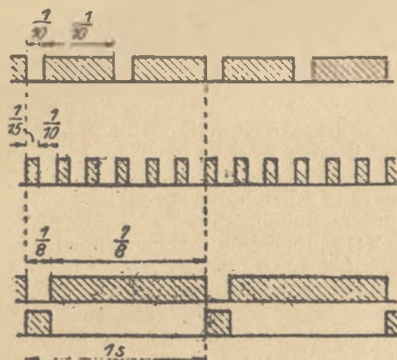


Piles électriques : I. Coupe d'une pile Leclanché à liquide immobilisé pour lampe de poche : M, coiffe métallique; P, rondelle de carton paraffiné; C, bâton en charbon; D, dépolarisant; E, électrolyte; T, sac en toile; F, fond en zinc soudé au tube Zn. — II. Coupe d'une pile au chlorure d'ammonium, à dépolarisation par l'air : D, fil isolé à la gutta-percha; A, charbon poreux formant anode; C, bracelet en caoutchouc; E, cales en ébonite. — III. Courbes de décharge d'une pile Leclanché sur une résistance de 15 ohms.

Pour augmenter le débit, on peut aussi utiliser l'élément zinc-oxyde de cuivre, plongeant dans une dissolution de soude. La pile ne s'use pas à circuit ouvert; à circuit fermé, l'oxyde de cuivre est réduit à l'état de cuivre. Sa force électromotrice est de 0,9 V. La pile peut être régénérée par remplacement du zinc et réoxydation du cuivre. La résistance

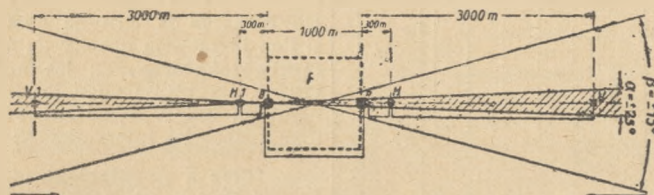
dont les plaques négatives sont en zinc, disposition qui réduit la sulfatation. De tels éléments peuvent fonctionner 2.000 heures sans être rechargés et, laissés à circuit ouvert pendant un an, conservent environ 70 pour 100 de leur charge initiale. En pratique, les recharges peuvent n'être opérées que 2 à 4 fois par an. La décharge de l'*accupile* doit être arrêtée à une ten-

PILOTAGE. Pilotage sans visibilité. Les signaux radioélectriques permettent d'effectuer le pilotage sans visibilité des navires et des aéronefs. A une distance de 30 kilomètres environ du point d'atterrissage, le pilote peut capter les signaux spéciaux le guidant vers un chenal d'arrivée libre d'obstacles et déterminé par l'intersection de deux plans de rayonnement



Pilotage sans visibilité : de haut en bas : signal avancé d'atterrissage (700 p : s, 7,9 m); signal d'atterrissage (1.700 p : s, 7,9 m); signal d'arrivée (1.150 p : s, 9 m.). Côté bâbord, les points; côté tribord, les traits.

provenant des émissions de deux stations terrestres à ondes courtes. L'un de ces émetteurs envoie des points, l'autre des traits dans l'intervalle des points. Dans la bonne direction, le pilote n'entend qu'un son continu; s'il s'écarte de sa trajectoire, il sait qu'il se trouve à droite



Chenal radioélectrique d'arrivée pour pilotage sans visibilité : F, aérodrome; P, poste central de contrôle; B, émetteur de 500 w (signal d'arrivée); V₁, V₂, émetteurs du signal avancé d'atterrissage; H, H₁, émetteurs du signal d'atterrissage.

ou à gauche en entendant les points ou les traits, indication qui se traduit d'ailleurs sur le récepteur par une signalisation optique. A 3 kilomètres de l'aérodrome, le signal d'atterrissage « avancé » est reçu.

L'installation comporte un émetteur de 500 watts et deux de 5 watts. Les points et traits sont émis par le premier à la fréquence de 1.150 hertz, le signal avancé sur 700 hertz. Les longueurs d'onde sont de 9 mètres et 7 m. 9.

Ce système de pilotage sans visibilité est appliqué aux aérodromes de Paris, Berlin, Hanovre, Cologne, Zurich, Londres, Vienne, Varsovie, Munich, Leipzig.

Voir guidage, balisage, radioalignement, etc...

PILOTE. Conducteur pilote. Ligne auxiliaire destinée aux commandes, aux

protections, à la télécommunication, etc..., dans un réseau électrique (C. E. I., 1934).

— **Oscillateur pilote.** Oscillateur de puissance relativement basse, construit de façon à commander la fréquence à la sortie d'un amplificateur (C. E. I., 1934).

Voir émetteur, maître-oscillateur. (Angl. Pilot. — All. Lotse...).

PIPE. Isolateur d'entrée de poste tubulaire, généralement en porcelaine, dont la forme rappelle celle d'une pipe. Dans ce tuyau, qui traverse un mur, une cloison, un montant de fenêtre ou une vitre, passe le fil de descente d'antenne, qui rentre ainsi dans le local de réception. L'extrémité recourbée du tube est placée vers l'extérieur et tournée vers le bas : ce dispositif évite que la pluie ou la condensation de l'humidité ne pénètre dans le poste et n'endommage l'isolement. Voir isolateur, entrée de poste.

(Angl. Opening Pipe. — All. Eingangspfeife.)

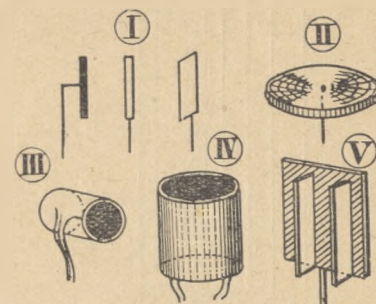
PIVOT. Parties extrêmes, souvent amovibles, de l'axe d'un équipage mobile, par lesquelles celui-ci s'appuie sur des pièces en pierres fines ou autres matières dures (C. E. I., 1934).

(Angl. Pivot. — All. Angel.)

PLAQUE. Plaques d'accumulateur. Nom donné aux électrodes d'un accumulateur en raison de leur forme. La plaque est constituée par l'enchâssement de la matière active dans le support de matière

à section circulaire ou ovale. Elle entoure le filament et lui est concentrique dans les lampes à filament rectiligne. Dans les lampes d'émission, la plaque est parfois pourvue d'ailettes pour assurer le refroidissement. Dans les lampes de grande puissance, la plaque est un cylindre pourvu d'une chemise pour le refroidissement par circulation d'eau. La fonction de la plaque est de créer un champ électrique qui dirige vers elle le flux des électrons émis par le filament. Voir lampe, anode.

— **Circuit de plaque.** Circuit électrique qui réunit la plaque au filament à travers la batterie de plaque. — **Courant de plaque.** Courant total qui sort de la plaque (C. E. I., 1934). Courant qui



Plaques de lampes électroniques : I. Symboles schématiques des plaques. — II. Plaque en forme de disque. — III et IV. Plaques cylindriques. — V. Plaque à ailettes de refroidissement.

prolonge le flux électronique à l'extérieur de la lampe, entre la plaque et la cathode. C'est dans le courant de plaque que l'on recueille les oscillations électriques modulées, engendrées, détectées ou amplifiées par la lampe. Dans les tubes durs, le courant filament-plaque provient seulement du flux électronique. Dans les tubes mous, il possède, en outre, une composante due à l'ionisation du gaz raréfié, qui devient alors conducteur. Synonyme courant anodique. Voir ces termes.

— **Résistance de plaque.** Résistance intérieure non inductive entre la plaque et la cathode d'une lampe.

— **Tension de plaque.** Composante continue de la tension existant entre la plaque et un point spécifié de la cathode (C. E. I., 1934). Différence de potentiel positive appliquée à la plaque par rapport à la cathode au moyen d'une batterie de piles, d'accumulateurs ou d'une source de haute tension. Voir haute tension.

— **Caractéristique de plaque, caractéristique grille-plaque.** Voir caractéristique.

— **Plaque de téléphone.** Synonyme de membrane et de diaphragme. Voir ces mots.

— **Plaque de terre.** Plaque métallique enfouie dans la terre pour rendre plus conducteur le sol placé sous une antenne. Voir antenne, multiple, prise, terre.

(Angl. Plate. — All. Platte.)

inerte. Dans l'accumulateur au plomb, les plaques sont des armatures de plomb antimonieux dans les alvéoles desquelles on place un empâtement à base d'oxyde de plomb (minium et litharge). Pendant la charge, les plaques positives se transforment en peroxyde de plomb, les négatives en plomb spongieux réduit. Voir accumulateur, matière active.

— **Plaques de condensateur.** Synonyme d'armatures. Voir condensateur.

— **Plaque de lampe.** Électrode par laquelle le courant positif entre dans l'espace vide du tube thermoionique (C. E. I., 1934). Synonyme d'anode dans les lampes électroniques, l'anode étant généralement constituée par une lame d'un métal peu fusible : molybdène, nickel, tungstène. Dans les lampes de réception, la plaque est généralement cylindrique,

— **Plaque d'accord.** Plaque métallique qu'on rapproche plus ou moins d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence, afin de faire varier sa longueur d'onde propre. Voir *accord*, *périodyne*.

(Angl. *Spade Tuning*. — All. *Stimmungsplatte*.)

PLATINITE. Acier au nickel possédant 46 à 48 centièmes de nickel. Sa résistivité est de 45 microhms-centimètres environ à 0°C, son coefficient de température est 30.10^{-4} .

(Angl., All. *Platinil*.)

PLATINOÏDE. Alliage ayant un coefficient de dilatation cubique faible, voisin de celui du platine et du verre, ce qui permet de le souder à cette substance. Composition : 58 parties de cuivre, 17 de zinc, 23 de nickel, 1 à 2 de tungstène. Résistivité : 33 microhms-centimètres à 0°C, coefficient de température 2.10^{-4} .

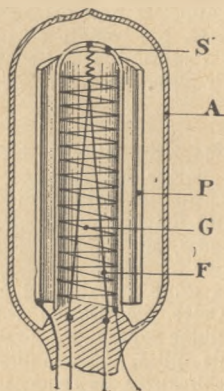
(Angl., All. *Platinoid*.)

PLIODYNATRON. Lampe électronique possédant, outre les éléments d'un triode, une électrode supplémentaire intercalée entre la grille et la plaque. Cette électrode est normalement portée, au

magnétique, par le changement de signe du courant de plaque. L'application d'un champ magnétique intense fait complètement disparaître cet effet et donne à la caractéristique une forme parabolique. Voir *dynatron*.

(Angl., All. *Pliodynatron*.)

PLIOTRON. Genre de lampe électronique, du type triode. C'est une lampe



Coupe d'un pliotron : A, ampoule; P, plaque; G, grille; F, filament; S, support de grille; R, ressort tendeur.

très dure, c'est-à-dire où le vide a été poussé à un haut degré, de façon à éviter toute ionisation du gaz restant.

(Angl., All. *Pliotron*.)

PLOT. Petite pièce de laiton, en forme de bouton ou de cylindre de faible hauteur, sur laquelle appuie une lame de laiton formant ressort de contact. Le plot est terminé par une vis et des écrous qui permettent de le fixer sur un panneau de bois ou d'ébonite et d'y serrer les connexions. En disposant les plots sur une couronne circulaire, on réalise un commutateur à plots. — **Commutateur à plots.** Voir *commutateur*. — **Plot mort.** Voir *mort*.

(Angl. *Contact Stud*. — All. *Kontaktknopf*.)

POIDS. Poids atomique, moléculaire. Voir *masse atomique*, *moléculaire*.

(Angl. *Weight*. — All. *Gewicht*.)

POINT. Point du Code Morse. Signal bref, dont la durée est au plus égale au tiers d'un signal long ou *trait*. Voir *Code Morse*.

(Angl. *Dot*. — All. *Punkt*.)

— **Point commun.** Deux circuits électriques ont un *point commun* lorsqu'ils sont réunis par une connexion de résistance négligeable. Voir *connexion*, *équipotential*.

(Angl. *Common Point*. — All. *Gemeinpunkt*.)

— **Point neutre.** 1° Point d'un système symétrique qui est normalement au potentiel zéro et souvent relié directement au sol. — 2° Points auxquels aboutissent les conducteurs d'un système polyphasé en étoile (C. E. I., 1934). Voir *neutre*.

— **Point radiogoniométrique.** Un récepteur radioélectrique mobile, monté à bord d'un navire, d'un aéronef, d'une automobile, peut déterminer sa position par radiogoniométrie théoriquement au moyen de deux *relevements*, pratiquement par trois relevements des émissions de stations radioélectriques connues, dont les recoupements deux à deux forment, en raison des erreurs de mesure, un triangle appelé *chapeau*.

On admet que la position du poste mobile, c'est-à-dire son *point radiogoniométrique*, est au centre de ce triangle. Voir *goniométrie*, *radiogoniométrie*, *relevement*.

(Angl. *Bearing*. — All. *Peile*.)

— **Point sensible.** Point de la surface d'un cristal sur lequel se manifeste l'effet de *conduction unilatérale* utilisé dans la *détection*. Voir *cristal*, *détecteur*, *galène*.

(Angl. *Sensitive Spot*. — All. *Empfindungspunkt*.)

POLAIRE. Qui se rapporte au pôle magnétique, électrique, etc...

— **Cornes polaires.** Extrémité des épanouissements polaires (C. E. I., 1934).

— **Epanouissement polaire.** Pièce polaire élargie, permettant d'obtenir dans l'entrefer une distribution convenable des lignes de flux (C. E. I., 1934).

— **Face polaire.** Surface du noyau ou de la pièce polaire faisant face à l'entrefer (C. E. I., 1934).

— **Pas polaire.** Voir *pas*.

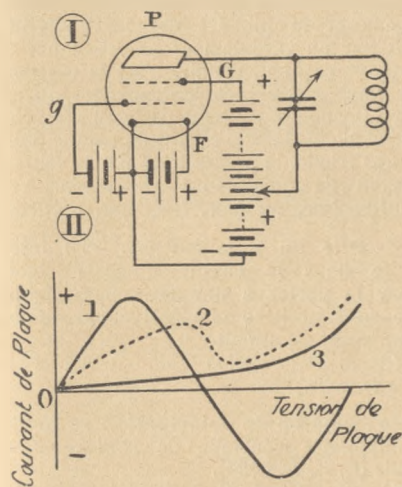
— **Pièce polaire.** Partie de l'inducteur qui, dans les machines à pôles saillants, est la plus voisine de l'induit (C. E. I., 1934). Pièces en métal magnétique constituant les pôles du circuit magnétique. Dans les appareils où le flux magnétique varie rapidement (alternateurs, téléphones, haut-parleurs), les pièces polaires sont ordinairement *feuilletées*, pour réduire les courants de Foucault.

(Angl. *Polar*. — All. *Pol...*)

POLARISATION. Polarisation d'un milieu. Changement des conditions physiques du milieu par lequel certains phénomènes qui l'affectent prennent un caractère vectoriel (C. E. I., 1934).

— **Polarisation parfaite ou imparfaite.** Polarisation par laquelle le milieu est capable de restituer complètement ou incomplètement l'énergie dépensée pour sa polarisation (C. E. I., 1934).

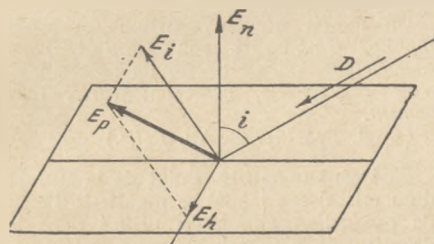
— **Polarisation du champ électrique.** On admet généralement que les ondes électromagnétiques sont polarisées verticalement, c'est-à-dire que la composante électrique et la composante magnétique de l'onde sont situées dans un plan vertical perpendiculaire à la direction de la propagation. En fait, le champ électrique d'une onde longue ne saurait être incliné obliquement sur la verticale que si le sol était



Pliodynatron : I. Schéma de montage du pliodynatron : P, plaque; G, grille extérieure; g, grille intérieure; F, filament. — II. Caractéristiques du pliodynatron : 1, Sans champ magnétique; 2, Avec faible champ magnétique; 3, Avec fort champ magnétique.

moyen d'une pile, à une tension positive constante plus élevée que la tension de plaque, obtenue elle-même au moyen d'une prise pratiquée sur cette pile. Dans ce tube, le trajet des électrons peut être considérablement allongé par un champ magnétique extérieur, qui transforme la trajectoire radiale des corpuscules en trajectoire spirale et permet d'éviter les inconvénients d'une émission électronique secondaire. Les effets de l'émission secondaire sont nettement mis en évidence sur la caractéristique normale, sans champ

très mauvais conducteur. C'est ce qu'ont montré les mesures d'Austin, Smith Rose et Barfield sur des ondes de 350 mètres à 10.000 mètres. Puisque le sol se comporte sensiblement comme un réflecteur parfait, une onde longue arrivant inclinée sur le sol est réfléchi sous le même angle, si bien que la résultante du champ électrique au voisinage du sol, obtenue par les deux composantes symétriques, incidente et



Polarisation du champ électrique d'une émission : D, direction de propagation de l'onde incidente; i, angle d'incidence; E_n , E_p , champ électrique normal et champ polarisé; E_i , E_h , composantes du champ dans le plan d'incidence et dans le plan horizontal. (R. Mesny.)

réfléchi, est toujours verticale. En pratique, Pickard a montré que l'onde de 300 mètres pouvait être inclinée la nuit de $1/20^\circ$ sur le sol, tandis que, le jour, le champ reste vertical. Pour les ondes très courtes, la composante horizontale du champ électrique peut devenir 5 fois plus grande que la verticale. Mais l'inclinaison a lieu dans le plan même de l'onde et correspond à une rotation du plan de polarisation.

Dans le cas des émissions diurnes sur ondes longues ou intermédiaires, le champ électrique est polarisé rectilignement et sa direction dans le voisinage du sol est verticale. La nuit, sur ces mêmes ondes, le champ électrique incident n'est plus normal au sol et, d'autre part, il se trouve polarisé elliptiquement dans le plan de propagation normal à la direction de l'onde incidente. En outre, pour les ondes d'une fréquence supérieure à 1.000 kh., cette polarisation elliptique se produit nuit et jour. En conséquence, le relèvement radiogoniométrique des azimuts est faussé (R. Mesny). La polarisation du champ a été mesurée par Appleton et Ratcliffe, par réception des ondes sur trois cadres verticaux, dont l'un dirigé vers l'émetteur et les deux autres orientés à 45° de part et d'autre du premier, le rayon d'espace étant sensiblement parallèle au champ magnétique terrestre. Le champ est alors polarisé circulairement et on le définit en déterminant les amplitudes de ses deux composantes dans le plan d'incidence et perpendiculairement à ce plan, ainsi que leur différence de phase. Le champ tourne de droite à gauche pour un observateur regardant dans le sens de la propagation. Le résultat est inverse dans l'hémisphère austral (R. Mesny). Voir *champ*.

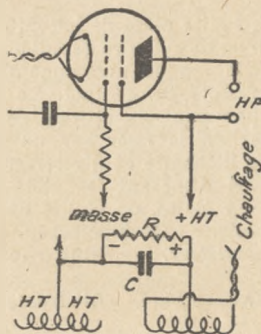
— **Polarisation diélectrique.** Modification subie par un milieu isolant sous l'influence d'un champ électrique et telle que chaque élément devient un doublet ou dipôle (C. E. I., 1934).

— **Polarisation électrolytique.** Action chimique qui, dans une pile ou un voltamètre, tend à produire une force contre-électromotrice en raison du passage du courant. La polarisation résulte ordinairement de la formation spontanée d'une gaine d'hydrogène isolante sur l'électrode positive de la pile, par suite de l'électrolyse. On combat la polarisation des piles en mélangeant à l'électrolyte ou en disposant à l'entour de l'anode des substances oxydantes appelées *dépolarisants* (bioxyde de manganèse, bichromate de potassium), qui fixent l'hydrogène naissant à l'état d'eau. Voir *dépolarisation*, *dépolarisant*, *pile*.

— Polarisation d'une électrode.

Action de porter cette électrode à une certaine tension électrique moyenne par rapport à un point d'un circuit. Dans les lampes triodes, on *polarise* positivement la plaque par rapport au filament et négativement la grille par rapport à ce même filament. Cette polarisation est obtenue au moyen d'une source de courant continu (batterie de piles, d'accumulateurs) ou par un *potentiomètre*, un *condensateur*. Voir *anode*, *grille*, *lampe*, *plaque*.

— **Polarisation des étages de sortie.** La polarisation des grilles des lampes d'amplification à basse fréquence et de sortie est indispensable pour éviter la distorsion et régler le fonctionnement des

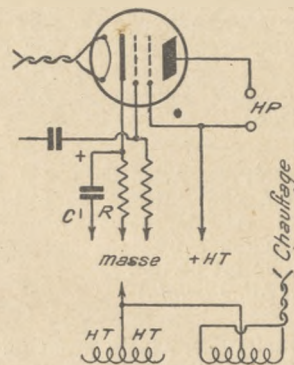


Polarisation de la grille d'une lampe à chauffage direct : R, résistance de polarisation; HP, haut-parleur; HT, haute tension; C, condensateur de 20 microfarads.

lampes. Dans les lampes à chauffage direct, la résistance de polarisation est montée entre le point de milieu du circuit chauffage du filament et le négatif de la haute tension, sauf si la bobine d'excitation du haut-parleur électrodynamique présente des prises permettant d'obtenir diverses valeurs de la tension de polarisation. Dans les lampes à chauffage indirect, la résistance de polarisation est montée entre la cathode et la masse. Elle est shuntée par un condensateur de découplage de forte capacité, en général un condensateur électrolytique de 20 microfarads, sous 50 V. Le négatif du condensateur est relié à la masse ou au pôle négatif de la haute tension.

La valeur de la résistance varie selon

les caractéristiques de la lampe; elle est



Polarisation d'une lampe à chauffage indirect.

en moyenne de 450 ohms et, d'ailleurs, facilement calculable par la loi d'Ohm.

— **Polarisation magnétique.** Modification subie par un milieu sous l'influence d'un champ magnétique et telle que chaque élément devient un doublet ou dipôle (C. E. I., 1934).

Un électroaimant est dit *polarisé* lorsqu'il est traversé par un flux magnétique, constant ou variable, mais d'un sens constant. Cette polarisation est obtenue soit par un aimant permanent, comme dans le téléphone et la plupart des haut-parleurs, soit par un enroulement parcouru par un courant continu, comme c'est le cas pour les haut-parleurs *électrodynamiques*. Dans les téléphones et haut-parleurs branchés directement dans le circuit de plaque d'une lampe triode, la polarisation par le courant moyen de plaque est spontanée. Voir *haut-parleur*, *écouteur*, *téléphone*, *diffuseur*.

— **Pile de polarisation.** Pile introduite dans le circuit d'une électrode pour la porter à une tension électrique moyenne, positive ou négative, par rapport à un point du circuit.

(Angl. *Polarisation Cell*. — All. *Polarisationzelle*.)

— **Tension de polarisation de grille.** Composante continue de la tension de grille (C. E. I., 1934).

(Angl. *Polarization*. — All. *Polarisation*.)

POLARISÉ. Se dit d'une grandeur ou d'un organe qui possède une *polarisation* électrique, électrolytique, magnétique, électromagnétique.

— **Appareil de mesure polarisé.** Dont les indications dépendent du sens du courant qui le traverse.

— **Électroaimant polarisé.** Voir *polarisation magnétique*.

— **Électrode polarisée.** Voir *polarisation électrolytique* ou *électrique*.

— **Radiation polarisée.** Radiation dont les conditions présentent certaines dissymétries par rapport à l'axe de propa-

gation. Exemple : *polarisation linéaire, elliptique, circulaire, etc.* (C. E. I., 1934). Voir *polarisation, champ, radiation*.

— **Relais polarisé.** Relais comportant un électroaimant polarisé et établi de sorte que les mouvements de ses contacteurs dépendent, en particulier, du sens du courant qui parcourt les enroulements (C. E. I., 1934). Relais magnétique dans lequel l'armature mobile est placée entre deux pôles qui s'aimantent en sens contraires lors du passage du courant; l'un attire l'armature et l'autre la repousse, ce qui augmente l'action et la rapidité du relais, plus sensible que les relais non polarisés.

(Angl. *Polarized*. — All. *Polarisiert*.)

POLARITÉ. Qualité afférente aux pôles d'une batterie, d'un aimant. Reconnaître la *polarité* d'une batterie de piles ou d'accumulateurs, c'est rechercher le pôle positif et le pôle négatif de cette batterie au moyen d'un appareil de mesure *polarisé*. On définit d'une manière analogue la polarité d'un téléphone, d'un haut-parleur. Reconnaître la polarité d'un aimant, c'est rechercher son pôle nord et son pôle sud, au moyen d'une boussole par exemple.

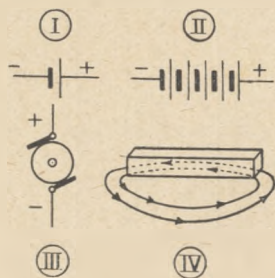
— **Indicateur de polarité.** Voir *indicateur*.

(Angl. *Polarity*. — All. *Polarität*.)

POLE. Pôle d'une pile ou d'un accumulateur. Extrémité accessible de chaque électrode. *Pôle positif, pôle négatif, voir positif, négatif*.

— **Pôles électriques d'une machine, d'un générateur d'électricité.** Synonyme de *bornes*.

— **Pôles magnétiques.** Centres d'application de chacun des deux groupes de forces parallèles qui constituent le couple exercé par un champ uniforme



Pôles électriques et magnétiques : Pôles positif (+) et négatif (—) : I. D'un élément de pile ou d'accumulateur. — II. D'une batterie. — III. D'une dynamo. — IV. Pôles nord N et sud S d'un aimant.

sur les quantités de magnétisme d'un aimant (C. E. I., 1934).

Points de l'aimant où l'on peut supposer concentrées deux masses magnétiques dont le champ résultant, en un point suffisamment éloigné, s'identifierait avec celui de l'aimant. Dans un circuit magné-

tique, les pôles nord et sud apparaissent sur les surfaces du circuit limitant les *entrefers* ou coupures de ce circuit et par où pénètrent et sortent les lignes de force du flux magnétique.

— **Pôles magnétiques terrestres.** Points de la surface terrestre où l'inclinaison magnétique atteint 90° (C. E. I., 1934). En s'approchant de la terre, les particules électrisées émises par le soleil sont déviées magnétiquement par son champ et s'enroulent en spirales autour de la ligne des pôles. Elles forment les aurores polaires dans les régions élevées de notre atmosphère et ces aurores engendrent des perturbations électriques. Voir *ionosphère, propagation, etc.*

— **Pôle auxiliaire ou de commutation.** Pôles magnétiques supplémentaires, munis ou non d'enroulements et destinés à produire un flux sensiblement proportionnel au courant dans le but d'améliorer la commutation (C. E. I., 1934).

— **Pôle conséquent.** Pôle résultant, dans une substance magnétique, de la rencontre de deux intensités d'aimantation de sens opposé (C. E. I., 1934).

— **Pôle saillant.** Noyau et pièces polaires qui font saillir sur la partie constituant la culasse magnétique (C. E. I., 1934).

(Angl. *Pôle*. — All. *Pol*.)

POLYCYCLIQUE. **Système polycyclique.** Système de distribution dans lequel des courants de fréquence différente se superposent (G. E. I., 1934).

(Angl. *Polycyclic*. — All. *Mehrzyklisch*.)

POLYGONAL. **Connexion polygonale.** Connexion en série des enroulements d'un système polyphasé effectuée de manière à réaliser un circuit fermé. Dans les systèmes triphasés, cette connexion s'appelle « en triangle » ou en « delta » (C. E. I., 1934).

(Angl. *Polygonal*. — All. *Vieleckig*.)

POLYMORPHIQUE. **Génératrice polymorphique.** Machine capable de produire simultanément des tensions ou des courants de modalités différentes (C. E. I., 1934).

(Angl. *Polymorphous*. — All. *Vielförmig*.)

POLYODE. **Lampe polyode.** Lampe électronique à plusieurs électrodes, telle que *diode, triode, tétrode, penthode, hexode, heptode, octode*. Voir chacun de ces termes et *lampe*.

(Angl. *Polyode*. — All. *Mehrpol*...)

POLYPHASÉ. **Système polyphasé.** Système de circuits parcourus par plusieurs courants de phase différente (C. E. I., 1934).

— **Système polyphasé symétrique.** Système polyphasé dans lequel les tensions entre conducteurs adjacents sont égales en grandeur et également déphasées entre

elles (C. E. I., 1934). Un tel système est parcouru par n courants de même fréquence déphasés de $2\pi/n$. Les courants à une, deux, trois, six phases sont dits *monophasés, diphasés, triphasés, hexaphasés*. Voir ces mots.

(Angl. *Polyphase*. — All. *Mehrphasig*.)

POMPAGE. **Pompage d'une machine.** Variations périodiques de vitesse de part et d'autre d'une vitesse uniforme (C. E. I., 1934).

— **Pompage d'une lampe.** Action de vider l'air et les gaz renfermés dans l'ampoule de cette lampe. Voir *vide, lampe*.

(Angl. *Pumping*. — All. *Auspumpen*.)

PONT. Dispositif comportant quatre éléments ou groupes d'éléments de circuit, ou branches (résistances, inductances, capacités) disposées de façon à former un quadrilatère dont l'une des diagonales est occupée par une source de courant et l'autre par un appareil de mesure (C. E. I., 1934). Montage électrique équilibré, permettant notamment d'opérer des mesures de résistances, inductances, capacité par une méthode de zéro. Exemple : *pont de Wheatstone* pour la comparaison de résistances; *pont de Maxwell et de Wien* pour la comparaison d'inductances; *pont de Sauty et de Schering* pour la comparaison de capacités; *pont de Campbell et d'Anderson* pour la comparaison de capacités et d'inductances, etc...

— **Pont double.** Pont destiné à la comparaison de deux résistances placées en série dans un circuit principal au moyen de deux circuits dérivés branchés l'un entre les extrémités voisines, l'autre entre les extrémités opposées des résistances à comparer et sur lesquels se trouvent les deux points dont on égalise les potentiels (C. E. I., 1934). Dans ce pont, les résistances m, n, p, q , sont choisies telles

$$\text{que } \frac{m}{n} = \frac{p}{q}$$

R étant réglée à l'équilibre du pont, on a :

$$x = R \frac{m}{n}$$

— **Pont de Wheatstone.** Pont dans lequel les branches sont constituées par des résistances (C. E. I., 1934).

La résistance R à mesurer est introduite dans un circuit schématisé par un losange, dont on connaît la valeur des autres résistances R_1, R_2, R_3 . Le courant est fourni par la pile P ; le galvanomètre G sert à observer l'équilibre des tensions entre les extrémités de la diagonale opposée. On ajuste les résistances de manière à réaliser cet équilibre, obtenu lorsqu'il ne passe plus de courant dans le galvanomètre. Dans ces conditions

$$R = R_3 \frac{R_1}{R_2}$$

Dans le *pont à fil*, pour la mesure des faibles résistances, l'une des résistances étalonnées est constituée par un fil résistant calibré.

— **Pont de Sauty.** Pont de Wheatstone modifié par la substitution de deux condensateurs à deux des résistances de ce pont, pour opérer la mesure des capacités en courant alternatif de haute ou basse fréquence. L'appareil indicateur peut être un téléphone si le courant est musical. L'équation de ce pont s'obtient en exprimant que les constantes de temps des deux branches sont égales.

$$x = c \frac{R_2}{R_1}$$

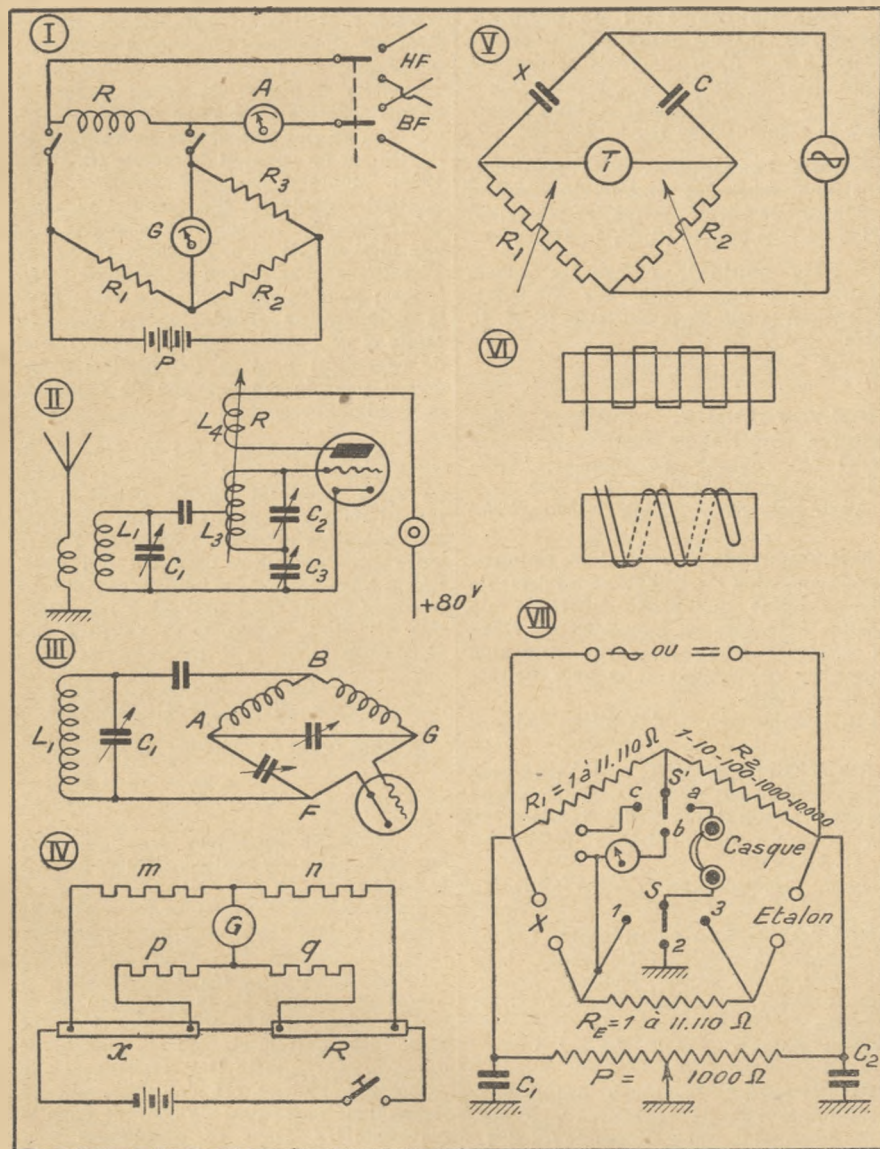
— **Pont d'Anderson.** Pont pour la mesure des faibles inductances utilisées en radioélectricité, constitué par trois résistances qui équilibrent l'inductance à

mesurer. Pile et galvanomètre sont disposés respectivement dans les deux diagonales, comme dans le pont de Wheatstone. Dans le pont d'Anderson modifié par Fleming, le galvanomètre est remplacé par un téléphone, en série, avec lequel est intercalée une résistance réglable et un condensateur. Une bobine de choc est en outre placée en série avec la pile.

— **Perfectionnements divers.** Les montages en pont peuvent recevoir un grand nombre de modifications et d'améliorations : lord Kelvin, Campbell, Fleming, Wien et Miller ont proposé des adaptations nouvelles. Ces montages peuvent être appliqués non pas seulement

à la mesure, mais à l'équilibrage des systèmes récepteurs ou émetteurs. Une des applications les plus originales est celle consistant à les utiliser pour éliminer le rayonnement dans l'antenne des récepteurs à réaction. Sur la première figure, on a indiqué le schéma du montage correspondant, sur la seconde on a fait comprendre le fonctionnement en « pont ». La réaction est opérée sur un circuit L_3 , L_4 diffèrent du circuit d'accord L_1 , C_1 . On règle le condensateur variable C_3 de manière que l'induction de la réaction R sur les bobines ne produise aucune différence de potentiel aux bornes de L_1 , C_1 et, par suite, ne réagisse pas sur l'antenne. Ce condensateur C_3 , qui ne dépend que de la valeur de L_3 et L_4 peut être réglé une fois pour toutes.

— **Pont universel.** Ce pont participe à la fois des divers ponts imaginés et se prête à toutes les mesures classiques. Il présente une mise à la terre pour compenser les courants de fuite. La source de courant alternatif est un petit oscillateur travaillant entre 400 et 2.500 p : s, généralement sur 1.000 p : s, dont la puissance est de l'ordre de 0,1 watt avec la détection au casque. Le pont comporte une résistance à plots (R_2) pour 1,10, 100, 1.000 ou 10.000 ohms et une résistance à décades (R_1) de 1 à 11.110 ohms; la résistance étalon R_e comporte quatre décades comme R_1 . Un potentiomètre P de 1.000 ohms est relié à la terre par son curseur. Les résistances sont en fils de manganin ou de constantan. A des fréquences inférieures à 100 kilohertz, la résistance de fils de 1 millimètre de diamètre environ ne varie pas de plus de 1 pour 100 en fonction de la fréquence. Les résistances sont montées sur mica, en zig-zag sur encoches, en enroulements bifilaires ou contrariés.



Ponts de mesure : I. Pont de Wheatstone pour la mesure des résistances en haute et basse fréquence : R, résistance à mesurer; R_1 , R_2 , R_3 , résistances d'équilibre étalonées; G, galvanomètre; A, ampèremètre; P, pile; HF, BF, sources de courant à haute et basse fréquences. — II. Montage en pont de Wheatstone pour éliminer le rayonnement dans l'antenne des récepteurs à réaction. — III. Schéma du montage précédent mettant en évidence le pont de Wheatstone. — IV. Pont double de Lord Kelvin. — V. Pont de Sauty. — VI. Modes d'enroulement des résistances sur lame de mica. — VII. Pont universel pour la mesure des capacités, des résistances et des inductances.

DIAMÈTRE en millimètres	RÉSISTANCE EN OHMS PAR MÈTRE	
	MANGANIN: 0,84 Cu, 0,12 Mn, 0,04 Ni $\rho = 46,7$	CONSTANTAN 0,60 Cu, 0,40 Ni $\rho = 50$
0,05	205	245
0,07	103	125
0,09	61,9	75
0,12	34,5	42
0,15	22,2	27,11
0,20	12,4	15,74
0,25	7,95	9,95
0,30	5,94	6,87
0,35	4,36	5,08
0,40	3,34	3,87
0,45	2,64	3,07
0,50	2,14	2,49
0,55	1,77	2,05
0,60	1,48	1,72

Pour la mesure des résistances, on utilise la terre de Wagner au-dessous de 50.000 ohms. La mesure des capacités donne de bons résultats pour celles supérieures à 1 millième de microfarad. Au dessous, on utilise la méthode de substitution.

Pour les self-inductances, la mesure est plus précise avec des étalons de self-in-

ductance variables. Au-dessous de 1.000 microhenrys, il est préférable de recourir à la méthode des circuits résonnants.

A titre indicatif, nous donnons ci-dessus les valeurs de résistance linéique des fils de manganin et de constantan en fonction de leur diamètre.

— **Boîte à pont.** Ensemble de résistances étalonnées contenues dans la même boîte et constituant les trois branches d'un pont de Wheatstone (C. E. I., 1934). (Angl. *Bridge*. — All. *Brücke*.)

PORTE-BALAI. Organe servant à supporter ou à guider les balais (C. E. I., 1934). — **Couronne porte-balai.** Ensemble d'organes sur lesquels les porte-balais sont fixés dans une position relative invariable, de manière à pouvoir les déplacer tous ensemble pour régler leur calage (C. E. I., 1934). Voir *balai*. (Angl. *Brushholder*. — All. *Bürstenhalter*.)

PORTÉE. Portée d'une ligne électrique. Distance entre deux supports consécutifs de la ligne électrique (C. E. I., 1934).

— **Portée d'une radiocommunication.** Distance d'une station transmettrice à laquelle ses émissions radioélectriques peuvent être reçues normalement, dans des conditions déterminées. Pratiquement, la portée est la distance à laquelle un émetteur de puissance donné produit un champ électrique donné.

La portée d'une station dépend d'un grand nombre de circonstances, surtout de conditions sur lesquelles l'homme est sans action directe : conditions cosmographiques, géographiques, météorologiques, magnétiques, saisonnières.

On a constaté, en effet, que les portées nocturnes sont supérieures aux portées diurnes, en raison du rayonnement *indirect*. Pour les ondes courtes, le facteur d'accroissement peut être de 10 à 15. Mais pour les fréquences supérieures à 15.000 kilohertz, les ondes ne sont plus reçues que de jour, sauf à quelques dizaines de kilomètres de l'émetteur. En outre, la portée hivernale est considérablement plus grande que la portée estivale. La portée est également modifiée par les diverses circonstances de la propagation : zone de silence, évanouissement (*fading*), distorsion spatiale de la modulation, rotation du plan de polarisation des ondes, influences géographiques et météorologiques, radiation solaire, aurores polaires, etc... Voir *propagation*.

La portée peut être définie par la valeur d'un champ électrique minimum. Or, Austin a donné, pour les transmissions sur une longueur d'onde supérieure à 500 mètres environ, l'expression suivante du champ électrique en microvolts par mètres :

$$E = \frac{120 \pi h i}{\lambda D} e^{-0,0015 \frac{D}{\sqrt{\lambda}}}$$

en appelant h la hauteur effective de l'antenne d'émission en mètres; i , le courant à sa base en ampères; λ , la longueur d'onde et D la distance en kilomètres. La valeur de E définit la sensibilité du récepteur pour une émission donnée. Pour des distances inférieures à 10.000 km, le champ observé de jour peut être 2 ou 3 fois plus fort que le champ calculé par cette formule. De nuit, il peut être 8 à 10 fois plus intense.

Avec les ondes courtes, la formule d'Austin n'est plus applicable, même pour obtenir un ordre de grandeur. Les champs mesurés peuvent être considé-

rablement plus forts que ceux calculés. Une même portée de 5.000 km est assurée avec 100 kw sur ondes longues et avec 2 kw sur ondes courtes. La portée varie donc extrêmement en fonction de la longueur d'onde. D'une manière générale, la portée est, à égalité de puissance émise, beaucoup plus faible le jour que la nuit (4 ou 5 fois moins grande) et en téléphonie qu'en télégraphie (2 ou 3 fois moins grande) parce que l'on apprécie plus facilement la cadence télégraphique que la modulation téléphonique. La portée dépend aussi, dans une très large mesure, des phénomènes de propagation des ondes. Pour les postes de navires, on exprime souvent la portée en milles marins. Voir *propagation*, *diurne*, *nocturne*, *ionosphère*, *couche de Heaviside*, *évanouissement*, *ondes courtes* et *très courtes*, etc...

— **Portée des stations de radio-diffusion.** Cette portée peut être déterminée en fonction de la puissance du poste émetteur pour diverses sensibilités du poste récepteur. Le tableau publié ci-dessous indique la portée de stations de 1 à 150 kilowatts, le jour et la nuit, pour des ondes de 200, 500, 1.500 et 2.000 mètres, et pour des récepteurs dont la sensibilité varie de 10 à 50 et 100 microvolts.

Soit un récepteur ayant une sensibilité de 100 μ V, avec une antenne de 1 mètre de hauteur effective. Sur ondes moyennes, de 200 à 500 mètres, il peut recevoir pendant le jour des émissions de 100 kw, à 500 km de distance; la portée tombe à 450 km pour 60 kw et à 350 km avec 20 kw. Ceci correspond à la réception, au centre de la France, de Cologne, Stuttgart, Sottens, Beromünster, Milan, et des deux stations anglaises du Sud.

Sur ondes longues, la portée est de 950 km avec 100 kw, et de 800 km avec

VARIATION DE LA PORTÉE EN FONCTION DE LA PUISSANCE ET DES CONDITIONS DE L'ÉMISSION

PUISSANCE de l'émetteur	PORTÉE DIURNE EN KILOMÈTRES SUR LES LONGUEURS D'ONDE DE									PORTÉE NOCTURNE indépendante de la longueur d'onde		
	200 m			500 m			1500 m			200 — 2000 m		
	10 μ V	50 μ V	100 μ V	10 μ V	50 μ V	100 μ V	10 μ V	50 μ V	100 μ V	10 μ V	50 μ V	100 μ V
kilowatts												
150	575	425	350	860	675	600	1400	1200	1000	3600	2800	2200
100	550	400	325	830	640	560	1350	1100	950	3400	2600	2100
60	530	375	300	810	625	525	1325	1000	875	3300	2400	1900
50	520	360	275	800	600	510	1300	970	850	3200	2300	1800
20	500	340	250	775	570	500	1250	930	800	3000	2100	1700
10	475	300	220	725	540	450	1200	900	775	2800	1900	1600
5	425	250	175	690	500	400	1100	840	675	2600	1700	1200
1	375	190	125	600	425	350	1000	675	550	2200	1300	800

20 kw, ce qui explique la réception de Daventry, de Zeesen et de Radio-Luxembourg au centre de la France.

De nuit, le rayonnement indirect accroît la portée des stations dans une proportion telle qu'il est possible de capter sur le même récepteur de nombreuses émissions étrangères, au moins 30 sur un récepteur sans changement de fréquence et 40 sur un récepteur avec changement de fréquence à quatre lampes.

Mais l'influence de l'antenne de réception est primordiale. Avec une antenne intérieure ayant une hauteur effective moyenne de 0,5 m, un récepteur de 100 μ V de sensibilité ne pourra recevoir que des champs de 200 μ V : m au moins. Avec une antenne extérieure dont la hauteur effective moyenne est de 3 mètres, un récepteur de 100 μ V pourra recevoir des champs de 30 μ V : m .

(Angl. *Range*. — All. *Reichweite*.)

PORTEUR. Courant porteur. Courant alternatif que l'on module en vue de transmettre des signaux (C. E. I., 1934). Courant électrique qui transmet le long d'une ligne ou d'un câble la cadence des signaux télégraphiques ou la modulation microphonique, grâce à des variations d'intensité. Le courant porteur peut être continu ou alternatif. En téléphonie, la fréquence du courant porteur doit être inaudible ou au moins correspondre à une note musicale de hauteur assez élevée. Voir *courant*.

— **Onde porteuse.** Onde électromagnétique de haute fréquence employée pour la transmission des signaux par modulation (C. E. I., 1934). Composante d'une onde modulée qui a la même fréquence que l'onde originale non modulée.

Onde radioélectrique, lumineuse, infrarouge ou ultra-violette, qui transmet dans l'éther les signaux télégraphiques ou la modulation téléphonique. L'onde porteuse d'une transmission radiophonique est toujours *entretenu*; sa fréquence et sa longueur d'onde sont définies par les caractéristiques de l'émetteur. C'est sur cette onde qu'on accorde le récepteur. La modulation est imprimée à l'onde porteuse par des variations d'amplitude, que détecte le récepteur. Si ω est la *pulsation* de la modulation, Ω celle de l'onde porteuse, l'amplitude de l'onde porteuse modulée est de la forme :

$$A(1 + k \sin \omega t) \sin \Omega t,$$

où k est le *coefficient de modulation*. Il est intéressant pour réaliser une économie $1/(1 + k^2)$, de l'énergie transmise, de supprimer l'onde porteuse dès l'émission. On y parvient à l'aide d'un modulateur symétrique à deux lampes équilibrées (voir *modulateur*). En ce cas, il est alors nécessaire de rétablir à la réception, au moyen d'une hétérodyne, l'onde porteuse supprimée. Pour réduire l'encombrement dans l'éther de l'onde porteuse modulée, on peut aussi supprimer l'une des bandes latérales de fréquence produites par la modulation, ce qu'on réalise au moyen de *filtres* à haute fréquence appropriés.

(Angl. *Carrier Current, Wave*. — All. *Trägerstrom, — welle*.)

POSITIF. Signe + dont on affecte les nombres et les grandeurs qu'il convient d'ajouter. — **Électricité positive.** Le signe + a été arbitrairement choisi pour désigner l'une des deux espèces d'électricité qui apparaissent aux pôles des sources de courant continu.

— **Électrisation positive.** État d'un corps qui possède un excès d'électricité positive, c'est-à-dire, dans la théorie électronique, un défaut d'électricité négative ou d'électrons. — **Électrode positive.** Voir *pôle positif*.

— **Électron positif.** Particule élémentaire contenant la plus petite charge électrique positive (C. E. I., 1934). Synonyme *proton*.

— **Pôle positif.** Dans un appareil électrique à courant continu, celui qui se trouve au potentiel le plus haut. Dans la plupart des piles, le pôle positif est la borne reliée à l'électrode en charbon ou en cuivre. Le sens théorique du courant, qui va du pôle + au pôle — à l'extérieur de la source est le sens contraire de celui dans lequel chemine le courant réel des corpuscules d'électricité négative ou *électrons*.

— **Rayons positifs.** Synonyme de *rayons canaux*. Voir *canaux*.

(Angl. *Positive*. — All. *Positiv*.)

POSTE. Ce terme est employé dans un si grand nombre d'acceptions que son sens est extrêmement vague lorsqu'un qualificatif ne vient pas le préciser. Il peut signifier un *appareil* radioélectrique d'émission ou de réception, un *montage* ou une installation plus ou moins complète. Généralement on entend par poste récepteur l'ensemble des circuits de réception, contenus dans un meuble ou un coffret, qui constitue le *poste* proprement dit. Par extension, on peut aussi comprendre dans ce terme les accessoires piles, accumulateurs, redresseur, haut-parleur, casques, antenne, cadre. Par suite, on peut entendre aussi par poste l'installation complète, le bureau ou le local de réception.

Il est en de même pour le poste émetteur. Néanmoins, le terme de poste est généralement réservé aux meubles ou panneaux d'émission, de modulation, de redressement et d'alimentation. L'ensemble de l'installation ainsi que le local, les bâtiments, l'antenne, les appareils et services annexes sont mieux définis par le terme de *station* d'émission. Voir *émetteur*, *montage*, *récepteur*, *transmetteur*, *station*.

— **Poste-auto.** Voir *autorécepteur*. (Angl. *Receiving Set, Station*. — All. *Empfangsapparat, Stelle*.)

POTENTIEL. Dans un champ, on distingue la *fonction potentielle* et le *vecteur potentiel*.

— **Fonction potentielle** (dans un champ irrotationnel) ou simplement **potentiel d'un vecteur**. Grandeur scalaire dont la valeur est déterminée, à une constante près, en tous les points et dont la variation d'un point à l'autre est l'intégrale de ligne du vecteur entre ces deux points (C. E. I., 1934). Les dérivées de cette grandeur scalaire par rapport aux coordonnées, changées de signe, donnent les projections sur les axes de la force au point considéré.

Le potentiel, en un point d'un champ électrique ou magnétique, représente le travail dépensé pour amener de l'infini à ce point l'unité de charge électrique positive ou de masse magnétique nord.

Une quantité d'électricité ou de magnétisme se déplaçant entre deux points à des potentiels différents engendre ou absorbe un travail égal au produit de la *différence de potentiel* entre les deux points par la quantité d'électricité ou de magnétisme considéré.

— **Potentiel d'ionisation.** Différence de potentiel nécessaire à l'ionisation (C. E. I., 1934). Voir *ionisation*.

— **Potentiel magnétique.** Grandeur scalaire dont les dérivées par rapport aux coordonnées, changées de signe, donnent les intensités composantes du champ magnétique dans les directions correspondantes (C. E. I., 1934).

— **Potentiel retardé.** Les potentiels produits par un courant en un point M du champ à l'instant t dépendent, non des valeurs à cet instant de la charge et du courant aux différents points M' du conducteur, mais des valeurs qu'ils avaient à une époque antérieure de r/v à l'instant t , r étant le rayon vecteur MM' et v la vitesse de propagation. Ces potentiels sont dits *retardés* du temps r/v mis par la perturbation pour parcourir le trajet MM' (R. Mesny). Il s'ensuit que la force électromotrice de réaction, dérivée du potentiel vecteur, n'est pas en quadrature avec le courant sur lequel elle agit, mais qu'on peut faire apparaître une composante en phase ou en opposition avec ce courant. De même pour le potentiel de réaction. La réaction réelle du point M' par rapport aux effets de self-induction et de capacité, qui constitue la différence de phase, est $\omega r/v$ (R. Mesny).

— **Potentiel de terre.** On admet que le potentiel électrique est le même en tous les points de la surface de la terre et qu'il est constant. Cette hypothèse repose sur le fait que la terre constitue une surface de niveau dans le champ électrique terrestre et que, d'autre part, elle est conductrice de l'électricité. Ce *potentiel de terre* est souvent appelé *potentiel zéro*, parce qu'il est pris comme origine des potentiels. Dans un montage radioélectrique émetteur ou récepteur, les potentiels sont définis par rapport à la terre, dans le cas où le montage comporte une prise de terre.

— **Chute de potentiel.** Diminution du potentiel le long d'un conducteur ou dans

un appareil parcouru par un courant (C. E. I., 1934).

— **Différence de potentiel.** Synonyme de *tension* (électrique ou magnétique) entre deux points d'un champ d'un circuit électrique ou magnétique. Le potentiel absolu étant rarement accessible à la mesure et d'ailleurs sans intérêt, ce sont toujours des *différences de potentiel* qu'on mesure, pratiquement en *volts*.

— **Énergie potentielle.** L'énergie est dénommée *potentielle* lorsqu'elle dépend des conditions statiques du système, et *cinétique* lorsqu'elle dépend de ses conditions de mouvement (C. E. I., 1934). L'énergie emmagasinée dans un champ électrique d'un condensateur de capacité C chargé à la tension U , elle a pour expression: $W = 1/2 C U^2$. Voir *énergie cinétique*.

— **Gradient de potentiel.** Taux de variation du potentiel dans la direction du champ (C. E. I., 1934). Voir *champ*, *gradient*.

— **Ligne, surface, espace équipotentiels.** Ligne, surface, espace dont tous les points ont le même potentiel. (C. E. I., 1934). Voir *équipotentiels*.

— **Transformateur de potentiel.** Transformateur de mesure dans lequel la tension secondaire est, dans les conditions d'emploi, pratiquement proportionnelle à la tension primaire et déphasée par rapport à celle-ci d'un angle voisin de 0° pour un sens approprié des connexions (C. E. I., 1934).

— **Vecteur potentiel** (d'un vecteur donné). Vecteur dont le rotationnel est égal au vecteur donné (C. E. I., 1934). (Angl., All. *Potential*.)

POTENTIOMÈTRE. Dispositif de mesure formé de résistances étalonnées, destiné à la comparaison d'une différence de potentiel avec la force électromotrice d'une pile étalon par une méthode de compensation et disposé de façon à permettre la lecture directe de la différence de potentiel (C. E. I., 1934).

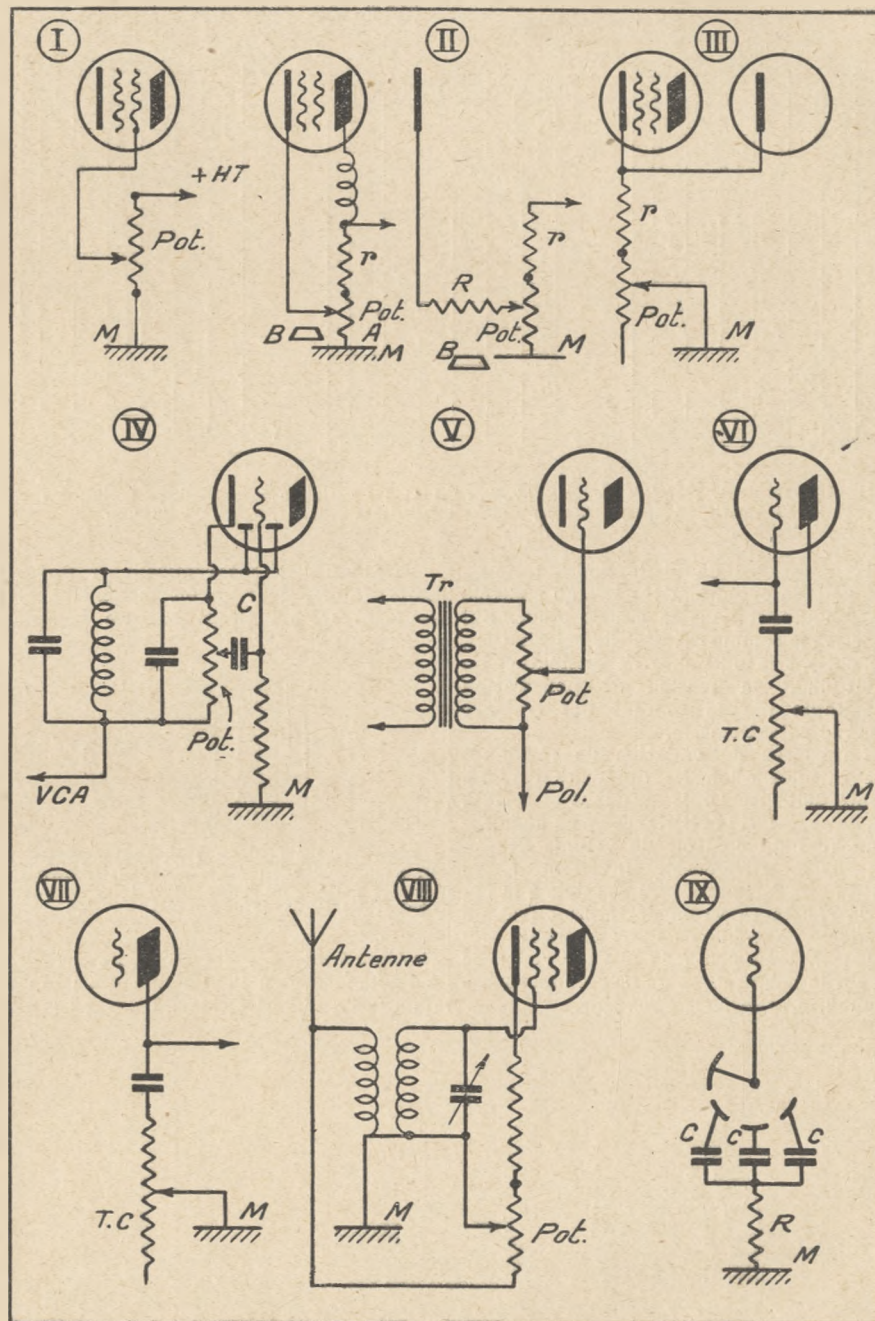
En principe, appareil de mesure permettant d'équilibrer une différence de potentiel électrique par une autre, qu'on recueille aux bornes d'une résistance réglable parcourue par un courant. Par extension, on appelle *potentiomètre* la seule résistance réglable qui est l'organe essentiel du dispositif et permet de recueillir une fraction déterminée d'une tension électrique donnée. Ce terme n'est généralement pas appliqué aux résistances réglables par commutateur à plots d'une façon discontinue, mais aux résistances réglables d'une façon continue : résistances métalliques à curseur, résistances en charbon plongeant dans du mercure, etc... Pratiquement, la résistance est constituée par un fil métallique bobiné, sur lequel glisse un curseur. La source de tension est appliquée aux deux extrémités de la résistance; la tension fractionnée est

recueillie entre le curseur et l'une des extrémités de la résistance. En radio-électricité, les potentiomètres permettent de polariser à la tension requise les grilles des lampes ainsi que les cristaux détecteurs, d'affaiblir la réception, de faire varier la tonalité, de supprimer les ron-

flements etc... Voir *lampe*, *grille*, *cristal*, *détecteur*.

Pour les diverses applications de potentiomètres il faut considérer la valeur de la résistance, la puissance de dissipation et la loi de variation.

La résistance est de 3.000 à 30.000 ohms

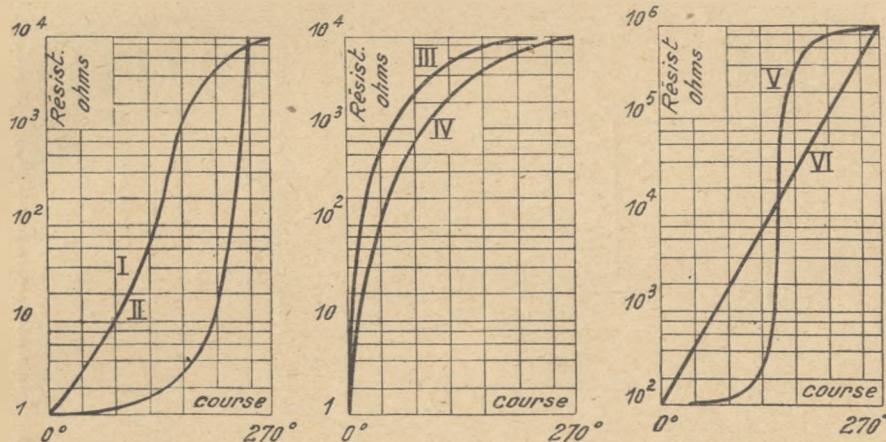


Schémas de montage des potentiomètres : I. Montage d'un potentiomètre à progression linéaire pour la fixation de la tension d'écran d'une tétrode ou d'une pentode. — II. Montage d'un potentiomètre à progression logarithmique gauche pour la commande de volume de son en haute fréquence. — III. Montage d'un potentiomètre en résistance pour la commande de volume de son en haute fréquence. — IV. Montage d'un potentiomètre à variation logarithmique droite pour la commande de volume de son en basse fréquence (antifading). — V. Potentiomètre de contrôle de volume sonore sur un amplificateur à basse fréquence à transformateur. — VI. Montage d'un potentiomètre pour contrôle de tonalité sur le circuit de grille. — VII. Montage d'un potentiomètre pour contrôle de tonalité sur le circuit d'anode. — VIII. Montage d'un potentiomètre à progression bilogarithmique pour la commande simultanée sur antenne et grille d'entrée. — IX. Montage d'un contrôle de tonalité avec condensateurs en parallèle.

pour la commande de tonalité par polarisation des lampes à haute fréquence; de 10.000 à 50.000 ohms pour le contrôle de tonalité par plaque de la lampe finale et de 250.000 à 500.000 ohms si l'action est appliquée à la grille. Pour le contrôle de volume de son en basse fréquence par circuit diode, la résistance est de 500.000 ohms.

Le service du potentiomètre sans aucun bruit parasite est prévu pour 50.000 rotations, soit cinq ans de fonctionnement environ. Les potentiomètres sont soumis à des essais hygroscopiques et maintenus pendant quarante-huit heures dans une atmosphère de 70°C avec 90 pour 100 d'humidité.

(Angl., All. *Potentiometer.*)

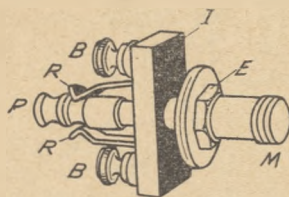


Diverses courbes de variation de potentiomètres : I et II, variation logarithmique droite; III et IV, variation logarithmique gauche; V, courbe bilogarithmique; VI, variation linéaire.

La puissance de dissipation est négligeable si le potentiomètre sert au contrôle de tonalité et dans le circuit diode. S'il fonctionne comme rhéostat de polarisation, on obtient la puissance de dissipation en multipliant la tension de polarisation maximum par le courant qui traverse alors le potentiomètre.

La courbe de variation de résistance est calculée selon les différents cas. La pente doit être faible au début et forte à fin de course, si la résistance va en augmentant (cas du contrôle de volume de son en basse fréquence). Inversement, la pente sera forte au début et faible à la fin, si la résistance va en décroissant (cas du contrôle de volume de son en haute fréquence). Pour agir à la fois sur l'antenne et sur la polarisation, on utilise une courbe combinée, dite *bilogarithmique*.

POUSSOIR. Interrupteur à pousser. Interrupteur qu'on manœuvre en poussant ou en tirant sur un bouton.



Interrupteur à poussoir : M, bouton-poussoir; E, écrou de fixation sur le panneau; I, traverse isolante portant les bornes B et les ressorts de contact R; P, bague de contact.

Pratiquement, ces interrupteurs servent à l'allumage et à l'extinction des lampes d'un poste radioélectrique. Ils sont consti-

tués, comme les *jacks*, par une fiche qui vient en contact avec des lames formant ressort.

(Angl. *Push Button.* — All. *Druckknopf.*)

POUVOIR. Pouvoir émetteur. Nombre d'électrons émis par unité de surface d'un filament porté à l'incandescence, ou chauffé à une température moindre. Voir pouvoir émetteur, émission électronique, lampe, filament, oxyde, thorium, tungstène.

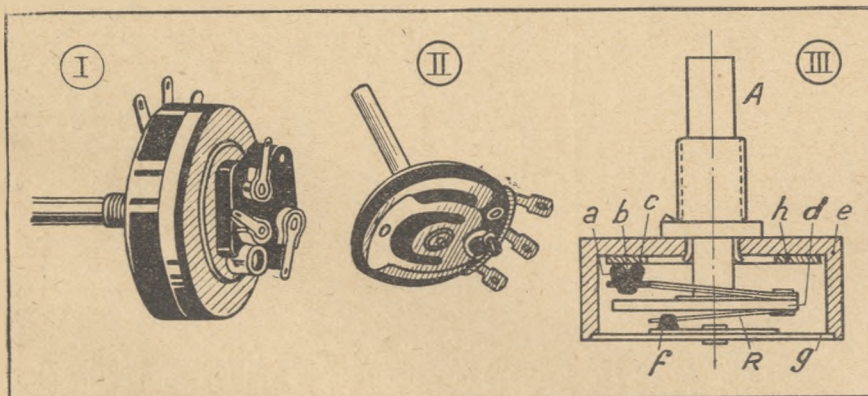
— **Pouvoir inducteur spécifique** (relatif). Rapport de la capacité d'un condensateur construit avec un diélectrique donné à celle qu'aurait ce même condensateur si l'on substituait l'espace vide (ou pratiquement l'air) à ce diélectrique (C. E. I., 1934).

Le pouvoir inducteur spécifique absolu d'un diélectrique, est le facteur par lequel il faut multiplier, pour un condensateur sphérique de rayons R_0 et R_1 , ayant ce diélectrique pour isolant, la quantité $R_0 R_1 / (R_1 - R_0)$ pour obtenir la capacité de ce condensateur (Comité électrotechnique français, 1925).

Le pouvoir inducteur spécifique relatif d'un diélectrique par rapport au vide est le rapport du pouvoir inducteur spécifique absolu de ce diélectrique au pouvoir inducteur spécifique absolu du vide. Cette grandeur, qui caractérise le taux d'induction électrostatique d'un diélectrique, est aussi dénommée *constante diélectrique* ou *inductivité*. Voir inducteur, constante, diélectrique.

TABLEAU I. Pouvoir inducteur spécifique des principaux diélectriques :

Acétone	21
Acide acétique	6,5
Air à 760 mm. de mercure	1
Air à 100 atm.	1,05
Air à 5 mm.	0,9985
Air à 0,001 mm.	0,9994
Alcool amylique	15 à 16
Alcool éthylique	24 à 27
Alcool méthylique	32,6
Alcool propylique	22,8
Anhydride carbonique	1,0004
Aniline	7,5
Essence de pétrole	2,3
Benzol	2,4
Caoutchouc pur	2,12 à 2,34
Caoutchouc vulcanisé	2,69 à 2,94
Cire	1,86
Cristal	5,8 à 7,6
Eau distillée	81
Eau à 14°C.	83,8
Ébonite	2 à 2,8
Fibre douce	2,08
Fibre dure	1,19 à 2,66
Flint double extra lourd (D = 4,5) ..	9,9
— lourd (D = 3,66)	7,38
— léger (D = 3,20)	6,7
— très léger (D = 2,87)	6,61
Gomme laque	3,10
Glycérine	56
Gutta-percha	3,3 à 4,9
Huile d'olive	3,1



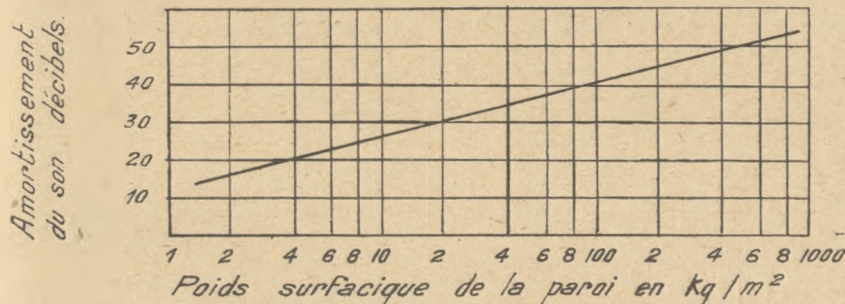
Divers types de potentiomètres : I. Potentiomètre au graphite combiné avec interrupteur. — II. Potentiomètre pour contrôle de tonalité; S, secteur électrique donnant un contact indirect avec l'élément résistif. — III. Coupe schématique d'un potentiomètre à contact au mercure : f, pièce de contact en graphite; g, diaphragme en graphite; b, goutte de mercure; c, collerette.

Huile de ricin.....	4,4 à 4,8
— de transformateur	2,5
Hydrogène	0,9997
Mica	5 à 7,8
Paraffine	1,98 à 2,32
Pétrole	2,02 à 2,19
Porcelaine	4,38
Papier sec	1,5
Papier paraffiné.....	3,6
Quartz (suivant l'axe).....	4,55
— (perpendiculairement)	4,19
Résine	2,48 à 2,57
Soufre	2,6 à 4
Sulfure de carbone.....	2,6
Sélénium	10,2
Vaseline	2,17
Verre (D = 2,5 à 4,5).....	5 à 10
Verre crown dur (D = 2,485).....	6,96

Le tableau I donne la valeur du pouvoir inducteur spécifique pour les principaux diélectriques.

(Angl. — *Specific inductiv capacity*. — All. *Relative Dielektrizitätskonstante*.)

— **Pouvoir isolant sonore.** Amortissement du son à travers une paroi définie



Variation du pouvoir isolant sonore d'une paroi en fonction de son poids surfacique.

par son poids surfacique. Voir *isolant, acoustique, son, bruit*.

— **Pouvoir multiplicateur.** Facteur par lequel il faut multiplier la déviation d'un galvanomètre, relié à un shunt, pour obtenir la déviation équivalente qu'il prendrait s'il n'était pas shunté (C. E. I., 1934).

— **Pouvoir de pénétration** (d'un rayonnement). Propriété des rayons X de traverser les milieux matériels (C. E. I., 1934).

PRATIQUE. Système d'unités pratique. Système d'unités auquel appartiennent l'ampère, le coulomb, le volt, l'ohm, le farad, le joule, le watt, le henry. Voir séparément la définition de chacune de ces unités et le terme *unité*.

(Angl. *Practical Units System*. — All. *Praktisches Einheitensystem*.)

PRÉAMPLIFICATION. Amplification produite par un premier étage d'amplification, en haute ou basse fréquence. Premier étage d'amplification suivant le détecteur dans un récepteur radioélectrique

et le microphone dans un modulateur. Le rôle du préamplificateur est d'amplifier au mieux les tensions recueillies sur le détecteur ou le transformateur microphonique pour les transmettre aux étages de puissance, de manière que ceux-ci fonctionnent dans les meilleures conditions de rendement.

Deux cas se présentent selon qu'il s'agit d'un récepteur très musical ou d'un récepteur très sensible.

Le récepteur très musical suppose une détection linéaire et une amplification sans distorsion. Cela implique une tension moyenne modulée de 12 à 14 volts et l'on dispose à la sortie du détecteur d'une tension de 1 v. environ. On doit donc obtenir un gain de 12 de l'étage préamplificateur. Mais c'est un maximum qui correspond à environ 4,5 w. modulés. Pratiquement, on se contentera de 1 à 1,5 w, c'est-à-dire de 5 volts. On utilisera à cet effet une triode donnant un gain de 15 à 20.

Dans le cas du récepteur très sensible, on ne disposera, après détection, que de tensions de l'ordre de quelques centièmes de volts, par exemple 0,05 v. La triode

des stations comportent des préfixes déterminés par convention internationale. Les stations commerciales ont des préfixes de deux lettres (exemple : *Tour Eiffel* FL); les stations terrestres correspondant avec les navires ou aéronefs, ou autres stations terrestres, ont des indicatifs de trois lettres (exemple *Le Havre* FFP; *Rabat* CNR). Les stations à ondes courtes ont un préfixe de nationalité : pour *Daventry* GB; pour *Zeesen* DJ; pour *Pontoise* TPA. Les stations de navire ont un préfixe de deux lettres dans un indicatif de quatre lettres; par exemple *Normandie* FNSK. Il en est de même de certaines stations de radio-diffusion (*La Havane*, COCX) et pour les stations d'aéronefs dont l'indicatif a cinq lettres.

En général, le préfixe de nationalité comporte une ou deux lettres. Dans le cas des stations d'amateur, il est suivi d'un chiffre. Ainsi l'indicatif d'une station des Etats-Unis du Maine commencera par W1; celui d'une station française par F3 ou F8; celui d'une station d'Algérie par FA3 ou FA8. Les stations d'amateur mobiles adoptent le préfixe X. Ces indicatifs étant susceptibles de varier avec le temps, nous prions le lecteur de se reporter au Réseau des Émetteurs français.

— **Préfixes des unités.** Dans le système métrique et aussi dans les systèmes pratiques d'unités, les multiples et sous-multiples des unités fondamentales sont désignés par les préfixes suivants, correspondant aux coefficients numériques indiqués ci-contre :

Méga	10 ⁶	Pico	10 ⁻¹²
Myria	10 ⁴	Micro	10 ⁻⁶
Kilo	10 ³	Milli	10 ⁻³
Hecto	10 ²	Centi	10 ⁻²
Déca	10	Déci	10 ⁻¹

Ainsi le *micromicrofarad* est parfois désigné par *pico*farad.

(Angl. *Prefix*. — All. *Präfix*.)

PRÉSÉLECTEUR. Présélecteur d'appel. (En téléphonie). Organe analogue à un sélecteur, destiné à relier une ligne appelante à une ligne desservant un sélecteur libre quelconque. (C. E. I., 1934).

— **Filtre présélecteur.** Circuit résonnant précédant les circuits normaux d'amplification et destiné à accroître la sélectivité d'un récepteur. L'origine des présélecteurs remonte au temps où les récepteurs à amplification directe rivalisaient encore avec les changeurs de fréquence.

Dans un circuit résonnant, le rapport du courant de résonance i_r au courant i_f sur une fréquence f voisine est

$$\frac{i_r}{i_f} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{4\pi L}{R} \Delta f\right)^2}}$$

en appelant L l'inductance et R la résistance de la bobine. Pratiquement la largeur du canal de résonance, $\Delta f = 9.000$ p : s. La sensibilité s'accroît rapidement avec la valeur du rapport L/R , dit *facteur de*

PRÉCISION. Degré de précision. Limite supérieure de l'erreur relative d'une mesure. S'applique parfois à l'appareil servant à effectuer la mesure (C. E. I., 1934). (Angl. *Accuracy grade*. — All. *Genauigkeitsgrad*.)

PRÉFIXES. Préfixes internationaux des indicatifs. Les indicatifs littéraux

surtension de la bobine et qui intervient au carré sous le radical. Avec les bobines en fil de Litz, à coefficient de surtension élevé, on a avantage à multiplier le nombre des étages de résonance et le rapport L/R est élevé à une puissance égale au nombre des circuits. Avec $R/L = 30.000$ c. g. s., le rapport des tensions est 3,8 pour un seul circuit; $(3,8)^2$ pour deux circuits en

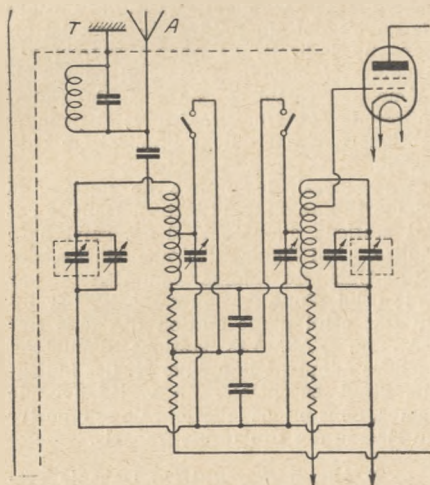


Schéma d'un filtre présélecteur : A, antenne; T, terre.

cascade et $(3,8)^4$ pour quatre circuits en cascade.

D'après ce principe, on a construit des récepteurs comportant avant toute amplification deux circuits résonnants formant filtre de bande présélecteur. Cette disposition réduit au minimum la transmodulation et garantit une sélectivité indépendante de la fréquence. L'action d'une modulation à basse fréquence sur la grille de la première lampe est évitée par l'intercalation d'un circuit oscillant à basse fréquence entre l'antenne et la terre.

Des dispositifs analogues sont également utilisés dans les récepteurs à changement de fréquence.

(Angl. *Preselector*. — All. *Vorauswähler*.)

PRESSION. Dans le système d'unités mécaniques, l'unité de pression est le *kilogramme-force par mètre carré*. Mais on utilise plus souvent le *kgf : cm²*, lequel vaut 0,968 atmosphère. Inversement, l'*atmosphère*, qui est la pression exercée par une colonne de 76 cm. de mercure, vaut 1,033 *kgf : cm²*.

Dans le système des physiciens, ou C. G. S., l'unité de pression est la *barye*, qui vaut 1 *dyne* par centimètre carré.

Enfin, dans le système M. T. S., l'unité de pression est la *pièce*, qui vaut 10.000 baryes.

La *barye* étant une unité très faible, il a fallu inventer un multiple, la *mégabarye* valant 1 million de baryes, et qui porte le nom de *bar*. Mais comme le *bar* est parfois trop grand, il a fallu imaginer le *millibar* qui vaut 1.000 baryes ou une *kilobarye*.

Il y a, entre toutes ces unités de pression,

de nombreux rapports. Nous en citerons quelques-uns :

La *pièce* vaut 10.000 baryes.

Le *bar* est égal à une *hectopièce*.

L'*atmosphère* vaut 1.013.663 baryes.

Quant à la *mégabarye*, elle est pratiquement égale à la pression exercée par une colonne de 75 centimètres de mercure.

Le *millibar*, ou *kilobarye*, vaut donc 0,750 mm de colonne de mercure.

Il n'y a pas de rapport simple entre l'*atmosphère* et la colonne de mercure, d'une part, et les unités de pression, d'autre part.

(Angl. *Pressure*. — All. *Druck*.)

PRESSPAHN. Sorte de carton isolant fabriqué avec des fibres de bois. Le *presspahn*, qui se présente sous forme de feuilles de carton fort, dont les faces sont durcies et glacées, convient pour les isollements à basse tension des pièces de petit appareillage, interrupteurs, commutateurs, bobines, etc. Voir *isolant*.

(Angl., All. *Presspahn*.)

PRIMAIRE. Élément primaire.

Source de courant continu par transformation chimique, généralement appelée *élément de pile* (voir ce mot), par opposition avec *élément secondaire* ou *accumulateur*.

(Angl. *Primary Cell*. — All. *Primärzelle*.)

— **Émission primaire.** Emission directe d'électrons à partir de la cathode d'un tube électronique, par opposition à l'*émission secondaire* qui prend naissance par suite du bombardement des molécules de l'*atmosphère* raréfiée par les électrons de l'*émission primaire*.

(Angl. *Primary Emission*. — All. *Primäremission*.)

— **Enroulement primaire d'un transformateur.** Enroulement qui reçoit la puissance électrique (C. E. I., 1934). Voir *transformateur, secondaire, enroulement*.

(Angl. *Primary Coil*. — All. *Primärwicklung*.)

— **Circuit primaire.** Circuit auquel est appliquée l'énergie avant transformation. Dans un récepteur radioélectrique, le *primaire* comprend généralement l'antenne, la prise de terre (ou le cadre), la bobine de couplage (enroulement primaire) et, éventuellement, un condensateur d'accord. Le circuit secondaire lui est couplé magnétiquement.

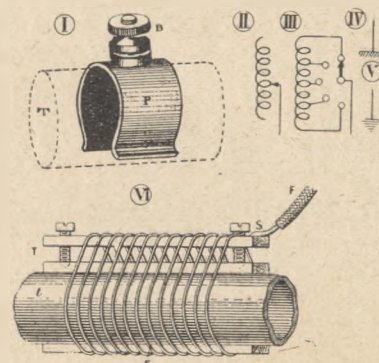
(Angl. *Primary Circuit*. — All. *Primärkreis*.)

PRISE. **Prise de courant.** Organe et connexions amovibles destinés à brancher un appareil récepteur sur une canalisation fixe. — **Prise sur un enroulement, une résistance, un condensateur.** Connexion établie en un point déterminé d'un de ces organes de manière à le fractionner et à permettre de n'en introduire en circuit qu'une partie. Des prises sont souvent établies en certains points d'une bobine, d'un transformateur, d'un condensateur à lames multiples, d'une résistance. Elles aboutissent généralement aux divers plots

d'un commutateur, qui permet d'introduire successivement en circuit la fraction convenable de l'appareil.

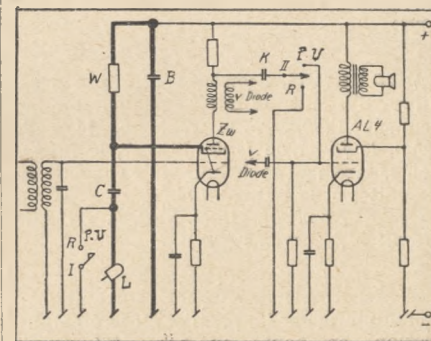
(Angl. *Tap, Tapping*. — All. *Stromableitung*.)

— **Prise de terre.** Plaque métallique ou ensemble de conducteurs de forme appropriée, enterrés et servant à établir une connexion à la terre (C. E. I., 1934).



Différents types de prises : I. Prise de contact par collier métallique sur un tuyau. — II. Symbole d'une prise variable par curseur. — III. Symbole d'une prise variable par commutateur à plots. — IV et V. Symboles d'une prise de terre. — VI. Prise de contact par fil métallique nu enroulé sur un tuyau et tendu.

Connexion d'un appareil radioélectrique émetteur ou récepteur qui établit un couplage conductif entre cet appareil et le sol, de manière à constituer le circuit rayonnant ou absorbant « *antenne-terre* », qui se referme dans l'air par la capacité entre l'antenne et le sol. La prise de terre est ordinairement faite d'un fil de cuivre nu de gros diamètre, ou mieux d'une bande de cuivre nu serrée à l'une de ses extrémités sous la borne « *terre* » de l'appareil et enfouie à l'autre dans la terre, où elle se prolonge par un réseau de fils conducteurs, de treillis ou de plaques métalliques enterrées à faible profondeur. Pratiquement, lorsque la terre n'est pas directement accessible, ce qui est le cas en ville, le fil de terre est connecté à une canalisation métallique en contact avec le sol ou formant masse (service d'eau, chauffage central, tuyaux de gaz). Voir *terre, antenne, multiple, enterré, etc.*



Prise de lecture phonographique (*pick-up*) : L, lecteur; P U, positions « *pick-up* » des interrupteurs.

(Angl. *Earth Connection*. — All. *Erde-
verbindung, Erdeleitung*.)

— **Prise pour lecteur** (pick-up). Cette prise est destinée à brancher le lecteur de son sur l'amplification à basse fréquence d'un récepteur de radiodiffusion. Comme la lampe finale ne suffit généralement pas, on lui ajoute parfois la dernière penthode amplificatrice à moyenne fréquence. La manœuvre du jack de la prise met en circuit le lecteur et introduit un couplage résistance-capacité entre la lampe à moyenne fréquence et la lampe finale. La penthode agit alors comme une triode dont la grille de contrôle serait la grille-écran, donnant une amplification de l'ordre de 10, suffisante dans tous les cas. Voir *lecteur*.

PRISMATIQUE. Antenne prismatique. Antenne en forme de *prisme*, constituée par un certain nombre de brins parallèles, tendus sur des cadres polygonaux ou des cerceaux et formant une sorte de longue cage tubulaire. Synonyme : antenne en cage. Voir ce mot.

(Angl. *Prism Aerial*. — All. *Prismatische Antenne*.)

PRIVÉ. Correspondance privée. Voir *correspondance*.

— **Exploitation privée de télécommunication.** Tout particulier ou toute compagnie ou corporation autre qu'une institution ou agence gouvernementale, reconnue par le gouvernement intéressé et qui exploite des installations de télécommunications en vue de l'échange de la correspondance publique.

— **Télécommunication privée :** Télécommunication du public. (Convention internationale des télécommunications, Madrid 1932). Voir *télécommunication*.

(Angl. *Private*. — All. *Privat*.)

PROGRESSIF. Onde progressive. Onde plane animée d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme, dans le temps et dans l'espace. Voir *onde*.

(Angl. *Progressive, Travelling Wave*. — All. *Fortpflanzende Welle*.)

PROPAGATION. Constante de propagation. Constante complexe caractérisant l'affaiblissement et le déphasage, par unité de longueur, des courants qui se propagent sur une ligne uniforme supposée infiniment longue. (C. E. I., 1934).

— **Exposant de propagation.** Sur un *quadrupole* symétrique (ligne de transmission), l'exposant de propagation est un nombre complexe, logarithme naturel du rapport de la valeur efficace de la tension ou du courant en un point donné de la ligne à la valeur efficace à l'origine. Autrement dit le nombre $-(b + ja)$ dans l'expression $V = V_0 e^{-(b + ja)z}$.

— **Facteur de propagation.** C'est le rapport dont l'exposant de propagation est le logarithme naturel (nombre $e^{-(b + ja)}$ dans l'expression ci-dessus).

— **Lois de propagation.** La formule de Sommerfeld donne l'expression suivante de la valeur en microvolts par mètre du champ électrique vertical produit par une station en fonction de la distance r en kilomètres, et de la puissance W en kilowatts :

$$E = 3.10^5 \sqrt{W} \frac{(2)}{r}$$

avec

$$\rho = \frac{\pi r}{6.10^{15} \sigma \lambda^2}$$

σ étant la conductivité du sol en unités électromagnétiques et λ la longueur d'onde en kilomètres. Cette formule ne tient pas compte de la sphéricité de la terre et donne des résultats trop forts au delà de quelques centaines de kilomètres (R. Mesny).

A une distance de 30 à 1.000 kilomètres, le champ électrique vertical de l'onde d'espace, renvoyée par l'ionosphère est sensiblement constant et donné par la formule d'Eckersley.

$$E = 100 \sqrt{W},$$

valable aussi pour les ondes courtes. En fait il existe une atténuation de ce champ en fonction de la distance.

Enfin, la formule expérimentale d'Austin donne :

$$E = 3 \times 10^5 \frac{\sqrt{W}}{r} \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}} e^{-\frac{0.0014r}{\lambda^{0.6}}}$$

où E est exprimé en microvolts par mètre, W en kilowatts ; r et λ en kilomètres, et où θ est l'angle au centre de la terre sous-tendu par la corde qui joint l'émetteur au récepteur. Le terme en θ tient compte de la courbure de la terre ; l'exponentielle tient compte de l'amortissement. Les résultats peuvent différer des observations de 50 à 100 pour 100. La formule est applicable pour des longueurs d'onde de 300 mètres à quelques milliers de mètres. Le coefficient de l'exponentielle doit varier en fonction de la nature du terrain.

— **Vitesse de propagation.** Sur lignes rectilignes ou à faible courbure, la vitesse de propagation des ondes est sensiblement égale à celle de la lumière dans le vide. En ce qui concerne les antennes, lignes brisées, projecteurs, la vitesse est réduite à 95 pour 100 ; sur antenne Beverage, de 90 à 80 pour 100.

— **Diagrammes de propagation des ondes.** Ces diagrammes, qui ont été publiés par le Comité consultatif international des radiocommunications (1934), se rapportent aux petites, moyennes et grandes ondes de la radiodiffusion (200 à 2.000 m.). Ils envisagent les deux cas de propagation sur mer ($\sigma = 10^{-11}$) et sur terre ($\sigma = 10^{-13}$). Ces graphiques sont rapportés à l'unité de puissance (1 kw rayonné). Les champs inférieurs à $10 \mu V/m$ sont indiqués en pointillé, pour mettre en évidence le rôle du rayonnement indirect, également considérable pour les trajets nocturnes et hivernaux. La difficulté essentielle consiste dans l'appréciation de la valeur de la conductivité σ du sol. Malgré les aléas de l'appréciation, les résultats expéri-

mentaux trouvés restent généralement compris entre le tiers et le triple de ceux déduits de ces graphiques.

Pour une puissance de P kilowatts, on multiplie les ordonnées des courbes par $\sqrt{P}$, à condition toutefois que le rayonnement de l'émetteur reste identique à lui-même dans tous les azimuts. Mais on peut tenir compte d'une loi de rayonnement quelconque de l'émetteur suivant les différentes directions en remplaçant la puissance unité de 1 kw par la *force cimomotrice* de 300 v. Sur le diagramme de rayonnement, la force cimomotrice est obtenue en multipliant la valeur du champ en volts par mètre dans une direction donnée par le rayon vecteur en mètres dans cette direction. Voir *force cimomotrice*. La force cimomotrice V étant ainsi obtenue pour une station donnée dans une direction donnée, le champ à une certaine distance dans cette direction est obtenu en multipliant par le rapport $V/300$ l'ordonnée relevée pour la puissance de 1 kw.

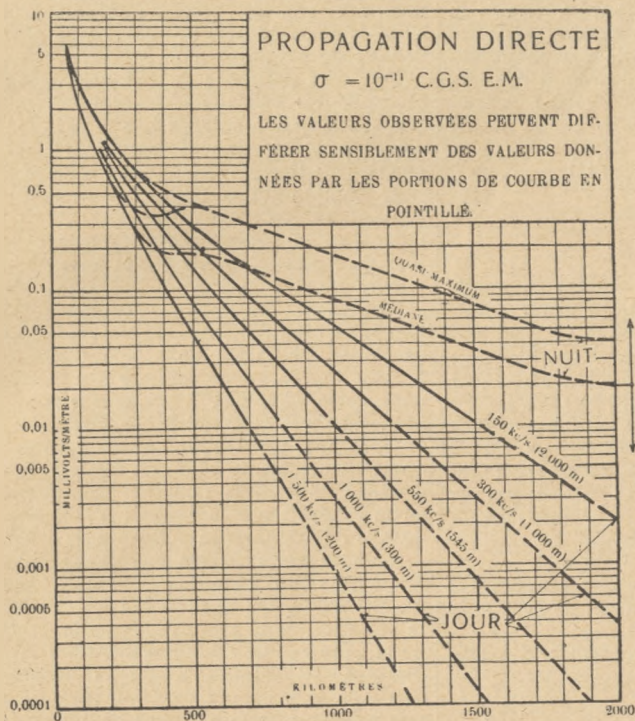
Pour les ondes courtes, on fait usage des graphiques de l'ionosphère établis par M. Eckersley. On observe sur les courbes la variation de la propagation en fonction de la saison et de l'éclairement. La « skip distance » ou distance de saut est indépendante de la puissance de l'émetteur. Pour une puissance de 5 kw dans l'antenne, la portée maximum est généralement atteinte été comme hiver, le jour comme la nuit. Voir *ionosphère, ondes courtes*.

— **Propagation des ondes électromagnétiques.** A une certaine distance de l'émetteur, l'onde peut être considérée comme plane, contenue dans un plan perpendiculaire à la direction de la propagation et constituée par deux champs, l'un électrique et l'autre magnétique, respectivement perpendiculaires. L'intensité de ces champs est en théorie inversement proportionnelle à la distance de l'émetteur. Le calcul du rayonnement de l'antenne a été établi dans l'hypothèse d'un sol parfaitement plan et parfaitement conducteur.

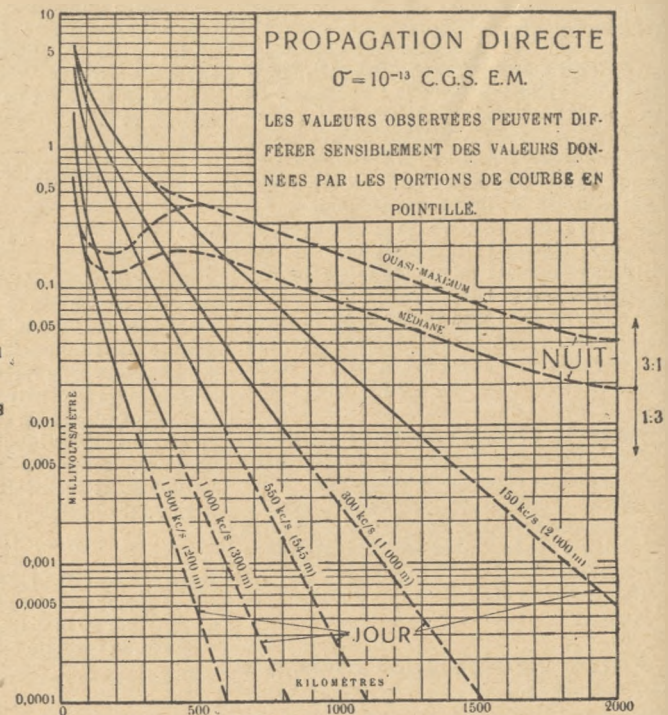
En pratique, la terre, n'étant pas parfaitement conductrice, ne réfléchit pas totalement les ondes. Il y a donc *pénétration* des ondes dans le sol, suivant sa nature, d'où résultent des modifications dans l'intensité et dans la direction du champ électromagnétique. La profondeur e , à laquelle pénétrerait le courant induit par les ondes si sa densité était uniforme depuis la surface du sol, est donnée par l'expression

$$e = \frac{1}{\sqrt{2\pi c \omega}}$$

c étant la conductibilité du sol. A cette profondeur, l'intensité du courant garde encore le 1/3 de sa valeur maximum à la surface du sol. Sur 16.000 mètres de longueur d'onde, l'onde pénètre à plus de 50 mètres dans un sol diélectrique (sable, grès, calcaire, gypse, etc.) et à moins de 2 mètres dans l'eau de mer. La pénétration des ondes dans le sol permet la réception dans les mines, la prospection, la télégraphie sous-marine dans certaines conditions. Voir *pénétration*.



Courbes de propagation des ondes moyennes au-dessus de la mer. Ces courbes se rapportent à une puissance rayonnée de 1 kw., l'antenne ayant une hauteur faible par rapport à la longueur d'onde et un rayonnement circulaire.



Courbes de propagation des ondes moyennes au-dessus de la terre. Ces courbes se rapportent à une puissance rayonnée de 1 kw., l'antenne ayant une hauteur faible par rapport à la longueur d'onde et un rayonnement circulaire.

L'expérience prouve qu'au delà de 200 kilomètres environ, le champ électromagnétique diminue beaucoup moins vite que ne l'indique la théorie. C'est ce que montre la formule d'Austin, utilisée pour prévoir la portée, sur grandes ondes, d'une station radioélectrique. Voir *portée*.

La formule expérimentale d'Austin peut être démontrée théoriquement si l'on admet l'existence de la couche de Heaviside, sur laquelle se réfléchiraient les ondes à une certaine de kilomètres d'altitude, ce qui expliquerait le renforcement constaté. Voir *couche de Heaviside*, *ionosphère*.

D'une manière constante, l'ionisation de l'atmosphère et le passage du jour à la nuit provoquent des perturbations dans la propagation des ondes. Avec les grandes ondes, l'intensité de réception est en général trois ou quatre fois plus forte sur un trajet nocturne que sur le même trajet diurne.

Des irrégularités particulières caractérisent la propagation des ondes courtes, c'est-à-dire des ondes dont la longueur est comprise entre 10 et 200 mètres environ. A partir de 100 mètres de longueur d'onde, on constate que la portée diurne ne dépasse pas, avec 200 watts, quelques centaines de kilomètres, tandis que la portée nocturne atteint des milliers de kilomètres. Sur des ondes beaucoup plus courtes (10 à 30 mètres), la portée diurne redevient bonne. Des observations faites sur le *Jacques-Cartier* ont montré que les émissions sur 115 mètres de ce navire disparaissent régulièrement peu après le lever du jour, soit à 8 h. 40 en janvier; à 7 h. 30 fin février;

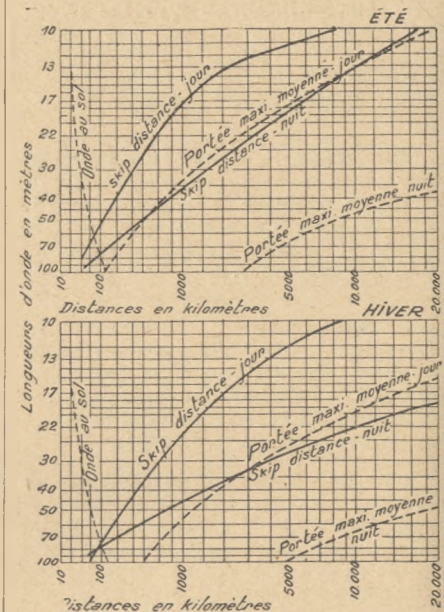
à 6 heures fin avril; à 5 h. 20 début mai; à 4 h. 40 début juin. Depuis 1926, un service sur ondes courtes de 31 mètres (3 kw), de 25 mètres (2,5 kw), et de 60 mètres (2 kw) fonctionne entre Issy-les-Moulineaux, Beyrouth et Djibouti. Cependant la liaison n'est établie que la nuit entre les points extrêmes.

Sur les ondes très courtes, on constate la présence, alentour de l'émetteur, de zones de silence dans lesquelles il est très difficile ou même impossible de recevoir la transmission. Ces zones sont à peu près indépendantes de la puissance rayonnée, mais elles varient du jour à la nuit, de l'été à l'hiver. Des expériences récentes ont montré que, sur des ondes de 37, 50 et 82 mètres, les zones de silence, inappréciables le jour jusqu'à 3.000 kilomètres, apparaissent la nuit entre 150 et 450 kilomètres. Cependant l'été, une zone de silence se forme au milieu du jour.

On observe aussi sur les ondes courtes le phénomène de l'évanouissement, dénommé « fading » par les Anglais. L'intensité de l'onde s'affaiblit brusquement, s'annule même parfois, surtout la nuit. Les ondes moyennes de 300 à 500 mètres sont aussi sujettes à ces perturbations. L'évanouissement est bref et dure une fraction de seconde ou quelques secondes, au plus quelques minutes. Les évanouissements, très fréquents sur les ondes de 200 à 250 mètres, sont rapides et accentués jusque vers 100 kilomètres de distance de l'émetteur, plus lents et plus atténués au delà. Ces phénomènes sont généralisés la nuit en raison de la réfraction vers la terre, par

l'ionosphère, du rayonnement indirect des stations. Voir *évanouissement*, *ionosphère*.

Il existe en outre une influence des



Cour. de propagation des ondes courtes en été et en hiver.

saisons sur la propagation. D'une manière générale, les zones de silence apparaissent en hiver plus larges et plus fréquentes qu'en été. A mesure qu'on avance vers

l'été, l'heure des disparitions tend à se rapprocher de l'heure du lever ou du coucher du soleil. Pendant le jour, la réception s'affaiblit d'autant plus que le soleil est plus élevé sur l'horizon. Pickard a montré que le champ est, en moyenne, 5 fois plus intense en hiver qu'en été pour des transmissions de 200 à 500 mètres au-dessus de la terre.

Des influences géographiques incontestables se manifestent aussi. A égale distance, on reçoit toujours avec plus d'intensité les émissions d'une station dont les ondes suivent un trajet maritime. L'affaiblissement des ondes est plus considérable lorsqu'elles sont assujetties à suivre un trajet continental. Les stations réceptrices à bord des navires ou au bord du littoral sont placées dans les meilleures conditions.

Au centre des continents, la répartition des éléments géographiques influe également sur la propagation et l'orientation des ondes, surtout des ondes courtes. Les essais tentés sur des appareils récepteurs installés dans un wagon d'un train en marche ont donné à ce sujet d'utiles enseignements. La réception est meilleure lorsque la voie est en remblai; elle s'affaiblit lorsque le train passe dans une tranchée, dans un tunnel ou encore lorsqu'il traverse une forêt; un renforcement appréciable se produit lorsque la voie longe un cours d'eau ou un lac. On sait, d'autre part, que les montagnes constituent des écrans très importants au parcours des ondes, à cause de l'absorption produite par leurs masses conductrices.

A l'intérieur des villes, les zones d'absorption sont encore plus nombreuses et plus fréquentes, à cause du grand nombre de charpentes métalliques, de tuyauteries, de canalisations, de toitures, de balcons, bref, de tous les réseaux conducteurs qu'elles contiennent. A cet égard, certains matériaux de construction, le ciment surtout, agissent comme de véritables conducteurs et affaiblissent l'intensité des ondes qui pénètrent à l'intérieur des habitations.

Il est curieux de constater expérimentalement la répartition de l'intensité des ondes qui traversent un centre urbain important.

Les ondes sont peu absorbées par les cours d'eau, mais absorbées au maximum par les constructions de la ville. Ces mêmes raisons expliquent la distribution en éventail des courbes d'affaiblissement des ondes de part et d'autre de la pointe de la cité.

Cependant, en particulier sur mer, on remarque parfois des anomalies dans la propagation des ondes sans qu'aucun accident géographique puisse les expliquer. C'est le cas notamment pour les communications du *Jacques-Cartier* sur 115 et 31 mètres, lesquelles furent constamment maintenues avec Paris pendant le voyage d'aller au golfe du Mexique et ne purent l'être au retour, ni au-delà du golfe de Panama.

Il existe encore, relativement à chaque station d'émission, des zones où les ondes sont moins bien reçues que ne paraît l'indiquer leur distance du centre émetteur. Lorsque la longueur d'onde de la station

de Bruxelles a été abaissée à 225 mètres, les observations ont montré que, malgré la constance de la puissance, la réception était devenue beaucoup plus difficile dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour de la ville. Cet échec ne pouvait être imputé à l'affaiblissement normal des ondes en raison de la distance, puisque les émissions de Bruxelles étaient reçues fortement à Paris et que leur portée s'étendait à l'Afrique du Nord, où elles n'avaient pu être reçues jusqu'alors. Ces zones d'évanescence, où la réception des émissions est délicate et instable, semblent dues aux phénomènes de réfraction des ondes courtes dans les couches de l'atmosphère, analogues aux phénomènes lumineux qui donnent naissance aux mirages.

Par contre, on a pu remarquer, aux antipodes des stations d'émission, des phénomènes très nets de renforcement du champ électromagnétique.

La mission radiotélégraphique de l'avis *Aldébaran* de la marine française, entreprise en 1920 sous la direction du capitaine de corvette Guierre, mit parfaitement en évidence ce renforcement de la réception des ondes aux antipodes, que l'on avait d'ailleurs pu prévoir *a priori*. En fait, ce renforcement est suffisamment fort pour qu'il soit possible de recevoir aux antipodes les émissions d'une assez puissante station, telle que celle de Nantes ou de Lyon, en utilisant une antenne de 50 mètres, et une seule lampe détectrice. Mais ce phénomène est strictement localisé au voisinage immédiat de l'antipode, à quelques centaines de kilomètres près; dans ces conditions, la réception des émissions françaises est aussi forte qu'en Méditerranée.

Le renforcement provient-il de la superposition normale des ondes arrivant de

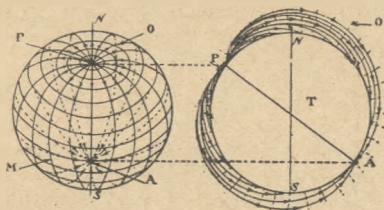


Image du renforcement des ondes aux antipodes : Les ondes émanant de la station P rayonnent alentour concentriquement sur la surface de la Terre en suivant la direction des arcs de grands cercles qui passent par la station. Une partie des ondes est absorbée en chemin; ce qui reste de chaque faisceau concourt à l'antipode A, où l'on observe un renforcement considérable du champ des ondes émanant de P.

toutes les directions à la fois ou bien des ondes stationnaires produites par les interférences de ces diverses ondes entre elles; il est difficile de préciser ce point. Quoi qu'il en soit, on comprend facilement que les ondes, après avoir rayonné autour de la Terre en suivant grossièrement les divers arcs de grands cercles passant par la station, se concentrent à nouveau aux antipodes, bien que partiellement, parce que la majeure partie du faisceau a été absorbée chemin faisant.

Les influences météorologiques, bien que certaines, sont assez difficiles à préciser. On a signalé que le passage d'un grain provoque un affaiblissement local très net de la réception. On a observé également des déformations progressives des signaux, enregistrées successivement dans différentes stations réceptrices. Ces déformations, se propageant à la même vitesse que les phénomènes météorologiques (60 kilomètres à l'heure), paraissent avoir la même origine. La déformation affecte parfois la forme d'une distorsion de la modulation, produisant suivant les cas un son pur, fêlé, étranglé qui modifie le timbre de l'émission.

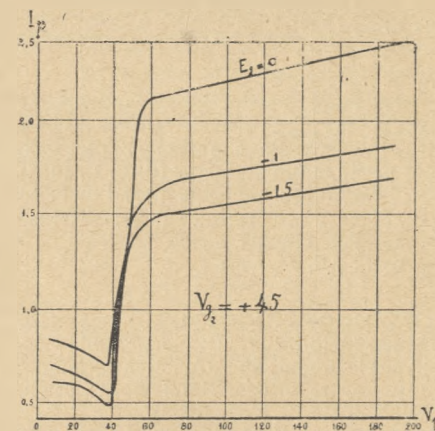
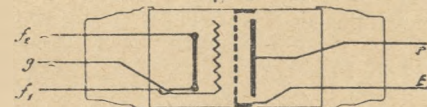
(Angl. *Propagation*. — All. *Fortpflanzung*.)

PROPRE. Fréquence, longueur d'onde, période propres. Fréquence, longueur d'onde et période, telles qu'elles sont naturellement définies par les constantes électriques d'un circuit oscillant. Voir *fréquence, longueur d'onde, période*. (Angl. *Natural*. — All. *Eigen...*)

PROTECTEUR. Écran protecteur. Voir *écran*.

PROTECTION. Corne de protection. Voir *corne, éclateur*.

— **Lampe à grille de protection.** Il est difficile d'accroître le coefficient d'amplification des triodes (10 environ) en raison de la charge d'espace et des tendances à l'oscillation spontanée. Le premier incon-



Lampe à grille de protection : En haut, disposition schématique des électrodes : f_1, f_2 , filament; g , grille de commande; E , grille de protection; P , plaque. — En bas, courbe caractéristique du courant de plaque en fonction de la tension de plaque, la grille de protection étant portée à +45 volts.

venient équivaut à dissiper uniquement en tension de polarisation une partie de la tension de plaque, nécessaire pour neutrali-

ser l'effet du brouillard des électrons négatifs entourant le filament. Le second inconvénient provient de l'accroissement de la capacité interne entre électrodes de la lampe, lorsqu'on prétend accroître le coefficient d'amplification en rapprochant les électrodes les unes des autres.

Dans les lampes *bigrilles* la grille intérieure, polarisée positivement, équilibre la charge d'espace sans toutefois augmenter le coefficient d'amplification, en raison de sa position et de la largeur de ses mailles.

La grille de protection annule à la fois l'effet de charge d'espace et celui de capacité. Elle entoure la plaque, ce qui réduit la capacité entre la grille de commande et la plaque. Fortement polarisée positivement, par une connexion sur la batterie de plaque, elle accroît beaucoup le champ électrique entre filament et plaque.

Dans ces lampes, la tension de plaque est de 100 à 180 v ; le coefficient d'amplification peut varier de 25 à 100 ; la résistance intérieure peut atteindre 125.000 ohms ; le courant moyen de plaque est de 1 à 3 mA. Voir *lampe, écran, penthode* etc..

(Angl. *Protecting, Guard Grid*. — All. *Schutzgitter*.)

— **Système de protection.** Système d'appareils, fonctionnant en cas de perturbation (surtension, surintensité, défaut à la terre, etc...) et destiné à protéger l'installation électrique contre les effets nuisibles qui peuvent en résulter (C. E. I., 1934).

(Angl. *Protection*. — All. *Beschützung*.)

PROTÉGÉ. Se dit d'une machine dont les parties sous tension ou en mouvement sont rendues difficilement accessibles à la pénétration des corps solides et aux projections d'eau horizontales et verticales de haut en bas (C. E. I., 1934). — **Semi-protégé.** Se dit d'une machine dont les enroulements sont protégés contre les chocs par la disposition du bâti et des paliers. (C. E. I., 1934).

(Angl. *Protected*. — All. *Geschützt*.)

PROTON. Particule élémentaire contenant la plus petite charge d'électricité positive et affectée d'une masse de l'ordre de la plus petite masse atomique (C. E. I., 1934). Elle joue un rôle analogue à celui de l'électron, particule élémentaire d'électricité négative. Voir *électron, atome*.

(Angl., All. *Proton*.)

PSEUDOPÉRIODIQUE. **Grandeur pseudopériodique.** Grandeur qui varie suivant le produit d'une fonction périodique par une autre fonction simple de la variable indépendante (C. E. I., 1934).

(Angl. *Pseudoperiodical*. — All. *Pseudoperiodisch*.)

PSOPHOMÈTRE. Appareil muni d'un réseau filtrant utilisé pour la mesure objective de la tension perturbatrice (tension de bruit sur une ligne téléphonique). Si cet appareil est objectif, la détermination du réseau filtrant, basé sur la sensibilité de l'oreille humaine aux bruits

des diverses fréquences, reste subjective. Néanmoins en 1934 la Commission consultative internationale des liaisons téléphoniques s'est mise d'accord sur une courbe unique du réseau filtrant du psophomètre. Ainsi, on admet actuellement qu'il y a trouble dans un circuit téléphonique aérien pour une tension psophométrique de 5 mV et dans un câble téléphonique pour une tension de 2 mV. Des règles uniformes doivent être adoptées pour la mesure des tensions perturbatrices équivalentes des génératrices, redresseurs et autres appareils perturbateurs. L'administration a dressé un tableau des « poids » correspondant aux différentes fréquences acoustiques de 16, 66 p : s (fréquence du courant monophasé pour certains chemins de fer) jusqu'à 5.000 p : s, avec les tolérances admises. On utilise dans le psophomètre un appareil de mesure dont l'indication est égale à la racine carrée de la somme des carrés des lectures qui correspondraient à chaque composante si celle-ci existait seule, ce qui représente le mieux l'effet physiologique observé. La sensibilité du psophomètre est de 0,05 mV au maximum. Voir *bruit, phone, antiparasite*, etc..

(Angl. *Psophometre*. — All. *Psophometer*.)

PSOPHOMÉTRIQUE. Qui se rapporte à la mesure des bruits.

— **Force électromotrice psophométrique.** Force électromotrice pondérée équivalente, de la fréquence de 800 p : s, qui produit sur l'oreille la même impression que la force électromotrice engendrant un bruit donné (sur une ligne téléphonique).

— **Tension psophométrique.** Différence de potentiel entre deux points

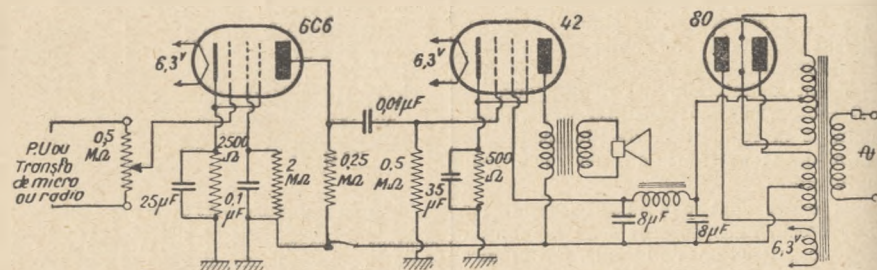
un droit spécial en matière de *télécommunications*. — **Correspondance publique.** Toute télécommunication que les bureaux et stations par le fait de leur mise à la disposition du public, doivent accepter pour transmission. Autrement dit, ensemble des télécommunications *privées*. — **Service public.** Service de télécommunication à l'usage du public en général. (Convention internationale des télécommunications, Madrid 1932).

(Angl. *Public*. — All. *Öffentlich*.)

PUBLIDIFFUSION. **Publidiffusion sonore.** Diffusion publique des nouvelles, discours, concerts et de toutes auditions, au moyen d'un système de haut-parleurs, alimentés par un ou plusieurs microphones et amplificateurs de puissance, auxquels ils sont reliés par un réseau de conducteurs.

La question essentielle est celle de l'alimentation des circuits en haute et basse tension. On l'assure normalement sur les postes automobiles au moyen de la batterie d'accumulateurs de 6 à 12 v. Mais au delà de 100 watts modulés, il faut recourir à une batterie autonome de forte capacité, rechargée par une génératrice spéciale. Des systèmes avec redresseur à vibreur peuvent convenir aux petites puissances. Une tension anodique de 200 v et un courant de 50 mA exigent un vibreur double ou des valves de redressement. La consommation sur la batterie est de 3 A sous 6 V.

Les groupes convertisseurs (moteur à basse tension — dynamo à haute tension) donnent un rendement d'environ 50 pour 100. La consommation varie de 4 à 30 A sous 12 v. La puissance utile peut atteindre 200 watts, et même 400 watts avec accumulateur de 15 à 24 volts.



Amplificateur spécial pour publidiffusion sonore, donnant 3 watts modulés avec 7 pour 100 d'harmoniques. Le potentiomètre d'entrée réduit simultanément la puissance et la distorsion.

d'un circuit, produite par une force électromotrice psophométrique. Valeur conventionnelle utilisée par les téléphonistes pour caractériser l'importance des perturbations apportées par les tensions parasites (C. E. I. 1934). Voir *courant perturbateur équivalent, tension perturbatrice équivalente, psophomètre, bruit*.

(Angl. *Psophometric*. — All. *Psophometrisch*.)

PUBLIC. Personne, groupe de personnes, établissement ou entreprise quelconques, sans titre particulier conférant

La sonorisation d'une place pouvant atteindre 300 mètres peut être réalisée au moyen de haut-parleurs de 3 à 4 watts, séparés les uns les autres d'une cinquantaine de mètres. Pour un stade de 30.000 places, on utilise 25 watts modulés ; pour 60.000 places, 50 watts modulés ; pour 150.000 places, 200 watts modulés et de 2 à 4 haut-parleurs. Sur un autodrome ou un aérodrome, le bruit n'est dominé qu'avec 2.000 watts modulés. Pour les petits camions, 10 à 20 watts suffisent. Dans une salle, on compte 10 watts modulés pour 650 places et 50 watts

modulés pour 2.200 places. Il faut assurer la sonorisation d'une salle de préférence au moyen d'un certain nombre de haut-parleurs pour éviter l'effet Larsen que ne manque pas de produire la réaction d'un seul haut-parleur de grande puissance sur le microphone.

Les installations mobiles doivent faire usage de câbles blindés avec prise de masse pour éviter les hurlements produits par les réactions de basse fréquence. De même, les microphones doivent être bien suspendus. Voir *haut-parleur*, *mégaphone*.

(Angl. *Public Adress System*. — All. *Rundsprache*.)

PUISSANCE. Énergie mise en jeu par seconde.

— **Puissance absorbée.** Puissance reçue par une installation, une machine ou un appareil (C. E. I., 1934).

— **Puissance active.** Puissance moyenne en courant alternatif (C. E. I., 1934).

— **Puissance active en régime sinusoïdal.** Produit de la tension ou de la force électromotrice efficace par la valeur efficace de la composante du courant en phase avec elle (C. E. I., 1934). Son expression est de la forme $\frac{1}{2} RI^2$.

— **Puissance apparente.** Produit de l'intensité efficace par la force électromotrice ou la tension efficace dans un circuit parcouru par un courant (C. E. I., 1934).

— **Puissance dissipée.** Il est intéressant de rechercher la dissipation de la puissance dans un poste récepteur, de manière à améliorer son rendement. Pratiquement, un récepteur consomme 60 à 100 watts de puissance d'alimentation et ne restitue à la sortie que quelques watts de puissance modulée. Or la puissance fournie sert à l'alimentation des lampes, à l'excitation du haut-parleur électrodynamique, et se retrouve en pertes diverses dans le transformateur, par hystérésis, par courants de Foucault, par effet Joule.

Le rendement de la cathode des lampes électroniques dépend du pouvoir émissif du métal. La charge de la cathode, c'est-à-dire le rapport entre le courant total d'émission électronique et la puissance totale de chauffage prend les valeurs suivantes pour diverses substances :

Tungstène	3 à 15
Tungstène thorié.....	62
Cathode à oxydes.....	50 à 125

La presque totalité de la puissance fournie à la cathode sert à la maintenir à une température donnée; elle croît donc rapidement en fonction de cette température.

Les lampes de réception à chauffage direct consomment de 0,1 à 0,5 watt environ pour le chauffage des filaments; les lampes à chauffage indirect de 1,3 à 5 watts.

On serait conduit, pour améliorer le

rendement des lampes, à pousser la température de régime. Mais on est limité dans cette voie par la longévité pratique de la lampe, qui doit atteindre 1.000 à 2.000 heures. Il est d'ailleurs possible qu'on arrive à améliorer considérablement le rendement des lampes en utilisant l'émission secondaire, comme dans les multiplicateurs d'électrons de Zworykin. Quant à la puissance anodique, elle se dissipe presque entièrement en chaleur.

— **Puissance d'un émetteur radio-électrique.** Puissance qu'il peut fournir à l'antenne ou à l'entrée du feeder. Dans le cas d'un émetteur à ondes modulées, elle est caractérisée par la puissance de l'onde porteuse fournie à l'antenne et par le taux maximum réel de modulation employé (C. E. I., 1934).

Comme il n'est pas pratique de mesurer la puissance rayonnée par l'antenne, mais comme la technique dispose de procédés commodes pour déterminer la puissance absorbée ou transformée par les divers organes d'un émetteur radioélectrique, le Comité consultatif international des radiocommunications est convenu d'entendre, par puissance d'un émetteur radioélectrique, la puissance dans l'antenne, qui peut être obtenue, soit par mesures directes dans l'antenne, soit par mesures effectuées sur *antenne fictive équivalente* ou sur d'autres parties de l'émetteur (soit à l'entrée d'une station mobile). S'il s'agit de mesures indirectes, on tient compte du rendement des organes intermédiaires.

S'il s'agit d'un émetteur radiotélégraphique, la puissance est mesurée en trait continu.

S'il s'agit d'un émetteur à ondes modulées, on entend par puissance dans l'antenne le produit de la résistance totale de l'antenne par le carré de la valeur efficace du courant dans l'antenne, le taux de modulation étant tel que le niveau des harmoniques, introduits par la modulation, soit inférieur d'au moins 2,3 népers ou 20 décibels à celui de l'onde fondamentale, pour la puissance maximum et pour une fréquence quelconque comprise dans la bande des fréquences à transmettre.

La meilleure définition de l'efficacité de la transmission serait fournie par la puissance rayonnée par l'antenne. Mais on ne connaît pas de moyens pratiques pour séparer la puissance dissipée dans l'antenne de celle rayonnée dans l'espace.

Dans le cas d'une antenne verticale, la puissance rayonnée peut être calculée par la formule

$$P = 1600 \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2 I^2,$$

où I est le courant dans l'antenne en ampères; h la hauteur équivalente de l'antenne supposée verticale; λ la longueur d'onde en mètres et P la puissance rayonnée en watts.

Le Comité consultatif international des communications radioélectriques (C. C. I. R.) réuni à La Haye en 1929 a donné de la puissance d'un émetteur la définition suivante :

$$P_a = P_p \left(1 + \frac{M^2}{2} \right)$$

P_a , puissance dans l'antenne en kilowatts de l'onde modulée; P_p , puissance dans l'antenne en kilowatts de l'onde porteuse non modulée; M , coefficient de modulation maximum sans distorsion.

Et la Convention internationale des télécommunications (Madrid, 1932) a donné cette autre définition de la puissance d'un émetteur : Puissance fournie à l'antenne de cet émetteur. Dans le cas d'un émetteur à ondes modulées, la puissance dans l'antenne est caractérisée par deux nombres, indiquant l'un la valeur de la puissance de l'onde porteuse, fournie à l'antenne et l'autre le taux maximum réel de modulation employé.

La puissance d'un émetteur peut être mesurée par l'une des méthodes suivantes : *méthode wattmétrique*, utilisant les wattmètres pour haute fréquence de Chireix ou de Bruckman; *méthode ampèremétrique*, déduite de la loi de Joule; *méthodes calorimétriques*, avec utilisation d'une antenne fictive équivalente (*méthode du thermomètre*, *méthode du calorimètre*, *méthode du pyromètre thermoelectrique*, *méthode du photomètre* utilisant la variation d'éclairement d'une lampe à incandescence); enfin diverses méthodes indirectes. Voir *mesure*.

— **Puissance d'un feuillet magnétique.** Voir *feuillet*.

— **Puissance instantanée.** Limite de la *puissance moyenne* lorsque le temps devient infiniment petit (C. E. I., 1934).

— **Puissance moyenne.** Quotient d'un travail (ou d'une énergie) par le temps durant lequel ce travail (ou cette énergie) a été produit ou absorbé (C. E. I., 1934).

— **Puissance produite.** Puissance débitée par une installation, machine ou appareil (C. E. I., 1934).

— **Puissance réactive** (en régime sinusoïdal). Produit de la tension ou de la force électromotrice par la composante du courant en quadrature avec elle (C. E. I., 1934). Si le courant sinusoïdal I traverse une inductance L et une capacité C placées en série, la puissance réactive prend la forme

$$P_r = \frac{1}{2} \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right) I^2.$$

— **Puissance réelle.** Produit de la puissance apparente par le *facteur de puissance*. Voir *facteur*.

— **Puissance sonore.** La puissance sonore ou acoustique effective d'un récepteur radioélectrique n'est qu'une très faible fraction de la puissance modulée disponible dans le circuit anodique de la lampe finale. Cette puissance modulée est de la forme :

$$P = \frac{1}{R^2} s u^2,$$

en désignant par u la tension maximum

de grille, s le coefficient de sensibilité et n le rapport de la tension maximum à la tension efficace. S'il s'agit d'oscillations sinusoïdales, c'est-à-dire d'une note modulée pure, sans harmoniques, $n = \sqrt{2}$

$$P = \frac{1}{2} s u^2.$$

En pratique, l'impédance du système n'est pas équivalente à une résistance pure; le rendement du transformateur du haut-parleur n'atteint guère que 65 pour 100; le rendement du haut-parleur lui-même est généralement de 15 pour 100 dans le médium, et au plus de 25 pour 100. Comme les oscillations, riches en harmoniques, ne sont pas sinusoïdales, n varie de 5 à 10, si bien que la puissance acoustique restituée par le haut-parleur

$$P = \frac{1}{200} s u^2,$$

donc 100 fois plus faible que la valeur théorique maximum, c'est-à-dire la puissance modulée annoncée.

— **Amplificateur de puissance.** Amplificateur à basse fréquence utilisé moins comme amplificateur de tension ou de courant que comme relais de puissance, notamment pour actionner des haut-parleurs de puissance. Voir *amplificateur de puissance*, *symétrique*, *équilibré*.

— **Facteur de puissance.** Rapport de la *puissance active* à la *puissance apparente* (C. E. I., 1934). Voir *facteur, puissance*.

— **Lampe de puissance.** Lampe électronique utilisée comme relais de puissance sur les *amplificateurs de puissance* ou sur le dernier étage d'amplification des récepteurs radioélectriques usuels. Voir *lampe*.

— **Unités de puissance.** L'unité de puissance du système pratique est le *watt*, puissance développée par un courant de 1 ampère dont le potentiel s'abaisse de 1 volt. En courant continu, la puissance électrique exprimée en watts est égale au produit du courant en ampères par la chute de tension en volts dans l'appareil d'utilisation ou de génération. Voir *unité, watt, hectowatt, kilowatt*.

(Angl. *Power, Output*. — All. *Leistung*.)

PULSATION (d'un phénomène sinusoïdal). Produit de la fréquence d'un phénomène sinusoïdal par le facteur 2π (C. E. I., 1934). La pulsation est exprimée par

$$\omega = 2\pi f, f \text{ étant la fréquence.}$$

En fait, la pulsation représente mécaniquement la vitesse angulaire constante du vecteur tournant, dont le mouvement de rotation uniforme, projeté sur un axe, figure le mouvement alternatif. Voir *alternatif, périodique, réactance, impédance*.

(Angl., All. *Pulsation*.)

PULSAIRE. Grandeur pulsatoire. Grandeur variant périodiquement

sans changement de signe (C. E. I., 1934). Synonyme *ondulé*.

— **Courant et tension pulsatoires.** Courant et tension obtenus par la suppression des alternances d'un même signe d'un courant et d'une tension alternatifs. Courant produit par un redresseur à demi-onde. Voir *ondulé, redresseur, alternance, demi-onde*.

(Angl. *Pulsatory*. — All. *Pulsierend*.)

PUPINISATION. Méthode de charge consistant à disposer en série sur les conducteurs de la ligne des bobines d'inductance régulièrement espacées (C. E. I., 1934). Procédé de répartition d'une charge inductive sur une ligne téléphonique consistant à intercaler de loin en loin des bobines d'induction en série avec la ligne. La *pupinisation* est caractérisée par l'inductance kilométrique de la ligne, exprimée en millihenrys par kilomètre, et par la distance d'espacement des bobines. Voir *charge, krarupisation*.

La transmission à grande distance de la modulation téléphonique pose des problèmes délicats, parce que les lignes introduisent des distorsions du son et des affaiblissements qui rendent souvent la parole inintelligible. Toutes les notes ne sont transmises ni avec la même intensité, ni avec la même vitesse.

Comme la majeure partie de la distorsion est due à l'excès de capacité des conducteurs de la ligne, on proposa d'introduire dans les lignes téléphoniques des bobines de self-induction. Après les travaux théoriques de Heaviside, la réalisation fut entreprise par un professeur de New-York, M. Pupin, en 1891. Cette méthode consiste à placer de loin en loin, sur les lignes à grande distance, des bobines à noyau de fer qui compensent l'effet de distorsion. Toutes ces lignes téléphoniques sont actuellement « pupinisées ». A titre d'exemple, nous citerons le câble qui relie Boston à Washington. Sa longueur est de 720 kilomètres; il comporte 14 lignes, soit 28 fils, et 25.000 bobines Pupin.

Pratiquement, l'utilisation de ces bobines est assez délicate. En principe, il faudrait répartir ces bobines sur toute la longueur de la ligne, mais, en fait, on est bien obligé de les localiser en un point déterminé, tous les kilomètres par exemple. L'effet correctif qu'on en peut attendre n'est donc pas continu, mais discontinu.

Autre écueil. On choisit une bobine à noyau de fer pour réduire son volume et son prix de revient. Mais, dans certaines conditions, le fer provoque lui-même des distorsions, dues essentiellement à la saturation magnétique et aux phénomènes d'hystérésis. Les premières bobines étaient pourvues du meilleur noyau connu à l'époque : un faisceau de fils de fer. Pour éviter la saturation, il fallut lui donner de grandes dimensions. La bobine avait la forme d'un tore, c'est-à-dire d'un anneau, sur lequel était pratiqué l'enroulement du fil.

L'inconvénient majeur des bobines à

fer, c'est que la perméabilité magnétique et l'hystérésis sont des qualités contradictoires. Si l'on augmente le volume du fer pour accroître la perméabilité, on accroît aussi l'hystérésis, qu'il est pourtant indispensable de réduire.

On a trouvé une première solution dans l'abandon des fils de fer et dans l'utilisation de noyaux en poudre de fer agglomérée à la presse après enrobement dans une matière isolante. C'est d'ailleurs cette même matière magnétique qui est utilisée dans les transformateurs de radio à haute ou moyenne fréquence. Mais la perméabilité, qui était de 60 avec le fil de fer, est tombée à 55 environ.

Aussi a-t-on cherché dans une autre voie, qui a conduit à l'utilisation de noyaux au ferro-nickel. Le métal, d'abord laminé à 0,1 mm d'épaisseur environ, est réduit à 1.000^e centésimaux dans des fours en terre réfractaire, puis à nouveau laminé à 5 centièmes de millimètre d'épaisseur. Un nouveau recuit à 400^e centésimaux double la perméabilité magnétique du métal, en lui conservant la même hystérésis. Le noyau, dont la perméabilité est de 80, est obtenu par l'enroulement du métal ainsi traité et laqué. Une bobineuse enroule le fil conducteur, puis la bobine est vérifiée.

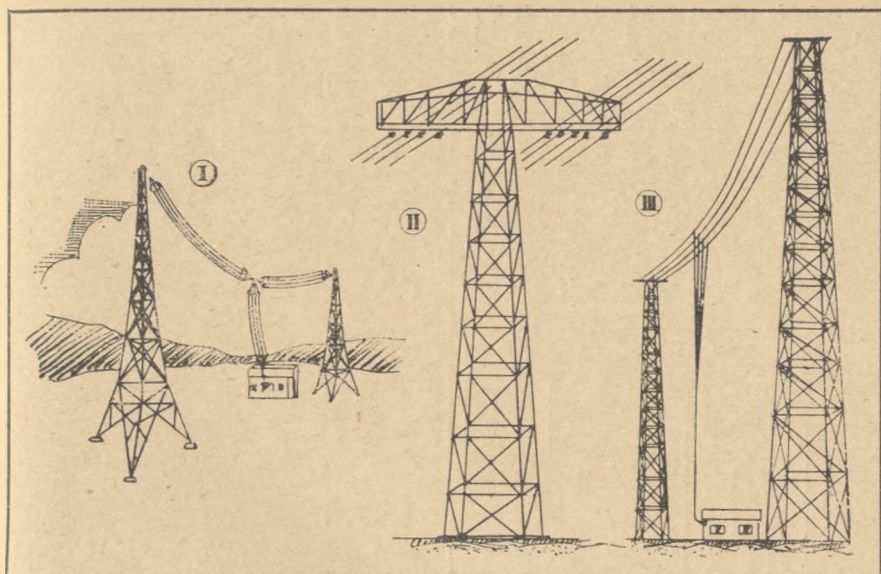
Pratiquement, les câbles téléphoniques, contenant de multiples conducteurs, nécessitent, de loin en loin, toute une armée de bobines Pupin. Aussi les enferme-t-on dans une boîte de fonte, intérieurement doublée de plomb, qu'on pose dans une chambre souterraine en béton.

(Angl. *Pupinisation*. — All. *Pupinisierung*.)

PUSH-PULL. Terme anglais signifiant *va-et-vient*. — **Montage push-pull.** Système qui utilise deux éléments à caractéristiques non-linéaires fonctionnant en opposition (C. E. I., 1934). Montage *équilibré* et *symétrique* propre à éviter la distorsion, notamment lorsqu'il s'agit d'amplification microphonique ou téléphonique. Voir *équilibré, symétrique*.

(Angl., All. *Push-pull*.)

PYLONE. Support des conducteurs d'une ligne aérienne en fer ou en béton armé, susceptible généralement de supporter un effort de traction important et comportant une fondation. Support composé, en général dépourvu de haubans (C. E. I., 1934). Sorte de mât non haubanisé utilisé pour soutenir les antennes en nappe. Le pylône peut être constitué par un latis de bois, de forme pyramidale. Plus généralement, il est métallique, à base carrée ou triangulaire. L'antenne de la station de Bordeaux-Lafayette est soutenue par 8 pylônes tripodes triangulaires de 250 mètres de hauteur, de même que celle de la station d'Arlington aux États-Unis. La station américaine de Rocky Point à Long Island utilise de nombreux pylônes à base carrée, alignés : l'antenne est fixée à une poutre métallique horizontale qui termine les pylônes comme la barre



Divers types de pylônes : I. Pylône tripode américain des stations d'Arlington et de Bordeaux-Lafayette. — II. Pylône en forme de T de la station Rocky Point (Long-Island). — III. Pylônes de la station de Radio-Paris à Clichy.

d'un T. En France, les grandes antennes sont tendues sur des mâts haubanés, qui ont remplacé les pylônes tripodes ou quadripodes. La Tour Eiffel constitue le plus ancien pylône et aussi le plus haut du monde (300 mètres.) Voir *mât*.

— **Pylône rayonnant.** Voir *rayonnant*, *mât*, *antifading*.
(Angl. *Pylon*. — All. *Gittermast*.)

PYREX. Sorte de verre possédant des qualités mécaniques et diélectriques précieuses qui le font rechercher comme isolant dans la construction radioélectrique. Ce produit est constitué par 81 parties de silice, 12 parties d'anhydride borique



Isolateur d'antenne en verre pyrex.

et 7 parties d'oxydes et de substances diverses. Son coefficient de dilatation (334×10^{-8}) est trois fois plus faible que celui du verre blanc, ce qui explique qu'il peut supporter, sans se briser, des variations très brusques de température. Sa densité (2,25) est très inférieure à celle des verres usuels. Sa résistance à la traction est de 142 kilog. cm^2 et sa résistance au choc est considérable. Chaleur spécifique : 0,2. Conductivité thermique : 0,0027. Constante diélectrique : 5,4.

Résistivité en volume, 10^{14} ohms-centimètres. En surface, ce qui est le cas des isolateurs d'antenne, sa résistivité varie de 10^{14} à 10^9 ohms-centimètres, suivant le degré d'humidité. L'angle de 12° correspondant aux pertes en haute fréquence dans le pyrex est 6 fois plus grand que

l'angle pour le quartz, mais très inférieur à l'angle des pertes dans le verre, l'ébonite ou la porcelaine. L'emploi du pyrex comme isolateur d'antenne et support de lampe isolant est indiqué.

(Angl., All. *Pyrex*.)

PYRITE. Minerai renfermant des sulfures de fer ou de cuivre. — **Pyrites de fer.** Cristaux de sulfure ferreux (FeS), bisulfure (FeS_2) et sulfure magnétique (Fe_3S_4), qui ont des propriétés rectificatrices ou détectrices. Le bisulfure de fer naturel FeS_2 est jaune, à cassure cristalline. Utilisé comme détecteur en combinaison avec la zincite ou avec une pointe métallique en fil d'or ou de bronze phosphoreux. Une forte surtension ne détruit pas le contact sensible sur la cassure fraîche. Voir *cristal*, *détecteur*.

— **Pyrite de cuivre.** Voir *chalcoppyrite*.
(Angl. *Iron Pyrites*, *Sulphide*. — All. *Pyrit*.)

PYROÉLECTRICITÉ. Ensemble de phénomènes électriques produits par la chaleur (C. E. I., 1934). Voir *couple*, *pile thermoélectrique*.

(Angl. *Pyroelectricity*. — All. *Wärmelektrizität*.)

PYROMÈTRE. Appareil destiné à mesurer ou à enregistrer une température et dans lequel interviennent des phénomènes électriques (C. E. I., 1934).

(Angl., All. *Pyrometer*.)

PYRON. Type de détecteur à cristal, consistant en un fragment de pyrite de fer contre lequel appuie une pointe métallique, d'ordinaire un chercheur en cuivre. Voir *détecteur*.

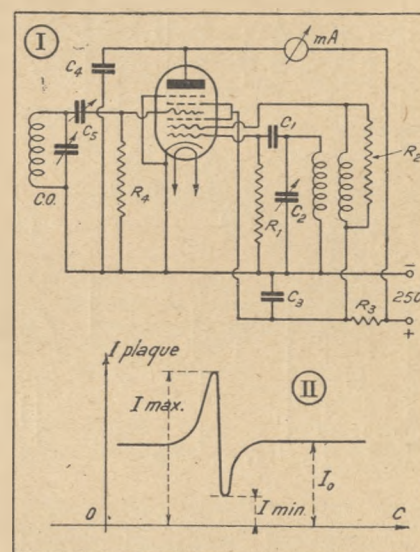
(Angl. All. *Pyron*.)

Q

Q-MÈTRE. Appareil destiné à la mesure du coefficient de surtension des bobines. Ce nom provient de ce que aux États-Unis le coefficient de surtension est désigné par la lettre *Q* avec

$$Q = \frac{\omega L}{R} = \frac{1}{\omega CR}$$

Pratiquement, le Q-mètre est constitué par une octode montée en oscillatrice



Q-mètre : I. Schéma de principe d'un Q-mètre à octode : C. O., circuit oscillant à mesurer. — II. Variation du courant de plaque en fonction de la capacité du circuit oscillant.

entre les grilles G1 et G2. On introduit dans le circuit de la grille G4 le circuit oscillant dont on veut connaître le facteur de surtension pour une fréquence donnée, sur laquelle est réglée l'oscillation de l'octode. Lorsqu'on fait varier la capacité du condensateur d'accord du circuit oscillant, on observe que, pour la fréquence critique, le courant passe brusquement d'une valeur maximum à une valeur minimum. La lecture de l'appareil de mesure indique la valeur du facteur de surtension.

Le Q-mètre permet en outre de déterminer si l'emploi du fil de Litz est justifié plutôt que celui du fil isolé à l'émail ou à la soie, quel espace optimum il faut laisser entre spires, quelles sont les pertes causées par l'utilisation d'un petit blindage, comment vérifier l'inductance et les pertes d'une bobine, si les pertes sont excessives à 1,10 ou 50 myriahertz, s'il y a des pertes dans le diélectrique ou les trimmers, comment varie la capacitance de la lampe en fonction de sa polarisation.

(Angl. *Q-meter*. — All. *Q-meter*.)

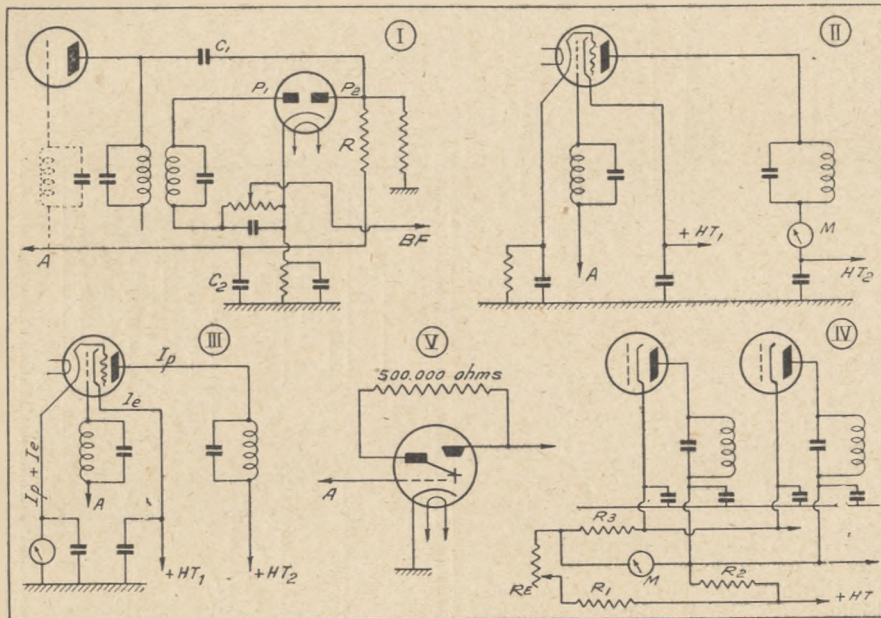
QRK-MÈTRE. Appareil destiné à mesurer la force de réception, autrement dit, au sens même de l'abréviation télégraphique QRK, la valeur de l'impression auditive produite sur l'oreille par un signal reçu au son. De tels appareils existent depuis fort longtemps sous le nom d'*audi-mètre*. Voir ce terme. Mais le QRK-mètre est un appareil à lecture directe qu'on branche sur le dispositif antifading du superhétérodyne (I). Pendant la réception, une tension négative par rapport à la masse apparaît en A. Par connexion convenable

Comme la mesure est basée sur la tension de polarisation de l'antifading, elle concerne seulement la valeur de l'onde porteuse et non celle de la modulation de l'émission écoutée. Or il arrive parfois qu'une station module une onde porteuse d'amplitude variable. On peut enfin utiliser comme QRK-mètre un appareil branché à la place du haut-parleur et comportant transformateur à basse fréquence, détecteur à contact et milliampèremètre shunté par un condensateur électrolytique de 2.600 à 3.000 microfarads, isolé par une

natives de même forme et de même fréquence lorsqu'il existe entre elles une différence de phase d'un quart de période (C. E. I., 1934).

Qualité de deux phénomènes périodiques simples dont la différence de phase est égale à un angle droit, c'est-à-dire correspond à un quart de période. La tension oscillante aux bornes d'un condensateur ou d'une bobine de résistance négligeable est en *quadrature* avec le courant qui traverse cet appareil.

(Angl. *Quadrature*. — *Quadratur*.)



Schémas de divers types de QRK-mètres : I. Montage antifading pour l'emploi du QRK-mètre. — II. QRK-mètre avec milliampèremètre M dans le circuit anodique. — III. QRK-mètre avec milliampèremètre à la place de la résistance de polarisation anodique. — IV. QRK-mètre avec montage en pont. — V. QRK-mètre monté sur indicateur visuel cathodique. (D'après Ch. Guilbert.)

des retours de grille HF et MF, on contrôle automatiquement l'amplification de ces lampes par la tension en A, proportionnelle à l'intensité de réception, ce qui assure le nivellement de la sensibilité. La force de réception sera donnée par la mesure du courant anodique dans l'une des lampes HF ou MF.

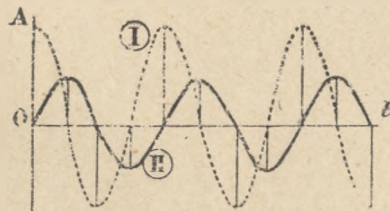
Il existe divers schémas de QRK-mètre, qui ont été indiqués par Ch. Guilbert. En II, le milliampèremètre est placé dans le circuit anodique, en III, il remplace la résistance de polarisation de la cathode et mesure la somme de la composante variable du courant de plaque I_p et le courant d'écran I_e dont la valeur est sensiblement constante. Pour éviter la polarisation du milliampèremètre par la composante continue du courant, on peut adopter un montage en pont de Wheatstone (IV) avec deux lampes à pente variable dont la grille est commandée par l'antifading. RE est une résistance variable pour équilibrer le pont. On peut utiliser aussi comme QRK-mètre un indicateur visuel cathodique (V), bien que ses indications ne soient pas proportionnelles à la tension de grille.

tension de 6 volts. Ce procédé donne, grâce à une constante de temps très élevée, une intégration de la modulation et, par suite, une valeur moyenne de l'énergie sonore restituée. Voir mesure.

(Angl. *QRK-metre*. — All. *QRK-meter*.)

QUADRANTS. Secteurs métalliques, ordinairement en forme de quart de cercle, entrant dans la constitution de certains appareils (C. E. I., 1934). — **Électromètre à quadrants.** Voir *électromètre*.

QUADRATURE. Grandeurs en quadrature. Se dit de deux grandeurs alter-



Représentation graphique de deux fonctions périodiques I et II en quadrature : A, amplitude; t, temps.

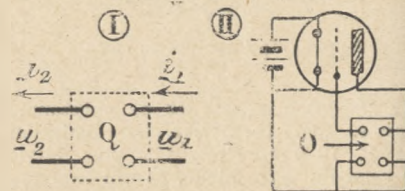
QUADRILATÈRE. Culot de lampe triode pourvu de quatre broches disposées aux sommets d'un quadrilatère irrégulier, la broche correspondant à la plaque étant plus écartée que les autres du centre de la figure. La broche diamétralement opposée à celle de la plaque est affectée à la grille. Les deux autres broches diamétralement opposées correspondent à l'entrée et à la sortie du filament.

La Commission de la Nomenclature du Comité électrotechnique français, réunie à Bellagio en septembre 1927, a ainsi défini les dimensions normales d'un culot de lampe triode de réception en quadrilatère : diamètre des broches, 3 millimètres, passant à frottement doux dans une douille de 3,2 mm.; distance des broches du filament : 16 millimètres; distance des broches de grille et de plaque, 16,25 mm.; la broche de plaque étant à 10,15 mm. de la ligne des broches du filament et la broche de grille à 6,10 mm. de cette ligne. Voir *culot*.

(Angl. *Quadrilateral*. — All. *Viereckig*.)

QUADRIPOLE ou QUADRUPOLE.

Transducteur électromagnétique muni de deux bornes d'entrée et de deux bornes de sortie (C. E. I., 1934). Ligne réelle ou artificielle à double conducteur, susceptible d'être intercalée entre la branche émettrice et la branche réceptrice d'un circuit de transmission. Un quadripôle possède



Représentation schématique d'un quadripôle Q : I. Aspect du quadripôle : i_1, u_1 , courant et tension d'entrée; i_2, u_2 , courant et tension de sortie. — II. Assimilation à un quadripôle Q des circuits d'une lampe triode.

quatre bornes, d'où son nom. Les deux bornes d'entrée sont reliées à celles de l'émetteur, les deux bornes de sortie sont connectées au récepteur. Un quadripôle est neutre ou passif s'il ne comporte ni source d'énergie, ni relais. Le quadripôle est une généralisation du réseau de Kirchhoff, plus compliquée en courant périodique qu'en courant continu, du fait que ses conduc-

teurs, isolés ou non, peuvent réagir entre eux électromagnétiquement.

Un quadripôle symétrique peut être défini par deux constantes : l'impédance ou résistance de propagation $\sqrt{L/C}$ et la constante de propagation. Un quadripôle asymétrique doit être en outre défini par son degré de dissymétrie. Ces trois constantes peuvent être remplacées par trois autres fonctions indépendantes des premières, par exemple les résistances en court-circuit et à circuit ouvert, les impédances des images, les constantes de transfert. On nomme *admittance de transfert* le rapport du courant dans une branche de quadripôle à la force électromotrice intercalée dans une branche et qui produit ce courant.

La notion de quadripôle, particulièrement commode en ce qu'elle est une application de la théorie des déterminants, est très utilisée dans les calculs de lignes téléphoniques et de circuits de lampes triodes. Si l'on appelle u_1 et i_1 la tension et le courant du circuit de sortie, on désigne par *impédances d'entrée* et de sortie les rapports u_1/i_1 et u_2/i_2 , et par *rapport de couplage* le nombre $k = u_2/i_1$.

— **Quadripôle à pôles accouplés.** Quadripôle destiné à relier deux systèmes et tel que deux des bornes servent à la liaison avec l'un des systèmes, les deux autres servant à la liaison avec l'autre. Si le quadripôle est passif, celui des systèmes comportant la source est dit système d'*amont* et ses bornes, *bornes d'entrée*. L'autre est dit système d'*aval* et ses bornes, *bornes de sortie*. Sont des quadripôles : un transformateur, une ligne téléphonique, un filtre électrique, un montage en pont.

— **Quadripôles équivalents.** Deux quadripôles sont dits *équivalents* pour une fréquence donnée lorsque, pour cette fréquence, leur substitution borne à borne ne donne lieu à aucun changement des tensions et des courants.

— **Quadripôles symétriques.** Se dit de deux quadripôles dont les bornes correspondantes servent pour l'un de bornes d'entrée et pour l'autre de bornes de sortie. S'ils sont *équivalents*, c'est que chacun d'eux est *réversible* ou *symétrique*. (Angl. *Quadripole*. — All. *Quadripol*.)

QUADRUPLEX. Télégraphie quadruplex. Télégraphie diplex sur une ligne duplexée. Ce système permet donc quatre transmissions simultanées sur une même ligne, à raison de deux dans chaque sens (C. E. I. 1934.)

(Angl. *Quadruplex*. — All. *Quadruplex*.)

QUADRUPOLE. Synonyme de *quadripôle*. Voir ce mot.

QUALIMÈTRE. Instrument destiné à évaluer la qualité moyenne d'un faisceau complexe de radiations de longueurs d'onde différentes (C. E. I. 1934). Synonyme *qualitomètre*.

(Angl. *Qualimeter*. — All. *Qualimeter*.)

ENCYCLOPÉDIE RADIO.

QUALITÉ. **Qualité musicale d'une transmission.** La qualité musicale d'une transmission radioélectrique dépend de nombreux facteurs affectant l'émission, la propagation et la réception des ondes. La traduction électrique doit respecter exactement toutes les particularités de la modulation musicale. Il est notamment nécessaire que l'amplification soit, en principe, la même pour toutes les fréquences et leurs harmoniques, et qu'elle respecte les régimes transitoires des « attaques » brusques et rapides des instruments, en particulier des instruments à percussion. A l'émission, la profondeur de modulation ne doit pas être normalement trop élevée, pour éviter la surmodulation dans les passages *forte* et *fortissimo*. Mais pour augmenter le rendement de l'émission, certaines stations utilisent un taux de modulation élevé et évitent la surmodulation en affaiblissant la transmission au moyen d'un potentiomètre (*fader*, *affaiblisseur*, ou *atténuateur*). Il s'ensuit un laminage de la musique, qui peut, dans une certaine mesure, être compensé à la réception par un *expanser* ou *contrasteur* de son, appareil qui accuse les variations d'amplitude de la modulation. Il est néanmoins préférable d'adopter à l'émission une valeur du taux de modulation appropriée à la transmission à effectuer. Or les variations extrêmes de niveau acoustique d'un orchestre sont souvent dans le rapport de 1 à 10.000, c'est-à-dire de 40 décibels, et atteignent parfois même 100 décibels pour un grand orchestre. Il serait donc nécessaire d'en tenir compte pour chaque morceau et pour chaque exécution, par le choix préalable du taux de modulation.

(Angl. *Musical Quality*. — All. *Musikalische Qualität*.)

QUALITOMÈTRE. Voir *qualimètre*.

QUANTIMÈTRE. Instrument destiné à mesurer les doses de rayons X. Synonyme *quantitomètre*.

(Angl. *Quantimeter*. — All. *Quantimeter*.)

QUANTITÉ. **Quantité d'électricité.** Cause élémentaire du champ électrostatique. Synonyme : *masse* ou *charge électrique*. L'unité de quantité d'électricité dans le système électrostatique absolu C. G. S., est la quantité d'électricité, positive ou négative, qui, concentrée dans le vide à une distance d'un centimètre d'une quantité identique, la repousse avec une force égale à une dyne (C. E. I. 1934). En électrodynamique, on définit la quantité d'électricité qui traverse un conducteur pendant un certain temps, comme l'intégrale du courant dans le temps, autrement dit comme le produit par le temps, pendant lequel il s'écoule, du courant supposé, continu et constant, l'unité pratique de quantité d'électricité est le *coulomb*, quantité d'électricité entraînée en une seconde par un courant de 1 ampère. Pour la charge et la décharge des accumulateurs ou des piles, on exprime en *ampères-heures* la quantité d'électricité.

Un ampère-heure équivaut à 3.600 coulombs. — La quantité d'électricité emmagasinée dans un condensateur électrique est égale au produit de la capacité du condensateur par la tension électrique entre ses armatures.

— **Quantité de magnétisme.** Fiction magnétique d'une grandeur scalaire capable d'émettre un flux magnétique. (Comité électrotechnique français, 1926.) Synonyme : *masse magnétique*. L'unité de masse magnétique est celle qui, placée dans le vide, émet un flux égal à 4π unités électromagnétiques absolues (C. G. S.) ou qui, placée dans le vide à un centimètre de distance d'une quantité égale, la repousse avec une force égale à une dyne (C. E. I. 1934).

— **Montage en quantité.** Synonyme de montage en *parallèle* ou en *dérivation*. (Angl. *Quantity*. — All. *Masse*.)

QUANTIQUE. Limite quantique. Voir *limite*.

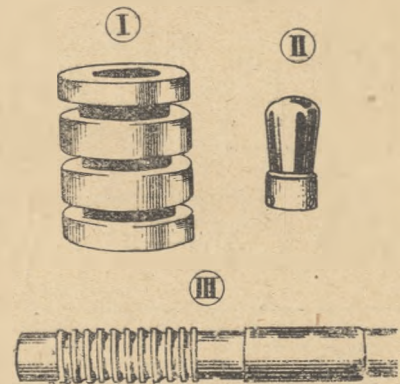
QUANTITOMÈTRE. Voir *quantimètre*.

QUANTUM. Élément d'énergie d'un rayonnement mesuré par le produit de sa fréquence par la constante d'action de Planck (C. E. I. 1934).

(Angl., All. *Quantum*.)

QUARTE. Ligne ou câble téléphonique comportant quatre conducteurs.

QUARTZ. Silice cristallisée naturellement sous la forme de prismes hexagonaux terminés par des pyramides. Ces cristaux présentent des propriétés



Objets isolants en quartz fondu. — I. Carcasse de bobine. — II. Ampoule de lampe triode. — III. Isolateur à haute tension.

remarquables aux points de vue élastique, optique, diélectrique, piézoélectrique. La résistivité du quartz fondu, obtenu par fusion du sable siliceux pur, est de 5.10^{12} mégohms-centimètres dans l'air sec et encore de 5.10^7 dans une atmosphère dont le degré hygrométrique est 50.

Isolation au quartz. Le quartz fondu, ou silice pure, est utilisé, en raison de sa résistivité élevée, pour la fabrication des isolateurs, en particulier des carcasses pour bobines de self-inductance et transformateurs à haute fréquence, notamment pour la réception des ondes très courtes. On obtient également de bons résultats avec les condensateurs variables isolés au quartz et les condensateurs fixes au mica renfermés dans des tubes de quartz. En outre, le quartz fondu n'est le siège que de pertes par hystérésis diélectrique relativement faibles, comme le montre le tableau comparatif ci-dessous :

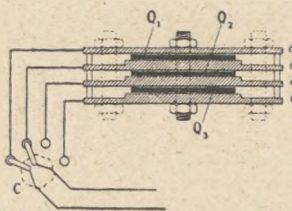
Silice transparente.....	1
Silice opaque	2,5
Verre	11 à 25
Ébonite	18 à 25
Bakélite.....	100
Porcelaine.....	25

Les pièces isolantes en quartz s'obtiennent par fusion, moulage, puis usinage si l'on désire obtenir une surface polie. Pour la haute fréquence, les pièces de silice sont étirées à travers des filières qui leur donnent une surface lisse et satinée.

Quartz piézoélectrique. Les propriétés piézoélectriques du quartz furent mises en évidence en 1880 par Pierre et Jacques Curie, puis Lippmann montra la réversibilité du phénomène. Depuis lors, ce cristal a été utilisé par Langevin pour le sondage sous-marin par ondes ultra-sonores, puis récemment appliqué à l'éta-

lage le quotient de la charge électrique par la force appliquée. Pour le quartz et suivant les divers échantillons, cette constante varie entre 6,3 et 6,4 u. e. m. c. g. s. environ.

Cette plaquette de quartz peut être utilisée comme « diapason radioélectrique », si l'on a déterminé sa fréquence propre, laquelle est remarquablement constante pour un montage déterminé et reste peu sensible aux variations de température. Cet étalonnage préalable est effectué par la méthode des battements ou par une mesure à l'hétérodyne. Les étalons sont généralement constitués par des barres d'acier portant de petites lames de quartz de 2 à 3 centimètres de longueur et de 1 millimètre d'épaisseur. Des feuilles de papier d'étain, collées sur les faces



Condensateur à quartz : Q₁, Q₂, Q₃, quartz piézoélectriques ; l₁, l₂, l₃, électrodes ; C, commutateur bipolaire.

externes du quartz, servent d'armatures. Avec des barres d'acier de 9 à 10 centimètres de longueur, Cady a réalisé des résonateurs sur 28.940 et 14.430 hertz. On peut observer des harmoniques mul-

tiples, pairs ou impairs, en disposant convenablement les lames de quartz et leurs armatures.

En intercalant un résonateur au quartz dans le circuit d'une lampe triode, on peut obtenir un oscillateur fonctionnant à une fréquence rigoureusement constante, mais qui dépend des caractéristiques de la lampe. Le cristal est placé soit dans le circuit de grille, soit entre la grille et la plaque, soit encore à la fois dans l'un et l'autre circuit s'il possède quatre armatures (vibration sur l'harmonique 2). Il n'est pas possible d'appliquer aux électrodes des tensions trop élevées, sinon le cristal se brise sous l'effort de la vibration mécanique. Il importe de réduire au minimum l'intervalle entre les armatures et le cristal ; par contre, le cristal s'use vite s'il repose sur une électrode autrement qu'à l'endroit d'un *nœud*.

Au sujet de l'utilisation du quartz comme oscillateur et résonateur, on consultera utilement les travaux de R. Jouaust, R. Mesny, Langevin. En ce qui concerne les applications aux ondes *ultra-sonores*, voir ce mot.

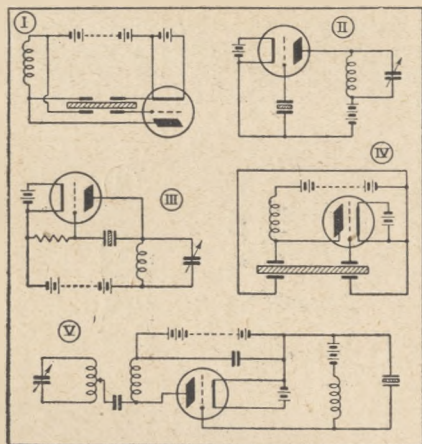
L'expression de la fréquence F_1 d'oscillation du cristal rapportée à l'épaisseur e de la lame est

$$F_1 = \frac{2.715 \pm 50}{e} \text{ kilohertz par millimètre}$$

pour une lame de section circulaire et

$$F_2 = \frac{2.785 \pm 300}{e} \text{ kilohertz par millimètre}$$

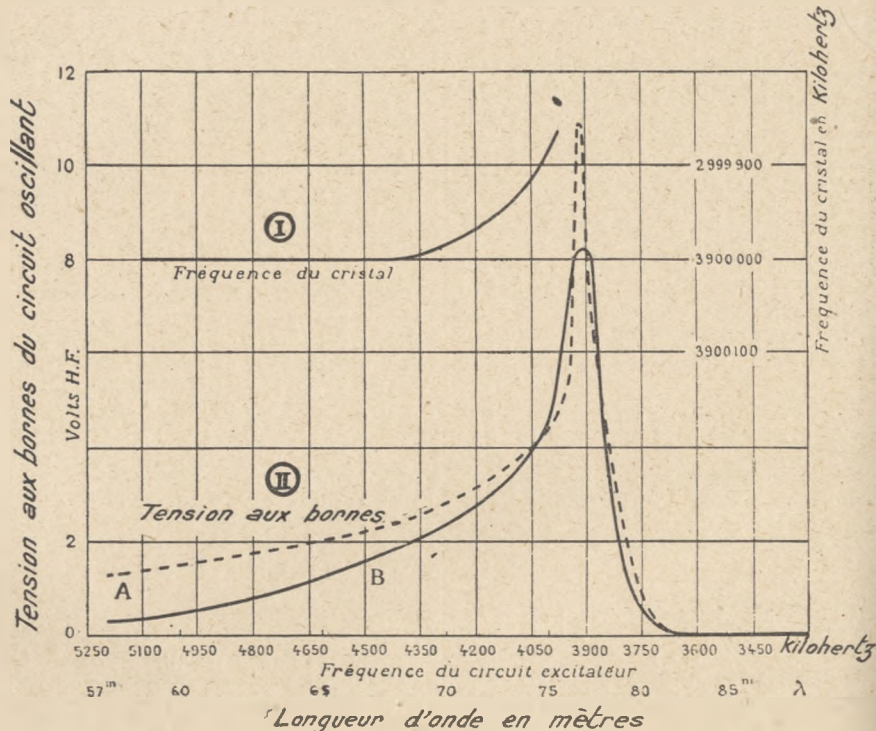
pour une lame de section rectangulaire, d'après les formules empiriques de Hund



Quartz piézoélectriques montés en oscillateurs : I. Montage de Mollet et Terry. — II. Montage de Hund du Bureau of Standards. — III. Montage de Pierce. — IV. Montage de Cady. — V. Montage de Crossley.

lonnage des fréquences radioélectriques. Dans un cristal de quartz, on découpe une plaquette parallépipédique dont le grand axe est perpendiculaire à l'un des plans de symétrie passant par les arêtes du cristal (axe optique). Pour le rappel des propriétés du cristal, voir piézoélectrique et étalon.

On appelle *constante de Curie* de cette



Courbes de fréquence d'un condensateur à quartz : I. Variation de la fréquence du cristal en fonction de celle du circuit excitateur. — II. Tension aux bornes du circuit oscillant en fonction de la fréquence du circuit excitateur.

différant légèrement de la formule théorique. La fréquence varie en effet avec l'état de pureté du cristal et avec la variation des dimensions et de l'orientation de la lame. A. de Gramont a montré que l'anisotropie du quartz a pour conséquence de faire varier le module d'élasticité en fonction de la direction des oscillations, ainsi que le coefficient de couplage mécanique entre les oscillations transversales et longitudinales. Il s'ensuit qu'on observe parfois dans un quartz circulaire trois fréquences voisines (320, 321 et 324 kilohertz). On évite ces inconvénients en taillant le quartz en forme de couronne ou de tube; l'onde fondamentale tend alors vers la valeur théorique de 110 mètres. Pour annuler l'effet des vibrations transversales, on peut donner à la lame un contour *isoélastique*. De telles lames ne sont détériorées que pour des tensions de 400 à 600 volts, dix fois supérieures à celles provoquant la détérioration des lames circulaires. En conséquence, on peut construire des postes émetteurs légers, l'amplification se trouvant réduite de trois étages à un seul. On a pu descendre jusqu'à 6 mètres de longueur d'onde avec des quartz de 0,06 mm d'épaisseur. Pratiquement, on peut obtenir un quartz dont l'épaisseur est uniforme et définie à $1/300^{\circ}$ micron près. Ainsi un cristal de 3 millimètres d'épaisseur possède une longueur d'onde de 300 mètres (1.000 kilohertz). La précision absolue est de 1 période, soit une approximation de 1 millionième. Pour les lames isoélastiques minces, de l'ordre de 0,1 mm, l'approximation de 0,01 micron est définie à $1/10.000^{\circ}$ près.

Pratiquement, les lames de quartz servent de diélectrique à des condensateurs. Une lame d'air ou de vide de 0,01 mm entre le cristal et l'électrode correspond à une variation de fréquence de 1.000 p : s pour une lame de quartz de 0,1 mm d'épaisseur et à 50 p : s pour une lame de 1 millimètre d'épaisseur. Le cristal devant être libre entre les armatures, les faces des électrodes inoxydables doivent être dressées par la méthode interférentielle. On peut réaliser un condensateur à électrodes multiples comprenant plusieurs quartz de fréquences différentes. Pour éviter l'action du milieu, de la pression de l'air, de l'état hygrométrique, on enferme le condensateur à quartz dans une ampoule vidée. La diminution des pertes qui en résulte augmente l'amplitude des oscillations et le rendement du système. Le cristal ne doit être utilisé que dans la région AB où sa fréquence reste constante, assez loin de la pointe de résonance.

Afin de pallier aux perturbations provenant des variations de température, on adjoint parfois au cristal, dans l'ampoule même, un contrôle thermique par couple thermoélectrique. Une pression d'hydrogène de quelques centimètres de mercure peut ralentir l'élévation de température du quartz.

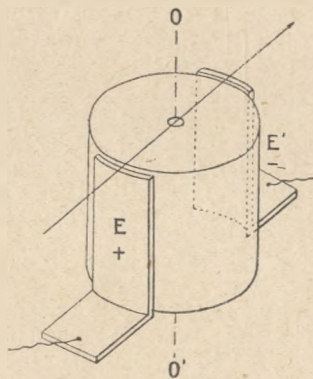
La mesure de la fréquence d'un quartz est effectuée par comparaison avec une horloge commandée par quartz ou par

diapason et entraînée par un moteur synchrone. A. de Gramont utilise le battement entre les fréquences de deux quartz, ce qui élimine les causes de perturbation, telles que variation de température et de pression. La fréquence d'un battement de 500 kilohertz est ainsi définie à 2 millièmes près (1 période) dans un intervalle de température de 50° C.

La fréquence d'une station émettrice peut être contrôlée au moyen d'un stroboscopométrique, qui met en évidence la variation de la fréquence de battements entre la fréquence de la station et celle d'un oscillateur à quartz.

— **Convertisseur à quartz.** Lorsqu'un quartz, en raison de sa forme, comporte plusieurs régimes vibratoires, on remarque des effluves qui prennent naissance en certains points et aboutissent aux électrodes. Pour des tensions de 30 volts environ sur les électrodes du circuit oscillant, les effluves de 3 à 4 millimètres de longueur indiquent une tension de 12.000 volts environ. On a pu recueillir ces tensions au moyen d'électrodes secondaires appliquées contre le cristal.

— **Moteur à haute fréquence à quartz.** E. P. Tawil a observé la rotation d'un cylindre de quartz, dont l'axe est parallèle à l'axe optique, sous des tensions appliquées entre deux électrodes. On peut réaliser un moteur à quartz en taillant un cylindre de cristal de 10 à 35 millimètres de diamètre et en le montant entre deux



Moteur électrostatique à quartz : O, O', axe de rotation; E, E', électrodes formant contact glissant.

électrodes disposées le long de deux génératrices opposées. Avec une tension de 30 volts environ entre ces électrodes, fournie par un circuit oscillant, le cristal peut entrer en résonance et tourner dans le champ monophasé. La vitesse atteint 2.000 à 3.000 tours par minute. On peut également faire tourner le cylindre dans un champ tournant diphasé ou triphasé, avec électrodes à 90° ou à 120° . Le fonctionnement de ce moteur est électrostatique (A. de Gramont). Mais la section du cylindre n'étant pas isoélastique, il se brise dès que la tension de haute fréquence dépasse une cinquantaine de volts.

Le quartz peut également recevoir

de nombreuses applications électromécaniques, telles que le peson piézoélectrique, mesurant des poids de 10 grammes à 100 kilogrammes, le manomètre piézoélectrique mesurant les variations de pression et d'épaisseur de l'ordre d'un dix-millième de micron, le voltmètre à haute tension, le bilame flexible encastré donnant une déflexion de 0,75 kilovolt par mètre carré de surface, cet appareil pouvant à la fois servir d'oscillographe et de voltmètre à haute tension, donnant une précision de 5 volts pour une tension de 1.500 volts.

(Angl., All. *Quartz*.)

QUEUSOT. Tube de verre effilé que l'on soude, en cours de fabrication, à l'ampoule d'une lampe électrique pour opérer le vidage de l'air au moyen d'une pompe à vide. Lorsque le vidage est terminé, le queusot est fermé à la lampe et subsiste sous forme d'une petite pointe qui termine l'ampoule. Dans les lampes modernes, dites « sans pointe », le queusot est soudé non plus à l'ampoule, mais au pied de la lampe. La pointe, qui disparaît dans le culot, est alors rendue invisible.

QUIESCENT. Se dit d'un système radiophonique tel que l'onde porteuse est supprimée dans les périodes où le microphone n'est impressionné ni par la parole, ni par la musique. Voir *onde*, *porteur*, *modulation radiotéléphonie*.

(Angl. *Quiescent System*.)

QUOTIENTMÈTRE. Appareil destiné à mesurer le rapport de deux grandeurs électriques. Synonyme *logomètre*. Voir ce mot.

(Angl. *Quotientmeter*. — All. *Quotientmeter*.)

R

RADIAN. Mesure d'un arc de cercle dont le rayon et dont la longueur sont égaux à l'unité. Mesure de l'angle au centre correspondant. Le radian est égal à $57^{\circ}5$ approximativement.

(Angl., All. *Radian*.)

RADIANCE. Résistance de rayonnement d'une antenne, la seule résistance du circuit antenne-terre qui ne donne pas lieu à des pertes. Voir *résistance*, *rayonnement*, *radiation*, *antenne*.

(Angl. *Radiance*. — All. *Strahlungswiderstand*.)

RADIANT. Qualité de ce qui rayonne : circuit radiant, énergie radiante. En radioélectricité, les circuits radiants sont ceux qui rayonnent l'énergie électromagnétique.

tique sous forme d'ondes, c'est-à-dire les circuits antenne-terre, les dipôles ou les cadres.

— **Vecteur radiant.** Vecteur ayant pour module le quotient par les différentielles du temps et de l'espace de l'énergie qui traverse cette surface élémentaire dans cet élément de temps, l'élément de surface étant perpendiculaire au vecteur. Étant donné une onde plane se propageant dans un milieu uniforme et indéfini, le module de ce vecteur est de la forme

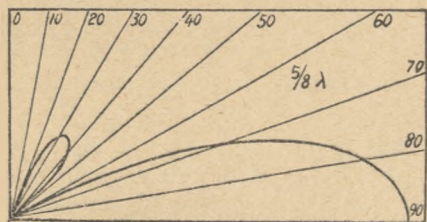
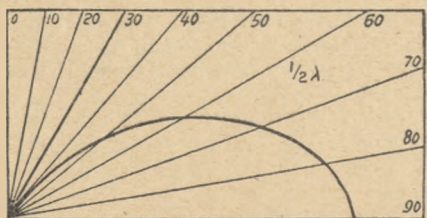
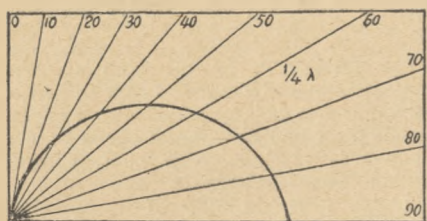
$$r = \frac{1}{4\pi c} E^2 \sin^2 \omega t = \frac{c}{4\pi} H^2 \sin^2 \omega t,$$

E et H étant les amplitudes des champs électrique et magnétique, ω la pulsation et c la vitesse de propagation des ondes (R. Mesny).

(Angl. *Radiating*. — All. *Strahlend*.)

RADIATION. Émission de particules de matière ou d'énergie en général sous forme d'onde (C. E. I. 1934).

Propagation de l'énergie par ondes



Radiation d'une antenne : Graphiques polaire de l'énergie rayonnée dans les différentes directions par une antenne quart d'onde, par une antenne demi-onde et par une antenne 5/8 d'onde.

généralement concentriques autour d'un centre d'ébranlement. Synonyme : *rayonnement*. Suivant la fréquence de la vibration, la radiation est radioélectrique, calorifique, lumineuse, pénétrante. Voir *ondes*, *rayonnement*, *fréquence*, *propagation*, *longueur d'onde*.

— **Radiation anormale.** Toute radiation se produisant sur des fréquences qui sont en dehors de la bande assignée

à une station de radiocommunication (C. E. I. 1934).

— **Hauteur de radiation.** Voir *antenne*, *hauteur*, *rayonnement*.

— **Rendement de radiation** (d'une antenne). Rapport entre la puissance rayonnée et la puissance totale fournie à l'antenne à une fréquence déterminée. Voir *antenne*, *rayonnement*, *rendement*.

— **Résistance de radiation.** Voir *radiance*, *rayonnement*, *antenne*. (Angl. *Radiation*. — All. *Austrahlung*.)

RADIO. Préfixe d'origine latine caractérisant le *rayonnement* ou la *radiation*. À l'exception de quelques termes relatifs aux ondes calorifiques (radiateur), aux rayons X (radiologie, radiographie, radioscopie) et aux émissions radioactives (radium), la plupart des termes formés avec ce préfixe sont relatifs aux ondes électromagnétiques utilisées en radioélectricité. L'emploi du préfixe *radio* dans cette acceptation est d'ailleurs préférable, parce que universel et positif, à celui d'expressions insuffisantes, incomplètes ou négatives, comme *sans-fil* et à l'étranger *wireless*, *drahtlos*, *sin hilos*, et des abréviations correspondantes, comme T. S. F., W. T., D. T., T. S. H., comprises seulement par les usagers de chaque langue. Le préfixe *radio* permet en outre de préciser certains termes vagues, tels que *haute fréquence* (radiofréquence) et de créer un certain nombre de mots nouveaux indispensables au vocabulaire radioélectrique, tels que *radiodiffusion* et autres. (Angl., All. *Radio*.)

RADIOACTIF. Se dit d'une substance qui émet des radiations analogues aux rayons canaux, aux rayons cathodiques et aux rayons X ou Roentgen (Comité électrotechnique français, 1926). Voir *canaux*, *cathodiques*, *électron*.

(Angl. *Radioactive*. — All. *Radioaktiv*.)

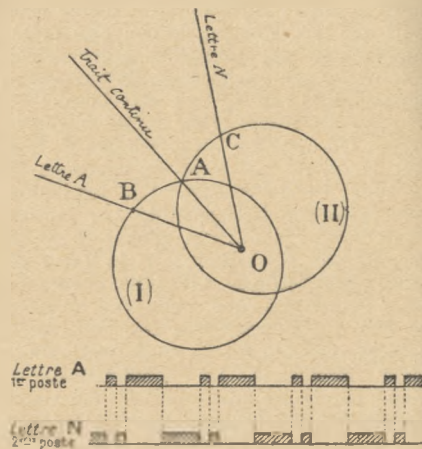
RADIOACTIVITÉ. Propriété de certains éléments d'émettre spontanément des radiations (α , β , γ) (C. E. I. 1934). Voir *rayons* α , β , γ .

— **Radioactivité induite.** Propriété radioactive qu'un corps quelconque acquiert en présence d'émanations radioactives (C. E. I. 1934).

(Angl. *Radioactivity*. — All. *Radioaktivität*.)

RADIOALIGNEMENT. Émission radioélectrique permettant à un navire ou un aéronef de suivre une route déterminée. On distingue les *radioalignements* à enchevêtrement constitués par deux émetteurs placés au même point et émettant des signaux complémentaires, tels que les émissions de l'un remplissent exactement les intervalles de l'autre, par exemple les couples de lettres A et N, F et L, V et B, U et D. Dans ces conditions,

on entendra sur l'axe OA un son continu; sur l'axe OB, c'est l'émission I, donnant la lettre A, par exemple, qui dominera, tandis que sur l'axe OC ce sera l'émission II donnant la lettre N. Le navire ou l'aéronef peut ainsi reconnaître qu'il se trouve



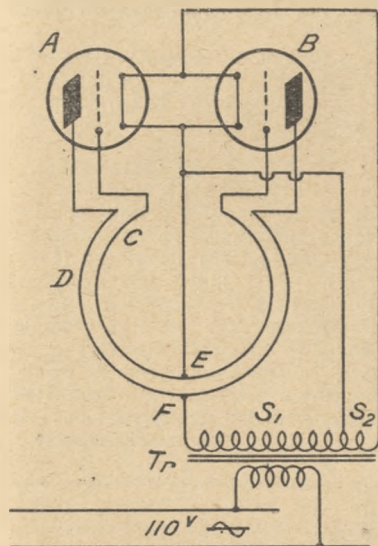
Radioalignement à enchevêtrement. Les deux émetteurs sont installés en O. Sur OA, on reçoit un trait continu; sur OB, la lettre A; sur OC, la lettre N. Au-dessous, principe de l'enchevêtrement des signaux A et N des deux stations.

sur l'alignement, ou à gauche, ou encore à droite. Les émissions sont généralement assurées au moyen d'un cadre et d'une antenne, pour obtenir un effet directif plus précis. Un tel radioalignement fonctionne à l'embouchure de la Gironde, à La Palmyre, portée 20 milles marins et précision de quelques minutes sexagésimales; un autre à La Pallice sur 100 à 200 mètres de longueur d'onde. Voir *balisage*, *guidage*, *radiophare*.

RADIOBIOLOGIE. Science traitant des effets des radiations sur le développement des êtres vivants. La radiobiologie est d'origine récente. À la suite des travaux du professeur d'Arsonval, montrant l'action des courants de haute fréquence sur les êtres vivants, Georges Lakhovsky développa une théorie de l'oscillation cellulaire, suivant laquelle la vie naît de l'oscillation, est entretenue par l'oscillation et détruite par tout déséquilibre oscillatoire. Le noyau de la cellule vivante comporte des filaments conducteurs, chromosomes et chondriomes, qui sont des oscillateurs et résonateurs microscopiques. L'état de santé traduit l'équilibre oscillatoire de l'organisme, l'état de maladie révèle son déséquilibre. Les premiers travaux de Lakhovsky remontent à 1923. Dans sa communication à la Société de Biologie du 26 juillet 1934, il signale la guérison, au moyen de son radiocellulo-oscillateur à ondes courtes, de pelargoniums atteints du *Bacterium tumefaciens* (cancer des plantes). L'année suivante, il montre comment le même processus de guérison peut être obtenu au moyen de circuits oscillant sous l'action des ondes naturelles sans être excités par un

oscillateur spécial. Les théories de Lakhovsky ont été confirmées par les nombreux résultats thérapeutiques obtenus selon ses méthodes dans divers hôpitaux parisiens, notamment par la guérison ou l'amélioration, au moyen d'un oscillateur à ondes multiples, de cas jugés incurables (cancer notamment).

L'histoire de la radiobiologie a été complètement exposée dans les *Actes du premier Congrès international de radio-*



Radiocellulo-oscillateur Lakhovsky : A, B, triodes oscillatrices ; C, D, spires couplées ; E, F, prises médianes ; S₁, S₂, secondaires du transformateur Tr.

biologie (Venise, 1934) par le professeur Castaldi de Cagliari. La bibliographie des ouvrages consacrés aux recherches des continuaturs du professeur d'Arsonval et de G. Lakhovsky dépasse déjà quatre cents volumes. Le professeur Castaldi a montré que si l'on choisit convenablement la longueur d'onde, la durée d'application des ondes, l'intensité du champ, on arrive à produire sur tous les êtres vivants une excitation des phénomènes morphologiques et fonctionnels, dont les conséquences sont incalculables.

Les effets physiologiques des ondes courtes sont des plus variés : action sur la multiplication cellulaire, sur la composition du sang, sur les tissus néoplasiques, sur le système nerveux et le système circulatoire ; échauffement interne différent de celui de la diathermie, fièvre artificielle, actions sur les microorganismes pathogènes, les toxines, les ferments, nombreuses applications thérapeutiques.

L'explication de ces actions suscite des controverses. Les partisans de la vieille école ne veulent considérer que l'action calorifique, purement mécanique, des ondes. Mais, puisque la chaleur n'apparaît généralement que comme une dégradation de l'énergie, il semble beaucoup plus rationnel d'admettre la théorie de l'oscillation cellulaire, qui implique une action spécifique des ondes et a déjà été vérifiée maintes fois.

Le docteur radiologue Gentile écrit : « Autour du corps humain existe une enveloppe de radiations constituée par une ou plusieurs couches. C'est ce qu'on peut démontrer physiquement au moyen d'un tube au néon, en projetant sur le sujet des ondes électriques au moyen d'un oscillateur Lakhovsky. » Et c'est ainsi qu'il relève une sorte de spectre des radiations humaines à l'entour du sujet, spectre dont les irrégularités lui permettent de tirer des diagnostics pathologiques.

Le docteur Hilzer, de Vienne, décrit un effet de résistance négative du corps dans le traitement par ondes courtes. En dehors des effets diathermiques, P. Liebesny, de Vienne aussi, montre que les ondes ont, suivant les cas, un effet retardataire (bionégatif) ou accélérateur (biopositif) sur l'organisme. On peut faire en sorte de ne pas élever de plus de 1 à 2 degrés centigrades la température du sujet. Les ondes courtes accélèrent la fermentation. Les levures irradiées sont d'autant plus actives que la dose d'irradiation est plus faible, mais le maximum d'activité ne se produit qu'à la sixième génération.

Le docteur A. E. Roïfo, de l'Institut de médecine expérimentale de Buenos-Aires, explique les relations entre les ondes électriques et la multiplication cellulaire dans les cultures de tissus *in vitro*. D'après ses essais très poussés, les ondes de 0,58 m. à 6,75 m. exercent une action sur la vie, le développement et la reproduction de la cellule. La même action, favorable au développement des cellules saines, est défavorable à celui des cellules néoplastiques, ce qui lui a permis d'obtenir les meilleurs résultats en cancérologie.

A Vienne, le docteur V. Tomberg, attaché à l'Institut de physique de l'université, décrit les actions biologiques des ondes courtes. Il signale l'interaction des fréquences imposées et de certaines fréquences moléculaires. Il montre le rôle spécifique de la longueur d'onde.

M. E. Weissenberg étudie les effets biologiques à distance des ondes courtes sur l'homme, avec un champ utile de 0,1 watt au maximum. Sur deux mille sujets, il a pu constater les réactions du système nerveux, notamment la réaction sympathico-vagotonique. Pendant l'irradiation, la résistance du corps en haute fréquence s'élève de 6 à 10 pour 100. Une faible irradiation a sur le cerveau une action pathologique.

A l'heure actuelle, un très grand nombre de pays ont apporté une contribution positive à la radiobiologie. Citons pour l'Allemagne les travaux du docteur Esau et du docteur Schliephake, pour les États-Unis ceux du docteur Schereschewsky sur les petits animaux. Pour l'Italie, ceux du professeur Attilj, de Rome ; du docteur Gentile, du professeur de Cigna, qui ont obtenu des guérisons nombreuses, du professeur Mezzadrol et du docteur Vareton, sur l'irradiation des graines, germes et œufs végétaux et animaux. En France du docteur Saidemann, de Roger Cahen, Forestier et Meyer, du

docteur Rigaux, du professeur Labergerie, de M. Larvaron. En Hollande, du docteur Postma ; en Grèce, du docteur Karsis ; en Argentine, du docteur Hugo Walter Reilly ; en Uruguay, du docteur R. Araujo ; aux États-Unis, du docteur Brunori. A la radiologie, il convient également de rattacher la fièvre artificielle ou électropyrexie, traitement pratiqué au moyen des ondes courtes.

Pour plus de détails sur les effets de la radiobiologie, voir *darsonvalisation*, *diathermie*, *échauffement*, *radiocellulo-oscillateur*, etc...

(Angl. *Radiobiology*. — All. *Radiobiologie*.)

RADIOCANAL. Voie de communication radioélectrique à laquelle sont assignées une fréquence ou plusieurs fréquences déterminées (C. E. I. 1934). Voir *modulation*.

(Angl. *Radiochannel*. — All. *Radiogang*.)

RADIOCELLULO-OSCILLATEUR. Oscillateur radioélectrique du type Mesny construit en 1924 par Georges Lakhovsky pour le traitement, à la clinique de l'Hôpital de la Salpêtrière, des géraniens inoculés du cancer expérimental des plantes. Il comporte deux triodes montés en parallèles. Deux spires couplées entre elles sont introduites respectivement dans les circuits de grille et de plaque. L'alimentation est prise directement sur le réseau d'électricité au moyen d'un transformateur. Un condensateur d'accord permet de produire des ondes entre 2 et 10 mètres de longueur d'onde. Le radiocellulo-oscillateur a pour fonction de rétablir dans l'organisme vivant l'équilibre oscillatoire cellulaire. Voir *radiobiologie*.

RADIOCENTRALE. Station centrale de distribution de la modulation radiophonique pour l'exploitation des réseaux dits de *radiodistribution* ou de *télédiffusion*. Voir ces termes.

RADIOCHROMOMÈTRE. Qualimètre basé sur les variations comparées de la transparence (aux radiations) d'un élément léger et d'un élément lourd, lorsque la longueur d'onde effective d'un faisceau hétérogène varie (C. E. I. 1934).

(Angl. *Radiochromometre*. — All. *Radiochromometer*.)

RADIOCINÉMA. Voir *télécinéma*.

RADIOCOMMUNICATION. Communication effectuée au moyen d'ondes électromagnétiques (C. E. I. 1934). Transmission à un ou plusieurs postes ou stations déterminés, par un procédé radioélectrique quelconque, d'écrits, de signes, de signaux, d'images ou de sons de toute nature (Congrès juridique international, Rome, 1928). — Toute *télécommunication* effectuée à l'aide des ondes hertziennes (Convention radiotélégraphique internationale, Madrid, 1932). Voir *télécommuni-*

cation. Au nombre des radiocommunications figurent la radiotélégraphie, la radiotéléphonie, radiophonie ou radiodiffusion, la phototélégraphie ou béliographie, la radiotélégraphie, la télévision. Voir en particulier chacun de ces termes.

— **Organisation internationale des radiocommunications.** Cette organisation est constituée par des conventions, règlements et organismes internationaux. Ce sont les conventions radiotélégraphiques internationales de Londres (1912) et Washington (1927), le Comité consultatif international technique des communications radioélectriques (La Haye, 1929, Copenhague, 1931), les conventions des télécommunications de Madrid (1932) et du Caire (1938), les conférences radioélectriques européennes de Prague (1929) et Lucerne (1933), la Convention pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (1914), la Conférence internationale de l'heure (1912-1913), les Congrès juridiques internationaux de radioélectricité de Paris (1925), Genève (1927), Rome (1928), Liège (1930), Varsovie et Tanger.

Les organismes internationaux concernant les télécommunications sont le Bureau international de l'Union télégraphique (Berne), l'Union internationale de Radiodiffusion (Genève), l'Union radioscientifique internationale et le Comité juridique international de Radioélectricité. Voir conférence, convention, heure, etc...

(Angl. Radiocommunication. — All. Radioverbindung.)

RADIOCOMPAS. Synonyme de radiogoniomètre, utilisé de préférence en navigation, par assimilation avec le compas magnétique. Voir goniomètre, radiogoniomètre, Bellini-Tosi, relèvement, point.

(Angl. Radio Compass. — All. Richtungsfinder.)

RADIOCONDUCTEUR. Nom donné par Edouard Branly au tube à limaille, dont il mit en évidence les propriétés conductrices au passage des ondes. Cet appareil est plus connu sous le nom de cohéreur, qui lui fut ensuite donné par Oliver Lodge. Voir cohéreur, détecteur.

(Angl. Coherer. — All. Radiokonduktor.)

RADIOCONTROLEUR. Boîte de contrôle spéciale destinée aux mesures sur

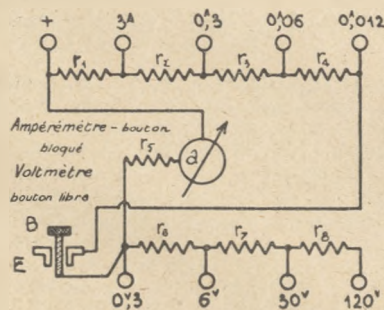


Schéma d'un radiocôneleur permettant la mesure des courants et des tensions avec quatre sensibilités.

les circuits radioélectriques. Voir mesure. (Angl. Radiocontroller. — All. Radiomesser.)

RADIODERMITE. Lésion de la peau produite par l'absorption d'une forte dose de rayons X ou des rayons émis par une substance radioactive (C. E. I. 1934).

RADIODIAGNOSTIC. Diagnostic médical tiré de l'étude radiologique d'un sujet (C. E. I. 1934).

RADIODIFFUSER. Transmettre par radiodiffusion. Voir ce mot.

(Angl. To Broadcast. — All. Rundsprechen, senden.)

RADIODIFFUSION. Transmission simultanée de signaux radioélectriques à un nombre illimité d'appareils récepteurs (C. E. I. 1934). Il conviendrait en outre de préciser qu'en général cette diffusion est faite dans tous les azimuts et qu'elle se rapporte exclusivement à des ondes entretenues pures modulées par des ondes sonores.

Transmission à l'usage du public par la voie radioélectrique, de sons ou d'images.

(Congrès juridique international, Rome, 1928.)

— **Radiodiffusion téléphonique:** Diffusion d'émissions radiophoniques essentiellement destinées à être reçues par le public en général.

— **Radiodiffusion visuelle:** Diffusion d'images visuelles, fixes ou animées, essentiellement destinées à être reçues par le public en général. (Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

Pour tout ce qui concerne les questions techniques de l'émission, de la réception, de la propagation, voir ondes, radiophonie, propagation.

— **Historique et état actuel.** En France, dès l'année 1921, le développement de la radiotechnique permit de donner quelques auditions radiophoniques au moyen des stations de Levallois et de Sainte-Assise (2 kilowatts). Dès le mois de février 1922, le général Ferrié fit transmettre par la Tour Eiffel en radiophonie les bulletins météorologiques et quelques concerts sur 2.650 mètres. A partir du 6 novembre 1922, les concerts Radiola furent diffusés de Levallois sur 1.565 mètres. Peu après, la Compagnie française de



Pourcentage des auditeurs de radiodiffusion dans les départements français en 1937.

Radiophonie mettait en service, le 29 mars 1924, la station de Radio-Paris à Clichy, sur 1.750 mètres. Sur ce modèle, la British Broadcasting Company installa, en juillet 1924, à Chelmsford, une première station puissante à grandes ondes.

Dans la suite et en l'absence de réglementation précise ou applicable, l'initiative privée et l'État français ont poursuivi parallèlement l'édification de stations de radiodiffusion. Successivement virent le jour les stations privées suivantes : Radiola (1922) qui devint Radio-Paris; Poste Parisien (13 avril 1934); Bordeaux (Radio Sud-Ouest) (juillet 1924), Radio-Lyon (1^{er} septembre 1924); Radio-Agen (15 septembre 1924); Radio-Béziers (novembre 1924), Radio-Toulouse (15 avril 1925); Nice-Juan-les-Pins (1926). Dans le même temps, les stations du réseau d'État français de Paris P. T. T.; Tour Eiffel (1922); Marseille (1925); Toulouse-Pyrénées (1925); Alger (1926); Bordeaux-Lafayette (1926); Limoges (1927); Montpellier-Languedoc (1927); Rennes (1927); Radio-Maroc (1928); Strasbourg (1930). Les ressources des stations de radiodiffusion sont, pour les premières la publicité; pour les secondes, les revenus des taxes radiophoniques.

En 1937, le réseau national de radiodiffusion comporte les stations suivantes : Un émetteur national de 150 kw, *Radio-Paris* à Saint-Rémy-l'Honoré, en reconstruction entre Vierzon et Bourges; un autre de 20 kw à la *Tour Eiffel*; un émetteur colonial double de 100 kw en reconstruction à Saint-Rémy-l'Honoré; et les stations régionales de *Paris P. T. T.* (120 kw) à Villejust; de *Lille* (60 kw) à Camphin-en-Carembault; de *Strasbourg* (120 kw) à Brumath; de *Rennes* (120 kw) à Thourie; de *Limoges* (60 kw); de *Lyon* (90 kw) à Tramoyes; de *Grenoble* (15 kw); de *Bordeaux* (60 kw) en reconstruction; de *Toulouse-Pyrénées* (120 kw) à Muret; de *Montpellier-Languedoc*; de *Marseille Provence* (60 kw) à Réalor; de *Nice-Côte-d'Azur* (60 kw) à La Brague. Des câbles téléphoniques spéciaux relient ces stations à leurs auditoria et au centre de modulation installé à Paris.

Les taxes annuelles sur les récepteurs de radiodiffusion sont, en France, de 15 francs pour un poste à galène, de 50 francs pour un poste à lampes, de 100 francs pour des auditions publiques gratuites et de 200 francs pour des auditions publiques payantes.

Les stations de radiodiffusion privées sont : le *Poste Parisien* (60 kw) à Limours; *Radio-Cité* à Argenteuil; le *Poste de l'Île-de-France* à Romainville; *Radio 1937* à Rueil-Malmaison; *Radio-Lyon* à Dardilly; *Radio-Toulouse* à Saint-Agnan; *Radio-Sud-Ouest* à Bordeaux; *Radio-Agen*; *Radio-Méditerranée* à Juan-les-Pins et *Radio-Normandie* à Louvetot.

Il existe en outre une station algérienne *Radio-Alger*, une station marocaine *Radio-Maroc* et une station tunisienne en construction.

Le statut de la radiodiffusion française est basé sur les articles de la loi de finances

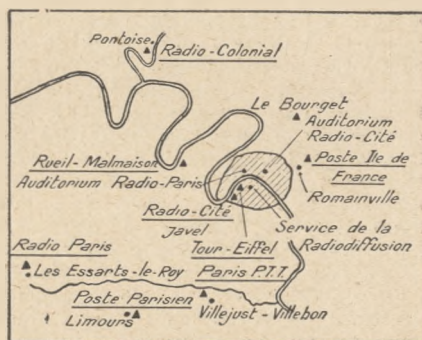
du 31 mai 1933, ainsi que sur le décret ministériel du 10 août 1933 et l'arrêté de la même date, conformes aux principes exposés dans l'article 14 du décret-loi du 28 décembre 1926.

Les problèmes internationaux de la radiodiffusion: l'Union internationale de Radiodiffusion. Le développement très rapide de la radiodiffusion dans le cadre de chaque pays a engendré en moins de deux ans un brouillage intense des émissions. Pour y remédier, il fallait déterminer tous ces pays à prendre dans l'intérêt général et dans le leur propre un certain nombre de mesures techniques : c'est l'œuvre de l'Union internationale de Radiodiffusion, créée à Genève en mars 1925, pour suppléer à l'absence



Les stations françaises de Radiodiffusion.

de tout organisme international en la matière. L'œuvre capitale de l'Union est la répartition entre 200 et 600 mètres des longueurs d'onde affectées en Europe aux besoins de la radiodiffusion. Adoptée à Genève en mars 1926, cette répartition, connue sous le nom de « Plan de Genève », est entrée en application le 15 novembre



Carte indiquant l'emplacement des stations de radiodiffusion parisiennes.

1926 et a donné la plupart des résultats escomptés en ce qui concerne la suppression des interférences entre les émissions. Il a été successivement modifié par les Plans de Bruxelles, Prague et Lucerne. Mais il subsiste des causes permanentes de troubles du fait que certaines stations

continuent à émettre en marge du Plan de Lucerne. Pour lutter contre les brouillages, l'Union a préconisé les mesures suivantes :

1° Attribution des fréquences d'émission de 10 en 10 kilohertz; la largeur de ce radiocanal est parfois réduite à 8 ou 9 kilohertz.

2° Répartition des fréquences suivant la méthode polygonale en tenant compte de la situation géographique des stations;

3° Précision de la fréquence émise, par l'emploi d'un ondemètre de la commission technique;

4° Stabilité de l'onde émise;

5° Suppression des harmoniques de l'onde porteuse.

La succession des fréquences, exprimées en myriahertz, se présente comme la suite des nombres de 50 à 150 pour toutes les ondes comprises entre 600 et 200 mètres. Par suite, les longueurs d'onde correspondantes sont exprimées par des nombres fractionnaires.

Lorsque, par hasard, une interférence insoupçonnée est signalée, il suffit de procéder à un échange de fréquences pour l'éliminer.

En dehors de son œuvre technique, qui a sorti du chaos la radiophonie européenne, l'union internationale a également accompli une tâche de haute valeur aux divers points de vue sociaux, juridiques, moraux, diplomatiques, en précisant en particulier les droits des auteurs, compositeurs, artistes et interprètes des œuvres radiodiffusées, en attirant l'attention des pouvoirs publics sur l'essor possible de l'activité des stations, sur l'intérêt de développer les relations internationales et d'échanger des programmes, en émettant des suggestions sur l'élaboration de ces programmes, sur les signaux d'identification des stations et autres questions d'ordre général.

Le statut de la radiodiffusion d'après la Convention radiotélégraphique internationale de Washington (1927). — La Convention de Washington (1927) est la première convention internationale qui ait eu à connaître de la radiodiffusion, à laquelle elle a attribué les gammes d'ondes suivantes :

FRÉQUENCES (kilohertz)	LONGUEURS d'onde (m.)
160 — 194	1.875 — 1.550
194 — 285	1.550 — 1.050
550 — 1.300	545 — 230
1.300 — 1.500	230 — 200
1.000 — 6.150	50 — 48,8
9.500 — 9.600	31,6 — 31,2
11.700 — 11.900	25,6 — 25,2
15.100 — 15.350	19,85 — 19,55
17.750 — 17.800	16,9 — 16,85
21.450 — 21.550	14 — 13,9

Les fréquences de toutes les stations de radiodiffusion travaillant actuellement sur des fréquences inférieures à

300 kh (longueurs d'onde supérieures à 1.000 m.) devront, en principe, être ramenées, au plus tard, un an après la mise en vigueur du règlement de la Convention, soit dans la bande comprise entre 160 et 224 kh soit dans la bande comprise entre 550 et 1.500 kh.

Aucune nouvelle station de radiodiffusion ne sera autorisée à travailler dans la bande de fréquences comprise entre 160 et 224 kh à moins qu'il n'en résulte pas d'inconvénient pour les radiocommunications existantes ou celles qui seraient ramenées dans cette gamme, par application du paragraphe précédent (paragraphe 4 et 5 de l'article 5 : *distribution des fréquences*).

La puissance des stations de radiodiffusion existant sur les fréquences inférieures à 300 kh ne doit pas être augmentée, à moins qu'il n'en résulte pas d'inconvénient pour les services de radiocommunication existants.

Pour éviter les brouillages, l'usage des ondes amorties sur une fréquence inférieure à 375 kh est interdit à partir du 1^{er} janvier 1930, sauf pour les stations terrestres existantes. Mais aucune installation d'émetteur à ondes amorties sur poste mobile ne peut plus être faite depuis le 1^{er} janvier 1930, sauf si ces émetteurs dépensent au maximum moins de 300 w de puissance appliquée à l'entrée du transformateur d'alimentation à fréquence audible. Enfin, l'usage des ondes amorties est interdit sur toutes fréquences à partir du 1^{er} janvier 1940, sauf pour les émetteurs mobiles de moins de 300 w. En outre, aucune nouvelle installation d'émetteur à ondes amorties ne pourra être faite désormais pour les postes fixes; ces ondes seront interdites dans toutes les stations terrestres depuis le 1^{er} janvier 1935.

Les dispositions de la Convention de Washington ont été reprises et complétées par celles de la Convention internationale des télécommunications (Madrid, 1932) et par celles des conférences radio-électriques européennes. Voir *convention, conférences*.

— **Radiodiffusion mondiale sur ondes courtes.** La convention de Madrid (1932), qui est à ce jour en vigueur, a attribué à la radiodiffusion sur ondes courtes les gammes suivantes :

- 1° 6.000 à 6.150 kh (50 à 48,78 m.)
- 2° 9.500 à 9.600 kh (31,58 à 31,25 m.)
- 3° 11.700 à 11.900 kh (25,64 à 25,21 m.)
- 4° 15.100 à 15.350 kh (19,87 à 19,54 m.)
- 5° 17.750 à 17.800 kh (16,90 à 16,85 m.)
- 6° 21.450 à 21.550 kh (13,99 à 13,92 m.)
- 7° 25.600 à 26.600 kh (11,72 à 11,28 m.)

Cet ensemble de gammes donne au total 1.850 kh, soit la possibilité d'établir simultanément environ 200 émissions sur ondes courtes. La dernière gamme n'étant pratiquement pas utilisée, il ne reste guère que la moitié du domaine prévu.

Le problème se complique du fait que, pour se faire entendre convenablement dans toutes les conditions, chaque service de radiodiffusion à ondes courtes doit

disposer d'au moins trois longueurs d'onde. Et comme l'écart entre les stations doit être d'environ 10 kh, on ne peut guère placer plus de 30 stations dans les bandes 1° à 6° de longueurs d'onde, tout au plus 45 stations si l'on réduit à 7 kh le chenal de modulation.

Or, en consultant les listes officielles des stations de radiodiffusion sur ondes courtes dressées par les administrations de Berne et de Washington, on constate qu'elles accusent respectivement 322 à 296 émetteurs dans cette bande.

Bien que chaque pays revendique pleinement sa souveraineté nationale, il est bien évident qu'il a pratiquement tout intérêt à se soumettre à des accords et arrangements internationaux, qui permettent d'éviter ou de réduire les brouillages. Cela implique d'abord la réduction de la puissance à valeur suffisante pour assurer la communication. Le choix de la longueur d'onde est assez délicat, car des interférences peuvent se produire avec les services voisins de télégraphie ou de téléphonie sur ondes courtes. En plus, un même service de radiodiffusion ne saurait d'une heure à l'autre et d'une saison à la suivante être assuré sur la même longueur d'onde. Car, suivant l'heure ou la saison, telle onde « passe » ou « ne passe pas », suivant les conditions de la propagation à grande distance.

En fait, les stations se sont servies au mieux des exigences techniques. Si l'on observe une véritable congestion dans les gammes d'ondes courtes attribuées à la radiodiffusion, on note également que ces stations débordent largement hors des limites de ces gammes.

Pourtant, une circonstance heureuse intervient en faveur de la radiodiffusion à ondes courtes. Alors que toutes les stations nationales d'un même pays travaillent sensiblement à la même heure, la période d'activité des stations mondiales de radiodiffusion sur ondes courtes se répartit sur les vingt-quatre heures de chaque journée, en tenant compte de la situation géographique de chaque station et de l'horaire des conditions de vie de ses correspondants.

En dressant un tableau horaire de toutes ces transmissions mondiales, on observe que le maximum est atteint de 23 heures, à 1 heure du matin (heure de Greenwich) avec 28 à 30 stations transmettant simultanément, tandis que le minimum a lieu de 7 heures à 11 heures du matin, avec 7 à 8 émissions simultanées.

Pour l'Amérique du Nord, le maximum a lieu de 20 heures à 5 heures, toujours au temps de Greenwich : pour l'Amérique du Sud, de 21 heures à 3 heures : pour l'Europe, de 16 heures à 2 heures : pour l'Afrique, à 11 heures et de 17 heures à 19 heures : pour l'Extrême-Orient et l'Australie, de 5 heures à 15 heures.

Le faible nombre de stations transmettant simultanément est dû précisément à cette répartition horaire des émissions et aussi au fait que chaque station n'utilise pas à la fois toutes les longueurs d'onde qu'elle s'est adjugées.

Il importe cependant d'étendre le domaine de la radiodiffusion sur ondes courtes, soit en élargissant les gammes qui lui sont attribuées au dépens des bandes voisines, soit en autorisant la radiodiffusion à emprunter certaines de ces bandes réservées jusqu'ici à la télégraphie ou à la téléphonie.

— **Réseau de câbles pour la radiodiffusion.** Voir *câble, liaison téléphonique, modulation*.

(Angl. *Broadcasting*. — All. *Funkstunde*.)

RADIODISTRIBUTION. Système de distribution à domicile de la modulation radiophonique, utilisant les lignes téléphoniques d'abonnés. Synonyme *télédiffusion, rediffusion, téléprogramme*.

On peut envisager deux systèmes de distribution : la *rediffusion* ou système de *radiocentrale*, selon lequel la modulation est envoyée par ligne spéciale à l'abonné, et le *téléprogramme* qui utilise les lignes téléphoniques. C'est en somme une réédition du théâtrone, qui date en fait de 1878, année où l'opéra *Don Pasquale*, joué à Bellinzona, fut retransmis par fil sur le réseau helvétique. Car, avant l'ère de la radiodiffusion, nous pouvons citer les transmissions sur lignes de Francfort-sur-le-Main, en 1883, à 6 kilomètres de distance; de Berlin, en 1905, et entre Berlin et Dantzig, en 1912, sur 500 kilomètres sans répétiteur.

On porte à l'actif de la radiodistribution les avantages suivants, dont nous indiquons ci-après la contre-partie.

1° *Élimination des parasites.* — Certains disparaissent, mais d'autres réapparaissent avec la diaphonie, le morse, le baudot, les sonneries d'appel.

2° *Suppression de l'évanouissement.* — Mais les récepteurs modernes sont tous « antifading » et l'on commence à munir les émetteurs d'antennes antifading. D'ailleurs, l'évanouissement a été beaucoup réduit par l'augmentation de puissance des stations.

3° *Volume constant de l'audition.* — Les récepteurs actuels sont tous munis d'un contrôle automatique du volume sonore.

4° *Facilité d'installation dans un immeuble.* — La moindre antenne intérieure est plus facile à installer et moins coûteuse qu'une ligne téléphonique sous plomb, reliée à un bureau central.

5° *Simplification.* — Le récepteur se réduit à un simple haut-parleur électrodynamique, mais le véritable récepteur n'en subsiste pas moins à la radiocentrale. Seulement, ce n'est pas l'auditeur qui en a le contrôle.

La radiodistribution présente, d'autre part, les inconvénients suivants :

1° *La pauvreté du choix.* — L'abonné à la radiodistribution ne peut avoir le choix qu'entre quatre programmes, six tout au plus à la grande rigueur. Or, le plus modeste des radiorécepteurs donne actuellement à l'auditeur le choix entre quinze ou vingt émissions différentes de

bonne qualité. Et souvent même il lui en offre une quarantaine.

2° *Le coût de l'installation.* — L'appropriation d'un réseau téléphonique aux fins de la radiodistribution coûte très cher et l'installation d'un réseau spécial est encore beaucoup plus onéreuse. Soit le cas d'une radiocentrale desservant

en Belgique. En outre, le matériel récepteur est à la charge de l'abonné.

Il semble donc, *a priori*, que la radiodistribution n'offre, pour l'auditeur, par rapport à la radiodiffusion, que des avantages bien minces et encore seulement dans quelques grands centres urbains, à forte densité téléphonique.

blissement de 8 népers entre deux paires voisines.

Un autre problème se pose : il faut que, sur les lignes, les appels téléphoniques aient la priorité sur les concerts. A cet effet, on a prévu un dispositif d'enclanchement qui permet à l'auditeur d'appeler ou de recevoir une communication pendant un concert. Mais, s'il entend n'être pas dérangé, l'auditeur peut condamner sa ligne pendant le concert. En ce cas, les appels retournent au bureau central où un disque prévient le demandeur que son correspondant n'est pas libre.

Pour choisir le programme, l'abonné a sous la main un sélecteur analogue au disque d'appel du téléphone automatique, mais sans retour au zéro. Il peut ainsi demander successivement les programmes n°1, n°2, n°3, n°4, n°1, etc... A la radiocentrale, la commutation nécessaire est assurée par un *pas-à-pas*, sorte de petit contacteur à plots, qui avance d'un plot à chaque manœuvre du sélecteur.

En Allemagne, on réalise la radiodiffusion par courant porteur à haute fréquence, donnant le choix entre trois programmes transmis respectivement sur 150, 220 et 250 kh. La réception est faite sur le poste populaire allemand. L'affaiblissement est de 2 à 3 népers pour 5 kilomètres. Le courant porteur ne brouille pas le téléphone et est à l'abri des parasites volontaires. Par contre, il favorise l'écoute clandestine.

En Suisse, on distribue quatre programmes : Beromünster, Sottens, Europe I (Allemagne, Autriche), Europe II (France, Italie). La radiodistribution s'explique en Suisse en raison de la densité téléphonique et de la mauvaise propagation des ondes en montagne. En Allemagne, c'est la raison d'État qui l'impose, de même que le poste populaire peu sensible et les stations puissantes, pour monopoliser l'information et la formation culturelle.

(Angl. Radiodistribution. — All. Radioverteilung.)

RADIOÉLECTRICITÉ. Électricité radiante, c'est-à-dire ensemble des phénomènes qui mettent en jeu les oscillations électriques de haute fréquence et les ondes électromagnétiques. Voir *onde*, *radio-communication*, *radiodiffusion*, etc.

(Angl. Radio. — All. Radioelektrizität.)

RADIOÉLECTRIQUE. Qui se rapporte à la *radioélectricité*, aux *ondes électromagnétiques*, aux *radiocommunications*. (Angl. Radio. — All. Radioelektrisch.)

RADIOFRÉQUENCE. Fréquence à laquelle est possible la radiation d'énergie électromagnétique dans le but des communications (C. E. I. 1934). Synonyme de *haute fréquence*. Le terme de *radiofréquence* est mieux formé, plus précis et moins ambigu que le terme de *haute fréquence*. Il a de plus l'avantage d'être universel et d'être compris dans toutes les langues. Son emploi doit donc être

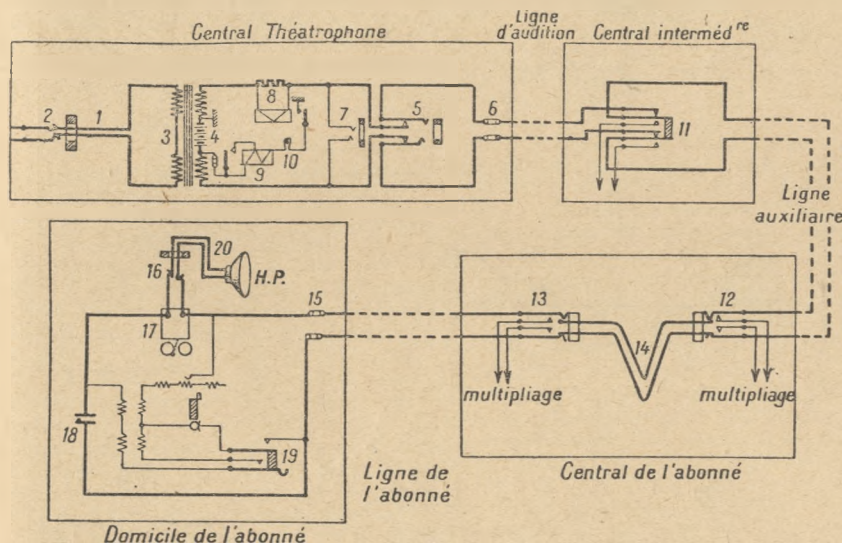
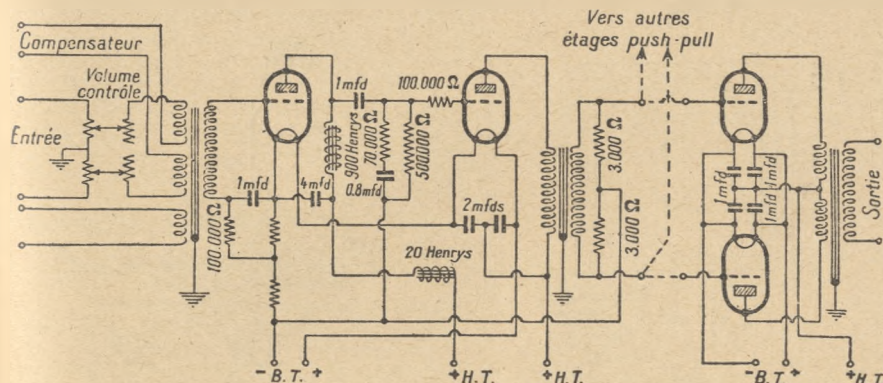


Schéma d'un réseau de radiodistribution (théâtrephone).

cinq cents abonnés. Son installation coûte au minimum 500.000 francs amortissable en cinq ans. Il faut donc demander au minimum 200 francs par an et par abonné, tandis qu'un récent projet de loi prévoit 60 francs pour les abonnés au téléphone et 110 francs pour les non-abonnés. Comme sur les cinq cents abonnés de la radiocentrale, cent au plus

Par contre, le procédé est intéressant pour l'administration des téléphones, à qui il assure une meilleure utilisation de ses lignes pendant les heures creuses.

Au point de vue technique, le problème est délicat. Le courant envoyé sur les lignes doit être assez fort pour permettre l'écoute à domicile sans amplificateur



Amplificateur à basse fréquence d'un réseau de radiodistribution.

seraient abonnés au téléphone, les recettes totales ne pourraient guère s'élever qu'à 500.000 francs, représentant la moitié des dépenses annuelles.

D'ailleurs, dans les quelques pays étrangers où fonctionne la radiodistribution, l'abonnement est très cher : 600 francs français en Suisse ; 300 francs français en Hollande ; 264 francs français

individuel, mais pas trop fort pour éviter les brouillages avec les lignes voisines. Les auditions ne sont de bonne qualité que si l'on parvient à supprimer l'induction des disques d'appel, des sonneries, des éclats de voix. Il faut que les deux fils de ligne aient la même impédance par rapport à la terre. Pour la diaphonie entre lignes, on admet en Suisse un affai-

recommandé de préférence à haute fréquence, de même que *audiofréquence* doit être préféré à basse fréquence pour les mêmes raisons. Voir *haute fréquence*.

(Angl. *Radiofrequency*. — All. *Radiofrequenz*.)

RADIOGONIOMÈTRE. Appareil récepteur qui permet de déterminer la direction des transmissions radiotélégraphiques (C. E. I. 1934).

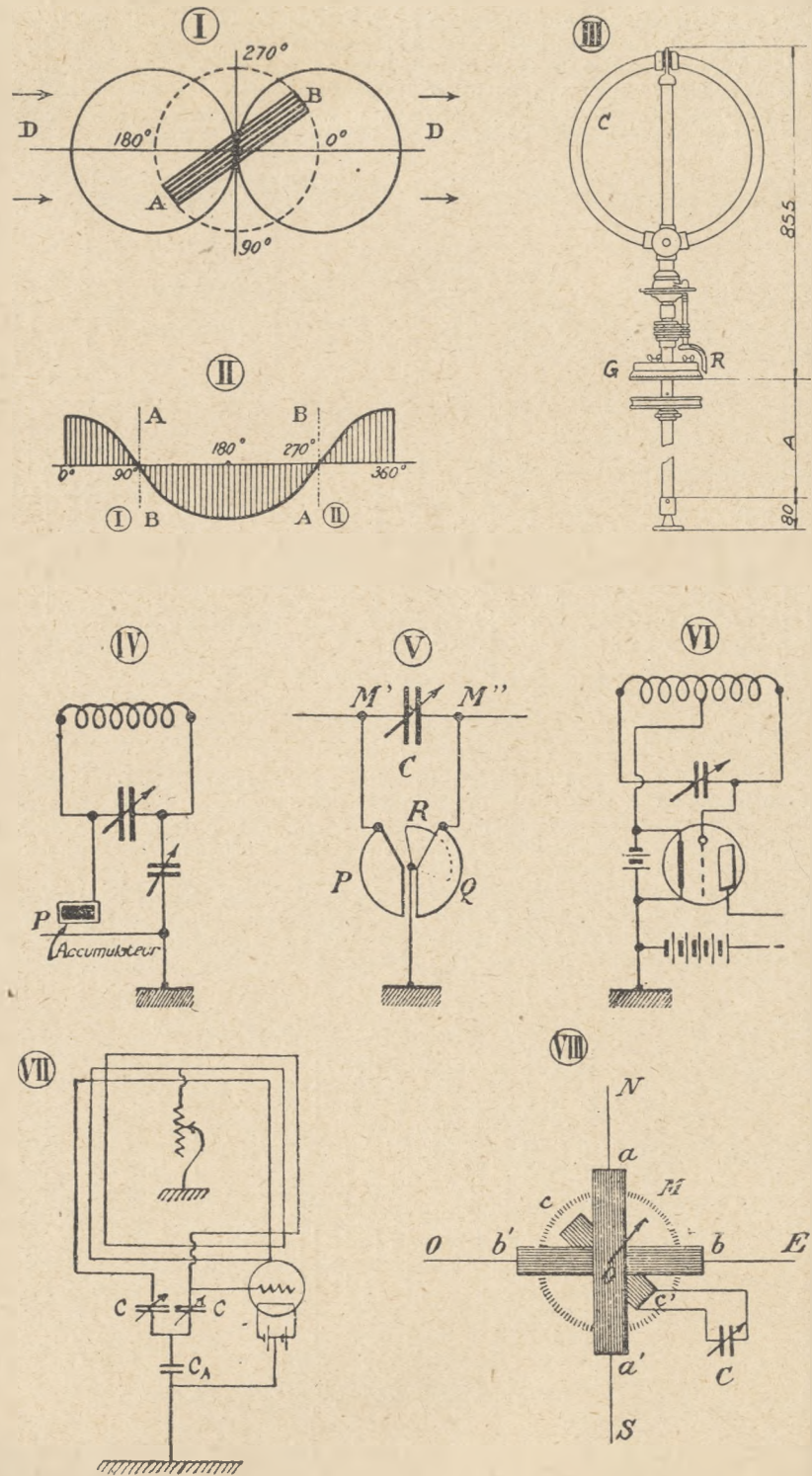
— **Principe et utilisation du radiogoniomètre.** Le principe du radiogoniomètre repose sur les propriétés que possède le cadre mobile. La force électromotrice induite dans ce cadre par l'onde dépend de l'orientation du cadre; elle est maximum pour les deux positions du cadre coïncidant avec la direction de l'onde et minimum pour les deux positions du cadre coïncidant avec le plan de l'onde. Ce fait est expliqué par la constatation que la *composante magnétique* de l'onde, celle dont l'action sur le cadre est la plus sensible, est en général horizontale et perpendiculaire à la direction de l'onde.

Les radiogoniomètres appartiennent principalement à deux types. Les uns — les premiers en date — utilisent deux grands cadres fixes verticaux orientés à angle droit et comprenant dans leurs deux circuits deux bobines fixes rectangulaires, au milieu desquelles on oriente une bobine mobile. La description de ces appareils, imaginés par MM. Bellini et Tosi, a été donnée au mot *Bellini-Tosi*. Ces radiogoniomètres, qui procurent une intensité de réception considérable, étaient utilisés dans les stations fixes avant l'invention des amplificateurs. Les cadres fixes sont constitués par une seule spire tendue sur des mâts. Un seul mât suffit à tendre deux cadres triangulaires; quatre mâts sont nécessaires pour tendre deux cadres rectangulaires.

On remplace parfois les cadres par un jeu d'antennes dirigées en étoile; ce système de goniomètre donne une forte intensité de réception, mais manque totalement de précision.

Les autres radiogoniomètres, les plus utilisés actuellement, sont constitués par de petits cadres mobiles montés sur un axe vertical qui est terminé par un cadran circulaire horizontal contre lequel on place un repère fixe. *A priori*, il semble logique de chercher à orienter le cadre de façon à obtenir le maximum d'intensité et la position qui correspond à la direction de l'onde. En pratique, ce procédé manque de sensibilité, comme toutes les mesures faites au voisinage d'un maximum. On préfère donc chercher l'*extinction*, c'est-à-dire la position du cadre pour laquelle la réception s'éteint et qu'on détermine avec un maximum de précision; la direction de l'onde est perpendiculaire à celle qu'on relève ainsi.

Pratiquement, on observe l'extinction entre deux positions assez rapprochées du cadran, correspondant à des nombres de degrés n_1 et n_2 , puis à l'opposé entre



Radiogoniomètre: I. Principe du radiogoniomètre: AB, cadre; C, direction des ondes. — II. Intensité de réception en fonction de l'azimut: AB et BA, positions d'extinction. — III. Vue d'un radiogoniomètre moderne: C, petit cadre orientable; G, cercle gradué en degrés; R, repère. — IV. Schéma d'un cadre compensé. — V. Montage d'un compensateur Mesny: M', M'', extrémités du cadre; C, condensateur d'accord; P, Q, armatures fixes du compensateur; R, armature mobile. — VI. Montage à prise médiane sans compensateur. — VII. Suppression de l'incertitude de 180°. — VIII. Radiogoniomètre à deux grands cadres fixes rectangulaires: NS, direction nord-sud; OE, direction est-ouest; a a', b b', petits cadres fixes perpendiculaires; c c', petit cadre orientable; C, condensateur d'accord.

deux autres positions voisines n_3 et n_4 . La moyenne de ces lectures, correspondant à la direction cherchée de l'onde, est :

$$m = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 - 360^\circ}{4}$$

L'approximation est d'autant plus grande que la surface des spires du cadre est plus grande, que l'inductance est plus élevée et que les spires sont plus espacées. On a intérêt à prendre une capacité d'accord aussi faible que possible, obtenue au moyen d'un condensateur variable de 0,25 à 0,50 mμF.

— Réalisation du radiogoniomètre.

Le support du cadre est quelconque, à condition d'être aussi peu encombrant que possible. C'est pourquoi on le constitue simplement par deux axes mis en croix. Les fils du cadre sont assez gros (1 mm. de diamètre environ) pour éviter les effets de la résistance en haute fréquence. On emploie le fil nu de préférence à tout autre fil lorsque les spires sont assez espacées pour qu'on n'ait pas à craindre qu'elles se touchent. S'il y a risque de contact entre spires, on peut employer du fil sous coton ou du fil émaillé. Il est préférable que le fil ne touche le cadre qu'en de rares points de contact et qu'entre ces points il soit tendu dans l'air; c'est la meilleure façon d'être assuré à la fois d'un bon isolement et d'un minimum de pertes en haute fréquence dans les supports. Il vaut mieux en général renoncer à tendre le fil le long d'un cadre de bois ou à le gainer, mais ne pas hésiter à renforcer l'isolement aux points de contact avec le support en utilisant des baguettes d'ébonite ou des feuilles de caoutchouc.

En outre, il est bon d'employer la totalité de l'enroulement du cadre. Si on doit le fractionner, il ne faut pas laisser de bouts-morts et vérifier que le nombre de spires non utilisé est nettement inférieur au nombre de spires en circuit, sinon l'absorption et les pertes peuvent devenir prépondérantes. Pour les connexions réunissant le cadre à son condensateur d'accord, les fils torsadés doivent être pros crits, en raison de la capacité parasite qu'ils introduisent.

Les cadres des radiogoniomètres modernes pour navires et avions ont leurs enroulements renfermés dans une gaine circulaire en tube.

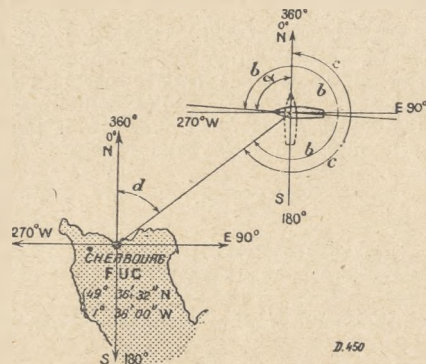
— **Compensation d'un radiogoniomètre.** En pratique, l'emploi des récepteurs à lampes produit une dyssymétrie dans le radiogoniomètre, par l'effet de la capacité non négligeable des accumulateurs et piles par rapport à la terre, capacité de l'ordre de 0,05 mμF établie entre la terre et l'une des extrémités du cadre. Il s'ensuit que le cadre fonctionne aussi comme antenne, en raison des connexions qui réunissent les batteries au cadre. Il en résulte qu'on n'observe plus d'extinctions nettes, mais seulement deux minima d'intensité lorsqu'on fait tourner le cadre d'un tour complet. En outre ces minima ne correspondent plus à deux positions opposées du cadran.

M. Mesny a montré qu'on arrivait à corriger ces défauts en rétablissant, au moyen d'un petit condensateur variable, ou *compensateur*, la symétrie dans le radiogoniomètre. Le compensateur a une capacité maximum de 0,1 mμF et est placé entre le cadre et la terre du côté de la grille de la première lampe du récepteur. Pratiquement, il est commode d'utiliser un compensateur à trois armatures, dont les deux armatures fixes sont respectivement reliées aux deux armatures du condensateur d'accord et dont l'armature mobile est reliée à la terre. On arrive ainsi à rétablir une extinction parfaite sans affaiblir la réception. Voir *compensateur, compensation*.

M. de Bellecize a montré qu'on peut d'ailleurs réaliser la compensation simplement en branchant le circuit filament-grille du récepteur entre le milieu de l'enroulement du cadre et l'une des armatures du condensateur d'accord. Toutefois ce montage ne donne qu'une compensation globale et non réglable.

Lorsqu'on utilise la radiogoniométrie avec les ondes entretenues non modulées, on a généralement recours à un émetteur local (hétérodyne) distinct du récepteur. En ce cas, pour éviter que l'interférence des ondes locales et des ondes reçues ne provoque des actions secondaires parasites, on empêche l'hétérodyne d'agir directement sur le cadre en l'enfermant dans une *cage de Faraday*, d'où ne sortent que les conducteurs permettant le couplage avec le récepteur. Pour la même raison, il est préférable de ne pas employer les mêmes batteries pour l'alimentation de l'hétérodyne et pour celle du récepteur.

— **Suppression de l'incertitude de 180°.** Un simple radiogoniomètre, qui ne différencie pas les deux extinctions, ne permet pas de discerner d'une manière absolue si l'émission reçue provient d'une



Calcul du gisement d'un navire par le relevement radiogoniométrique d'une station côtière : a, route vraie N 86° W; b, gisement radiogoniométrique vrai 318°; c = b - a = 232°; d, relevement originnaire de la station côtière et à compter du nord vrai, 232° - 180° = 52°.

direction ou de la direction opposée. Il existe principalement deux procédés pour faire cette discrimination. On peut employer une antenne auxiliaire, dirigée d'une manière quelconque, mais en nappes

symétriques de chaque côté du cadre. La force électromotrice induite dans l'antenne par l'onde à repérer est constante et indépendante de l'orientation du cadre; au contraire celle produite par l'onde dans le cadre passe par deux maxima de signes contraires au cours d'un tour complet du cadre. Si, au moyen d'un couplage symétrique, on ajoute l'effet du cadre à celui de l'antenne, et si l'on s'arrange pour que la force électromotrice induite dans l'antenne soit numériquement égale à la force électromotrice maximum induite dans le cadre, on constate facilement que les deux positions primitives du maximum sont remplacées par une position où, les deux forces s'ajoutant, l'intensité sera double et par une seconde position où, les deux forces se retranchant, l'intensité sera nulle. Ce résultat dyssymétrique permet de distinguer la véritable orientation de la station, de l'orientation opposée.

Une autre solution, proposée par M. Belini, consiste à remplacer le condensateur d'accord par un ensemble de deux condensateurs variables qui conservent toujours deux capacités égales et à mettre à la terre le milieu du cadre au moyen d'une résistance variable.

L'armature commune des deux condensateurs variables est également mise à la terre par l'intermédiaire d'un condensateur fixe dont la capacité est celle d'un condensateur de détection (0,15 mμF). La grille de la première lampe du récepteur est connectée à l'une des extrémités du cadre, et le point milieu de la batterie de chauffage est relié directement à la terre.

Dans ces conditions, le cadre fonctionne à la fois comme cadre et comme antenne « ouverte », si bien que l'un des maxima est très augmenté et l'autre très diminué, ce qui permet de les distinguer l'un de l'autre et de reconnaître le sens de l'orientation.

— Radiogoniomètre automatique.

Cet appareil, inventé par M. Busignies, donne automatiquement, sur un cadran gradué, la direction du poste émetteur sur lequel il est accordé. Le radiogoniomètre comprend un petit cadre blindé tournant autour d'un axe vertical, un récepteur à amplification haute fréquence et un dispositif spécial dans lequel un cadre mobile, sans couple directeur, est disposé dans un champ tournant en synchronisme avec le cadre récepteur. Le cadre mobile galvanométrique prend alors une position d'équilibre fonction de la direction de l'émetteur. Le champ tournant est produit par un système de courants diphasés, eux-mêmes engendrés par des balais liés mécaniquement au cadre récepteur et se déplaçant sur une résistance potentiométrique.

L'appareil, destiné à l'aviation, est entièrement alimenté par le réseau à 24 volts du bord, un petit groupe convertisseur fournissant la tension anodique de l'amplificateur.

— **Caractéristiques imposées aux radiogoniomètres.** La Conférence de

Paris (1933) relative aux radiophares a imposé aux radiogoniomètres les caractéristiques suivantes : 1° Bons relèvements sans avoir à observer les deux extinctions à 180°; dispositif de lever de doute; 2° Réception des ondes entretenues et modulées entre 285 et 515 kh (1.053 à 583 m.); 3° Sélectivité aussi poussée que possible; 4° Absence d'intermodulation; 5° Erreur mécanique de relèvement inférieure à 0,5°; 6° La sensibilité doit être telle que la zone d'extinction, lorsque le champ de la station relevée est de 50 μ V : m, ne doit pas dépasser 6° en l'absence de brouillage. Un dispositif permet de réduire la sensibilité.

(Angl. *Direction Finder*, *Radio Compass*. — All. *Richtungsfinder*.)

RADIOGONIOMÉTRIE. Mesure de l'azimut d'une émission radioélectrique par rapport au poste récepteur. Par extension, système de triangulation basé sur le relèvement, au radiogoniomètre, de la direction des ondes radioélectriques. Pour la théorie de ces mesures, voir *cadre*, *direction des ondes*. La radiogoniométrie permet la recherche par un poste mobile, soit de sa propre position géographique, soit de celle d'un autre poste mobile (navire, avion) dont la position n'est pas spécifiée. L'instrument de la mesure est le radiogoniomètre, sorte d'alidade radioélectrique, qu'on oriente dans la direction de l'émission à relever. On appelle *relèvement* l'angle formé par la direction de la station transmettrice avec la « ligne de foi » du navire. La plupart du temps, les erreurs proviennent de l'incertitude sur la ligne de foi du navire, sauf si celui-ci est muni d'un compas gyroscopique. Le relèvement est toujours compté de 0 à 360° en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, le zéro étant figuré par l'étrave du navire.

Pour connaître sa position, le navire relève l'émission d'une station côtière. Le relèvement obtenu est transformé en relèvement *loxodromique*, puis ramené au nord vrai, et ensuite reporté sur la carte, à partir de la station côtière. En raison des masses métalliques du bord, le radiogoniomètre doit être étalonné par l'établissement d'une courbe d'erreurs dont l'allure est sinusoïdale, la correction étant nulle lorsque le cadre est orienté dans la direction de la ligne de foi ou dans la direction perpendiculaire. Voir *relèvement*, *gisement*, *point*.

La radiogoniométrie rend les plus grands services aux navires et aux aéronefs, auxquels elle permet de repérer leur direction et de faire leur « point » géographique dans les circonstances où il leur serait impossible de le relever, notamment la nuit et par temps bouché, lorsqu'aucune observation astronomique ne peut être faite.

La radiogoniométrie peut être utilisée, soit au moyen de postes mobiles qui repèrent la direction des stations fixes, soit inversement au moyen de stations fixes qui relèvent les émissions des postes de bord. Avant l'invention des ampli-

ficateurs à lampes, le second procédé était le seul utilisé et nécessitait de grands radiogoniomètres à cadres fixes, dont étaient pourvues les stations côtières. Voir *Bellini-Tosi*. L'amplification, en permettant la réception sur petit cadre d'émissions lointaines, a déterminé la réalisation de petits radiogoniomètres portatifs à cadre mobile, dont les navires et les avions peuvent être équipés. Ce procédé est plus discret, évite les retards de transmission et permet l'emploi de la radiogoniométrie en pleine mer et loin des côtes. Les navires peuvent ainsi mettre facilement le cap sur un bâtiment en détresse pour lui porter secours.

Cependant des causes d'erreurs plus ou moins graves interviennent toujours en raison des masses métalliques importantes situées dans le voisinage du cadre, coque de navire, cheminées, etc... Le radiogoniomètre doit donc être aussi dégagé que possible. Pendant les mesures, l'antenne doit être isolée au bas de la descente. Lorsque, par mégarde, elle est accordée sur une longueur d'onde voisine de celle à relever, les résultats peuvent être considérablement faussés. Les haubans, le grément et la mâture jouant parfois le rôle d'antenne, certains auteurs recommandent l'emploi d'une antenne de compensation, pour rétablir la symétrie des relèvements du cadre. En général, il suffit d'établir la compensation une fois pour toutes.

(Angl. *Direction Finding*. — All. *Drahtlose Richtungsbestimmung*.)

RADIOGONIOMÉTRIQUE. *Station radiogoniométrique.* Station pourvue d'appareils spéciaux, destinés à déterminer la direction des émissions d'autres stations (Convention des télécommunications, Madrid, 1932).

(Angl. *Radiogoniometric*. — All. *Radiogoniometrisch*.)

RADIOGRAMME. Expression employée, surtout en Amérique, pour désigner un télégramme envoyé par la voie radioélectrique. (En radiologie). Image d'un objet obtenue sur une plaque photographique au moyen des rayons X (C. E. I. 1934).

(Angl. *Radiogramm*.)

RADIOGRAPHIE. Enregistrement photographique par les rayons X (C. E. I. 1934).

(Angl. *Radiography*. — All. *Radiographie*.)

RADIOGUIDAGE. Guidage d'une voiture, d'un navire, d'un aéronef, d'un avion au moyen des ondes radioélectriques. Voir *balisage*, *guidage*, *radioalignement*, etc...

(Angl. *Radioguiding*. — All. *Radioführer*.)

RADIOLOGIE. Branche de la physique et de la technique qui étudie et emploie les radiations de petite longueur d'onde,

plus particulièrement les rayons X et les rayons émis par les substances radioactives. (C. E. I. 1934.)

(Angl. *Radiology*. — All. *Radiologie*.)

RADIOMÉTALLOGRAPHIE. Étude de la structure des métaux à l'aide de l'analyse cristalline par les rayons X (C. E. I. 1934).

(Angl. *Radiometallography*. — All. *Radiometallographie*.)

RADIOMODULATEUR. Nom donné à une catégorie de récepteurs, dits *changeurs de fréquence* ou *superhétérodynes*. Voir ces termes.

(Angl. All. *Radiomodulator*.)

RADIOMOTRICE. *Force radiomotrice.* Synonyme de *force cimomotrice* ou *force d'irradiation*. Voir ces termes. (Angl. *Radiomotive*. — All. *Radiomotorische*.)

RADIOPHARE. Appareil radioélectrique transmettant des signaux caractéristiques destinés à aider la navigation (C. E. I. 1934). Station spéciale dont les émissions sont destinées à permettre à une station de bord de déterminer son relèvement ou une direction par rapport à la station de radiophare, éventuellement aussi la distance qui la sépare de cette dernière. (Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

Le radiophare est généralement un poste émetteur, maritime ou terrestre, qui transmet des signaux radioélectriques spécialement destinés à l'orientation des navires en mer, qui les relèvent au moyen de *radiogoniomètres*. Ces signaux sont transmis jour et nuit, avec régularité, à une cadence déterminée. L'opérateur d'un navire quelconque peut, en prenant les relèvements de plusieurs *radiophares*, ou *phares hertziens*, déterminer son « point », même par temps « bouché » et précisément dans les parages les plus dangereux des côtes. M. André Blondel, inspecteur général des Phares et Balises, a été le promoteur en France des radiophares. Dès 1912, trois de ces appareils automatiques à étincelles musicales furent installés au Havre et aux îles de Sein et d'Ouessant. Leur longueur d'onde de 125 mètres fut ensuite portée à 1.000 mètres par la Commission internationale de Radiotélégraphie (1921). La Conférence radiotélégraphique internationale de Washington (1927) a maintenu les longueurs d'ondes de 950 à 1.050 mètres, en ondes amorties ou entretenues fractionnées, en limitant la portée à 50 milles pour les radiophares fixes et à 5 milles pour les radiophares mobiles. Leurs émissions peuvent être faites en ondes dirigées ou non, avec des faisceaux fixes ou tournant à vitesse uniforme. En particulier, des radiophares à ondes entretenues sont prévus pour les aéronefs.

Pour éviter les brouillages des ondes amorties, le service des Phares et Balises a étudié deux radiophares, l'un de 150

watts, dit de *brume*, ayant une portée de 50 milles marins pour les navires et l'autre de 2.000 watts, dit de *grand atterrissage*, émettant des ondes entretenues modulées, à la fréquence de 600 p s et ayant une portée utile d'environ 200 milles marins. Ce sont des installations robustes et d'un maniement simple. Le radiophare de brume a une portée de 30 à 40 milles. Sa longueur d'onde est réglable entre 800 et 1.200 mètres. Il comporte une lampe oscillatrice de 250 W, chauffée sous 8 V et 6,6 A, avec une tension de plaque

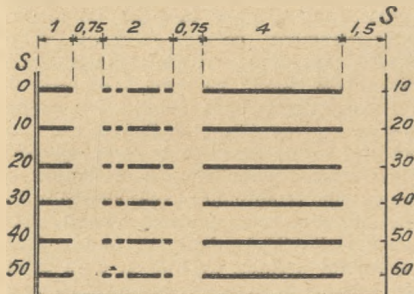


Schéma de signaux émis par un radiophare.

de 4.500 V. Une lampe de secours peut être mise en service instantanément. Le chauffage du filament est assuré par une batterie d'accumulateurs de 10 V et la tension de plaque par un groupe convertisseur et une batterie d'accumulateurs à 110 V, rechargée par un groupe électrogène à essence.

Un régulateur automatique commande la mise en marche du groupe, la mise en service du poste, la manipulation des signaux conventionnels et l'arrêt de la station. Il comporte essentiellement une pendule, dont le balancier bat 1/2 s, munie de deux disques pour la manipulation et pour les commandes. D'autre part, le radiophare peut être utilisé comme poste radioélectrique ordinaire par la manœuvre d'un interrupteur.

En outre, le radiophare est doté d'un récepteur d'ondes entretenues ou amorties de 250 à 8.000 mètres, avec circuit résonnant et amplificateur à réaction. En principe, l'antenne du radiophare est un prisme de 30 mètres de longueur à 6 fils.

Les radiophares d'atterrissage font, par tous les temps, quatre émissions de 2 minutes par heure; en temps de brume, dix émissions de 2 minutes par heure. Les radiophares de brume ne fonctionnent que par temps de brume au rythme de dix émissions par heure. En raison des silences, la même onde peut être attribuée à trois stations voisines. A chaque radiophare d'atterrissage est adjoint un radiophare de brume, le premier transmettant en ondes entretenues pures, le second en ondes modulées. Chaque émission comporte une série de lettres indicatrices (10 secondes), une série de traits (30 secondes), une deuxième série de lettres (10 secondes) et un silence (10 secondes). Cette émission est répétée pendant la deuxième minute. La manipulation est

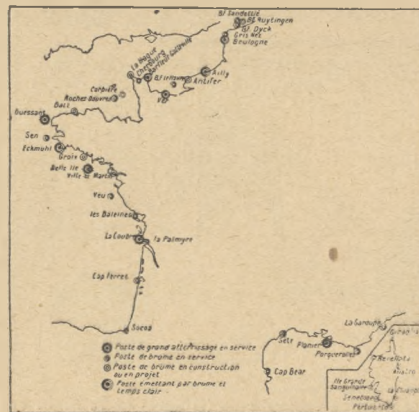
assurée automatiquement par des horloges spéciales.

Il existe actuellement 22 radiophares en service sur les côtes de France et 15 en construction ou en projet. Les quatre phares de grand atterrissage sont installés à Quessant, à Belle-Ile, à la Coubre et au Planier.

Pour le service aéronautique, la bande de 255 à 290 kh a été attribuée aux radiophares, ainsi que celle de 350 à 365 kh (858 à 822 m.), l'onde de 351 kh (855 m.) étant réservée aux radiophares d'atterrissage de petite puissance. En ondes très courtes, l'onde de 33.333 kh (9 m.) est attribuée aux phares de direction et celles de 43.000 à 33.333 kh (7 à 9 m.) aux phares de position. Les radiophares d'atterrissage doivent utiliser le principe de la double manipulation. En ondes très courtes, on module à la fréquence de 1.150 p s, l'avant-signal à 1.700 p s et le signal principal à 700 p s. Actuellement, on réserve aux radiophares d'atterrissage pour avions les ondes de 33.300 kh et 38.000 kh.

Les radiophares de navigation aérienne sont groupés par trois fonctionnant sur la même fréquence; les émissions sont de 2 minutes, soit un cycle de 6 minutes pour le réseau. Le champ produit doit être de 25 μ V à l'extrême portée utile. Quarante de ces radiophares à grande puissance sont en fonctionnement ou en construction pour l'Europe. La France en possède quatre à Paris, Marseille, Toulouse et Lyon. Les fréquences des stations des divers triangles sont espacées de 3 en 3 kilohertz.

Pour les radiophares maritimes, le littoral européen a été réparti en trois régions; les ondes attribuées vont de 291,5 kh



Carte de radiophares maritimes français.

(1.029,2 m) à 318,5 kh (941,9 m). L'intensité efficace du champ de l'onde modulée à la limite de portée doit être de 50 μ V : m.

Par analogie avec les phares, on a proposé l'utilisation de radiophares à secteurs et de radiophares tournants, dérivant des radioalignements à enchevêtrement. Par exemple, le radiophare émet un signal convenu lorsque l'axe

balisé passe par le nord géographique. Il peut aussi émettre des lettres différentes dans les différents secteurs, ce qui permet de mesurer l'azimut en comptant le nombre des lettres. Voir *radioalignement*, *balisage*, *guidage*, etc...

(Angl. *Radio Beacon*. — All. *Radio-warte*.)

RADIOPHONIE. Radiodiffusion d'ondes électromagnétiques modulées par des signaux sonores. Ne pas confondre avec la *radiotéléphonie*, qui est la transmission radioélectrique de signaux sonores entre deux correspondants.

— **Principe de la radiophonie.** Cette radiocommunication consiste à imprimer à l'onde émise la *modulation* des sons, puis à *démoduler* cette même onde à la réception pour reproduire les sons.

A l'émission, les ondes sonores actionnent le *microphone* et induisent dans son circuit des courants vibrés dont la modulation est appliquée aux lampes oscillatrices de la station par l'intermédiaire de lampes modulatrices. Cette modulation est ainsi transmise au train d'ondes entretenues à haute fréquence, rayonnées par l'antenne. La radiophonie, exigeant la production d'ondes pures, n'est convenablement opérée que par les stations à lampes électroniques.

A la réception, les ondes induisent dans l'antenne et le cadre des courants de haute fréquence, qui sont démodulés par la détection et amplifiés en haute moyenne et basse fréquence, le cas échéant. Le courant téléphonique qui en résulte actionne la membrane de l'écouteur, du diffuseur ou du haut-parleur et reproduit les sons qui ont affecté le microphone.

Sur ce principe sont basées les communications suivantes :

1° *Diffusion radiophonique ou radiodiffusion* (voir ce mot);

2° *Radiotéléphonie simplex, duplex ou multiplex* entre deux ou plusieurs correspondants : par exemple entre Londres et New-York, entre avion, navire et poste à terre, etc...

3° *Téléphonie sans fil par ondes radioélectriques canalisées le long des lignes métalliques* ou téléphonie à haute fréquence, telle qu'elle est en service sur divers réseaux de transmission d'énergie électrique à haute tension.

— **Possibilités de l'écoute radiophonique.** En principe, pour une distance donnée entre un émetteur et un récepteur donnés, l'énergie reçue croît proportionnellement à la puissance de la station d'émission. D'autre part, l'énergie décroît en général régulièrement en fonction de la distance entre l'émetteur et le récepteur. L'affaiblissement peut être compensé par l'amplification du récepteur, mais les perturbations et les bruits de fond augmentent avec l'amplification.

En fait, les lois de la propagation des ondes radioélectriques sont assez bien vérifiées, tant sur terre que sur mer, comme le montrent les résultats indiqués au terme *propagation*. En pays de mon-

tagne, on constate des affaiblissements ou des renforcements anormaux et, dans les villes, une absorption considérable doublée d'un bruit de fond important dû aux multiples perturbations élec-

RADIOPHOTE. Appareil de télévision imaginé par M. Dauvillier sur le principe du « téléphoto », dans lequel l'exploration est effectuée, non en rayons lumineux, mais en rayons X, ce qui permet d'appliquer la

RADIOPIANO. Synonyme de *piano radioélectrique*. Voir *piano*. (Angl., All. *Radiopiano*).

RADIORÉCEPTEUR. Récepteur de *radiocommunications*, captant les signaux transmis par ondes électromagnétiques. Voir *récepteur*.

(Angl. *Radioreceiver*. — All. *Radioempfänger*).

RADIOREPORTAGE. Car de *radio-reportage*. Ces cars constituent de petits studios roulant pour la prise de son et l'enregistrement, ce qui offre au radioreporter tous les moyens d'action désirables. L'opérateur peut, en effet, disposer de multiples microphones installés aux points les plus convenables et mélanger à sa volonté les bruits de la foule et ses propres commentaires pour donner à l'auditeur l'impression d'ambiance, complément indispensable d'un commentaire vivant. Une liaison radiotéléphonique sur ondes ultra-courtes lui permet, au moyen d'un émetteur à faible puissance transportable, de se déplacer librement à plusieurs centaines de mètres du car, tout en restant en contact permanent avec l'auditeur.

Lorsque le car se trouve éloigné de tout circuit téléphonique, la liaison avec le réseau des câbles spéciaux de l'administration des P. T. T. doit également se faire par radio. C'est ainsi que l'équipement complet prévu ne comporte pas moins de quatre ensembles émetteurs-récepteurs sur ondes courtes et ultra-courtes.

Le car de radioreportage dispose également d'appareils d'enregistrement. Par gravure directe sur des disques souples, il est possible d'enregistrer successivement les phases les plus importantes d'une course sportive et de reproduire ensuite celles-ci à l'heure la plus favorable pour les auditeurs à l'écoute.

Voici les caractéristiques essentielles du car de radioreportage de l'État français (1937). Son poids total de 6.500 kg. environ se répartit en 2.800 kg. pour le châssis, 2.550 pour la carrosserie et 1.200 kg. pour l'appareillage. Le radioreporter se tient dans une cabine, sorte de tourelle de verre à visibilité totale, dominant la carrosserie, qui est insonorisée. La voiture renferme des batteries d'accumulateurs, convertisseurs, enrouleurs de câbles. En hiver et aux hautes altitudes, le car est chauffé par un courant d'air chaud filtré provenant du moteur.

La batterie de 300 A-h, 24 volts, peut être chargée à l'arrêt par un convertisseur branché sur le réseau d'électricité à 110 ou 220 v., 50 ou 25 p. s. En marche, la charge est assurée par une dynamo entraînée par le moteur à essence. Le courant alternatif à 50 p. s. nécessaire pour l'alimentation des tourne-disques est fourni par un convertisseur entraîné par la batterie.

La prise de son est faite avec deux mélangeurs ayant chacun quatre positions, et reliés à six positions d'enrouleurs de câbles. Les câbles sont à trois paires de conducteurs, qui peuvent être diversement utili-

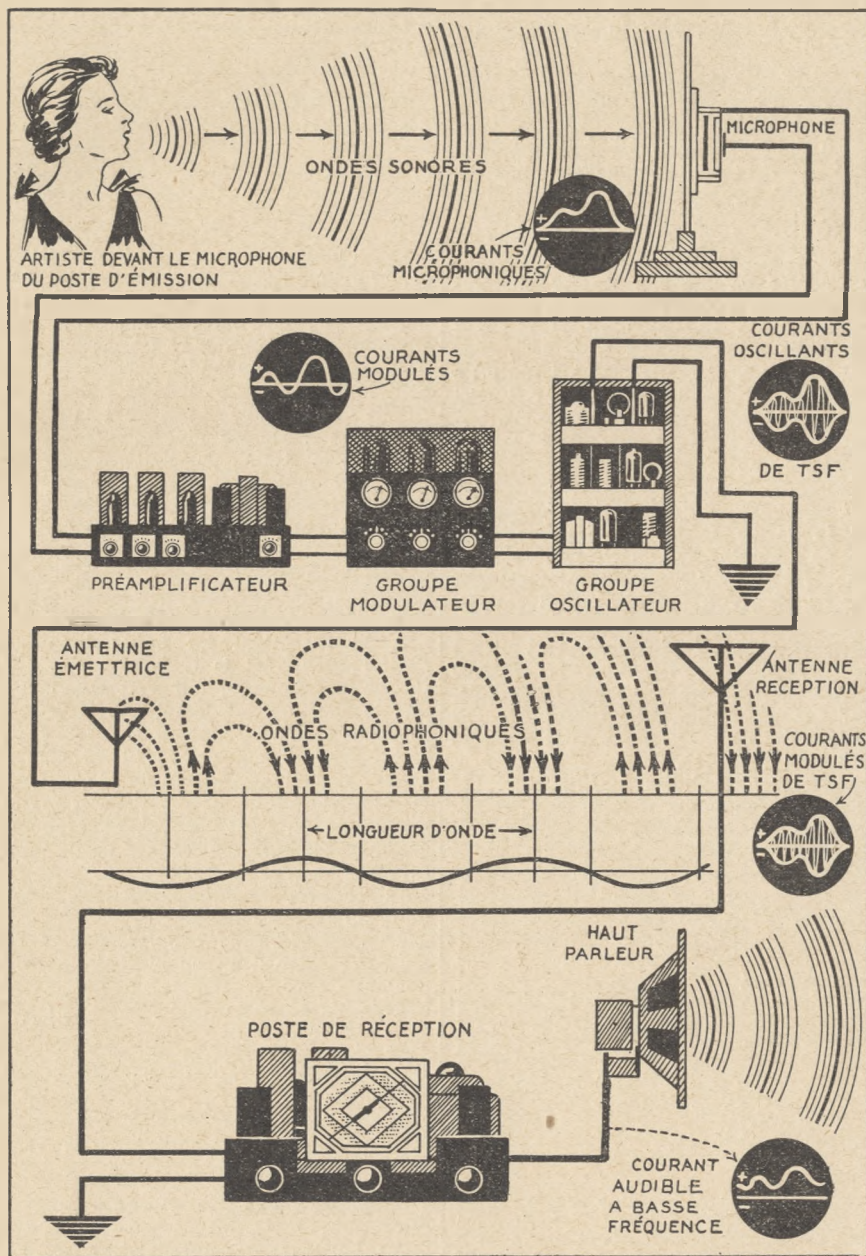


Schéma de l'émission, de la propagation et de la réception en radiophonie (D'après la T. S. F. expliquée).

triques (interrupteurs, moteurs, ascenseurs, enseignes lumineuses, etc... Voir *perturbation*, *antiparasite*), propagées par les canalisations.

En outre, les possibilités de l'écoute sont limitées par les conditions diurnes, nocturnes, saisonnières de la propagation, ainsi que par les conditions locales, évanouissements et renforcements. Voir *radio-diffusion*, *propagation*, *évanouissement*, etc... (Angl. *Radiophony*. — All. *Rundfunk*.)

télévision aux recherches radiologiques. Voir *télévision*.

RADIOPHOTOGRAPHIE. Transmission des images par radiocommunication. Voir *phototélégraphie*, *bélinographie*.

(Angl. *Radiophotography*. — All. *Fernbild*...)

RADIOPHYSIQUE. Physique des radiations. Voir *radiation*, *rayonnement*, *onde cosmique*, *astral*, etc...

sées, pour disposer d'un plus ou moins grand nombre de microphones extérieurs, diversement répartis. Normalement, chaque mélangeur peut être relié à deux microphones extérieurs, au microphone « speaker » et au pick-up.

Le contrôle de la prise de son est assuré par haut-parleur branché soit sur les circuits à basse fréquence, soit sur un radio-récepteur captant l'émission.

Tout l'appareillage, notamment les amplificateurs, est prévu en double pour éviter les pannes.

L'enregistrement et la lecture des disques sont assurés d'une manière continue par deux appareils à deux plateaux, suspendus à la cardan pour conserver leur position horizontale dans le car. L'enregistrement est fidèle entre 50 et 5.000 p : s.

Deux liaisons à ondes courtes sont prévues. La première en utilisant une onde voisine de 80 ou de 160 mètres permet soit une liaison à grande portée, d'environ 200 kilomètres, en déroulant une antenne quart d'onde, soit une liaison à portée plus réduite d'une cinquantaine de kilomètres à partir du car en marche, à l'aide d'une antenne de 8 mètres placée sur le toit. La seconde liaison est effectuée sur 5 mètres et permet un reportage dans un rayon de quelques kilomètres, sous réserve d'une visibilité directe entre l'émetteur et le récepteur. Si un opérateur porte l'émetteur à dos, il est possible au reporter de se déplacer librement dans les environs immédiats du car.

Le car radiophonique belge est pourvu en outre d'un dispositif d'enregistrement sur bande d'acier, dit *magnéophone*. Voir *enregistrement*, *magnéophone*. Les réserves de bandes d'acier doivent permettre d'enregistrer pendant cinq heures, réserve faite d'arrêts de quatre minutes, toutes les demi-heures, pour les changements de bandes. (Angl. *Radiocar*. — All. *Radiowagen*.)

RADIOSCOPIE. Examen de corps opaques fait au moyen d'ombres projetées par les rayons Röntgen sur des écrans fluorescents (C. E. I., 1934). — **Stéréoradioscopie.** Vision stéréoscopique des ombres radioscopiques (C. E. I., 1934).

(Angl. *Radioscopy*. — All. *Radioskopie*.)

RADIOSCRIPTEUR. Appareil pour la transmission radioélectrique de l'écriture dactylographiée, inventé en Italie, par M. Compare. L'émetteur comporte un clavier de machine à écrire et le récepteur reproduit sur une feuille de papier le texte dactylographié transmis.

RADIOSERVICE. Nom donné aux services d'entretien et de dépannage des appareils radioélectriques, particulièrement des récepteurs de radiodiffusion. Voir *dépannage*, *dépanneur*, *radiodépanneur*, *radiocontrôleur*, etc...

(Angl. *Radioservice*. — All. *Radiodienst*.)

RADIOTECHNIQUE. Qui concerne la technique des sciences radioélectriques et

de leurs applications. Cette technique elle-même.

Les derniers progrès accomplis en radio-technique l'ont été dans les branches suivantes : modulation en fréquence, superhétérodyne à double variation de fréquence, transmission des fréquences très élevées dans les tubes de Southworth, optique électronique, applications des multiplicateurs d'électrons à émission secondaire. Voir *optique électronique*, *multiplieur*.

En électroacoustique, les progrès ont été conditionnés par la qualité des matériaux, notamment par l'application des haut-parleurs à aimant permanent. Le taux de distorsion en basse fréquence a été très réduit par l'emploi de la *contréréaction* ou *réaction négative* en basse fréquence.

Le tube de Southworth est un conducteur à haute fréquence tubulaire sans conducteur de retour intérieur au feeder.

Le récepteur à double changement de fréquence est silencieux en l'absence de signal à recevoir.

De nombreux perfectionnements caractérisent la construction des lampes. Voir *lampes* et en particulier chacune d'elles. En ce qui concerne les progrès sur les ondes courtes, voir *micro-ondes*, *ondes courtes* et *très courtes*, *magnétron*. Pour ce qui est relatif aux récepteurs, voir ce terme et *antiparasite*, *perturbation*. Divers perfectionnements de la radiotechnique concernent aussi la *télévision*, les *oscillographes* à rayons cathodiques, les *mesures* en haute fréquence. Voir ces termes.

(Angl. *Radiotechnics*. — All. *Radio-technik*.)

RADIOTÉLÉGRAMME. Terme officiel désignant un télégramme original ou à destination d'une station mobile, transmis sur tout ou partie de son parcours, par les voies de radiocommunication du service mobile (C. E. I., 1934 et Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

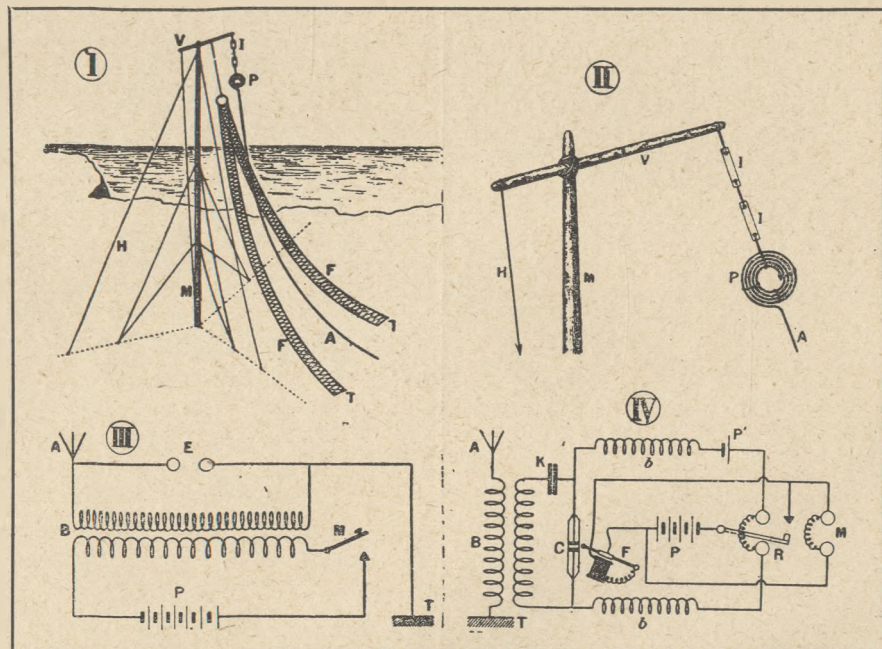
Télégramme transmis sur tout ou partie de son parcours par des moyens radio-électriques (Congrès juridique international, Rome, 1928).

— **Radiotélégramme d'État.** Sont considérés comme tels ceux émanant d'un chef d'État, d'un ministre, d'un chef de colonie, protectorat, territoire sous mandat, etc..., d'un commandant en chef, d'un agent diplomatique ou consulaire, du secrétaire général de la Société des Nations, ainsi que les réponses à ces télégrammes. Tous autres messages sont dits *privés*.

(Angl. *Radiotelegram*. — All. *Funktelegramm*.)

RADIOTÉLÉGRAPHIE. Art de réaliser des communications télégraphiques par voie radioélectrique (C. E. I., 1934). Radiocommunication de textes au moyen de signes conventionnels. (Congrès juridique international, Rome, 1928.)

— **Historique.** En 1888, le Professeur Branly étudia les « radioconducteurs », corps décelant la décharge électrique à distance et sans fil. En 1891, il inventa le tube à limaille (cohéreur) servant à la détection des ondes et indiqua le principe des radiocommunications. Puis il mit en évi-



Installations radiotélégraphiques de Marconi en 1899. — I. Antenne : A, antenne ; F, fils de terre ; H, haubans ; M, mât ; V, vergue ; I, isolateurs ; P, plaque de ciel ; T, terre. — II. Détail du sommet du mât : A, antenne ; H, haubans ; I, isolateurs ; M, mât ; P, plaque de ciel ; V, vergue. — III. Poste transmetteur : A, antenne ; B, bobine d'induction ; E, éclateur à boules ; M, manipulateur ; P, batterie de piles sèches ; T, terre. — IV. Poste récepteur : A, antenne ; B, transformateur ; C, cohéreur ; K, condensateur d'accord ; b, bobines de choc ; P, P', piles ; F, frappeur ; R, premier relais ; M, enregistreur Morse.

dence l'influence des tiges métalliques (antennes d'émission et de réception). Dès 1896, Marconi compléta son émetteur par une plaque de terre et un vase métallique formant antenne à l'extrémité d'une perche isolée. En 1897, des communications radiotélégraphiques purent être établies en dehors des laboratoires, entre des navires de guerre italiens munis d'antennes de 22 et de 34 mètres et distants de 16 kilomètres. En 1898 et 1899, Marconi réalisa en Angleterre une transmission sur une cinquantaine de kilomètres entre antennes maintenues par des ballons captifs, puis à plus de 110 kilomètres entre navires de guerre britanniques, dont les antennes de 53 et de 60 mètres étaient également soutenues par des ballons. Le poste émetteur comportait une bobine d'induction alimentée en courant continu et un éclateur dans le circuit antenne-terre. Le récepteur était muni d'un *cohéreur* de Branly, intercalé entre antenne et terre; en dérivation, le circuit auxiliaire possédait une pile et un relais magnétique, actionnant le décohéreur et l'inscripteur accordé, comportant une capacité et couplé à l'antenne par transformateur. Marconi signale dans son brevet l'intérêt de la syntonie. L'antenne est compliquée : deux filets métalliques permettent de faire varier sa capacité par rapport au sol. L'inductance est modifiée en enroulant la descente sur des bâtons d'ébonite. A l'extrémité isolée de l'antenne figurait une « plaque de ciel ».

On estime en général que la radiotélégraphie a été officiellement consacrée le 28 mars 1899 par la transmission à travers la Manche, entre Douvres et Wimeux, du premier radiotélégramme enregistré, sur une distance de 50 kilomètres au moyen de deux stations côtières munies de mâts de 45 mètres. La teneur de ce radiotélégramme historique était la suivante : « M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments par le télégraphe sans fil à travers la Manche, ce beau résultat étant dû en partie aux remarquables travaux de M. Branly. »

Le développement de la radiotélégraphie, la première des applications des ondes électromagnétiques, a été jalonné par les progrès réalisés en radiotechnique. Les premiers perfectionnements portèrent sur la syntonie et l'amortissement des ondes. Récepteurs et émetteurs furent améliorés par la résonance. Les détecteurs magnétique, électrolytique, à cristal remplacèrent le cohéreur. Les ondes entretenues produites par les arcs et les alternateurs à haute fréquence furent substituées aux ondes amorties. Les progrès les plus considérables datent de l'invention des lampes électroniques, diodes, triodes et autres qui se prêtent à l'entretien des ondes, ainsi qu'à la détection, à l'amplification en haute, moyenne ou basse fréquence, à la modulation, à la réaction, à la réception hétérodyne, superhétérodyne et par super-réaction.

L'origine du réseau radiotélégraphique français remonte à l'année 1902, où le général Ferrié, alors lieutenant, établit une liaison sans fil entre la Martinique et la Guadeloupe après l'éruption de la Montagne Pelée qui avait détruit le câble.

En 1903, il entreprend l'étude de la station de la Tour Eiffel, achevée en 1908, et cette même année, installe le réseau militaire du Maroc. Pendant la guerre, la station de Lyon (1914) doubla celle de la Tour Eiffel.

Actuellement la radiotélégraphie trouve de multiples emplois dans un grand nombre de services publics : services terrestres continentaux et intercontinentaux, services maritimes et aériens, services métropolitains et coloniaux, services scientifiques, services spéciaux pour les besoins militaires, la marine et l'aviation nationales. Le littoral est jalonné de stations côtières pour l'émission et la réception, ainsi que pour les relèvements *radlogoniométriques* (voir ce terme). En outre, il existe certains services scientifiques, notamment les services météorologiques, les signaux horaires, etc... A présent, les stations radiotélégraphiques à ondes longues ont cédé le pas aux stations à ondes courtes et très courtes, utilisant des antennes-projecteurs pour concentrer l'énergie radiante dans un faisceau dirigé vers le correspondant éventuel. Voir *antenne, dirigé, ondes courtes, propagation*. On obtient ainsi une transmission de meilleure qualité et plus économique, à la condition toutefois de choisir la longueur d'onde qui convient à chaque temps, chaque lieu et chaque destination.

— **Organisation internationale des services radiotélégraphiques.** Les plus anciennes conventions radiotélégraphiques

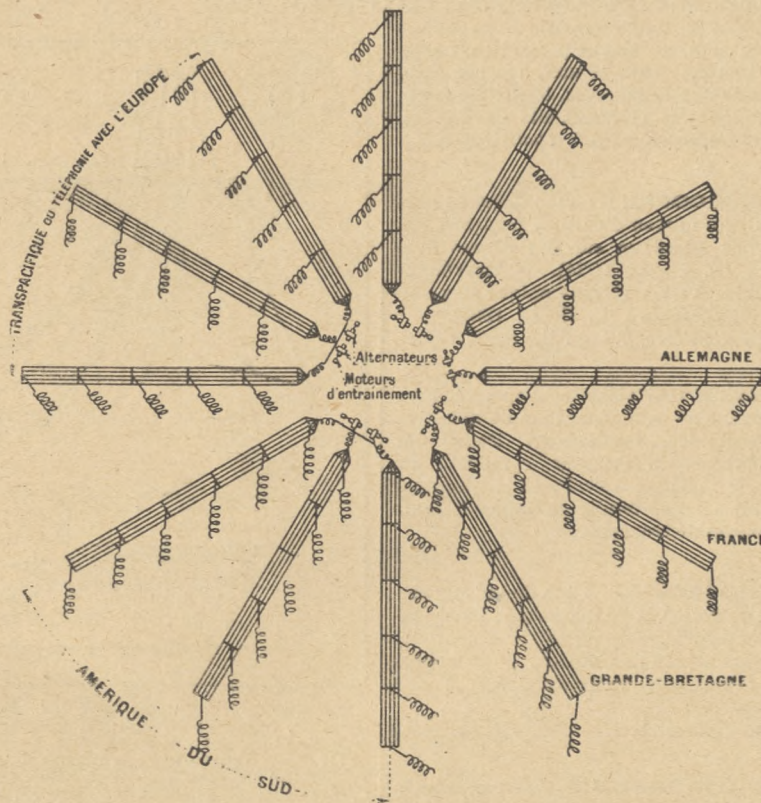
ont pour base les conventions télégraphiques, en particulier celle de Saint-Petersbourg (1875) révisée à Lisbonne (1908). La première conférence radiotélégraphique internationale élaborait la Convention radiotélégraphique internationale de Londres (1912), extension de la conférence de Berlin (1906).

L'institution et la réglementation des émissions horaires et astronomiques incombèrent à la Conférence de l'Heure à Paris (1912 et 1913). La sécurité maritime fut examinée à Londres (1913-1914) par la conférence sur la Sauvegarde de la Vie humaine en mer.

Les principes de la Convention de Londres sont à la base de la réglementation radiotélégraphique actuelle. Elle imposa l'intercommunication des stations, indépendamment du système d'appareils employés. Les télégrammes météorologiques furent limités à 20 mots et transmis sur demande aux navires (voir *météorologie*). En outre, cette conférence institua les *radiophares*, réalisés en France par M. A. Blondel, mais ne s'occupa pas de la radiogoniométrie, alors trop récente. Elle imposa des conditions strictes pour la sécurité maritime : obligation de postes émetteurs à bord, d'un service de veille permanent. Les appels de détresse, émis sur 600 mètres, furent reçus par priorité absolue.

La Conférence de Londres affecta des gammes d'ondes, interdit l'émission directe et créa une seconde classe de radiotélégraphistes de bord.

En 1920, la Conférence radiotélégra-



Disposition générale des antennes de la station radiotélégraphique de Rocky-Point (Long Island).

phique préparatoire de Washington émit un certain nombre de suggestions, concernant surtout les communications radiotélégraphiques entre stations fixes et mobiles, les services de presse et la radiogoniométrie. Elle posa le problème du secret de la correspondance, de la libre circulation des ondes au-dessus des territoires des tiers. Elle proposa une répartition des ondes de travail en raison de la nature du service, réserva les ondes amorties ou entretenues fractionnées aux services publics, précisa le fonctionnement des radiophares et de la radiogoniométrie (ondes de 450, 800 et 2.400 mètres), interdit l'usage de l'onde de compensation dans les postes à arc, préconisa l'emploi d'ondes pures et d'appareils automatiques, tous vœux déjà exprimés en juillet 1920 par la Conférence radiotélégraphique consultative de Paris.

Le 4 octobre 1927 s'est réunie la Conférence radiotélégraphique internationale plénière de Washington, appelée à se prononcer sur plus de 1.600 propositions relatives à des problèmes télégraphiques ou radio-électriques et qui a sanctionné la plupart des vœux essentiels émis par les conférences préparatoires.

La question la plus délicate est celle de l'attribution des longueurs d'onde, en raison du développement de la radiophonie que n'avait pas prévu la Conférence de 1920. Mais le travail était déjà accompli en majeure partie par l'Union internationale de Radiodiffusion (voir *radiodiffusion*), à qui l'on doit les plans pour l'attribution des fréquences. A l'heure actuelle, l'organisation de la radiotélégraphie est déterminée par la Convention internationale des télécommunications (Madrid 1932), à laquelle succédera celle du Caire en 1938. Voir *conventions, conférences*.

— **Centre radiotélégraphique.** Nous indiquons à toutes fins utiles les caractéristiques d'un centre pour transmissions radiotélégraphiques à ondes longues, aux quelles ont été généralement substituées les radiocommunications à ondes courtes. Pour les ondes courtes, voir *radiotéléphonie*. Les services radiotélégraphiques sont répartis en un centre d'émission, un centre de réception et un bureau central, où sont opérés la manipulation et l'enregistrement des signaux.

Le centre d'émission possède plusieurs stations qui peuvent transmettre simultanément sur des antennes ou des secteurs d'antenne utilisables indépendamment. Le centre de Sainte-Assise dispose, pour les liaisons européennes, de deux secteurs d'antenne ayant une capacité de 0,011 microfarad et une inductance de 2.500 microhenrys en moyenne. De même la grande antenne est divisée en deux nappes symétriques travaillant en *diplex*.

L'efficacité d'une station d'émission dépend à la fois de sa puissance et de son antenne et se mesure en *mètres-ampères*. Les efficacités comparées de quelques-unes des principales stations d'émission sont les suivantes :

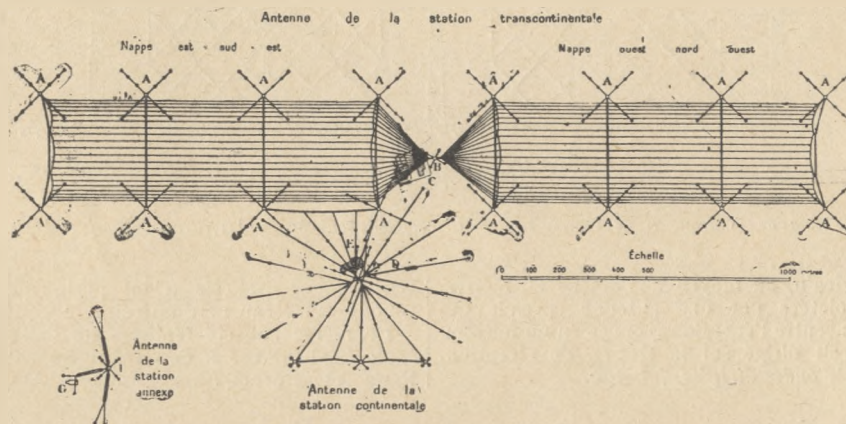
Sainte-Assise...	240.000	mètres-ampères.
Saïgon.....	120.000	—
Nauen.....	20.000	—

Buenos-Aires...	115.000	mètres-ampères
Long-Island...	100.000	—
Bordeaux.....	80.000	—

Les émissions sont généralement centralisées dans une même salle où convergent les antennes et où sont groupés les appareils statiques d'émission, les machines tournantes et leurs accessoires. En raison de l'automatisme des appareils, le personnel est très réduit : au centre de New-York (Long Island), 60 agents assurent en permanence les six liaisons simultanées à

dés. Pratiquement les réceptions auditives (lecture au son) et phonographiques ont été supprimées, en raison de leur faible rendement.

Les transmissions sont généralement effectuées au moyen d'appareils automatiques Baudot ou Wheatstone qui impriment directement les messages à la vitesse moyenne de 100 mots par minute. Parfois, les signaux sont reçus à l'*ondulateur*, puis déchiffrés. L'émission automatique est assurée par le passage de bandes de papier perforées dans des relais appropriés.



Disposition générale des antennes du centre d'émission de Sainte-Assise : AA, pylônes de 250 m. supportant les traversiers; B, pylône de 50 m. supportant la descente des nappes; C, station transcontinentale; D, pylône de 250 m. supportant l'antenne en parapluie; E, station continentale; F, pylône de 100 m. supportant l'antenne de la station annexe; G, station annexe.

grande distance. A Sainte-Assise, 45 personnes suffisent.

Le courant de manipulation, transmis du bureau central à la station, actionne un relais de ligne, un relais intermédiaire et finalement le relais de manipulation.

En augmentant l'isolement de la nappe d'antenne et en réduisant la résistance de la terre, notamment par des *contrepois* ou des prises multiples, on abaisse à 0,30 ou 0,35 ohm la résistance d'une antenne de 0,05 microfarad environ couvrant 60 hectares. Toutefois, le rapport de la capacité à la résistance doit rester assez élevé pour les transmissions automatiques rapides. Une antenne ayant une capacité de 5,5 millièmes de microfarad et une résistance de 0,7 ohm ne peut permettre de dépasser une vitesse de manipulation de 50 mots par minute.

La station réceptrice recueille les ondes et les transforme en courants de basse fréquence qui sont transmis par ligne au bureau central. Pour éviter les perturbations électriques, cette station est installée loin du centre urbain et du centre d'émission. Les postes récepteurs correspondant aux différentes liaisons sont installés dans un même local et surveillés par un nombre réduit d'agents.

Le bureau central groupe le contrôle de l'émission et de la réception, ainsi que les opérateurs du trafic : perforateur, manipulateur, lecteur de bandes. Dans ces conditions, deux correspondants peuvent modifier réciproquement et instantanément l'allure de la transmission, exécuter les retransmissions ou ralentissements deman-

Les liaisons entre les centres d'émission, de réception et le bureau central sont assurées par des câbles spéciaux sous plomb. L'induction mutuelle, la distorsion, l'affaiblissement sont combattus au moyen de procédés appropriés : balancement des câbles, pupinisation, amplification. Le câble du bureau central de Paris possède 14 paires de conducteurs combinables donnant 21 communications.

Pour ce qui concerne les particularités du service radiotélégraphique sur ondes courtes, voir, *ondes courtes, antennes, dirigé, propagation et radiotéléphonie*.

(Angl. *Radiotelegraphy*. — All. *Funk-Drahtlose Telegraphie*).

RADIOTÉLÉPHONIE. Art de réaliser des communications téléphoniques par voie radioélectrique (C. E. I., 1934). — Radiocommunication de la parole ou du son (Congrès juridique international, Rome, 1928).

Ce terme est généralement considéré comme synonyme de son diminutif *radiophonie*. Cependant, *radiophonie* est employé d'ordinaire dans le sens de *radiodiffusion*, tandis que *radiotéléphonie* désigne plus spécialement les liaisons téléphoniques privées, unilatérales ou bilatérales, effectuées au moyen des ondes dirigées.

— **Radiotéléphonie par ondes dirigées.** La première liaison à grande vitesse de cette nature fut établie le 6 janvier 1927 entre Londres et New-York, au moyen d'ondes longues, souvent troublées

par les perturbations atmosphériques. Des conditions d'économie, de qualité et de rendement ont engagé à étudier des liaisons à ondes courtes, telles que celle qui fonctionne depuis le 19 mars 1927 entre Sainte-Assise (Paris) et Alger, réunissant tout le réseau téléphonique français à l'ensemble du réseau téléphonique nord-

lampes triodes à circulation d'eau, et à montage équilibré, donnant normalement 12 à 15 kilowatts dans l'antenne. La modulation par contrôle d'anode comporte trois lampes puissantes du même type.

Ce système de radiotéléphonie par ondes dirigées réalise la connexion immédiate d'un poste d'abonné quelconque du réseau

antennes à réflecteur sont tendues sur des pylônes de 75 mètres de hauteur. Grâce à la direction des ondes, cette station de 15 kilowatts équivaut à un émetteur de 300 kilowatts travaillant sur antenne ordinaire.

La réception des communications amé-

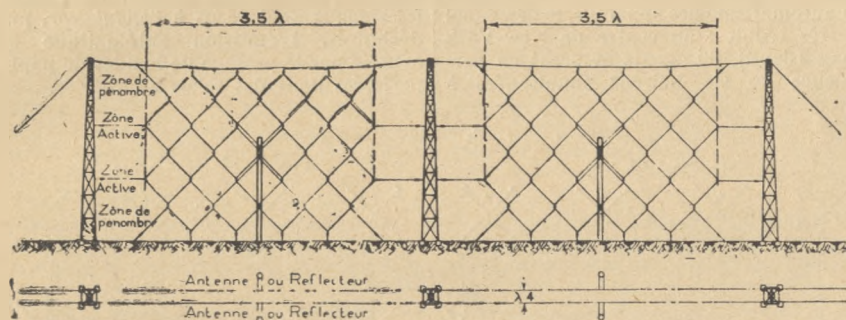


Schéma de l'antenne et de l'écran utilisés en radiotéléphonie à ondes projetées entre Paris et Alger.

africain, au moyen d'ondes de 30 mètres, projetées par une antenne spéciale qui concentre l'énergie rayonnée en un faisceau étroit dirigé sur la station de réception. Voir ondes dirigées, faisceau.

téléphonique français à un poste quelconque du réseau nord-africain.

De même ont été réalisées les liaisons radiotéléphoniques à ondes dirigées entre Paris et Buenos-Aires, Saïgon, Alger,

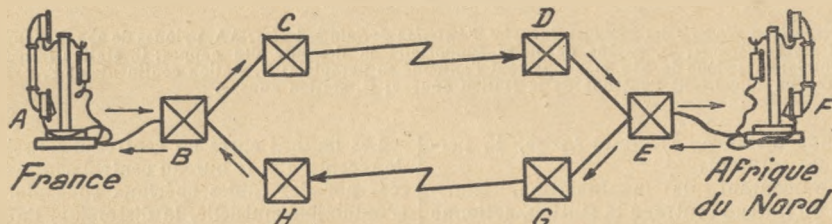


Schéma de la liaison radiotéléphonique duplex entre la France et l'Afrique du Nord.

Cette antenne, Chireix-Mesny, est constituée par un réseau de mailles métalliques, dessinées par un fil développé en dents de scie. Chaque élément de la ligne brisée mesure une demi-longueur d'onde. Le réseau complet compte en longueur 5 ou 6 ondes et le faisceau irradié a un angle d'ouverture de moins de 20°. Pour un écart inférieur à 5° de la direction privilégiée, l'énergie reçue n'est plus que la moitié de la valeur maximum captée dans l'axe. Un écran semblable à l'antenne et installé en arrière à la distance d'un quart de longueur d'onde complète le système.

La stabilisation rigoureuse de la fréquence est obtenue au moyen d'un « maître-oscillateur » à quartz piézo-électrique. La puissance rayonnée est de 15 kilowatts pour une puissance d'alimentation de 60 kilowatts. L'émetteur peut fonctionner sur deux émissions entre 15 et 40 mètres. Les oscillations engendrées dans le circuit du quartz sont entretenues par une lampe triode de 10 watts. Leur fréquence est multipliée par deux étages doubleurs de fréquence; la puissance est amplifiée par quatre étages à montage symétrique comportant chacun deux ou quatre lampes. Le dernier étage peut débiter une puissance de 1 kilowatt environ, qui commande deux grosses

Rabat, l'Egypte, l'U. R. S. S. et les Etats-Unis (1936).

La liaison France-Etats-Unis utilise à Pontoise deux émetteurs pouvant travailler chacun sur deux longueurs d'onde. Les ondes de trafic sont 16,58 mètres, 21,80 m. et 28,76 m. La stabilité de l'onde émise est assurée à 1/100.000 près. La puissance dans le dernier étage est de 14 kilowatts; la modulation symétrique (push-pull) peut transmettre toutes les fréquences de 50 à 11.000 p : s. L'onde porteuse peut être partiellement ou totalement supprimée lorsque les correspondants ne parlent pas, au moyen d'une tension auxiliaire à 6.000 p : s qui, après redressement, polarise les grilles des lampes. Il en résulte une économie d'énergie appréciable. Lorsqu'il est utilisé en télégraphie, l'émetteur peut développer 20 kilowatts; la vitesse de manipulation est de 150 bauds avec relais et de 500 bauds avec téléscripteur. Le matériel est prévu en double. Le démarrage et le contrôle sont à commande automatique.

Le passage d'une longueur d'onde d'émission à une autre ne demande pas deux minutes. La haute tension continue (10.000 à 12.000 v) est fournie par des redresseurs à vapeur de mercure commandés automatiquement par régulateur d'induction. Les

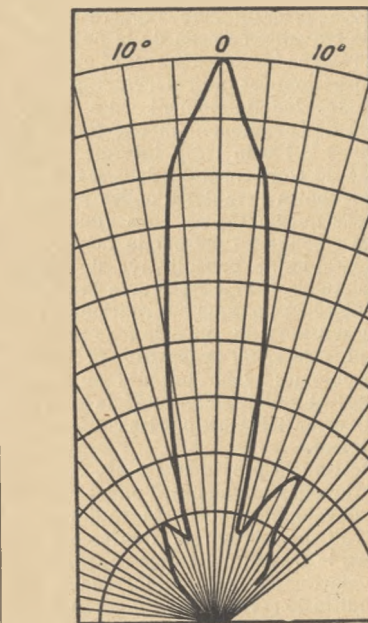


Diagramme polaire du champ rayonné dans la direction d'Alger par l'antenne d'émission dirigée de Paris.

ricaines est assurée à Noisseau sur ondes de 15,61 m.; 20,73 m. et 30,77 m. par des changeurs de fréquence à hétérodyne séparé munis de lampes écran à pente variable, avec bande passante réglable entre 2 et 6 kh et commande automatique de sensibilité maintenant constant le niveau de sortie quand la tension du signal d'entrée varie entre 1 et 20.000. La puissance acoustique des signaux de parole est, en moyenne 1.000 fois supérieure à celle des parasites et du bruit de fond.

Le secret des communications radiotéléphoniques est assuré par l'emploi, à l'émission, d'un filtre de bande approprié, conservant seulement les fréquences de la parole comprises entre 250 et 2.750 p : s, et d'un modulateur à 3.000 p : s qui inverse les fréquences. Ainsi inversées du grave à l'aigu et réciproquement les modulations de la parole deviennent inintelligibles; pour les reconstituer il suffit de les faire battre à nouveau avec un modulateur à 3.000 p : s.

Pour relier la transmission radioélectrique au réseau téléphonique d'abonné, il faut que le circuit d'émission soit bloqué quand le circuit de réception fonctionne et inversement. Ces actions de blocage et de déblocage des voies de transmission s'effectuent assez rapidement pour l'échange des répliques et sans bruits de « clocs » au moyen d'amplificateurs redressant une partie des courants de parole et polarisant les grilles des lampes des amplificateurs d'arrivée et

de départ. Des régulateurs spéciaux compensent les différences de niveau entre les postes d'abonnés.

(Angl. *Radiotelephony*. — All. *Funksprech.*)

RADIOTHÉRAPIE. Applications thérapeutiques des rayons X (C. E. I., 1934). Synonyme *Röntgentherapie*.

(Angl. *Radiotherapy*. — All. *Radiotherapie*.)

RADIOTRANSMISSION. Transmission par ondes électromagnétiques. Exemple : radiotransmission des images. Voir *bélinographie*, *phototélégraphie*.

(Angl. *Radiotransmission*. — All. *Funkübertragung*.)

RADIOTRON. Terme anglais désignant les tubes à vide électroniques en général, servant à l'émission ou à la réception des ondes radioélectriques.

(Angl., All. *Radiotron*.)

RADIOVISION. Voir *télévision*.

RAIE. Bande lumineuse ou sombre apparaissant dans le spectre d'une radiation. — **Raie d'étincelle.** Voir *étincelle*. (Angl. *Line*. — All. *Linie*.)

RAINURE. Synonyme d'*encoche*. Voir ce mot.

RANGÉ. Se dit d'un bobinage comportant des couches de fil alignées et superposées, généralement séparées les unes des autres par des épaisseurs de papier ou de toile isolante pour diminuer la capacité répartie de l'ensemble.

(Angl. *Bank Winding*. — All. *Reihewicklung*.)

RAPIDITÉ. Rapidité de modulation. Inverse de la durée exprimée, en secondes, de l'élément de modulation minimum, c'est-à-dire de la plus courte émission complète. La rapidité de modulation est exprimée en *bauds*. Dans le système télégraphique Hughes, la rapidité de modulation est de 11,2 bauds. Voir *modulation*, *baud*, *transmission*.

(Angl. *Modulation Velocity*. — All. *Modulierung Geschwindigkeit*.)

RAPPORT. Rapport d'enroulement. Rapport entre les nombres de spires des enroulements d'un transformateur (C. E. I., 1934).

— **Rapport de transformation.** Rapport des tensions entre bornes, ou, dans certains cas, des courants d'un transformateur, dans des conditions déterminées (C. E. I., 1934). Voir *transformateur*, *transformation*.

(Angl., *Rat*, *Ratio*. — All. *Verhältniss*.)

RAYON. Pinceau ou faisceau étroit d'ondes ou de corpuscules qui se propagent

généralement en ligne droite, au moins dans un milieu homogène.

— **Rayon d'action agréable.** On appelle rayon d'action agréable d'une station la portée de cette station jusqu'à la distance où les phénomènes d'évanouissement (*fading*) deviennent sensibles. Pour un sol de conductibilité moyenne

$$\sigma = 10^{-13} \text{ u. e. m. c. g. s.}$$

et pour les longueurs d'onde comprises entre 200 et 2.000 mètres, les phénomènes d'évanouissement deviennent gênants au point où le champ du rayonnement superficiel est égal à 0,3 mV : m pour 1 kilowatt de puissance rayonnée (Commission technique U. I. R., 1933). L'emploi des antennes d'émission spéciales à grand rayonnement direct (dites *antifading*) permet d'augmenter de 20 à 25 pour 100 le rayon d'action agréable, de la station. Augmentation d'autant plus marquée que l'émission est faite sur ondes plus courtes. Voir *portée*.

— **Rayons canaux.** Courant d'ions positifs à grande vitesse produit dans un tube à décharge contenant un gaz à basse pression (C. E. I., 1934). Voir *canaux*. Synonyme *rayons positifs*.

— **Rayons cathodiques.** Voir *cathodique*. *Oscillographe à rayons cathodiques* : voir *oscillographe*.

— **Rayons caractéristiques.** Rayons émis consécutivement à l'excitation d'un atome par un rayonnement incident électromagnétique ou corpusculaire, avec une longueur d'onde caractéristique pour chaque espèce d'atomes. (C. E. I., 1934.) Synonyme *rayons de fluorescence*.

— **Rayons cosmiques.** Ces rayons très pénétrants produisent à la surface du sol, dans une chambre d'ionisation, un petit nombre de paires d'ions, une à deux par centimètre cube de gaz et par seconde. L'intensité d'ionisation croît avec l'altitude. Cette radiation est caractérisée par une énergie considérable, qu'on chiffre par centaines de millions et par milliards d'électrons-volts, alors que les rayons α , β , γ des corps radioactifs n'atteignent pas dix millions d'électrons-volts. L'électron-volt est l'énergie acquise par un électron sous un potentiel de 1 v, c'est-à-dire $1,6 \times 10^{-12}$ ergs.

L'intensité de rayonnement accuse des variations de l'ordre de 15 pour 100 en fonction de la latitude. La mesure de cette intensité est faite à l'*ionomètre* ou *chambre d'ionisation*. Voir ces mots. On obtient des résultats plus précis par la méthode des coïncidences, utilisant le *compteur à électrons*. Voir ces mots. Le compteur Geiger-Muller comporte un fil métallique fin en acier oxydé disposé suivant l'axe d'un tube métallique rempli de gaz à la pression de quelques centimètres de mercure. Une tension de 1.000 à 2.000 v. est appliquée entre le cylindre et le fil, celui-ci étant relié à un électromètre ou à un amplificateur à lampes. Si un électron traverse le gaz du compteur, les ions engendrés produisent une décharge disruptive enre-

gistrée à l'électromètre ou après l'amplificateur. On dispose l'un au-dessus de l'autre trois compteurs. En principe, les corpuscules radioactifs ne peuvent traverser que le premier compteur; seules les radiations cosmiques sont assez pénétrantes pour

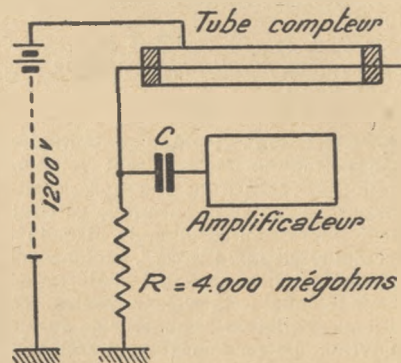


Schéma du compteur d'électrons de Geiger-Muller pour l'étude des rayons cosmiques.

traverser le troisième compteur. On peut aussi photographier la trajectoire de chaque rayon cosmique. Certains corpuscules ont un pouvoir de pénétration dépassant 1 mètre de plomb. Les plus pénétrants sont dirigés verticalement, les plus mous dans les directions obliques. Au voisinage de l'équateur géométrique, les rayons venant de l'ouest sont plus nombreux que ceux venant de l'est. Voir *astral*, *cosmique*, *chambre*, *ionisation*, *radiation*, etc...

— **Rayons diffusés.** Rayons résultant du phénomène de la diffusion (C. E. I., 1934).

— **Rayons durs.** Rayons très pénétrants (C. E. I., 1934). Voir *dur*.

— **Rayons de fluorescence.** Voir *rayons caractéristiques*.

— **Rayons mous.** Rayons peu pénétrants (C. E. I., 1934). Voir *mou*.

— **Rayon normal.** Rayon se propageant suivant l'axe du cône de rayonnement utilisé (C. E. I., 1934).

— **Rayons positifs.** Voir *rayons canaux*.

— **Rayons secondaires, tertiaires, etc...** Rayons émis consécutivement à l'absorption d'un rayonnement incident (C. E. I., 1934).

— **Rayons X.** Rayons électromagnétiques émis par les couches électroniques externes dont la longueur d'onde est comprise entre 10^{-10} et 2×10^{-6} cm (0,01 à 200 angströms). Dans la terminologie de la théorie quantique de la lumière, les rayons X représentent des quanta de radiation dont l'énergie est comprise entre cent et quelques centaines de milliers d'électrons-volts (C. E. I., 1934). Synonyme *rayons Röntgen*.

— **Rayons α .** Rayons chargés positivement, émis par les substances radioactives (C. E. I., 1934).

— **Rayons β .** Rayons chargés négativement (électrons), émis par les substances radioactives (C. E. I., 1934).

— **Rayons γ .** Rayons analogues aux rayons X, en général plus pénétrants, émis par les substances radioactives (C. E. I., 1934).

Pour tout ce qui concerne les rayons, voir *absorption, filtration, foyer, spectre, etc.* (Angl. Ray. — All. Strahl.)

RAYONNANT. Pylône rayonnant. Pylône métallique isolé faisant fonction d'antenne. Un tel pylône se rapproche des conditions du radiateur théorique vertical, et peut vibrer en demi-onde. Un mât télescopique, dit *mât d'accord*, prolongeant le pylône métallique, permet d'ajuster la longueur d'onde à la valeur voulue, en opérant une variation de hauteur de 40 mètres environ. Le rendement peut être très voisin de l'unité, l'isolement du pylône unique évitant les pertes de puissance assez élevées dans les systèmes antenne-terre et dans les masses métalliques des supports d'antenne. Les haubans sont sectionnés et isolés. Chaque arête du pylône en acier est doublée par des conducteurs en aluminium qui forment le système rayonnant. En raison de la faible inclinaison des rayons sur l'horizontale, la réflexion des ondes se produit à une distance beaucoup plus considérable qu'avec une antenne, d'où amélioration de la portée et affaiblissement de l'évanouissement (*fading*). Toutes choses égales d'ailleurs, le rayonnement du pylône isolé est moitié plus élevé que celui du système antenne-terre. Le pylône rayonnant de la station de radiodiffusion de Budapest mesure 322 mètres de hauteur.

(Angl. Radiating. — All. Strahlend.)

RAYONNEMENT. Mode de propagation de l'énergie (élastique, thermique, électromagnétique) à l'entour d'un centre d'émission. Voir *électromagnétique, champ, onde, portée, propagation, radiation*.

— **Rayonnement corpusculaire.** Rayonnement formé par des particules matérielles électrisées ou non (*ions, électrons, neutrons, etc.*) (C. E. I., 1934). Voir *corpusculaire*.

— **Rayonnement électromagnétique.** Le rayonnement électromagnétique est caractérisé par la propagation d'ondes progressives. A une distance relativement grande du centre d'émission, ces ondes sont planes et possèdent une composante électrique (généralement verticale) et une composante magnétique (généralement horizontale) égales entre elles, synchrones, en phase et perpendiculaires à la direction de propagation. D'après la théorie du rayonnement développée par M. André Blondel, le champ électromagnétique en un point résulte de la superposition en ce point du champ incident et du champ réfléchi par le sol, qui se comporte comme un miroir pour les ondes. Voir *onde, propagation*.

— **Rayonnement hétérogène.** Rayonnement composé de radiations de longueurs d'onde différentes. (C. E. I., 1934.)

— **Rayonnement homogène.** Rayonnement composé de radiations ayant sensiblement la même longueur d'onde ou possédant le même *coefficient d'absorption* pour une substance donnée. (C. E. I., 1934.)

— **Rayonnement indépendant.** Rayonnement à spectre continu de qualité indépendante de la nature de l'anticathode. (C. E. I., 1934.)

— **Dureté d'un rayonnement.** Voir *dureté*.

— **Hauteur de rayonnement d'une antenne.** Demi-hauteur du doublet équivalent, c'est-à-dire qui produirait à distance le même champ électrique (C. E. I.,

celle de la nappe (0,5 à 0,7 de cette hauteur) (R. Mesny). Pratiquement, les résultats des mesures de champ sont toujours inférieurs à ceux des calculs de la hauteur de rayonnement. Voir *antenne, hauteur*.

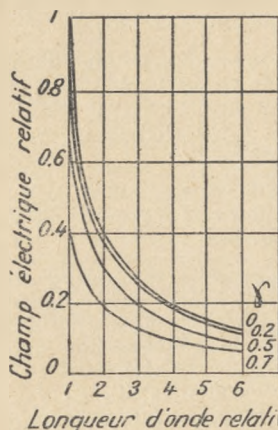
La hauteur de rayonnement d'un cadre est donnée par l'expression

$$\frac{2\pi S \cos \alpha}{\lambda}$$

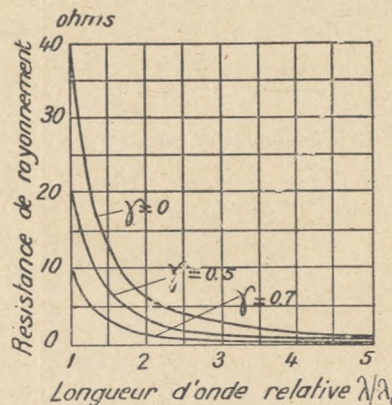
où S est la surface du cadre; α l'angle du plan du cadre avec la direction de la propagation et λ la longueur d'onde. Voir *cadre*.

— **Mesure du rayonnement.** Le rayonnement est aussi caractérisé par la portée de l'émission que traduit mathématiquement pour les grandes ondes la formule expérimentale d'Austin. Voir *portée*.

Le champ électrique à la réception est



Variations du rayonnement d'une antenne en fonction de sa forme γ et de la longueur d'onde relative λ/λ_0 ramenée à la longueur d'onde propre. Le nombre γ est nul pour l'antenne unifilaire verticale et augmente avec le développement de la nappe. (D'après G. W. Pierce.)



1934). La hauteur de rayonnement d'une antenne est la longueur d'une autre antenne, verticale, qui serait parcourue sur toute sa hauteur par un courant égal à celui qui existe au centre de la première et qui produirait le même champ que la première, à la surface du sol supposé parfaitement conducteur (R. Mesny).

Les composantes électrique et magnétique du champ produit à une distance D par une antenne d'émission parcourue à la base par un courant I_0 sur la longueur d'onde λ sont proportionnelles à $h I_0/\lambda D$, en désignant par h la hauteur de rayonnement de l'antenne, c'est-à-dire une longueur qui serait égale à la hauteur réelle de l'antenne si le courant conservait la même intensité tout le long de cette antenne. Voir *hauteur*. La grandeur $h I_0$ est appelée *efficacité* de l'antenne et s'exprime en *mètres-ampères*.

Pour une antenne verticale de hauteur h , la hauteur de rayonnement est égale à $2h/\pi$, si elle vibre en quart d'onde et à $0,5 h$, si elle vibre sur une longueur d'onde beaucoup plus grande que $4h$. Si l'antenne verticale est terminée par une nappe horizontale importante, la hauteur de rayonnement coïncide à peu près avec

la force électromotrice induite par mètre de hauteur effective de l'antenne de réception ou du cadre. Voir *hauteur*.

Le champ à la réception est de l'ordre de 20 à 150 microvolts par mètre pour le trafic radioélectrique normal à grande distance. La valeur du champ varie beaucoup d'un jour à l'autre et aux différentes heures de la journée, notamment pour les ondes courtes et aussi par suite de circonstances locales. Voir *diurne, nocturne, effet, propagation, évanouissement*.

On calcule le champ électrique E en microvolts par mètre en opérant la réception sur un cadre de hauteur de rayonnement calculée h mètres, parcouru par un courant induit i microampères et ayant une résistance R ohms. On en déduit,

$$E = Ri/h.$$

On mesure i avec un galvanomètre à thermoélément. Connaissant E , on peut en tirer la valeur de la hauteur de rayonnement h d'une antenne d'émission par l'expression.

$$h = E \lambda D / 120 \pi I,$$

h étant exprimé en mètres, E en microvolts par mètre, λ et D en kilomètres, I en ampères (courant dans l'antenne d'émission).

sion). Cette formule n'étant valable que si D est assez petit, Austin a établi expérimentalement la formule suivante convenant aux grandes distances et aux grandes ondes (supérieures à 400 mètres environ).

$$E = \frac{120\pi h I}{D} e^x \text{ avec } x = -0,0015 \frac{D}{\sqrt{\lambda}}$$

avec les mêmes notations que précédemment.

— **Pouvoir de pénétration d'un rayonnement.** Voir *pouvoir, pénétration*.

— **Résistance de rayonnement d'une antenne.** Composante de la résistance d'antenne qui, multipliée par le carré du courant d'antenne, mesure la puissance rayonnée. (C. E. I., 1934).

L'énergie qui se propage dans le champ électromagnétique est proportionnelle au produit des composantes électrique et magnétique du champ, donc au carré I_0^2 du courant dans l'antenne d'émission. On peut donc mettre cette énergie sous la forme $W = R I_0^2$.

La résistance R ainsi définie est la *résistance de rayonnement* de l'antenne d'émission, qui a pour expression :

1° Dans le cas d'une antenne isolée à chaque extrémité et sans tenir compte de la terre

$$R = 80 \pi^2 h^2 / \lambda^2.$$

2° Dans le cas d'une antenne en nappe mise à la terre

$$R = 160 \pi^2 h^2 / \lambda^2,$$

en appelant h la hauteur de rayonnement et λ la longueur d'onde. Une station d'émission ayant une efficacité de 100.000 mètres-ampères peut, sur 15.000 mètres de longueur d'onde, avoir une résistance de rayonnement de 0,15 ohm pour une résistance totale d'antenne de 0,70 ohm; une station de 200.000 mètres-ampères peut avoir, sur la même longueur d'onde, une résistance de rayonnement de 0,18 ohm pour une résistance totale de 0,50 ohm. Sur un grand navire, la résistance de rayonnement de l'antenne est de l'ordre de 1 à 2 ohms. Voir *résistance antenne-terre*.

L'approximation de la formule est d'autant plus mauvaise que le rapport h/λ est plus élevé.

(Angl. *Radiation*. — All. *Strahlung*.)

RÉACTANCE. Grandeur électrique qui n'est définie avec précision qu'en courant alternatif sinusoïdal.

— **Réactance acoustique.** La réactance acoustique d'un milieu sonore est la composante imaginaire de l'impédance mécanique.

— **Réactance de capacité.** Inverse, changé de signe, du produit de la capacité par la pulsation. (C. E. I., 1934.)

— **Réactance effective.** Quotient de la composante de la tension en quadrature avec le courant par ce courant. (C. E. I., 1934.)

— **Réactance d'induction.** Produit de l'inductance par la pulsation. (C. E. I., 1934.)

— **Réactance mécanique.** La réactance mécanique d'un système électro-acoustique (microphone, diffuseur) est la composante imaginaire de l'impédance mécanique.

— **Réactance totale.** Somme algébrique de la réactance de self-inductance et de la réactance de capacité. — **Bobine de réactance.** Bobine intercalée dans un circuit pour y introduire une réactance. Voir *bobine de choc, bobine d'impédance*. Ne pas confondre avec *bobine de réaction*. (Angl. *Reactance*. — All. *Reaktanz*.)

RÉACTIF. Courant réactif. Composante du courant en quadrature avec la tension (C. E. I., 1934). Composante d'un courant alternatif sinusoïdal qui est en quadrature avec la différence de potentiel aux bornes de la fraction de circuit considérée. Voir *courant*. — **Puissance réactive.** (En régime sinusoïdal). Produit de la tension ou de la force électromotrice par la composante du courant en quadrature avec elle (C. E. I., 1934). Produit de la puissance apparente dans la fraction de circuit considérée par le sinus de l'angle de retard du courant sur la tension entre les bornes de cette fraction de circuit. Synonyme : *déwatté* (terme impropre). Contraire *actif*. Voir ces mots. Réactif se dit aussi de ce qui est relatif à la *réaction électromagnétique* et aux circuits de réaction. On dit aussi dans ce cas *rétroactif* ou *régénératif*.

(Angl. *Reactive, Regenerative*. — All. *Reaktiv, Ruck...*.)

RÉACTION. Nom donné à divers phénomènes électriques essentiellement différents.

— **Réaction de couplage.** Effet d'accouplement entre deux circuits traversés par des courants périodiques et qui en modifie les conditions d'oscillation (C. E. I., 1934). La réaction est une méthode consistant à faire réagir, le circuit de sortie d'un relais électronique sur le circuit d'entrée, en réintroduisant dans le premier une partie de l'énergie disponible dans le second.

En pratique, la réaction consiste à appliquer à l'entrée d'un amplificateur à lampes une partie de l'énergie amplifiée, recueillie à la sortie. La réaction peut être opérée par *couplage électrostatique* ou *électromagnétique*.

La fraction de l'énergie amplifiée du circuit de plaque, que la réaction réintroduit dans le circuit de grille, est réamplifiée à nouveau. Cette opération se renouvelle spontanément et automatiquement. L'amplification qui en résulte s'accroîtrait indéfiniment si elle n'était limitée par les extrémités mêmes de la partie rectiligne de la caractéristique de la lampe. Il s'établit donc un équilibre correspondant à une augmentation déterminée de l'amplification. Tout se passe comme si la réaction avait suppri-

mé une partie de la résistance électrique du circuit oscillant ou résonnant. On traduit ce phénomène en disant que la réaction introduit dans le circuit une *résistance négative*, qui se retranche de la résistance ohmique ou non inductive, toujours positive.

Si l'augmentation du couplage réactif est telle que la résistance atteigne la valeur *critique*, le système est au *seuil de l'amorçage* des oscillations. Dès lors, le moindre déséquilibre provoque l'établissement spontané des oscillations dans le circuit, qui fonctionne comme un générateur à lampe, hétérodyne ou autodyne.

Pour la réception des ondes amorties ou modulées, il suffit d'amplifier sans faire osciller. On règle donc le couplage réactif de manière à rester en deçà du seuil de l'amorçage. Il n'est pas toujours possible, en raison des distorsions qui en résultent, de bénéficier de l'amplification maximum ainsi offerte par la réaction.

Pour la réception des ondes entretenues non modulées, on pousse le couplage au delà du seuil d'amorçage et l'on pratique la réception par *battements* comme avec l'hétérodyne.

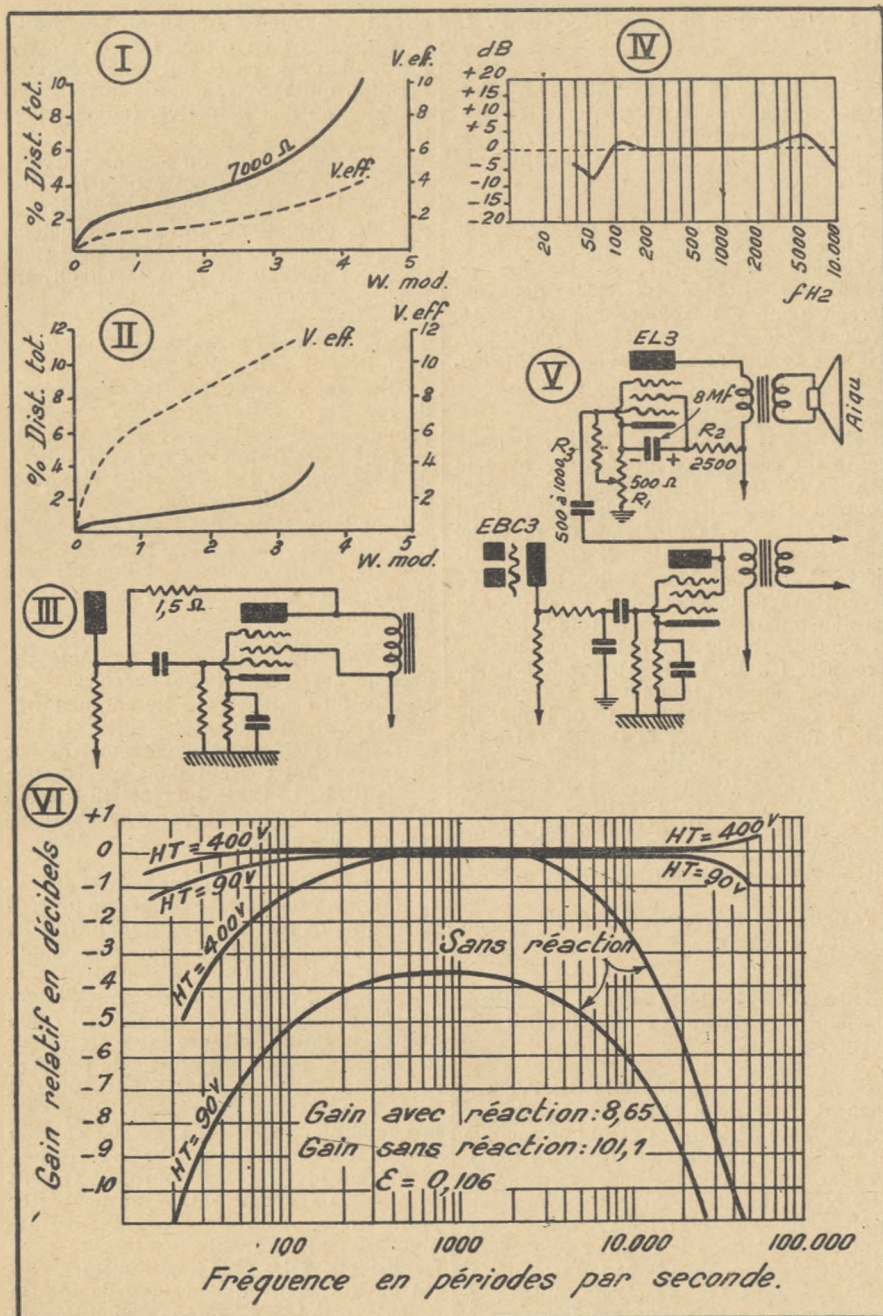
— **Réaction d'induit.** Ensemble des phénomènes magnétiques résultant du passage du courant dans les enroulements induits d'une machine électrique et, plus particulièrement, force magnétomotrice due au passage du courant dans ces enroulements (C. E. I., 1934). La réaction d'induit se traduit notamment par une chute de tension en charge.

— **Réaction négative ou contre-réaction en basse fréquence.** Ce procédé particulier de réaction consiste à introduire dans le circuit anodique d'un étage amplificateur une résistance à variation non linéaire, dont la valeur dépende de l'intensité du courant. La tension recueillie aux bornes de cette résistance est reportée sur la grille. On peut ainsi obtenir la compensation des distorsions introduites du fait de la non-linéarité des caractéristiques de la lampe amplificatrice. Les deux courbes — courbe à corriger et courbe de correction — doivent présenter des courbures en sens contraire. La compensation ne peut être pratiquement réalisée que pour les harmoniques les plus gênantes, c'est-à-dire pour les distorsions les plus importantes.

Une caractéristique essentielle de la contre-réaction, c'est que la diminution de distorsion est opérée aux dépens de la sensibilité du montage récepteur. Ainsi, pour une puissance de sortie de 3 watts modulés, la distorsion sera ramenée de 5 à 2 pour 100 tandis que la sensibilité de la lampe finale passera de 2,3 à 12 v environ, ce qui implique l'utilisation de pentodes à grande pente. La réaction peut être appliquée à l'ensemble des étages de basse fréquence.

La réaction peut porter soit sur le courant, soit sur la tension anodique.

Dans le premier cas, on utilise le courant alternatif de basse fréquence traversant la grille accélératrice, de la pentode. A cet effet, on intercale entre cette grille et le positif de la haute tension une résistance R_2 .



Contre-réaction à basse fréquence: I. Distorsion produite par une penthode EL3 en montage normal. — II. Distorsion compensée par la contre-réaction du montage V. — III. Montage de la contre-réaction sur tension alternative d'anode. — IV. Courbe de réponse obtenue avec contre-réaction selon la figure V. — V. Montage de la contre-réaction sur courant alternatif d'anode. — VI. Courbes comparées des gains d'amplification réalisés avec et sans contre-réaction.

la réaction s'opérant par le condensateur C ramenant sur la cathode les oscillations de basse fréquence. Sur la figure, on a représenté un tel montage pour une penthode EL3 avec $R_1 = 150$ ohms; $R_2 = 2.500$ ohms; $R_3 = 500.000$ ohms; $C = 4$ à 8 microfarads. Une meilleure compensation de la distorsion peut être obtenue en augmentant R_1 , à condition de pratiquer sur un point convenable de R_1 le retour de R_2 .

Les deux graphiques indiquent, le premier la distorsion normale de la penthode, le second la réduction de distorsion obtenue par le montage à contre-réaction avec les valeurs classiques suivantes: 250 v pour les tensions de plaque et de grille accélératrice, 7.000 ohms pour l'impédance de charge. Comme le signal d'entrée doit être important, il est préférable d'utiliser une penthode plutôt qu'une triode. La liaison

par transformateur présente sur celle par résistance et capacité l'intérêt d'une moindre constante de temps.

Le montage comportant la contre-réaction par tension alternative d'anode est analogue et plus simple. Toutefois c'est la contre-réaction par courant qui donne la meilleure compensation entre 50 et 10.000 p : s.

— **Alternateur à réaction.** Alternateur synchrone comportant un inducteur à pôles saillants, mais démunis d'enroulement d'excitation. La puissance réactive nécessaire étant fournie par une source extérieure de fréquence appropriée. (C. E. I., 1934.)

— **Amplificateur à réaction.** Voir amplificateur. La réaction peut être pratiquée soit en haute fréquence, soit en basse fréquence (voir contre-réaction ou réaction négative), au moyen de couplages électromagnétiques ou électrostatiques. La réaction en haute fréquence est généralement pratiquée dans les circuits précédant la lampe détectrice. Voir détectrice et détectrice à réaction.

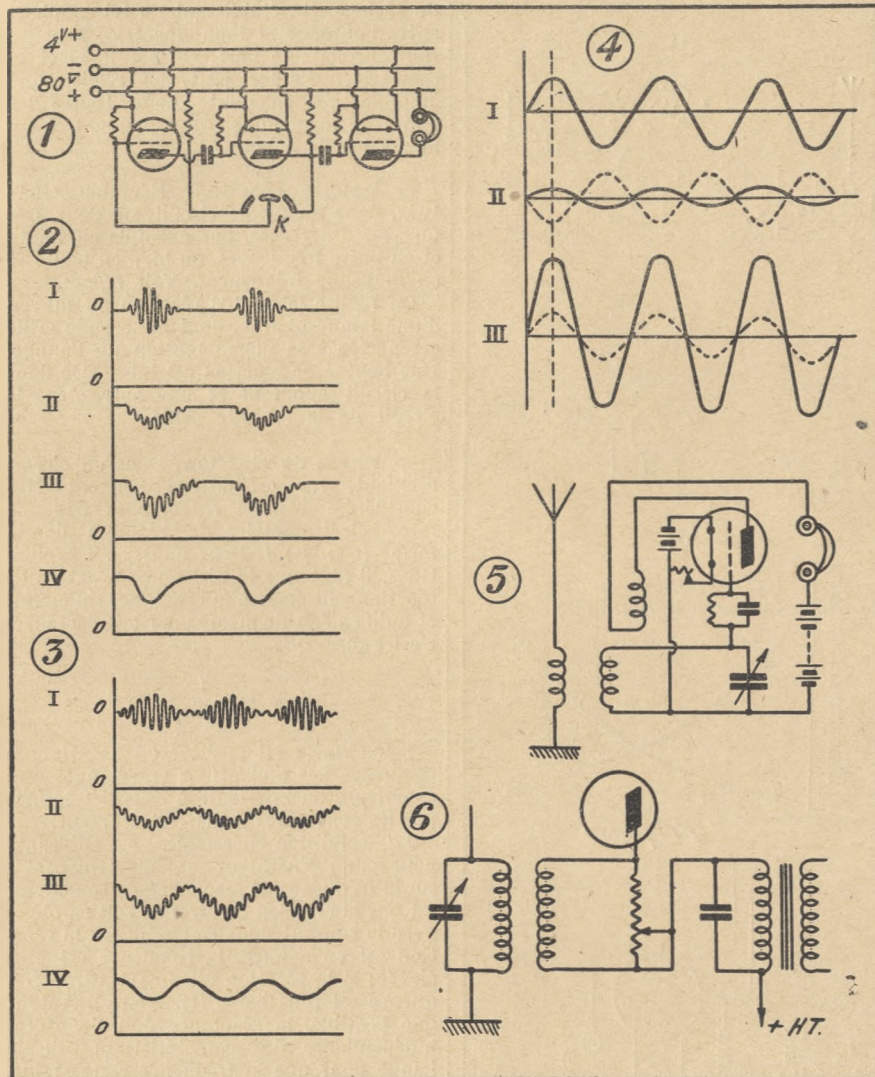
— **Amplificateur à réaction électrostatique.** La réaction électrostatique a été employée tout d'abord dans les premiers amplificateurs à résistances. Elle consiste à intercaler entre la grille d'une des lampes et la plaque d'un étage suivant un condensateur à trois armatures, appelé compensateur parce qu'il a pour objet de compenser par la réaction l'amortissement des circuits.

Si l'on tourne l'armature mobile vis-à-vis de l'armature fixe de gauche, le condensateur renvoie sur la grille de la première lampe une partie de la tension amplifiée. Mais les tensions de grille et de plaque, étant en opposition de phase, se retranchent, ce qui amortit le système et diminue l'amplification. Si, au contraire, l'armature mobile est tournée vers la droite, le condensateur renvoie sur la grille les oscillations amplifiées par les deux premières lampes, lesquelles sont en concordance de phase avec la tension de la première grille et s'y ajoutent, renforçant ainsi l'amplification. La première position du compensateur permet d'éteindre des amorçages indésirables. La seconde augmente le coefficient d'amplification en faisant réagir une plaque de rang pair sur une grille de rang impair.

— **Bobine de réaction.** Enroulement susceptible d'absorber de la puissance réactive. Bobine dont le couplage avec un circuit assure la réaction électromagnétique ou électrostatique dans ce circuit.

— **Contre-réaction.** Voir réaction négative.

— **Détectrice à réaction.** Pratiquement, on utilise souvent la réaction électromagnétique, obtenue par couplage de deux bobines, notamment dans le montage dit détectrice à réaction, où le circuit résonnant est couplé d'une part avec le collecteur d'ondes, antenne ou cadre, d'autre part avec le circuit de plaque au moyen d'une bobine dite bobine de réaction. Le système détecteur



Détectrice à réaction. — 1. Réaction électrostatique dans un amplificateur à résistances au moyen d'un condensateur K. — 2. Différents stades d'une onde amortie traversant une lampe détectrice à réaction: I. Onde reçue. — II. Tension de grille. — III. Modulations amplifiées par la réaction. — IV. Courant de plaque après détection. Même légende que la figure précédente. — 3. Différents stades d'une onde modulée traversant une lampe détectrice à réaction. — 4. Effet de la réaction sur l'amplification: I. Onde à amplifier. — II. Ce qu'elle devient lorsque l'onde de réaction R est en opposition de phase. — III. Ce qu'elle devient lorsque l'onde de réaction R est en concordance de phase: renforcement de l'amplification. — 6. Réglage de la réaction au moyen d'un potentiomètre.

(condensateur shunté) est placé dans le circuit de grille, le téléphone dans le circuit de plaque, suivi ou non d'étages d'amplification à basse fréquence.

Pour éviter le retour dans l'antenne, on pratique la réaction à haute fréquence de préférence dans un circuit qui n'est pas directement couplé à l'antenne.

La bobine de réaction tient lieu de compensateur à trois armatures. Pour inverser le sens de la réaction, il faut inverser le sens du couplage. Mais il ne suffit pas d'inverser l'une des bobines sans changer les connexions, car on change alors à la fois la face de la bobine et le sens du courant, ce qui maintient constant le sens du couplage. En particulier, en retournant face pour face une bobine en nid d'abeilles ou fond de panier dans une monture ordinaire à

broches, on ne modifie pas le couplage.

On associe souvent à la bobine de réaction un condensateur variable permettant de modifier la phase. La manœuvre de ce condensateur provoque parfois un amorçage brusque d'oscillations. Le récepteur se comporte alors en émetteur, ce qui est fort gênant, en raison des effets d'hétérodyne qui en résultent. Cet inconvénient peut être évité en remplaçant le condensateur de réaction par un potentiomètre en dérivation sur la bobine de réaction. Ce potentiomètre de 15.000 ohms environ est monté en résistance variable, le curseur étant réuni à une extrémité de l'enroulement. La réaction dépend de la valeur du condensateur fixe shuntant le primaire du transformateur à basse fréquence. La capacité de ce condensateur est comprise entre

0,5 et 3 millièmes de microfarad. Le réglage le plus progressif est obtenu lorsque l'amorçage d'oscillations ne se produit qu'en fin de course du potentiomètre.

— **Divers montages à réaction.** Outre les deux procédés théoriques de réaction que nous venons d'indiquer, il en existe un grand nombre d'autres, réalisés souvent à la faveur d'un couplage fortuit entre circuits ou d'une combinaison de couplages. En particulier, la réaction se produit lorsqu'on accorde à la fois le circuit de grille et celui de plaque, en raison du couplage réalisé entre des circuits par la capacité interne des électrodes de la lampe. Le couplage peut être produit simplement par une connexion équipotentielle entre les deux circuits accordés, phénomène analogue à la réaction mécanique entre deux pendules synchrones, suspendus à un même support.

On peut utiliser la réaction par couplage capacitair entre grille et plaque de la lampe en disposant dans le circuit de plaque une bobine à impédance variable par commutateur à plots ou à variomètre. La réaction sera maximum, lorsque le circuit oscillant, constitué par cette impédance et la capacité interne de la lampe, entrera en résonance.

Si la résonance doit être obtenue sur une large gamme, on placera en série la bobine à plots et le variomètre, la première assurant le réglage approximatif, que parfait le second.

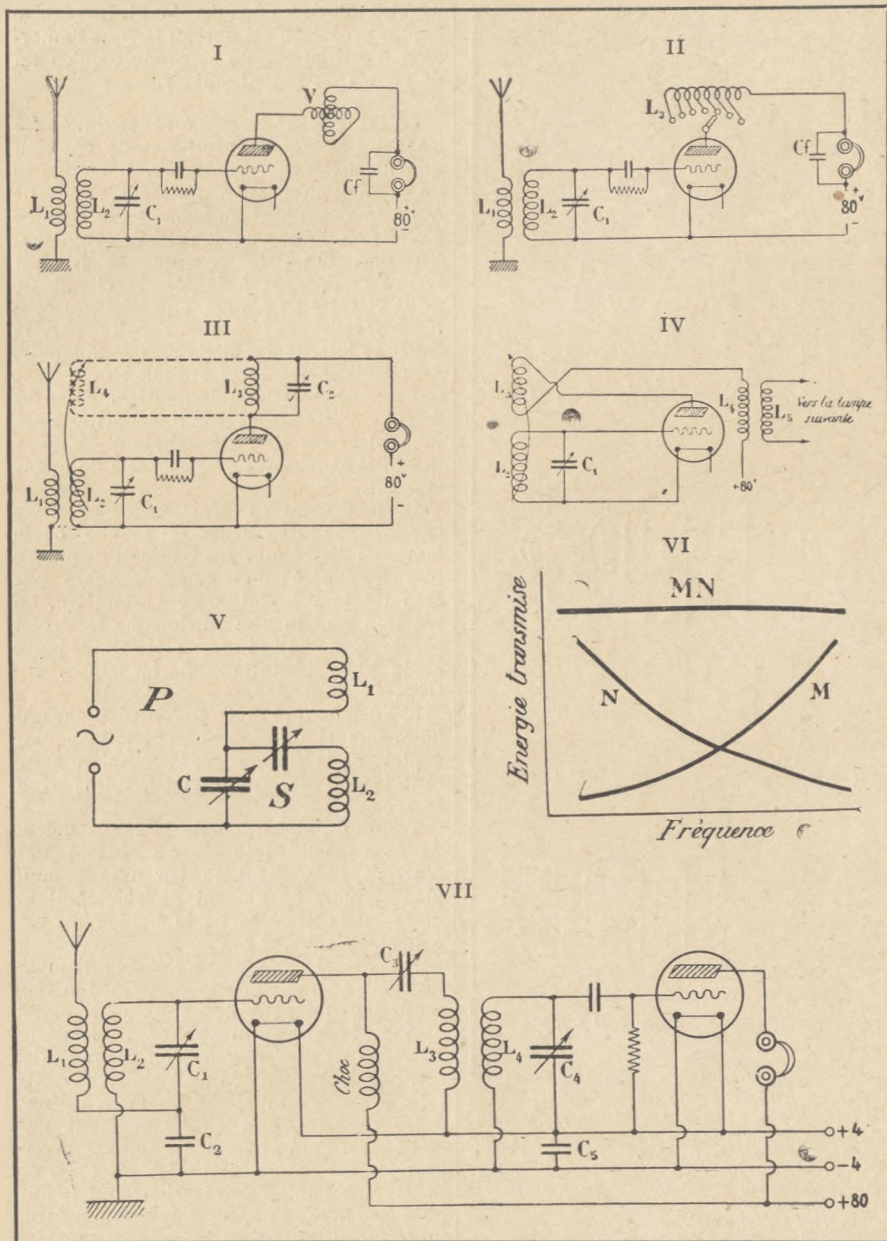
Toutefois, en raison de la faible valeur de la capacité interne, on obtient une réaction plus régulière sur une gamme plus étendue en plaçant un condensateur variable aux bornes de la bobine du circuit de plaque.

Dans le cas de plusieurs étages d'amplification à haute fréquence, la réaction naturelle, qui peut devenir excessive, est combattue efficacement par la *neutralisation* ou *neutrodynation* (voir ce mot), qui consiste à compenser l'effet de la capacité interne de la lampe, soit au moyen d'une autre capacité, soit en introduisant une résistance d'amortissement, soit en inversant le sens de la réaction. A cet effet, on utilise une bobine de réaction dont le flux peut être inversé par un simple changement de la face: telles sont les bobines montées sur pivots diamétraux, par exemple.

On a souvent intérêt à modifier la réaction en fonction de la longueur d'onde. Dans ce but, on agit sur le couplage réactif, sur le nombre de spires des bobines ou des transformateurs ou sur le condensateur variable de liaison. On obtient aussi de bons résultats en plaçant un condensateur variable en série avec la bobine de plaque de manière à régler la phase de la réaction.

Il est souvent plus simple d'agir sur la tension de plaque de la lampe à réaction ou, mieux, sur la tension moyenne de grille, qu'il est facile de régler par potentiomètre.

Pour introduire dans un circuit oscillant l'amortissement nécessaire à compenser la réaction, il suffit de placer en série dans ce circuit une résistance faible (rhéostat de chauffage) ou en dérivation aux bornes une résistance élevée, une centaine de milliers



Divers montages à réaction. — I. Détectrice à réaction par capacité grille-plaque à impédance constituée au moyen d'une bobine à plots. — II. Détectrice à réaction par capacité grille-plaque à impédance constituée au moyen d'un variomètre. — III. Détectrice à réaction avec « circuit bouillon » qui, le cas échéant, peut être couplé avec le circuit d'accord, comme c'est indiqué, en pointillé. — IV. Neutralisation par réaction inversée. — V. Réaction mixte : La transmission de l'énergie s'effectuant par induction (L_1 et L_2) et par capacité (C). — VI. La résultante MN des courbes M et N montre que la valeur de l'énergie transmise par réaction mixte est indépendante de la fréquence du courant. — VII. Récepteur Loftin-White à réaction mixte.

d'ohms, par exemple. On obtient un résultat analogue en plaçant cette résistance en série avec la grille ou bien entre le circuit oscillant et le filament. On peut encore procéder par absorption de l'énergie, par couplage électrique ou magnétique, dans un circuit résistant ou une plaque métallique (voir *plaque, périodyne, Cockaday*). De même, on peut introduire la résistance dans le circuit de plaque, ou bien entre la grille et la plaque en série

avec un condensateur, ou encore en dérivation sur le circuit de plaque.

On cherche parfois à réaliser une réaction indépendante de la fréquence. A couplage constant, l'énergie restituée par la réaction croît avec la fréquence si le couplage est magnétique, et décroît s'il est électrique. En combinant les deux modes de réaction, comme dans le couplage Loftin-White, on obtient un transfert d'énergie indépendant de la fréquence, c'est-à-dire

du réglage. En établissant un tel couplage entre l'antenne et l'amplificatrice à haute fréquence, d'une part, entre celle-ci et la détectrice, d'autre part, on réalise une amplification constante pour toutes les ondes de la gamme correspondant à un même jeu de bobines.

— **Double réaction.** Réaction effectuée, dans un même circuit, sur deux fréquences différentes, par exemple en haute et en basse fréquences, ou bien en haute et en moyenne fréquences. Voir *réflexe*.

On réalise la double réaction au moyen d'une lampe bigrille, dont la seconde grille est portée à la même tension que l'anode. Une bobine de réaction est intercalée dans le circuit anodique et une autre dans le circuit de la seconde grille.

— **Phase de réaction.** Dans un circuit oscillant, les oscillations peuvent être considérées comme entretenues par une force électromotrice de réaction de la forme $(r + js)I$. Pour qu'il y ait oscillations, il faut que la résistance négative de réaction soit égale à la résistance du circuit et qu'il en soit de même pour les réactances c'est-à-dire que

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = s.$$

Selon que s est positive ou négative, la fréquence des oscillations entretenues sera supérieure ou inférieure à celle déterminée par les constantes du circuit oscillant.

La condition nécessaire et suffisante pour qu'un générateur autoentretenu oscille sur la fréquence de résonance de son circuit est que la réaction d'entretien soit en phase avec le courant dans ce circuit. Si la réaction est en avance, la fréquence est plus élevée; si la réaction est en retard, la fréquence est plus basse (R. Mesny). Autant que possible, la réactance doit donc être indépendante des caractéristiques de la lampe pour que la fréquence reste stable. Voir *phase, générateur*.

— **Superréaction.** Voir ce terme. (Angl. *Reaction*. — All. *Rückkoppelung*.)

RÉCEPTEUR. Appareil utilisé pour la réception des transmissions radioélectriques. Dans le cas général, cet appareil se compose d'un *collecteur d'ondes* (antenne, prise de terre, contrepoids, cadre), de circuits électriques d'accord, de détection, d'amplification, de réaction, de modulation (battements d'hétérodyne, d'autodyne), d'alimentation (piles, accumulateurs, redresseurs). La reproduction des messages télégraphiques est obtenue au son téléphonique ou par l'enregistrement. La réception radiophonique est faite au téléphone ou au *haut-parleur*. La reproduction des images est assurée par des relais *photo-électriques*. Voir en particulier chacun de ces mots et le détail des procédés de réception au terme *montage*.

Par *récepteur*, on entend d'ordinaire un appareil qui groupe l'ensemble des circuits électriques à l'exception du collecteur d'ondes.

— **Récepteur d'alarme.** Récepteur automatique des signaux d'alarme. Voir *alarme*.

— **Récepteur de contrôle.** Cet appareil répond aux mesures prévues par l'arrêt ministériel du 20 avril 1934 et au cahier des charges étudié à cet effet par les services de la radiodiffusion. Le collecteur d'ondes est constitué par un dipôle vertical réalisé par deux tubes en aluminium de 15 milli-

onné aux fréquences de 25 et 50 p : s permet de contrôler la tension de chauffage des lampes sur le secondaire du transformateur.

Le filtrage du secteur est réalisé avec une self-inductance double, de deux fois 1 millihenry, encadrée par les capacités de fuites prévues au cahier des charges.

L'appareil indicateur du niveau des perturbations, est couplé à la plaque de la lampe finale par un transformateur abais-

haute fréquence. Quant au volume de son, il est gradué à volonté à la main, à l'aide d'un potentiomètre, par variation de la tension de grille ou de la polarisation d'écran. Voir *antifading*, *potentiomètre*, *sensibilité*.

Le contrôle de tonalité est obtenu par un filtre à capacité et résistance agissant sur l'amplificateur à basse fréquence. La variation porte généralement sur la résistance, parfois aussi sur la capacité. Voir *tonalité*, *potentiomètre*.

L'indicateur visuel d'accord est un tube luminescent ou un tube cathodique. Voir *cathodique*, *indicateur*, *luminescent*, *néon*, *œil*, *trèfle*.

L'ensemble du montage est fixé sur un châssis métallique, en fer ou aluminium, sur lequel sont pratiquées les prises de masse. Les divers organes sont reliés électriquement par un câblage disposé sous le châssis. Le coffret en bois ou bakélite sert de chambre de résonance acoustique. Les pièces et circuits à haute fréquence sont généralement blindés par des écrous en cuivre ou en aluminium. L'échelle du cadran est imprimée sur verre et les noms des stations sont éclairés.

La construction des récepteurs est réglementée par l'institution de la marque de qualité et de sécurité, élaborée par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

On observe dans la construction des récepteurs une double tendance : l'une consistant à réduire au minimum (4) le nombre des lampes pour les appareils de prix modeste, l'autre consistant à utiliser dans les appareils de qualité un grand nombre de lampes (de 10 à 20 environ), dont une grande partie pour des services accessoires tels que contrôle de sensibilité, montage antifading, contre-réaction à basse fréquence, amplification finale équilibrée (push-pull), etc...

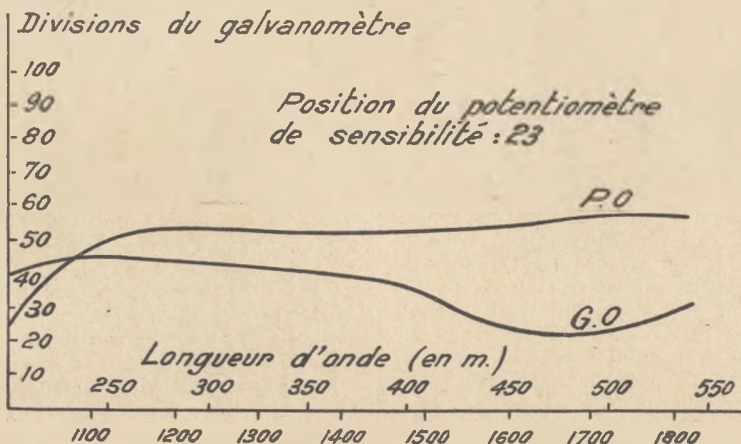
Dans les récepteurs à petit nombre de lampes, on cherche au contraire à charger une même lampe de plusieurs fonctions simultanées, et l'on utilise des circuits *réflexes*.

Les récepteurs modernes sont ordinairement pourvus de circuits à sélectivité variable, ou plus exactement, de deux ou trois sélectivités différentes qu'on peut choisir par commutateur.

Le rendement des récepteurs et la surtension des circuits est considérablement accrue par l'emploi de bobinages à *noyaux magnétiques*. Voir *fer*, *noyau*, *magnétique*, etc.. Le coefficient de surtension peut atteindre 150 à 300 avec une capacité résiduelle réduite à 10 micromicrofarads et une impédance de 150.000 ohms. L'isolation est renforcée par l'emploi d'*isolants céramiques* (stéatite, etc...). Le rendement des circuits est augmenté par l'emploi de conducteurs en fil divisé.

Certains appareils sont pourvus d'un stabilisateur de fréquence, c'est-à-dire d'un système différentiel qui a pour effet de maintenir automatiquement le réglage du récepteur sur la fréquence de l'onde porteuse, au moins pour les émissions reçues avec une intensité notable.

Presque tous les récepteurs sont actuellement construits pour fonctionner sur le



Courbes de sensibilité d'un récepteur de contrôle (Pival).

mètres de diamètre extérieur et de 1 mètre de longueur. Ces tubes sont démontables en trois éléments chacun, de manière à se loger facilement sur le couvercle de la valise qui est muni, à cet effet, de pinces. Le dipôle est monté sur le côté gauche du récepteur dans des douilles élastiques comportant un clavetage empêchant l'antenne de quitter la position verticale.

Le montage du récepteur est du type à changement de fréquence. Il comporte cinq lampes, soit une lampe haute fréquence, une oscillatrice-modulatrice, une détectrice, une amplificatrice basse fréquence et une valve de redressement.

L'appareil est livré avec la courbe de sensibilité à laquelle il est nécessaire de se reporter pour exécuter les mesures.

Le récepteur est équipé avec des bobinages à noyaux magnétiques, qui permettent, dans un volume très réduit d'obtenir un rendement supérieur à celui des bobinages à air. Les transformateurs à moyenne fréquence sont également à noyau magnétique. Ils sont réglés à 140 kh, fréquence qui, dans la majorité des cas, provoque le moins d'interférence.

Le récepteur peut actionner soit le haut-parleur électrodynamique, soit l'appareil de mesure par l'intermédiaire, d'un commutateur. L'affaiblissement est obtenu par un potentiomètre séparé, muni d'un cadran avec un repérage correspondant à un affaiblissement de 3 népers (26 décibels). Le réglage des différentes tensions d'alimentation se fait par l'intermédiaire d'un commutateur. Un rhéostat en série avec le courant du secteur permet, d'autre part, un réglage plus précis. Le transformateur d'alimentation est muni d'un écran entre primaire et secondaire. Un voltmètre éta-

leur, spécialement étudié et présentant une impédance appropriée à celle de l'appareil de mesure.

Le filtre acoustique est réalisé, suivant les indications données au cahier des charges. Voir *antiparasite*.

— **Récepteur Morse.** Voir *Morse*.

— **Récepteur pour ondes courtes.** Voir *ondes courtes et très courtes*.

— **Récepteur de radiodiffusion.** Après avoir été du type *détectrice à réaction* et à *résonance*, les récepteurs de radiodiffusion sont presque tous actuellement du type à *changement de fréquence* ou *superhétérodyne* (voir ces termes). Sans entrer dans le détail de leurs principes de fonctionnement, nous soulignerons les caractéristiques essentielles des récepteurs les plus modernes.

L'alimentation est ordinairement assurée en courant alternatif par le secteur d'électricité. Le haut-parleur est du type électrodynamique. Parfois les récepteurs comportent deux ou trois haut-parleurs correspondant aux diverses gammes acoustiques et produisant un effet *stéréophonique*.

Outre les fonctions essentielles, les récepteurs modernes comportent des fonctions accessoires destinées à accroître la facilité de manœuvre ou la qualité. Ce sont notamment : la commande automatique du volume sonore (ou dispositif *antifading*), la commande de tonalité, l'indicateur visuel de syntonie.

En général, il y a un réglage automatique de la tension de haute fréquence sur la lampe détectrice, par compensation de la sensibilité des étages amplificateurs de

courant alternatif du réseau à 25 ou 50 p : s. On peut utiliser sur le courant continu soit des récepteurs universels, ne comportant pas de transformateurs d'alimentation, soit des récepteurs à courant alternatif à la condition d'intercaler entre le réseau et le récepteur une boîte d'alimentation spéciale comprenant un *redresseur à vibreur* qui transforme le courant continu en alternatif, puis le redresse à tension relativement élevée pour l'alimentation anodique.

Les récepteurs « toutes ondes » permettent de recevoir sur les trois gammes de longueurs d'onde affectées à la radiodiffusion, ondes longues, petites ondes ou ondes intermédiaires, et ondes courtes et très courtes.

La sélectivité peut être accrue par l'emploi d'un *préamplificateur* à haute fréquence précédant les étages de modulation et d'amplification. Grâce à la variation de sélectivité, qui implique une variation en sens inverse de la fidélité, on peut dans chaque cas considéré, obtenir le rendement optimum du récepteur, le maximum de fidélité étant recherché sur les émissions puissantes ou rapprochées, le minimum sur les émissions faibles ou lointaines.

La fidélité peut être accrue par l'emploi d'étages de basse fréquence à contre-réaction ou à amplification symétrique (push-pull), donnant sans distorsion appréciable une largeur de bande de 40 à 8.000 p : s. La musicalité et l'effet stéréophonique sont rendus par l'utilisation de plusieurs haut-parleurs, réservés par exemple l'un aux notes aiguës, l'autre au médium, le troisième aux notes graves, et alimentés respectivement par des filtres de bande. En outre, la fidélité de l'émission est, en quelque sorte, dépassée dans certains appareils par l'emploi d'un *expanseur de contrastes*, qui rétablit entre les diverses intensités de son les différences de niveau qui ont été affaiblies à l'émission par le jeu du potentiomètre. On sait en effet, que la transmission par câble notamment, exige la compression des niveaux de modulation. Voir *expanseur*, *fader*, *niveau*, *modulation*, etc...

Pour ce qui concerne le nombre et la répartition des récepteurs de radiodiffusion en France et dans le monde, voir *auditeur*.

— **Récepteur télégraphique.** Un récepteur télégraphique est dit *parfait* si les temps s'écoulant entre les instants où l'intensité du courant qui le commande atteint une valeur donnée et les instants où la partie mobile du récepteur atteint la position correspondante sont rigoureusement égaux. Pour la définition du degré de distorsion propre d'un récepteur, voir *distorsion*.

— **Récepteur téléphonique.** Appareil transformant les oscillations d'un courant électrique en oscillations acoustiques (C. E. I., 1934). Synonyme *écouteur téléphonique*. Voir ce mot et *téléphone*.

— **Récepteur pour tous courants.** Voir *récepteur universel*.

— **Récepteur pour toutes ondes.** Récepteur susceptible de fonctionner sur

toutes les bandes de longueurs d'onde affectées à un service. En radiodiffusion, ces bandes sont celles de 12 à 100 mètres 200 à 600 mètres et 1.000 à 2.000 mètres, environ. Voir *longueur d'onde*.

— **Récepteur universel.** Récepteur susceptible d'être alimenté, sans transformation aucune, par un réseau à courant continu ou par un réseau alternatif de même tension, quelle que soit sa fréquence. L'adaptation à la tension du réseau est faite au moyen d'une résistance qui crée une chute de tension et absorbe l'excès d'énergie. Dans ces récepteurs, les filaments des lampes sont alimentés en série sous la tension de 13,5 v. environ. Ces appareils ne comportent pas de transformateur d'alimentation. Le chauffage des lampes est effectué en courant continu ou alternatif. La tension anodique est la tension continue du réseau ou la tension obtenue par redressement du courant alternatif. Ce type de récepteur a un très mauvais rendement et une qualité musicale médiocre, du fait de l'insuffisance de la filtration. Il tend à disparaître pour être remplacé par un récepteur à courant alternatif, alimenté sur continu par l'intermédiaire d'un vibreur-redresseur ou *triller*.

— **Allignement d'un récepteur.** La mise au point essentielle d'un récepteur radioélectrique à commande unique consiste dans l'alignement des circuits, c'est-à-dire dans le réglage préalable, une fois pour toutes, des éléments fixes, mais ajustables, des circuits. L'alignement requiert une *hétérodyne modulée*, fournissant une émission d'une puissance déterminée et réglable, et un wattmètre de sortie, mesurant la puissance ou la tension modulées, disponible sur le haut-parleur. L'hétérodyne modulée est accouplée indirectement au récepteur au moyen d'une *antenne artificielle*. L'alignement consiste essentiellement à modifier légèrement les condensateurs ajustables, *padding*s et *trimmers*, de manière à amener à la coïncidence les courbes d'accord des divers circuits. Voir *condensateur*, *padding*, *trimmer*, etc... (Angl. *Receiver*. — All. *Empfangsapparat*.)

RÉCEPTION. Action de recueillir les signaux. (C. E. I., 1934.)

Acte consistant, pour un poste ou une station, à recueillir des ondes électromagnétiques. (Congrès juridique international, Rome 1928.)

Se reporter, suivant le procédé de transmission envisagé, à *radiodiffusion*, *radiogoniométrie*, *radiophonie*, *phototélégraphie*, *radiotélégraphie*, *radiotéléphonie*, *télévision*. Les divers procédés de réception radioélectrique sont classés au terme *montage*. Voir aussi *récepteur*.

— **Intensité de réception.** Intensité du champ électromagnétique produit par l'émission considérée au lieu de la réception. Voir *champ*, *émission*, *propagation*, *rayonnement*.

— **Réception antiparasite.** Voir *antiparasite*. (Angl. *Receiving*. — All. *Empfang*.)

RECORDER. Terme anglais signifiant *enregistreur*. Voir ce mot et aussi *siphon-recorder*, *ondulateur*.

RECTIFIANT. Qui opère le *redressement* ou la *rectification* d'un courant électrique alternatif. Le contact d'un cristal détecteur est rectifiant.

— **Détecteur rectifiant.** Détecteur dont l'effet caractéristique est produit par le redressement du courant périodique, tel que les détecteurs à cristal, à lampe, électrolytiques, par opposition avec les autres détecteurs qui agissent différemment. (Angl. *Rectifying*. — All. *Gleichrichtend*.)

RECU. Recul de grille. Sur la caractéristique tension de grille-courant de plaque d'une lampe électronique, tension négative de grille, minimum en valeur absolue, à partir de laquelle apparaît un courant anodique. Les constructeurs recherchent généralement le maximum de recul de grille. Pour les lampes de réception dites à *pente variable*, le recul de grille est de l'ordre de — 40 v. Voir *grille*, *lampe*, *penthode*, *pente variable*.

(Angl. *Grid Backing*. — All. *Gitterzurückspannung*.)

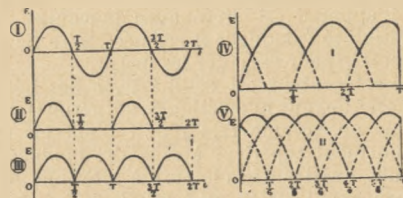
RÉCURRENT. Réseau récurrent. Réseau électrique formé de plusieurs éléments ou groupes d'éléments, de constitution identique, disposés en série. (C. E. I., 1934.)

(Angl. *Recurrent*. — All. *Zurücklaufend*.)

REDRESSEMENT. Action de dispositifs servant à transformer le courant alternatif en courant continu. Voir *redresseur*.

— **Redressement en demi-onde.** Genre de redressement obtenu en supprimant une alternance sur deux.

— **Redressement total.** Genre de redressement obtenu en changeant de sens



Courbes de redressement d'un courant alternatif : I. Courant alternatif simple. — II. Courant redressé par suppression d'une alternance. — III. Courant redressé par changement de sens d'une alternance. — IV. Redressement d'un courant triphasé. — V. Redressement d'un courant hexaphasé.

une alternance sur deux. Voir *redresseur*, *détecteur*, *valve électrolytique*, *demi-onde*.

(Angl. *Rectification*. — All. *Gleichrichtung*.)

REDRESSEUR. Appareil ayant pour but d'obtenir d'une source de force électromotrice alternative un courant unidirectionnel (exemple : mécanique, électrolytique, à arc, à gaz raréfié). (C. E. I., 1934.)

— **Redresseur à arc.** Redresseur à gaz rarifié dans lequel un arc se produit entre deux électrodes, la cathode étant maintenue partiellement incandescente par l'arc principal ou par un arc auxiliaire. Le fonctionnement est basé sur l'émission thermoionique de la cathode (C. E. I., 1934.) Voir *redresseur ignitron* et *redresseur à vapeur de mercure*.

— **Redresseurs colloïdaux.** Dans ces appareils, la cathode en fer ou en nickel et l'anode en argent plongent dans une solution colloïdale d'argent obtenue électriquement. L'anode se recouvre d'argent colloïdal et la cathode d'un oxyde stable du métal qui la constitue. Les difficultés consistent à éviter la réaction de l'acide sur l'oxyde, à obtenir une grande résistance mécanique de l'oxyde et une vitesse de réoxydation suffisante. Mais le colloïde peut être détruit par le phénomène de la floculation, sous l'influence d'impuretés qui agglomèrent soudain les micelles du colloïde. Dans les

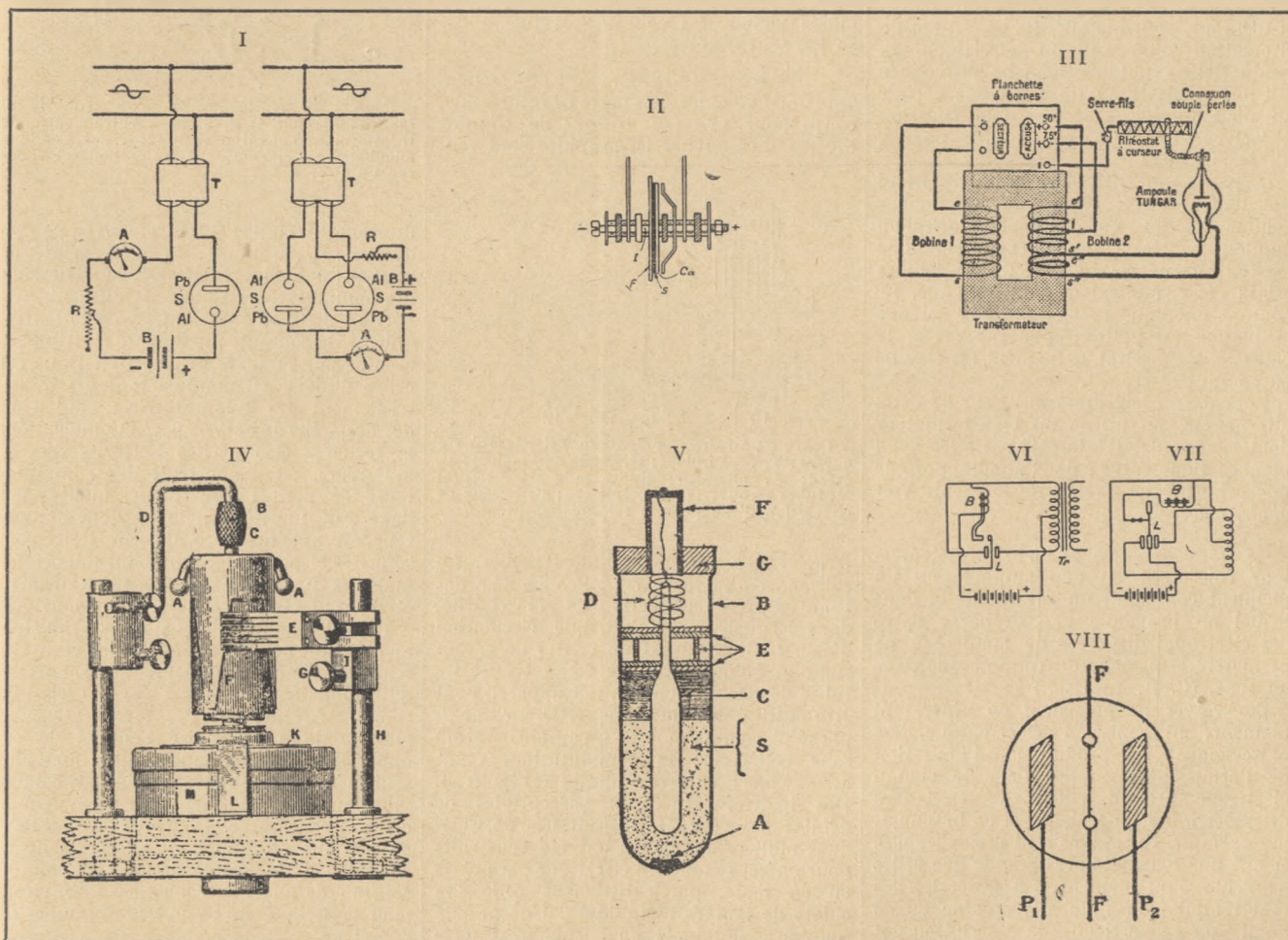
redresseurs actuels, l'argent colloïdal est mélangé à de l'acide sulfurique concentré avec de la silice en poudre. La résistance interne étant faible, le rendement peut atteindre 60 pour 100, avec un courant variant entre 1,5 et 2,5 ampères. Voir *colloïde*.

— **Redresseur cathodique.** Voir *redresseur électronique* ou *ionique*.

— **Redresseur cuproxyde.** Redresseur utilisant les propriétés rectifiantes du contact cuivre-oxyde de cuivre. Voir *cuproxyde*, *cuivre*, *oxyde*, *redresseur à oxyde de cuivre*.

— **Redresseur électrolytique.** Dispositif comportant deux électrodes dissymétriques immergées dans un électrolyte ayant pour effet de ne laisser passer le courant que dans un sens. Ce dispositif s'appelle aussi *clapet* ou *soupape électrique* (C. E. I., 1934). Voir *clapet*, *soupape*,

Nodon, *électrolytique*. L'organe de redressement de ces appareils est un bac à électrolyse où plongent une anode d'aluminium et une cathode en une autre substance (plomb, fer, charbon). L'effet de soupape est produit, lors de l'électrolyse du phosphate ou bicarbonate de soude, par l'oxydation de l'aluminium, formant instantanément une pellicule d'alumine qui isole ce métal au moment où il est appelé à fonctionner comme anode. Pour la description des soupapes de ce genre, voir *électrolytique* et *Nodon*. On peut réaliser facilement une soupape avec une feuille de plomb de 20 à 30 centimètres carrés et une tige d'aluminium de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, plongeant de quelques millimètres dans une solution de 3 à 4 grammes de phosphate de soude par demi-litre d'eau, ou de bicarbonate de soude à 50 grammes par demi-litre. Une soupape, comportant deux crayons d'aluminium, permet d'opérer le redressement complet d'un courant monophasé. Les impuretés de l'aluminium obli-



Divers types de redresseurs de courant alternatif : I. Redresseur à soupapes électrolytiques : à gauche, redresseur utilisant un transformateur abaisseur et une seule soupape, ne laissant passer que l'une des alternances du courant alternatif ; à droite, redresseur avec transformateur à prise équipotentielle alimentant deux soupapes et utilisant les deux alternances de courant : A, ampèremètre ; B, batterie ; R, rhéostat ; T, transformateur ; S, soupape. — II. Redresseur sélénofor : I, gaine isolante ; F, disque de fer nickelé ; S, sélénium ; Ca, cadmium. — III. Redresseur à valve thermoionique. — IV. Redresseur à commutateur tournant synchrone : A, boules du conjoncteur-disjoncteur ; B, bouton de lancement ; C, contact de la tige centrale ; D, tige du contact central ; E, balai ; F, collecteur ; G, serrage du coulisseau ; H, guide du coulisseau ; I, coulisseau porte-balai ; K, cadran gradué ; L, index ; M, moteur synchrone (Rosengart). — V. Valve colloïdale : A, rivet en argent ; S, argent colloïdal ; B, tube en acier cuivré ; C, cathode en alliage métallique ; D, ressort ; E, rondelles ; F, tube cathodique traversant la cathode en bakélite G. — VI et VII. Divers types de redresseurs à lame vibrante : B, bobine d'excitation ; L, lame vibrante ; Tr, transformateur. — VIII. Valve électronique biplane pour le redressement : F, F, filament ; P₁, P₂, plaques.

gent à des nettoyages fréquents des soupapes.

Un perfectionnement très grand de la soupape électrolytique a été apporté récemment par l'emploi d'anodes en alliages de métaux rares à point de fusion élevé, inattaquables par les acides et les bases froides, tels que le titane ou le tantale. L'électrolyte est de l'acide sulfurique étendu à 22° B; la tension critique est de 30 V environ. L'entretien de ces soupapes se borne à en faire le plein avec de l'eau distillée.

D'autres redresseurs chimiques, tels que le « sulfotron » de L. Lévy, possèdent une solution de sulfure d'ammonium; le courant est redressé dans la vapeur saturante de ce liquide, entre une électrode d'aluminium, formant capot de valve et un crayon de cuivre. Le courant redressé est de l'ordre de 1 ampère.

— **Redresseur électronique.** Appareil constitué essentiellement par la combinaison de deux électrodes principales et, le cas échéant, d'un dispositif de commande, et utilisant, pour modifier les conditions de circulation d'un courant électrique, la conductibilité unidirectionnelle provoquée soit par l'ionisation d'un gaz, d'une vapeur ou d'un liquide, soit par une émission d'électrons dans un tube à vide poussé. (C. E. I., 1934.)

Dans ces appareils, on utilise la propriété des lampes électroniques de fonctionner comme valves ou soupapes lorsqu'on applique entre cathode et anode une tension alternative. Le type de ces lampes est la *diode*, monoplaque ou diplaque. Le courant anodique ne s'établit que lorsque la plaque est positive par rapport à la cathode. En général, le filament est chauffé en courant alternatif.

Pour opérer le redressement sur les deux alternances, on utilise un transformateur dont le secondaire, intercalé entre les deux plaques d'une valve à deux anodes, possède une prise médiane reliée au filament. Voir *diode*, *valve*.

— **Redresseur à gaz raréfié.** Redresseur consistant en une ampoule ou un récipient contenant un gaz raréfié et dans lequel on provoque une décharge entre des électrodes disposées de manière à ne permettre le passage du courant que dans un sens. (C. E. I., 1934.)

Ces valves ne possèdent en général ni filament, ni émission électronique. Le redressement est produit par l'ionisation de l'atmosphère gazeuse dans le champ électrique produit entre des électrodes dissymétriques, une plaque et un bâtonnet, par exemple. Ces valves sont moins fragiles et ont une longévité plus grande que celles pourvues d'un filament. En général, elles sont remplies d'hélium, d'hydrogène ou de néon. Voir en particulier la description des valves à chacun de ces mots.

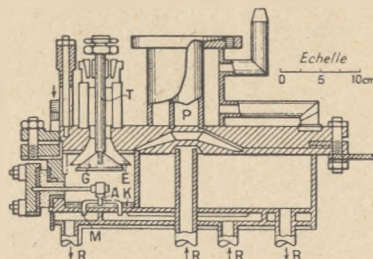
Parmi les tubes à gaz, citons le « raytheon » américain, dont l'ampoule est emplie d'hélium à la pression de 12 millimètres de mercure. Ce tube, possédant une cathode en coupelle et deux anodes en bâtonnets, est alimenté sous 200 V, et

donne sous 100 v, 60 à 80 mA de courant redressé. Une autre valve à hélium, alimentée sous 250 V, donne 30 mA de courant redressé.

— **Redresseur à grille commandée.** Redresseur à vapeur de mercure possédant, outre la cathode et l'anode, une grille de commande.

Cette grille augmente sensiblement la souplesse de fonctionnement et le rendement de ces tubes, et accroît leurs possibilités d'application. Les tubes à grille peuvent, en effet, être utilisés soit comme redresseurs, soit comme *onduleurs* ou convertisseurs de courant continu en courant alternatif, soit comme changeurs de fréquence. Lorsque le tube comporte une cathode incandescente qui vaporise une goutte de mercure, il prend le nom de *thyatron*. Les tubes à grille offrent la possibilité de régler commodément la tension redressée. En particulier, la disjonction par commande de grille est très supérieure à la disjonction produite par l'interruption mécanique du courant, au moins lorsque les courants et puissances en jeu sont notables.

— **Redresseur ignitron.** Redresseur à vapeur de mercure sans grille de commande, conçu pour éviter le retour de courant inverse. Les anodes en graphite sont ren-



Coupe d'un redresseur ignitron polyphasé à six anodes : T, tube isolant; G, anode de graphite; E, écran; A, allumeur; K, cathode de mercure; M, tubes recouverts de molybdène; R, tuyaux de circulation d'eau pour le refroidissement.

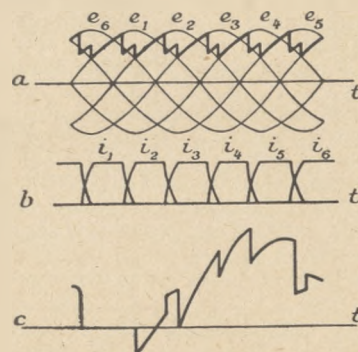
fermées dans des chambres séparées. La cathode en mercure est refroidie par des tubes de fer recouverts de molybdène, dans lesquels on établit une circulation d'eau. L'allumeur est un cristal de carbure de silicium qu'on amène au contact avec les tubes de refroidissement. Cet appareil peut être utilisé comme convertisseur polyphasé et comme moteur à courant continu sans collecteur, la commutation, étant assurée par les diverses phases de l'ignitron. Des ignitrons spéciaux susceptibles de débiter des courants instantanés de quelques milliers d'ampères ont été construits pour opérer la soudure électrique par points ou en ligne, particulièrement celle des culots de lampes métalliques. Une grande souplesse de fonctionnement peut être obtenue en commandant l'ignitron par un tube électronique à grille ou par un thyatron.

— **Redresseur ionique.** Voir *redresseur électronique* et à *gaz raréfié*. Voir aussi *ionique*.

— **Redresseur à lame vibrante.** Voir *redresseur mécanique*.

— **Redresseur mécanique.** Redresseur comportant, soit un commutateur tournant, entraîné par un moteur synchrone, soit une lame vibrant au synchronisme, et réglé de façon à supprimer ou à inverser une des deux demi-ondes de la tension d'alimentation. (C. E. I., 1934.)

Ces appareils comportent un commutateur tournant ou une lame vibrante qui effectue le redressement des alternances



Courbes de fonctionnement d'un convertisseur ignitron hexaphasé : a, Tension entre neutre du transformateur et cathodes du tube. — b, Courants anodiques. — c, Tension entre cathode et anode sur un tube redresseur.

du courant en synchronisme avec sa fréquence, et en phase. Primitivement, on utilisait pour les besoins de la radiologie des commutateurs tournants élémentaires, portant deux ou trois lames pour le redressement de courants monophasé ou triphasé, et mus par moteurs synchrones. Dans cet ordre d'idées, on emploie toujours industriellement les commutateurs, qui sont des appareils de ce type perfectionnés. Pour la recharge des petites batteries d'accumulateurs, on a construit des commutateurs de petites dimensions, montés sur l'axe d'un moteur synchrone dont l'inducteur est une magnéto. Ces appareils sont robustes et permettent un débit important, mais ils ne démarrent pas spontanément et doivent être pourvus d'un disjoncteur.

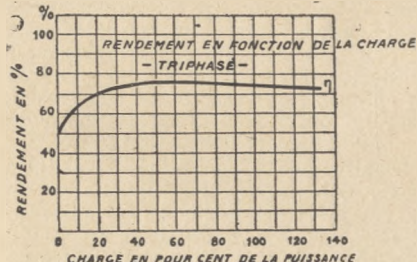
Pour les faibles débits, on a primitivement étudié des redresseurs à lame vibrante, semblables aux trembleurs des sonneries, qui établissent le contact sur des vis platinees. L'avènement des récepteurs pour automobile a généralisé l'emploi de ces appareils qui fonctionnent alors non plus seulement comme redresseurs, mais comme vibreurs, transformant par trembleur le courant continu de la batterie de 6 ou 12 v. en courant alternatif, puis redressant ce courant et le convertissant en courant continu de haute tension (300 v. environ) pour l'appliquer aux anodes des lampes du récepteur.

— **Redresseur à oxyde de cuivre.** Redresseur à contact solide, constitué ordinairement par un empilement de disques en cuivre, oxydés sur l'une de leurs faces (C. E. I., 1934). Le redressement dans ces appareils est opéré à sec au contact d'une

pastille de cuivre et d'une pastille d'oxyde de cuivre pressées l'une contre l'autre comme les éléments de la pile de Volta. Le redressement sous une tension de 5 à 6 volts est obtenu avec un élément groupant cinq de ces pastilles et alimenté par un transformateur abaisseur. Voir *cuproxyde, oxyde, cuivre*.

— **Redresseur séléniofer.** Redresseur à contacts secs possédant une couche d'arrêt au sélénium. Cet appareil peut fonctionner sous une température élevée (80° C environ) mais sa température de régime est normalement faible (+ 20° au-dessus de l'ambiance); son fonctionnement est indépendant de la pression de serrage des éléments. Sa résistance interne est faible, son coefficient de redressement élevé (courant inverse faible). Son coefficient de température est faible. On l'utilise spécialement pour la recharge des accumulateurs de 6, 12 v et 24 v, de 1 à 8 ampères. On peut aussi l'employer comme conjoncteur-disjoncteur.

— **Redresseur thermoionique.** Redresseur à gaz raréfié dans lequel la cathode est maintenue à l'incandescence par une source d'énergie indépendante du courant redressé (C. E. I., 1934). Pour augmenter le débit des valves électroniques, on a songé à diminuer leur résistance intérieure



Courbe de rendement d'un redresseur séléniofer.

en provoquant l'ionisation d'un gaz inerte enfermé sous faible pression dans l'ampoule. Un courant ionique s'ajoute alors au courant électronique produit par le flux d'électrons issus du filament.

L'une de ces valves est remplie d'argon très pur à la pression de quelques centimètres de mercure. La cathode est un filament de tungstène, l'anode une plaque de graphite (Tungar). Cette valve a un débit relativement élevé. Voir *redresseur ionique, ionique, valve*.

— **Redresseur à vapeur de mercure.** Redresseur à arc dans lequel la décharge se produit dans la vapeur de mercure (C. E. I., 1934).

Appareils basés sur la décharge électrique dans la vapeur de mercure ionisée entre une anode métallique ou en charbon et une cathode en mercure. Voir *mercure, redresseur à arc et redresseur ignitron*.

(Angl. Rectifier. — All. Gleichrichter.)

RÉDUCTEUR. Appareil constitué par des résistances ou réactances et qui permet de fractionner la tension à mesurer (C. E.

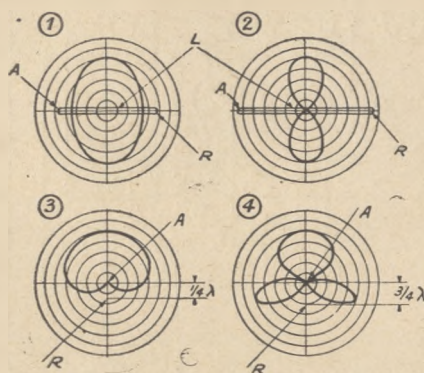
I., 1934). Synonyme *diviseur de tension* et parfois *potentiomètre*. Voir ces termes.

(Angl. Reducer. — All. Verkleinern.)

RÉEL. Circuit réel. Synonyme de *circuit combinant*. Voir *circuit, combinant*.

(Angl. Real. — All. Wirklich.)

RÉFLECTEUR. Réflecteur d'ondes électromagnétiques. Rideau métallique placé derrière une antenne d'émission ou de réception pour concentrer le champ électromagnétique. Lorsque les ondes sont ultra-courtes, on peut utiliser un réflecteur



Courbes de radiation pour divers types de réflecteurs : 1. Deux éléments séparés de $1/4$ d'onde. — 2. Deux éléments séparés de $1/2$ d'onde. — 3. Réflecteur à $1/4$ d'onde. — 4. Réflecteur à $3/4$ d'onde. — A, antenne; R, réflecteur; L, ligne de transmission.

parabolique, au foyer duquel est placée l'antenne : voir *microondes, ondes ultra-courtes*, etc... Dans les premières expériences de concentration des ondes, les réflecteurs étaient généralement constitués par un rideau de conducteurs tendus selon les génératrices d'un cylindre parabolique, dont l'antenne occupait la ligne focale. Dans les transmissions modernes par ondes courtes dirigées, les réflecteurs sont constitués par des rideaux de conducteurs plans, tendus à une distance convenable en arrière de l'antenne, également plane. Voir *antenne, dirigé, ondes courtes, magnétron, microondes*.

(Angl. Reflector. — All. Reflektor.)

RÉFLEXE. Se dit d'un circuit qui assure au moyen d'une même lampe électronique, ou de plusieurs mêmes lampes, à la fois l'amplification à haute et à basse ou à moyenne fréquences des signaux reçus. Amplifié une première fois à haute fréquence, le signal est ensuite détecté; puis le courant détecté est appliqué ensuite à nouveau à la lampe qui l'amplifie une deuxième fois, mais à basse fréquence. A cet effet, le circuit de la lampe comporte des bobinages et transformateurs à haute et à basse fréquences, dont les fonctionnements respectifs ne sont pas entravés, grâce à la répartition judicieuse d'impédances de choc et de condensateurs de passage. L'amplification réflexe, malgré l'inconvénient de sa complexité, peut rendre de grands services en permettant de

tirer d'une lampe un meilleur rendement et de réduire, le cas échéant, le nombre des lampes, comme c'est le cas pour les superhétérodynes.

— **Montage réflexe avec galène.** La détection peut être opérée sur galène. Les premiers montages réflexes ont été réalisés en France en 1916 par M. Marius Latour (amplificateur *L³ bis*). Il est essentiel que la lampe qui fonctionne en « réflexe » ne détecte pas. A cet effet, sa grille est polarisée négativement par un ou deux éléments de pile. On peut effectuer une réaction électromagnétique ou électrostatique. On obtient un meilleur rendement en utilisant un transformateur à basse fréquence après détection par galène.

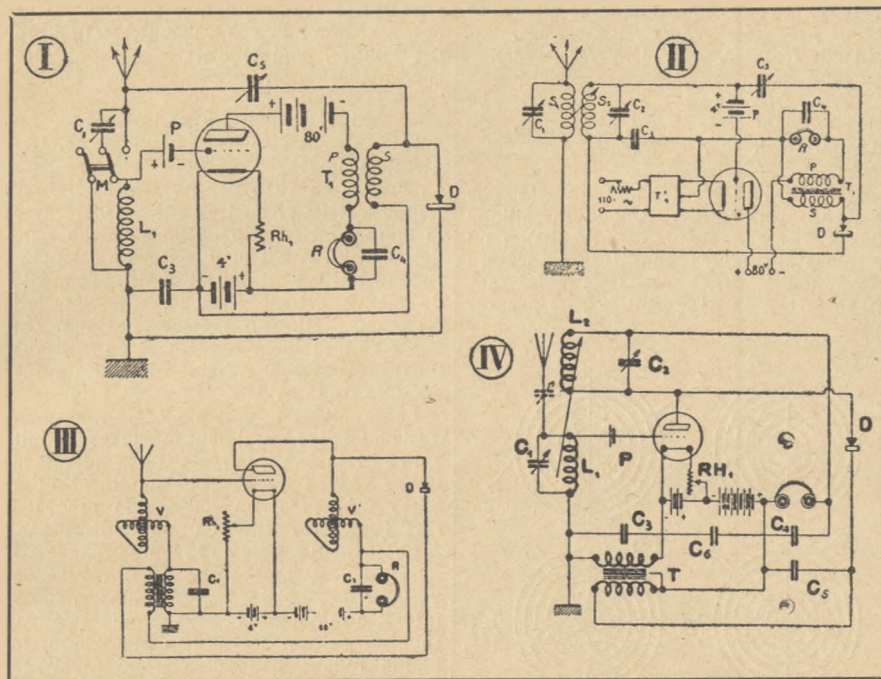
Le circuit résonnant peut être monté en Tesla ou en Oudin; il peut même être réduit à un variomètre. En ajoutant à la suite de la lampe réflexe un étage d'amplification à basse fréquence, on obtient le montage « ST 100 », très utilisé en Grande-Bretagne. A noter que la grille de la lampe réflexe est reliée au filament par une résistance variable de 20.000 à 100.000 ohms, qu'on a intérêt à maintenir la plus grande possible, tout en évitant les sifflements. Enfin, la lampe réflexe peut être précédée d'une lampe amplificatrice à haute fréquence. La difficulté consiste à réaliser la stabilité de l'étage réflexe, très sensible : on y parvient en choisissant judicieusement les organes du poste et en les connectant convenablement.

— **Montage réflexe avec lampes.** Le prototype en est le poste monolampe avec triode, qui se comporte d'abord comme une amplificatrice à haute fréquence des oscillations captées. Après détection, les courants sont réamplifiés en basse fréquence par la même lampe.

(Angl. Reflex Circuit. — All. Reflexschaltung.)

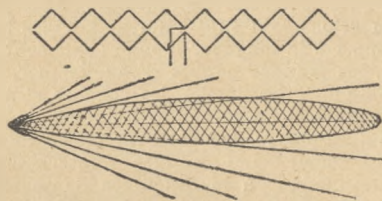
RÉFLEXION. Réflexion des ondes électromagnétiques. Ces ondes se réfléchissent suivant un processus analogue à celui des ondes lumineuses, mais seulement sur des obstacles conducteurs dont les dimensions sont suffisamment grandes par rapport à la longueur d'onde : tels sont le sol, les grandes nappes d'eau, la mer, les montagnes, les nuages, les couches atmosphériques et les antennes. La réflexion est d'autant plus facile à observer que l'onde est plus courte. Les franges d'interférence correspondant à la différence de marche entre les ondes directes et les ondes réfléchies sur l'hypothétique *couche de Heaviside* ont été mises en évidence par Appleton et Barnett, entre Bournemouth et Oxford. Entre 385 et 395 mètres de longueur d'onde, on nota 7 interférences correspondant à une différence de marche de 100 kilomètres, ce qui porterait à 80 ou 90 kilomètres la hauteur de la couche réfléchissante, sous une incidence de 30° environ. Pour les ondes inférieures à 400 mètres, le sol se comporte comme un réflecteur presque parfait, ce qui double la valeur de la composante verticale des ondes reçues.

Lorsque la longueur d'onde est grande,



Montages réflexes: I. Montage réflexe simple à une lampe: C_1 , condensateur d'accord de 0,5/1000 à 1/1000 de microfarad; C_2 et C_4 , condensateurs fixes de 2/1000 à 4/1000 de microfarad; C_3 , condensateur de réaction de 0,2/1000 de microfarad; R_h , rhéostat de chauffage; L_1 , bobine d'accord; M , inverseur série-parallèle; Accord en dérivation sur antenne. — II. Montage I réalisé avec accord en Tesla sur antenne (S_1 , primaire; S_2 , secondaire). Chauffage du filament par le courant alternatif du secteur (montage de M. Lindet), au moyen d'un transformateur T_1 à prise médiane. Le transformateur H. F. T_2 est un modèle à noyau de fer. — III. Montage réflexe avec 2 variomètres V et V_1 pour ondes courtes: C_1 , condensateur fixe au mica de 0,1/1000 à 2/1000 de microfarad; C_2 , condensateur fixe de 2/1000 de microfarad. — IV. Montage réflexe à circuit accordé: L_1 , L_2 , bobines sur support à deux bobines; C_1 , C_2 , condensateurs variables à air 0,0005 μ F; C_3 , C_4 , C_5 , condensateurs fixes au mica 0,0002 μ F; C_6 , condensateur fixe au mica 0,5 à 2 μ F; T , transformateur à basse fréquence de rapport 1/3; D , détecteur à cristal (avoir soin de connecter le cristal au côté de L_2 , qui est relié à la plaque).

la réflexion de l'onde sur le sol est analogue à celle qui se produirait sur un métal; si la longueur d'onde est courte et le sol mauvais conducteur, la réflexion est la même que sur un diélectrique. Lorsqu'une onde se réfléchit sous une incidence rasante sur un milieu dont la constante diélectrique



Réflexion des ondes: En haut, rideau d'antennes réfléchissantes Chireix-Mesny. En bas, faisceau des ondes réfléchies et projetées par ces antennes (liaison radiotéléphonique entre Paris et Alger).

n'est pas nulle, le champ résultant au contact de la surface de séparation des deux milieux est nul, quelle que soit la conductivité (R. Mesny). C'est précisément le cas pour les ondes courtes de quelques mètres de longueur d'onde, qu'on ne reçoit au voisinage du sol qu'avec difficulté, sous une incidence de l'ordre de 1 degré au plus.

— Réflexion des ondes courtes. Des expériences sur ondes très courtes de 3 mètres ont été faites par MM. Mesny, David et Beauvais avec un émetteur de 100 watts placé au sommet de la Tour Eiffel, puis sur le mont Valérien (175 mètres). Les auteurs ont vérifié que ces ondes très courtes se propageaient sensiblement comme les ondes lumineuses, que la réception était aussi bonne à 200 kilomètres qu'à 10 kilomètres, si le récepteur était sur un sommet, mais que les ondes étaient absorbées par la moindre crête.

Tandis que la réflexion sur les hautes couches de l'atmosphère constitue un phénomène météorologique sur lequel on ne peut agir, la réflexion sur des miroirs appropriés a été envisagée par les techniciens des ondes courtes. Théoriquement, le problème de la direction des ondes est résolu par des antennes en forme de cylindres paraboliques, sur l'axe focal desquels est placé l'émetteur ou le récepteur. Pour obtenir un faisceau assez étroit, on est conduit à prendre un miroir parabolique dont la hauteur et l'ouverture sont au moins égaux à une longueur d'onde. Au lieu d'utiliser un miroir métallique plein, il est plus commode de le réduire à un certain nombre d'antennes verticales tendues suivant les génératrices du cylindre. Pour des ondes de 2 mètres, M. Mesny réduit l'espa-

cement de ces génératrices à 15 ou 20 centimètres et leur hauteur à moins de $\frac{1}{2}$ longueur d'onde. Le même auteur a utilisé un miroir de 6 mètres d'ouverture pour réfléchir des ondes de 3,40 mètres. Ce miroir comptait 60 fils accordés espacés de 15 centimètres. Dans ces conditions, l'énergie projetée dans la direction de l'axe est six fois plus grande que celle que l'antenne seule émettrait dans tout l'horizon.

Actuellement la direction des ondes est assurée au moyen de rideaux d'antennes verticales et planes imaginées par MM. Chireix et Mesny. Voir antenne, direction, dirigé, faisceau, radiotéléphonie, propagation, réflecteur, couche de Heaviside.

— Coefficient de réflexion. Rapport du courant réfléchi au courant incident, en un point donné d'un conducteur.

(Angl. Reflection. — All. Reflexion.)

RÉFRACTION. Réfraction des ondes électromagnétiques. Par suite de la variation de la constante diélectrique ou pouvoir inducteur spécifique d'un milieu, la direction de la propagation des ondes qui s'y propagent subit une déviation. Cette direction se rapproche de la normale au plan de séparation des milieux de constantes différentes, lorsque la constante diélectrique augmente en passant du premier milieu au second. Les ondes subissent dans l'atmosphère des réfractions provenant notamment de la variation de la densité de l'air et de son degré hygrométrique. Ce phénomène est analogue à celui du mirage en optique. La réfraction est très sensible pour les ondes courtes au voisinage des bandes de brume et le long du littoral.

D'autre part, l'ionisation de l'atmosphère, qui produit une diminution du pouvoir inducteur spécifique, entraîne aussi la réfraction des ondes dans les hautes couches. Cette ionisation, matérialisée par les aurores polaires, se maintient entre 90 et 200 à 300 kilomètres de hauteur environ. D'où l'hypothèse de la couche de Heaviside, contre laquelle les ondes provenant du sol terrestre viendraient se réfléchir, cette supposition, peu vraisemblable se prêtant plus facilement au calcul que celle d'une réfraction à l'intérieur d'une zone profonde de plusieurs centaines de kilomètres. La théorie de la réfraction ionique et des zones de silence a été longuement développée par M. Mesny.

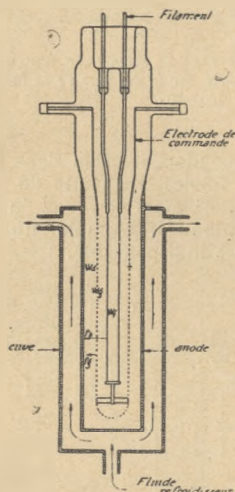
— Réfraction double. La réfraction des ondes varie en fonction de la direction de propagation. Si le champ électrique de l'onde est parallèle au champ magnétique terrestre, celui-ci ne produit aucun effet. Si la propagation est perpendiculaire à la direction du champ magnétique terrestre, à l'onde ordinaire se superpose une onde extraordinaire polarisée à angle droit avec la précédente et dont le champ électrique est perpendiculaire à celui de l'onde primitive. Dans un milieu anisotrope, les deux ondes suivent des trajets différents et l'une d'elles est généralement absorbée bien avant l'autre. Si la propagation de l'onde est parallèle au champ magnétique terrestre, il existe encore deux ondes, mais à

champ polarisé circulairement, à droite pour l'une, à gauche pour l'autre.

— **Réfraction ionique.** Voir ionique, ionosphère, couche de Heaviside, propagation, etc.

(Angl. *Refraction*. — All. *Brechung*.)

REFROIDISSEMENT (par l'air, l'huile, l'eau...). Mode de refroidissement dans lequel l'air, l'huile et l'eau est employé comme agent réfrigérant, soit avec une circulation forcée, soit avec une circulation naturelle (C. E. I., 1934).



Refroidissement par circulation d'eau : Coupe d'une lampe d'émission montrant la circulation d'eau dans le manchon anodique.

Le refroidissement par circulation d'eau est utilisé normalement pour les lampes électroniques et les valves de grande puissance, afin de dissiper l'énergie apparaissant sous forme de chaleur au cours du fonctionnement de ces tubes. Voir à ce sujet *émetteur, lampe d'émission, redresseur, valve*.

La température T_a atteinte par l'anode est liée à la puissance W dissipée à sa surface par l'équation

$$W = KS (T_a^n - T_o^n),$$

T_o étant la température du milieu extérieur, avec $n = 4$ pour le corps noir. On est ainsi amené à former une légère couche de carbure à la surface du métal ou à constituer l'anode par du carbone pur, mais ceci ne s'applique pas aux températures très élevées auxquelles peuvent fonctionner les anodes de tungstène, tantale ou molybdène.

Il est préférable d'assurer le refroidissement par circulation à grande vitesse d'eau, d'huile ou de pétrole dans un manchon entourant l'anode. La conductibilité thermique des liquides étant faible, on a avantage à utiliser des lames liquides de faible épaisseur, bien que la quantité spécifique de chaleur cédée par l'anode au liquide reste toujours assez faible.

Angl. *Cooling*. — All. *Abkühlung*.)

RÉGÉNÉRATIF. Synonyme de *réactif* ou *rétroactif*. Voir ces mots et aussi *réaction*. (Angl. *Regenerative*. — All. *Rückkopplung*.)

RÉGÉNÉRATION. Synonyme de *réaction électromagnétique* ou *électrostatique*. Voir ce mot.

(Angl. *Regeneration*. — All. *Rückkopplung*.)

— **Régénération des piles, des lampes.** Procédé permettant de remettre à neuf des piles ou des lampes usagées. Pour les piles, les procédés sont basés généralement sur la reconstitution du dépolarisant et de l'électrolyte.

Pour les lampes électroniques, deux cas se présentent d'ordinaire : le filament est soit brûlé, soit désensibilisé. Dans le premier cas, la régénération consiste à remplacer le filament et à procéder à un nouveau pompage. Le second cas se présente lorsque la couche de thorium entourant le filament s'est volatilisée par suite d'un excès de chauffage. On reconstitue cette couche en chauffant la lampe à sa tension maximum (4 V environ) pendant quelques heures, en prenant soin de n'appliquer aucune tension aux autres électrodes pendant ce temps. Dans ces conditions, le thorium allié au tungstène à l'intérieur du filament vient sensibiliser la surface. Ce procédé, concernant les lampes à chauffage direct, n'est pas applicable aux lampes à chauffage indirect.

(Angl. *Regeneration*. — All. *Wiedererzeugung*.)

RÉGIME. Ensemble de grandeurs caractérisant le fonctionnement d'une machine, d'un appareil ou d'un réseau à un instant donné (C. E. I., 1934).

— **Régimes de fonctionnement des lampes électroniques.** On a étudié particulièrement le fonctionnement des triodes et des penthodes, excitées en courant périodique et pour lesquelles on distingue trois régimes (R. Mesny) :

Régime A. Le point de fonctionnement ne quitte pas la région où les caractéristiques restent sensiblement linéaires et le courant anodique ne s'annule jamais. Les éléments de sortie (courant, tension) sont proportionnels aux éléments d'entrée. La puissance de sortie et le rendement sont faibles. Pour une amplitude donnée de la tension de grille V_g la puissance P maximum est obtenue pour une résistance de charge égale à la résistance intérieure R_i de la triode :

$$P = \frac{\mu^2 V_g^2}{8R_i} \text{ avec } V_p = \frac{\mu V_g}{2}$$

Lorsque la tension anodique est seule fixée, la puissance maximum que peut fournir la lampe s'obtient pour une résistance égale au double de la résistance intérieure de la lampe :

$$P = \frac{\mu^2 V_g^2}{9R_i} \text{ avec } V_p = \frac{2}{3} \mu V_g$$

Le rendement est

$$\eta = \frac{\mu V_g}{2V_p} \cdot \frac{1}{1 + R_i/R_p}$$

Le rendement est d'autant plus grand que les courants sont plus faibles. Le maximum de rendement correspondant au maximum de puissance est inférieur à 0,25.

Régime B. La polarisation de la grille est telle que le courant anodique de repos est nul, une très faible tension positive de grille donnant un courant anodique. Elle est donc réglée à la naissance du courant de



Divers régimes de fonctionnement des lampes électroniques : Régimes A, B et C.

plaque, qui ne passe que pendant la moitié de la période. La distorsion peut rester faible, le rendement atteindre 0,7 environ.

La puissance maximum est atteinte lorsque la résistance anodique est égale au double de la résistance intérieure, mais alors le rendement est inférieur à 0,4. Si l'on opère avec des tensions de grille positives, le potentiel positif maximum de grille ne doit pas dépasser les 8/10 de la tension de déchet (potentiel minimum d'anode). Pour obtenir le maximum de puissance, avec une tension de plaque donnée, il faut utiliser des triodes à faible résistance, n'ayant d'ordinaire qu'un faible coefficient d'amplification. La puissance maximum est

$$W = \frac{\mu^2 V_g^2}{16R_i}$$

En régime B, la tension alternative d'anode est toujours proportionnelle à la tension de grille appliquée, quelle que soit son amplitude. Les éléments de sortie sont proportionnels à ceux d'entrée. Il n'y a pas de distorsion si les caractéristiques de la lampe sont linéaires.

Régime C. La polarisation de grille est plus forte que dans le régime B. La tension alternative d'excitation doit prendre une valeur notable pour que le courant anodique apparaisse. Le courant anodique dure moins d'une demi-période. Le rendement est élevé. Il peut atteindre 90 pour 100.

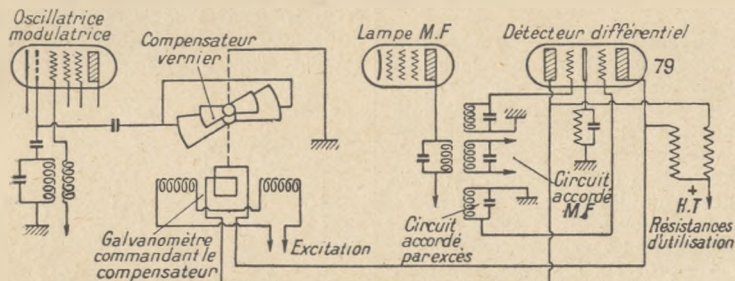
En régime B et C, le courant de repos est nul ; aucune énergie n'est dépensée lorsque la lampe ne fournit pas de travail utile. Le régime B, qui n'entraîne pas de distorsion, est utilisée pour l'émission en téléphonie, le régime C pour l'émission en télégraphie.

Pour les lampes à écran et les penthodes, la résistance intérieure du tube n'intervient pas dans l'expression du rendement, comme c'est le cas pour les triodes. A égalité d'excitation, la penthode, en régime A, fournit une puissance beaucoup plus grande que la triode (R. Mesny).

RÉGLAGE. Réglage de l'accord. Opération consistant à accorder un émetteur ou un récepteur radioélectrique sur une longueur d'onde déterminée. Voir accord.

— **Règlage automatique.** Dispositif permettant d'obtenir la rectification automatique d'un réglage approximatif. Sys-

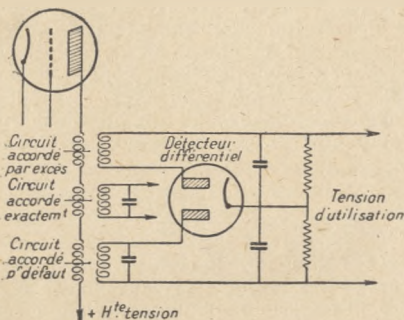
où la sensibilité croît à l'inverse de la tension captée, on remarque entre deux réglages successifs une recrudescence considérable du bruit de fond et des parasites. Les dispositifs de réglage silencieux sont destinés à obvier à cet inconvénient. Ces procédés sont basés sur le blocage, soit de la lampe à basse fréquence de tension, soit de la diode.



Réglage automatique de l'accord exact sur la moyenne fréquence, par montage différentiel et galvanomètre de commande.

tème permettant d'augmenter la stabilité de la fréquence moyenne et de compenser automatiquement ses variations.

Ces systèmes sont généralement basés sur la commande d'un condensateur vernier, modifiant l'accord, par un montage différentiel, avec ou sans galvanomètre, pour corriger le désaccord à la fois par excès et



Détecteur différentiel commandant la rectification automatique du réglage de fréquence.

par défaut. La tension de moyenne fréquence agit sur le détecteur du désaccord, dont le circuit anodique renferme les primaires de deux transformateurs à moyenne fréquence accordés respectivement l'un légèrement au-dessus, l'autre légèrement au-dessous de la fréquence moyenne exacte. Les circuits secondaires supplémentaires du transformateur sont reliés à une lampe détectrice différentielle (double diode), formant détecteur de désaccord. Un désaccord dans un sens quelconque produit dans le système une tension utilisée pour commander le condensateur vernier de compensation.

— **Règlage silencieux.** Lorsqu'on passe du réglage sur une émission à celui sur une autre émission, on observe généralement des bruits désagréables, produits notamment par les sifflements d'interférence. En outre, dans les récepteurs antifading,

Lorsqu'on opère sur la lampe à basse fréquence de tension, on cherche à faire reculer le point de fonctionnement vers les polarisations négatives pour annuler le

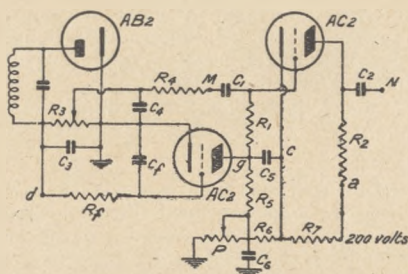


Schéma de réglage silencieux par action de la lampe de silence sur la grille de la lampe à basse fréquence de tension.

courant anodique. On obtient ce résultat soit en abaissant la tension de grille, soit en élevant la tension de la cathode.

Le premier montage utilise une résistance de fuite R_5 de 20.000 ohms montée dans le circuit anodique d'une triode spéciale appelée *lampe de silence*. La polarisation est réalisée par dispositif potentiométrique. En l'absence d'émissions, la polarisation de la lampe de silence est faible, la chute de tension le long de R_5 élevée, d'où le silence de la lampe de tension. Le potentiomètre P sert à doser le réglage silencieux.

Le second montage par élévation du potentiel cathodique comporte une résistance R_1 d'autopolarisation montée dans le circuit cathodique de la lampe de silence. Si les signaux sont faibles, le courant cathodique de la lampe de silence est élevé, d'où notable polarisation de la lampe de tension et obtention du silence.

Pour commander le blocage de la diode, il suffit d'élever le potentiel cathodique de cette lampe pour les signaux faibles. On opère alors deux détections, la première pour commander la lampe de silence, la

seconde pour recueillir les oscillations de basse fréquence. La résistance intercalée dans le circuit cathodique de la lampe de silence procure une tension qui rend impos-

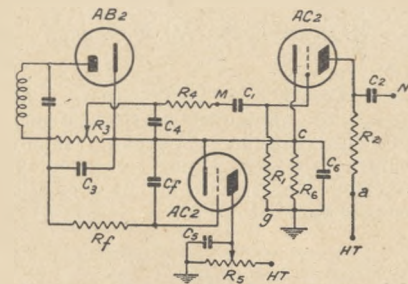


Schéma de réglage silencieux par action de la lampe de silence sur la cathode de la lampe à basse fréquence de tension.

sible la seconde détection dans le cas de réceptions faibles. La chute de tension le long de R_3 est alors élevée et la deuxième détection bloquée. L'emploi du potentiomètre P est indispensable.

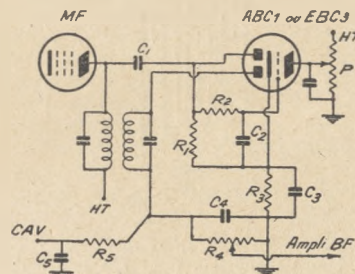


Schéma de réglage silencieux par action de la lampe de silence sur la cathode de la diode.

Ces trois montages de réglage silencieux sont sensiblement équivalents et donnent de bons résultats, à la condition d'être convenablement établis.

— **Règlage visuel.** Voir indicateur visuel d'accord, néon, œil cathodique, etc... (Angl. Tune. — All. Abstimmung.)

RÈGLE. Règle de l'observateur d'Ampère. Voir Ampère.

— **Règle du tire-bouchon ou de Maxwell.** Voir Maxwell, tire-bouchon.

— **Règle des trois doigts ou de Fleming.** Voir doigt. (Angl. Rule. — All. Regel.)

RÉGULATEUR. Régulateur de fréquence. Appareil qui règle la constance de la fréquence d'une émission dans les stations radioélectriques, particulièrement pour la radiodiffusion. Voir étalon, fréquence, quartz, piézoélectrique, stabilisateur). Voir aussi réglage automatique et réglage silencieux.

— **Régulateur automatique de sensibilité.** Voir antifading, sensibilité.

— **Régulateur de tension.** Appareil maintenant la tension constante entre certaines limites. En radioélectricité, les régulateurs de tension sont principalement utilisés pour compenser les variations de tension du réseau d'électricité. Lorsque des variations importantes de tension se mani-

ent, une bobine d'impédance variable à noyau de fer doux amovible.

Le régulateur automatique présente sur le régulateur manuel d'inappréciables avantages. Son automaticité et son fonctionnement à peu près instantané permettent de parer immédiatement aux variations brus-

ques de tension n'est que de 40 à 45 pour 100 en raison de la puissance absorbée par la résistance.

D'autres régulateurs de tension sont basés sur la variation du flux de fuites d'un transformateur pourvu d'entrefer. Comme le flux de fuites f_2 du secondaire se retranche du flux total F pour donner le flux secondaire utile

$$F_2 = F - I_p$$

une augmentation de tension se traduira, dans un transformateur saturé, par une augmentation du flux de fuites, donc par une diminution du flux secondaire utile et de la tension secondaire, ce qui réalise l'effet régulateur. Pour éviter l'influence des variations de charge sur la compensation, il faut placer en série avec le primaire, un condensateur de grande capacité. Les procédés basés sur la résonance à la fréquence du réseau sont encore plus délicats à mettre au point. On peut aussi employer un montage à deux bobines magnétiques, l'une saturée, l'autre non saturée.

On obtient aussi un effet de régulation en disposant une ou deux lampes au néon en dérivation sur le filtre de tension anodique. La décharge dans l'atmosphère gazeuse provoque un abaissement de la tension.

Voir *lampe, régulatrice, fer-hydrogène, survolteur, dévolteur, etc...*

— **Lampe régulatrice.** Lampe dont la résistance, variable en fonction de la température ou de la tension, s'oppose aux variations de la tension appliquée.

Le type de lampe régulatrice le plus répandu est la *lampe fer-hydrogène*. Son filament de fer pur très fin est renfermé dans une ampoule contenant une atmosphère d'hydrogène pur et sec à la pression de quelques centimètres de mercure. La dissipation de chaleur produite par l'atmosphère d'hydrogène active l'effet régulateur. Mais cet effet ne se produit que si le courant qui traverse la lampe est maintenu entre des limites déterminées. Les variations de tension admissibles sont de l'ordre de 1 à 3; les variations de courant de l'ordre de 1 à 10 pour 100. La puissance dissipée par la résistance est de l'ordre de 10 à 45 watts.

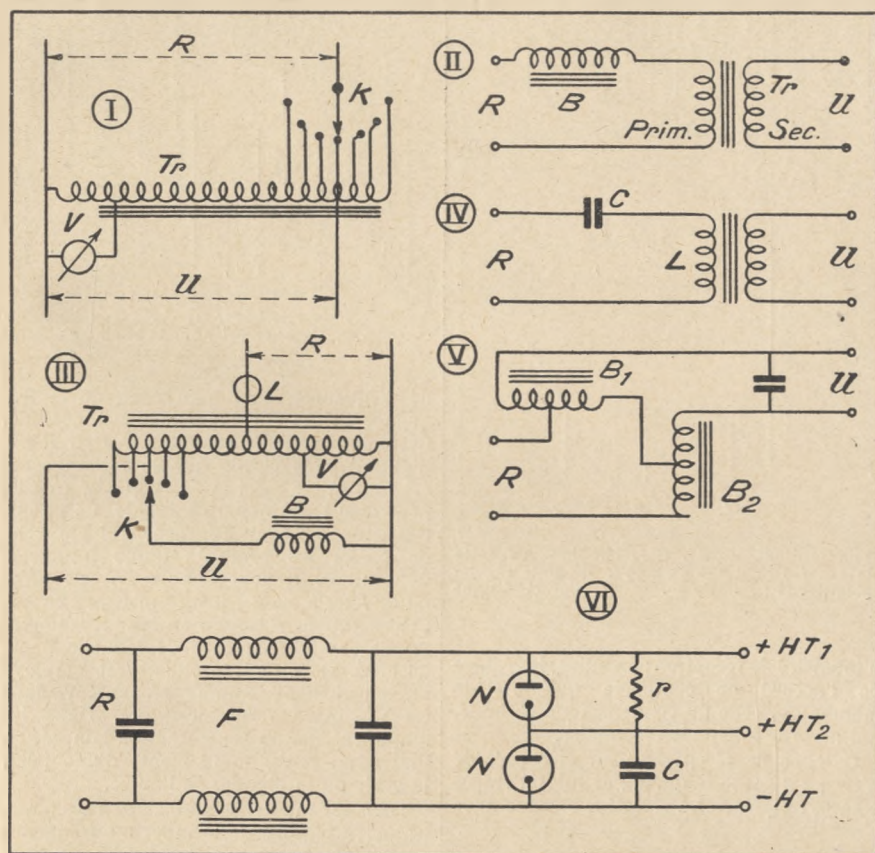
On utilise aussi des lampes régulatrices à oxyde d'uranium dont le coefficient de température est fortement négatif, ce qui permet d'obtenir un filament quatre fois plus résistant à froid qu'à chaud, et évite le chauffage excessif des filaments des lampes électroniques au début du fonctionnement du récepteur. La chute de tension est suivant les modèles de 9 à 12 v. pour 180 mA et de 9 à 55 v. pour 300 mA.

Le courant moyen I traversant la lampe régulatrice a pour expression

$$I = \frac{W}{V - (V_2 - V_1)}$$

en appelant W la puissance en watts exigée de l'alimentation, V la tension aux bornes de l'ensemble : primaire du transformateur et lampe régulatrice; V_1 et V_2 les tensions limites du réseau d'électricité.

(Angl. All. *Regulator*.)



Régulateurs de tension: I. Régulateur manuel à prises: R, réseau; Tr, transformateur; K, commutateur; V, voltmètre; U, utilisation. — II. Régulateur manuel à impédance variable: B, bobine à fer mobile. — III. Régulateur automatique à lampe régulatrice L. — IV. Régulateur automatique avec transformateur à fuites et capacité. — V. Régulateur automatique utilisant une bobine saturée B_1 et une bobine non saturée B_2 . — VI. Régulateur automatique au néon: R, redresseur de tension anodique; F, filtre; N, lampes au néon; r, résistance; C, capacité.

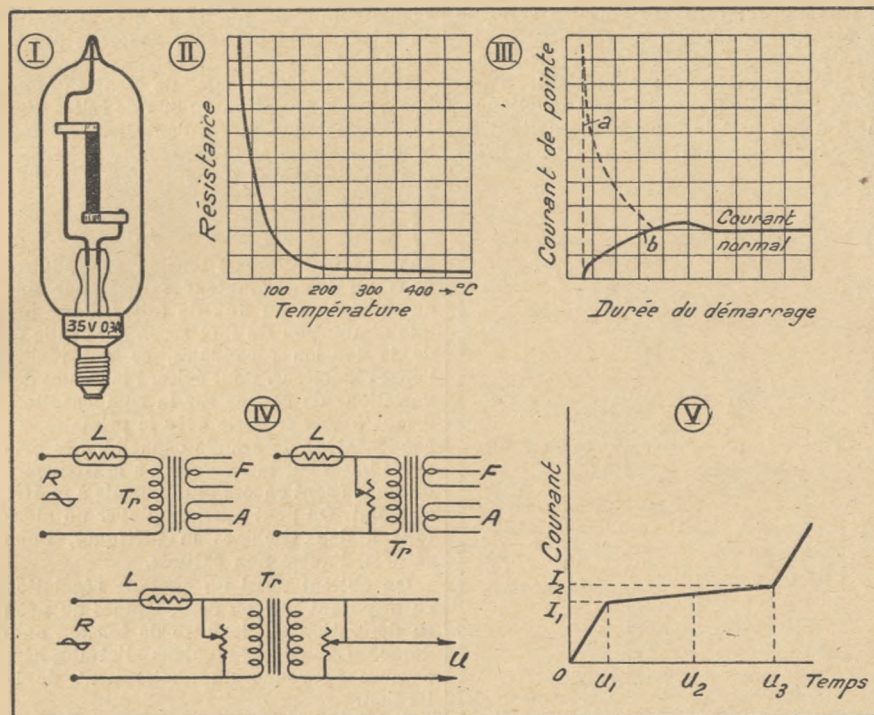
festent — le cas est assez fréquent sur les réseaux de faible capacité, soit aux heures de pointe, soit aux heures creuses — il s'ensuit des altérations du fonctionnement du récepteur branché sur ce réseau. En cas d'insuffisance de tension, le rendement des lampes diminue rapidement; en cas de surtension, la vie des lampes est menacée.

Les variations de tension peuvent être compensées au moyen soit de régulateurs manuels, soit de régulateurs automatiques.

Tous les appareils récepteurs possèdent actuellement un transformateur d'alimentation avec primaire à prises variables dans de larges limites pour l'adaptation aux tensions de 90 à 140 v. environ. Les régulateurs manuels ne sont rien d'autre que des transformateurs ou autotransformateurs à prises pour les récepteurs qui en sont dépourvus. On peut aussi obtenir un régulateur à action continue en montant en série avec le primaire du transformateur

ques de tension et d'éviter à la fois le mauvais fonctionnement du récepteur et la détérioration des lampes.

Divers procédés permettent d'assurer la régulation automatique. On utilise généralement, en série avec l'une des connexions du primaire du transformateur, une résistance de fer dans une atmosphère d'hydrogène (Voir *lampe fer-hydrogène*), dont la valeur croît assez rapidement en fonction de l'échauffement du conducteur. Cette résistance introduit ainsi une chute de tension variant dans le même sens que la variation de tension du réseau et susceptible de la compenser. Cette compensation ne s'établit cependant que pour un courant moyen déterminé. Pour éviter les surtensions pouvant provenir d'une perte de charge, occasionnée par une lampe brûlée, on utilise un autotransformateur à prises variables et une bobine d'impédance fortement saturée. Le rendement de ces

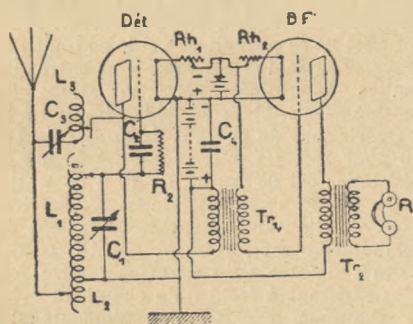


Lampes régulatrices: I, lampe à l'oxyde d'uranium (Urdox). — II. Caractéristique de cette lampe. — III. Affaiblissement du courant de pointe du démarrage au moyen de cette régulatrice. — IV. Diverses utilisations de la lampe régulatrice fer-hydrogène. — V. Caractéristique d'une lampe régulatrice fer-hydrogène.

REINARTZ. Montage récepteur Reinartz. Du nom de l'inventeur américain : circuit de réception simple, pour ondes moyennes et courtes, comportant un circuit primaire apériodique (le circuit antenne-terre), couplé faiblement à un circuit secondaire accordé qui commande la grille

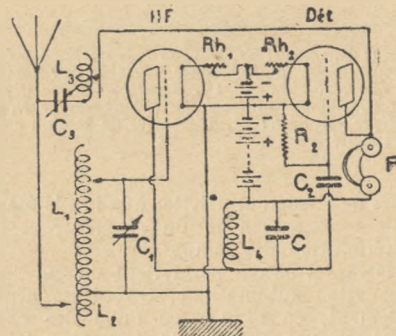
d'intensité de réception; en outre, le réglage de l'accord ne comporte qu'une seule manœuvre, celle du condensateur variable, qui accorde le circuit secondaire.

Ce type de récepteur peut être précédé d'étages à haute fréquence et suivi d'étages à basse fréquence. La variation d'inductance



Récepteur Reinartz: simple, comportant un étage d'amplification à basse fréquence: L_1 , bobine d'accord; L_2 , self-inductance d'antenne; L_3 , bobine de réaction; C_1 , condensateur d'accord; C_2 , condensateur de détection; C_3 , condensateur de réaction; C_4 , condensateur shuntant la batterie (2 μ F); Tr_1 , transformateur de couplage; R , téléphone.

de la lampe triode détectrice. Une bobine de réaction agit sur le circuit secondaire. Ce procédé de réception permet d'éviter autant que possible les interférences, grâce à l'emploi de l'antenne désaccordée, d'obtenir une excellente sélectivité grâce au faible couplage primaire-secondaire et de éaliser, grâce à la réaction, le maximum



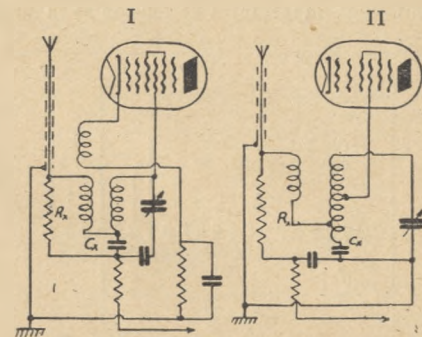
Récepteur Reinartz avec amplification à haute fréquence: L_1 , bobine d'accord; L_2 , self-inductance d'antenne; L_3 , bobine de réaction; L_4 , bobine du circuit résonnant; C_1 , condensateur d'accord; C_2 , condensateur variable du circuit résonnant; C_3 , condensateur de détection; C_4 , condensateur de réaction; R , téléphone.

des bobines est obtenue par curseur, commutateur à plots ou variomètre.

(Angl. Reinartz Tuner. — All. Reinartz Empfänger.)

RÉJECTEUR. (Du terme anglais *rejector*). Circuit oscillant accordé constitué par une bobine de self-inductance L , douée de

résistance R et fermée sur un condensateur de capacité C . Introduit dans un circuit à haute fréquence, un tel ensemble présente une impédance relativement faible pour les courants alternatifs de toute la gamme



Schémas de rejeteurs: I. Avec couplage sur cathode. — II. Avec prise sur la bobine d'accord.

de fréquences, sauf pour ceux de la fréquence même sur laquelle il est accordé. Cette impédance, mesurée par $L/C R$ est d'autant plus élevée que la résistance R est plus faible ainsi que la capacité C . Elle peut être théoriquement infinie. Ce circuit constitue donc un *bouchon*, qui empêche de passer les courants d'une fréquence déterminée. Il peut donc servir de *piège* ou de *filtre* à ondes. Inversement, ce circuit peut servir de sélecteur en faisant résonner l'onde sur la fréquence de laquelle il est accordé. Ce circuit oscillant est employé universellement comme résonateur dans les montages radioélectriques. Dans les amplificateurs ou générateurs à lampes, on l'introduit entre le filament, d'une part, la grille ou la plaque, de l'autre.

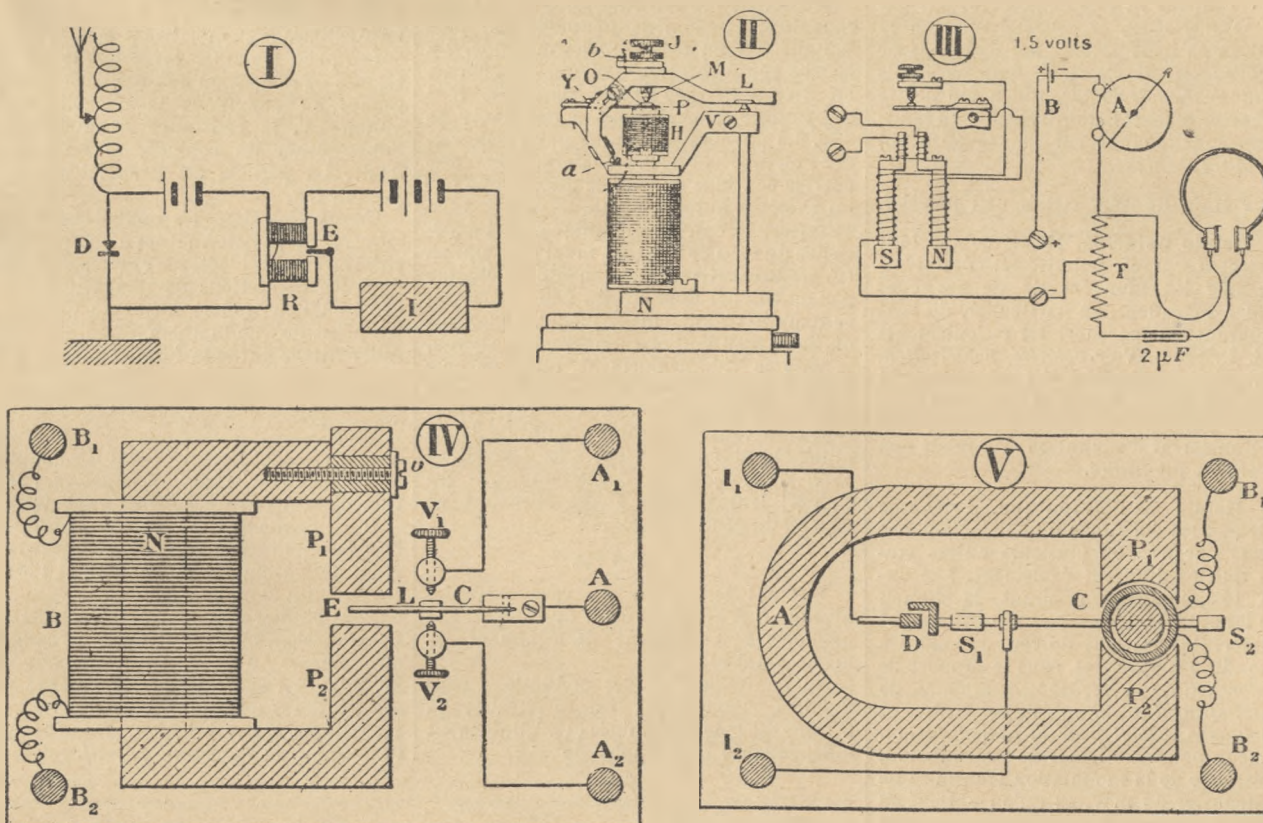
Dans les montages actuels de rejeteurs, les perturbations de la moyenne fréquence sont évitées par annulation automatique du couplage pour cette fréquence. Une prise sur la bobine d'accord peut former avec la capacité du condensateur variable une résonance en série pour la fréquence image, qui met en court-circuit l'impédance de grille pour cette fréquence. Voir *acceptor*, *antirésonnant*, *bouchon*, *éliminateur*, *filtre*, *piège*, *trappe*, etc.

(Angl. *Rejector Circuit*.)

RELAIS. Appareil destiné à produire dans un circuit une modification donnée lorsque certaines conditions se réalisent dans un autre circuit (C. E. I., 1934). Appareil mécanique, électrique, électromagnétique, électronique ou autre, qui permet, avec une faible énergie, d'obtenir des effets importants, en mettant en jeu une source d'énergie locale qu'il commande.

Les premiers relais mécaniques à électro-aimant sont apparus pour satisfaire aux besoins de la télégraphie sur ligne, le courant de ligne commandant un circuit local doué d'une énergie suffisante pour actionner l'électro-aimant utile.

Dans les relais télégraphiques, l'armature est pourvue d'un appendice ou index, qui vient en contact avec des butées ou avec



Divers types de relais mécaniques : I, Relais R actionnant un appareil inscripteur I au moyen du courant détecté en D. — II et III, Relais Brown — IV, Relais électromagnétique polarisé à palette aimantée : B, bobine; N, noyau; P₁, P₂, pôles magnétiques; E, entrefer; V, vis d'ajustement; L, palette aimantée; V₁, V₂, vis de butée; C, coupure du relais; A, A₁, A₂, bornes de la coupure. — V, Relais à cadre mobile, système Claude : A, aimant permanent; P₁, P₂, pôles magnétiques; C, cadre mobile; S₁, S₂, supports de l'axe; D, contact; B₁, B₂, bornes du cadre; I₁, I₂, bornes de la coupure.

des secteurs, connectés en permanence à des circuits distincts, le jeu de l'index ayant pour effet d'ouvrir ou de fermer les circuits. Un relais à deux positions peut fermer deux circuits d'utilisation distincts; un relais à trois positions peut fermer trois circuits distincts. Un relais à deux positions est dit réglé à l'indifférence lorsque, en l'absence de tout courant de commande, son armature possède deux positions d'équilibre avec contact sur l'un ou l'autre butoir.

— **Relais à cadre mobile.** Voir *cadre mobile*.

— **Relais cathodique.** Voir *oscillographe cathodique, indicateur, lampe*.

— **Relais différentiel.** Relais comportant deux enroulements distincts, établis en sorte que, si ces deux enroulements sont parcourus simultanément par des courants d'intensité égale, circulant dans un sens convenable, le relais n'est pas commandé; si les deux enroulements sont parcourus simultanément par des courants inégaux, le relais est commandé comme si un seul des enroulements était parcouru par un courant égal à la différence algébrique des courants qui circulent effectivement dans les deux enroulements.

— **Relais électroniques.** Le prototype de ces appareils est la lampe triode.

La faible variation d'énergie électrique appliquée entre la grille et le filament produit, par variation du champ électrique interne, de grandes variations de courant et de puissance dans le circuit de plaque. Le relais électronique, très sensible, très fidèle et sans inertie mécanique peut amplifier sans les déformer toutes les variations de tension, ou de courant, dans de larges limites de fréquences. Voir *amplification, modulation, lampe, relais thermoionique*.

— **Relais électromagnétiques.** Dans ces appareils, le petit courant de contrôle produit en général l'ouverture ou la fermeture d'un courant secondaire important, en commandant électromagnétiquement un interrupteur approprié. Le fonctionnement est obtenu à l'aide soit d'une palette, de fer doux ou aimantée, se déplaçant dans le champ d'un électroaimant alimenté par le courant de contrôle (Relais Baudot, Brown), soit d'un cadre mobile autour de son axe et parcouru par le courant de contrôle dans le champ d'un aimant permanent ou d'un électro-aimant (Relais Claude). Les premiers sont plus robustes, les seconds plus sensibles. Ces relais sont utilisés couramment en télégraphie et en radiotélégraphie : ils règlent le courant par « tout ou rien ».

— **Relais enregistreurs, inscripteurs.** Relais, généralement électromagnétiques,

utilisés pour l'enregistrement des courants électriques. Voir *amplificateurs, enregistreur, inscripteur, Morse, onduleur, recorder, siphon*.

— **Relais de manipulation.** Relais électromagnétique qui transmet le rythme de la manipulation au courant de haute fréquence ou au courant d'excitation dans une station radioélectrique d'émission. Voir *radiotélégraphie*.

— **Relais microphoniques.** Ces relais, étudiés en France par l'abbé Tauleigne et en Angleterre par Brown, reposent sur la variation progressive, en fonction de la pression, de la résistance électrique au contact de deux pièces en charbon. Dans ces conditions, le courant secondaire n'est pas réglé par « tout ou rien », mais sa variation reste proportionnelle à la variation du courant primaire. Le relais Tauleigne primitif était établi avec les éléments d'un écouteur téléphonique de 500 à 2.000 ohms. L'ancre vibrante solidaire de l'électro-aimant était une mince lame d'acier, portant une pastille de charbon. L'autre pièce de contact était un petit cône de charbon fixé à l'extrémité d'un léger fléau métallique, suspendu sur deux tourillons. Cet appareil a permis, en 1914, l'enregistrement sans amplification des signaux de la Tour Eiffel, reçus à 150 kilomètres de Paris sur

antenne de 100 mètres et détectés par galène. Depuis 1922, ce relais permettait la réception en haut-parleur des émissions de radiodiffusion. Il s'agit là d'un véritable *amplificateur sans lampe*, qui a été utilisé en Angleterre pour la fabrication d'un haut-parleur fonctionnant sur galène (Brown.) Voir *microphonique*.

— **Relais neutre.** Relais non polarisé.

— **Relais polarisé.** Relais comportant un électro-aimant polarisé et établi de sorte que les mouvements de ses contacts dépendent, en particulier, du sens du courant qui parcourt les enroulements (C. E. I., 1934). Voir *polarisé*, *polarisation*. L'état de polarisation est généralement obtenu au moyen d'un aimant permanent, ou par le passage d'un courant continu dans un enroulement d'excitation. Un relais non polarisé est dit *neutre*.

— **Relais radiophonique.** Processus par lequel les émissions d'une station sont reprises par une ou plusieurs autres stations qui les diffusent également. Les circuits téléphoniques assurant la liaison entre les studios, les centres répartiteurs et les différentes stations doivent répondre à des conditions spéciales, sans le rapport de la *distorsion*, de la *fréquence de coupure*, de l'*affaiblissement linéaire*. Voir ces termes et aussi *liaison*, *câbles pour la radiodiffusion*. En aucun point des lignes de transmission, la puissance de la modulation transmise ne doit dépasser 50 mW, ce qu'on obtient en limitant la tension à l'origine, qui ne doit pas dépasser 1,55 v à la sortie du dernier amplificateur et en fixant à $0,7 \pm 0,2$ néper la différence de niveau, mesurée en régime sinusoïdal à 800 p : s, entre la sortie d'un des répéteurs et l'origine du système. Les circuits pour les relais radiophoniques doivent pouvoir transmettre les fréquences de 50 à 6.400 p : s. Pour éviter les distorsions, on observe cette règle que la tension étant maintenue constante à l'origine de la ligne, la tension à l'extrémité doit aussi rester constante et indépendante de la fréquence dans les limites indiquées ci-dessus.

— **Relais thermoionique.** Tube thermoionique associé à des circuits et dont les fonctions sont celles d'un relais (C. E. I., 1934).

— **Relais vibreur.** Relais comportant un enroulement spécial qui permet d'entretenir en l'absence de la commande normale et grâce à un montage approprié une oscillation régulière de l'armature entre ses butées. (C. E. I., 1934).

— **Station relais.** Station d'émission radiophonique dont le rôle consiste à retransmettre les émissions d'une autre station, qui lui parviennent par fil ou radioélectriquement. On distingue les relais à forte puissance (Tour Eiffel, Daventry, Koenigswusterhausen, Kalundborg, Motala, etc...), destinés à rayonner les émissions sur toute l'étendue d'un pays, et les relais à faible puissance, qui ont pour objet la radiodiffusion dans une province déterminée.

(Angl. *Relay*. — All. *Relais*).

RELAXATION. Phénomène de relaxation. Phénomène périodique ne présentant pas un caractère harmonique. La courbe représentative d'un tel phénomène est très différente d'une sinusoïde. Elle s'apparente généralement à des dents de scie. Le phénomène, étudié par Balth van der Pol, provient de la transformation d'une énergie continue en énergie discontinue par un système autoentretenu.

Tel est le cas, en mécanique, de l'expérience du vase de Tantale, muni d'un siphon (F. Bedeau). Ce vase, alimenté en liquide par un robinet donnant un débit constant, se remplit régulièrement jusqu'au moment où, le niveau de l'eau amorçant le siphon, le vase se vide rapidement, puis continue ensuite à se remplir régulièrement, après désamorçage du siphon. Ces oscillations sont caractérisées par une amplitude déterminée, la différence A entre les niveaux H et h d'amorçage et de désamorçage du siphon; leur période T est arbitraire et dépend du débit du robinet :

$$T = V/D,$$

V étant le volume du vase entre les niveaux h et H ; D , le débit du robinet. Les oscillations conservent indéfiniment la même amplitude.

Au contraire dans les oscillations pendulaires, l'amplitude est arbitraire, la période est bien déterminée et pratiquement indépendante de l'amplitude

$$T = 2\pi\sqrt{l/g} = 2\pi\sqrt{LC};$$

les oscillations s'amortissent avec le temps.

On peut assimiler les oscillations électriques de relaxation aux oscillations mécaniques en assimilant la capacité C au volume V , la résistance R du circuit à l'obstruction du robinet; le courant au débit. La période est proportionnelle au produit CR .

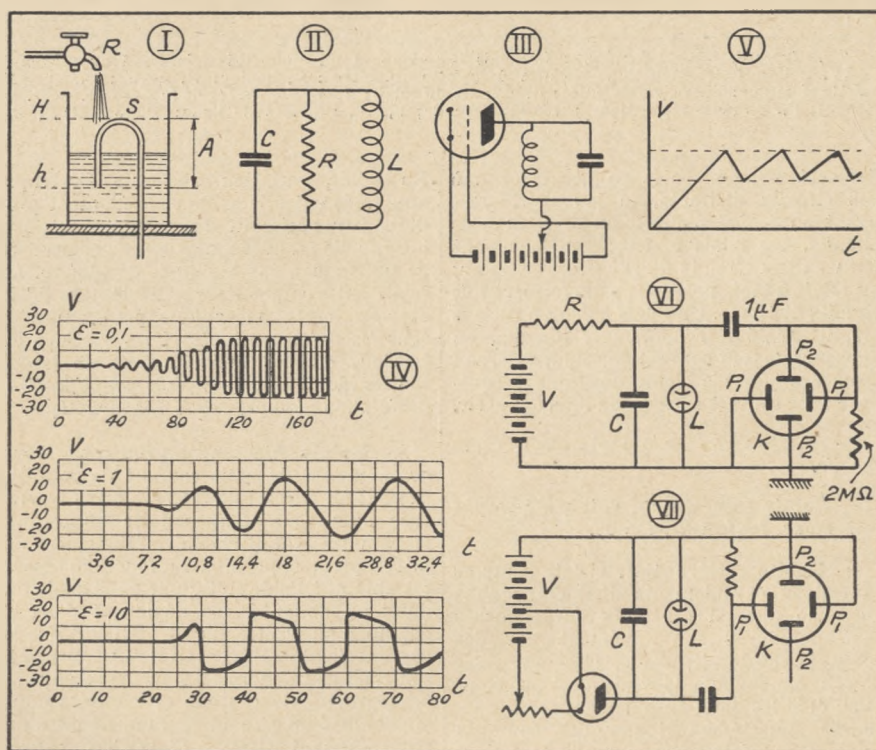
Tandis que dans les oscillations pendulaires, il y a transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique et réciproquement dans les oscillations de relaxation, il y a constamment apport d'énergie extérieure. Au point de vue mathématique, l'équation différentielle garde la forme classique :

$$\frac{d^2i}{dt^2} + 2a \frac{di}{dt} + \omega^2 i = 0$$

avec $a = R/2L$ et $\omega^2 = 1/CL$. Mais la variation de résistance est négative, l'équation n'étant pas à coefficients constants.

Il est commode d'étudier les oscillations de relaxation sur un circuit avec résistance R en dérivation sur la capacité et l'inductance. On a alors $2a = 1/CR$.

Pour étudier simplement les oscillations de relaxation, on peut disposer un *dynatron* aux bornes d'un circuit oscillant (R. Mesny), et l'on remarque le passage progressif des oscillations harmoniques aux oscillations de relaxation. On considère l'incrément ou *décroissement négatif*.



Oscillations de relaxation : I. Oscillations de relaxation mécaniques : H , h , niveaux de l'eau; S , siphon; R , robinet; A , différence de niveau. — II. Circuit électrique pour la production d'oscillations de relaxation. — III. Dynatron produisant des oscillations de relaxation. — IV. Oscillations d'un circuit à résistance initiale négative (Balth van der Pol) : les oscillations, d'abord sinusoïdales, deviennent de relaxation lorsque l'incrément s'accroît. — V. Tension de relaxation aux bornes d'un tube à néon. — VI. Générateur d'oscillations de relaxation avec tube à néon L , pour produire les bases de temps sur un oscillographe K à rayons cathodiques. — VII. Même montage dans lequel la résistance non inductive a été remplacée par la résistance intérieure d'une diode.

Lorsque l'incrément initial est faible, les oscillations sont sinusoïdales, comme c'est le cas pour les faibles décroissements. Elles s'écartent de plus en plus de la sinusoïde à mesure que l'incrément augmente. Le régime permanent est atteint d'autant plus rapidement que l'incrément est plus élevé.

La période des oscillations est

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

lorsque l'incrément est faible. S'il est élevé, $T = KCR$ pour une résistance en série, et $T = K L/R$ pour une résistance en dérivation, K étant une constante et R la valeur absolue de la résistance négative initiale (R. Mesny).

On obtient facilement des oscillations de relaxation au moyen d'une lampe au néon montée aux bornes de la capacité dans un circuit contenant résistance, capacité et source de tension continue en série. On choisit la tension E de la source supérieure à la tension d'illumination e du tube, qui s'illumine lorsque cette valeur est atteinte à ces bornes; la capacité se décharge alors à travers le gaz ionisé et les phénomènes recommencent. On recueille ainsi des oscillations en dents de scie précieuses pour établir des bases de temps en télévision, c'est-à-dire pour déplacer le spot cathodique proportionnellement au temps. Pour la résistance, on adopte en général la résistance anodique d'une diode, ce qui permet d'obtenir un courant de charge constant.

Alors que la fréquence des oscillations sinusoïdales entretenues est peu sensible aux actions périodiques extérieures qui n'agissent que sur leur amplitude, maximum au moment de la résonance, l'amplitude des oscillations de relaxation est très peu sensible aux actions extérieures, il n'y a pas de phénomène de résonance, mais leur fréquence est modifiée facilement par ces actions extérieures. L'introduction d'une fréquence auxiliaire en série avec le tube à néon entraîne la synchronisation des oscillations de relaxation sur cette fréquence, si toutefois elle ne diffère pas trop de la fréquence propre du système (R. Mesny).

Si l'on fait varier la capacité C d'une manière continue, on observe que la fréquence de relaxation se démultiplie, c'est-à-dire qu'elle devient $f/2$, $f/3$,... f/n à mesure que la capacité C devient 2, 3,..., n fois plus grande que la valeur déterminant la fréquence initiale. Cette démultiplication de fréquence est utilisée pour mesurer les fréquences très élevées, par l'entraînement d'un moteur synchrone avec une fréquence sous-multiple.

Le multivibrateur Abraham et Bloch est également un générateur d'oscillations de relaxation.

(Angl. *Relaxation*. — All. *Kippschwingung*, *Kippschaltung*.)

RELEVEMENT. En radiogoniométrie, on appelle *relevement* l'angle formé par la ligne de foi du navire ou de l'aéronef et la ligne imaginaire tirée du poste de bord à la station transmettrice, dont le radiogoniomètre relève l'émission. La précision du relevement dépend de celle avec laquelle

est déterminé le cap du navire. Cette précision est plus grande avec le compas gyroscopique qu'avec le compas magnétique, plus inerte. Le relevement est compté de 0 à 360 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre, le zéro étant à la pointe du navire. Voir *radiogoniométrie*.

Correcteur de relevement. Partie d'un radiogoniomètre qui applique automatiquement au relevement la correction de déviation.

(Angl. *Bearing*. — All. *Peilung*.)

RELIEF. Relief acoustique. La sensation de l'espace, et par conséquent du relief, peut être ajoutée aux sensations auditives, de même que la stéréoscopie la confère aux impressions optiques. Il suffit seulement d'utiliser un dispositif de microphones et de téléphones, constitué suivant le principe du stéréoscope. Un stéréophone convient à l'audition binaurculaire comme le stéréoscope est adapté à la vision binoculaire. Des applications de ce principe ont été faites par Ader au théatrophone, puis, au cours de la guerre, à la défense contre avions au moyen de deux réflecteurs paraboliques du son. En 1925, le professeur viennois Karl Heinrich suggéra d'utiliser deux microphones distants de 21 centimètres (distance des deux oreilles humaines). Des expériences dans ce sens ont été faites à la station d'émission radiophonique de Königswusterhausen.

Récemment la question a été reprise tant à l'émission qu'à la réception, en utilisant à la fois la stéréophonie et la réverbération.

À la réception, les appareils sont munis de deux ou trois haut-parleurs répondant respectivement aux divers registres sonores (aigu, medium, grave) et placés dans des directions et plans différents.

À l'émission, le procédé Roux-Gamzon-Sollima crée le relief en dosant électriquement la réverbération (voir ce mot). Enfin, à l'émission comme à la réception, on reconstitue le relief acoustique par la création d'ondes stationnaires, au moyen du stéréophone et du microstéréophone Lakhovsky.

(Angl. *Acoustic Relief*. — All. *Akustisches Relief*.)

RÉLUCTANCE. Quotient de la force magnétomotrice appliquée à un circuit magnétique par le flux d'induction produit (C. E. I., 1934).

(Angl. *Reluctance*. — All. *Reluktanz*.)

RÉLUCTIVITÉ. Propriété inverse de la perméabilité magnétique. Voir ce mot.

(Angl. *Reluctivity*. — All. *Reluktivität*.)

RÉMANENCE. Propriété des corps ferromagnétiques de conserver une certaine aimantation après suppression du champ magnétisant. (Comité électrotechnique français.)

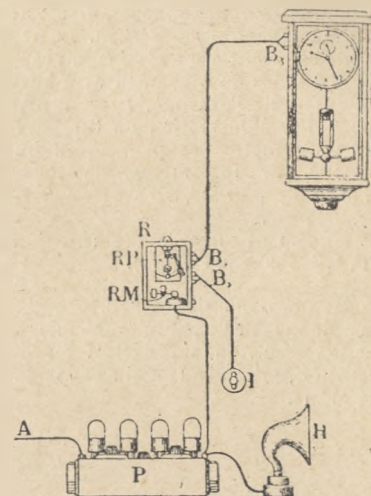
(Angl. *Relentivity*, *Remanence*. — All. *Remananz*.)

RÉMANENT. Aimantation rémanente. Intensité d'aimantation qui persiste par l'effet de l'hystérésis dans un

milieu magnétique après la suppression du champ magnétisant (C. E. I., 1934).

(Angl. *Remanent*. — All. *Remanenter Magnetismus*.)

REMISE. Remise à l'heure automatique des horloges par signaux radio-électriques. Cette opération peut être assurée automatiquement au cours des émissions de signaux horaires, soit télégraphiques ou par points musicaux, au moyen



Ensemble d'une installation de remise à l'heure radioélectrique: A, antenne; P, poste récepteur; H, haut-parleur; I, interrupteur; RM, relais microphonique; RP, relais pendulaire.

d'un appareil radioélectrique récepteur très simple. Il s'agit en l'espèce, d'un *relais microphonique*, analogue au relais Tauleigne, qui commande le fonctionnement d'un relais pendulaire. Quelque temps avant la remise à l'heure, la pendule connecte automatiquement le poste récepteur au relais, sans qu'il y ait lieu d'interrompre l'audition au casque ou au haut-parleur. Au moment du passage des signaux horaires rythmés, le relais microphonique actionne le relais pendulaire, qui remet à l'heure l'horloge.

RENDEMENT. Rapport entre les valeurs des grandeurs utiles restituées par un système et celles de même nature absorbées par le même système (puissance, énergie, quantité d'électricité, etc...) (C. E. I., 1934).

Rapport de l'énergie utile restituée par un système à l'énergie qui lui est fournie, sous quelque forme que ce soit. Dans le cas où il n'y a pas accumulation d'énergie, le rendement est aussi égal au rapport de la puissance utile à la puissance totale fournie (Comité électrotechnique français, 1925).

Le rendement des générateurs à haute fréquence est assez variable.

Celui des arcs est au plus de 50 pour 100, généralement de 40 pour 100.

Celui des alternateurs à haute fréquence varie de 58 à 80 pour 100 suivant la puissance des unités. Mais le rendement en service des alternateurs, c'est-à-dire le coefficient d'exploitation, peut dépasser 95 pour 100.

De même, dans leurs conditions de fonctionnement optimum, soit avec une puissance inférieure de moitié environ à leur puissance maximum, les générateurs à lampes peuvent atteindre des rendements de 75 à 80 pour 100. Voir *arc*, *alternateur*, *lampe*, etc...

Le rendement total d'un émetteur dépend à la fois de la longueur d'onde (fréquence d'émission), de la hauteur et de la résistance de rayonnement de l'antenne; il dépend aussi de la nature de la transmission (téléphonie, télégraphie). En radiophonie, il est fonction du facteur de modulation. Le rendement de l'antenne seule est égal au rapport de la résistance de rayonnement à la résistance totale de l'antenne. Il est d'environ 30 pour 100 à la station de Croix-d'Hins sur 18.900 mètres et peut atteindre 60 pour 100 sur 150 mètres de longueur d'onde. Voir *antenne*, *rayonnement*, *résistance*, *hauteur*.

Le rendement est ordinairement désigné par la lettre grecque η (éta).

— **Rendement des circuits couplés.** Étant donné deux circuits couplés par induction électrique et excités en ondes entretenues, le rendement du couplage est de la forme.

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{1}{n^2}} \quad \text{avec } n = \frac{M_{12}}{\sqrt{R_1 R_2}}$$

M étant l'induction mutuelle, R_1 et R_2 la résistance de chacun des circuits couplés, lorsque le secondaire est accordé sur la fréquence d'excitation. Si les circuits sont accordés au maximum de courant secondaire, le rendement est égal à $\frac{1}{2}$. C'est le maximum de rendement qu'on peut obtenir, lorsqu'on veut tirer dans le secondaire toute la puissance disponible, le primaire étant alimenté à tension constante.

Lorsqu'il s'agit d'oscillations libres, le rendement atteint son maximum pour des valeurs très peu différentes des fréquences propres du primaire et du secondaire, si toutefois les décrets sont assez petits et si le couplage est produit par induction magnétique. Voir *circuit*, *couplage*.

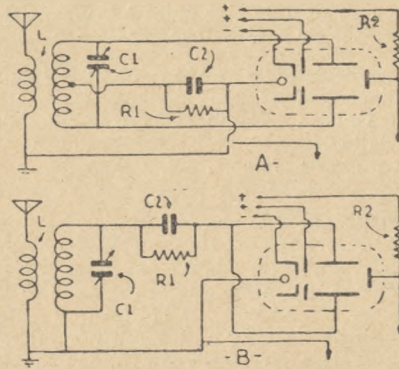
— **Rendement de radiation d'une antenne.** Rapport entre la puissance rayonnée et la puissance totale fournie à l'antenne à une fréquence déterminée (C. E. I., 1934). Voir *radiation*, *antenne*.

(Angl. *Efficiency*. — All. *Wirkungsgrad*.)

RENFORÇATEUR. Écran renforçateur. Voir *écran*.

RENFORCEMENT. Le renforcement de l'intensité d'une réception radioélectrique peut être obtenu en agissant sur différents facteurs qui conditionnent la réception. D'une manière générale, on cherche à améliorer le rendement du récepteur en réduisant au minimum la résistance des circuits oscillants et des lampes. La résistance des circuits est diminuée par le jeu de la réaction, qu'introduit une résistance négative. La résistance des lampes est réduite par l'augmentation de l'émission

électronique. (Voir *émission*) par l'accroissement de la tension de plaque, par la polarisation positive des grilles. Le rendement des transformateurs à haute fréquence est



Schémas de montage d'une renode en amplificatrice-délectrice.

accru par l'augmentation du couplage entre circuits primaire et secondaire et surtout par l'utilisation de noyaux magnétiques.

(Angl. *Strengthening*. — All. *Verstärken*.)

RENODE. Type de lampe électronique danoise sans grille, qui s'apparente aux tubes cathodiques et aux lampes à distance critique. La renode comporte une cathode, un diaphragme renforçateur, une paire de plaques de déflexion, parallèles au flux cathodique, et une anode. Ce tube peut être substitué à la penthode pour l'amplification.

(Angl., All. *Renode*.)

RÉPARTI. Se dit, d'une grandeur électrique (inductance, capacité, résistance, etc...) qui n'est pas localisée en un point, ni dans un appareil, mais distribuée, uniformément ou suivant une loi donnée, le long d'un conducteur, d'une bobine, d'une antenne. Les constantes d'un câble, d'une ligne, d'une antenne sont des constantes réparties, qui s'expriment en henrys, farads, ohms par unité de longueur.

— **Capacité répartie.** Capacité propre qui existe, à l'intérieur d'une bobine, entre les différentes spires et les différentes couches.

Jointe à l'inductance de la bobine, cette capacité définit sa longueur d'onde propre. Elle agit à la manière d'un condensateur fixe de petite capacité qui serait connecté aux bornes de la bobine. La présence de la capacité répartie est toujours nuisible; elle crée entre spires et couches des pertes diélectriques et affaiblit l'acuité de l'accord des circuits, surtout sur les ondes courtes. On la combat utilement en employant soit des bobines à une seule couche et à spires espacées, soit des bobines à couches multiples très aérées, *fonds de panier* ou *nids d'abeille*. Voir ces mots et aussi *bobine*, *capacité*, *distribué*, *localisé*.

(Angl. *Distributed*. — All. *Verteilt*.)

RÉPARTITEUR. Bâti auquel sont reliées en permanence des lignes (télépho-

niques) de deux espèces différentes et servant à établir des liaisons électriques durables entre chaque ligne d'une espèce et une ligne correspondante de l'autre espèce (C. E. I., 1934).

— **Répartiteur d'entrée.** Répartiteur servant à relier les lignes extérieures, rattachées à un bureau, aux lignes intérieures à ce bureau (C. E. I., 1934).

— **Répartiteur intermédiaire.** Répartiteur servant à relier chacune des lignes correspondant aux différents organes affectés à leur exploitation (C. E. I., 1934). (Angl. *Divider*. — All. *Verteiler*.)

RÉPÉTITEUR. Organe inséré sur une ligne pour réexpédier, après amplification, les courants qui lui parviennent (C. E. I., 1934). Cet organe joue en téléphonie un rôle analogue à celui de la translation en télégraphie. Le répéteur est un *relais téléphonique amplificateur*. Il comporte essentiellement une triode, un circuit d'entrée et un circuit de sortie, où l'on recueille les courants amplifiés. Les lignes téléphoniques sont reliées aux terminaisons du répéteur. Le répéteur le plus simple est le répéteur intermédiaire pour circuit à quatre fils, encore appelé *irréversible*, par ce que sur chaque section de ligne reliée au répéteur, les courants ont un sens bien déterminé. Sur les circuits à deux fils, où le courant est appelé à circuler dans l'un et l'autre sens, il doit en être de même du répéteur. Il existe des répéteurs à deux directions avec amplificateur unique. Les courants amplifiés se répartissent entre les deux sections, mais ne doivent pas pouvoir revenir à l'entrée de l'amplificateur, sinon il y aurait génération d'oscillations entretenues. On utilise encore des répéteurs à deux directions avec double amplificateur. Des transformateurs différentiels à trois enroulements ou groupes d'enroulement évitent le retour vers l'entrée des courants de sortie et sont reliés d'une part à une section de ligne, d'autre part à une ligne artificielle de même impédance (*équilibreur*), ainsi qu'à l'entrée d'un amplificateur et à la sortie de l'autre. On nomme *section d'amplification* la portion de ligne comprise entre deux répéteurs successifs.

(Angl. *Repeater*. — All. *Repetirrelais*.)

RÉPONSE. Courbe de réponse d'un microphone ou d'un haut-parleur. Dans les appareils convertisseurs d'énergie électrique en énergie acoustique, et réciproquement, il faut considérer la notion de rendement, non seulement au point de vue quantitatif, mais encore au point de vue qualitatif, en fonction de la fréquence de l'énergie mise en jeu.

On appelle *réponse* d'un appareil électroacoustique la différence de niveau entre l'énergie restituée et l'énergie appliquée à cet appareil. Cette différence est exprimée en décibels, *népers* ou *phones*.

La courbe de réponse d'un appareil électroacoustique est le graphique traduisant les variations de la réponse en fonction de la fréquence des oscillations.

Supposons le cas d'un appareil parfait,

présentant le même degré de fidélité pour toutes les fréquences acoustiques. Si on applique à l'entrée de cet appareil une énergie maintenue constante quelle que soit la fréquence, le niveau de réponse restera

quances (notes aiguës, notes graves ou médium).

Pour relever la courbe de réponse d'un haut-parleur on utilise un générateur étalonné de courant de basse fréquence qui

un certain nombre de fréquences. La puissance de référence est celle mise en jeu à 800 ou 1.000 p : s.

Le préamplificateur peut être constitué par deux triodes à résistances montées en cascade, donnant une amplification absolument indépendante de la fréquence. Les tensions d'alimentation doivent rester rigoureusement constantes; l'alimentation par piles et accumulateurs est donc nécessaire, ainsi que le blindage des étages et des câbles. L'atténuateur doit être gradué jusqu'à 110 décibels. Le générateur de basse fréquence doit donner des oscillations parfaitement sinusoïdales. Une modulation en très basse fréquence évite la formation d'ondes stationnaires et atténue les résonances parasites.

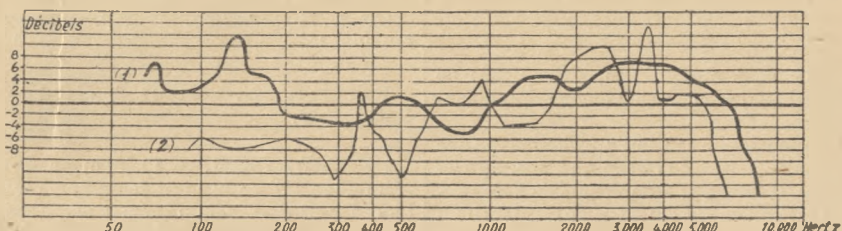
Voir *haut-parleur*, *microphone*, *bruit*, *décibel*, *niveau*, *psophomètre*, etc...

— **Jack de réponse.** Synonyme de *jack local*. Voir *jack*, *local*.

(Angl. *Answer*. — All. *Beantwortung*.)

REPOS. Onde de repos. Voir *onde*.

REPRODUCTEUR. **Reproducteur phonographique.** Appareil qui permet de reproduire l'audition d'un disque de gramophone au moyen d'un récepteur radio-électrique à lampes et d'un haut-parleur. En anglais, cet appareil est dénommé *pick-up*. L'application au gramophone des méthodes téléphoniques et radioélectriques,

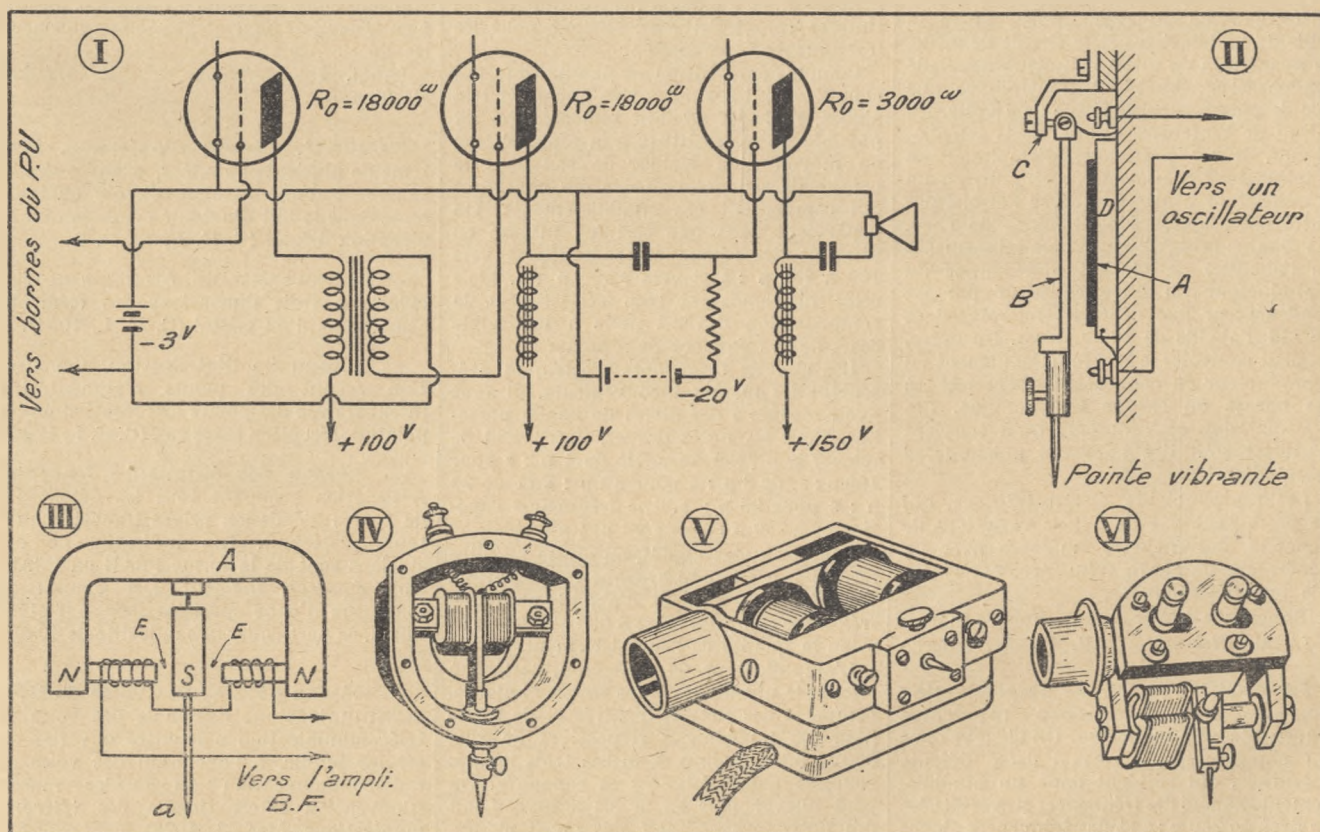


Courbe de réponse de deux haut-parleurs: 1, Français; 2, Américain.

aussi constant quelle que soit la fréquence. La courbe de réponse sera une droite parallèle à l'axe des fréquences.

En général, les appareils électroacoustiques favorisent certaines fréquences, sur lesquelles ils présentent des résonances plus ou moins marquées. La courbe de réponse n'est plus une droite, elle présente de nombreuses sinuosités et des points caractéristiques. On peut établir les appareils — microphones et haut-parleurs — en sorte que la courbe de réponse soit aussi horizontale que possible entre certaines fréquences (50 à 6.000 p : s, par exemple), ou encore qu'elle favorise certaines fré-

alimente le haut-parleur. A une distance de 1,25 m environ, on place le microphone étalonné, généralement à ruban, dont on connaît la courbe de réponse, connectée à un préamplificateur, suivi d'un amplificateur et d'un « output meter » ou wattmètre de sortie. Ayant noté la déviation de l'appareil de mesure, pour une fréquence déterminée, on met hors circuit le haut-parleur, en faisant débiter directement le générateur sur l'amplificateur. Un atténuateur permet de régler la tension d'entrée de manière à obtenir la même déviation. On note le degré d'atténuation nécessaire pour cette fréquence et l'on procède ainsi pour



Reproducteur phonographique: I. Amplificateur pour reproduction phonographique. — II. Reproducteur électrostatique: A, plaque fixe; B, plaque mobile; C, dispositif d'amortissement. — III. Principe du reproducteur électromagnétique: A, aimant; a, aiguille; E, entrefer; N, S, pôles nord et sud. — IV à VI. Divers types de reproducteurs électromagnétiques.

qui ont déjà contribué au développement du théâtrophone, constitue un progrès très important de la technique des machines parlantes.

Le reproducteur phonographique et l'équipement radioélectrique forment la liaison électromagnétique entre l'énergie élastique développée dans l'aiguille par la rotation du disque et l'énergie élastique des ondes sonores. Actuellement les sons à enregistrer sont captés par un microphone, transformés en courant téléphonique, amplifiés en basse fréquence, qui attaque le reproducteur, lequel grave le disque de cire vierge. Réciproquement, le reproducteur, actionné par le mouvement du disque, induit dans l'amplificateur des courants de basse fréquence, qui commandent le haut-parleur.

Les reproducteurs ont une constitution très voisine de celle des microphones. On distingue principalement les reproducteurs à grenaille de charbon, électromagnétiques et électrostatiques, qui sont semblables aux microphones, avec cette différence que la membrane est remplacée par l'aiguille appuyant sur le disque. Les reproducteurs électromagnétiques, qui ressemblent à des téléphones, sont les plus employés actuellement.

L'amplification des courants induits par le reproducteur est obtenue au moyen d'un amplificateur à basse fréquence. Si l'on désire utiliser un récepteur radiophonique, on placera le secondaire du transformateur microphonique du reproducteur entre la grille de la détectrice et le circuit de grille, en ayant soin de mettre en court-circuit le condensateur shunté et d'introduire une pile de polarisation négative de 4 volts. En raison de l'intensité des courants téléphoniques, il est préférable d'employer un amplificateur *symétrique* (push-pull) ou un amplificateur à 3 lampes avec liaisons par autotransformateurs ou bobines de choc. On élimine les bruits parasites (glissements de l'aiguille) en plaçant aux bornes du reproducteur un filtre constitué par un condensateur fixe de 0,008 microfarad et un nid d'abeille de 1.500 spires. En outre, on peut contrôler le bon fonctionnement du reproducteur en connectant directement à ses bornes un casque téléphonique. Les haut-parleurs ou diffuseurs qu'il convient d'utiliser sont des appareils puissants, à grand diamètre.

Les reproducteurs électrostatiques, qui ne produisent que de faibles variations de capacité, doivent être employés avec un générateur de haute fréquence, par exemple une hétérodyne.

Synonyme *lecteur de son*. Voir ce mot.

(Angl. *Pick-up*. — All. *Wiedererzeuger*.)

REPRODUCTION. — **Reproduction correcte des fréquences musicales enregistrées sur disque.** On observe dans un enregistrement normal deux défauts essentiels, qui résident dans un affaiblissement exagéré des fréquences graves situées en deçà de 250 p : s et des fréquences aiguës au delà de 5.000 p : s. Ces défauts sont dus à certaines limitations inhérentes aux organes mécaniques de la reproduction.

Si l'on désigne par d l'écartement entre deux sillons contigus et par e la largeur normale du sillon sans enregistrement, l'amplitude maximum que pourra prendre la gravure d'un signal est

$$A = \frac{d - e}{2}$$

puisque deux enregistrements contigus ne peuvent évidemment chevaucher sans inconvénient.

Or, pour qu'un son soit reproduit avec une puissance constante quelle que soit sa fréquence, il faut que l'amplitude de l'enregistrement soit inversement proportionnelle à la fréquence. On doit donc, pour les notes graves, affaiblir la puissance afin de ne pas dépasser l'amplitude limite des elongations. On est ainsi amené à opérer à vitesse constante dans le registre moyen et à amplitude constante dans le registre grave.

D'autre part, les notes aiguës ne sont pas correctement rendues, parce que la fréquence de vibration de l'aiguille n'arrive pas à suivre les fréquences les plus élevées et qu'elle rabote les ondulations de l'enregistrement en produisant un bruit de surface caractéristique. Pour limiter l'importance de ce bruit, on est conduit à affaiblir le niveau des notes aiguës.

Or la fidélité de la reproduction exige que soient rendues les notes très basses qui donnent l'impression du « creux », et les notes très aiguës, dont les fréquences s'échelonnent de 3.000 à 6.000 p : s, qui donnent les timbres caractéristiques, surtout pour les instruments à percussion.

Comme l'enregistrement ne supprime pas complètement ces notes très graves et très aiguës, mais les affaiblit seulement, il est possible de les restituer à la reproduction au moyen d'un lecteur de son dont la courbe de réponse présente des courbures qui compensent ces affaiblissements. On y parvient dans une certaine mesure en utilisant des résonances mécaniques vers 100 à 150 p : s et vers 3.500 p : s. Mais cette résonance est trop sélective et la compensation devient nulle à un faible écart de la fréquence de résonance.

Les circuits résonnants électriques présentent les mêmes inconvénients. Il faut avoir recours à des filtres de bande passe-bas. Pour les notes graves, il convient de relever le niveau de sortie de 4 p : s pour 160 p : s, de 8 p : s pour 80 p : s et de 20 p : s pour 25 p : s. Les fréquences supérieures à 250 p : s ne sont pas affectées.

Pour les notes aiguës, on utilise un filtre passe-bas à coupure brusque qui supprime complètement le bruit d'aiguille pour une fréquence comprise entre 5 000 et 8 000 p : s selon la qualité de l'enregistrement.

L'amplificateur de correction, destiné à relever le niveau des notes graves et aiguës, comporte des circuits d'entrée et de sortie pour les impédances respectives de 200, 600 et 50 000 ohms et utilise trois lampes couplées par résistances et capacités. On peut relever plus ou moins le niveau soit des notes graves, soit des notes aiguës, en agissant sur deux boutons de réglage. Le fonctionnement de chaque lampe est surveillé au moyen d'un milliampermètre.

On remarque qu'on peut relever progressivement les notes graves de — 15 à + 18 décibels environ. Le processus est différent pour les notes aiguës, car il importe surtout de déterminer très nettement la fréquence de coupure.

(Angl. *Reproduction*. — All. *Wiedererzeugung*.)

RÉPULSION. Moteur à répulsion. Voir *moteur*.

RERADIATION. Phénomène de réémission qui se produit lorsqu'un récepteur fonctionne comme émetteur secondaire. C'est le cas notamment lorsque l'énergie à haute fréquence, amplifiée dans le récepteur, rebrousse chemin vers l'antenne à la faveur d'un couplage réactif. Dans ces conditions, l'antenne de réception peut alors rayonner beaucoup plus d'énergie à haute fréquence modulée qu'elle n'en reçoit elle-même des ondes de la station d'émission. Le récepteur se comporte donc comme un relais d'émission, puisqu'il retransmet sur la même longueur d'onde la transmission captée. Ce phénomène est fréquent dans les villes où la densité surfacique des postes récepteurs est considérable, notamment en raison de l'emploi de postes à réaction, fortement couplés, au collecteur d'ondes. Il déforme le champ des stations d'émission et favorise parfois considérablement la réception de certaines transmissions, notamment sur des postes à galène qui ne pourraient pas normalement les déceler.

(Angl. *Re-Radiation*. — All. *Wiederstrahlung*.)

RÉSEAU. Réseau d'antennes. Système de plusieurs antennes, excitées simultanément d'une manière directe ou indirecte dans le but d'obtenir l'émission ou la réception dirigée (C. E. I., 1934).

— **Réseau cristallin.** Arrangement réticulaire à trois dimensions des éléments constitutifs d'un cristal (C. E. I., 1934).

— **Réseau de distribution.** Canalisation reliant des points d'alimentation (nœuds) avec des points de réception ou les points de réception entre eux (C. E. I., 1934).

— **Réseau des émetteurs français.** Association groupant tous les détenteurs de postes d'émission privés français (amateurs-émetteurs). Les indicatifs de ces stations sont de la forme F8AB ou F3AB. Voir *émetteur*, *indicatif*. Des bandes de longueurs d'onde spéciales leur sont attribuées, en particulier la bande dite de 40 mètres.

— **Réseau général des voies de télécommunication.** Ensemble des voies de télécommunication existantes ouvertes au service public, à l'exclusion des voies de radiocommunication du service mobile (Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1928).

— **Réseau d'une image.** Ensemble des traits parallèles reconstituant synthétique-

ment une image en *phototélégraphie* ou *téléconographie*. — **Finesse du réseau d'une image.** Nombre de traits parallèles reconstituant l'image par millimètre de longueur perpendiculairement à la direction commune de ces traits. On dit aussi *finesse d'exploration*, *finesse de trame*. Voir *belinographie*, *phototélégraphie*, etc...

— **Réseau de police.** Voir *police*.

— **Réseau récurrent.** Réseau électrique formé de plusieurs éléments ou groupe d'éléments de constitution identique, disposés en série (C. E. I., 1934).

— **Réseau de stations.** Ensemble de stations radioélectriques travaillant en liaison les unes avec les autres, pour assurer un service déterminé : réseau de stations côtières, réseau de stations militaires, réseau de radiodiffusion, etc...

— **Spectrographe à réseau.** Voir *spectrographe*.

(Angl. *Net.* — All. *Netz.*)

RÉSIDUEL. Aimantation résiduelle. Intensité d'aimantation qui persiste par effet de l'hystérésis dans un milieu magnétique après la suppression du champ magnétisant (C. E. I., 1934).

Synonyme de *aimantation rémanente*. Voir *rémanence*, *aimantation*, *magnétisme*.

— **Capacité résiduelle.** Capacité minimum que possède un condensateur variable lorsque son armature mobile est ramenée à la position « zéro ». La valeur de la capacité résiduelle dépend essentiellement de la forme et de l'agencement des armatures. Elle est généralement localisée au voisinage de l'axe de l'armature mobile. Pour la réduire, certains constructeurs ont imaginé de supprimer l'armature fixe et de créer un condensateur à deux armatures mobiles, dont les axes sont distants d'une dizaine de centimètres. Voir *capacité*.

— **Charge résiduelle.** Charge réapparaissant dans un condensateur quelque temps après une décharge précédente. Avec certains diélectriques, un grand nombre de décharges peuvent être parfois observées. Elles montrent que l'élasticité diélectrique de la substance isolante est imparfaite et que cette substance ne peut restituer qu'imparfaitement la charge qu'elle a absorbée. Voir *charge*.

— **Déviation résiduelle.** Déplacement de l'équipage d'un appareil à couple antagoniste qui subsiste après que la cause qui l'a provoqué a disparu (C. E. I., 1934).

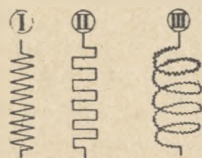
(Angl. *Residual.* — All. *Rest...*)

RÉSINEUX. Électricité résineuse. Synonyme d'électricité négative en électrostatique. Contraire : électricité vitreuse ou positive. Voir *Electricité, électrostatique*.

(Angl. *Resinous.* — All. *Harzig, Negativ.*)

RÉSISTANCE. Résistance électrique d'un conducteur. Quotient d'une différence de potentiel constante appliquée aux extrémités d'un conducteur par l'intensité

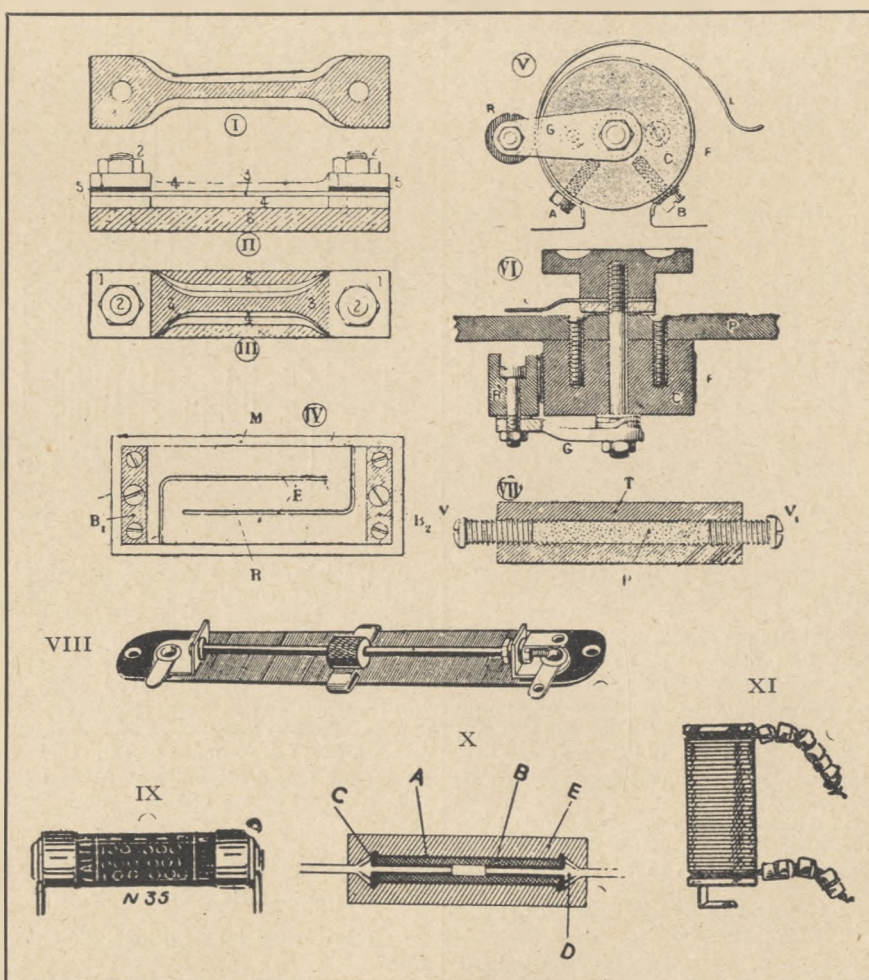
du courant qu'elle y produit, lorsque le conducteur n'est pas le siège de forces électromotrices. Ensemble de conducteurs dont on utilise spécialement la résistance.



Symboles schématiques de la résistance électrique :
I. Symbole français et anglais. — II. Symbole allemand. — III. Symbole proposé par le D^r Corret pour représenter une inductance avec résistance répartie (enroulement de téléphone ou de transformateur).

(C. E. I., 1934). La résistance électrique d'un conducteur est une constante caractéristique de ce conducteur, définie par la

loi d'Ohm (Voir *ohm*). Cette constante dépend, en particulier, de la nature du conducteur, de sa longueur et de sa section. (Comité électrotechnique français 1925). Dans le cas d'un conducteur cylindrique homogène, la résistance électrique en courant continu est proportionnelle à la longueur, inversement proportionnelle à la section et proportionnelle à une constante : la *résistivité*, qui dépend de sa nature. La résistance dépend aussi de la température du conducteur (coefficient de température) : en général elle croît avec la température pour les métaux et décroît pour certaines substances, telles que le charbon. La valeur numérique de la résistance entre deux points d'un condensateur est égale à la valeur de la tension électrique qu'il faut appliquer entre les deux points considérés pour faire circuler dans le condensateur un courant égal à l'unité.



Divers types de résistances utilisées en radiotechnique : I à III. Résistance au graphite ou à l'encre de Chine; I, Confection de la résistance sur carton-bristol; II et III, Montage de la résistance : 1, armatures de laiton; 2, écrous et vis de fixation; 3, résistance sur bristol; 4, masse de paraffine; 5, matelas de papier d'étain; 6, planchette de fibre ou d'ébonite. — IV. Résistance métallique : M, feuilles de mica; R, dépôt très mince d'or platiné; E, évidements; B₁, B₂, bornes. — V. Résistance variable de grille : A, B, bornes; F, lame résistante; L, lame flexible; C, isolant; G, levier; R, galet de roulement; P, planche isolante; D, index. — VI. Résistance à poudre de charbon : T, tube en ébonite taraudé; V₁, V₂, vis de laiton fermant les extrémités du tube; P, mélange comprimé de poudre de graphite et de chaux. — VII. Résistance bobinée réglable à curseur. — VIII. Résistance à filament métallisé sur verre : A, couche conductrice; B, tube en verre; C, contact entre la couche conductrice et la spirale de contact; D, connexions; E, gaine isolante en bakélite moulée. — X. Résistance bobinée en cartouche. — XI. Résistance bobinée pour fortes intensités de courants.

L'unité de résistance du système *pratique* est l'*ohm*.

On désigne couramment par *résistance* un organe dont on utilise la résistance. Pour faciliter le langage et éviter les confusions, les Américains ont proposé le terme *resistor*, qui serait à la résistance ce que le condensateur est à la capacité.

— **Résistance acoustique.** La résistance mécanique d'un milieu sonore est la composante réelle de l'impédance acoustique. Voir *impédance, acoustique, haut-parleur, mesure*.

— **Résistance d'alimentation.** Résistances destinées à remplacer les cordons chauffants et lampes de résistance régulatrices pour l'alimentation des postes radio-récepteurs. Utilisables sur réseau de 110 à 220 volts, leur résistance est généralement de 20, 40 et 80 ohms, ces diverses valeurs étant obtenues au moyen de prises sur le conducteur bobiné.

— **Résistance d'antenne.** Résistance d'un circuit oscillant de même fréquence que l'antenne et qui, soumis à la même force électromotrice serait parcouru par le même courant dans une condition donnée de résonance (C. E. I., 1934).

— **Résistance entre antenne et terre.** La résistance totale du circuit antenne-terre est égale à la somme de la *résistance de rayonnement*, inversement proportionnelle au carré de la longueur d'onde; de la *résistance de pertes par effet Joule et courants de Foucault*, inversement proportionnelle à la racine carrée de la longueur d'onde; de la *résistance de pertes par hystérésis diélectrique*, proportionnelle à la longueur d'onde; enfin de la *résistance par effluves*, proportionnelle au carré de la longueur d'onde. La résistance de rayonnement est la seule utile. On diminue les pertes par résistance dans la terre en métallisant le sol, en pratiquant des prises de terre multiples et en utilisant des *contrepoids*. Voir ces mots et aussi *antenne*.

— **Résistance apparente.** Ancien synonyme d'*impédance*. Voir ce mot. En particulier la résistance apparente de propagation des ondes dans un milieu ou sur un réseau est $\sqrt{L/C}$, L et C étant l'inductance et la capacité par unité de longueur. On l'appelle plus exactement *impédance caractéristique du réseau*.

On désigne parfois sous le nom de *résistance apparente* la *réactance* de capacité ou d'induction. Voir ce mot.

— **Résistance des bobines en haute fréquence.** Voir *bobine*.

— **Résistance de contact.** Voir *contact*.

— **Résistance critique.** Résistance du circuit d'un appareil de mesure correspondant à l'amortissement critique (C. E. I., 1934).

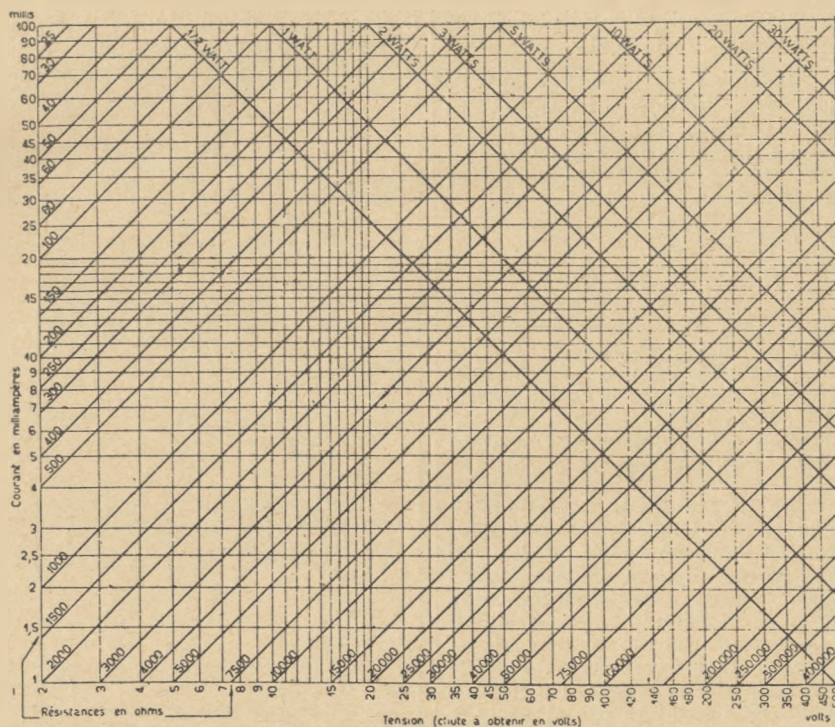
— **Résistance effective.** Quotient de la puissance dissipée sous forme de chaleur dans un conducteur homogène à température uniforme par le carré de l'intensité de

courant. Dans le cas du courant continu elle se confond avec la précédente (C. E. I., 1934).

— **Résistance équivalente.** Valeur de la résistance qui, substituée à une impédance donnée, laisse passer la même intensité de courant variable que cette impédance, sans tenir compte de la phase du courant par rapport à la tension. Voir *impédance, réactance, alternatif*.

à sa valeur en courant continu multipliée par le facteur, $2,35 d/\sqrt{\lambda}$. L'emploi des fils divisés (*litzendraht*) n'est généralement avantageux que pour une longueur d'onde relativement élevée, en raison des pertes supplémentaires dans l'isolant des fils. On réalise souvent un minimum de résistance en utilisant des conducteurs en fil nu de gros diamètre.

— **Résistance inductive.** Grandeur



Abaque pour le calcul des résistances et de leur puissance de dissipation.

— **Résistance à filament métallisé.** L'élément est constitué par une couche résistante appliquée sur la surface d'un tube de verre et stabilisée par cuisson à haute température. La valeur de ces résistances est comprise entre 100 ohms et 20 mégohms; elles peuvent supporter des tensions de 350 à 500 v. et une puissance de 0,5 à 2W. L'isolement résiste à 1.000 v. La surcharge peut atteindre 50 à 100 pour 100. L'enrobage est fait sous un isolant bakérisé.

— **Résistance de fuite.** Voir *fuite*.

— **Résistance de grille.** Voir *grille*.

— **Résistance au graphite.** Voir *graphite*.

— **Résistance en haute fréquence.** Valeur particulièrement élevée que prend une résistance lorsqu'elle est parcourue par un courant à haute fréquence, en raison de l'*effet superficiel*. Voir *haute fréquence, effet pelliculaire, pénétration, propagation, bobine*.

La résistance en haute fréquence d'un fil de cuivre de diamètre d en millimètres sur la longueur d'onde λ en kilomètres est égale

électrique complexe caractérisée par la présence, en plus de la résistance pure, d'inductance ou de capacité. Voir *inductif, induction, non inductif, ohmique*.

— **Résistance interne.** Rapport entre la variation élémentaire de la tension anodique et celle du courant, les conditions de tous les autres éléments restant constantes (C. E. I., 1934). Résistance entre électrodes et en ordre de marche à l'intérieur d'une lampe électronique. Généralement synonyme de *résistance anodique* ou *filament-plaque*. Voir *lampe*.

— **Résistance d'isolement.** Résistance entre conducteurs isolés (C. E. I., 1934). Voir *isolement*.

— **Résistance mécanique.** La résistance mécanique d'un système électro-acoustique (microphone, diffuseur) est la composante réelle de l'impédance mécanique.

— **Résistance négative.** Voir *négalif*.

— **Résistance non-inductive ou ohmique.** Synonyme de *résistance ohmique* ou pure. Voir *non-inductive, ohmique*.

— **Résistance de plaque ou filament-plaque.** Voir *résistance interne, lampe, anodique*.

— **Résistance de radiation ou de rayonnement.** Voir *radiation, rayonnement, résistance antenne-terre, hauteur*.

— **Résistance spécifique.** Synonyme de *résistivité*. Voir ce mot.

— **Résistance de terre.** Résistance entre un conducteur mis à la terre et la masse de la terre (C. E. I., 1934).

— **Abaque pour le calcul des résistances.** La loi d'Ohm est toujours d'une application très simple. Mais en pratique, il faut aussi appliquer la loi de Joule et tenir compte de la puissance admissible dans une résistance donnée. Aussi est-il commode de calculer les résistances en utilisant un abaque qui permet également de déterminer la puissance, connaissant le courant et la tension. Soit à calculer la résistance convenant à une chute de tension de 120 v. et à un courant de 4 mA. Ces coordonnées déterminent un point qui se trouve sur la diagonale marquée 30.000 ohms et en-deçà de la diagonale de sens contraire marquée 0,5 W. Une résistance établie, pour cette valeur et pour cette puissance conviendra donc.

— **Amplificateur à résistances.** Amplificateur à lampes électroniques dans lequel les tensions sont appliquées et recueillies aux bornes de résistances. La liaison entre deux étages consécutifs est assurée de la manière suivante : une résistance environ 2 ou 3 fois plus élevée que la résistance interne normale de la lampe est introduite entre la plaque et le filament de cette lampe. Cette résistance, de 10.000 à 75.000 ohms pour les lampes normales de réception, peut atteindre 200.000 ohms pour les lampes à grande résistance intérieure. La tension de haute fréquence amplifiée est recueillie sur cette résistance au moyen d'un condensateur fixe de capacité convenable, intercalé entre la plaque de la lampe et la grille de la lampe suivante. Une résistance de fuite de 1 à 5 mégohms, et même de 10 à 15 mégohms pour les lampes à grand coefficient d'amplification, est intercalée entre le filament et la grille, qu'elle maintient à une tension moyenne convenable.

Voici, pour une résistance de fuite de 4 mégohms, les valeurs du condensateur de liaison en fonction de la fréquence :

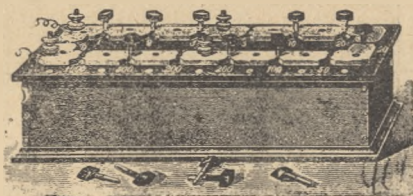
Fréquence périodes par seconde	Capacité microfarads
100.000	0,00005
30.000	0,00015
3.000	0,0015
300	0,015
30	0,15
3	1,5
0,3	15

Les valeurs moyennes indiquées pour les résistances peuvent être très inférieures si l'on emploie des lampes de puissance à faible résistance intérieure.

Les amplificateurs à résistance conviennent à la haute fréquence (au-dessus de 800 à 1.000 mètres de longueur d'onde), aux fréquences moyennes, basses et très basses.

L'amplification d'un étage à résistance est généralement inférieure à celle d'un étage à transformateur. L'intérêt de l'amplification à résistance, c'est qu'elle est constante pour la plus grande gamme des fréquences.

Les résistances fixes employées primitivement étaient en charbon, en graphite, en papier crayonné ou enduit d'encre de Chine et protégées par un revêtement de paraffine. Ces résistances s'altèrent assez rapidement en produisant dans l'appareil des bruits de friture. On obtient des résistances plus constantes en utilisant des agglomérés homogènes à base de graphite, des résistances métalliques préparées par pulvérisation cathodique ou, plus simplement, des résistances bobinées en fil métallique fin à haute résistivité (manganin, etc...).



Boîte de résistances de 0 à 1.000 ohms.

Les résistances variables sont soit des résistances bobinées avec prises et commutateur ou curseur, soit des résistances en aggloméré, présentant un chemin de roulement sur lequel se déplace un frotteur ou un index de mercure. Voir *amplificateur, rhéostat, résistance de grille ou de fuite, potentiomètre*.

— **Boîte de résistances.** Ensemble de résistances électriques étalonnées contenues dans une même boîte (C. E. I., 1934). Voir *boîte, pont, mesure*.

(Angl. *Resistance*. — All. *Widerstand*.)

RÉSISTIVITÉ. Résistance d'un conducteur de longueur unité et de section unité (C. E. I., 1934).

Propriété de la matière dont la valeur est numériquement égale à la *résistance électrique* d'un conducteur dont la longueur et la section sont égales à l'unité. (Comité électrotechnique français). L'unité de *résistivité* est l'ohm-centimètre ou plus exactement l'ohm-centimètre carré par centimètre. Pratiquement, on utilise le microhm-centimètre pour les métaux conducteurs, le mégohm-centimètre pour les résistances d'isolement. La résistivité est ordinairement désignée par la lettre grecque ρ (rô).

Lorsqu'il s'agit de substances à faible *résistivité*, on fait souvent usage de la notion réciproque de *conductivité*. Voir ce terme. (Angl. *Resistivity*. — All. *Resistivität*.)

RÉSISTOR. Terme anglais proposé pour concrétiser la propriété de *résistance électrique*, de même que le *condensateur* concrétise la *capacité électrique*. Voir *résistance*.

(Angl. *Resistor*.)

RÉSONANCE. Phénomène présenté par un système oscillant dans lequel la période des oscillations libres est, abstraction faite des pertes, la même que celle des oscillations forcées (C. E. I., 1934).

On dit qu'un circuit est en résonance, quand l'oscillation forcée a la même période que l'oscillation propre. (Comité électrotechnique français).

Le phénomène de la résonance électrique se produit lorsqu'un circuit oscillant est exactement accordé sur la fréquence du courant alternatif qui le traverse (ou de la tension alternative qui lui est appliquée). Un circuit résonnant, cas particulier du circuit oscillant, comprend self-inductance L , capacité C et aussi résistance R . Lorsque la résonance est établie, la *fréquence* commune au courant et au circuit

est $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. La pulsation étant $\omega = 2\pi f$,

la *réactance inductive* $L\omega$ compense exactement la *réactance capacitaire* $-1/C\omega$. Deux cas peuvent alors se présenter :

1° L'inductance et la capacité sont en *série*. En ce cas la réactance de capacité annule exactement la réactance inductive, et l'impédance totale du circuit se réduit à sa *résistance ohmique* ou *non inductive* : elle est d'autant plus voisine de zéro que cette résistance est plus faible.

2° L'inductance et la capacité sont en *parallèle*. L'inverse de l'impédance totale est alors égale à la somme des inverses des impédances des deux branches. Si la résistance était nulle, l'impédance de ce circuit *bouchon* serait *infinie*. Si la résistance n'est pas nulle, l'impédance totale reste cependant très grande, d'autant plus que la résistance tend vers zéro. Un tel circuit est aussi appelé *antirésonnant*. Voir ce terme et *acceptor, rejector, bouchon, filtre, alternatif*.

À la résonance, l'impédance se réduisant à la résistance, les amplitudes du courant et de la force électromotrice sont donc liées par la loi d'Ohm, comme en courant continu. En outre, le courant est en phase avec la force électromotrice.

(Angl. *Resonance*. — All. *Resonanz*.)

— **Résonance électroacoustique.** Voir *réverbération*.

— **Résonance ionique.** La fréquence moyenne du mouvement des électrons libres dans l'atmosphère est de $1,4 \cdot 10^6$ p/s, soit une longueur d'onde de 214 mètres environ. L'absorption atmosphérique est maximum pour une onde se propageant sur cette longueur d'onde, par suite de la résonance. Voir *absorption, ionique, propagation*.

Le phénomène de la résonance dans les gaz ionisés est également mis en évidence par l'expérience de H. Gutton, qui introduit un tube à vide à décharge entre les armatures du condensateur d'un circuit oscillant. Sous l'influence de l'ionisation, la fréquence

propre du circuit varie de même que son amortissement. Mais quelle que soit la pression du gaz, on observe une pseudo-résonance pour certaines longueurs d'onde (2,17 m. et 2,23 m. en l'occurrence). Ainsi s'expliquerait par un processus de résonance analogue, l'absorption des ondes dans la haute atmosphère.

— **Amplificateur à résonance.** Amplificateur dans lequel les organes de liaison entre les étages sont constitués par des circuits de résonance, accordés sur la fréquence des courants à amplifier. Dans ces amplificateurs, l'impédance opposée aux courants de haute fréquence est considérable, bien que la chute de tension en courant continu, produite par le passage dans la résistance non-inductive, reste très faible. On peut ainsi obtenir un appareil très sélectif et d'un bon rendement, mais ne fonctionnant que sur la seule fréquence du courant à amplifier. Cet amplificateur convient aux courants téléphoniques, présentant une gamme étendue de fréquences, que si le circuit résonnant est un *filtre de bande*. Voir ce mot.

Les amplificateurs modernes à résonance,

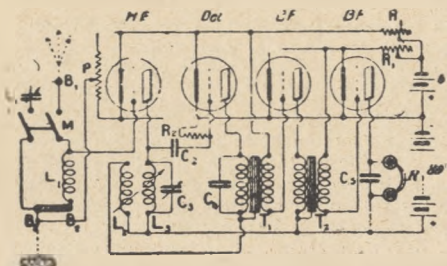


Schéma d'un poste à résonance classique à 4 lampes.

sont généralement du type *présélecteur* ou *superinductance*. Voir ces mots et *amplificateur*.

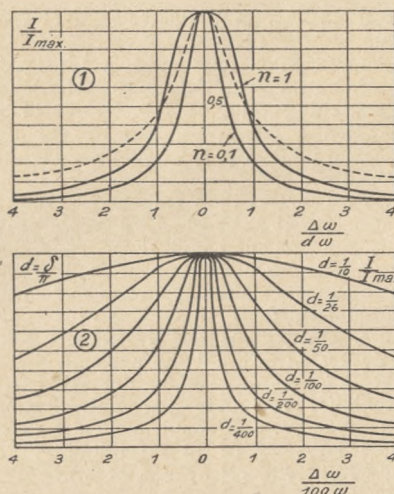
(Angl. *Resonance Amplifier*. — All. *Resonanzverstärker*.)

— **Courbe de résonance.** Graphique indiquant les variations d'un courant ou d'une tension alternative en fonction de la fréquence (ou de la longueur d'onde propre) du circuit oscillant traversé. Lorsque l'inductance et la capacité du circuit sont en *série*, la résonance correspond à un maximum de courant et à un minimum de tension aux bornes. Lorsque l'inductance et la capacité du circuit sont en *parallèle*, la résonance correspond à un minimum de courant et à un maximum de tension aux bornes du circuit. Toutefois, dans le premier cas, chacune des tensions opposées aux bornes de l'inductance et de la capacité est maximum; dans le second cas, les courants opposés qui circulent dans chacune des deux branches (inductance et capacité) sont maxima. La résonance est d'autant plus aiguë que la pointe de la courbe de résonance est plus effilée, c'est-à-dire que le circuit renferme moins de résistance.

Pour la télégraphie, on recherche le maximum de sélectivité, donc une bande

passante aussi étroite que possible et une courbe de résonance aiguë.

Pour la téléphonie, la courbe de résonance doit autant que possible se rapprocher de la forme rectangulaire théorique, convenant



Courbes de résonance : 1. En trait plein, courbes de résonance de deux circuits couplés; en trait ponctué, courbes d'un circuit simple de même décrement que les précédents (R. Mesny). — 2. Courbe de résonance pour différents décrets de la force électromotrice amortie.

au passage de la bande de modulation, et de cette bande seulement. La largeur de la bande, conditionnée par la sélectivité, varie en général entre 4 et 18 kilohertz. Le circuit



Forme comparée de diverses courbes de résonance : 1. Circuit résonnant simple; 2. Transformateur de bande; 3. Filtre de bande : AB, bande passante; CA, BD, frontière des zones d'élimination.

résonnant est alors remplacé par un *transformateur de bande* ou mieux par un *filtre de bande*.

Pour la télévision, la forme de la courbe de résonance doit être encore beaucoup plus aplatie, la bande passante étant beaucoup plus large.

La courbe de résonance est généralement la traduction de l'expression

$$y = \frac{1}{1 + \left(\frac{2x}{d}\right)^2}$$

où $y = \left(\frac{I}{I_{\max}}\right)^2$, carré du rapport du courant au courant maximum; $x = \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}$,

ω étant la pulsation, ω_0 la pulsation propre du circuit, correspondant à la résonance; et d le décrement du circuit.

Si l'excitation du circuit est faite en ondes amorties, l'expression devient

$$y = \frac{1}{1 + \left(\frac{2\pi x}{d_1 + d_2}\right)^2} \quad (\text{R. Mesny}).$$

d_1 et d_2 étant les décrets de la force électromotrice et du circuit. Les mesures doivent être faites avec un couplage très lâche.

(Angl. *Resonance Curve*. — All. *Resonanzkurve*.)

— **Galvanomètre de résonance.** Voir *galvanomètre*.

RÉSONATEUR. Appareil ou système susceptible d'entrer en oscillations par résonance avec un autre oscillateur (C. E. I., 1934). Récepteur d'ondes électromagnétiques constitué par un circuit en résonance avec l'oscillateur.

— **Résonateur dynharmonique.** Voir *dynharmonique*.

— **Résonateur de Hertz, piézoélectrique.** Voir *Hertz, oscillateur, piézoélectrique*.

(Angl., All. *Resonator*.)

RETRANSMISSION. Installation disposée au point de raccordement de deux lignes, pour recevoir et emmagasiner les signaux télégraphiques transmis sur chacune de ces lignes, puis réexpédier sur l'autre ligne des signaux analogues, généralement corrigés de la déformation que les premiers ont subie au cours de leur transmission (C. E. I., 1934).

En radiodiffusion, on nomme *retransmission* le fait de diffuser une audition qui est donnée dans un autre lieu que l'auditorium de la station.

(Angl. *Retransmission*. — All. *Uebertragung*.)

RÉTROACTIF. Synonyme de *régénératif* et de *réactif*. — **Circuit rétroactif.** Synonyme de circuit de *réaction*.

(Angl. *Retroactive*. — All. *Rückkopplungskreis*.)

RÉTROACTION. Synonyme de *réaction* et de *régénération*. Voir ces mots.

(Angl. *Retroaction*. — All. *Rückkoppelung*.)

RÉVERBÉRATION. **Réverbération acoustique.** Persistance des manifestations sonores dans une salle, après la cessation de l'émission du son (W. Sabine). Si une source sonore émet un son dans une salle, on constate que l'impression auditive correspondante ne cesse pas au moment précis où s'arrête l'émission sonore de cette source, mais se prolonge au contraire plus ou moins longtemps. L'intensité acoustique subjective, renforcée par la réflexion des ondes sonores sur les parois de la salle, décroît progressivement et paraît s'annuler au moment où elle atteint le seuil d'audibilité. L'amortissement du son est d'autant plus rapide que la salle est plus petite et que ses murs sont plus absorbants. Il est à

remarquer que la durée de persistance du son, qui suivant les salles varie entre 0,1 s et 10 s environ, est constante pour une salle donnée et ne dépend pratiquement ni de la position de l'observateur ni de celle de la source.

On appelle *durée de réverbération* pour une fréquence acoustique donnée la durée de persistance du son résiduel, appréciée à l'oreille, le son étant produit par une source sonore donnant une intensité auditive égale à 10 fois celle du seuil d'audibilité pour la fréquence considérée. Cette définition est due à W. Sabine. Si l'on désigne par V le volume de la salle, par A une grandeur proportionnelle au pouvoir absorbant total de cette salle, et par k un coefficient, la *durée de réverbération* a pour expression

$$T = k \frac{V}{A}$$

La quantité A doit tenir compte de la totalité des pouvoirs absorbants spécifiques des parois, des objets et des personnes se trouvant dans la salle. Si l'on considère seulement les parois de surface totale S et de pouvoir absorbant moyen α , on peut écrire

$$A = S\alpha.$$

L'unité de coefficient d'absorption est celle d'une fenêtre ouverte dont la surface est égale à l'unité, soit 1 mètre carré. Les coefficients d'absorption des divers revêtements sont déterminés expérimentalement

par rapport à cette unité. On trouve $k = 0,164$ dans le système métrique.

La formule de Sabine n'est applicable que dans certaines conditions. Il faut notamment que lors de la cessation du son, un état de régime permanent se soit établi dans la salle. On estime aussi que la pression acoustique est uniformément répartie dans toute la salle, bien qu'il soit évident que son gradient de potentiel décroît depuis la source sonore jusqu'aux parois et qu'une parfaite homogénéité de la répartition de l'énergie ne pourrait être obtenue que dans une salle aux parois parfaitement diffusantes et non absorbantes.

Pour permettre des mesures objectives, on a éliminé de la formule de Sabine la limite subjective constituée par le seuil d'audibilité. La durée de réverbération est alors définie comme le temps mis par le son résiduel à décroître de 60 décibels, quels que soient les niveaux acoustiques au début et à la fin du phénomène. Pour que les interférences ne gênent pas les mesures, on opère en plusieurs points de la salle ou sur deux microphones espacés d'une demi-longueur d'onde, ou bien en utilisant une source sonore en mouvement et produisant un son modulé de fréquence variable.

On a d'ailleurs constaté que la formule de Sabine ne s'applique pas au cas des salles dont la durée de réverbération dépasse 1,5 s. Pour en tenir compte, on utilise la formule de Eyring :

$$T = \frac{0,05 V}{-S \log_e (1 - \alpha)}$$

le volume et la surface étant exprimée en unités anglaises sur la base du foot. Cette formule admet une distribution uniforme de l'énergie acoustique et le coefficient dépend de la valeur du trajet moyen entre deux réflexions successives, trajet qui est

voisin de $4 \frac{V}{S}$, comme l'indique le calcul

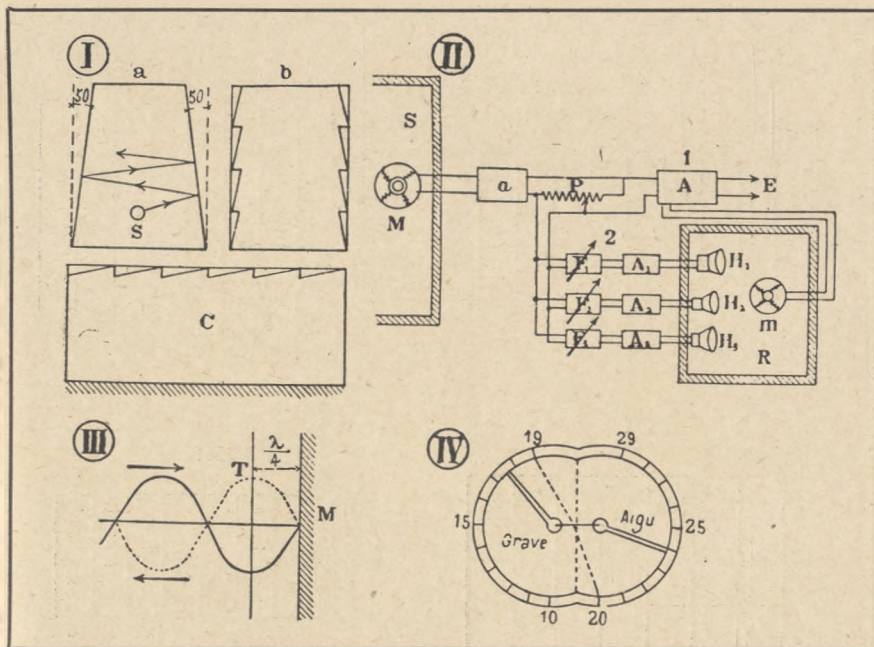
des probabilités.

Dans un auditorium parfait, la durée de réverbération devrait être la même pour toutes les fréquences. C'est pourtant une condition théorique qui ne signifie pratiquement rien, puisqu'il convient, au contraire, que la caractéristique de réverbération d'une salle ait une forme adaptée au genre d'audition qu'on y donne. Encore cette condition devrait-elle répondre à une réalité subjective. Mais si les vitesses de décroissance de l'intensité objective et de l'intensité subjective sont comparables entre 700 et 400 p : s, elles s'écartent sensiblement l'une de l'autre pour les basses fréquences et pour les fréquences élevées. Ainsi dans une salle parfaite, la durée de réverbération, supposée de 1 s entre 700 et 4.000 p : s, devrait prendre les valeurs de 1,08 s à 512 p : s, 1,4 à s 200 p : s et 1,8 s à 100 p : s. Quant à l'absorption totale de la salle, elle suit sensiblement la loi inverse.

La durée optimum de réverbération est évidemment variable en fonction de la nature de l'audition. Toutefois, d'après une remarque de von Békésy, il paraît désirable de la fixer entre 0,8 et 1,2 s, qui sont les limites de la durée d'« attention soutenue » c'est-à-dire plus exactement la durée pendant laquelle faiblit de temps à autre l'attention de l'auditeur à l'écoute. A la fin de la période d'évanouissement auditif, il retrouverait en effet un son résiduel comparable au son primitif.

De ces études de la réverbération, les architectes ont tiré des déductions relativement à l'installation des studios de radio-diffusion. Les échos sont éliminés grâce à une absorption acoustique des parois. On évite avec soin l'utilisation d'objets résonnants et l'on répartit l'énergie acoustique aussi uniformément que possible. A vrai dire, comme aucun régime sonore permanent ne peut s'établir au cours d'une audition, sauf peut-être au moment d'un point d'orgue, on ne peut envisager la réverbération dans sa définition exacte, mais plutôt comme une certaine persistance acoustique des sons, autrement dit comme un phénomène prolongeant le son plus ou moins longtemps, d'un niveau donné jusqu'au seuil d'audibilité. Cette durée de réverbération ou de persistance n'est alors plus une constante pour une salle donnée, mais elle dépend de la proportion d'énergie sonore directe et d'énergie sonore indirecte reçue par le microphone, donc de la position de ce microphone dans l'auditorium. Elle décroît d'autant plus que le microphone est placé plus près de la source sonore.

En général, la composante de toutes les



Dispositifs de réverbération : I. Dispositions spéciales pour éviter la formation d'ondes stationnaires dans les studios : a, studio à base trapézoïdale; b, studio à base rectangulaire divisée en sections trapézoïdales; c, coupe verticale d'un studio dont le plafond présente des indentations. — II Schéma du réglage électrique de la réverbération (procédé Roux, Gamzon et Sollima): S, studio; M, microphone de prise de son; a, préamplificateur; P, potentiomètre permettant le dosage de la réverbération; F₁, F₂, F₃, filtres de bande réglables respectivement sur les registres grave, médium et aigu; A₁, A₂, A₃, amplificateurs de bande; R, chambre de réverbération; H₁, H₂, H₃, haut-parleurs sélectionnés pour les bandes de fréquences; m, microphone; A, amplificateurs de modification; E, vers l'émission à haute fréquence. — III. Emplacement d'une tenture absorbante T au ventre de l'onde progressive à un quart de longueur d'onde en avant du mur M. — IV. Figure schématique des manettes de réglage du niveau acoustique : à gauche, fréquences graves; à droite, fréquences aiguës.

fréquences individuelles de résonance au sein de matériaux plus ou moins homogènes détermine une fréquence propre pour chaque matière. Les ondes sonores captées par la matière y mettent en jeu des forces électriques pour les fréquences inférieures à la fréquence propre et des forces d'inertie pour les fréquences supérieures. Pour les premières, le coefficient d'absorption croît proportionnellement à la fréquence, pour les secondes, il est inversement proportionnel à la fréquence.

On observe une grande absorption des matériaux poreux lorsque les cavités ont des dimensions de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du son incident. Lorsque la fréquence décroît beaucoup, l'amortissement augmente avec l'état de compression de la matière.

L'amortissement des parois d'une salle de spectacle est normalement très élevé, l'absorption acoustique due aux spectateurs étant voisine de l'unité. Comme il y a une énorme différence d'absorption entre une salle vide et une salle pleine, on s'est efforcé de donner aux fauteuils eux-mêmes un pouvoir absorbant considérable.

Dans les auditoriums où le public n'est pas admis, on place en général le microphone dans une région très absorbante. Si la source sonore est faible et s'il y a lieu de renforcer le son, on le place devant une paroi réfléchissante. Mais on ne peut aller loin dans cette voie, l'écho apparaissant dès que la durée correspondant à l'écart entre le son et son image dépasse 0,07. Il s'ensuit qu'en aucun cas la distance entre la source sonore et la paroi la plus éloignée ne doit dépasser 11 mètres et que cette paroi doit être absorbante.

L'apparition d'ondes stationnaires détruit l'égalité répartition de l'énergie sonore. On les supprime en évitant le parallélisme des parois, et le cas échéant, en les partageant en panneaux séparés. Le plan de base du studio peut être un trapèze ayant des angles à la base de 85° environ (fig. I a) ou encore un rectangle enveloppant une série de trapèzes (fig. I b), formant des parois à indentations. On s'inspire aussi de ce procédé pour que le plafond ne soit pas parallèle au parquet (fig. I c). On doit également faire en sorte que la hauteur et la largeur de l'auditorium n'aient pas les mêmes dimensions.

Pour favoriser l'absorption, il convient de placer la matière absorbante en un point où existe un ventre de vitesse des ondes sonores. Or un tel point est situé à un quart de longueur d'onde d'un mur réfléchissant (fig. III). Comme pour la fréquence déjà basse de 300 p : s, la longueur d'onde est de 1 mètre, on posera une tenture absorbante à 25 centimètres environ du mur. Ainsi l'on rétablira l'équilibre en absorbant les basses fréquences, alors que la plupart des matériaux insonores étouffent surtout les fréquences élevées.

Cependant, les conditions à réaliser varient considérablement suivant la nature des auditions. C'est pourquoi l'on donne d'ordinaire aux salles les caractéristiques indiquées au tableau I.

Ces différenciations ne sont généralement pas suffisantes, car la diversité des auditions

TABLEAU I. — Caractéristiques acoustiques attribuées aux salles d'audition.

NATURE DE LA SALLE	VOLUME en m ³	DURÉE DE RÉVERBÉRATION en seconde
Salle de spectacle.....	10.000	1,4
Grand auditorium pour orchestre et chœurs..	2.500	1,2
Moyen auditorium pour musique de chambre..	250	1
Petit studio pour conférences	50	0,8

est beaucoup plus grande que celle que nous venons d'indiquer. Pour en tenir compte, on emploie l'une des deux méthodes suivantes : ou bien l'on construit de très nombreux studios, c'est le cas pour l'immeuble de la British Broadcasting Corporation qui compte trente-deux studios différents; ou bien on limite le nombre des studios, mais on les équipe avec des tentures mobiles et des volets amovibles, pour faire varier rapidement leur réverbération : tel est le cas des auditoriums allemands.

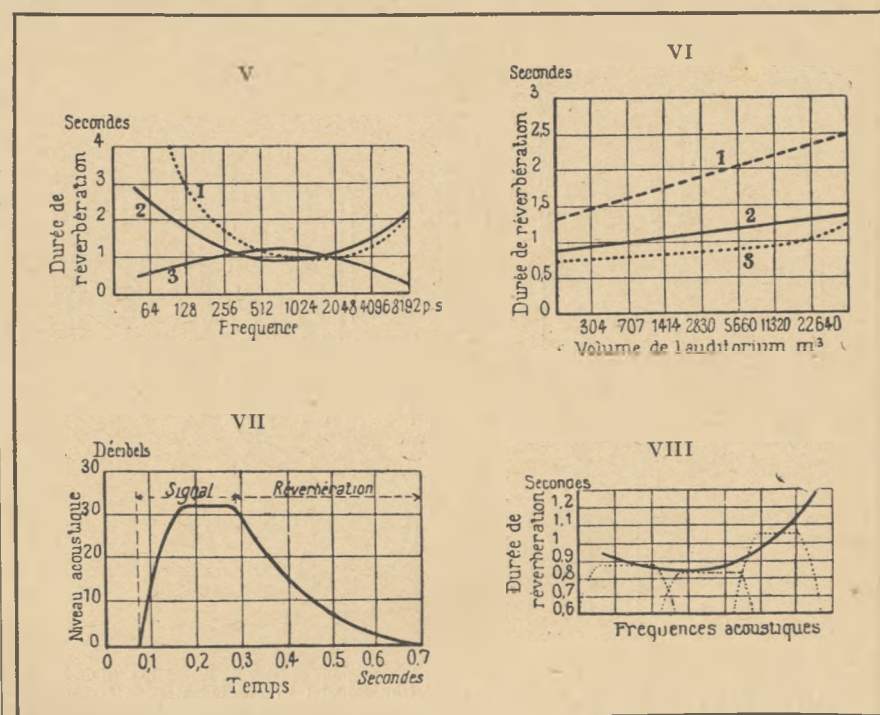
— Réglage électrique de la réverbération acoustique. La complexité des

moindres modifications à apporter à l'architecture des studios a conduit à envisager la substitution de méthodes électriques aux méthodes purement acoustiques en usage jusqu'à ce jour et qui donnent des résultats très insuffisants.

Les études des acousticiens, et particulièrement de Knudsen ont montré, en effet, que la forme de la courbe de réverbération optimum varie considérablement en fonction de la nature de la transmission. On voit sur la figure V trois de ces courbes. La première et la seconde, qui se rapportent respectivement à la musique de chambre et à la parole ont leur concavité dirigée vers le haut et admettent un minimum de durée de réverbération dans le registre moyen. La troisième, au contraire, est la courbe de réverbération relevée dans le studio 8A de la British Broadcasting Corporation, destiné à l'émission de la musique militaire. On s'est efforcé, pour mettre en valeur les instruments en cuivre, d'obtenir dans le registre moyen le maximum de réverbération.

Une autre difficulté est liée au volume du studio, car la durée de réverbération croît suivant une loi à peu près exponentielle en fonction du volume. C'est ce que montre la figure VI, dont les trois courbes ont été relevées pour la fréquence de 512 p : s. Toutes choses égales d'ailleurs, c'est l'orgue qui s'accommode de la plus grande durée de réverbération, la parole de la plus petite.

Les procédés de réglage électrique de la



Courbes de réverbération de divers auditoria: V. : 1 et 2, courbes de réverbération optimum pour la musique de chambre et la parole; 3, courbe relevée dans le studio 8 A de la Broadcasting House, à Londres, destiné à la musique militaire. — VI. Courbes de la variation de la réverbération optimum en fonction du volume de l'auditorium pour des auditions de diverses natures et pour la fréquence de 512 p : s : 1, cas de l'orgue; 2, cas de la musique instrumentale; 3, cas de la parole. — VII. Courbe montrant la forme d'un signal acoustique dans le temps et son prolongement par l'effet de la réverbération. — VIII. Courbes relatives à la reproduction artificielle de la courbe de réverbération d'un studio idéal par la modification partielle des durées de réverbération dans les divers registres sonores : A, aigu; B, basse; M, moyen.

réverbération ont précisément pour objet d'affaiblir la prise de son de ces diverses contingences architecturales (volume de la salle, formation d'ondes stationnaires, d'échos, etc.) et de lui conférer le maximum de précision et de souplesse.

Le principe est celui de la chambre de résonance, exposé par Round, et qui a été perfectionné par Roux, Gamzon et Sollima. La chambre de résonance, très petite, ne peut introduire que de la réverbération et aucun écho, alors qu'en plein air et dans un milieu pratiquement indéfini, on peut obtenir des échos alors qu'il n'existe aucune réverbération.

Le son capté dans le studio par le microphone est transformé en courant modulé, qui traverse les préamplificateurs (fig. II). Deux voies s'offrent alors à la modulation : la voie directe 1 qui ne comporte que les amplificateurs et la voie indirecte 2 qui introduit le dispositif de réverbération. Les deux voies sont en dérivation l'une sur l'autre. Le potentiomètre général P permet de doser l'énergie traversant le circuit indirect.

Les filtres réglables, F_1 , F_2 , F_3 sont des filtres de bandes accordés respectivement sur les registres grave, aigu et moyen. Les amplificateurs et haut-parleurs qu'ils alimentent sont également sélectifs pour ces bandes de fréquences.

La chambre de résonance compte des murs nus en matériaux durs et réfléchissants. La souplesse du réglage est obtenue par le fonctionnement de l'énergie acoustique en trois registres sonores, dont on peut à volonté modifier le pourcentage de réverbération. Mais la recomposition des sons s'effectue dans le second microphone installé dans la chambre de résonance. La modulation indirecte est alors reprise par l'amplificateur de la voie directe, où se produit le mélange des deux modulations, puis leur départ vers l'émetteur.

On conçoit que ce procédé permette de doser à volonté les timbres de la voix et des instruments par le jeu des registres de bande, et de modifier la courbe de réverbération du studio. L'avantage de cette transformation, c'est qu'elle est complète et instantanée, ce qu'on ne peut évidemment pas obtenir par les procédés mécaniques et acoustiques. La sonorité d'un petit studio amorti et « mat » peut être immédiatement changée en celle d'une salle de concert, d'un théâtre, d'une cathédrale d'un couloir, d'une cave voûtée. C'est une précieuse ressource pour les effets sonores nécessités par le théâtre radiophonique.

Il va sans dire que, pour la musique, il ne faut user de ces facilités qu'avec discernement. L'allongement du signal sonore produit par la réverbération et que met en évidence la figure VII entraîne le brouillage lors de l'exécution de traits rapides. C'est ce qui se produit dans les studios à forte résonance, dits « brillants ». Mais, tandis qu'il n'est pas possible de modifier suffisamment les qualités acoustiques d'un studio en cours d'exécution d'un morceau, il est facile au contraire d'atténuer instantanément le réglage électrique de la réverbération au passage d'un trait ou d'un mouvement rapide.

En outre, il est commode d'agir au moyen des potentiomètres partiels, sur le registre de modulation de tels ou tels instruments, ce qui d'ailleurs ne modifie en rien leurs timbres. Cette manœuvre est pratique pour mettre en évidence telle ou telle partie de l'orchestre et équivaut à la multiplication ou à la division du nombre des instruments de cette partie.

C'est une solution analogue à celle des affaiblisseurs employés dans la transmission par câble de la modulation, pour comprimer par exemple de 100 décibels à 30 décibels le nouveau maximum de l'orchestre. D'ailleurs en général la transmission radiophonique et l'enregistrement des auditions symphoniques souffrent beaucoup de ces affaiblissements qui « lamentent » le relief sonore. Le réglage potentiométrique de l'intensité sonore des divers registres permet de restituer à l'exécution musicale son expression primitive.

Nous avons indiqué sur la figure VIII comment l'on peut régler partiellement la durée de réverbération des divers registres pour reproduire, par une sorte de courbe enveloppe, la forme de réverbération de tel ou tel studio idéal.

Mesures sur une installation de réverbération électriquement réglable.

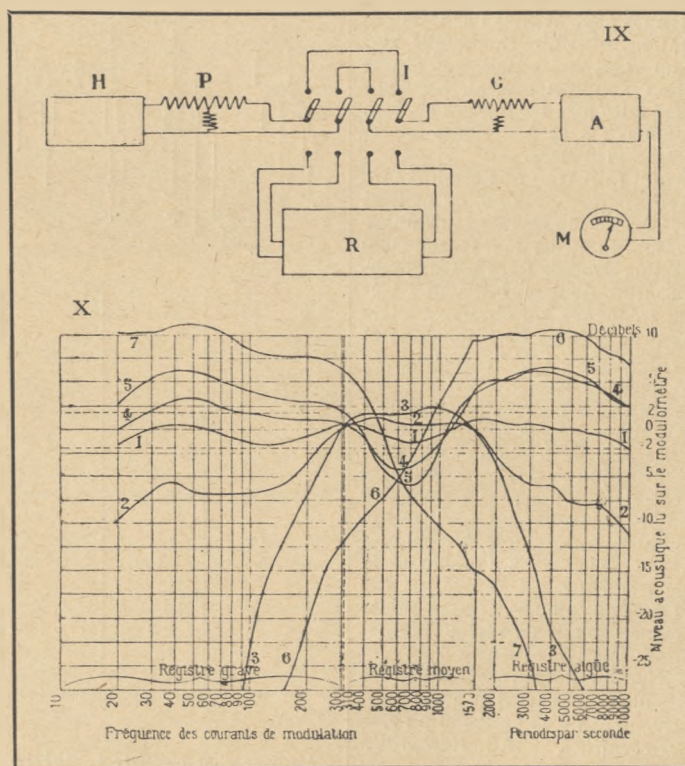
Les mesures ont été relevées sur l'installation faite en 1937 dans les studios du Poste Parisien. Sur le pupitre de commande,

se trouvent deux manettes se déplaçant sur des cadrans circulaires gradués, pour la manette de gauche (affaiblisseur des sons graves) de 10 à 19 et pour la manette de droite (affaiblissement des sons aigus) de 20 à 29. Chacun de ces registres est coupé à 10 et 20, normal à 15 et 25, maximum à 19 et 29 (fig. IV).

1. RELEVÉ DES COURBES DE RÉPONSE DE LA VOIE DE TRANSMISSION DIRECTE. — Ces courbes de réponse ont été relevées pour une série d'affaiblissements conjugués des registres grave et aigu, en utilisant le montage de la figure IX. En principe, il n'est apporté aucune modification au registre moyen. Cependant, pour éviter de dépasser un niveau donné de l'énergie sonore dans la chambre de réverbération, une compensation automatique a été établie, en sorte qu'un accroissement de l'énergie acoustique dans les notes graves, par exemple, correspond toujours à un affaiblissement dans les notes aiguës et vice-versa.

Toutes ces courbes de réponse sont présentées sur la figure X. Elles ont été relevées pour le niveau moyen de la parole, soit 5 au modulomètre, avec un affaiblissement total de — 10 décibels à l'affaiblissement général.

Nous donnons dans le tableau II les positions respectives des manettes de l'affaiblisseur particulier :



Relevé des courbes de la réverbération de réponse réglable : IX. Schéma de montage pour les essais du dispositif à réverbération électrique réglable : H, hétérodyne modulé ; P, affaiblisseur particulier ; I, inverseur permettant le passage de la voie directe (en haut) à la voie de réverbération (en bas) ; G, affaiblisseur général ; R, dispositif de réverbération ; A, amplificateur de répétition ; M, modulomètre. — X. Courbes de réponse relevées sur la voie de transmission directe pour une série d'affaiblissements conjugués. La limite supérieure du registre grave est de 310 p : s. La limite inférieure du registre aigu est de 1.570 p : s.

TABLEAU II. — Position des manettes de l'affaiblisseur particulier.

NUMÉROS DES COURBES de la fig. 11	MANETTE DE GAUCHE (grave)	MANETTE DE DROITE (aigu)
1	15	25
2	13	23
3	10	20
4	17	27
5	19	29
6	10	29
7	19	20

La limite supérieure de registre grave est de 310 p : s ; la limite inférieure du registre aigu est de 1.570 p : s ; entre ces deux limites s'étend le registre moyen.

La condition imposée par le cahier des charges, à savoir que la tolérance de niveau pour le palier horizontal ne dépasserait pas ± 2 décibels entre 30 et 10.000 p : s est largement remplie, puisque la courbe de réponse reste effectivement comprise entre 1 et ± 2 décibels de 20 à 10.000 p : s (courbe I).

2. DISTORSION NON LINÉAIRE DE LA VOIE DE TRANSMISSION DIRECTE. — La mesure a été faite avec un affaiblissement de ± 10 décibels au modulomètre et pour le niveau de crête de 7 au modulomètre.

Il est intéressant de constater qu'on n'a observé aucune différence entre les deux courbes obtenues avec et sans l'installation de réverbération, bien que la seconde voie comporte un certain nombre d'étages d'amplification supplémentaires. La comparaison a été faite aux fréquences 25, 200, 4.000 et 8.000 p : s et à diverses autres fréquences intermédiaires.

3. DISTORSION LINÉAIRE DES CIRCUITS DE RÉVERBÉRATION. — A vrai dire, on ne peut relever la courbe de réponse de la chambre de réverbération, en raison de ses résonances multiples. Si l'on produit dans cette chambre un son continu dont on fait varier très lentement la fréquence, on observe un très grand nombre de pointes de résonances et de coupures dont l'écart n'est parfois que de quelques périodes par seconde.

Dans le registre grave, où les résonances sont plus espacées, on les note, pour les fréquences de 90, 130, 150, 170, 220, 240 p : s, etc. Pratiquement, ces résonances propres qui sont toujours plus rapprochées à mesure que la fréquence croît, en raison des harmoniques, sont d'une importance minime et peu sensibles à l'oreille si la variation de fréquence est rapide, ce qui est toujours le cas. D'ailleurs aucune pointe de résonance ne produit en régime permanent un renforcement supérieur à 5 p : s.

Pour les circuits de réverbération, les frontières des filtres passe-bas et passe-haut sont respectivement de 430 à 2.650 p : s.

(Angl. Reverberation. — All. Rückprall.)

RÉVERSIBLE. Liaison réversible. Liaison qui peut être assurée dans les deux sens au moyen d'une exploitation en duplex ou en alternat. On dit aussi liaison bilatérale.

(Angl. Revertible. — All. Rückfällig.)

RHÉOSTAN. Alliage de cuivre, cobalt, nickel, zinc et manganèse, de résistivité élevée (52 microhms-centimètres environ), utilisé dans la fabrication des rhéostats et résistances.

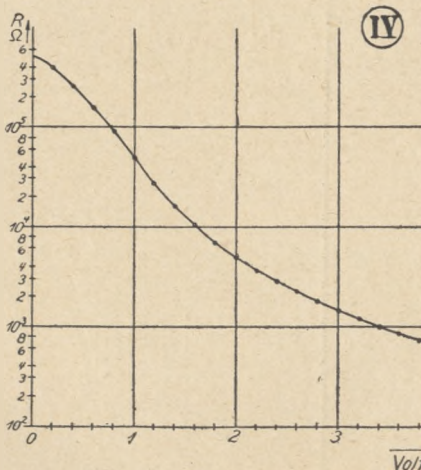
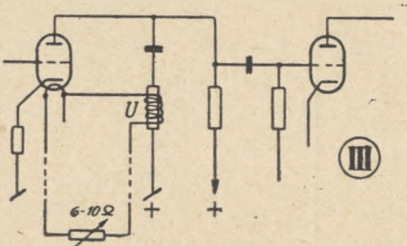
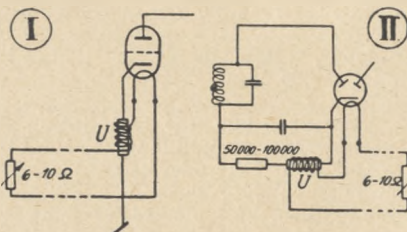
(Angl., All. Rheostan.)

RHÉOSTAT. Appareil comprenant des résistances en général réglables (C. E. I.,



Rhéostat : I. Rhéostat de chauffage pour lampe. — II. Symbole schématisé d'un rhéostat. — III. Schéma de montage d'un rhéostat. — IV. Rhéostat de grille.

1934). Appareil électrique constitué essentiellement par une résistance réglable. Les



Montage d'un rhéostat : I. Rhéostat monté en résistance cathodique pour réglage du volume de son. — II. Rhéostat monté en résistance de charge de la valve, pour réglage du volume de son. — III. Rhéostat monté en résistance anodique d'une amplificatrice pour réglage de l'amplification. — Au-dessous : Variation de résistance d'un rhéostat à courbe quasi-logarithmique en fonction de la tension de chauffage appliquée.

rhéostats sont généralement utilisés sur les postes radioélectriques récepteurs pour faire varier la résistance de circuit de chauffage où des circuits de grille des lampes à chauffage direct et limiter ainsi la valeur du courant. La résistance maximum du rhéostat varie suivant les besoins. En série avec les lampes réceptrices à forte consommation alimentées sous 4 volts, on place un rhéostat de 2 ohms ; en série avec les lampes à faible consommation, on introduit un rhéostat de 10 à 30 ohms, suivant le nombre de lampes qu'il convient d'alimenter en parallèle. La résistance est ordinairement constituée par un fil métallique fin à haute résistivité, enroulé en hélice sur lui-même ou sur une carcasse isolante. Un curseur frottant sur la résistance permet de réaliser un réglage progressif. Souvent un support en porcelaine augmente la rigidité mécanique, l'isolement électrique et le rayonnement calorifique de l'appareil. Les rhéostats pour forte intensité de courant sont munis de commutateurs à plots.

On construit actuellement des rhéostats perfectionnés à courbe logarithmique, comme les potentiomètres, pour des valeurs de 6 à 10 ohms, 100 à 100.000 et même 1.000 ohms à 1 mégohm.

(Angl. Rheostat. — All. Veränderlicher Widerstand, Regelwiderstand.)

RHÉOSTRICTION. Phénomène de contraction transversale d'un conducteur liquide, dû à l'attraction mutuelle des différents filets parcourus par le courant (C. E. I., 1934). Synonyme effet de pincement. Voir effet.

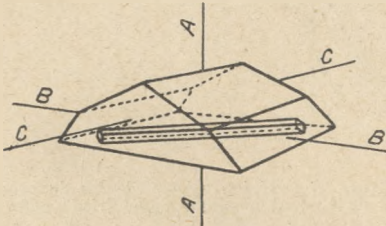
RHODIUM. Métal précieux de la famille du platine découvert en 1804 par Wollaston, difficilement attaqué par l'eau régale et par les diverses combinaisons d'acides. Les qualités essentielles résident dans son inoxydabilité et dans sa très grande résistance mécanique. Très utilisé dans l'industrie radioélectrique comme revêtement des pièces de contact, notamment dans les commutateurs de longueurs d'onde. La conductivité du rhodium est supérieure à celle du platine et à celle de l'aluminium. Etant donné une force de pression de 20 grammes environ au contact, un courant de 50 m A et une tension à circuit ouvert de 24 v, on a pu vérifier que dans ces conditions des contacts de rhodium n'avaient subi aucune modification au bout de 850.000 commutations. Le dépôt de rhodium ou « rhodinage » est effectué, après dégraissage dans un premier bain (6 à 8 v, 2 à 3 A : dm²), au moyen d'un second bain (2 à 4 v ; 0,3 à 0,5 A : dm²).

(Angl., All. Rhodium.)

RIGIDITÉ. Rigidité diélectrique. Voir diélectrique. Propriété d'un diélectrique de s'opposer au passage de l'étincelle. La rigidité diélectrique s'évalue par la valeur du champ électrostatique (ou du gradient de potentiel) en un point, susceptible d'amener par étincelle, la rupture (perforation) du diélectrique en ce point. (Comité électrotechnique français.)

(Angl. Dielectric Strength. — All. Dielektrische Festigkeit.)

ROCHELLE. Sel de Rochelle. Tartrate double de soude et de potasse, cristallisant sous forme de prismes de grandes dimensions à base octogonale, figurant un double comble. Ce cristal présente des propriétés piézoélectriques remarquables dans la direction à 45°, bissectrice de l'angle de l'axe du prisme avec le grand axe de la section. Il a une constante diélectrique élevée et présente un phénomène de saturation diélectrique, analogue à la saturation magnétique du fer. Ces constantes varient en fonction de la température et de la contrainte. Elles décroissent



Cristal de sel de Rochelle montrant la taille du cristal piézoélectrique par rapport aux axes A, E, C.

pour les températures supérieures à 24° C. Si le cristal, placé entre deux électrodes, est comprimé longitudinalement, une électrode se charge positivement et l'autre négativement. Le déplacement longitudinal relatif est de l'ordre de 10^{-3} . La fréquence propre est inversement proportionnelle à la longueur; à 21° C elle est d'environ 144/l kilohertz, l étant la longueur du cristal en centimètres, le cristal étant librement suspendu; elle est moitié plus faible si le cristal est chargé d'une masse considérable à l'une de ses extrémités. Voir *piézoélectrique*, *microphone*.

(Angl. *Rochelle Salt*. — All. *Rochelle Salz*.)

RÖNTGEN. Unité de quantité de rayons X (ou dose) produisant une unité électrostatique de charge dans les conditions déterminées pour la conférence de radiologie de Stockholm (C. E. I., 1934). Symbole littéral r.

RÖNTGENTHÉRAPIE. Synonyme de *radiothérapie*. Voir ce mot.
(Angl. *Radiotherapy*. — All. *Röntgentherapie*.)

RONFLÉE. Émission ronflée. Se dit d'une émission en ondes amorties qui n'est pas *chantante* ou *musicale*, c'est-à-dire dont la fréquence des *trains d'ondes* (de 50 à 100 trains d'ondes par seconde) est inférieure à la gamme des fréquences musicales. Les émissions ronflées, ainsi appelées parce qu'elles produisent un ronflement de basse fréquence dans le récepteur, sont de moins en moins utilisées, en raison de la difficulté de la syntonie produite par l'absence de note musicale à la réception.
(Angl. *Rumbling*. — All. *Brummend*.)

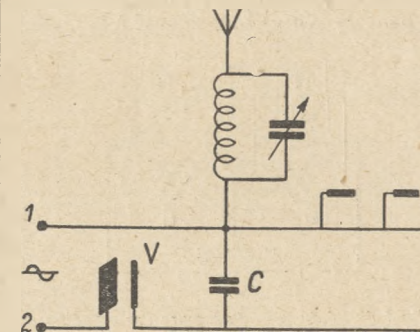
RONFLEMENT. Bruit parasite de fréquence généralement basse, qui prend naissance dans les circuits de réception sous

l'influence de la détérioration d'une résistance de grille (notamment lorsqu'elle devient trop élevée), de l'avarie d'un ou plusieurs éléments de la batterie de plaque ou de leurs connexions, ou encore d'un excès d'amplification à basse fréquence. On y obvie en réduisant le nombre des étages d'amplification téléphonique. On peut aussi placer un condensateur de 3 à 5 millièmes de microfarad en dérivation aux bornes du primaire du premier transformateur à basse fréquence.

Les ronflements sont assez fréquents dans les postes-secteur, principalement dans les postes pour tous courants. L'origine peut se trouver dans le serrage défectueux des tôles du transformateur d'alimentation. Voir aussi le serrage des condensateurs électrolytiques sur le châssis. Si les condensateurs au papier sont vieux, des vibrations peuvent se produire à la longue entre les armatures; il suffit alors de remplacer ces condensateurs défectueux.

Du côté des circuits d'alimentation, un ronflement peut se produire si la capacité shuntant la résistance potentiométrique de polarisation est insuffisante ou en mauvais état. D'une manière générale, bien des ronflements sont éliminés par le découplage de la résistance de polarisation cathodique au moyen d'une forte capacité.

Il y a aussi ronflement si le filtrage de l'alimentation est insuffisant, surtout pour le courant d'excitation du haut-parleur électrodynamique. Il est bon dans ce cas de



Ronflements dans un poste pour tous courants: les courants de haute fréquence s'écoulent à la terre à travers la valve V.

constituer une double cellule de filtration, au moyen d'une bobine à fer et de capacités supplémentaires.

Certains ronflements provenant du secteur peuvent être éliminés par un filtre entre un des fils du secteur et la terre, ce filtre pouvant être constitué par un condensateur de 0,1 μ F très bien isolé (à 1.500 v environ).

Des ronflements de modulation peuvent apparaître dans les appareils récepteurs tous courants, du fait que la tension alternative, cause du ronflement, module la tension à haute fréquence à amplifier. Les causes sont à rechercher dans le trop grand voisinage du secteur et d'une connexion de grille; de la valve et d'un circuit accordé non blindé; dans la longueur exagérée d'une connexion de grille; dans la résistance exagérée du circuit de grille; dans la métal-

lisation non reliée à la masse; dans un retour à la masse défectueux.

On supprime ces ronflements en offrant aux courants de haute fréquence un chemin moins résistant, soit en shuntant les deux pôles du secteur par un condensateur de 0,1 à 0,5 μ F, d'isolement suffisant; soit en shuntant la valve au moyen de ce dernier condensateur; en ce dernier cas, le condensateur doit pouvoir supporter au minimum une tension supérieure au double de la tension du réseau.

(Angl. *Humming*. — All. *Brummen*.)

RONFLEUR. Relais électromagnétique essentiellement constitué par un électroaimant attirant une lame vibrante, qu'un ressort rappelle à sa position de repos dès la rupture du courant, et dont le fonctionnement produit un ronflement de basse fréquence.

(Angl. *Buzzer*. — All. *Brummer*.)

ROTATION. Synonyme de *rotationnel* d'un vecteur. Voir *rotationnel*. — (Sur une ligne de télécommunication). Transposition effectuée sur une ligne, consistant à permuter sur l'armement l'emplacement des conducteurs, de manière qu'ils conservent leurs dispositions relatives. Dans la *rotation simple*, chaque conducteur vient occuper sur l'armement la place qu'occupait le conducteur immédiatement voisin. La *rotation double* résulte de deux rotations simples effectuées dans le même sens au même endroit. Voir *armement*, *antiinduction*, *transposition*.

(Angl. *Rotation*. — All. *Umdrehung*.)

ROTATIONNEL. Rotationnel d'un vecteur. Vecteur dont le flux à travers une surface quelconque est égal à la circulation du vecteur donné le long du contour de la surface (C. E. I., 1934).

(Angl. *Rotational*.)

ROTOR. Partie tournante d'une machine électrique (C. E. I., 1934). Employé principalement pour les machines tournantes à courant alternatif (alternateurs, moteurs synchrones ou d'induction), le terme de rotor désigne également l'armature tournante d'un condensateur variable, la bobine tournante d'un variomètre ou d'un variocoupleur, le commutateur tournant d'un redresseur, etc... Pour ce qui concerne le rotor des alternateurs à haute fréquence, voir ce mot.

(Angl. All. *Rotor*.)

ROUTE. Route hertziennne. Trajet jalonné dans l'espace par un champ électromagnétique de nature déterminée (ondes dirigées, modulées de manière complémentaire, etc...). Voir *balisage*, *guidage*, *radioalignement*, etc...

(Angl. *Waves Way*. — All. *Hertzbahn*.)

RUBIDIUM. Élément métallique d'un blanc argenté qui s'oxyde rapidement à l'air. Masse atomique 84,78. Symbole Rb. Il présente, comme le sélénium, des propriétés photoélectriques marquées, principalement à l'état d'hydrure dans une atmo-

sphère de néon. Voir *photoélectrique*, *radio-vision*, *sélénium*.

(Angl., All. *Rubidium*).

RUPTEUR. Pièce qui établit rapidement un contact électrique (Rupteur de magnéto, de bobine d'induction). La rupture du courant, produite à une fréquence convenable sur le circuit primaire d'une bobine d'induction, provoque dans le circuit secondaire l'apparition d'une force électromotrice élevée. Voir *bobine*, *induction*.

(Angl. *Contact Breaker*. — All. *Unterbrecher*).

RUPTURE. Jack à rupture. Voir *jack*.

(Angl. *Breacking off*. — All. *Unterbrechung*).

S

SAILLANT. Pôle saillant. Voir *pôle*.

SANS-FIL. Locution adverbiale caractérisant les communications établies sans l'intermédiaire d'une ligne joignant un point à un autre, par opposition avec les communications qui sont transmises le long d'une ligne (avec fil). Terme souvent appliqué aux communications radioélectriques, bien qu'il existe d'autres communications sans-fil : sonores (acoustiques), ultrasonores, lumineuses (télégraphie optique, phares, etc...), colomophiles (par pigeon voyageur) et nombre d'autres. Synonyme de *radio*.

(Anlg. *Wireless*. — All. *Drahtlos*.)

SANS-FILISTE. Professionnel ou amateur des sciences ou des communications radioélectriques.

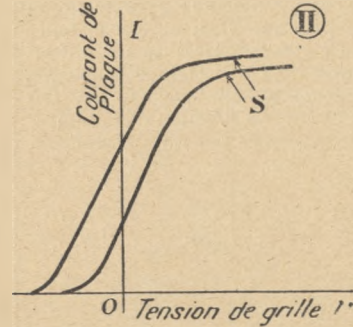
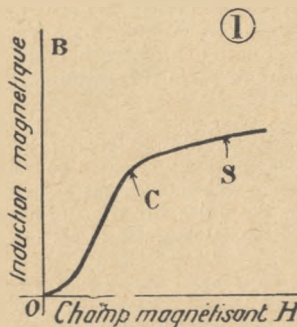
(Angl. *Wireless Operator*, *Amateur*. — All. *Rundfunk Teilnehmer*, *Bastler*.)

SATURATION. Saturation ionique. Phénomène par lequel le courant électronique traversant un espace gazeux ionisé est tel que toutes les particules électrisées libres atteignent les électrodes (C.E.I. 1934). Voir *émission*, *lampe*, *diode*, etc...

— **Saturation magnétique.** Condition limite vers laquelle tend l'état d'un corps ferromagnétique, lorsque le champ magnétique croît indéfiniment (C. E. I. 1934). Voir *magnétique*, *aimantation*. Etat d'une substance ferromagnétique placée dans un champ suffisant pour que l'intensité d'aimantation devienne indépendante du champ. La substance est alors dite saturée (Comité électrotechnique français). — **Point de saturation.** Point de la courbe de magnétisation où la courbure est la plus forte. Au-delà de ce coude brusque,

l'induction magnétique n'augmente plus que faiblement en fonction du champ magnétisant. Voir *magnétisation*, *magnétisme*, *aimantation*. — **Courant de saturation.** Limite supérieure atteinte par le courant anodique d'une lampe électrique

de principe. Schéma d'un appareil électrique dans lequel, pour plus de clarté, les divers organes sont représentés par des dessins élémentaires symboliques. Ce schéma fait apparaître le nombre et la nature de ces organes ainsi que la

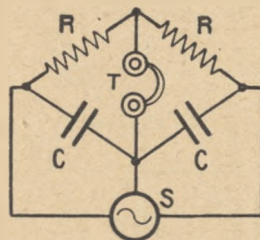


Saturation: I. Saturation magnétique S de l'inductance B pour les valeurs élevées du champ magnétisant H, au delà du coude C. — II. Saturation S du courant anodique d'une triode pour les valeurs élevées de la tension de grille v .

lorsque, l'émission électronique restant constante, la tension de plaque est accrue progressivement. Ce courant de saturation caractérise l'émission électronique maximum correspondant à un chauffage donné de la cathode.

(Angl. *Saturation*. — All. *Sättigung*.)

SAUTY. Pont de Sauty. — Sorte de pont de Wheatstone adapté à la mesure



Pont de Sauty pour la mesure des capacités en courant alternatif: R, r, résistances étalonnées; C, c, capacités; S, source de courant alternatif musical; T, téléphone.

des capacités en courant alternatif. Voir *pont*, *mesure*.

SCALAIRE. Grandeurs scalaires. Grandeurs qui peuvent être complètement caractérisées par un seul paramètre, c'est-à-dire par leur valeur numérique rapportée à l'unité de mesure correspondante (C. E. I., 1934).

— **Produit scalaire** (de deux secteurs). Produit des modules de deux secteurs par le cosinus de l'angle formé entre eux (C.E.I., 1934).

Contraire : *vectériel*. Voir ce mot.

SCHÉMA. Graphique indiquant d'une manière simplifiée quels sont les divers organes figurant dans un appareil et la manière dont ils sont connectés. — **Schéma**

manière dont ils sont reliés électriquement, sans préjuger aucunement de la disposition mécanique réelle de l'ensemble de l'appareil. — **Schéma de montage d'un appareil.** Schéma où les organes d'un appareil ainsi que leurs connexions sont représentés en place, à l'échelle, et figurés non plus par des symboles, mais par des croquis tenant compte de leur aspect réel, de leurs dimensions, de leurs distances réciproques.

(Angl. *Diagramm*. — All. *Principalschaltung*.)

SOLÉROMÈTRE (de Klingelfuss). Qualimètre basé sur les variations de tension efficace appliquée au tube radiologique (C.E.I., 1934). Voir *qualimètre*.

(Angl. *Sclerometre*. — All. *Sklerometer*.)

SEC. Pile sèche. Voir *pile*.

SECONDAIRE. Enroulement secondaire (d'un transformateur). Enroulement aux bornes duquel on relie le circuit d'utilisation (C. E. I., 1934). Dans un transformateur, circuit de sortie, par opposition au circuit d'entrée (*primaire*). Voir *primaire*, *transformateur*. Dans les couplages radioélectriques à haute fréquence des récepteurs, le primaire est souvent intercalé entre antenne et terre, le secondaire est refermé sur un condensateur variable à air pour constituer le circuit résonnant relié au détecteur et à l'amplificateur. — **Élément secondaire ou pile secondaire.** Expression désuète pour *accumulateur* électrique. — **Émission secondaire.** Nouvelle émission d'électrons à partir de la plaque d'un tube à vide électronique, émission qui se produit lorsque le flux électronique issu du filament vient bombarder la plaque avec une vitesse suffisamment grande. Le courant de plaque, est alors la différence entre l'émission primaire et l'émission secondaire. Voir *dynatron*, *kénotron*, *émission*.

(Angl. *Secondary*. — All. *Sekundar*.)

SECOURS. Poste de secours. Poste radioélectrique spécial installé à bord des navires ou des aéronefs pour doubler le poste principal en cas de panne.

L'article XI de la Convention radiotélégraphique spécifie que les navires classés dans les deux premières catégories sont tenus d'avoir une installation de secours placée dans les conditions de sécurité maximum, alimentée par une source de courant propre, capable d'émettre rapidement pendant 6 heures au moins, ayant une portée minimum de 80 milles marins pour les navires de la 1^{re} classe et de 50 pour ceux de la 2^e. La source de courant est une batterie d'accumulateurs de capacité suffisante. Pour parer aux pannes du réseau du bord, les grands navires possèdent une alimentation séparée par groupe convertisseur et batterie d'accumulateurs de 20 v, 144 A-h.

Pour les avions, les postes de secours doivent permettre la transmission en cas d'atterrissage ou d'amerrissage. On utilise parfois une antenne de cerf-volant ou une antenne très courte fixée sur l'avion. On obtient de meilleurs résultats avec une antenne de secours à montage automatique et une génératrice auxiliaire entraînée par le moteur de lancement.

Les canots de sauvetage des grands paquebots sont aussi munis de postes de secours (émetteur et récepteur). L'émetteur est à ondes amorties (600 m) et a une portée de 80 à 100 milles. Puissance 140 watts. Alimentation par batterie d'accumulateurs. Une dynamo, accouplée au moteur de propulsion du canot, permet au besoin la recharge de la batterie. L'antenne, constituée par un prisme de 4 m à 4 fils, est tendue entre les deux mâts du canot. Voir *navire*.

(Angl. *Emergency*. — All. *Not.*)

SECRET. Secret des radiocommunications. Le secret des communications radiotéléphoniques peut-être assuré au moyen de diverses méthodes, qui utilisent le principe d'inversion, la transposition des fréquences, le déphasage de certaines fréquences par rapport aux autres, la commutation ou les variations synchrones, les systèmes *multiplex*. Voir ces termes.

En radiotéléphonie, le secret peut-être assuré par la modulation au départ et la démodulation à la réception au moyen d'une fréquence auxiliaire. Les bandes de fréquence d'une onde de 300 kh modulée par la parole sont normalement comprises entre 297,5 et 302,5 kh. On opère sur cette onde modulée une seconde modulation, par exemple au moyen d'une hétérodyne modulée dont la fréquence varie de 1.000 à 5.000 p : s selon une loi secrète. La commande du condensateur variable de l'hétérodyne peut être assurée par un système mécanique, la démodulation étant assurée à l'arrivée par une hétérodyne semblablement commandée. On peut, encore plus simplement, modifier la fréquence. de l'onde porteuse à l'émission, au moyen d'un condensateur réglable auxiliaire. On peut aussi supprimer l'onde porteuse à l'émission et la rétablir à la réception

Un procédé élégant consiste à inverser la modulation, en transformant automatiquement la fréquence f en fréquence F/f F étant une fréquence fixe donnée. Les sons graves devenant ainsi aigus et réciproquement, la nouvelle modulation est absolument incompréhensible, même après détection.

(Angl. *Secrel*. — All. *Geheimnis*.)

SECTION. Section des conducteurs.

Il est souvent commode de connaître la section qu'on doit donner aux conducteurs chargés de transmettre une puissance donnée à une distance donnée. Ce calcul est effectué dans le tableau ci-dessous, de A. Lépine, en admettant une chute de tension de 0,5 v dans les conducteurs en question et une température ambiante de 30° C. Le chiffre trouvé indique la longueur en mètres du conducteur double (aller et retour).

Section des conducteurs	Nombre d'hectowatts-souscrits					
	5	10	15	20	25	30
5,51 mm ²	16	8	5	4	3	.....
7,9	23	11	7	5	4	3,50
10,8	32	15	10	7	6	5
14,1	41	20	13	10	8	6
17,8	52	26	17	13	10	8
21,5	63	31	21	15	12	10
29,3	86	43	23	21	16	14

— **Section d'Induit.** Voir *induit*.
(Angl. *Section*. — All. *Durchschnitt*.)

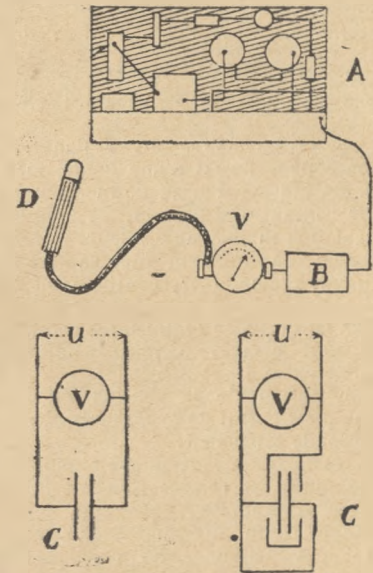
SÉCURITÉ. Prescriptions de sécurité. Ces prescriptions de l'Union des Syndicats de l'Électricité, entrées en vigueur le 1^{er} octobre 1934, classent les dispositifs antiperturbateurs en appareils protégés pour usage domestique, pour usages industriels, en appareils à enveloppe renforcée, en dispositifs destinés à être introduits dans les appareils perturbateurs, en dispositifs étanches et en dispositifs pour températures élevées, pouvant fonctionner dans une ambiance de température à 40° centésimaux.

Le règlement précise les indications de marques, rappelle la spécification des appareils perturbateurs auxquels les filtres sont destinés et l'efficacité de ces dispositifs. Il indique comment doivent être réalisées les connexions de ces dispositifs avec les parties métalliques des appareils perturbateurs et comment les pièces sous tension doivent être protégées contre le toucher.

La protection est réalisée si les pièces sous tension ne peuvent être atteintes par le « doigt d'épreuve » ou si ces pièces présentent, par rapport au sol, une tension ne dépassant pas 25 V en courant alternatif et 50 V en courant continu, ou encore si le contact avec ces pièces ne peut provoquer le passage dans le corps humain d'un courant alternatif de plus de 1 mA.

Ce « doigt » a la forme approximative d'un crayon dont l'extrémité conique

serait métallique et le corps cylindrique isolant. Ce corps cylindrique est traversé par un conducteur qui relie l'extrémité métallique du « doigt », par une connexion souple et à travers une résistance conv-



■ **Essais de sécurité:** I. Vérification du montage d'un appareil au moyen du doigt d'épreuve : A, appareil; B, batterie; V, voltmètre; D, doigt d'épreuve. — II. Essais de tension d'un condensateur : 1° entre les deux armatures; 2° entre le boîtier et les deux armatures réunies; U, tension; V, voltmètre; C, condensateur.

nable (lampe à incandescence) et un milliampèremètre à l'un des pôles d'une source d'énergie électrique, dont l'autre extrémité est reliée aux pièces sous tension de l'appareil à essayer. Voir *doigt*.

Suivent des prescriptions relatives aux enveloppes et couvercles, ainsi qu'à la nature des connexions des dispositifs antiperturbateurs. En particulier, le diamètre des connexions devant être serrées efficacement est ainsi défini :

COURANT NOMINAL EN AMPÈRES	DIAMÈTRE DU CONDUCTEUR EN MILLIMÈTRES
Moins de 5	0,9 à 7 × 10/10
5 à 10	1,2 à 7 × 14/10
10 à 25	2 à 19 × 12/10

Les dispositifs comportant des condensateurs d'élimination doivent subir un essai de type sur un prélèvement de 0,4 % de la fourniture et un essai de contrôle sur le restant.

Au cours de l'essai de type, les condensateurs sont portés à 50° C ou à une température supérieure de 10° C à la température spécifiée. La tension d'essai, de même nature que la tension d'emploi, est appliquée d'abord entre les deux armatures du condensateur, puis entre les deux armature

NATURE DE LA TENSION D'ESSAI	VALEUR DE LA TENSION POUR ESSAI DE TYPE	
	ENTRE les deux armatures	ENTRE ARMATURES RÉUNIES et enveloppe extérieure
Continu.....	7U	7U } avec minimum
Alternatif.....	5U	5U } de 1.500 V.

réunies et l'enveloppe extérieure. (Voir tableau).

Si cette enveloppe est isolante, on l'entoure pour l'essai d'une feuille métallique. La tension d'essai, de même nature que le courant d'utilisation, est appliquée pendant une minute aux valeurs ci-dessus exprimées en fonction de la tension maximum d'emploi U , continue ou efficace.

Pour les essais de contrôle, les condensateurs sont essayés à une température comprise entre 10 et 35° C.

L'application de la tension est faite comme pour l'essai de type, mais pendant une seconde seulement.

Les fusibles doivent pouvoir supporter quatre mises en service répétées à cinq secondes d'intervalle, sous une tension supérieure d'un dixième à la tension d'emploi, et éliminer les condensateurs qui viendraient à se perforer.

Les condensateurs de protection des appareils antiperturbateurs subissent également des essais de type et de contrôle. Mais, pour l'essai de type, la tension d'épreuve doit être au moins égale à 1.000 V. Avant l'essai les échantillons sont portés pendant vingt-quatre heures dans une enceinte à une température de 15 à 25° C avec atmosphère saturée d'humidité. La tension d'essai est une tension continue égale à la tension maximum d'emploi. Le produit de la résistance d'isolement, exprimée en mégohms, par la capacité du condensateur exprimée en microfarads, doit être au moins égale à 10. On sait que ce produit CR représente la constante de temps en secondes du circuit, en l'espèce le temps que mettait

Les self-inductances et résistances des appareils antiperturbateurs doivent aussi subir des essais d'échauffement dans les limites indiquées, pour une température de l'air ambiant supposée au plus égale à 40° C, puis des essais de type et de contrôle pour l'isolation. Pour le premier, on applique pendant une minute la tension $2U + 500$ V; pour le second pendant cinq secondes la tension $2U + 750$ V. (Angl. *Security Means*. — All. *Sicherheits Massnahmen*.)

SÉISMOLOGIE. Radiotélégrammes séismologiques. On a organisé à la surface de la Terre un véritable réseau de stations séismologiques reliées télégraphiquement à l'Institut de Physique du Globe à Strasbourg, qui centralise les observations individuelles. Parmi ces observatoires se trouvent actuellement ceux d'Alger, Athènes, Barcelone, Bruxelles, Coïmbre, Oxford, Paris, Rome, Zurich, Zi-Ka-Wei à Changhaï.

Les bulletins séismologiques sont rédigés par l'Institut de Physique du Globe et transmis par les stations radiotélégraphiques de la Tour Eiffel, de la Croix-d'Hins et de Nantes, en ondes entretenues ou amorties, à la suite des battements horaires ou des bulletins météorologiques de France et d'Europe.

Dans la grande majorité des cas, le télégramme séismologique est transmis en langage clair, mais toutefois par télégraphie sans fil, ce qui implique l'emploi du code Morse. Ces télégrammes, qui concernent les séismes lointains et peu prolongés, contiennent des renseignements sur le jour et l'heure de l'observation, la

fique désirable et transmis sous forme d'un télégramme chiffré.

Pour la commodité de la rédaction et parce que, en fait, l'origine du mouvement est souvent mal définie, on détermine sa position géographique à l'aide de deux coordonnées appelées *azimut* et distance de l'épicentre. Voir *météorologie*. (Angl. *Seismology*. — All. *Seismologie*.)

SÉLECTEUR (en téléphonie). Organe comportant un banc de contacts reliés chacun à une ligne ayant une affectation déterminée, ainsi qu'un jeu de frotteurs reliés à une ligne appelante, et tel que les frotteurs établissent automatiquement la liaison entre la ligne appelante et la ligne cherchée quand des signaux de commande sont transmis par la ligne appelante (C.E.I. 1934).

— **Présélecteur.** Voir ce terme. (Angl. *Selector*. — All. *Auswähler*.)

SÉLECTIF. Qui est doué de *sélectivité*.

SÉLECTIVITÉ. Propriété d'un système récepteur (radioélectrique) qui permet de séparer entre certaines limites les émissions de fréquences différentes (C. E. I., 1934).

La sélectivité d'un récepteur est la faculté qu'il possède de favoriser la réception de certains signaux à l'exclusion des autres, en utilisant pour cela la différence des spectres de fréquence de ces divers signaux. (C.C.I.R., Lisbonne).

Pour un récepteur donné, faculté de différencier les signaux de fréquences différentes. Pratiquement la sélectivité ne peut être définie par un nombre, mais par la courbe des variations de la puissance à la sortie du récepteur en fonction de la fréquence, pour de faibles variations de fréquence alentour de la fréquence de résonance, étant entendus que la fréquence du champ, la note et la profondeur de la modulation restent constantes. On peut aussi étudier la variation du champ pour recueillir une puissance constante à la sortie du récepteur.

Ainsi la sélectivité est définie, par exemple, pour un désaccord donné en kilohertz dans un sens donné, par le taux dont il faut abaisser le signal incident pour obtenir une baisse de 40 décibels à la sortie. Soit à mesurer la sélectivité à 5 kh sur l'onde de 1.000 kh. On règle le récepteur et l'hétérodyne de mesure à cette valeur, on émet en ondes modulées à 30 pour 100 sur 400 p : s et on note la lecture au wattmètre. On règle alors l'hétérodyne à 1000 p : s et l'on note de combien il faut affaiblir son débit pour que le niveau du wattmètre descende de 40 décibels.

La sélectivité est mesurée par l'acuité et la forme de la courbe de *résonance* du circuit oscillant. Elle est d'autant plus grande que le circuit est moins résistant ou moins amorti. On augmente la sélectivité en utilisant des couplages lâches, une antenne désaccordée; en multipliant les circuits résonnants, en employant

NATURE DU COURANT d'utilisation	TENSION D'ESSAI DE CONTROLE EN VOLTS			
	ENTRE LES DEUX ARMATURES		ENTRE ARMATURES et enveloppe extérieure	
	Nature	Valeur	Nature	Valeur
Continu.....	Continue.....	7U minimum 1.500 V	Continue.....	7U } minimum
Alternatif...	Continue.....	9U minimum 2.250 V	Alternative..	6U } 2.000 V.

le condensateur pour se décharger à travers lui-même. Mais l'application de cette règle ne doit pas conduire à exiger une résistance d'isolement supérieure à 500 mégohms.

Pour l'essai de contrôle des condensateurs de protection les prescriptions sont celles indiquées sur le tableau ci-dessus.

nature des ondes séismiques, la direction de propagation et l'heure du passage de l'onde maximum; enfin l'intensité du mouvement et sa position géographique, exprimée par la latitude et la longitude du lieu. Lorsque les mouvements séismiques sont plus importants, le bulletin est rédigé avec toute la rigueur scienti-

la réaction, la méthode superhétérodyne ou du changement de fréquence. Voir *résonance, superhétérodyne, réaction, etc.*

— **Courbe de sélectivité.** Courbe de résonance d'un circuit donné, relevée pour le courant ou la tension de la sortie, et où l'on a porté en abscisse la fréquence d'accord.

— **Facteur de sélectivité.** Rapport $\frac{I_{\max}}{I}$ ou $\frac{V_{\max}}{V}$ des courants et tensions

relevés sur la courbe de sélectivité d'un circuit donné en fonction du désaccord de fréquence Δf supposé petit.

Pour un circuit simple, le facteur de sélectivité prend la forme :

$$S = \sqrt{1 + \theta^2 (\Delta\omega)^2 \frac{1}{4} \left(1 + \frac{\eta}{\omega}\right)^2}$$

en désignant par η la pulsation propre du circuit; ω , celle de l'excitation; $\Delta\omega$ leur écart; θ , la constante de temps du circuit $\left(\frac{2L}{R}\right)$. Le carré du rapport des pulsations est toujours négligeable en haute fréquence, mais doit être pris en considération en basse fréquence.

Si l'on utilise plusieurs circuits, en nombre p , faiblement couplés entre eux, le facteur de sélectivité devient :

$$S = \sqrt{1 + \theta^2 p (\Delta\omega)^2}$$

Dans le cas de deux circuits très fortement couplés, le facteur devient

$$S = \sqrt{1 + [(1 \pm k) \theta]^2 (\Delta\omega)^2},$$

k étant le coefficient de couplage.

— **Sélectivité dans les circuits résonnants.** Le facteur de sélectivité en haute fréquence devient alors, sous réserve des simplifications indiquées ci-dessus.

$$S = \sqrt{1 + \theta^2 (\Delta\omega)^2}$$

La courbe de résonance est d'autant plus aiguë que S est plus grand. La sélectivité est d'autant plus grande que la résistance est faible par rapport à l'inductance. La sélectivité est donc limitée par la résistance des bobines. Il y a avantage à utiliser des bobines à noyau de fer, parfois des enroulements en fil divisé. Il est commode, pour les ondes courtes, de recourir au changement de fréquence.

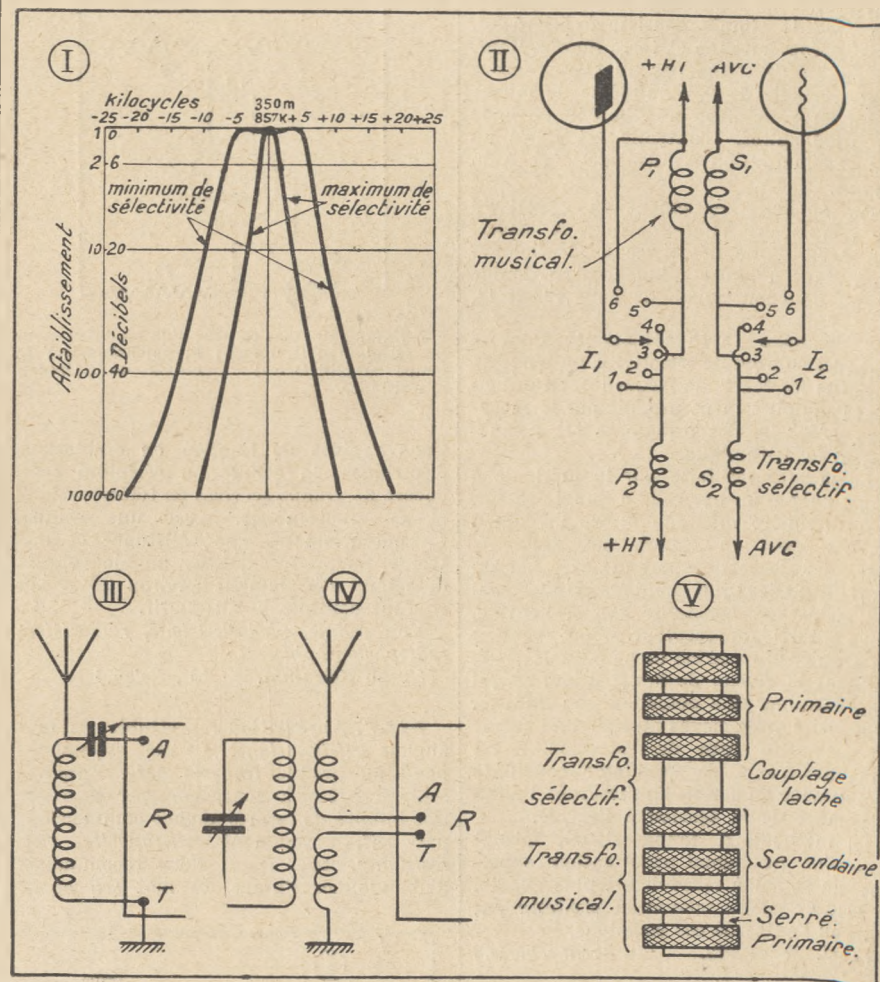
On augmente la constante de temps par la réaction en introduisant une résistance négative dans le circuit ou au moyen d'un cristal piézoélectrique donnant une courbe de résonance aiguë.

Dans une série de circuit simples, sans réaction et accordés sur la même fréquence, la sélectivité totale est sensiblement le produit des sélectivités élémentaires.

L'intérêt de la sélectivité poussée est de permettre une bonne séparation des signaux de fréquence voisines et de diminuer l'influence des parasites sur la réception. Mais la sélection entraîne la déforma-

tion des signaux, chaque signal s'étendant toujours pratiquement sur une bande de fréquence plus ou moins large. La largeur de la bande utile est double de la fréquence maximum de modulation. Elle est donc de 2×2.500 p.s pour la téléphonie commer-

ciales et de 2×8.000 p.s pour la diffusion radiophonique; elle est d'environ 2×100 p.s en télégraphie automatique à grande vitesse. En pratique, la sélectivité radiophonique est limitée à 2×5.000 p.s, soit 10 kilohertz.



Sélectivité : I. Courbes de sélectivité maximum et minimum, relevées avec une modulation à 400 p.s au taux de 30 pour 100. — II. Schéma d'un montage permettant d'obtenir plusieurs valeurs de la sélectivité à l'aide de deux transformateurs à moyenne fréquence de sélectivités différentes. — III. Montage utilisant un circuit accordé en dérivation entre les bornes antenne et terre. — IV. Montage utilisant un circuit bouchon accordé, couplé avec le circuit antenne-terre; R, récepteur. — V. Transformateur à deux sélectivités obtenues par variation du couplage magnétique.

tion des signaux, chaque signal s'étendant toujours pratiquement sur une bande de fréquence plus ou moins large. La largeur de la bande utile est double de la fréquence maximum de modulation. Elle est donc de 2×2.500 p.s pour la téléphonie commer-

ciales et de 2×8.000 p.s pour la diffusion radiophonique; elle est d'environ 2×100 p.s en télégraphie automatique à grande vitesse. En pratique, la sélectivité radiophonique est limitée à 2×5.000 p.s, soit 10 kilohertz. On se rapproche de la courbe idéale de sélectivité en utilisant des filtres de bande, sous forme soit de filtres présélecteurs à accord variable dans les récepteurs à résonance (*superinductance*), soit de filtres de bandes accordés sur la moyenne fréquence dans les récepteurs *superhétérodynes*. Voir *bande, filtre, changeur de fréquence, superhétérodyne, superinductance, sténodé-radiostal*.

— **Sélectivité variable.** Il est difficile de satisfaire simultanément aux deux condi-

permet de concilier successivement ces conditions opposées, en offrant la possibilité de régler la largeur de la bande de modulation en fonction du niveau des interférences. La variation de sélectivité est d'autant plus grande que le récepteur est plus perfectionné. Pratiquement, elle est de 8 à 11 kilohertz, de 8 à 15 kilohertz ou de 6 à 18 kilohertz suivant la qualité des récepteurs.

La variation de sélectivité est obtenue, soit d'une façon continue par utilisation de transformateurs de moyenne fréquence à noyau de fer réglable, soit d'une façon discontinue au moyen d'un commutateur qui introduit des circuits plus ou moins sélectifs. Dans le premier cas, la sélectivité est commandée par bouton de réglage

parfois au moyen d'un câble souple. Dans le second cas, on utilise deux transformateurs de sélectivités différentes.

— Amélioration de la sélectivité.

On peut au moyen de divers artifices, améliorer la sélectivité de récepteurs qui ne sont pas des changeurs de fréquence. Un procédé simple consiste à intercaler, entre bornes antenne et terre du récepteur, un circuit constitué par un condensateur à air réglable de 0,25 millièmes de microfarad en série avec une bobine de choc de 2.400 spires. L'antenne est reliée au point commun au condensateur et à la bobine.

On améliore également la sélectivité en remplaçant l'antenne par le cadre. S'il s'agit d'une détectrice à réaction ou d'un étage à haute fréquence, un double circuit bouchon donne de bons résultats.

— Mesure de la sélectivité.

Pour le tracé des courbes de sélectivité, on porte en abscisses les écarts de fréquence, en ordonnées l'affaiblissement produit par le récepteur. L'échelle des ordonnées est normalement logarithmique.

La mesure est faite par la méthode à signal unique ou par celle à double signal.

La première méthode utilise un signal produit par un générateur étalonné, l'intensité de sortie étant mesurée par un appareil quelconque. L'intensité du signal est maintenue constante soit à l'entrée, soit à la sortie du récepteur. L'inconvénient du premier procédé est de ne pas conserver constant le niveau de la détection, ce qui peut entraîner une détection non linéaire. L'intensité assez élevée du signal à l'entrée est une autre cause de distorsion. Il est donc préférable de maintenir constante la puissance de sortie, en mesurant l'affaiblissement de la tension à l'entrée.

La méthode à double signal, faisant intervenir un signal perturbateur superposé au signal à recevoir est plus exacte. Il faut éviter la saturation produite par l'une ou l'autre de ces émissions.

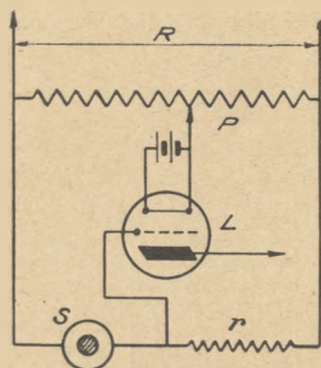
(Angl. *Selectivity*. — All. *Trennschärfe*.)

SÉLÉNIUM.

Élément chimique métallique de la famille du soufre. (Se = 79,2), aspect gris, structure cristalline. La conductivité électrique de cette substance varie avec son éclaircissement. On dit qu'elle est *photoélectrique*. La cellule au sélénium est un des détecteurs photoélectriques le plus sensible qu'on connaisse : elle décèle 0,001 microlumen, tandis que le potassium accuse 0,2 microlumen et la pile thermoélectrique 4 microlumens seulement. Même si l'on fait intervenir le temps, on peut avec le sélénium décélérer 1 milliardième de microlumen; mais cette considération ne peut jouer en radiovision. L'œil humain est sensible à 1 dix-millionième de microlumen environ. Mais l'élément au sélénium présente une inertie notable; en outre il subit des fractures par variation de température, et une désensibilisation rapide par suite de l'absorption de traces de vapeur de mercure. On peut réduire l'épaisseur de la couche sensible à 0,01 mm en l'étendant sur un verre à faible dilatation

(pyrex) dans une ampoule vide d'air. La sensibilité du sélénium est plus grande en courant alternatif qu'en continu.

Abandonnée pour la traduction des varia-



Sélénium. Montage en pont d'un photodétecteur au sélénium : R, réseau; P, potentiomètre; L, lampe amplificatrice; S, cellule de sélénium; r, résistance.

tions rapides de lumière en oscillations électriques, la cellule au sélénium rend encore de grands services en télémechanique et en photométrie. Avec une cellule, un potentiomètre une résistance et une triode, on peut constituer un bloc photodétecteur consommant environ 20 w sur courant continu ou alternatif.

Voir *cellule, photoélectrique, radiovision, radiophotographie*.

(Angl. *Selenium*. — All. *Selen*.)

SELF.

Abréviation regrettable du mot anglais *self-inductance*. Le mot *self* correspond au préfixe français *auto*. Employé seul, il prête à confusion, car il existe une infinité de termes anglais commençant par *self*, notamment *self-capacity*, *self-resistance*, etc... Il est donc recommandé d'abandonner l'usage du mot *self* et de

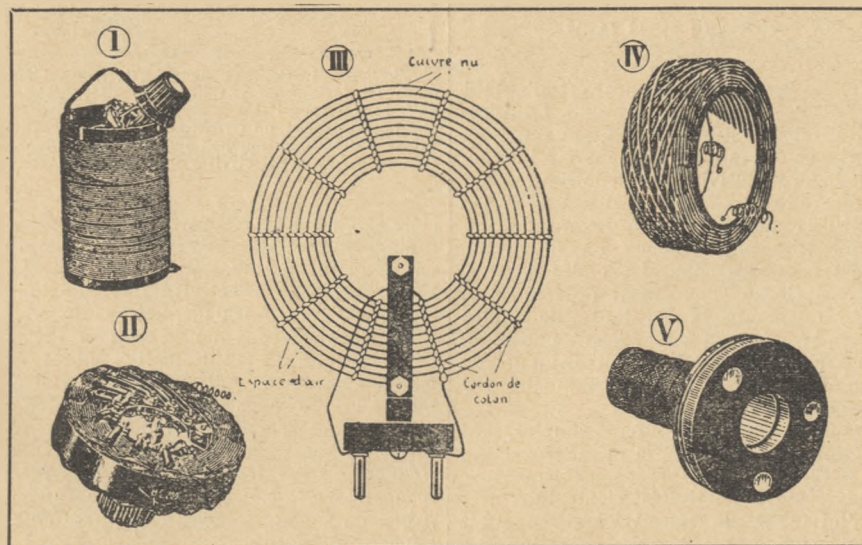
le remplacer, suivant les cas, par *bobine*, *inductance* ou *self-inductance*, auquel il serait préférable de substituer *auto-inductance*, proposé par le Comité électrotechnique français.

(Angl. *Self*. — All. *Selbst*.)

TABLeau d'ÉTALONNAGE DES SELF-INDUCTANCES EN NID D'ABEILLE.

Nombre de spires des bobines	Inductance en microhenrys	LONGUEUR D'ONDE EN MÈTRES			
		Longueur d'onde propre	avec capacité de 0,1/1000 μ F	avec capacité de 0,5/1000 μ F	avec capacité de 1/1000 μ F
10	11,3	25	64	140	200
15	17,8	39	84	180	250
20	37,3	63	125	260	363
25	59	95	164	323	456
30	85,5	110	195	392	550
35	105	119	218	435	160
40	137	142	250	500	696
45	176	158	282	560	790
50	203	165	306	615	864
60	283	190	345	720	1000
75	425	217	426	885	1225
100	667	247	508	1075	1535
125	1065	276	650	1380	1904
150	1530	370	774	1636	2320
175	2050	290	895	1940	2720
200	2400	380	978	2060	2920
250	3400	395	1142	2410	3460
300	4250	405	1228	2740	3890
400	7000	520	1557	3480	5000
500	14000	975	2304	5100	7030
600	18700	1200	2725	5820	8145
750	31600	1450	3500	7450	10575
1000	50000	1650	4350	9470	13280
1250	69400	1900	5250	11075	15660
1500	106500	2400	6190	13630	19400

— **Self-capacité** (mot anglais). Capacité propre d'un système électrique qui n'est



Divers types de self-inductances : I. Self-inductance variométrique. — II. Self-inductance à commutateur. — III. Bobine pour ondes très courtes. — IV. Self-inductance en nid d'abeille. — V. Bobine à noyau de fer.

pas un condensateur. En particulier, capacité répartie d'un conducteur, d'une bobine, d'un transformateur, d'une résistance, d'une antenne, etc... Voir *capacité*.

— **Self-hétérodyne.** Mot anglais synonyme d'*autodyne* ou *endodyne*.

— **Self-inductance.** Synonyme d'*auto-inductance* : 1° Pour un circuit constitué par une spire filiforme isolée, immobile dans un milieu de perméabilité constante en chaque point : quotient du *flux d'induction magnétique* dû au circuit, par le courant dans ce circuit. — 2° Pour une bobine de n spires : quotient par le courant de la somme des flux embrassés par chacune des spires. — 3° Dans la technique des courants à haute fréquence, on appelle également *self-inductance* le quotient de l'énergie magnétique maximum par le demi-carré de la valeur maximum du courant total. (Comité électrotechnique français). Voir *auto-inductance*, *inductance*.

— **Self-induction.** Synonyme d'*auto-induction*. Voir *induction*, *auto-induction*.

SEMI-AUTOMATIQUE. Système téléphonique semi-automatique. Voir *téléphonique*.

(Angl. *Halfautomatic*. — All. *Halbautomatisch*.)

SEMI-CONDUCTEUR. Perte dans les semi-conducteurs. Ces pertes par unité de volume sont exprimées par la formule ci-dessous.

$$W = \frac{1}{2} E^2 \sigma$$

E étant le champ exprimé en kilovolts par centimètre et σ la conductivité. Voir *perte*, *diélectrique*.

— **Réflexion d'une onde dans un milieu semi-conducteur.** Voir *onde*, *réflexion*, *champ*.

(Angl. *Semi-conductible*. — All. *Halbleitfähig*.)

SEMI-FERMÉ. Se dit d'une machine dans laquelle aucune partie sous tension ou en mouvement n'est directement accessible, les ouvertures nécessaires à la ventilation étant constituées par des dispositifs à claire-voie à spécifier (C. E. I., 1934).

(Angl. *Halfshut*. — All. *Halbgeschlossen*.)

SEMI-PROTÉGÉ. Se dit d'une machine dont les enroulements sont protégés contre les chocs par la disposition du bâti et des paliers (C.E.I. 1934).

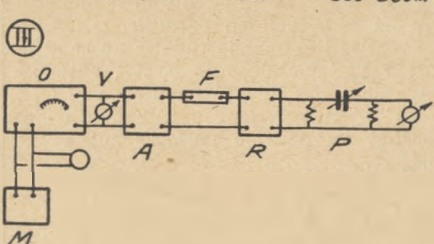
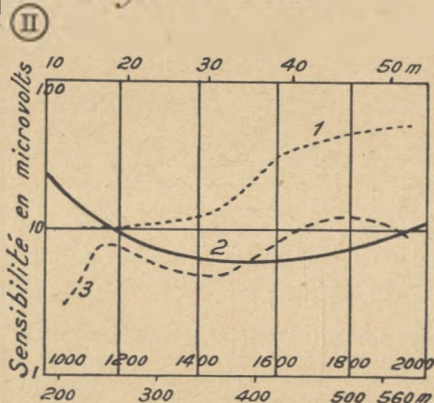
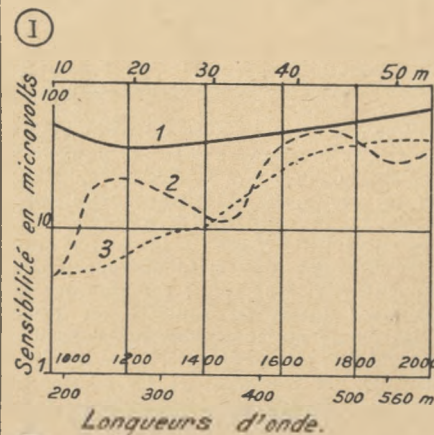
(Angl. *Halfprotected*. — All. *Halbeschirmt*.)

SENSIBILITÉ. Sensibilité absolue. Rapport de l'accroissement de la variable observée à l'accroissement correspondant de la quantité à mesurer (C.E.I. 1934).

— **Sensibilité relative.** Rapport de l'accroissement de la variable observée à

l'accroissement relatif correspondant de la quantité à mesurer (C.E.I. 1934).

— **Sensibilité d'un récepteur.** Mesure dans laquelle ce récepteur est susceptible de répondre aux plus petites forces électromotrices qui lui sont appliquées



Courbes de sensibilité d'un récepteur de radio-diffusion : I, à sept lampes. — II, à dix lampes : 1 ondes longues; 2, ondes moyennes; 3, ondes courtes. — III. Montage pour la mesure de la sensibilité d'un récepteur : O, oscillateur; M, modulateur; V, voltmètre de sortie de l'oscillateur; F, antenne fictive; A, atténuateur; R, récepteur; P, dispositif pour la mesure de la puissance de sortie.

et dont la fréquence est égale à celle sur laquelle il est accordé. Pratiquement, la sensibilité est mesurée par le champ électromagnétique modulé qui, appliqué au récepteur au moyen d'une antenne (réelle ou artificielle) est susceptible de produire à la sortie une puissance donnée.

La sensibilité d'un récepteur est mesurée par la tension en microvolts modulée

à 30 pour 100 sur la fréquence de 400 p/s qu'il faut lui appliquer à l'entrée, à travers une antenne fictive normale, pour obtenir à la sortie une puissance modulée de 50 mW. (Définition du Bureau britannique de contrôle R.M.A.)

Les récepteurs modernes sont doués d'une telle sensibilité qu'on ne peut généralement l'utiliser au maximum que dans le cas où le niveau des perturbations le permet. Les graphiques montrent, en fonction de la fréquence, les courbes de sensibilité de deux récepteurs pour toutes longueurs d'onde, l'un à sept lampes, l'autre à dix lampes. La sensibilité est plus grande pour le second que pour le premier, sauf pour les ondes courtes. Sur ondes moyennes, la sensibilité accuse des maxima et des minima assez sensibles. Ces courbes sont relevées avec un taux de modulation de 30 pour 100 à la fréquence de 400 p/s et pour une puissance de sortie de 0,05 w.

— **Mesure de la sensibilité.** L'oscillateur de haute fréquence modulée à 30 pour 100 est connecté au récepteur par une antenne artificielle constituée par une résistance de 25 ohms, une inductance de 20 mH et un condensateur de 200 μ F montés en série. Cette antenne correspond à une antenne réelle d'une hauteur effective de 4 m. Les mesures de tension sont faites au voltmètre amplificateur en dérivation sur lequel on a placé une inductance de 100 H et une résistance de 7.500 ohms réunies par un condensateur de 8 μ F.

Pour mesurer la sensibilité, le signal est modulé de 30 pour 100 sur la fréquence constante considérée et on le règle de manière que la puissance aux bornes de la résistance de 7.500 ohms reste constamment égale à 50 mW. La sensibilité est mesurée en microvolts par la tension de haute fréquence efficace nécessaire pour obtenir ce résultat. On fait en sorte que le maximum de sensibilité coïncide avec la longueur d'onde de 1.500 m environ pour les grandes ondes et avec celles de 450 m pour les petites ondes.

La sensibilité moyenne d'un récepteur est généralement comprise entre 20 et 100 μ V. Mais il existe des récepteurs beaucoup plus sensibles (1 à 10 μ V environ).

— **Sensibilité des instruments de mesure.** Afin de permettre la mesure des grandeurs sur une plus large échelle, les instruments de mesure sont munis de plusieurs gammes de sensibilité. La graduation du cadran correspond à l'une des sensibilités de l'appareil, qui est un multiple ou un sous-multiple simple de toutes les autres sensibilités. Par exemple, pour un voltmètre, la sensibilité de base, qui est celle de la graduation, est de 150 V pour le maximum. Lorsqu'on utilise les autres sensibilités, les lectures doivent être multipliées par le facteur indiqué sur le tableau ci-après.

Coefficients de sensibilité d'un milliampèremètre-voltmètre.

3 m A	30 m A	300 m A	1,5 A	7,5 A	3 V	7,5 V	30 V	150 V	300 V	750 V
0,02	0,2	2	0,01	0,05	0,02	0,05	0,2	1	3	5

Le voltmètre peut de même fonctionner en milliampèremètre, pour lequel les coefficients ont été également indiqués sur le tableau.

(Angl. *Sensitivity*. — All. *Empfindlichkeit*.)

SÉPARATEUR. Plaque mince, en ébonite, bois, celluloïd ou bakélite, perforée de manière à se laisser traverser par l'électrolyte, gaufrée et introduite entre les plaques des accumulateurs pour les isoler électriquement les unes des autres.

(Angl. *Separator*. — All. *Trenner*.)

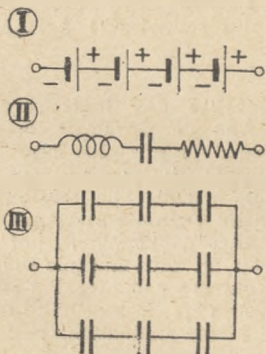
SÉPARATION. Séparation des émissions. Différence entre les fréquences des ondes porteuses de deux stations de fréquences voisines. On dit aussi *canal* ou *chenal* de fréquences. En Europe, la situation de la radiodiffusion conduit à une séparation moyenne de 9 kc/s entre les stations, en admettant que les champs qu'elles produisent à la limite du *rayon d'action* agréables sont de valeurs comparables (Commission technique U.I.R., 1933). Voir *radiodiffusion*, *modulation*, *sélectivité*, *canal*.

(Angl. *Séparation*. — All. *Sendungstrennung*.)

SÉPARÉ. Excitation séparée. Voir *excitation*. — **Oscillateur séparé.** Oscillateur local, placé non loin des appareils radioélectriques, de réception, mais indépendant du groupe de ces appareils et n'en faisant pas partie intégrante. Voir *oscillateur*, *hétérodyne*.

(Angl. *Separate*. — All. *Getrennt*.)

SÉRIE. Mode de connexion qui consiste à relier plusieurs systèmes électriques



Montages en série : I. Éléments de pile en série. — II. Inductance, condensateur et résistance en série. — III. Condensateurs associés en série parallèle.

les uns à la suite des autres dans un même circuit, de manière qu'ils soient parcourus par le même courant électrique. Dans un tel montage, la résistance électrique totale et la self-inductance totale sont respectivement égales à la somme des résistances et des self-inductances. La capacité électrique totale est telle que la réactance totale de capacité est égale à la somme des réactances des capacités élémentaires placées en série. D'une manière générale, les *réactances* et les *résistances* s'ajoutent dans un montage en *série*; dans un montage en *dérivation* ou en *parallèle*, ce sont les *conductances* et les *susceptances*.

— **Enroulement en série.** Voir *enroulement*.

— **Excitation en série.** Voir *excitation*.

— **Série - parallèle.** Voir *enroulement*. Mode de connexion qui consiste à relier en parallèles divers groupes d'appareils électriques déjà reliés en série ou — ce qui revient au même — à relier en série divers groupes d'appareils électriques déjà reliés en parallèle.

— **Commutateur série - parallèle.** Commutateur ou inverseur bipolaire à deux directions, permettant d'introduire un appareil dans un circuit en le montant soit en *série*, soit en *parallèle*. Dispositif souvent utilisé pour introduire un condensateur variable dans le circuit antenne-terre d'un récepteur à montage *direct*.

La position *série* convient aux ondes courtes. La position *parallèle* aux ondes longues.

— **Série caractéristique** (En radiologie). Voir *caractéristique*.

(Angl. *Series*, *Series-parallel*. — All. *Reihen-, Gruppen-*.)

SERRÉ. Couplage serré. Couplage réalisé entre deux bobines lorsque le coefficient de couplage de ces bobines est élevé, ou lorsqu'elles ont une forte induction mutuelle. On obtient un couplage serré, soit en donnant en partie au moins un circuit commun aux deux bobines, soit en les bobinant sur la même carcasse, l'une contre l'autre ou l'une sur l'autre, soit enfin, s'il s'agit de deux bobines mobiles distinctes, en les rapprochant beaucoup l'une de l'autre. Voir *couplage*.

(Angl. *Close Coupling*. — All. *Feste Koppelung*.)

SERVICE. Service fixe. Service assurant des communications radioélectriques

de toute nature entre points fixes, à l'exclusion des services de radiodiffusion et des services spéciaux.

— **Service international de télécommunication.** Voir *télécommunication*.

— **Service mobile.** Service de télécommunication exécuté entre *stations mobiles* et *stations terrestres*, et par les *stations mobiles*, communiquant entre elles à l'exclusion des services spéciaux. — **Service public :** Service à l'usage du public en général. Voir *public*. — **Service restreint.** Service ne pouvant être utilisé que par des personnes spécifiées ou dans des buts particuliers. — **Service spécial.** Service de *télécommunication* opérant spécialement pour les besoins d'un service d'intérêt général déterminé et non ouvert à la correspondance *publique* tel que : les services météorologiques réguliers, de signaux horaires, d'avis aux navigateurs, de radiogoniométrie, de radiophares, d'émissions scientifiques autorisées, de fréquences étalonnées, de messages de presse adressés à tous, d'avis médicaux (consultations radiomédicales), d'émissions destinées à des buts scientifiques. (Convention internationale des télécommunications, Madrid 1932). — **Service de radiodiffusion téléphonique, de radiodiffusion visuelle.** Voir *radiodiffusion*. (Angl. *Service*. — All. *Dienst*.)

SHUNT. Mot anglais synonyme de *dérivation*. — **Shunt électrique.** Résistance montée en dérivation sur un appareil pour réduire l'intensité du courant qui le traverse. Cette résistance est souvent choisie de manière que la réduction se fasse dans un rapport connu (C.E.I., 1934).

Conductance ou *susceptance* placée aux bornes d'un système conducteur pour réduire dans une proportion donnée le courant qui le traverse. Matériellement, le shunt est réalisé par une résistance, inductive ou non, par une inductance ou par une capacité en courant périodique.

— **Shunt magnétique.** Pièce de fer doux destinée à dériver une partie du flux de l'aimant ou de l'électroaimant d'un appareil de mesure pour en régler l'action (C.E.I., 1934).

— **Shunt résonnant.** Ancien synonyme de *circuit oscillant*.

— **Bobine shunt.** Bobine placée en dérivation, notamment dans les circuits d'*excitation*.

(Angl. *Shunt*. — All. *Nebenschluss*.)

SHUNTE. Se dit d'un appareil électrique ou magnétique pourvu d'un *shunt*.

— **Condensateur shunté.** Condensateur fixe de 0,05 à 0,15 millièmes de microfarad, intercalé en série entre le circuit d'accord et la grille de la lampe détectrice et muni d'une résistance de 1 à 5 mégohms placée en dérivation à ses bornes.

(Angl. *Shunted*. — All. *In Nebenschluss gelegt*.)

SIEMENS. Unité de conductance du système pratique d'unités électriques.

Nouvelle dénomination du *mho*. Voir *mho*, *conductance*, *susceptance*.

(Angl. All. — Siemens).

SIFFLEMENT. Indice téléphonique du mauvais fonctionnement d'un récepteur à lampes, provenant soit d'une insuffisance d'isolement du circuit oscillant,

compose de séries de 12 traits. Chaque trait est de 4 secondes. L'intervalle entre deux traits est de 1 seconde. Voir *alarme*, *autoalarme*.

— **Signal de détresse.** Le signal radiotélégraphique international de détresse est S. O. S. Le signal de détresse signifiant

matiques pour le signal de détresse, afin de remédier aux inconvénients, aléas et impossibilités de la veille permanente. En France M. Chauveau a réalisé de tels appareils avec le concours de la Société française radioélectrique.

L'appareil récepteur, branché après la boîte d'accord et l'amplificateur normaux du bord, est constitué par un annonceur d'appel, sorte de relais amplificateur, et par un sélecteur d'appel, système de relais qui fonctionne pour tout signal de détresse et pour ce signal seulement, en actionnant une sonnerie d'avertissement. Ainsi prévenu, l'opérateur de bord se met à l'écoute et relève les indications relatives à la position du navire en péril.

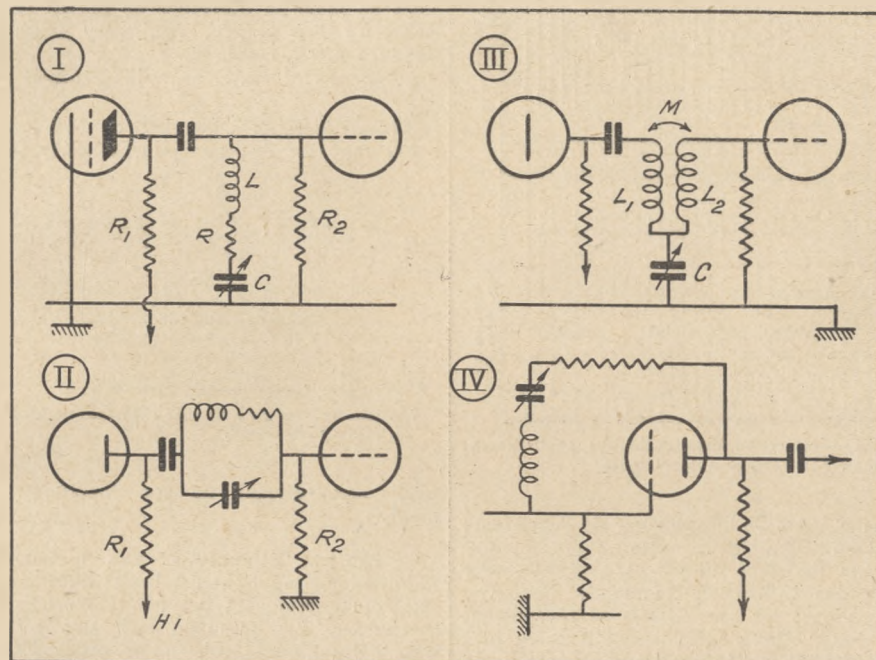
Le transmetteur automatique assure une manipulation impeccable, facilite la sélection de l'avertisseur et permet l'émission du signal de détresse par une personne ignorant le fonctionnement du poste de T. S. F. Automatiquement, l'inscription sur un tableau de la position du navire permet l'émission radiotélégraphique du « point ». Voir *alarme*, *détresse*, *sélecteur d'appel*.

— **Signal horaire.** Signal télégraphique ou téléphonique qui est transmis radioélectriquement à une heure convenue.

Les émissions horaires télégraphiques des observatoires utilisent des signaux Morse conventionnels.

Le tableau annexé indique le schéma des signaux horaires transmis sur 2.650 m. par la Tour Eiffel, signaux horaires ordinaires partiellement automatiques et signaux horaires internationaux entièrement automatiques. La précision des premiers est supérieure à 1/4 de seconde; celles des signaux scientifiques, utilisant la méthode des battements, est de 1/100 de seconde environ. Voir *horaire*, *heure*.

Des signaux horaires de moindre précision sont également émis par les principales stations de radiodiffusion. La plupart font usage d'horloges parlantes instal-



Élimination des sifflements : I. Montage résonnant. — II. Montage antirésonnant. — III. Montage Campbell-Sifter. — IV. Montage Bagally.

soit d'une coupure dans le circuit par rupture d'enroulement ou mauvais contact d'un curseur ou d'un commutateur, soit de l'inversion des connexions d'antenne et de terre, soit de l'excès de tension de plaque ou de réaction provoquant l'oscillation des lampes.

Les sifflements ont parfois une origine étrangère au récepteur et proviennent de l'interférence entre deux émissions dont les fréquences sont insuffisamment séparées. Voir *séparation*, *canal*, *radio-diffusion*. Ces sifflements sont éliminés par des filtres convenables consistant, soit en un circuit résonnant placé entre l'anode d'une lampe et la grille de la suivante, soit en un circuit antirésonnant placé d'une manière analogue, soit en un couplage électromagnétique et capacitair (montage Campbell-Sifter), soit en un montage réactif (montage Bagally). Voir *perturbation*, *dépannage*.

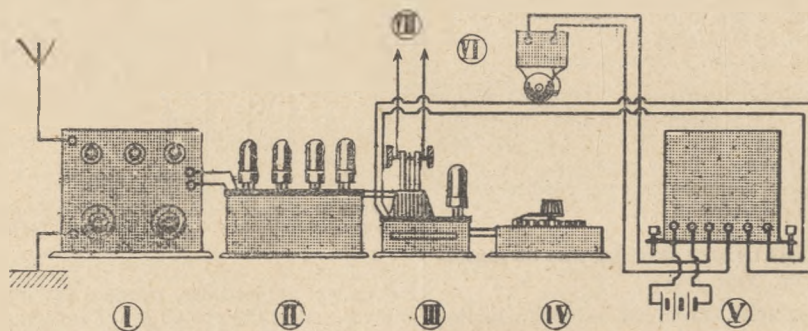
(Angl. Whistling. — All. Pfeifen.)

SIGNAL. Signal électrique. Variation du courant électrique qui parcourt une voie de transmission, provoquée en vue d'une communication avec un correspondant (C.E.I., 1934).

— **Signal d'alarme.** Actionne les appareils d'autoalarme des navires situés dans les parages immédiats. Ce signal se

« Demandons assistance immédiate », se compose de trois répétitions du groupe S. O. S. Voir *détresse*.

Le signal radiotéléphonique international de détresse est « Mayday », traduction phonétique anglaise de la locution fran-



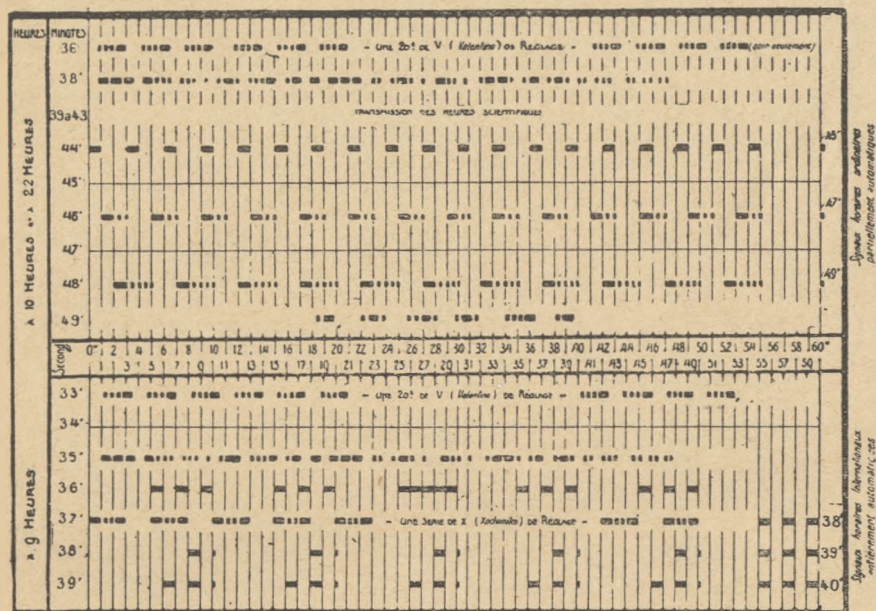
Avertisseur automatique du signal de détresse (système Chauveau S. F. R.) : I. Circuits d'accord. — II. Amplification du bord. — III. Annonceur d'appel. — IV. Amortisseur de l'annonceur. — V. Sélecteur d'appel. — VI. Sonnerie d'alarme. — VII. Sonnerie auxiliaire de sécurité.

çaise « M'aider », en usage en navigation aérienne.

Les conventions radiotélégraphiques internationales (Washington 1927 et Madrid 1932) ont admis le principe de l'utilisation d'appareils émetteurs et récepteurs auto-

lées dans les observatoires. Voir *horloge*.

— **Signal radioélectrique.** Indication donnée par le reproducteur d'un appareil radiorécepteur. Un signal peut être acoustique, optique, imprimé, selon le type



Signaux horaires émis par la Tour Eiffel : En haut, signaux horaires ordinaires partiellement automatiques. — En bas, signaux horaires internationaux entièrement automatiques.

d'appareil. On distingue les signaux *parasites* des signaux destinés à être reçus. Voir *parasite, perturbateur*.

— **Signal de sécurité.** Ce signal signifiant « Un avis important concernant la navigation ou la météorologie va suivre » se compose de trois répétitions du groupe de lettres TTT. Voir *Sécurité*.

— **Signal télégraphique.** Signal conventionnel utilisé pour la transmission des messages et comprenant une suite d'émissions de courants, caractérisée par le nombre, la durée, le sens et l'espace-ment de ces émissions (C.E.I., 1934). Un tel signal est constitué par un ensemble de *trails* et de *points* du Code Morse ou par le groupement de signes élémentaires de tout autre code télégraphique. Voir *alphabet, code, Morse, point, trail*.

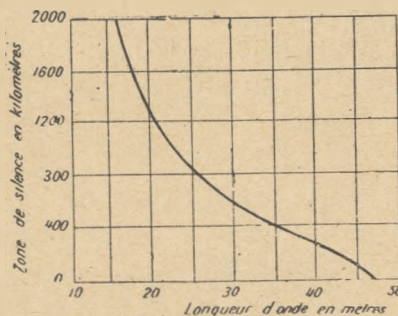
(Angl. *Signal*. — All. *Zeichen*.)

— **Signal d'urgence.** Ce signal signifiant : « Un radiotélégramme important concernant la sécurité du navire ou d'un autre navire, d'une personne, etc... va suivre » se compose de trois répétitions du groupe de lettres XXX.

SIGNALISATION. Lampe de signalisation. Voir *lampe*.

SILENCE. Zone de silence. Région dans laquelle l'émission d'une station ne peut être reçue normalement. Les zones de silence apparaissent principalement pour les transmissions sur ondes très courtes, principalement sur les ondes de 10 à 30 m, qui réalisent pourtant des portées diurnes considérables. Reçues à des milliers de kilomètres de l'émetteur, elles le sont difficilement à quelques centaines ou à quelques dizaines de kilomètres. La limite inférieure de la zone

dépend peu de la puissance de l'émetteur; la limite supérieure varie en sens inverse de la longueur d'onde et peut atteindre plusieurs milliers de kilomètres. Les zones de silence les plus faibles se rencontrent le jour; elles s'agrandissent avec la nuit et surtout en hiver. Pour les ondes de 40 à 70 m, le phénomène, moins net le jour, se retrouve la nuit. Les réceptions entreprises entre 37 et 82 m de longueur d'onde par la radiotélégraphie militaire



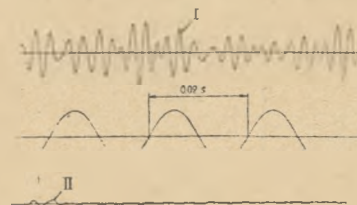
Limite supérieure des zones de silence en fonction de la longueur d'onde. (D'après Hulburt et Taylor).

devenaient impossibles, pendant les nuits d'hiver, entre 150 et 450 km. Les signaux disparaissent 1 h. $\frac{1}{2}$ ou 2 heures après le coucher du soleil et réapparaissent $\frac{1}{2}$ heure ou 1 heure avant le lever. Le phénomène du silence se produit parfois très brusquement. Dans ces conditions, on s'explique que certaines stations de radiodiffusion, entendues au loin, ne peuvent l'être dans un rayon de 100 à 200 km. L'explication des zones de silence est donnée par la théorie de la couche ionisée de Kennelly-Heaviside. Les rayons indi-

rects tombant, sur cette couche suivant un angle supérieur à $1/75$ de la longueur d'onde sont réfléchis et donnent lieu à une propagation à grande distance. Sur les ondes de 19 m, les zones de silence sont cinq fois plus étendues la nuit que le jour, en été comme en hiver. Sur les ondes de 35 m, ces zones sont sept fois plus étendues la nuit que le jour en été, mais en hiver la différence de portée est beaucoup plus grande. Voir *onde, propagation, indirect, Heaviside*.

(Angl. *Silent Zone*. — All. *Stillzone*.)

SILENCIEUX. Dispositif de coffrage recouvrant un éclateur pour étouffer le



Intensité de bruit d'un moteur : I. Moteur normal. — II. Moteur silencieux.

bruit assourdissant de son fonctionnement.

— **Moteur silencieux.** Les moteurs d'induction produisent des bruits d'origine électromagnétique et des bruits d'origine mécanique. Les premiers sont dus soit aux harmoniques, soit à la saturation des circuits magnétiques. Des forces vibratoires prennent naissance dans le moteur, lorsque les nombres de paires de pôles fictifs des harmoniques dans le stator et dans le rotor diffèrent de 1 ou de plus de 1. La diminution ou l'accroissement du couple d'accélération du moteur est aussi une cause de bruit, de même que l'action asynchrone des harmoniques.

On rend les moteurs asynchrones silencieux en rendant la courbe du champ aussi voisine que possible de la sinusoïde, en donnant le plus grand nombre possible d'encoches par pôle et par phase, en utilisant au stator un bobinage à pas raccourci, en choisissant pour le rotor un nombre d'encoches diminuant les forces vibratoires, en réduisant l'effet des harmoniques de denture par la fermeture des encoches, leur inclinaison et l'augmentation de l'entrefer, en évitant les saturations magnétiques élevées.

On construit actuellement des moteurs silencieux à bague ou à induit en court-circuit donnant un niveau de bruit inférieur à 35 décibels.

— **Réglage silencieux.** Voir *accord, réglage*.

(Angl. *Silencer*. — All. *Geräuschlos*.)

SILICIUM. Corps simple, métalloïde quadrivalent, Si = 28,3, d'un aspect gris métallique. Est utilisé, en combinaison avec un chercheur de cuivre et une batterie de piles, comme cristal détecteur de courants à haute fréquence. Le

silicium entre dans la composition des aciers, à grande perméabilité pour tôles de dynamos et transformateurs à fer, principalement pour les alternateurs et transformateurs à haute fréquence ainsi que pour les plaques vibrantes des téléphones, haut-parleurs et microphones. Voir *acier*, *aimant*, *fer*, *haut-parleur*, *cristal*, *carborundum*, *déecteur*, *permalloy*, *stalloy*.

L'adjonction de silicium à l'acier a pour effet de diminuer l'hystérésis et les pertes par courants de Foucault en accroissant la résistivité. Les aciers au silicium à 3 pour 100 possèdent une perméabilité variant de 3.600 à 1.200 environ lorsque le champ croît de 1,9 à 11 gauss.

(Angl. *Silicon*. — All. *Kieselstoff*.)

SINUS. Boussole des sinus. Voir *boussole*.

SINUSOIDAL. Un phénomène électrique, magnétique ou électromagnétique est dit sinusoidal lorsqu'il peut être représenté graphiquement par une sinusoïde en fonction de la variable.

— **Champ sinusoidal.** Champ qui varie dans le temps ou dans l'espace suivant une fonction sinusoidale (C. E. I., 1934).

— **Grandeur sinusoidale.** Grandeur variant suivant une fonction sinusoidale de la variable indépendante. (C. E. I., 1934). (Angl. *Sinusoidal*. — All. *Sinusförmig*.)

SIPHON. Siphon recorder. Mot anglais signifiant enregistreur à siphon. Sorte d'enregistreur Morse, où la palette magné-

tube capillaire en verre ou en argent, plonge à l'une de ses extrémités dans un réservoir d'encre et, à l'autre extrémité, appuie doucement sur la bande de papier où l'encre dessine des courbes ondulées correspondant aux « points » et aux « traits » de l'alphabet Morse. Système généralement utilisé pour la réception des télégrammes sur les câbles sous-marins. Les « traits » sont remplacés par un courant dans un certain sens, les « points » par un courant en sens contraire. En radiotélégraphie, on utilise un appareil dérivé du siphon recorder, et appelé *ondulateur*. Voir ce mot.

— **Enregistreur à siphon.** Voir *enregistreur*.

(Angl. *Siphon Recorder*. — All. *Hebel-schreiber*.)

SIRUFER. Substance ferromagnétique obtenue en agglomérant de la poudre de fer très fine avec un diélectrique plastique. Voir *fer en haute fréquence*, *bobine*, *noyau de fer*.

SODIUM. Élément métallique (Na = 23 d'un blanc d'argent, possédant des propriétés photoélectriques marquées. Les cellules photoélectriques alcalines, au sodium ou au potassium, ou encore à l'hydruure de ces métaux, sont vidées d'air, qui oxyderait spontanément le métal, et remplies d'un gaz inerte (argon) ou d'hydrogène. L'hydruure de sodium, d'après Kunz, est 3 à 4 fois plus sensible que le métal alcalin pur et l'ionisation du gaz amplifie le courant électronique 10 à 15 fois. L'hydruure alcalin possède son maximum de sensibilité dans le bleu et le césium dans le vert. Des cellules très comparables et dénuées de fatigue peuvent être obtenues à l'aide de sodium très pur. Voir *photoélectrique*, *cellule*. (Angl. *Sodium*. — All. *Natrium*.)

SOL. Influence de la nature du sol. On considère généralement le sol comme un conducteur parfait. Cette hypothèse n'est vérifiée que pour les courants continus, les courants alternatifs de basse fréquence et les ondes longues. Pour les ondes très courtes, au contraire, le sol peut devenir presque parfaitement diélectrique. Entre les deux hypothèses exclusives se présentent pratiquement tous les intermédiaires. Il s'en suit que l'inclinaison du front de l'onde (incidence) varie avec l'indice de réfraction du sol considéré, d'où résulte la *polarisation* de l'onde. Voici les caractéristiques des principaux sols, d'après M. L. Bouthillon :

Nature du sol	Perméabilité diélectrique	Conductivité	Indice de réfraction	Inclinaison
Eau de mer	9×10^{-20}	10^{-11}	8,94	84°
Terre humide	$0,5 \times 10^{-20}$	10^{-13}	2,24	66°
Eau douce	9×10^{-20}	10^{-14}	8,94	84°
Sable sec	$0,2 \times 10^{-20}$	10^{-20}	1,41	55°

Les deux dernières colonnes sont relatives aux ondes courtes. Il s'en suit que l'eau de mer ne peut être considérée comme très conductrice que pour les ondes de plus de 133 m, de même que la terre humide pour les seules ondes supérieures à 833 m.

Par contre l'eau douce ne peut être considérée comme très isolante que pour les ondes inférieures à 13 m, de même que le sable sec seulement pour les ondes plus petites que 33 m. Voir *propagation*, *ondes*, *polarisation*, *prise de terre*.

— **Télégraphie ou téléphonie par le sol.** Mode de communication radioélectrique, utilisant la conductibilité du sol entre un poste émetteur et un poste récepteur situés à faible distance l'un de l'autre. Ce mode de liaison a été fort utilisé pendant la guerre de tranchées (T. P. S.). Voir *conductivité*, *propagation*.

(Angl. *Ground*. — All. *Erde*.)

SOLÉNOÏDAL. Qui se rapporte au solénoïde. — **Champ solénoïdal.** Voir *champ*.

(Angl. *Solenoidal*. — All. *Solenoidförmig*.)

SOLÉNOÏDE (d'Ampère). Bobine cylindrique dont toutes les spires sont supposées orthogonales à l'axe et placées à distance égale entre elles. Dans la pratique, on donne aussi le nom de solénoïde à une bobine cylindrique enroulée suivant une hélice de pas très petit (C. E. I., 1934).

(Angl. *All. Solenoid*.)

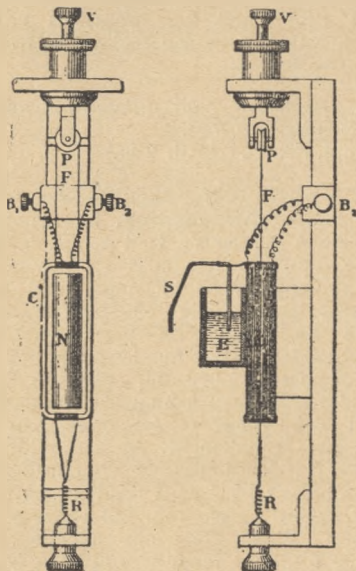
SOLID BACK. Mot anglais signifiant *fond solide*. Caractérise un type de microphone à grenaille de charbon. Voir *microphone*.

(Angl. *Solid Back Microphone*.)

SOMMEIL. Sommeil électrique. Anesthésie générale produite au moyen des courants pulsatoires (C. E. I., 1934).

SON. Le son est un phénomène vibratoire émis par des sources sonores, constituées essentiellement par une substance en vibration élastique. Il est transmis par l'air et par les divers milieux. On distingue les sons musicaux des bruits. Le son est simple ou complexe selon qu'il renferme ou non des harmoniques de l'onde fondamentale. Un son est caractérisé par son intensité, sa hauteur et son timbre. L'intensité du son décroît proportionnellement au carré de l'éloignement de la source sonore. La hauteur est caractérisée par la fréquence de vibration. Les sons audibles s'étendent en général entre 16 et 20.000 p.s. Au-dessus de la limite de perception de l'oreille les vibrations élastiques prennent le nom d'*ultra-sons*. La hauteur des sons atteint la limite de 3.500 à 4.138 pour les principaux instruments de musique. Les fréquences de la voix humaine sont comprises entre 80 et 1.000 p.s.

En fait, l'échelle des sons musicaux est beaucoup plus étendue en raison des harmoniques ou fréquences supérieures multiples des fréquences fondamentales, qui caractérisent les timbres particuliers des divers instruments.



Enregistreur à siphon (Vues de face et latérale) : V, vis de réglage; P, poulie supportant la suspension bifilaire F en fil de cocon; B₁, B₂, bornes du cadre C; N, noyau magnétique; S, siphon; E, réservoir encreur; R, ressort tendeur.

tique est remplacée par un siphon très léger actionné par une bobine ou une armature mobile dans le champ de l'électroaimant. Le siphon, constitué par un

— **Contrasteur de son.** Appareil ayant pour fonction d'exagérer le rapport des diverses intensités de son de la modulation. En pratique on est obligé de limiter la différence entre les niveaux extrêmes de modulation à 15 ou 20 décibels pour l'enregistrement phonographique et à 20

utiliser, par exemple, des conducteurs dont la résistance croît ou décroît avec la température : c'est le cas pour les fils métalliques, d'une part, pour les filaments de carbone, d'autre part et pour les détecteurs. Les figures représentent divers schémas de contrasteurs de son, basés sur

dans la salle de concert et une pression de 50 dynes par centimètre carré à la reproduction. L'amplitude des parasites et perturbations diverses, d'une part, la difficulté de transmettre les niveaux élevés d'autre part, nécessitent la compression de la modulation à l'émission ou lors de l'enregistrement, c'est-à-dire l'affaiblissement de la dynamique du son, qui est renforcée à la réception par l'usage de contrasteurs et d'expandeurs de son.

— **Enregistrement du son.** Voir enregistrement.

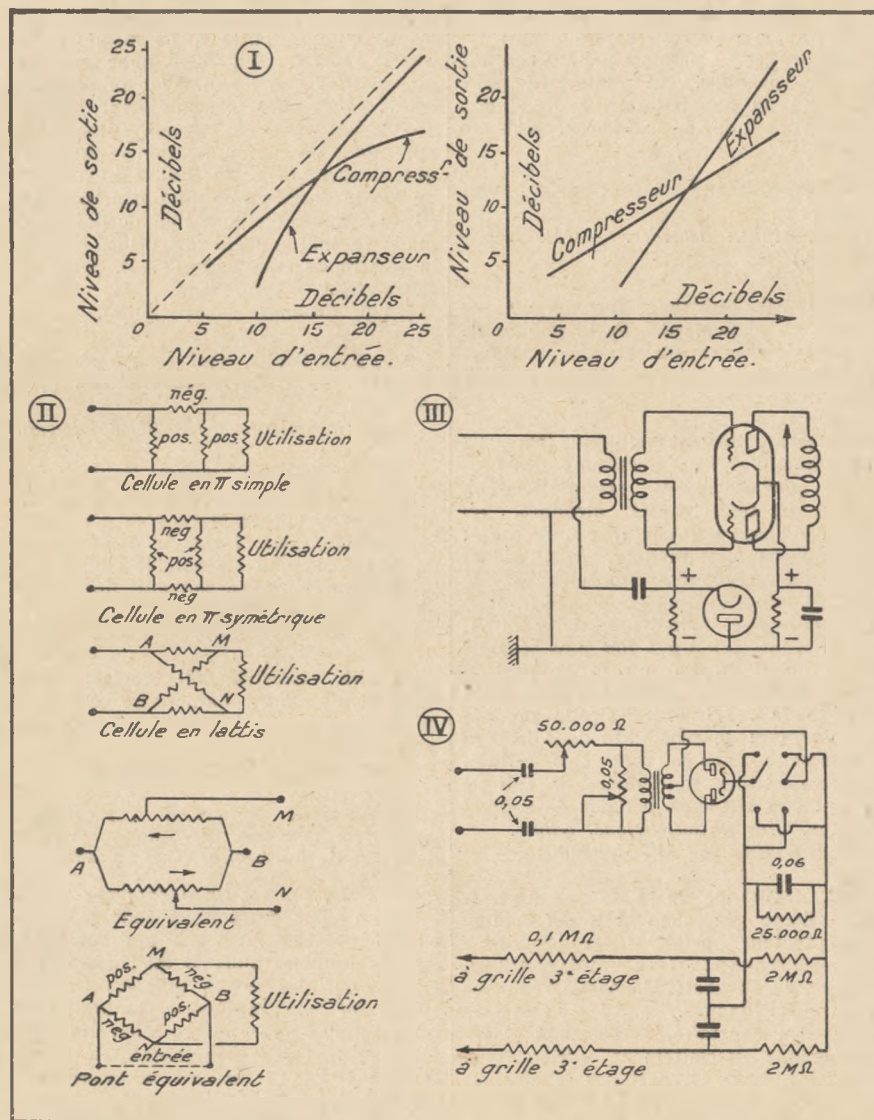
— **Expandeur de son.** Voir ci-dessus contrasteur de son et expandeur.

— **Prise de son.** La modulation microphonique n'est utilisée pour l'enregistrement ou l'émission qu'après diverses transformations, nécessitant l'emploi d'un préamplificateur, d'amplificateurs microphoniques, de potentiomètres et de timbreurs. Ces deux derniers appareils sont sous le contrôle direct du preneur de son, qui peut, à son gré, déformer plus ou moins habilement la modulation, dans le but de régler la dynamique du son. Il serait évidemment plus rationnel de s'en remettre à un appareil automatique, dont les déformations pourraient être automatiquement compensées à la réception ou à la reproduction par un contrasteur complémentaire. Une amélioration du procédé général consiste à diviser la bande des fréquences sonores en trois registres : grave, médium et aigu, commandés chacun par un jeu de filtres de bande, avec amplificateur et préamplificateur.

Pour la prise de son, on peut également tirer parti des propriétés de la réverbération et de son réglage électrique. Voir réverbération.

— **Ultrason.** Voir ultrason, sondage, quartz, piézoélectrique.
(Angl. Sound. — All. Ton.)

SONDAGE. Sondage sous-marin par ondes ultrasonores. Le problème consiste à déceler en tout temps la présence d'un obstacle sous un navire, tel que : écueil, roche inconnue, haut-fond, iceberg, submersible en plongée. Les ondes hertziennes ne permettent pas un tel sondage, parce que les ondes longues elles-mêmes (15.000 m. environ) sont arrêtées dans l'eau à 2 m. environ de leur point d'émission, et les ondes courtes bien plus rapidement. Au contraire les ondes élastiques sonores et ultrasonores se propagent bien dans l'eau à la vitesse de 1.480 m : s environ. Les ondes ultrasonores, d'une fréquence supérieure à 20.000 p.s., sont inaudibles et plus facilement absorbées que les ondes sonores. L'absorption réduit l'énergie à 1/3 à la distance de 30 km pour 40.000 p.s. et à une distance de 5 km pour 100.000 p.s. Les ondes sonores, primitivement utilisées, pour le sondage sous-marin, présentent le défaut de nécessiter, en raison de l'écho, leur application à de grandes profondeurs (100 m. environ) et l'inconvénient d'avoir une longueur d'onde trop grande (1,50 m.



Contrasteurs de son : I. Caractéristiques de l'élément; à droite, appareil à deux éléments. — II. Divers types de contrasteurs de son à résistances. — III. Contrasteur de son à lampe double.

Contrasteurs de son : à gauche, appareil à un élément; à droite, appareil à deux éléments. — IV. Contrasteur de son différentiel.

25 décibels pour la radiophonie. Car l'amplitude est limitée à 20 décibels environ par le niveau des parasites et du bruit de fond et à 70 décibels par le maximum du seuil douloureux de l'audition. On utilise donc à l'émission un compresseur de modulation qui rétrécit les niveaux sonores de 50 à 20 décibels, par exemple, et à la réception un expandeur de modulation, qui restitue au relief musical son amplitude primitive. Ces appareils se présentent sous forme de conducteurs qui ne suivent pas la loi d'Ohm. On peut

ce principe. Ces appareils absorbent une partie de la puissance produite. Mais il en existe d'autres, qui utilisent des lampes amplificatrices compensant cette perte de puissance. Voir expandeur, modulation.

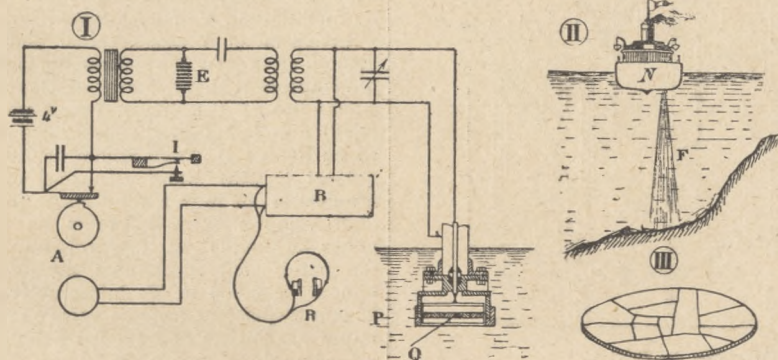
— **Dynamique du son.** Rapport des pressions acoustiques à l'audition directe et à la reproduction, radiophonique ou phonographique. Ainsi, par exemple, un son produira sur l'oreille une pression de 3.000 dynes par centimètre carré

environ pour la fréquence de 1.000 p.s) par rapport à la dimension de l'appareil d'émission (20 à 40 centimètres de diamètre). Il s'ensuit une grande dispersion des ondes, qui ne peut renseigner sur la position de l'obstacle.

Les ondes ultrasonores, au contraire,

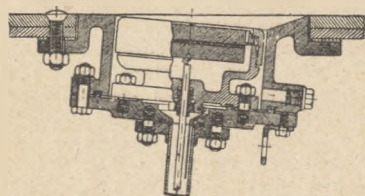
A l'émission, sur la fréquence de 40.000 p.s et avec la puissance de 1 w:cm², l'amplitude des oscillations du quartz est de l'ordre de 5.10⁻³ cm. A la réception, on peut lire de bons échos avec une amplitude de 10⁻¹⁰ cm.

Le procédé Langevin-Florisson à ondes



Sondage sous-marin par ondes ultrasonores. I. Schéma de principe de l'appareil de sondage : A, analyseur optique; B, émetteur-récepteur radioélectrique; E, éclateur à disques de tungstène; P, projecteur ultrasonore; Q, lame de quartz-piézoélectrique; R, écouteur. — II. Navire N opérant un sondage par le faisceau F d'ondes ultrasonores. — III. Lame de quartz-piézoélectrique, utilisée dans l'appareil de sondage.

peuvent être projetées en faisceaux dirigés et produites facilement par transformation d'ondes sonores de même fréquence au moyen de résonateurs piézoélectriques. On utilise pratiquement une puissance de 1 watt par centimètre carré de surface émettrice. L'idée de M. Chilowsky de transformer le courant électrique alternatif en un mouvement mécanique de même fréquence transmis à l'eau, a conduit le Professeur Langevin à utiliser un condensateur microphonique. En raison des



Coupe d'un projecteur de sondage à ondes ultrasonores fixé sur la coque d'un navire.

tensions excessives à appliquer, on préféra le quartz piézoélectrique, qui est réversible et peut fonctionner tant comme oscillateur que comme résonateur. Pour abaisser la tension, on emploie le phénomène de résonance et l'on met en jeu de larges disques de 10 cm de diamètre constitués par une mosaïque de lames de quartz de 2 mm d'épaisseur collée entre deux disques d'acier de 3 cm d'épaisseur. Tout se passe comme si l'acier était devenu piézoélectrique, et l'ensemble vibre à la même fréquence qu'une lame de quartz beaucoup plus épaisse, le facteur d'amplification de l'acier étant environ 5 fois plus élevé (25) que celui du quartz (5). Une tension de 2.300 volts suffit alors pour mettre en jeu 1 w : cm².

ultrasonores dirigées permet d'effectuer des sondages par très hauts fonds, même de quelques mètres. Le sondeur comprend un appareil de coque, un projecteur ultrasonore, un émetteur récepteur électrique constitué par un oscillateur à onde unique, un amplificateur et un analyseur optique. Le condensateur piézoélectrique vibre en demi-onde : amplitude nulle au centre du disque, maximum sur les bords. L'émetteur à 8.000 m. de longueur d'onde est exactement accordé sur la fréquence du condensateur (37.500 p.s). Pour déceler l'écho, on utilise des trains d'ondes très amorties durant 1/1000 seconde environ et produit par un éclateur approprié à 7 rouleaux de tungstène. La tension de grille de la première lampe amplificatrice étant de quelques milliers de volts à l'émission et très faible à la réception, on utilise le phénomène de la saturation et on enregistre l'écho à l'oscillographe de l'analyseur. Du temps entre le signal et l'écho, mesuré par chronographie, on déduit la distance du fond à sonder. L'appareil doit être très peu inerte, le temps d'écho étant parfois de l'ordre de 0,01 seconde. Voir étalon, piézoélectrique, quartz, résonateur.

(Angl. *Supersonic Sounding*. — All. *Ultraakustisches Sondiren*).

SONDE. Sonde bismuthique. Voir bismuthique.

(Angl. *Sounding*... — All. *Forsch...*)

SONNETTE. Appareil de contrôle élémentaire, qui doit son nom à la sonnerie électrique primitivement utilisée. En principe, la sonnette permet de vérifier qu'un circuit n'est pas coupé. Elle se compose essentiellement d'un circuit entre les bornes duquel on trouve en série une source de courant (généralement une pile) et

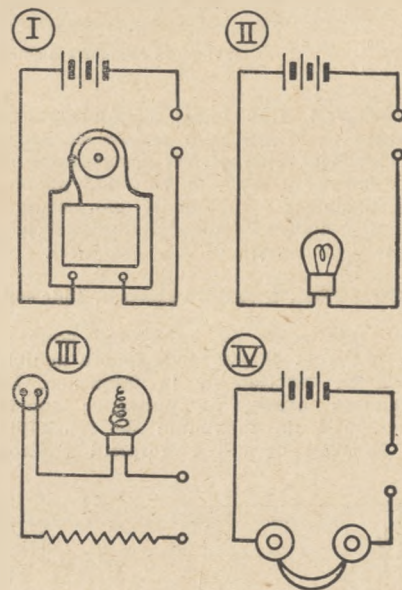
un instrument indicateur (d'ordinaire une sonnerie).

Le fonctionnement de la sonnette montre qu'un circuit, une résistance, une bobine ne sont pas coupés; l'absence de fonctionnement prouve qu'un condensateur n'est pas perforé.

Pratiquement, la sonnerie peut être remplacée par une petite lampe électrique, une ampoule de lampe de poche, par exemple, ou par un tube au néon. Certains de ces tubes sont gradués et peuvent, dans certains cas, remplacer un appareil de mesure quantitatif. Mais ils fonctionnent sous la tension du réseau (110 v).

S'il s'agit d'une impédance élevée, et par conséquent d'un courant très faible, la lampe peut être remplacée par un casque téléphonique.

On peut aussi monter comme appareil indicateur un voltmètre ou un milliam-



Divers types de sonnettes : I. Avec sonnerie. — II. Avec lampe de poche. — III. Avec lampe au néon. — IV. Avec téléphone.

pèremètre avec une résistance en série. (Angl. *Bell*. — All. *Schell*.)

SONOMÈTRE. Appareil servant à la mesure de l'intensité du son. Cet instrument se compose d'un microphone, d'un amplificateur, d'un détecteur et d'un indicateur de mesure. Ses indications doivent être comparables à celles de l'oreille humaine normale. Le sonomètre de l'administration des P.T.T. possède un microphone à condensateur et une lampe préamplificatrice à résistances. Une clé permet de mettre en service tel ou tel microphone. L'amplificateur à transformateur ou à résistances comporte quatre étages, le dernier donnant 30 décibels environ; avec trois étages, la courbe des fréquences est voisine de celle d'égale sensation sonore pour le niveau de 45 phones; avec quatre étages, on atteint le niveau de 75 phones. La détection par redresseur

sec est quadratique. La durée d'intégration est de quelques millisecondes. L'instrument de mesure est un galvanomètre à cadre mobile sensible, donnant au maximum 80 microampères; durée d'intégration, 0,2 seconde. Le galvanomètre est gradué

pour l'ensemble des fréquences audibles, on admet une différence moyenne de niveau de 60 à 80 décibels. Pour l'enregistrement phonographique, on admet un intervalle total de 40 à 50 décibels qui convient bien à la parole.

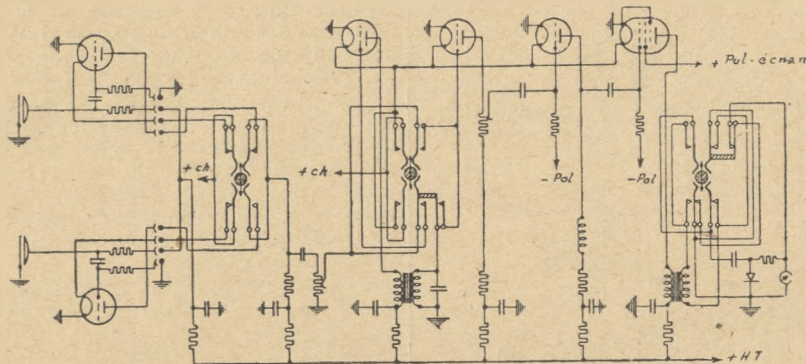


Schéma du sonomètre portable de l'administration des P. T. T.

en décibels. Une ligne d'affaiblissement permet de travailler à niveau de sortie sensiblement constant. Les mesures peuvent être faites, au total, de 25 à 115 phones. Le sonomètre est alimenté par accumulateurs à liquide immobilisé et piles sèches. (Angl. *Sonometer*. — All. *Tonmeter*).

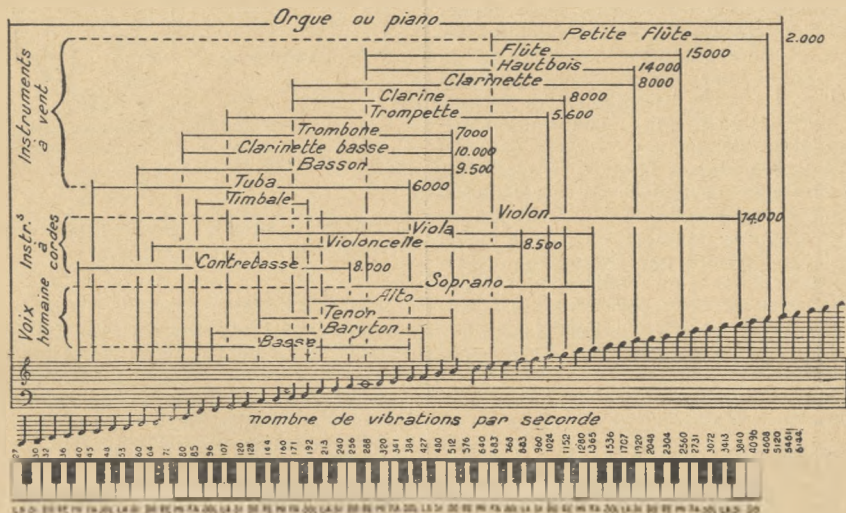
SONORE. Intensité sonore. Voir son.

— **Intervalle de puissance sonore.** Le minimum de puissance sonore audible varie en fonction de la fréquence. Le minimum absolu de puissance sonore correspond au maximum de sensibilité de l'oreille, ce qui correspond environ

— **Registre sonore.** Les registres sonores des divers instruments de musique et des diverses voix sont extrêmement variables. Le schéma reproduit ci-contre indique en fonction de la fréquence l'étendue des registres des principaux instruments et voix. Voir registre.

(Angl. *Sound*... — All. *Klang*..., *Ton*...).

SONORISATION. Installation comprenant la captation, la transmission et la diffusion du son. Un prototype d'une telle installation est fourni par le pavillon de la Radio à l'Exposition de Paris en 1937. Le centre de modulation



Registre sonore des principales voix et des principaux instruments de musique.

à une pression de 3.10^{-4} baryes. Le maximum correspondant au seuil de la douleur s'élève à 1.000 baryes environ. L'intervalle de puissance sonore que peut tolérer l'oreille est de 120 à 140 décibels pour la fréquence de 1.000 p.s. Pratiquement,

et d'amplification établi dans ce pavillon était relié, d'une part, aux relais répartiteurs installés dans les divers quartiers de l'exposition, d'autre part aux stations de Radio-Paris et de Paris P.T.T. au moyen de 7 paires de câbles sous écran,

à la station de la Tour Eiffel par un câble spécial de télévision, enfin aux centraux téléphoniques des Champs-Élysées et de Littré, puis au central de modulation des Archives par une double liaison de 56 paires de conducteurs téléphoniques. Cette sonorisation permettait ainsi de mettre en communication l'exposition avec le reste du monde pour tout échange de modulation. Voir modulation.

Inversement, l'insonorisation peut être assurée au moyen de revêtements spéciaux qui empêchent tout échange élastique entre les studios et l'extérieur. Les studios du pavillon de la Radio à l'exposition de 1937, en particulier le grand studio de 7.000 m² qui est le plus grand d'Europe, ont été insonorisés au moyen d'un large matelas d'air compris entre les murs de béton-ponce du pavillon et les parois du studio. Ces parois sont constituées par un revêtement de 5.000 m² de laine minérale de 20 mm d'épaisseur (soie de verre ou silicate impur des laitiers de haut fourneau), garni lui-même de planches de 10 mm d'épaisseur en feutre d'amiante, ayant un coefficient d'absorption de 26 pour 100 à 512 p.s. Les parquets sont en planches de 12 mm d'épaisseur de fibre de bois expansé. Les cloisonnements des locaux annexes sont en parpaings de copeaux de bois noyés dans du ciment. La durée de réverbération est d'environ 1,3 s pour le matériau nu, la peinture réduisant de 5 à 10 pour 100 le coefficient d'absorption.

S. O. S. Signal radiotélégraphique international de détresse. Voir *alarme*, *détresse*, *signal*, *secours*.

SOUDURE. En radiotechnique, les travaux de soudure des connexions sont effectués avec un alliage contenant de 33 à 70 pour 100 d'étain. Cet alliage se présente sous forme de tube avec une âme décapante en colophane ou sous forme de pâte à la résine. L'emploi du chlorure d'ammonium est proscrit pour éviter l'attaque ultérieure des conducteurs. La température de fusion varie de 180° à 250°. Elle est d'autant plus élevée que la proportion d'étain est plus faible.

D'autre part, pour la confection des châssis et des lampes métalliques, on utilise la soudure autogène à l'arc électrique suivant les procédés dits de soudure par points ou de soudure en ligne. Ces procédés emploient deux tubes à vapeur de mercure dits *ignitrons*, montés en dérivation l'un sur l'autre, la cathode de l'un étant reliée à l'anode de l'autre, le tout étant placé en série avec l'autotransformateur de soudure aux bornes du réseau. Chaque ignitron est commandé par un tube électronique à grille qui règle son allumage. La « machine à souder » est constituée par un transformateur dont le secondaire est une spire unique, aboutissant à deux charbons entre lesquels éclate l'arc sur les pièces à souder. Le réglage du courant est opéré par commutateur à plots.

Sur la figure, on a représenté le schéma du dispositif pour la soudure en ligne. On y trouve des éléments supplémentaires pour le déclenchement de l'arc en temps

voulu. C'est le dispositif connu sous le nom de « timer » ou « timing ». La pièce la plus originale en est un disque à pointes entraîné par moteur synchrone par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse. Ce disque en alliage d'aluminium porte 120 trous également espacés à sa péri-

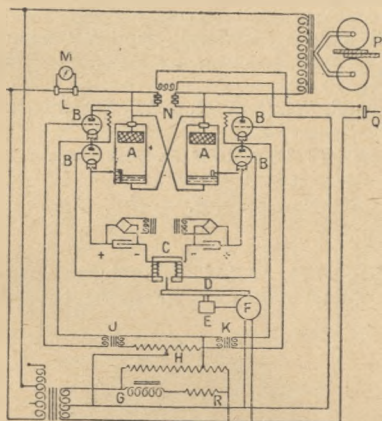
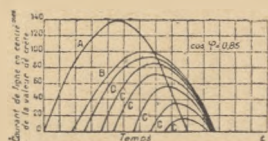


Schéma d'un circuit utilisant l'ignitron pour la soudure en ligne: A, ignitron; B, tubes de commande; C, aimant permanent; D, disque « timer » muni de pointes; E, réducteur de vitesse; F, moteur synchrone; G, réactance; H, potentiomètre pour le réglage du chauffage; I, potentiomètre pour le réglage de l'équilibrage; J, K, transformateurs de grille; L, shunt; M, instrument de mesure indiquant la composante continue; N, relais de commande; P, pièces à souder; Q, commutateur.

phérie. Certains de ces trous sont munis de pointes en acier, associées, par exemple, par groupes de 4 qui défilent dans l'entrefer de l'aimant permanent C en produisant dans ses bobines une tension inductive qui commande par triode l'allumage de l'ignitron.

La forme de l'onde du courant de soudure est représentée sur la figure pour un facteur de puissance de 0,85. L'onde du courant de fusion (B) est déphasée par rapport à celle de la tension de ligne A. Lorsqu'il y a un certain retard à l'allumage, les boucles de courant sont celles figurées en C.



Forme des ondes du courant de soudure: A, onde de tension de ligne; B, onde de courant de fusion non différée; C, ondes de courant de fusion avec divers retards d'allumage.

On commande à la fois l'amplitude du courant et la durée de la soudure au moyen d'un système de tubes électroniques. A la fréquence de 60 p.s., fréquence industrielle normale aux Etats-Unis, on détermine la soudure avec une approximation supérieure à 0,5 p.s. Pour un rapport convenable des enroulements, le transformateur de soudure peut donner un courant instantané de 7.000 A et même plus. L'intérêt du procédé est qu'il ne comporte aucun contacteur sur courant fort, toutes

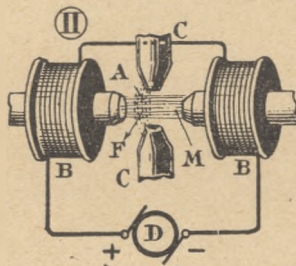
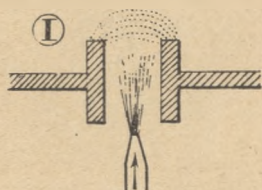
les commandes s'effectuant par tubes électroniques.

L'ensemble du dispositif de soudure, comportant deux ignitrons dans des tubes d'acier et une pompe à vide, est renfermé dans un panneau mesurant 62 cm x 93 cm.

(Angl. *Soldering, Welding*. — All. *Lötung, Lötstelle*.)

SOUFFLAGE. Procédé consistant à éteindre ou à étaler un arc électrique.

— **Soufflage pneumatique.** Pour éteindre l'arc qui s'amorce à la rupture du courant entre les pièces de contact d'un manipu-



Soufflage: I. Soufflage pneumatique de l'arc à la rupture d'un manipulateur automatique.

II. Soufflage magnétique de l'arc dans un générateur d'oscillations: A, arc; B, bobines de soufflage; C, charbons; D, dynamo; F, force de soufflage; M, flux magnétique.

lateur automatique à grande intensité, tel que ceux en service sur les générateurs à arc puissant, on dispose au-dessous de la coupure une buse qui y projette un courant d'air comprimé et « souffle » l'arc. — **Soufflage magnétique.** Action d'un champ magnétique sur un courant transversal qu'il étale latéralement. Le soufflage magnétique est pratiqué en particulier dans les générateurs à arc au

moyen d'électroaimants puissants parcourue en série par le courant continu qui alimente l'arc. Voir *arc, magnétique*.

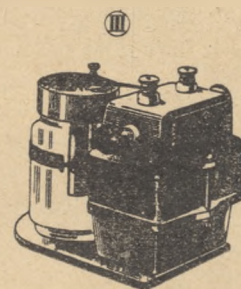
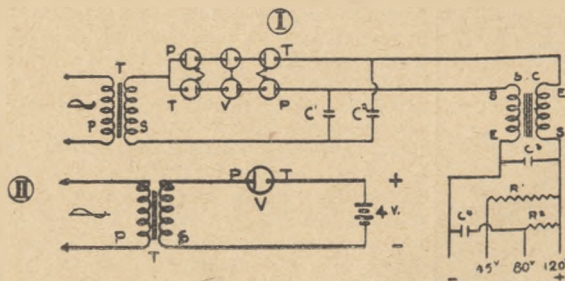
(Angl. *Blowing, Blowout*. — All. *Funklösung, Blasen*.)

SOUFFLE. Bruit de souffle. Bruit parasite interne affectant les amplificateurs à lampes électroniques. Ce souffle a son origine dans les mouvements browniens des électrons. Les lois de l'émission électronique montrent que, si l'on considère les fréquences audibles dans une bande de 1 kilohertz, une résistance quelconque se comporte comme une source de courant modulé donnant une puissance de l'ordre de 10^{-17} watt, suffisante pour imposer un souffle gênant. Le bruit de souffle est donc d'autant plus fort que l'on utilise davantage l'amplification à résistance. Les lampes donnent également un souffle du fait de la discontinuité de l'émission électronique et de la production d'ions. On le diminue en choisissant des lampes à faible résistance interne, et à charge d'espace neutralisée, ou en poussant le débit anodique par l'abaissement de la polarisation. Le maximum de souffle correspond généralement à une température un peu inférieure à celle correspondant au chauffage cathodique, soit pour 3,3 V au lieu de 4 V, par exemple. Il est alors recommandé d'accroître la tension de chauffage. D'une manière générale, le souffle ne peut être abaissé qu'aux dépens de l'amplification. Voir *dépannage, superhétérodyne*.

(Angl. *Blast*. — All. *Hauch*.)

SOUNDER. Mot anglais. Appareil de réception, utilisé surtout en télégraphie avec fil. Constitué par un relais magnétique actionnant un timbre au début et à la fin de chaque trait ou chaque point de l'alphabet Morse. L'opérateur apprend à lire au son d'après les indications du timbre du sounder. Voir *parleur, Morse*, (Angl. *Sounder*.)

SOUPAPE. Soupape électrique. Dispositif qui, intercalé dans un circuit, a pour effet, dans des conditions déterminées, de ne laisser passer le courant que



Soupape électrolytique: I. Montage d'un redresseur à soupapes pour l'alimentation en tension de plaque d'un récepteur sous 45, 80 ou 120 volts, pour un débit de 25 milliampères: T, transformateur monté sur le secteur, débitant 200 mA; V, soupapes au tantale; P, électrode en plomb; T, électrode en tantale; C₁, C₂, condensateurs de 4 microfarads; C₃, condensateur de 8 microfarads; C₄, condensateur de 1 microfarad; R₁, résistance pure de 30.000 ohms; R₂, résistance inductive de 4.000 ohms; SC, bobine de choc à double bobinage, de 60 henrys, ayant une résistance totale de 1.000 ohms. — II. Soupape au tantale utilisée pour charge d'accumulateurs. — III. Aspect de la soupape au tantale et de son transformateur d'alimentation.

dans un sens. (Comité électrotechnique français.) Ce dispositif s'appelle aussi *clapet électrique* ou *valve* et est utilisé dans les *redresseurs* de courant alternatif. Les soupapes sont de nature *électrolytique*, *colloïdale*, *électronique* (lampes), *thermoionique* avec filament ou sans filament (soupapes à gaz, à vapeur de mercure), ou à *contact solide* (cristaux détecteurs, contact cuivre-oxyde de cuivre). Tous les genres de soupapes électriques et leurs applications sont décrits aux mots *redresseurs*, *électrolytique*, *Nodon*, *colloïdal*, *mercure*, *diode*, *lampe*, *thermoionique*, *hélium*, *hydrogène*, *néon*, *cristal*, *détecteur*, *galène*, *titane*, *tantale*, *valve*.

— **Soupape ionique ou électronique.** Appareil constitué essentiellement par la combinaison de deux électrodes principales et, le cas échéant, d'un dispositif de commande et utilisant, pour modifier les conditions de circulation d'un courant électrique, la conductibilité unidirectionnelle provoquée soit par l'ionisation d'un gaz, d'une vapeur ou d'un liquide, soit par une émission d'électrons dans un tube à vide poussé (C. E. I. 1934). Voir *cathodique*, *électronique*, *ionique*, *valve*, *redresseur*.

(Angl. *Valve*. — All. *Ventil*.)

SOUPLESSE. Dans un système mécanique, déplacement par unité de force. La souplesse mécanique est analogue à la *capacitance* d'un système électrique. Dans le système c. g. s., l'unité de souplesse est le centimètre par dyne. La souplesse positive caractérise l'équilibre stable. La souplesse négative, l'équilibre instable. L'inverse de la souplesse est la *raideur*. (Angl. *Suppleness*. — All. *Geschmeidigkeit*.)

SOUS-MARIN. Antenne sous-marine. Antenne tendue dans l'eau ou sur un navire, en plongée. Des antennes sous-marines, immergées au fond des chenaux de certains grands ports, émettent des ondes qui permettent aux navires rentrant au port de s'orienter à coup sûr par radiogoniométrie sans avoir recours au pilotage. On dit aussi *câble-guide*. Voir *balisage*, *guidage*.

— **Télégraphie sous-marine par ondes ultrasonores.** Voir les principes de cette télégraphie aux mots *sondage* et *ultrasonore*.

(Angl. *Undersea*. — All. *Untersee*.)

SOUTERRAIN. Antenne souterraine. Antenne de réception constituée par un fil isolé enterré à une faible profondeur sous le sol. De telles antennes possèdent l'avantage d'être à peu près insensibles aux parasites atmosphériques, mais comme elles ont une *hauteur effective* très faible, on doit leur donner une grande longueur (plusieurs centaines de mètres). Utilisées avec succès dans les pays tropicaux et équatoriaux. Voir *perturbations*, *antenne*.

— **Ligne souterraine.** Voir *ligne*. (Angl. *Underground*. — All. *Unterirdisch*.)

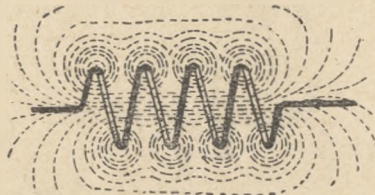
SPATIAL. Charge spatiale. Voir *charge*.

(Angl. *Space charge*. — All. *Raumladung*.)

SPECTRAL. Courbe spectrale. Voir *courbe*.

(Angl. *Spectral*. — All. *Spektrum*.)

SPECTRE. Spectre électrique, spectre magnétique. Synonymes de *fantôme électrique*, *fantôme magnétique*. Voir *fantôme*, *électrique*, *magnétique*.



Spectre magnétique autour d'un solénoïde, constitué par la matérialisation des lignes de forces du champ au moyen de grains de limaille de fer.

— **Spectre de rayons X.** Distribution des intensités relatives des différentes composantes d'un rayonnement X complexe en fonction de leur longueur d'onde (C.E.I., 1934).

(Angl. *Spectrum*. — All. *Spektrum*.)

SPECTROGRAMME. Image spectrométrique (C.E.I., 1934).

(Angl. *Spectrogram*. — All. *Spektrogramm*.)

SPECTROGRAPHE. Appareil pour la prise des spectrogrammes (C.E.I., 1934).

— **Spectrographe à cristal.** Appareil utilisant les phénomènes d'interférence sur les réseaux cristallins (C.E.I., 1934).

— **Spectrographe à réseau.** Appareil utilisant les phénomènes d'interférence sur les réseaux linéaires (C.E.I., 1934).

— **Spectrographe à vide.** Appareil destiné à l'étude des rayons mous dans le vide (C.E.I., 1934).

— **Spectrographe radioélectrique.** Appareil destiné à mesurer la fréquence et l'amplitude des fréquences composantes de la bande émise par un oscillateur modulé entre 100 et 1.500 kilohertz. Cet appareil est basé sur le principe du changement de fréquence obtenu par superposition d'une fréquence variable, engendrée par hétérodyne locale, à l'oscillation à analyser. A la suite de l'étage de superposition et de détection à caractéristique parabolique, on trouve un amplificateur sélectif à trois étages ayant une bande passante très étroite de 14 p : s environ. On commande le changement de fréquence locale par la rotation lente d'un condensateur variable actionné par un petit moteur au moyen d'un engrenage très démultiplié. A chaque fois que la fréquence de battement décroît de 14 p : s, elle produit, à la sortie de l'amplificateur, la déviation d'un galva-

nomètre à réflexion, qu'on enregistre photographiquement sur un film. La longueur des traits de l'oscillogramme est proportionnelle à l'amplitude des fréquences composantes; la distance entre deux traits consécutifs, est proportionnelle aux différences de fréquence.

(Angl. *Spectrograph*. — All. *Spektrograph*.)

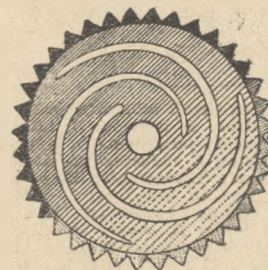
SPECTROMÈTRE. Appareil pour le relevé des courbes spectrométriques (C.E.I., 1934).

(Angl. *Spectrometer*. — All. *Spektrometer*.)

SPECTROMÉTRIE. Détermination des spectres de radiations.

(Angl. *Spectrometry*. — All. *Spektrometrie*.)

SPIDER. Pièce métallique coiffant le sommet d'un diffuseur de haut-parleur.



Spider de diffuseur en duralumin.

Le spider doit être léger et résistant. On le découpe ordinairement dans une tôle de duralumin que l'on ajoure. Voir *haut-parleur*.

(Angl. *Spider*.)

SPIRALE. Bobine spirale. Bobine plate dont le fil conducteur est enroulé en forme de spirale. A ce type de bobines appartiennent les *galettes*, les bobines en *fond de panier* et les grandes spirales en fil de cuivre méplat ou en tube de cuivre utilisées comme inductances de transmission. Voir *bobines*, *fond de panier*.

(Angl. *Spiral*, *Strap Coil*. — All. *Spiralspule*.)

SPIRE. Élément presque fermé d'un enroulement (C.E.I. 1934). Le nombre de *spires* (tours) d'une bobine est un des facteurs déterminant son *flux magnétique total*, par conséquent sa *self-inductance*. La self-inductance varie d'ailleurs suivant la dimension moyenne des spires et leur rapprochement. La *force magnétomotrice* d'un circuit magnétique est égale au nombre d'*ampères-spires* (ampères-tours) de la bobine, c'est-à-dire au produit du nombre de spires de la bobine par l'intensité en ampères du courant qui la traverse.

(Angl. *Spire*, *Turn*. — All. *Windung*.)

SPOT. Terme anglais pour désigner l'image lumineuse utilisée dans les appareils (de mesure) à miroir (C.E.I., 1934).

(Angl. *Spot*. — All. *Lichtspalt*.)

SQUARE-LAW. Terme anglais signifiant *loi du carré*. Synonyme français : *parabolique* ou à *variation linéaire de longueur d'onde*. Voir *parabolique, condensateur, linéaire*.

(Angl. *Square-law*. — All. *Parabolisch*.)

STABILISATEUR. **Stabilisateur automatique d'accord.** Dans un récepteur à changement de fréquence, dispositif maintenant automatiquement la fréquence de l'oscillation locale à une valeur différant de celle du signal incident d'un nombre déterminé de kilohertz correspondant à la moyenne fréquence. Le stabilisateur comprend trois parties :

1° Le discriminateur de désaccord, qui produit un courant variable en fonction de ce désaccord. Il se compose de deux transformateurs à moyenne fréquence, montés en différentiel et accordés l'un un peu au-dessus, l'autre un peu en-dessous de la moyenne fréquence normale et couplés à l'un des étages d'amplification. Le couplage est inductif ou capacitif.

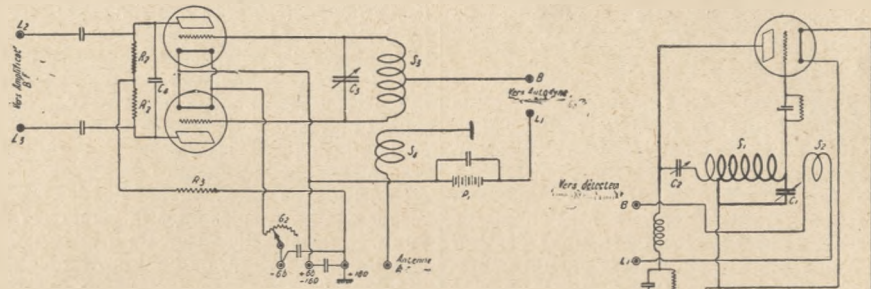
2° Le système détecteur, soit unique, soit double et symétrique.

3° Le système de commande, qui fait varier la fréquence de l'oscillation locale sous l'action du courant détecté. On peut utiliser soit un cadre galvanométrique, entraînant l'armature mobile d'un condensateur variable, monté en dérivation sur le circuit de l'oscillateur, soit un circuit à variation de perméabilité magnétique, soit un système électronique modifiant la fréquence de l'oscillateur en amortissant son circuit par la résistance anodique d'une lampe électronique, ou induisant

— **Stabilisateur de fréquence.** Appareil destiné à maintenir la constance de la fréquence (ou de la longueur d'onde) d'une émission radioélectrique. Cette constance est d'une grande importance et d'une réalisation délicate sur les ondes courtes et très courtes. Les vibrations

le courant fourni par le régulateur, double l'action de la bobine de saturation. Branché en dérivation sur le circuit oscillant et présentant une constante de temps élevée, il corrige les variations lentes et de grande amplitude de la fréquence.

Les appareils producteurs des courants



Stabilisateur automatique de fréquence pour postes émetteurs à ondes courtes : à gauche, le détecteur des battements; à droite, l'autodyne à fréquence constante qui produit des battements avec l'onde du poste. (Société française radioélectrique.)

mécaniques de l'émetteur, de l'antenne sous l'effet du vent peuvent amener des variations sensibles de la fréquence et rendre, par suite, la réception difficile. Pour obvier à cet inconvénient, on règle automatiquement la fréquence de l'émetteur au moyen d'un générateur d'oscillations étalon, insensible aux variations ci-dessus indiquées, et dont la fréquence est rigoureusement déterminée et constante.

Le stabilisateur de fréquence a pour fonction de maintenir constamment nulle la différence de fréquence qui pourrait se produire entre le générateur étalon et l'oscillateur principal. La constance de la fréquence du générateur étalon peut être obtenue au moyen d'un résonateur piézoélectrique, par exemple, utilisant un cristal de quartz.

Le stabilisateur français, type S.F.R., qui règle à moins de 0,00001 près la fréquence des stations à ondes courtes, a pour principe l'asservissement de la fréquence de l'émetteur principal à celle d'un émetteur étalon de faible puissance en les faisant agir simultanément sur un détecteur et en utilisant les battements ainsi obtenus pour modifier la fréquence de l'émetteur principal suivant celle de ces battements. Le courant de basse fréquence détecté est amplifié, puis redressé et envoyé dans une bobine de saturation à fer dont l'enroulement à haute fréquence est couplé à l'émetteur principal.

Dans ces conditions, l'émetteur étalon était réglé à une fréquence légèrement plus grande que celle de l'émetteur principal. Si éventuellement la fréquence de l'émetteur augmente, celle des battements diminue. La diminution du courant de saturation qui en résulte dans la bobine à fer provoque l'augmentation de la self-inductance apparente du circuit oscillant dont la fréquence propre est alors réduite.

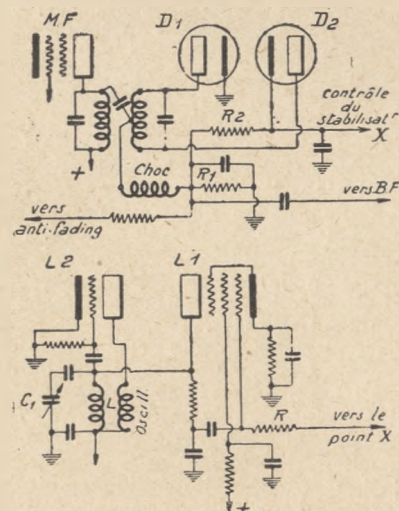
Un condensateur électromagnétique, dont la distance entre armatures varie suivant

de régulation comprennent une autodyne, un détecteur et des amplificateurs à basse fréquence. L'autodyne possède 3 bobines pour la gamme de 20 à 120 m. Le détecteur est constitué par deux lampes en montage symétrique.

(Angl. *Regulator*. — All. *Beständiger*.)

STABILITÉ. **Stabilité des oscillations.** Dans un oscillateur à lampe, la fréquence est indépendante des modifications de caractéristiques de la lampe si la réactance du circuit est elle-même indépendante de ces éléments. On obtient donc une solution approchée du problème de la stabilisation si la réactance passe par un maximum ou un minimum pour les valeurs moyennes des éléments de la lampe (R. Mesny). Lorsque le générateur est couplé à un circuit passif, la stabilité n'est acquise que si le point de fonctionnement ne se trouve pas sur les branches instables de la courbe.

— **Stabilité des récepteurs.** Elle dépend des réactions entre les divers étages du récepteur et est d'autant meilleure que les circuits sont mieux blindés et découplés. Les couplages parasites électrostatiques peuvent être supprimés par le blindage, qui ne doit cependant pas être excessif, pour ne pas trop amortir les circuits, ni diminuer la self-inductance. Il faut d'autre part assurer le découplage des circuits de cathode et d'écran par rapport au conducteur d'alimentation à haute tension au moyen de condensateurs de 25 à 50 μ F. Les couplages électromagnétiques sont plus difficiles à réduire; il convient de placer à angle droit les bobines et transformateurs en cause. On utilise également des bobines d'arrêt de 100 à 200 millihenrys, ou de résistances de 30.000 à 60.000 ohms shuntées par des condensateurs de 1 à 2 μ F.



Stabilisateur automatique d'accord et son circuit de commande.

sur la grille de la lampe une tension de phase convenable qui la fait agir comme une inductance variable montée en dérivation sur le circuit d'accord. Ces divers systèmes produisent un rattrapage automatique de l'accord pour un désaccord de quelques kilohertz. Voir *régulateur automatique d'accord*.

STALLOY. Terme anglais désignant un acier spécial, qui renferme, outre le fer et le charbon, du silicium, du soufre, du phosphore et du manganèse. Possède d'excellentes propriétés magnétiques, notamment une grande perméabilité et peu de pertes par *hystérésis*, qui le font rechercher pour la préparation des tôles de transformateur et des membranes de haut-parleur. Voir *fer, magnétique, noyau*. (Angl., All. *Stalloy*.)

STATION. Organisme ou office outillé pour effectuer une *radiocommunication*, sans égard pour son affectation. — **Station aéronautique.** Station terrestre effectuant un service avec les stations d'aéronef. — **Station d'aéronef.** Station placée à bord de tout véhicule aérien. — **Station d'amateur.** Station utilisée par un « amateur », c'est-à-dire par une personne dûment autorisée, s'intéressant à la technique radioélectrique dans un but uniquement personnel et sans intérêt pécuniaire.

— **Station de bord.** Station placée à bord, soit d'un navire qui n'est pas amarré en permanence, soit d'un aéronef. A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous le détail des stations de bord installées par la Société française radioélectrique sur le transatlantique *Normandie*.

a) *Un ensemble d'émission radiotélégraphique* se présentant sous la forme d'un vaste tableau de 6 m. de longueur et 1 m. 70 de hauteur, constitué par la juxtaposition des meubles et châssis suivants : Un tableau général d'arrivée du courant et de charge des accumulateurs. — Un émetteur d'ondes courtes en trois châssis pour télégraphie à ondes entretenues pures et modulées; puissance : 2 à 2,5 kw; gamme d'ondes : 15 à 120 m; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 10. — Un émetteur d'ondes longues en deux châssis pour télégraphie à ondes entretenues pures; puissance : 1 kw antenne, gamme d'ondes : 2.000 à 2.400 m.; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 6. — Un émetteur d'ondes moyennes en deux châssis pour télégraphie à ondes entretenues modulées; puissance 600 watts-antenne; gamme d'ondes : 600 à 800 mètres; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 7; possibilité de fonctionnement de secours sur accumulateurs par simple commutation dans le cas de panne du courant du bord.

Cet ensemble est entièrement commandé à partir d'une table de manipulation de 3,85 m de longueur où deux opérateurs ont place et peuvent conduire simultanément un trafic sur ondes courtes et un trafic sur ondes longues.

Sur cette table sont disposés les deux récepteurs correspondants, soit :

b) *Le récepteur de trafic radiotélégraphique* sur ondes courtes couvrant la gamme de 13 à 250 m.; et alimenté par l'intermédiaire de filtres spéciaux par le courant continu du bord. Le récepteur de trafic radiotélégraphique sur ondes moyennes et longues, couvrant la gamme de 350 à 5.000 mètres; son alimentation peut être indifféremment assurée par le courant continu, du bord, ou par accumulateurs en cas d'absence accidentelle de ce dernier.

c) *Un ensemble de réception de presse duplex* fonctionnant indépendamment des autres installations et, au besoin, en même temps et travaillant sur les ondes comprises entre 8.000 et 20.000 m. Cet ensemble est alimenté également par le courant du bord.

d) *Un ensemble en trois panneaux, pour l'émission radiotéléphonique sur ondes courtes* destiné à écouler les conversations téléphoniques des passagers avec les abonnés des réseaux téléphoniques français, anglais et américain, et pourvu également d'un dispositif permettant d'effectuer un service de radiodiffusion pour les besoins du bord. Cet émetteur, dont la puissance dans l'antenne est de 1 kw à 1,5 kw, suivant l'onde émise, dispose de huit ondes dans la gamme 17 à 70 m. Ses dimensions sont de 3 mètres de longueur sur 1,85 m. de hauteur. La stabilité de l'émission est de 1/10.000 et la fidélité de transmission particulièrement poussée.

e) *Un récepteur spécial, réservé au trafic radiotéléphonique* et placé dans une cabine faradisée indépendante de la cabine commerciale. Ce récepteur, aux caractéristiques très poussées, couvre la gamme 14 à 80 m. et son alimentation est également assurée par le courant du bord.

f) *Un dispositif d'exploitation* installé près de la cabine d'abonné et permettant au secrétaire radiotélégraphiste d'entrer en liaison bilatérale avec la station terrestre et de donner la communication au passager.

g) *Deux fréquences mètres*, l'un pour les ondes longues et l'autre pour les ondes courtes, et destinés au réglage des divers appareils de la cabine. En outre, une cabine contiguë à la cabine commerciale contient les différentes machines et les contacteurs assurant l'alimentation des postes ci-dessus et un compartiment voisin renferme les diverses batteries d'accumulateurs.

Une cabine spéciale a été réservée sur la passerelle pour recevoir les installations radioélectriques utilisées pour les besoins de la navigation. Cette cabine comporte :

a) *Un ensemble d'émission radiotélégraphique* se présentant sous la forme d'un tableau de 2,60 m de longueur et 1,70 m. de hauteur constitué par la juxtaposition des meubles et châssis suivants : Un tableau général en deux châssis d'arrivée de courant de charges d'accumulateurs et d'alimentation de l'émetteur. — Un émetteur d'ondes moyennes et longues en deux châssis pour télégraphie à ondes entretenues pures et modulées; puissance 500 watts; gamme d'ondes : 600 à 2.400 mètres; nombre d'ondes disponibles dans cette gamme : 6; cet émetteur est réalisé de façon à pouvoir fonctionner en secours sur accumulateurs, par simple commutation, dans le cas de panne du secteur du bord.

b) *Deux récepteurs*, l'un pour les ondes courtes, l'autre pour les ondes longues, disposés sur une table de manipulation et de commande pour un opérateur; ces récepteurs sont alimentés par piles et accumulateurs.

c) *Un radiogoniomètre de bord* à grande sélectivité adapté à un cadre blindé orientable; cet appareil établi pour relever les postes de toutes catégories émettant dans

la gamme de 450 à 3.000 mètres, est installé dans la chambre des cartes, contiguë à la cabine précédente.

d) *Un sondeur par ultrasons* installé également dans la chambre des cartes.

Enfin, il y a lieu de signaler, en outre, l'équipement radioélectrique de deux embarcations de sauvetage à moteur, chaque embarcation comportant un ensemble émetteur-récepteur à ondes amorties de secours, alimenté par batteries d'accumulateurs.

— **Station côtière.** Station terrestre effectuant un service avec les stations de navire. Voici les caractéristiques d'une station côtière moderne. L'émetteur comprend un étage pilote, un étage de puissance, un étage d'accord d'antenne. La gamme d'ondes s'étend de 100 à 850 m. avec six longueurs d'onde réglées d'avance et disponibles par manœuvre instantanée. L'émission peut être faite en téléphonie et en télégraphie par ondes entretenues et modulées. La puissance mise en jeu dans l'antenne est de 500 w en ondes entretenues, de 300 w en ondes modulées et de 250 w en téléphonie. La profondeur de modulation est de 80 % en télégraphie et de 60 % en téléphonie. L'alimentation est assurée par deux alternateurs à fréquence musicale et deux redresseurs; un groupe moteur-alternateur fournit le courant de chauffage et la tension du circuit pilote; un autre groupe moteur-alternateur fournit le courant du redresseur de l'étage de puissance et de modulation. Le circuit pilote comporte deux triodes de 75 w; le circuit amplificateur, deux triodes de 250 w.

— **Station expérimentale privée.** Station privée destinée à des expériences en vue du développement de la technique ou de la science radioélectriques. — **Station fixe.** Station non susceptible de se déplacer et communiquant, par le moyen de radio-communications, avec une ou plusieurs stations établies de la même manière. — **Station mobile.** Station susceptible de se déplacer et qui ordinairement se déplace.

— **Station de navire.** Station placée à bord d'un navire qui n'est pas amarré en permanence. — **Station privée de radiocommunication.** Station privée, non ouverte à la correspondance publique qui est autorisée uniquement à échanger avec d'autres « stations privées de radio-communications » des communications concernant les affaires propres du ou des licenciés. — **Station de radiodiffusion téléphonique.** Voir *radiodiffusion téléphonique*. — **Station de radiodiffusion visuelle.** Voir *radiodiffusion visuelle*. — **Station radiogoniométrique.** Station pourvue d'appareils spéciaux, destinés à déterminer la direction des émissions d'autres stations. — **Station de radiophare.** Station spéciale dont les émissions sont destinées à permettre à une station de bord de déterminer son relèvement ou une direction par rapport à la station de radiophare, éventuellement aussi la distance qui la sépare de cette dernière.

— **Station terrestre.** Station non susceptible de se déplacer, effectuant un service mobile. — **Fréquence assignée à une station.** Voir *fréquence*. (Convention inter-

nationale des télécommunications, Madrid, 1932.)

(Angl. *Station*. — All. *Stelle*.)

STATIONNAIRE. Se dit, en radio-électricité, d'un phénomène qui ne se propage pas, par opposition avec un phénomène de propagation (*ondes progressives*, etc...). — **Onde stationnaire.** Onde dans laquelle les phénomènes d'oscillation en tout point sont, soit en concordance, soit en opposition de phase (C.E.I., 1934). Onde qui se produit sur une antenne ou un collecteur d'ondes par l'interférence de l'onde progressive *directe* et de l'onde *réfléchie*. Les vibrations d'une corde de violon, d'un tuyau d'orgue, d'une antenne, créent des ondes stationnaires. Une onde progressive induit au passage sur un fil conducteur un courant de la forme $I \sin \omega t$ et une tension de la forme $V \sin \omega t$, qui se propagent simultanément et en phase à une vitesse déterminée, voisine de celle de la lumière. Parvenues à l'extrémité du fil, ces ondes de courant et de tension s'y réfléchissent; les ondes réfléchies qui se propagent en sens inverse des premières *interfèrent* avec elles pour produire des ondes stationnaires de courant et de tension dont la forme générale a pour expression

$$I \cos 2 \pi l / L \sin \omega t, \\ V \sin 2 \pi l / L \cos \omega t,$$

L étant la longueur totale de l'antenne et l étant la distance d'un point quelconque de l'antenne, comptée à partir de l'extrémité mise à la terre en allant vers l'extrémité isolée. Les ondes stationnaires de courant et de tension ont une forme fixe dans l'espace; leurs maxima, leurs minima, leurs points zéro ne se déplaçant pas. Par contre, l'*amplitude* de ces ondes varie constamment suivant la loi *sinusoïdale*. Les maxima ou minima de courant ou de tension sont appelés *ventres*. Les points d'amplitude nulle sont appelés *nœuds*. Les nœuds de courant correspondent aux ventres de tension et réciproquement. Dans l'antenne d'émission, la succession des ondes stationnaires donne naissance aux ondes *progressives* qui rayonnent alentour l'énergie radio-électrique. Voir *onde*.

(Angl. *Stationary Waves*. — All. *Stehende Wellen*.)

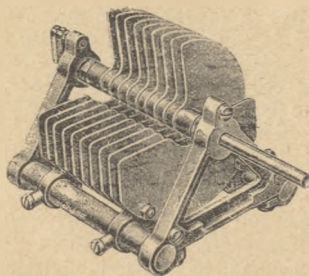
STATIQUE. Se dit des phénomènes concernant l'équilibre de l'électricité sur les corps électrisés. Voir *électrostatique*. — En mécanique, se dit des systèmes ne comportant pas d'organes en mouvement : *redresseur statique*, *transformateur statique*.

— **Caractéristique statique, charge statique, induction statique.** Voir *caractéristique, charge, induction*.

(Angl. *Static*. — All. *Statisch*.)

STATOR. Partie fixe d'une machine électrique (C.E.I., 1934). Contraire *rotor*. (All., Angl. *Stator*.)

STÉATITE. Isolant minéral pour circuits à haute fréquence et à haute tension, constitué par du talc moulu et cuit à haute



Condensateur réglable d'émission isolé pour 8.000 V par deux barreaux de stéatite.

température. Utilisé tant pour le matériel d'émission que pour celui de réception. Voir *diélectrique, isolant*.

STÉNODE. Sténodé-radiostat. Système récepteur extrêmement sélectif proposé par Robinson en 1930, dans lequel la haute sélectivité est obtenue en utilisant des circuits de décrétement très petit, combinés avec des correcteurs de tonalité en basse fréquence. Voir *Sélectivité*.

(Angl. All. *Stenode*.)

STÉRÉOGRAPHE. Système émetteur-récepteur pour la transmission à distance — électrique par fil ou radioélectrique par ondes — de documents graphiques, dessin, écriture, impression, photographie. Voir *radiophotographie*.

(Angl. All. *Stereograph*.)

STÉRÉOPHONE. Appareil de réception téléphonique ou radiophonique, destiné à donner l'impression du relief acoustique. On peut produire l'effet de stéréophonie, soit en alimentant par le même courant modulé des diffuseurs dont les emplacements et les directions sont judicieusement choisis, soit en utilisant des diffuseurs respectivement sensibles à telle ou telle fréquence acoustique, soit enfin en alimentant respectivement les diffuseurs par des courants modulés par des bandes de fréquences sélectionnées (aigu, medium, grave).

Pour accroître la qualité radiophonique, G. Lakhovsky a réalisé, sous le nom de stéréophone, un résonateur acoustique qu'on place à distance devant le diffuseur du haut-parleur. Le principe du stéréophone Lakhovsky est analogue à celui du microstéréophone. Il consiste à créer une chambre d'air où prennent naissance des ondes stationnaires, qui permettent d'obtenir une audition plus pure et plus fidèle.

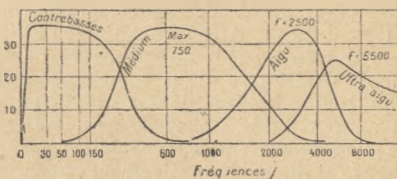
— **Microstéréophone.** Le microstéréophone Lakhovsky est une chambre microphonique reproduisant les caractéristiques de l'oreille humaine, c'est-à-dire jouant le rôle de pavillon et du conduit auditif de l'oreille pour produire des ondes stationnaires sur la membrane du microphone. Dans une grande salle, ou en plein air, la durée de réverbération est trop grande pour que le son émis dans un trait musical rapide puisse être renforcé par l'effet de la réverbération. Voir *réverbération*.

(Angl. All. *Stereophone*.)

STÉRÉOPHONIE. Reproduction des sons qui donne la sensation du relief. Le problème est analogue à celui de la stéréoscopie. A priori, on peut penser qu'on produirait le relief sonore en utilisant plusieurs diffuseurs répartis dans l'espace comme les instruments d'un orchestre. Au minimum deux haut-parleurs correspondant à nos deux oreilles et placés convenablement.

En pratique, le problème est beaucoup plus difficile à résoudre que pour la photographie, pour de multiples raisons. En photographie, l'objectif bino-culaire supplée à tout. La question de couleurs n'intervient pas et le traitement du cliché reste tout aussi simple.

En acoustique, il faut se préoccuper de la transmission du son, de la multiplicité des fréquences et des timbres, de l'emplacement des microphones et des diffuseurs qui est beaucoup plus délicat que la prise de vues stéréoscopiques. On peut utiliser divers microphones disposés judicieusement et un matériel susceptible de capter, transmettre et reproduire toutes fréquences acoustiques de 40 à 15.000 p : s. A la réception, on se sert d'un certain nombre de groupes de haut-parleurs disposés chacun pour reproduire deux bandes de fréquences sonores : les graves de 40 à 300 p:s, les aiguës de 300 à 15.000 p:s. Cette division peut sembler arbitraire, mais la coupure à 300 p:s correspond à une égale répartition de l'énergie acoustique entre les aiguës et les graves. Dans chaque groupe, trois diffuseurs : deux pour les aiguës, un pour les graves, toujours pour la même raison.



Stéréophonie : Effet stéréophonique produit par la sélection des divers registres sonores au moyen de haut-parleurs appropriés.

La fidélité est obtenue en donnant au diffuseur grave une membrane sept fois plus grande que celle d'un diffuseur normal. Enfin, chaque unité des groupes de haut-parleurs est alimentée par un amplificateur distinct relié par ligne individuelle spéciale à l'un des microphones de la salle de concert. L'impression de relief en volume est donnée par la disposition des haut-parleurs, qui correspond exactement à celle des microphones de la salle de concert. Dans ces conditions on peut obtenir une *dynamique sonore* très supérieure à celle réalisée normalement et donner avec un orchestre de 20 watts la même impression acoustique qu'avec un orchestre de 200 watts.

La transmission stéréophonique exige les conditions suivantes :

1° Utilisation d'un excellent câble téléphonique à nombreux conducteurs, ce qui correspond à l'emploi de plusieurs longueurs d'onde pour la transmission d'un même concert;

2° Fréquence de coupure élevée de 15.000 p/s, alors que le plan de Lucerne coupe la modulation à 8.000 ou 9.000 p/s.

3° Emploi de microphones excellents et nombreux, et, ce qui est plus difficile, de haut-parleurs non moins excellents, de grandes dimensions et judicieusement disposés. A la rigueur, si l'espace fait défaut, on peut obvier au manque de profondeur réel, en produisant électriquement une différence de phase convenable sur l'alimentation des haut-parleurs. L'effet de profondeur peut même être poussé jusqu'à l'écho de cathédrale par l'application de la réverbération. Voir *réverbération*.

(Angl. *Stereophony*. — All. *Stereophonie*.)

STÉRÉORADIOSCOPIE. Vision stéréoscopique des ombres radioscopiques. (C. E. I., 1934).

(Angl. *Stereoradioscopy*. — All. *Stereoradioscopie*.)

STÉRÉOVISION. Vision stéréoscopique, notamment en télévision.

(Angl. *Stereovision*.)

STROBODYNE. Type de récepteur à changement de fréquence, imaginé par Lucien Chrétien, appliquant aux courants de haute fréquence la méthode stroboscopique. Pour obtenir la transformation de la haute fréquence f_1 en moyenne fréquence F , on bloque périodiquement l'amplification du courant de fréquence f_1 au moyen d'un courant de fréquence $f_2 = f_1 - F$. De même en éclairant un disque tournant à 20 t/s au moyen d'une source lumineuse à la fréquence de 19 p/s, on aperçoit seulement un mouvement relatif à la différence des fréquences du disque et de la source, c'est-à-dire qu'il semble que le disque tourne à raison de $20 - 19 = 1$ t/s.

Pour obtenir la fréquence f_2 , on utilise une lampe oscillatrice convenable (*autodyne*), dont la grille, alternativement positive

et négative à la fréquence du courant, provoque de ce chef de très grandes variations de résistance du circuit filament-grille accordé sur cette fréquence. On obtiendra en principe le blocage désiré du courant de fréquence f_1 en intercalant, en série avec le circuit oscillant f_2 , le circuit résonnant du récepteur.

On constate alors qu'à l'inverse de ce qui se produit pour les *superhétérodynes* et les *modulateurs*, le changement de fréquence s'opère ici sans modulation ni détection.

Comme la lampe réceptrice-oscillatrice ne fonctionne que lorsque sa grille est négative, elle travaille en amplificatrice.

En pratique, on ne peut se contenter de placer en série dans la grille les circuits résonnant et oscillant sans prendre de précautions spéciales pour éviter qu'ils ne réagissent l'un sur l'autre: en particulier lorsqu'on manœuvre le condensateur d'accord. On résout la difficulté en utilisant un circuit oscillant du type « équilibré », monté par exemple en *pont de Wheatstone*. Un ensemble de deux condensateurs variables montés en série permet de trouver le « point milieu » auquel doit aboutir la connexion. On peut remplacer plus simplement ce système par un condensateur variable à trois armatures (*compensateur*).

Ainsi conçu, le strobodyne est un récepteur sensible, mais manque de sélectivité en raison de la faible impédance du circuit oscillant lorsque la grille est positive. On obtient une excellente sélectivité en n'introduisant en série avec le circuit oscillant qu'une fraction assez faible de la bobine d'accord au récepteur. Ce procédé utilise mieux la résonance que le montage normal, correspondant à un amortissement excessif du circuit récepteur.

Ce montage de la lampe strobodyne, suivie de l'amplification normale à moyenne et à basse fréquence, permet de recevoir de jour en France, sur cadre de 30 cm de

diamètre, les principales émissions européennes de radiodiffusion. Cette lampe strobodyne, n'étant pas détectrice, joue le rôle d'amplificatrice à haute fréquence. Néanmoins, pour augmenter encore la sélectivité et la sensibilité du récepteur, on peut la faire précéder par un étage d'amplification à haute fréquence.

Le montage strobodyne peut être facilement réalisé au moyen de transformateurs spéciaux blindés à haute et à moyenne fréquence, ainsi que d'une bobine de choc dans le circuit de plaque de la lampe détectrice. Le condensateur fixe qui shunte le primaire du transformateur à basse fréquence a une capacité de 0,15 à 0,5 millièmes de microfarad. Le changeur de fréquence ne comporte aucune résistance de fuite. La seule résistance est celle de la détectrice à basse fréquence (1 à 4 mégohms). L'ajustement des circuits à moyenne fréquence entre 5.600 et 8.000 m nécessite l'emploi de condensateurs variables de 0,2 millièmes de microfarad. La sensibilité de l'amplificateur à moyenne fréquence est réglée au moyen d'un potentiomètre de 200 à 600 ohms.

(Angl., All. *Strobodyne*.)

STROBOSCOPIE. Procédé optique, imaginé par le physicien Plateau, permettant l'observation de mouvements périodiques rapides grâce à la persistance de l'impression rétinienne. Pratiquement, la stroboscopie est réalisée au moyen d'un disque tournant sur lequel on a peint des secteurs noirs et blancs, et qui est éclairé par des éclats lumineux périodiques, par exemple au moyen d'une lampe alimentée en courant alternatif. Si la fréquence de l'éclairement est égale à la vitesse du disque, ce disque paraît immobile. Si la fréquence est légèrement différente de la vitesse, le disque paraît tourner lentement soit dans un sens, soit dans l'autre avec une vitesse égale à la différence entre sa vitesse propre et la fréquence de l'éclairement. Ce procédé

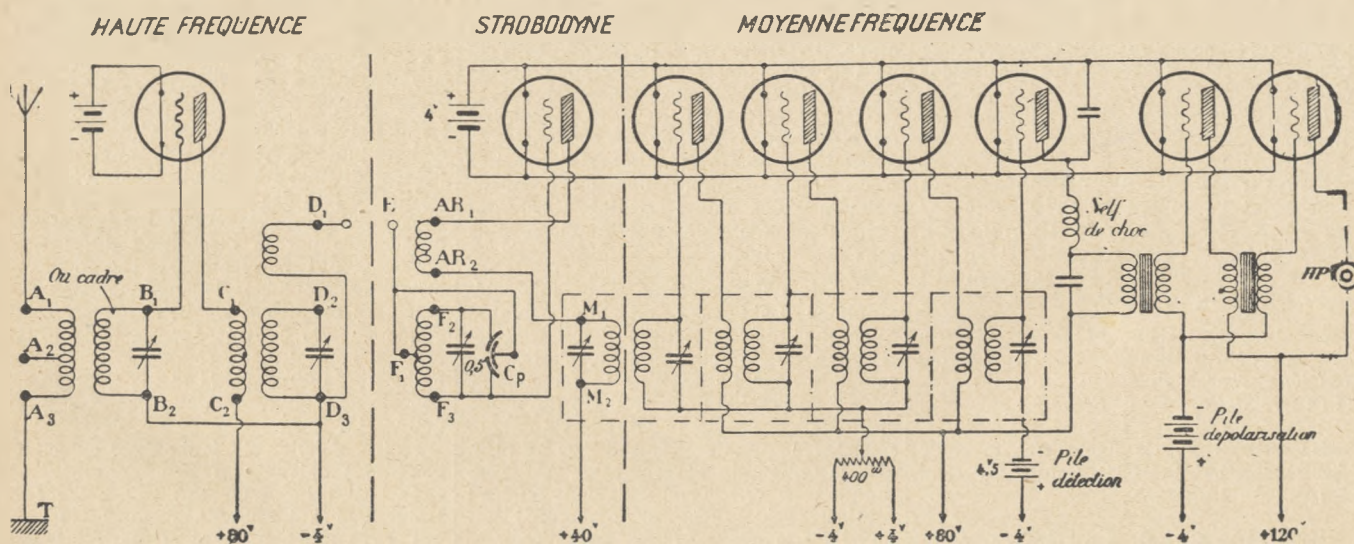
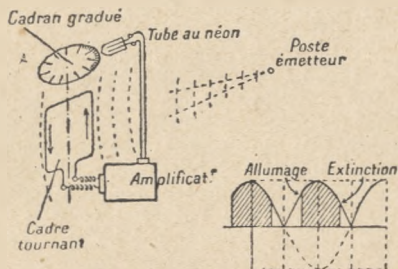


Schéma de principe du strobodyne, précédé de son bloc amplificateur à haute fréquence et suivi des étages d'amplification à moyenne et basse fréquences.

est appliqué à l'étude des disques de phonographes, des disques de Nipkow ou du rythme des pièces mécaniques avec éclairage par lampe au néon. Il est perfectionné par l'utilisation d'amplificateurs à lampes électroniques.

— **Radiocompas stroboscopique.** Un radio compas stroboscopique a aussi été réalisé par M. R. Hardy, avec lecture directe et lever de doute. Le dispositif stroboscopique lumineux indique à chaque instant la direction de l'émetteur. Le collecteur d'ondes est constitué par une



Radiocompas stroboscopique: I. Schéma de principe. — II. Courant redressé et amplifié appliqué au tube lumineux.

antenne et par deux cadres rectangulaires entraînés par moteur à 600 t : min. Le système indicateur, constitué par deux tubes au néon-hélium, est entraîné par un moteur synchronisé à la même vitesse que le collecteur d'ondes et recouvert par un disque portant une fente de 0,3 mm en face de chaque tube. Au passage par la direction cherchée, les tubes s'illuminent pendant 1/10.000^e seconde environ. La vision stroboscopique donne l'illusion d'une ligne fixe constamment éclairée dans la même direction.

(Angl. *Stroboscopy*. — All. *Stroboscopia*.)

STROBOTRON. Tube à néon à deux grilles avec cathode froide au césium. Les grilles sont utilisées comme électrodes de commande ou comme écrans. L'anode étant portée à 300 v, la grille intérieure à zéro et la grille extérieure à 100 V, un arc s'amorce entre la cathode et l'anode. Cet arc se maintient encore si la grille intérieure est portée à — 100V. Le diagramme indique, pour les différentes tensions des deux grilles, l'aire d'amorçage de l'arc pour une tension anodique de 320 V.

Le strobotron est un thyatron à grille écran susceptible d'être utilisé pour le balayage oscillographique, la transformation du courant continu en alternatif, les relais.

(Angl., All. *Strotron*.)

STUDIO. Salle où sont données les auditions destinées à être transmises par une station de radiodiffusion, par analogie avec le studio cinématographique. Synonyme : *auditorium*. Voir *acoustique*, *absorption*, *auditorium*, *radiodiffusion*, *radio-phonie*, *réverbération*, *sonore*, *British Broadcasting Corporation*, etc...

La Radio-City de New-York renferme

50 studios dont les dimensions et les caractéristiques sont calculées pour les divers genres d'audition. Tous les studios sont installés au centre de l'immeuble, pour être soustraits aux bruits extérieurs. Ils sont suspendus à des tubes en acier encastrés dans la maçonnerie au moyen de crochets soutenus par des amortisseurs en caoutchouc qui arrêtent les vibrations lentes des fondations. On distingue les petits studios pour conférences et speakers, les moyens studios pour comédie, musique de chambre, petit orchestre, et les grands studios pour orchestre. Les studios moyens sont pourvus de dispositifs particuliers de réverbération. Deux des parois latérales opposées sont réfléchissantes, les deux autres absorbantes. Les parois absorbantes sont en bois contreplaqué percé de trous, maintenant contre le mur un matelas de varech de 10 cm d'épaisseur. Les parois réfléchissantes sont en plâtre comprimé entre deux couches de carton, dont le pouvoir réflecteur élevé (80 pour 100) est indépendant de la fréquence entre 50 et 10.000 p.s. Le plancher est recouvert de feutre, de papier et de linoléum, cette dernière substance réfléchissant les sons. Le plafond est enduit d'une substance absorbante. Le public qui assiste aux auditions est séparé des exécutants par une paroi de verre étanche aux sons et suspendue sur blocs de caoutchouc. Il écoute par l'intermédiaire de haut-parleurs. Les studios sont ventilés et chauffés par air climatisé, la température et le degré hygrométrique pouvant être maintenus constants à quelques décigrés près. Le coefficient d'amortissement des tuyaux en bois servant à la ventilation est de 50 phones par mètre. L'éclairage est réalisé en courant continu filtré.

Des installations perfectionnées de studios ont été réalisées au Pavillon de la Radio de l'Exposition de Paris 1937. Voir *sonorisation* et *réverbération*.

(Angl. *Studio*. — All. *Auditorium*.)

SUBLIMATION. Arrachement des particules sous l'influence de l'afflux cathodique. Synonyme *évaporation cathodique*. Voir *émission électronique*.

(Angl. *Sublimation*. — All. *Sublimierung*.)

SUCEUR. Transformateur suceur. Voir *transformateur*.

SUD. Pôle magnétique sud. Celui des deux pôles de la boussole qui s'oriente spontanément vers le sud dans le champ magnétique terrestre. Celui des deux pôles d'un aimant qui attire le pôle nord de l'aiguille aimantée de la boussole et repousse son pôle sud. Le pôle sud magnétique de la Terre, situé actuellement à 73° de latitude sud et à 145° de longitude est, oscille lentement au cours des siècles, de part et d'autre du pôle sud géographique. Voir *pôle, nord, magnétique*.

(Angl. *South magnetic Pole*. — All. *Sudpole*.)

SULFATATION. Formation de sulfate de plomb sur les plaques d'un accumula-

teur. La sulfatation est normale lors de la décharge de l'accumulateur, mais elle doit disparaître pendant la charge. Lorsque l'accumulateur vieillit ou reste longtemps sans servir, la sulfatation s'accroît, augmentant la résistance et diminuant la capacité de l'accumulateur. On combat la sulfatation en lavant les plaques à la soude et en rechargeant longuement, en remplaçant l'électrolyte par de l'eau distillée. Voir *accumulateur*.

(Angl. *Sulphating*. — All. *Sulfatierung*.)

SUPERFANTOME. Circuit téléphonique combiné ou fantôme d'ordre supérieur. Voir ces termes et *circuit*. Circuit obtenu au moyen de câbles souterrains en combinant deux circuits fantômes pour réaliser la superposition d'une liaison télégraphique à six liaisons téléphoniques.

(Angl., All. *Superphantom*.)

SUPERFICIEL. Effet superficiel. Effet qui tend à confiner le courant à la périphérie des conducteurs. Cet effet peut s'expliquer en considérant le courant circulant dans un conducteur comme un faisceau de courants élémentaires, qui se repoussent tous les uns les autres parce qu'ils sont de même sens. Ce phénomène est surtout appréciable pour les courants alternatifs, notamment pour les courants de haute fréquence. Les variations de courant produisent des variations de flux magnétique, d'où naissent des courants tourbillonnaires ou de Foucault, qui repoussent le courant principal vers la surface du conducteur. Il en résulte un accroissement considérable de la résistance du conducteur et de la densité de courant dans le conducteur. toutes circonstances préjudiciables à la propagation du courant. On combat cet effet superficiel en utilisant, pour conduire les courants intenses à haute fréquence des conducteurs tubulaires qui économisent le métal et diminuent la résistance électrique. Voir *résistance en haute fréquence*, *effet Kelvin*, *pelliculaire*, *pénétration*.

(Angl., *Skin Effect*. — All. *Hauteffekt*.)

SUPERHÉTÉRODYNE. Appareil récepteur dans lequel les oscillations produites par l'onde reçue sont combinées avec celles d'un oscillateur local, de façon à obtenir des oscillations de fréquence intermédiaire, qui sont successivement amplifiées et détectées, pour la réception du signal (C.E.I., 1934). Dispositif de réception radioélectrique résultant de l'application de la méthode des battements ou méthode hétérodyne, et utilisé en raison de ses propriétés de sensibilité, de sélectivité et d'amplification. Ce procédé a été appliqué dès l'abord à la réception radiotélégraphique en France dès 1917 par Lucien Lévy et aux États-Unis par Edwing H. Armstrong. Depuis 1926, la multiplication des stations d'émission de radiodiffusion en Europe a également nécessité l'adaptation du superhétérodyne à la réception radiophonique, pour résoudre simultanément les problèmes de la sensibilité et

la composition du superhétérodyne sont les suivantes :

C_1 .	—	Ajustable 15 μF .
C_2, C_{30} .	—	Ajustables 40 μF .
$C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_{15}, C_{16}, C_{17}, C_{21}, C_{22}$.	—	0,1 μF .
C_8 .	—	50 μF .
C_9 .	—	100 —
C_{10}, C_{14}, C_{27} .	—	0,1 μF .
C_{18} .	—	20 000 μF .
C_{19} .	—	150 —
C_{20} .	—	50 —
C_{23} .	—	2 μF .
C_{24}, C_{25} .	—	150 μF .
C_{26} .	—	20 000 —
C_{28} .	—	10 000 —
C_{29} .	—	0,5 μF .
R_1, R_5, R_{12} .	—	600 Ω
R_2, R_{10}, R_{23} .	—	100 000 —
R_3, R_{13} .	—	50 000 —
R_4, R_{14} .	—	30 000 —
R_6, R_{21} .	—	50 000 —
R_7 .	—	25 000 —
R_8 .	—	250 000 —
R_9 .	—	2 000 —
$R_{11}, R_{15}, R_{16}, R_{18}, R_{23}$.	—	500 000 —
R_{17} .	—	2 000 —
R_{19} .	—	75 000 —
R_{20} .	—	25 000 —
P_1 .	—	500 000 Ω logarithmique.
P_2 .	—	— linéaire.

— **Alignement d'un superhétérodyne.** — L'alignement consiste à régler une fois pour toutes les éléments ajustables des circuits. Il donne lieu aux opérations suivantes :

1°) **Étalonnage des circuits de préamplification à haute fréquence.** On met en court-circuit la grille oscillatrice et la résistance de charge de l'antifading. On connecte dans le circuit anodique de la première détectrice ou modulatrice un voltmètre à lampes, si le réglage est fait à l'hétérodyne, ou un casque en parallèle avec un

détecteur, si le réglage se fait à l'ondemètre.

Le condensateur variable étant réglé vers 10° du cadran pour une course totale de 100°, on règle l'hétérodyne sur la fréquence lue sur le cadran, puis les trimmers des condensateurs d'accord et de haute fréquence. On vérifie l'exactitude du réglage pour 50°, 90° et la fréquence F , moyenne géométrique entre les fréquences extrêmes du cadran. On procède ainsi pour chaque gamme; s'il y a désaccord, on déforme les lames mobiles ou l'on introduit des trimmers et paddings supplémentaires pour chaque gamme.

2°) **Mesure de la moyenne fréquence.** On règle le condensateur variable d'après le cadran sur la fréquence F , moyenne géométrique. Sans mettre en court-circuit la grille oscillatrice, on dévisse à fond le trimmer d'hétérodyne et l'on met en court-circuit le padding d'hétérodyne. On mesure la fréquence émise par l'oscillateur; la différence entre les deux fréquences donne la moyenne fréquence. On procède ainsi pour toutes les gammes d'ondes.

3°) **Réglage des circuits à moyenne fré-**

quence. On intercale un appareil de mesures après la deuxième détection. Selon la nature de l'oscillation, on utilise un milliampèremètre, un voltmètre alternatif, ou un casque téléphonique. On règle l'hétérodyne sur la fréquence F , on déconnecte la grille de la dernière lampe M.F., on la relie à la masse par une résistance de 1 mégohm, à l'hétérodyne par un condensateur de 250 à 500 μF . On met en court-circuit la grille oscillatrice et on règle les deux circuits du dernier transformateur MF d'après l'appareil de mesure. Tandis qu'on règle un circuit, les autres sont amortis par des résistances de 5.000 à 10.000 ohms. On trace par cinq points la courbe caractéristique. Elle doit avoir la forme arrondie; si elle présente deux maxima, c'est l'indice d'un couplage trop serré; en tout cas, les deux points doivent être égaux. On recommence la mesure pour chaque étage MF et l'on emploie une grande gamme de fréquences de l'hétérodyne pour mettre en évidence les résonances secondaires, causes de sifflements. Enfin, on vérifiera que la courbe

TABLEAU DES NORMALISATIONS DES SUPERHÉTÉRODYNES

M.F. kilohertz	P.O. mètres	G.O. mètres	Ondes courtes (mètres)	
			1 gamme	2 gammes
137 472	195-565 195-565	800-2.000 800-2.000	18-52	13-35 30-90
Inductance ... Capacité répartie L_0/R	0,180 mH 18 μF 150	2,04 mH 28 μF 105	Capacité totale 460 μF Capacité minimum < 15 μF	

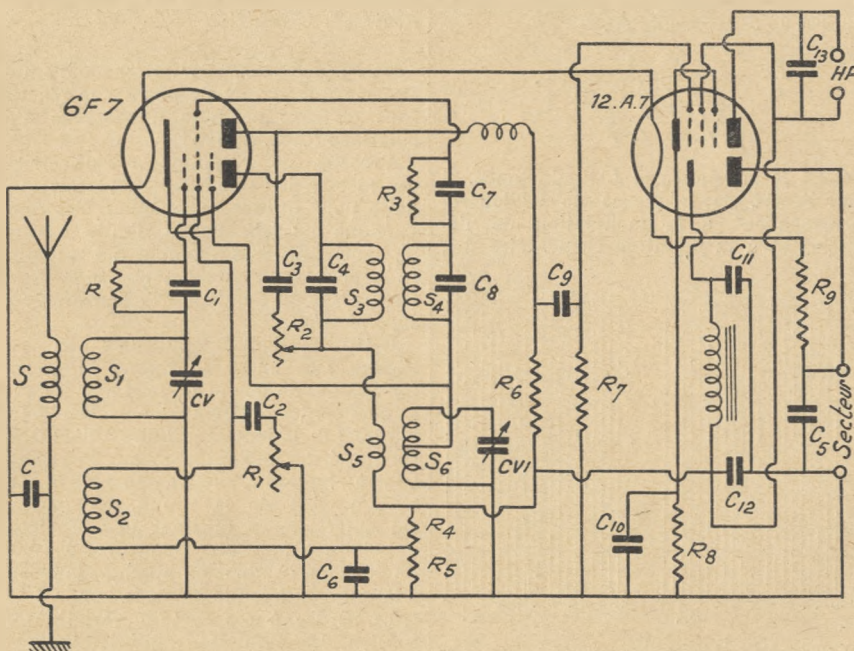


Schéma de principe d'un superhétérodyne bi-lampe.

de réponse de l'ensemble des circuits M.F. est acceptable.

4°) **Réglage des condensateurs ajustables.** On ne met en court-circuit ni la grille oscillatrice, ni les paddings. On règle le condensateur variable sur 10°, l'hétérodyne de mesure sur la fréquence lue sur le cadran et le trimmer jusqu'à obtention de la meilleure déviation de l'appareil de mesures. On règle le condensateur variable sur 90° et le padding pour obtenir la meilleure déviation. On recommence ensuite le réglage sur 10°, puis le réglage sur 90°. Enfin on répète la série de ces quatre opérations pour chaque bande de longueur d'onde.

— **Normalisations d'un superhétérodyne.** Pour la construction des superhétérodynes, les normalisations suivantes ont été adoptées par le Syndicat professionnel des Industries radioélectriques pour les longueurs d'onde, bobinages et condensateurs réglables.

Les condensateurs réglables ne possédant aucun trimmer, les bobines devront recevoir un condensateur ajustable de 20 à 40 μF .

— **Superhétérodyne bilampe.** Il est possible de réaliser un superhétérodyne

bilampe pour tous courants utilisant une triode penthode (6F7) et une penthode-valve monoplaque (12A7). Les caractéristiques en sont les suivantes :

- C : 0,1 microfarad.
 C 1 : 0,25/1.000° microfarad.
 C 2 : 0,1 microfarad.
 C 3 : 0,1/1.000° microfarad.
 C 4 : Ajustable moyenne fréquence.
 C 5 : 0,05 microfarad.
 C 6 : 0,1 microfarad.
 C 7 : 0,25/1.000° microfarad.
 C 8 : Ajustable moyenne fréquence.
 C 9 : 20/1.000° microfarad.
 C10 : 20 microfarads 50 volts (polarisation).
 C11 : 12 à 16 microfarads (200 volts).
 C12 : 12 à 16 microfarads (200 volts).
 C12 : 12 à 16 microfarads (200 volts).
 C13 : 5/1.000° microfarad.
 R : 2 mégohms.
 R3 : 2 mégohms.
 R4 : 2.500 ohms.
 R5 : 7.000 ohms.
 R6 : 100.000 ohms.
 R7 : 1 mégohm.
 R8 : 1.100 ohms.

R9 : 345 ohms (débit 300 milliampères).
 (Cette valeur est donnée pour un secteur de 110 volts.)

R1 : 50.000 ohms.

R2 : 10.000 ohms.

CV et CV1 : condensateurs variables 2 fois 0,5/1.000° de microfarad à commande unique.

Self : self filtre classique pour « tous courants ». Résistance 150 ohms environ.

S : Primaire accord.

S1 : Secondaire accord.

S2 : Réaction.

S3 : Primaire moyenne fréquence.

S4 : Secondaire moyenne fréquence.

S5 : Oscillatrice plaque.

S6 : Oscillatrice.

Voir *strobodine*, *changeur de fréquence*, *infradyne*, *modulateur*, *réflexe*, *hétérodyne*, *supradyne*.

(Angl., All. *Superheterodyne*.)

SUPERINDUCTANCE. Récepteur à haute fréquence à résonance muni de filtres de bande présélecteurs réglables. Dans ce montage du type à résonance, la première lampe amplificatrice à haute fréquence est précédée d'un présélecteur sorte de filtre qui joue le rôle du filtre de bande dans les superhétérodynes, avec cette différence qu'au lieu d'être accordé une fois pour toutes sur une moyenne fréquence constante, il s'accorde pour chaque réglage sur la haute fréquence du poste à recevoir, préalablement à toute amplification et à toute détection. Le terme de « superinductance » rappelle à la fois la nature des circuits (une inductance d'un type supérieur obtenue en bobinant du fil divisé) et leur objet (obtenir une sélectivité comparable à celle d'un superhétérodyne).

La figure représente le montage de ce présélecteur, avec ses connexions vers l'antenne et vers l'amplificateur. Placé avant la première amplificatrice, il évite les interférences de transmodulation qui

ne pourraient être supprimées une fois produites, amplifiées et détectées. L'objet du filtre est de donner une courbe de résonance telle que l'intensité des émissions voisines de l'émission écoutée soit réduite dans des proportions considérables qui permettent à coup sûr d'éliminer la perturbation.

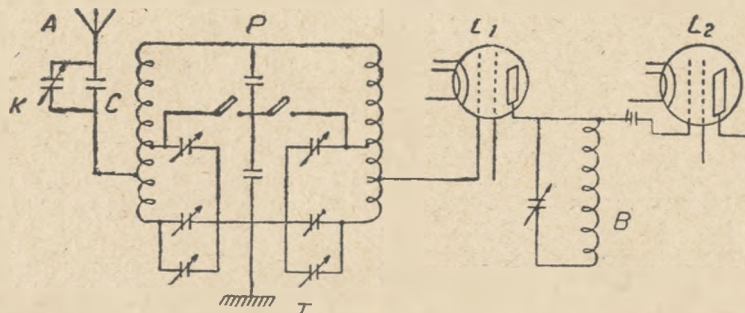


Schéma de principe du filtre présélecteur du montage à superinductance et de l'amplification à haute fréquence. A, antenne; C, condensateur de couplage de l'antenne; K, condensateur variable d'appoint pour régler le couplage de l'antenne; P, filtre présélecteur; T, prise de terre; L1, L2, lampes à écran à chauffage indirect; B, autotransformateur accordé.

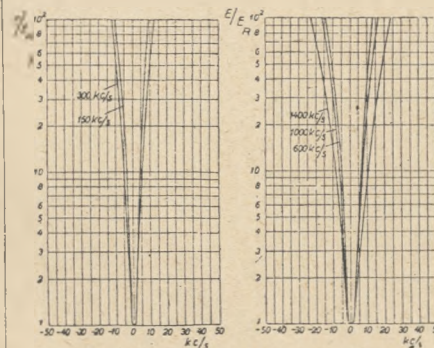
Après le double accord du filtre de bande, on trouve un troisième accord après la première amplification. Le circuit anodique accordé est monté en autotransformateur.

Le décrément des bobines a été réduit au minimum grâce à l'emploi de fil très divisé, constitué par un toron de 15 brins de 0,1 mm, isolés chacun par un guilage, et d'un blindage métallique des enroulements. Le rapport de la résistance en ohms à l'inductance en henrys, qui, pour l'onde de 200 m., est de 80.000 en général, a été abaissé à 50.000 pour les bobines de la superinductance.

Si l'on désigne par I_0 le courant à la résonance; I_1 le courant correspondant à un faible désaccord de pulsation $\Delta\omega$, le rapport de ces courants est

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{2\Delta\omega}{r/L}\right)^2 + 1}}$$

r étant la résistance et L l'inductance. Si pour l'écart de fréquence de 9 kilohertz correspondant à la modulation de l'émission et à la pulsation élémentaire $\Delta\omega$,



Courbes de sélectivité d'un récepteur à superinductance, en grandes ondes et en petites ondes.

le rapport $2\Delta\omega/L/r$ prend successivement les valeurs 1, 2, etc., le rapport des courants I_0/I_1 devient pour un seul circuit respectivement $1/\sqrt{2}$, $1/\sqrt{5}$ etc... Mais pour une amplification à quatre circuits en cascade, le rapport $(I_0/I_1)^4$ prend respectivement les valeurs 1/4 et 1/25. Ainsi la sélectivité croît très rapidement à mesure que le

rapport r/L décroît. L'amélioration obtenue est d'autant plus grande que les bobines sont plus parfaites. Si le rapport décroît de 150.000 à 100.000, le gain de sélectivité est de 22 pour 100. S'il décroît de 45.000 à 30.000, ce gain est double, soit de 44 pour 100. Les bobines sont enroulées sur un support en verre, dont l'angle de phase, caractéristique des pertes, ne dépasse pas 0°24'. L'enroulement en fil émaillé est imprégné pour rester étanche.

(Angl. *Superinductance*. — All. *Superinduktanz*.)

SUPEROCTODE. Récepteur superhétérodyne utilisant une octode comme oscillatrice-modulatrice. Voir *changeur de fréquence*, *octode*, *superhétérodyne*.

SUPERRÉACTION. Méthode d'amplification qui permet de pousser la réaction sans qu'il se produise d'amorçage d'oscillations (C. E. I., 1934).

Procédé de réception radioélectrique qui met en jeu une oscillation locale auxiliaire pour utiliser la réaction électromagnétique au-delà de la limite normale de l'amorçage. Les appareils qui emploient ce procédé sont dénommés *superrégénérateurs*. On dit aussi *superrégénération* pour *superréaction*.

Cette méthode, applicable en particulier aux ondes moyennes et courtes (au-dessous de 600 m de longueur d'onde), a pour objet d'augmenter le rendement habituel de la réaction, limité à l'amorçage spontané des oscillations dans la « détece-trice à réaction ». Pour augmenter la réaction au-delà de la limite, on paralyse cet amorçage en utilisant une oscillation auxiliaire à moyenne fréquence, à 10.000 ou 20.000 p : s, dont on applique la tension à la grille ou à la plaque de la lampe détece-trice. Grâce à ces rapides variations de tension, les oscillations qui tendraient à s'établir en haute fréquence sont arrêtées

et l'amplification, modulée à cette moyenne fréquence, se produit normalement dans un rapport considérable.

Comme la haute fréquence des ondes captées doit être sensiblement plus élevée que la moyenne fréquence de la modulation, on doit limiter aux ondes courtes l'application de la superréaction.

Les *superrégénérateurs* comportent 1, 2 ou 3 lampes.

Dans l'appareil à 1 lampe, celle-ci est à la fois détectrice, amplificatrice et oscillatrice. Dans les montages à plusieurs lampes, on emploie d'ordinaire une oscillatrice séparée et l'on répartit les fonctions entre les lampes.

En théorie, la résistance du circuit doit être modifiée par l'oscillation auxiliaire, de manière à être tantôt en accroissement, tantôt en diminution (résistance négative). Pendant les alternances de résistance négative, le pouvoir amplificateur est considérablement accru.

La superréaction est produite en modifiant soit la tension de plaque, soit celle de grille, soit les deux simultanément. En France M. Marius Latour a indiqué une réalisation comportant l'alimentation des circuits de chauffage des triodes en courant alternatif.

Aux Etats-Unis, M. Armstrong a proposé un certain nombre de montages *superrégénérateurs*, dont nous reprodui-

sons ci-contre les schémas et le fonctionnement.

Le premier montage *superrégénérateur* comporte une amplificatrice, une détectrice et une oscillatrice. La tension auxiliaire de l'oscillatrice s'ajoute à la tension continue du circuit de plaque de l'amplificatrice, en raison du couplage des circuits résonnant et oscillant. Le train d'ondes entretenues I est modulé par la tension alternative III, d'où résultent le courant de grille II et celui de plaque IV. On remarque ici que la superréaction est réalisée lorsque la tension auxiliaire est positive, et que le maximum d'amplification apparaît nettement au moment où, la variation de tension changeant de sens, la résistance des circuits récepteurs change de signe. La détection est produite par simple polarisation négative de la grille de la troisième lampe et sans l'aide de l'habituel condensateur.

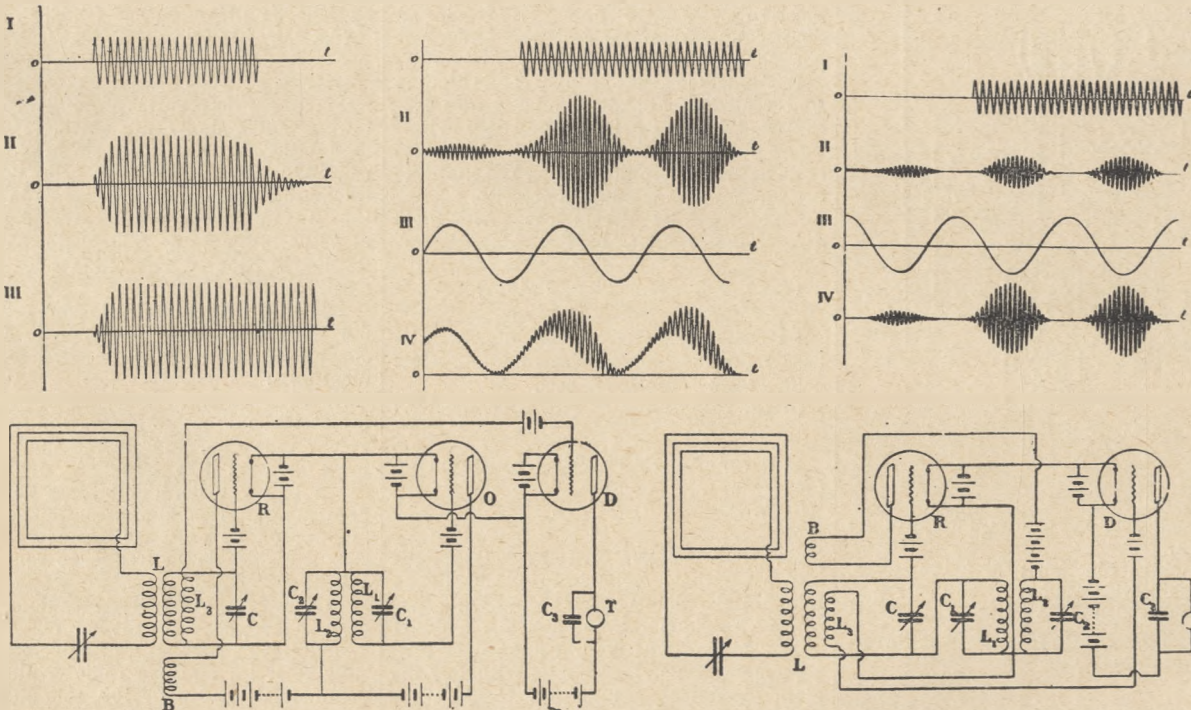
D'autres montages utilisent l'application sur la grille de la tension de l'oscillatrice. On peut ainsi réduire le schéma à 2 lampes, l'oscillatrice fonctionnant aussi comme détectrice. Le fonctionnement au-dessus de la limite d'amorçage, c'est-à-dire en *superrégénérateur*, se produit lorsque la tension de grille est négative. Les courants de grille et de plaque sont de même forme, mais l'amplification maximum se produit exactement au

moment même où la tension de grille est la plus négative. Ce montage est plus sensible que le premier, puisqu'à l'effet de superréaction s'ajoute celui d'amplification dans l'oscillatrice.

On peut d'ailleurs combiner l'action de l'oscillation sur la grille et sur la plaque, en utilisant une détectrice et une oscillatrice-amplificatrice. Les oscillations font varier simultanément la tension moyenne de la grille et celle de la plaque. En opposition de phase sur les deux électrodes, elles ajoutent arithmétiquement, après amplification, les effets combinés de superréaction. Toutefois ce montage est plus difficile à réaliser que les précédents.

La fréquence de l'oscillation auxiliaire doit être déterminée suivant les circonstances. Il est préférable, en radiophonie, d'utiliser une fréquence auxiliaire *inaudible*, c'est-à-dire suffisamment élevée. En télégraphie, on peut choisir une fréquence musicale, et pour l'enregistrement des signaux Morse, une très basse fréquence. Cependant, le *superrégénérateur* est d'autant plus efficace que la fréquence auxiliaire est moins élevée; mais la reproduction est d'autant plus fidèle que cette même fréquence est plus élevée. Conditions qui sont d'ailleurs contradictoires.

D'une manière générale, la superréaction ne convient guère qu'aux ondes courtes, donne une amplification forte



Superréaction. En haut, de gauche à droite : 1. Réception d'un train d'ondes entretenues dans un récepteur régénératif : I. Train d'ondes entretenues. — II. Train d'ondes après amplification dans le récepteur, lorsque la résistance est positive (circuit avec ou sans réaction). — III. Train d'ondes après amplification dans le récepteur, lorsque la résistance est nulle (récepteur réactif à la limite de l'accrochage). — 2. — Oscillogrammes relevés sur un *superrégénérateur* fonctionnant au moyen d'une tension alternative appliquée à la plaque : I. Train d'ondes entretenues. — II. Courant filament-grille. — III. Tension auxiliaire appliquée à la plaque. — IV. Courant filament-plaque. — 3. — Oscillogrammes relevés sur un *superrégénérateur* fonctionnant au moyen d'une tension alternative appliquée à la grille : I. Train d'ondes entretenues. — II. Courant filament-grille. — III. Tension auxiliaire appliquée à la grille. — IV. Courant filament-plaque. — En bas, à gauche : *superrégénérateur* utilisant une tension alternative auxiliaire appliquée à la plaque : R, lampe réceptrice et régénératrice; O, lampe oscillatrice; D, bobine de réaction. — En bas à droite : *superrégénérateur* combinant sur la grille et sur la plaque l'action d'une tension alternative auxiliaire : R, lampe réceptrice, régénératrice et oscillatrice; D, lampe détectrice; B, bobine de réaction.

et sélective, mais reste d'une mise en œuvre assez délicate.

— **Superréaction par monolampe bigrille.** Pour terminer nous indiquons, d'après M. F. de Béville, la réalisation d'un récepteur à superréaction ne comportant qu'une lampe bigrille à filament de tungstène, chauffée sous 3,5V seulement, et n'utilisant aucune tension de plaque. On se sert de deux groupes de bobines : 1° accord S et réaction S_1 ; 2° Oscillateur de fréquence inaudible (S_2 et S_3). S_1 est mobile par rapport à S, et S_3 par rapport à S_2 . Ces deux groupes de bobines doivent être disposés aussi loin que possible l'un de l'autre et perpendiculairement entre eux. Le chauffage est assuré par une pile de poche de 4,5 volts. Les valeurs à adopter sont les suivantes :

Rh : rhéostat très progressif 30 ohms.

R : résistance fixe de 3 mégohms.

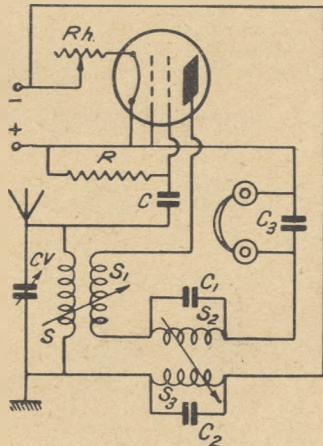
C : condensateur fixe de 0,2/1.000° de microfarad.

C1 et C2 : condensateurs fixes de 2/1000° de microfarad.

C3 : condensateur fixe de 3/1000° de microfarad.

CV : condensateur variable de 0,5/1000 de microfarad.

Bobines, type « nids d'abeille », diamètre normal, environ 60 mm.



■ Schéma d'un récepteur à superréaction utilisant une seule lampe bigrille.

S : accord pour 200-500 m, 50 spires au maximum.

S_1 : mobile, réaction : 75 à 100 spires.

S_2 : oscillatrice plaque : 1.500 spires.

S_3 : oscillatrice grille : 1.250 spires.

(Angl. Superregeneration. — All. Superregenerativempfang.)

SUPERRÉGÉNÉRATEUR. Récepteur à superréaction. Voir ce mot.

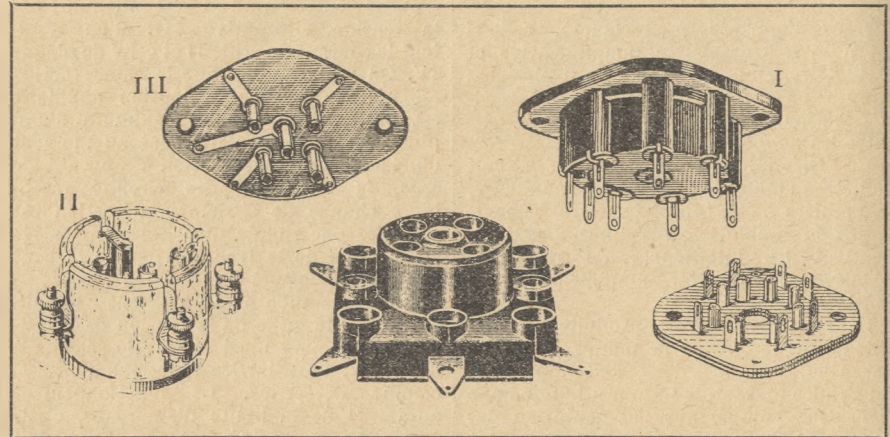
SUPERRÉGÉNÉRATION. Synonyme de superréaction.

SUPERSONIQUE. Terme anglais signifiant ultrasonore.

SUPPORT. Supports isolants. Ces supports sont réalisés généralement en matières plastiques ou céramiques. Les pertes en haute fréquence sont très variables, environ 100 à 400 fois plus faibles pour la céramique ou le trolitul que pour la bakélite à égalité de volume. Mais les isolants céramiques, plus fragiles, doivent

provenir des battements. La longueur de l'onde intermédiaire est de l'ordre de 25.000 à 50.000 m, toujours beaucoup plus grande que celle de l'émission à recevoir. Tous les récepteurs *superhétérodynes*, qui sont construits d'après ce principe, sont des *supradynes*.

(Angl. All. Supradyne.)



Supports de lampe : I Support en bakélite, pour lampe à ergots. — II. Supports en stéatite pour lampes-glands. — III. Supports en bakélite pour lampes à broches.

souvent être employés sous un volume beaucoup plus grand que les isolants plastiques. D'autre part, les formes à donner aux supports isolants dépendent beaucoup de l'utilisation.

Pratiquement, les supports de lampe sont réalisés en bakélite pour haute fréquence, très minces, munis de tubes métalliques pour les lampes à broches et de ressorts pour les lampes à ergots. Les supports des lampes-glands sont en stéatite.

Voir pour les divers cas particuliers *diélectrique, isolant, bobine, condensateur, culot, etc...*

(Angl. Support. — All. Träger.)

SUPPRESSEUR. Grille d'arrêt utilisée dans les lampes électroniques. Voir grille, lampe, penthode, etc...

(Angl. Suppressor. — All. Unterdrucker.)

SUPRA-ACOUSTIQUE. Synonyme de ultrasonore.

(Angl. Supersonic. — All. Unterakustisch.)

SUPRA-CONDUCTIVITÉ. Conductivité à très basse température. Lorsque la température devient très basse, la résistance électrique des métaux passe d'une valeur faible, mais finie, à une valeur pratiquement nulle. La conductivité devient alors infiniment grande. La température critique est voisine de celle de l'hélium liquide. La supra-conductivité serait due, d'après R. de Kronig, à la translation d'un réseau ionique. (Angl. Hyperconductivity. — All. Ueberconductivität.)

SUPRADYNE. Récepteurs à *changement de fréquence*, qui utilisent, comme onde intermédiaire, l'onde la plus longue

SURINTENSITÉ. Surintensité de courant. Courant anormal supérieur au courant de pleine charge (C. E. I., 1934).

(Angl. Excess-Current. — All. Ueberstrom.)

SURMODULATION. Excès de modulation provenant de la profondeur ou du taux exagéré de la modulation. La surmodulation entraîne une déformation de la courbe de modulation, par suite une distorsion des sons ou des images de la réception. En outre, elle provoque un élargissement de la bande de fréquences, par suite de l'apparition d'harmoniques de basse fréquence.

La limite de surmodulation tolérée a été fixée ainsi qu'il suit par le Comité consultatif international des Radiocommunications :

Le taux de surmodulation des stations radiotéléphoniques doit être limité à une valeur telle que, pour la puissance maximum et pour une fréquence quelconque de la bande utile, l'amplitude totale de l'ensemble des composantes parasites de modulation ne doit pas dépasser la fraction suivante de la fréquence fondamentale de modulation :

1° Pour les stations de radiodiffusion, 4 pour 100, soit un niveau de

$$20 \log_{10} 0,04 = -28 \text{ décibels.}$$

2° Pour les stations radiotéléphoniques commerciales, 10 pour 100, soit un niveau de

$$20 \log_{10} 0,10 = -20 \text{ décibels.}$$

Voir *modulation, distorsion, bande de fréquences*.

(Angl. Overmodulation. — All. Uebermodulierung.)

SURTENSION. Tension anormale supérieure à celle de service (C. E. I., 1934). Tension électrique excessive qui se produit

parfois sur un réseau d'alimentation dont on diminue brusquement la charge en mettant hors-circuit un appareil d'utilisation. Les surtensions sont fort brusques et ne durent généralement qu'une fraction de seconde, mais sont parfois suffisantes pour porter préjudice aux lampes et autres appareils d'utilisation. Il est bon de protéger ces appareils contre toute surtension du réseau au moyen de *régulateurs automatiques de tension* ou *survolteurs-dévolteurs* automatiques ou plus simplement par des amortisseurs de surtension, constitués, par exemple, par une résistance de fer dans une atmosphère d'hydrogène ou d'hélium. Voir *fer-hydrogène*, *régulateur*, *dévolteur*, *survolteur*, etc.

— **Facteur de surtension.** Rapport dans lequel la présence d'une bobine ou d'un condensateur augmente la tension aux bornes d'un circuit.

Le facteur de surtension d'une bobine d'inductance L pour la pulsation ω est

$$s = L\omega/R.$$

Le facteur de surtension d'un condensateur de capacité C pour la pulsation ω est

$$s = \frac{1}{C\omega R}$$

Dans un circuit de décrétement δ , on a

$$s = \pi/\delta.$$

Le facteur de surtension est de l'ordre de 100 pour les circuits communs, de 200 pour les circuits soignés et peut, exceptionnellement, dépasser 1.000 (R. Mesny).

Le facteur de surtension, appelé aux Etats-Unis *qualité* et désigné par Q , est mesuré par des appareils appelés *Q-mètres*. Voir ce terme et aussi *bobine*, *fer en haute fréquence*.

(Angl. *Overvoltage*. — All. *Ueberspannung*.)

SURVOLTEUR. Machine disposée de façon que sa force électromotrice s'ajoute à la tension fournie par une autre source électrique (C. E. I. 1934).

Les survolteurs à réglage manuel sont d'un emploi dangereux et souvent inefficace. Il est préférable d'utiliser un *survolteur-dévolteur* automatique.

— **Survolteur-dévolteur.** Machine disposée de façon que sa force électromotrice puisse s'ajouter ou se retrancher de la

tension fournie par une autre source électrique (C. E. I. 1934). On utilise des survolteurs-dévolteurs automatiques à tube régulateur fer-hydrogène, qui peuvent être réglés une fois pour toutes et ont une marge de débit assez étendue (0,35 à 0,75A, par exemple). Leur consommation propre est réduite. Il existe des survolteurs-dévolteurs à réglage continu dits « *alternostats* », susceptibles d'être montés en autotransformateur ou en inductance variable, et permettant de faire varier la tension de 0,5 en 0,5 V de 0 à 130 V.

Le survolteur-dévolteur automatique se présente sous la forme d'un autotransformateur muni de prises correspondant aux variations possibles du réseau (80 V, 90 V, 100 V, 120 V, 130 V, 140 V). Un voltmètre branché en permanence indique la tension disponible à la sortie. La régulation de tension dans les limites choisies est effectuée au moyen d'un tube régulateur fer-hydrogène de type convenable. Le schéma de l'appareil est indiqué sur la figure. Voir *dévolteur*, *régulateur*.

— **Survolteur différentiel.** Survolteur dont l'inducteur porte un enroulement différentiel (C. E. I. 1934).

(Angl. *Booster*. — All. *Spannungserhöher*.)

SUSCEPTANCE. Quotient changé de signe de la réactance effective par le carré de l'impédance (C. E. I. 1934). Voir *réactance*, *impédance*, *alternatif*.

(Angl. *Susceptance* — All. *Blindleitwert*.)

SUSCEPTIBILITÉ. Susceptibilité magnétique. 1° *Normale*. Quotient de l'intensité normale d'aimantation mesurée sur la courbe normale, par le courant correspondant (C. E. I. 1934).

2° *Différentielle*. Quotient de la variation élémentaire de l'intensité d'aimantation par la variation correspondante du champ (C. E. I. 1934).

3° *Initiale*. Valeur limite de la susceptibilité normale pour un champ infiniment faible (C. E. I. 1934).

Grandeur qui est égale au quotient, par le facteur 4π , de la *perméabilité* magnétique de la substance considérée diminuée d'une unité.

(Angl. *Susceptibility*. — All. *Empfindlichkeit*.)

SYLVANITE. Cristal détecteur, combinaison chimique de tellure, d'or et d'argent ($Ag Au Te^2$).

(Angl. *All.*, *Sylvanite*.)

SYMBOLE. Symboles électriques et radioélectriques. Voir le tableau de ces symboles dans le fascicule *Abbréviation et symboles*, qui précède l'encyclopédie proprement dite, par ordre alphabétique des termes.

(Angl. *Symbol*. — All. *Sinnbild*.)

SYMÉTRIQUE. Montage symétrique. On dit qu'un montage est électriquement *symétrique* par rapport à un

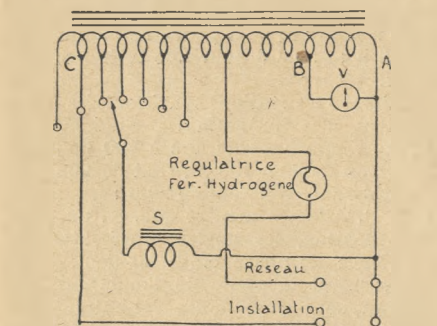
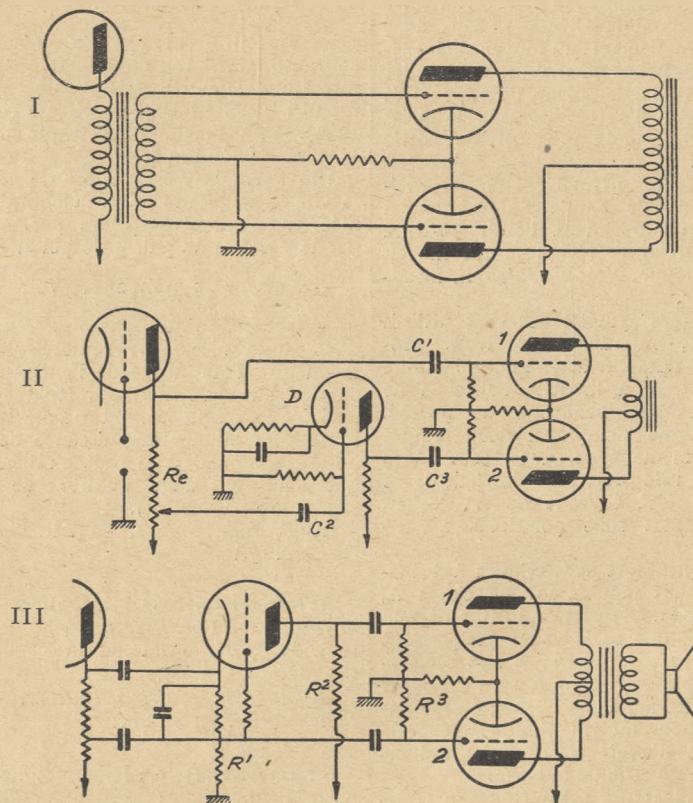


Schéma de principe d'un survolteur-dévolteur automatique.



Montages amplificateurs symétriques : I. A transformateurs. — II. A résistances. — III. Cathodyne.

conducteur ou ensemble de conducteurs voisins lorsque son schéma présente une symétrie géométrique par rapport à ce conducteur ou à cet ensemble et que les éléments correspondants figurent des grandeurs électriques de même nature et égales. Par exemple un circuit bifilaire homogène peut être symétrique par rapport à la terre. La symétrie peut exister seulement pour certaines grandeurs (capacité, inductance) et pas pour d'autres (résistances). Voir *asymétrie*, *dyssymétrie*.

— **Montage d'amplification symétrique.** Les montages d'amplification symétrique peuvent être réalisés au moyen de lampes triodes et de liaisons par transformateurs ou résistances.

Pour remédier au fonctionnement des triodes en relais ou amplificateurs non linéaires, par suite des courbures de leur caractéristique, on a imaginé d'utiliser des montages symétriques, où s'opère une sorte de compensation des déformations. Ces montages équilibrés sont souvent connus sous le nom anglais de *push-pull*, c'est-à-dire montages « pousser-tirer » ou va-et-vient. Ces mêmes montages évitent les distorsions produites par des appareils à caractéristiques non linéaires, tels que microphones, haut-parleurs. Dans un montage symétrique, les effets principaux s'ajoutent dans chaque branche, ainsi que leurs harmoniques d'ordre impair; au contraire leurs harmoniques d'ordre pair sont éliminés et, en particulier, le premier terme de la déformation, qui est aussi le plus important.

Le montage symétrique peut être réalisé soit au moyen de résistances, soit, avec un meilleur rendement, au moyen de transformateurs à prises médianes, le premier de rapport 3, le deuxième de rapport 1. L'amplificateur d'entrée possède la prise médiane au secondaire, celui de sortie au primaire.

Ces montages permettent aussi d'émettre une seule bande de fréquences modulées, en supprimant l'onde porteuse qu'on rétablit à la réception au moyen d'une hétérodyne. Voir *modulation*, *modulateur-porteur*.

Les montages symétriques sont utilisés spécialement, en raison de leurs propriétés, pour l'amplification microphonique et téléphonique, à laquelle l'absence de distorsion confère beaucoup de pureté.

Il est indiqué d'employer deux lampes triodes du même type, aussi semblables que possible : de préférence des lampes de puissance à fort courant de saturation, dont les grilles sont polarisées négativement.

Les amplificateurs symétriques à transformateurs sont montés soit en classe A, soit en classe B. Les premiers utilisent mal l'énergie anodique, mais les lampes peuvent être polarisées par résistance. Les seconds doivent employer un redresseur à faible résistance interne, mais possèdent l'avantage d'utiliser au maximum l'énergie anodique et d'avoir une admissibilité de grille double de celle de la classe A.

Les amplificateurs symétriques à résistances comportent une lampe *déphaseuse*,

pour assurer l'opposition de phase sur l'une des branches du montage. L'amplification de la lampe de déphasage est compensée par une prise potentiométrique sur la résistance.

Un autre montage à résistances est dit *cathodyne*. Voir ce mot. La fidélité est excellente, mais sa sensibilité médiocre exige une amplification à basse fréquence préalable.

(Angl. *Push-pull Amplifier*. — All. *Ebenverslaerker*.)

SYNCHRODYNE. Type de superhétérodyne, imaginé par L. Lévy, comprenant deux condensateurs réglables, l'un pour l'accord, l'autre pour l'oscillation, dont les rotors sont calés sur le même arbre en observant le décalage correspondant à la fréquence des battements (moyenne fréquence) constante. Les alignements nécessaires sont assurés par de petits condensateurs ajustables, *trimmers* et *paddings*. Voir *changeur de fréquence*, *superhétérodyne*.

(Angl., All. *Synchrodyne*.)

SYNCHRONE. Alternateur synchrone. Machine synchrone fonctionnant en alternateur (C. E. I. 1934). Voir *alternateur*.

— **Éclateur synchrone.** Voir *éclateur*.

— **Émissions synchrones.** Dans le but d'économiser les longueurs d'onde, il peut être utile de synchroniser plusieurs émissions sur la même longueur d'onde. Voir *stations synchronisées*.

— **Machine synchrone.** Machine à courants alternatifs dont la fréquence des forces électromotrices induites est dans un rapport constant avec la vitesse (C. E. I. 1934). Une machine électrique est dite *synchrone* quand la fréquence des courants qui la traversent est égale au produit de la vitesse angulaire de la machine, exprimée en nombre de tours par seconde, par le nombre de paires de pôles.

— **Moteur synchrone.** Voir *moteur*.

— **Réception synchrone.** On peut, dans une réception radiotéléphonique, augmenter l'amplitude de l'onde porteuse en utilisant un générateur local synchronisé sur sa fréquence. On a ainsi la possibilité de diminuer la puissance de l'onde porteuse à l'émission, tout en bénéficiant à la réception d'une audition de qualité supérieure (R. Mesny).

(Angl. *Synchronous*. — All. *Synchron, Gleichzeitig*.)

SYNCHRONISANT. Courant synchronisant. Courant qui tend à maintenir le synchronisme et la concordance des phases.

(Angl. *Synchronizing Current*. — All. *Synchronisierender Strom*.)

SYNCHRONISATION. Synchronisation d'une ou plusieurs stations de radiodiffusion. Pour assurer la syn-

chronisation ou quasi-synchronisation de deux ou plusieurs stations de radiodiffusion, on évalue la tolérance de synchronisation admise par la valeur minimum du rapport des champs nécessaire pour obtenir un service acceptable, ou parfait.

1) *Tolérance de synchronisation dans le cas de deux stations, transmettant le même programme avec un taux de modulation de 50 pour 100 en crête.*

Tolérance admise

<1p:s 1à2p:s 2à5p:s

Minimum du rapport des champs :

Service acceptable	2	3	5
Service parfait	3	5	10.

2) *Tolérance de synchronisation dans le cas de deux stations transmettant des programmes différents, limité à 30 p:s au plus.* La valeur minimum du rapport des champs est de 100 pour un service acceptable et de 200 pour un service excellent (brouillage à peine perceptible).

— **Synchronisation de deux générateurs couplés.** Voir *générateur, couplage*.

(Angl. *Synchronisation*. — All. *Synchronisierung*.)

SYNCHRONISÉ. Moteur asynchrone synchronisé. Voir *moteur*.

— **Stations synchronisées.** Se dit de deux ou plusieurs stations dont les émissions sont faites simultanément et rigoureusement sur la même fréquence. Il serait plus correct de dire *syntonisé*, mais le terme *synchronisé* a prévalu par assimilation des émetteurs aux machines électriques rotatives.

Ainsi les stations de Berlin II, Stettin, Magdebourg sont synchronisées à 0,1 p:s près au moyen d'une liaison par fil téléphonique. Les stations de Cologne, Aix-la-Chapelle et Munster sont synchronisées à 1 p : s près au moyen de quartz piézoélectriques individuels. Les stations britanniques de Scottish National et Bournemouth sont synchronisées à 0,2 p : s près au moyen d'un diapason individuel avec thermostat.

Lorsque les stations synchronisées transmettent le même programme, le rapport du champ de la station écoutée au champ de l'autre station (perturbatrice) est de 10 pour une tolérance de synchronisation de 5 à 20 p : s ; de 5 pour une tolérance de 1 à 5 p : s ; de 3 pour une tolérance inférieure à 1 p : s.

Lorsque les stations synchronisées transmettent des programmes différents, le même rapport est de 400 à 600 pour une tolérance de 20 à 100 p : s, et de 200 pour une tolérance inférieure à 20 p : s.

C. B. Aiken a montré que, en un point de réception, les angles représentant la différence de phase entre les deux ondes porteuses et la phase de l'onde porteuse par rapport aux ondes latérales d'une fréquence reçue, peuvent caractériser toute perte de temps subie par une émission par

rapport à l'autre dans les circuits et la propagation. Un retard de 200 μ s produit une distorsion sensible; mais un rapport de 0,5 entre les ondes porteuses évite toute distorsion due à un retard de 50 μ s. Les champs étant les mêmes au point de réception considéré, si les chemins de propagation des deux ondes diffèrent de 10 milles, la distorsion n'apparaît qu'accidentellement; elle devient normale si les chemins diffèrent de plus de 10 milles. Si les émetteurs synchronisés sont proches (40 km. au plus), il n'y a pas de distorsion dans la zone intermédiaire.

(Angl. *Synchronized*. — All. *Synchronisiert*.)

SYNCHRONISME. Identité de fréquence entre deux phénomènes périodiques (C. E. I., 1934). Voir *accord*.

— **Indicateur de synchronisme.** Synonyme de *synchronoscope*. Voir ce terme.

— **Machines en synchronisme.** Deux machines électriques sont en synchronisme lorsque les vitesses de pulsation de leurs forces électromotrices sont les mêmes.

En télégraphie et phototélégraphie : simultanéité nécessaire du mouvement des éléments rotatifs correspondants, que comporte un poste émetteur de signaux télégraphiques et le poste récepteur de ces signaux (C. E. I., 1934).

(Angl. *Synchronismus*. — All. *Synchronism*.)

SYNCHRONOSCOPE. Appareil servant à indiquer si deux phénomènes périodiques sont synchrones et donnant aussi l'ordre de grandeur et le sens de la différence entre les fréquences des deux phénomènes; en cas de synchronisme, il indique l'ordre de grandeur de leur différence de phase (C. E. I., 1934). Voir *indicateur d'accord*, *accord*.

(Angl. All. *Synchronoscop*.)

SYNTONIE. Égalité de fréquence des oscillations libres de deux circuits (C. E. I., 1934). Etat de deux systèmes susceptibles d'émettre des oscillations électriques ayant la même fréquence. Synonyme : *accord*. Voir ce terme.

(Angl. *Tuning*. — All. *Abstimmung*.)

SYNTONISATION. Opération consistant à rendre identiques les périodes propres d'oscillation de deux circuits. *Syntonisier* est synonyme de *accorder*.

— **Syntonisation automatique.** Voir *régulateur automatique d'accord*, *stabilisateur de fréquence*, *accord*.

(Angl. *Tuning*. — All. *Abstimmung*.)

SYNTONISER. Mettre deux circuits oscillants en état de *syntonie*.

(Angl. *To tune*. — All. *Abstimmen*.)

SYSTÈME. **Système Baudot.** Système de télégraphie multiple à synchronisme utilisant l'alphabet Baudot à cinq éléments et dans lequel la réception comporte une impression typographique (C. E. I., 1934).

— **Système Hughes.** Système de télégraphie simple, à synchronisme, dans lequel le signal n'est composé que d'une émission de sens et de durée invariables et est caractérisé par le moment de son apparition. L'émission se fait au moyen d'un clavier alphabétique et la réception comporte une impression typographique (C. E. I., 1934).

— **Système Leblanc.** Montage particulier permettant la transformation d'un système de tensions triphasées en un système de tensions diphasées ou inversement, au moyen d'un transformateur à trois noyaux (C. E. I., 1934).

— **Système Scott.** Ensemble de deux transformateurs monophasés permettant de transformer un système de tension triphasé en un système diphasé ou inversement (C. E. I., 1934).

— **Système Wheatstone.** Système de télégraphie comportant la transmission automatique de signaux Morse et leur réception sous forme conventionnelle (C. E. I., 1934).

— **Systèmes d'unités.** Voir *unité*. (Angl. *System*. — All. *Vorrichtung*.)

T

— **T. Antenne en T.** Forme d'antenne caractérisée par le fait que la descente d'antenne tombe verticalement du milieu de la nappe horizontale.

(Angl. « T » *Aerial*. — All. *T-förmige Antenne*.)

TACHYGRAPHE. Appareil destiné à enregistrer une vitesse (C. E. I., 1934).

TACHYMÈTRE. Appareil servant à mesurer la vitesse de rotation d'une machine et gradué généralement en tours par minute (C. E. I., 1934).

(Angl. *Tachymetre*. — All. *Schnelligkeitsmesser*.)

TAMBOUR. Enroulement en tambour. Voir *enroulement*.

TAMPON. **Batterie tampon.** Batterie d'accumulateurs placée en dérivation sur un réseau, dans le but d'atténuer les variations de régime qui pourraient se produire dans le fonctionnement des génératrices, par suite des variations de puissance demandée. (Comité électrotechnique français). Voir *batterie*, *accumulateur*.

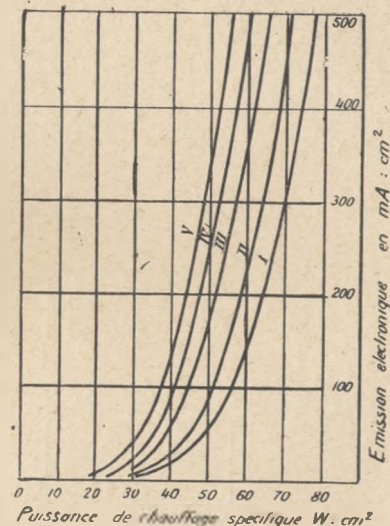
(Angl. *Balancing Battery*. — All. *Ausgleichsbatterie*.)

TANDEM. Nom donné parfois aux condensateurs variables jumelés. Voir *condensateur*.

TANGENTE. **Boussole des tangentes.** Voir *boussole*.

(Angl. *Tangent*. — All. *Berührungslinie*.)

TANTALE. Élément métallique d'un blanc d'argent, très ductile, masse atomique : Ta = 181. Utilisé comme le tungstène pour fabriquer les filaments



Variation de l'émission électronique en fonction du chauffage pour un filament de tungstène (I) et pour un filament de tantale à diverses époques de son vieillissement : II. Filament neuf. — III. Après 5 heures de chauffage. — IV. Après 90 heures. — V. Après 1.200 heures. (D'après H. Simon.)

des lampes, il possède une propriété de « vieillissement » singulière, en raison de laquelle son émission électronique s'accroît en fonction de la durée de chauffage dans des proportions considérables, pour une puissance de chauffage spécifique constante. Le tantale est également employé, conjugué au plomb, comme électrode dans les soupapes électrolytiques à eau acidulée. Voir *soupape*, *électrolytique*, *redresseur*, *émission*, *lampe*.

(Angl. *Tantale*. — All. *Tantalus*.)

TAUX. **Taux de modulation.** Voir *modulation*.

(Angl. *Rate*. — All. *Ratio*.)

TÉLÉAUTOGRAPHE. Appareil permettant à l'expéditeur d'exécuter un dessin ou d'écrire un texte au moyen d'un crayon solidaire de pièces articulées, et tel que la réception est assurée par un style solidaire de pièces articulées dont les mouvements reproduisent celui des pièces articulées du poste expéditeur (C. E. I., 1934). Voir *belinographe*.

TÉLÉAUTOGRAPHIE. Transmission à distance de l'écriture ou du dessin par l'intermédiaire de courants électriques. (Comité électrotechnique français). Voir *radio-photographie*, *phototélégraphie*.

(Angl. *Teleautography*. — All. *Teleautographie*.)

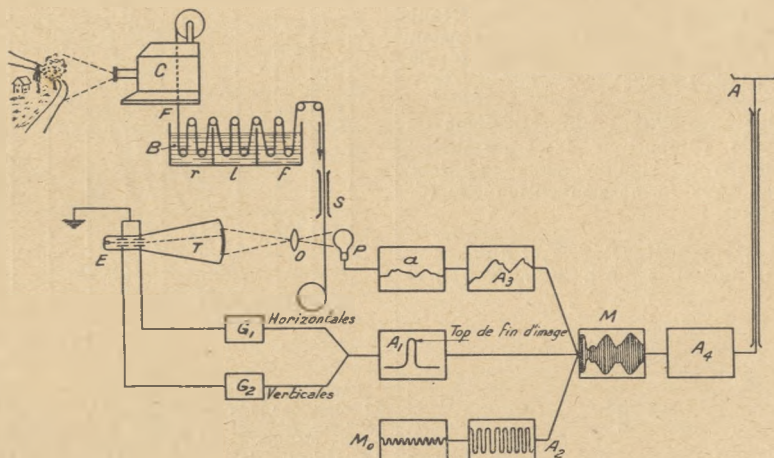
TÉLÉCINÉMATOGAPHE. Transmission radioélectrique des films cinématographiques. Le télécinématographe ne diffère de la télévision qu'en ce que l'objet à téléviser est remplacé par un film. L'objet est constitué par l'image du film éclairée par transparence. Le balayage est effectué par le spot d'un tube photocathodique. Le pinceau lumineux est capté par une cellule photoélectrique dont les modulations sont amplifiées par lampes.

Le balayage peut être effectué : 1° soit par mouvement uniforme du film et alors le spot lumineux trace une ligne perpendiculaire au déplacement du film, le tube cathodique n'ayant qu'une paire de plaques

l'avantage de permettre la conservation de documents.

Dans le procédé Loewe-Grammont, l'analyse est faite par disque de Nipkow à raison de 50 images de 240 lignes par seconde. En réalité, chaque image est produite par deux grilles de 240 lignes entrelacées et tout se passe comme si la fréquence d'image était de 25 par seconde. Le son est émis sur 45 mégahertz (6,67 m.) et l'image sur 43 mégahertz. La réception est faite sur antenne unique et l'oscillateur local produit deux battements de 450 kilohertz pour l'image et de 1.550 kilohertz pour le son. L'image de 18 cm. x 19 cm. apparaît en noir sur blanc sur le

taires terrestres, navales ou aériennes, d'un agent diplomatique ou consulaire d'un pays partie à la Convention radiotélégraphique internationale, ou du secrétaire général de la Société des Nations, ainsi que de tout télégramme constituant une réponse à un télégramme d'État. — **Télécommunication privée.** Télécommunication du public. L'ensemble des télécommunications privées forme la correspondance publique. — **Voie de télécommunication.** Liaison de télécommunication électrique, radioélectrique, visuelle, etc..., existant entre un appareil de transmission et un appareil de réception déterminés.



Émission par télécinématographe : C, caméra cinématographique; F, film; B, bain; r, révélateur; l, lavage; f, fixation; S, séchage; E, caméra électronique; T, tube cathodique; O, objectif; P, cellule photoélectrique; a, préamplificateur B F; A₁, amplification B F; G₁, G₂, oscillateurs de relaxation; A₁, amplificateur des signaux de synchronisation; MO, maître-oscillateur; A₂, amplificateur d'oscillations HF; M, modulateur; A₄, amplificateur de puissance; A, antenne.

auxquelles on applique un seul générateur d'oscillations de relaxation. 2° soit par mouvement discontinu, cas dans lequel le spot trace une bande lumineuse de mêmes dimensions que l'image à transmettre. On utilise alors un tube à deux paires de plaques perpendiculaires et un deuxième générateur d'oscillations. Le film se déplace par bonds, comme au cinéma, chaque image s'arrêtant devant l'objectif pendant 1/25 seconde. Le haut de l'image à transmettre doit être disposé vers le bas. Des signaux de synchronisation sont lancés à chaque fin de ligne et d'image.

À la réception, le processus est inverse. Le courant modulé est amplifié et détecté. Le filtre séparateur dirige la modulation d'image sur la grille modulatrice et les signaux de synchronisation sur les oscillateurs de relaxation du tube cathodique, qui reproduit l'image sur l'écran. Cette image peut à nouveau être filmée et projetée sur un écran.

L'emploi du télécinématographe en télévision correspond à celui de l'enregistrement phonographique, par disque du film, en radiophonie. Il est actuellement possible de développer en 7 secondes des bandes filmées. Comme on peut utiliser des films négatifs, la retransmission est quasi-instantanée. Le télécinéma offre en outre

fond du tube cathodique et est vue normalement à une distance de 2,50 m., même en plein jour.

(Angl. *Telecinema*. — All. *Fernkinema*.)

TÉLÉCOMMUNICATION. Toute communication télégraphique ou téléphonique de signes, signaux, écrits, images et sons de toute nature, par fil, radio ou autres systèmes ou procédés de signalisation électriques ou visuels (sémaphores) (Convention internationale des télécommunications de Madrid, 1932).

— **Service de télécommunication.** Ensemble des opérations de télécommunication entre administrations ou entreprises privées, bureaux ou stations relevant de gouvernements contractants différents.

— **Télécommunication de service.** Celle qui émane d'une administration de télécommunication de l'un des gouvernements contractants, ou du Bureau de l'Union télégraphique, ou d'une entreprise privée et qui est relative au service international de télécommunication. — **Télécommunication d'État.** Télécommunication qui émane d'un chef d'État, d'un ministre membre d'un gouvernement, d'un commandant en chef de forces mili-

Réseau général des voies de télécommunication. Ensemble des voies de télécommunication existantes ouvertes au service public, à l'exclusion des voies de radiocommunication du service mobile. (Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932). Voir *mobile*, *public*, *radiocommunication*, *conférence*, *convention*.

(Angl. *Télécommunication*. — All. *Fernverbindung*.)

TÉLÉDIAPHONIE. Diaphonie à la réception. Voir *diaphonie*.

(Angl. *Telediaphony*. — All. *Ferndiaphonie*.)

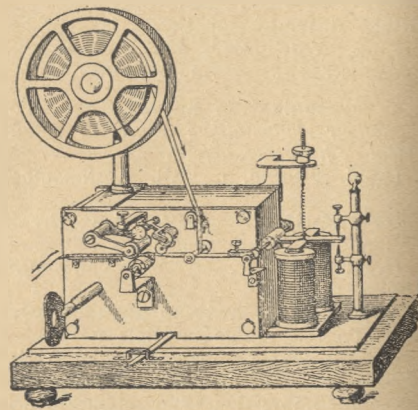
TÉLÉDIFFUSION. **Télédiffusion par fil.** Distribution des programmes des organismes de radiodiffusion directement de la sortie des amplificateurs aux écouteurs (Commission juridique de l'U. I. R. 1933). Synonyme de *radiodistribution*. Voir *certes*.

(Angl. *Telediffusion*. — All. *Fernausbreitung*.)

TÉLÉGRAPHE. **Télégraphe inscripteur.** Voir *inscripteur Morse* ou *imprimeur*.

(Angl. et All. *Telegraph*.)

TÉLÉGRAPHIE. Télécommunication par un système quelconque de signalisation télégraphique. Le mot *télégramme* vise aussi le *radiotélégramme*, sauf lorsque le texte exclut expressément une telle signi-



Télégraphe inscripteur à bande.

fication (Convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

— **Télégraphie diplex.** Système permettant d'utiliser une même ligne pour deux transmissions simultanées dans le même sens (C. E. I., 1934).

— **Télégraphie électrochimique.** Système télégraphique utilisant des phénomènes électrochimiques, par exemple la décomposition électrochimique d'un électrolyte dont est imprégnée une bande de papier pour l'enregistrement sur cette bande des courants reçus (C. E. I., 1934).

— **Télégraphie harmonique.** Voir *harmonique*.

— **Télégraphie infra-acoustique.** Voir *infra-acoustique*.

— **Télégraphie multiple.** Voir *multiple*.

— **Télégraphie quadruplex.** Voir *quadruplex*.

— **Télégraphie simple.** Système de télégraphie tel qu'un seul message à la fois puisse être émis ou reçu par un des postes reliés aux extrémités d'une même ligne (C. E. I., 1934).

— **Système de télégraphie.** Voir *système*.

(Angl. *Telegraphy*. — All. *Telegraphie*.)

TÉLÉGRAPHIQUE. Alphabet télégraphique. Voir *alphabet*, *code*, *Morse*. — Signal télégraphique. Voir *signal*.

(Angl. *Telegraphic*. — All. *Telegraphisch*.)

TÉLÉGRAPHONE. Appareil pour l'enregistrement magnétique sur bande d'acier des signaux télégraphiques ou téléphoniques, imaginé par Poulsen. Voir *enregistrement*.

(Angl. *Telegraphone*. — All. *Telephonon*.)

TÉLÉICONOGRAPHE. Appareil donnant au poste récepteur la reproduction géométriquement semblable du texte (manuscrit, imprimé, image, photographie) exposé devant l'organe explorateur de l'appareil émetteur (C. E. I., 1934). Voir *belinographe*, *transmission des images*, *phototélégraphie*, *téléiconographie*.

(Angl., All. *Teleiconograph*.)

TÉLÉICONOGRAPHIE. Procédé pour la transmission à distance d'un dessin, d'un texte ou d'une image. On dit aussi *phototélégraphie*, *téléautographie*, *belinographie*, *téléstéréographie*. Voir ces mots.

Les principes communs aux appareils téléiconographiques ont été définis par le Comité consultatif international des liaisons télégraphiques. Un pinceau de lumière explore successivement tous les éléments de l'image à transmettre. Les différences de tonalité lumineuse des points de l'image sont traduites par les modulations de courant imprimées par la cellule photoélectrique, éclairée, par exemple, au moyen des rayons réfléchis par l'image.

La réception est assurée par un pinceau lumineux modulé qui balaye la surface d'une feuille de papier photographique en synchronisme avec le pinceau explorateur du poste émetteur.

Pratiquement l'image est disposée sur un cylindre et explorée selon une hélice de pas très faible. Le nombre de pas de l'hélice par millimètre de longueur est appelé *finesse d'exploration*, *finesse de réseau* ou *finesse de trame*.

On emploie généralement une finesse de 5 1/3 lignes par millimètre pour les images du format 13 cm. × 18 cm. Pour les images de 18 cm. × 24 cm., on emploie des cylindres de plus grand diamètre. Bien entendu, les diamètres des cylindres et les pas des hélices doivent être dans le même rapport pour les appareils des différents types appelés à coopérer. On appelle *module de coopération* le produit du diamètre du cylindre en millimètres par la finesse de la trame en lignes par millimètre, produit qui doit avoir la même valeur pour les deux appareils.

Pour un cylindre de 66 mm. de diamètre et une finesse de trame de 5 1/3, le module de coopération est de 352.

(Angl. *Teleiconography*. — All. *Fernbildsendung*.)

TÉLÉMÉCANIQUE. Technique de la commande à distance d'effets mécaniques. Lorsque la longueur de la transmission à effectuer dépasse quelques kilomètres, on ne peut plus songer à utiliser, pour transmettre la commande, ni des moyens mécaniques, ni des fluides sous pression. La transmission électrique est commode et précise à de grandes distances, lorsqu'il est possible d'établir une ligne ou un câble. Sinon, on doit recourir à l'intermédiaire des ondes, particulièrement lorsque le poste d'émission, le poste de réception ou l'un et l'autre sont installés sur des engins mobiles qui ne sont pas solidaires. L'énergie transmise par les ondes est généralement si faible (en général moins de 1/100.000.000^e de l'énergie émise) en raison du rayonnement, qu'il est nécessaire d'amplifier avant d'actionner les relais de réception. Il est commode d'utiliser à cet effet des trains d'ondes entretenues modulées permettant le verrouillage des relais par résonance sur la fréquence des ondes, des modulations et des trains. En raison des relayages et verrouillages, la transmission subit un retard variant entre 0,1 et plus de 1 seconde.

Les premières recherches de télémechanique sans fil ont été faites par le professeur Edouard Branly qui a présenté ses résultats le 26 mars 1898 à l'Institut catholique, le 20 mars 1905 et le 26 juin 1905 à l'Académie des Sciences. La commande d'effets mécaniques successifs à distance sans fil de ligne était assurée par relais, avec récepteur en cage de Faraday.

Dès l'apparition des lampes triodes et l'utilisation des ondes entretenues, des essais concluants de transmissions télémechaniques furent entrepris de 1917 à 1919 sur une vedette à Toulon et sur

un avion à Étampes. La modulation était obtenue par diapason entretenu électriquement.

Le problème a été repris par M. Chauveau, qui est parvenu à faire commander radioélectriquement une vedette automobile par un opérateur installé à bord d'un avion, lequel peut s'éloigner jusqu'à 10 km. environ de la vedette. Cette embarcation est pourvue de deux moteurs d'aviation de 200 ch. chacun, qui propulsent la vedette à 70 km. : h. avec une charge utile de 800 kg. L'opérateur dispose des commandes : en avant (démarrage), à droite, à gauche, plus vite, moins vite, arrêt et allumage d'un fanal de repérage, plus une autre commande disponible (système S. F. R.).

Le poste émetteur de l'avion, alimenté par une génératrice mue par moulinet à vitesse constante, transmet sur 300 à 500 m de longueur d'onde des signaux modulés à 30.000 p.s. Le manipulateur est du type des cadrans d'appel de téléphonie automatique.

Le récepteur comprend les circuits d'accord, trois étages d'amplification à haute fréquence, une détectrice et un récepteur de l'onde de modulation, puis trois étages d'amplification à moyenne fréquence et détection, le tout monté en coffrets métalliques pour éviter les réactions des parasites locaux et des circuits.

Chaque commande se fait en deux temps : préparation et exécution. Par exemple, pour commander la manœuvre « plus vite », on émet un train préparatoire de 4 *points* de 0,1 s. séparés par des intervalles de même durée. L'exécution est ensuite déclenchée par l'émission d'un *point* et arrêtée par l'émission d'un second *point*. Ensuite, les organes sont ramenés au repos par l'émission d'un *trait* de 0,3 s. environ. La sélection et l'exécution des signaux sont assurées à la réception, après amplification, par un commutateur électromagnétique automatique.

L'intérêt de ce procédé réside en ce que l'émission, intermittente et très brève, ne risque guère d'être brouillée, ce qui assure la sécurité de la commande.

(Angl. *Telemechanics*. — All. *Fernmechanik*.)

TÉLÉPHONE. Le téléphone ou récepteur téléphonique est un appareil électro-acoustique, actionné par l'énergie électrique qu'il reçoit et fournissant de l'énergie mécanique à un système acoustique, la forme d'onde étant la même dans le circuit électrique et dans le système acoustique. Système employé pour transmettre la parole d'un point à un autre au moyen d'un courant électrique *modulé*. Le système téléphonique avec fil comporte essentiellement un *microphone* qui transforme les vibrations sonores en vibrations électriques, une pile qui fournit le courant, une ligne qui le transmet et un *récepteur téléphonique* qui transforme en vibrations sonores les modulations du courant. — On nomme généralement *téléphone* le récepteur téléphonique proprement dit, c'est-à-dire l'appareil qui transforme en

sons audibles les vibrations électriques du courant téléphonique. Le moteur magnétique du téléphone comporte un aimant permanent, sur lequel sont enroulées des bobines en fil très fin parcourues par le courant téléphonique. La membrane magnétique et, le cas échéant, l'armature magnétique commandant la membrane magnétique ou non, se mettent

bon de shunter le téléphone par un condensateur fixe de quelques millièmes de microfarad.

— **Téléphone shunté.** Appareil pour la mesure de l'audibilité, dénommé aussi *audimètre*. Voir ce mot.

— **Téléphone à haute fréquence.** Des téléphones électrodynamométriques,

et à la reproduction des sons au moyen du téléphone électrique.

— **Amplificateur téléphonique.** Amplificateur de courant téléphonique, c'est-à-dire de courant à fréquence musicale. On dit aussi *amplificateur à basse fréquence*, expression peu précise qui n'indique pas sur quelle gamme de fréquences s'opère l'amplification, ni même si elle n'est pas réduite à une fréquence unique, comme c'est le cas en télégraphie (fréquence musicale des trains d'ondes amorties ou de la note de battements des ondes entretenues). Voir *amplificateur, audio-fréquence, lampe, puissance, symétrique, condensateur téléphonique*.

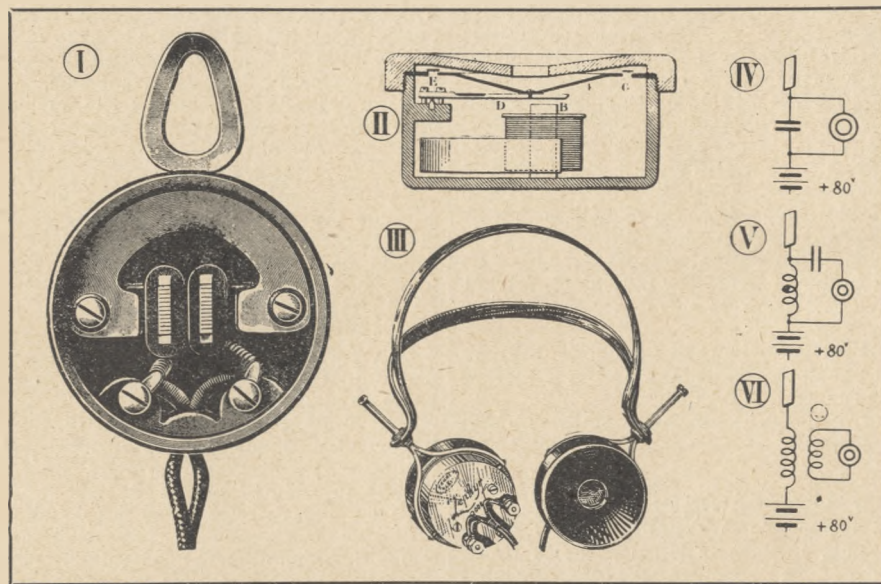
— **Condensateur téléphonique.** Condensateur fixe au mica, d'environ 2 à 10 millièmes de microfarad, placé en dérivation aux bornes de l'appareil récepteur reliées au téléphone ou au haut-parleur de façon à filtrer les courants de haute fréquence qui peuvent encore subsister après détection et amplification, et même à filtrer les harmoniques supérieures de la musique ou de la parole, afin de rendre le son plus agréable.

— **Courant téléphonique.** Courant continu ou alternatif, *modulé* à une fréquence musicale qui lui permet de reproduire la voix ou la musique dans le téléphone ou le haut-parleur. On dit aussi courant de *basse fréquence*. Voir ce mot.

— **Récepteur téléphonique.** Appareil transformant les oscillations d'un courant électrique en oscillations acoustiques (C. E. I., 1934). Synonyme *téléphone*. Voir ce mot.

— **Transformateur téléphonique.** Transformateur utilisé parfois pour transmettre au téléphone (ou récepteur téléphonique), le courant qui sort de l'amplificateur à basse fréquence. Le primaire de ce transformateur est intercalé entre la plaque et le filament de la dernière lampe de l'amplificateur, le secondaire est directement branché sur le téléphone. L'intérêt de ce transformateur est double : il permet de ne transmettre au téléphone qu'un courant débarrassé de sa composante continue, souvent gênante et qui peut démagnétiser l'aimant permanent du téléphone, si elle circule dans le mauvais sens; en outre, le transformateur permet d'employer des téléphones de faible résistance ohmique, qui sont moins fragiles. Néanmoins, en raison du prix de revient, les transformateurs téléphoniques sont à peu près abandonnés dans la construction des postes récepteurs de radiophonie.

— **Transmetteur téléphonique.** Organe ou ensemble d'appareils servant à convertir les vibrations sonores en vibrations électriques ou en ondes électriques modulées. Dans le téléphone avec fil, le transmetteur téléphonique n'est autre que le *microphone*. En radiophonie le transmetteur comporte en outre les amplificateurs microphoniques, les lampes modulatrices oscillatrices et les valves d'alimentation.



Récepteurs téléphoniques : I. Détail du circuit magnétique sous la plaque d'un écouteur (Pival). — II. Coupe d'un écouteur Brown à ancre vibrante. — III. Casque léger à deux écouteurs (« Zéphir » Brunet). — IV, V, VI. Montages du téléphone avec condensateur téléphonique, bobine de choc et transformateur.

à vibrer à la fréquence du courant téléphonique, en raison des attractions et des répulsions qui leur sont communiquées par le moteur. Dans les *téléphones réglables*, l'équipement, constitué par l'aimant et les bobines, peut être rapproché à volonté de la membrane ou de l'armature magnétique.

On estime qu'un téléphone fonctionne bien, pour une oreille normale, lorsqu'il reçoit un courant de 1 microampère, correspondant à une puissance d'environ 10^{-8} watt. Avec les détecteurs à cristal, on emploie des téléphones peu résistants, de 100 à 500 ohms, à la rigueur de 1.500 ohms. Les lampes, au contraire, dont la résistance intérieure est élevée (10.000 à 30.000 ohms environ), exigent des téléphones plus résistants, de 2.000 à 4.000 ohms. En général, les téléphones sont montés par deux en série dans les *casques téléphoniques*. Plusieurs de ces casques peuvent être montés en série dans le circuit filament-plaque d'une même lampe. Pour éviter la désaimantation des écouteurs, il importe de veiller à ce que le courant moyen de plaque circule dans un sens tel qu'il tende à renforcer l'aimantation. On peut éviter les effets du courant de plaque en intercalant un transformateur à basse fréquence entre le circuit de plaque et le téléphone, ou bien en dérivant le courant continu dans une bobine à noyau de fer. En outre, il est

actionnés directement sans détection par les courants de haute fréquence modulés, ont été proposés par M. Maurice Leblanc et M. Marius Latour. Ces téléphones comportent deux bobines en série réagissant l'une sur l'autre, l'une est fixe et l'autre fait vibrer la membrane. Dans la réception à l'hétérodyne, on peut imaginer que l'une des bobines du téléphone est parcourue par l'oscillation locale, l'autre par l'oscillation reçue. L'effet électrodynamique est produit par les battements sans détection préalable. Cet effet dépend principalement de l'amplitude du courant moyen, laquelle, grâce à l'hétérodyne, peut être choisie aussi grande que possible.

Voir *casque haut-parleur, diffuseur, récepteur*.

(Angl. *Telephone Receiver, Phone*. — All. *Fernsprecher, Hörer*.)

TÉLÉPHONIE. Télécommunication par un système quelconque de signalisation téléphonique (convention internationale des télécommunications, Madrid, 1932).

— **Téléphonie sans fil.** Voir *radiophonie* et *radiodiffusion*.

(Angl. *Telephony*. — All. *Telephonie*.)

TÉLÉPHONIQUE. Qui se rapporte au téléphone, à la transmission

(Angl. *Telephonic*. — All. *Telephonisch*.)

TÉLÉPHONOMÉTRIE. Technique des transmissions électroacoustiques, plus particulièrement des transmissions téléphoniques. Les grandeurs ou qualités téléphonométriques sont principalement : la *force*, qui assure un « volume de son » suffisant; l'*intelligibilité* qui permet de distinguer et de reconnaître les diverses composantes de la parole; l'*efficacité* ou aptitude des appareils téléphoniques à transformer en oscillations électriques les vibrations mécaniques ou inversement; la *netteté* ou qualité de ces transformations. Voir en particulier chacun de ces termes.

Le *niveau* des tensions électriques le long d'un circuit téléphonique est exprimé en *décibels* ou en *décinépers*. L'*affaiblissement* qui se produit progressivement le long de la ligne est combattu par les relais amplificateurs.

L'efficacité d'un microphone est exprimée en volts par barye. Celle d'un récepteur en baryes par volt.

Pour la mesure de la *netteté* et de l'*intelligibilité*, un code phonétique de *logatomes* a été établi. Voir *logatome*.

Les mesures téléphonométriques sont réglementées par le système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique (S.F.E.R.T.), qui prévoit pour les mesures l'emploi du *thermophone* en chambre close. Pour le système émetteur, on utilise le microphone à condensateur.

(Angl. *Telephonometry*. — All. *Fernsprechmessung*.)

TÉLÉPHONOMÉTRIQUE. Qui se rapporte à la téléphonométrie.

(Angl. *Telephonometric*. — All. *Telephonometrisch*.)

TÉLÉPHOTOGRAPHIE. Voir *phototélégraphie*.

TÉLÉPROGRAMME. Synonyme de *radiodistribution*. Voir ce mot.

(Angl. *Teleprogram*. — All. *Fernprogramm*.)

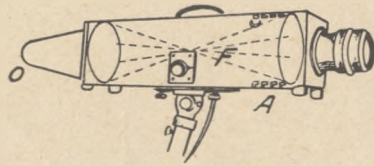
TÉLÉRUPTEUR. Dispositif de commande à distance d'un interrupteur. Ce dispositif est souvent utilisé pour commander la marche ou l'arrêt d'un récepteur à batteries ou pour recharger les accumulateurs en dehors des heures d'écoute.

(Angl. *Telebreaking*. — All. *Fernbrecher*.)

TÉLESCOPE. **Télescope électronique.** Appareil électronique permettant d'obtenir l'agrandissement de l'image projetée sur sa cathode. Le principe du télescope électronique de Zworykin est analogue à celui du *microscope électronique*. Voir ci-dessus *microscope* et *optique électronique*. L'amplification varie de 0,5 à 3. L'image, qui apparaît sur un écran fluorescent, peut être produite par des rayons invisibles, infra-rouges ou ultraviolets.

Le microscope se compose d'un tube à vide en verre portant à une extrémité la cathode photoélectrique semi-trans-

parente sur laquelle on projette l'image de l'objet à examiner au moyen d'un système optique. La cathode est une couche



Télescope électronique : O, objectif; F, flux électronique; A, anneaux polarisés concentrant le flux électronique; L, lentille.

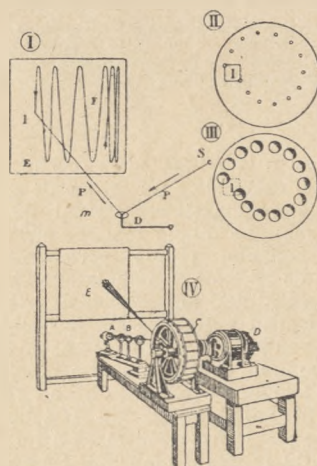
semi-translucide d'argent et d'oxyde de césium sur platine, qui sert de support conducteur. Voir *optique électronique*, *microscopie*, *multiplicateur d'électrons*.

(Angl. *Telescope*. — All. *Fernrohr*.)

TÉLESTÉRÉOGRAPHIE. Transmission des images. Synonyme de *téléautographie*, *téléphotographie*, *téléiconographie*, *bélinographie*. Voir ces mots.

(Angl. *Telestereography*. — All. *Telestereographie*.)

TÉLÉVISION. Transmission à distance, pratiquement instantanée, des images animées. Et plus particulièrement *radiovision*. Procédé qui rend visibles les images à distance par un système de signaux élémentaires transmis à l'aide d'ondes électromagnétiques (C.E.I., 1934). La *télévision* se distingue de la *transmission des images* par voie radioélectrique en ce que les images se succèdent en un temps inférieur à celui de la persistance de l'impression rétinienne, et du *télécinéma* en ce que la



Les premiers systèmes de télévision : I. Système de Maurice Leblanc : S, source lumineuse; P, pinceau lumineux; I, image sur l'écran E, décrivant la figure de Lissajous F; m, miroir porté par le diapason D animé de deux mouvements harmoniques à angle droit. — II. Disque de Nipkow, percé de trous en spirale dont la distance est celle du côté de l'image I. — III. Disque de Brillouin portant des lentilles au lieu de trous. — IV. Système Alexanderson : A, sources lumineuses; B, système de lentilles; C, tambour à miroirs de Lazare Weiller; D, moteur d'entraînement; E, écran sur lequel se projette le faisceau à 7 pin-

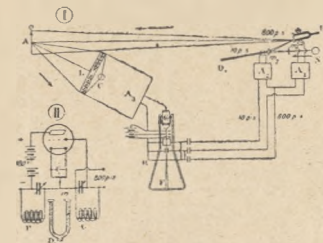
réception est pratiquement concomitante à la prise de vue.

Le problème de la télévision n'a pu être pris sérieusement en considération qu'à la suite des expériences de Bain (1848), Blakewell (1851) et May, qui découvrit en 1873 la photosensibilité du sélénium. La plupart des solutions possibles sont demeurées théoriques jusqu'à la découverte de l'amplificateur à lampes électroniques, sensible et sans inertie.

On classe les procédés de télévision en deux catégories, suivant que les tonalités élémentaires constituant l'image sont transmises *simultanément* ou *successivement*. Ces procédés peuvent être soit mécaniques, soit mécaniques et statiques, soit purement statiques.

Les procédés de transmission simultanée, parfois très ingénieux comme ceux de Carey (1875), Lux (1906), Fournier d'Albe (1924) et Sardina (1924), sont restés pratiquement inapplicables en raison de la complexité de l'analyseur, du système de transmission et du résonateur.

Tous les procédés pratiquement réalisables reposent sur la durée de persis-

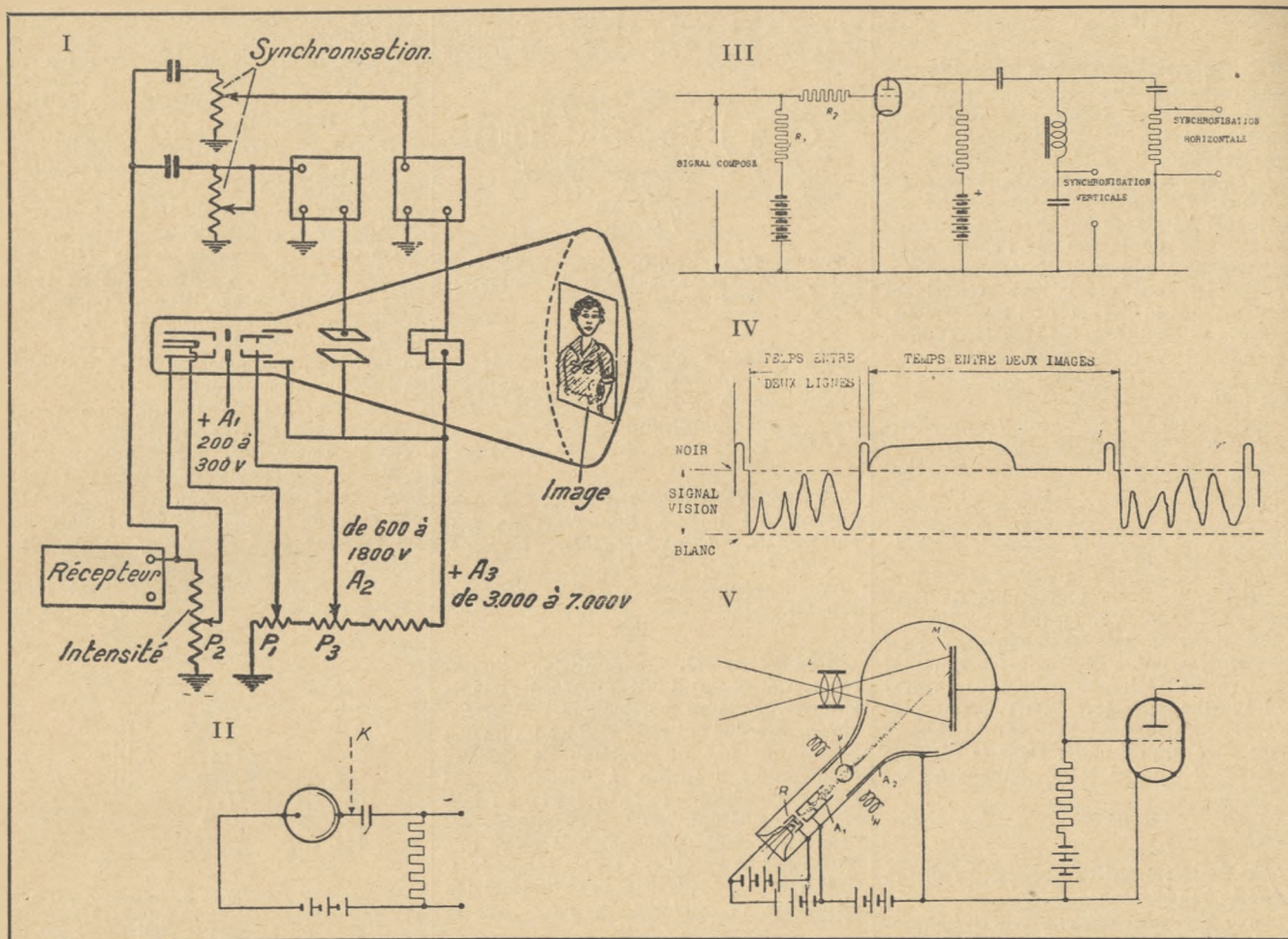


Téléphote de Dauvillier : I. Ensemble des systèmes émetteur et récepteur : S, source lumineuse; m₁ et m₂, miroirs portés respectivement par les diapasons D₁ à 800 p. s. et D₂ à 10 p. s.; A₁ et A₂, systèmes à triodes pour l'entretien des oscillations; A₃, objet éclairé en lumière analysée par les miroirs; L, condensateur optique de 30 centimètres d'ouverture; C, cellule photoélectrique; A₄, amplificateur à triodes; R, oscillographe cathodique; F, écran fluorescent. — II. Détail de l'appareil A₁, pour l'entretien du diapason D₁.

tance des impressions rétinienne et sur la transmission successive, en moins de 0,1 s. de toutes les tonalités des points constituant l'image. Bien entendu, le poste émetteur et le poste récepteur doivent être pourvus, le premier d'un analyseur, le second d'un synthétiseur fonctionnant synchroniquement et en phase, et utilisant une source de lumière sans inertie. L'analyse est faite suivant une trajectoire appropriée (spirale, droites en zigzag, sinusoïde), en dirigeant le faisceau lumineux au moyen d'un diaphragme mobile, ou bien en mobilisant l'image.

On distingue deux fréquences : le nombre d'images complètes reproduites par seconde et le nombre de mouvements élémentaires suivant lesquels l'image est explorée. Le courant photoélectrique correspondant est intermittent ou modulé à une fréquence égale au produit de la première par le carré de la seconde.

L'étude des procédés purement mécaniques de télévision ne présente plus guère



Télévision : I. Schéma de principe de la réception de télévision à l'oscilloscope cathodique. — II. Schéma de principe d'un élément d'icône. Le rayon électronique explorateur est représenté par K. — Schéma d'un filtre d'amplitude de fréquence. — IV. Forme d'un signal de télévision avec impulsions de ligne et d'image qui reposent sur la différence de durée. La figure représente la fin d'un signal et le commencement du signal suivant. — V. Schéma de principe de l'icône : M. plaque-mosaïque. V et H. bobines de déflection verticale et horizontale.

qu'un intérêt rétrospectif en raison de l'inertie des pièces en mouvement. Parmi le très grand nombre de méthodes suggérées, il y a lieu cependant de retenir certains principes fertiles.

En 1880, Maurice Leblanc a proposé d'analyser et de synthétiser l'image selon une loi doublement harmonique au moyen de figures de Lissajous décrites par un spot lumineux projeté par des miroirs solidaires de deux diapasons entretenus, le premier vibrant par exemple à 500 p : s, le second à 10 p : s. Dans ces conditions, l'image, analysée par 50 lignes à peu près jointives, se reproduit 20 fois par seconde et figure un carré lumineux.

En 1884, Nipkow proposa d'utiliser un diaphragme circulaire percé de trous également espacés sur une spirale, la distance de deux trous consécutifs étant égale à celle du côté de l'image supposée carrée. La distance des trous au centre du disque variant d'un trou à l'autre d'une quantité égale à leur diamètre. Une image de 3 cm × 3 cm, analysée selon

50 lignes à la fréquence de 10 images par seconde, exige alors un disque de 60 centimètres de diamètre, portant 50 trous de 0,6 mm. Le disque tourne à 600 t : mn.

M. Brillouin (1891) perfectionna le disque de Nipkow en remplaçant les trous par des lentilles, qui améliorent beaucoup le rendement optique. Dans le « telehor », Denes von Mihaly utilise comme analyseur de 60 mm. un équipement, oscillographique.

Le « télévisior » de Baird utilise un disque de Brillouin. L'inertie du sélénium est rompue par le fractionnement à fréquence élevée du faisceau lumineux. Le synchronisme du fonctionnement à l'émission et à la réception est assuré au moyen de moteurs synchrones. Le télévisior de 1923 comportait un disque à 2 spirales de 8 lentilles tournant à 300 t : mn. L'interrupteur de lumière tournait à 4.000 t : mn. Les 8 lignes découpées dans l'image étaient subdivisées en 50 éléments par un second disque perforé en spirale. L'analyse comportait 400 points. Le courant photoélectrique était amplifié par 3 étages d'am-

plification à transformateurs. Avec une lampe de 2.000 bougies, Baird put reproduire des ombres mobiles. En 1926, utilisant l'éclairage punctiforme d'Ekström, Baird put reproduire grossièrement le visage humain au moyen 12,5 images de 28 lignes par seconde donnant 1 000 points environ. L'expérience a pu être faite dans l'obscurité, au moyen de la lumière infrarouge. En 1929, il concluait avec la B.B.C. un accord pour un service régulier de télévision.

Vers la même époque, C. F. Jenkins, à Washington, utilisait un appareil analogue, pourvu d'un analyseur à prismes d'angle variable, dont les disques sont synchronisés par des diapasons. L'exploration est faite suivant des cercles concentriques. La lumière est modulée par une cellule de Kerr (voir phototélégraphie).

Karolus a transformé son système de radiophotographie pour l'appliquer à la télévision, en remplaçant les disques de Nipkow par des tambours à miroirs de

Weiller. Grâce à la synchronisation des tambours à plus de 1 cent-millième, les 250.000 éléments d'une image de 10 cm × 10 cm peuvent être transmis en 20 secondes sur une onde de 850 mètres, à la fréquence de 12.500 p : s.

Alexanderson divisait l'image en 25.000 points analysés au moyen d'un tambour de Weiller portant 24 miroirs qui donnent 24 filets parallèles. La source lumineuse comprend 7 points disposés en étoile, dont la juxtaposition donne $24 \times 7 = 168$ traits. La fréquence de la modulation est ainsi ramenée de 300.000 à 43.000 p : s. Les 7 ondes porteuses correspondant aux sources lumineuses peuvent être réparties sur 700 kilocycles par seconde. On gagne ainsi en intensité lumineuse et la vitesse de rotation du tambour peut être réduite à $1/7^e$. A chaque faisceau et à chaque onde correspond une cellule photoélectrique.

Ces divers procédés, reposant sur l'analyse mécanique à basse définition, c'est-à-dire à petit nombre de lignes, donnaient des images lumineuses, mais assez grossières et d'un réglage souvent difficile.

Un progrès considérable fut introduit dans la réception par l'emploi de l'oscillographe à rayons cathodiques, déjà proposé par Dieckmann et Glage en 1906, et par Boris Rosing en 1907, puis utilisé par Nicolson (1917), Valensi (1922), Dauvillier (1923), Defrance et Cahen (1933), Barthélemy et nombre d'autres.

Un précurseur de ce procédé fut Campbell-Swinton qui, en 1911, proposait un analyseur statique composé d'un grand nombre de cellules remplies d'un métal alcalin

avec exploration et synthèse par faisceau cathodique. L'inconvénient est la résistance apparente du faisceau, très grande comparativement à la variation de résistance de la cellule. D'autre part, cette méthode ne permet pas de recourir à l'éclairage punctiforme d'Ekström, ce qui en diminue la sensibilité.

Passons maintenant rapidement en revue les progrès accomplis en France au cours de ces dernières années. Nous trouvons tout d'abord les procédés mécaniques d'analyse et de synthèse, puis la synthèse est opérée par oscillographe cathodique.

Le « téléphoto » de Dauvillier comportait un analyseur du type Leblanc, à 2 diapasons, l'un à 800 p : s, l'autre à 10 p : s, entretenus sans contact au moyen de triodes et portant en bout des miroirs plans en bronze de 3 centimètres de diamètre. L'entretien du second diapason nécessite un amplificateur à 5 étages. Lorsque le sujet peut être éclairé artificiellement, il est avantageux d'employer le système d'Ekström.

Dès 1925, le « téléphoto » permettait la transmission de points lumineux; l'année suivante, il transmet l'image d'une lampe à vapeur de mercure. Ensuite, l'appareil put reproduire le visage humain très éclairé. Les résultats obtenus dépendent essentiellement de la stabilité des éléments, notamment de la cellule photoélectrique (rubidium), de l'amplificateur et de l'oscillographe cathodique. Le même appareil, dans lequel les rayons X sont substitués aux rayons lumineux (*radio-photo*), permet d'effectuer en radiologie des recherches du plus haut intérêt.

En 1924, Barthélemy créa un système d'analyse original, avec deux disques à fentes perpendiculaires.

En 1928, il conçut une méthode originale de synchronisation par entraînement d'un oscillateur local à la limite d'entretien pour appareil électromécanique, utilisant un « top » bref qu'il appliqua à la commande d'un tube à gaz à relaxation.

Le premier appareil français pratique de réception, réalisé par Barthélemy en 1929 et 1930, comportait une lampe cratère au néon donnant, même en salle éclairée, une projection de 40 cm × 30 cm sur verre dépoli.

Les premières émissions régulières de Paris P.T.T. furent organisées en 1932 avec les procédés Barthélemy, réalisés par la compagnie des compteurs. De 1933 à 1935 les caméras de prise de vue directe donnèrent une analyse de plus en plus fine : 30, 60, 90, 180 lignes.

Vers la même époque, en 1931-1932, Marc Chauvierre étudia les premiers appareils d'amateur, avec moteur asynchrone synchronisé et disque à lentilles. Son « visiodyne 1936 » comporte seulement 8 lampes et un tube cathodique de 95 mm de diamètre. Puis, en 1933-1934, il mit au point des caméras d'émission, à éclairage direct et indirect, avec contrôle immédiat de l'image télévisée.

Defrance organisa des transmissions à 38 lignes sur l'onde de 220 m en 1931 et 1932, au Havre et à Radio-Normandie, puis à 60 lignes à Radio-Toulouse en 1932, qui furent captées à 800 km, au Havre.

La collaboration Defrance-Cahen com-

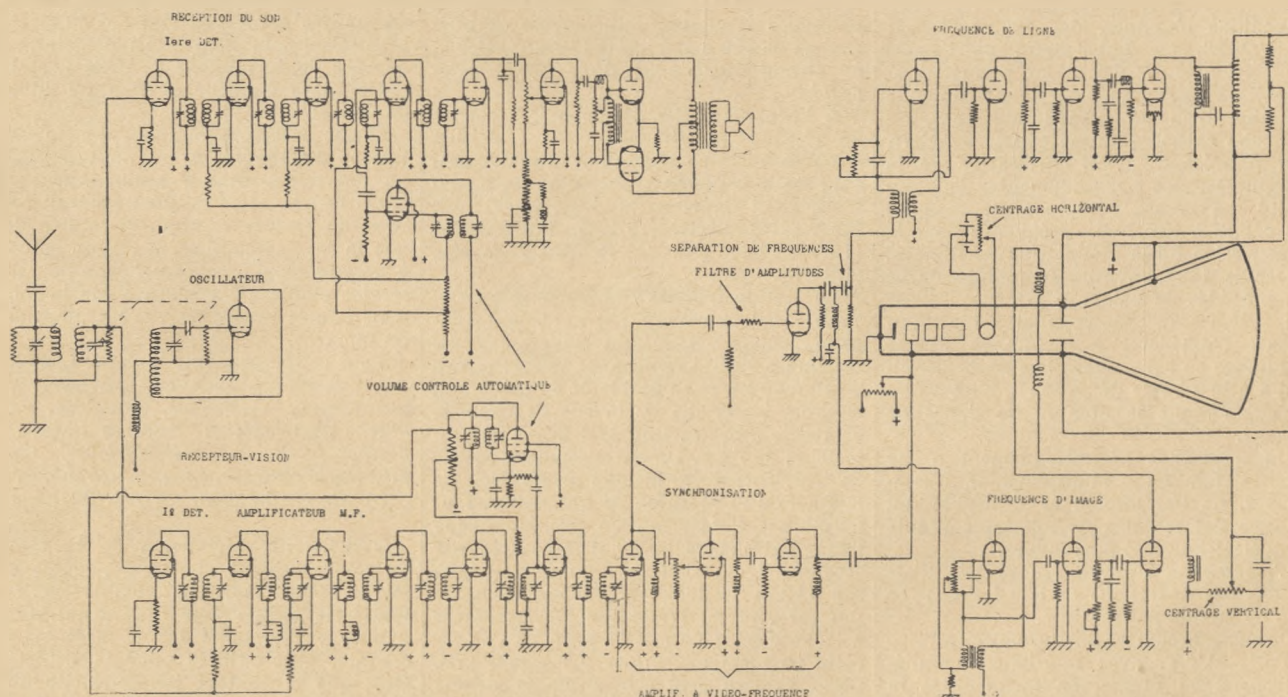


Schéma d'un récepteur de télévision complet à oscillographe cathodique.

mence avec la réception cathodique et celle par cellule de Keer, en télévision directe sur 60 lignes et en télécinéma sur 90 lignes, sur 175 m de longueur d'onde.

L'analyse est poussée à 120 lignes en juillet 1933 puis à 180 et 240 lignes en 1935, avec oscillographe de 30 cm de diamètre. La transmission est assurée sur ondes courtes et très courtes, la réception par tube cathodique avec superhétérodyne spécial.

En avril 1935, le système Defrance et Cahen à 180 lignes est prêt à être expérimenté sur l'émetteur de 500 watts de Paris P.T.T. De mai à novembre 1935 ces auteurs mettent au point un analyseur à 180 lignes et 25 images par seconde, explorant en vision directe et avec éclairage indirect de 1 kw une scène de 2 m × 2 m.

L'intérêt du système est la réduction de l'intensité lumineuse, l'emploi combiné de cellules photoélectriques de sensibilités diverses, l'observation par l'artiste de l'écran téléviseur.

En mai 1936, une liaison de télévision système Defrance-Cahen est assurée entre les cuirassés *Bretagne* et *Provence* sur ondes très courtes (10 m.) avec 120 lignes et 25 images par seconde.

Puis les auteurs réalisent un analyseur de télécinéma, purement électronique dont la finesse peut varier de 180 à 405 lignes, sans modification d'appareillage et avec synchronisation statique. L'image de 21 cm × 24 cm est reçue, noir sur blanc, sur tube cathodique à vide poussé.

Dans le courant de 1937, un transmetteur de ce type est installé au Ministère des P.T.T., un autre sur camion automobile.

Signalons aussi les réceptions avec tube cathodique obtenues, dès 1922-1923 par G. Valensi, au Laboratoire de l'Ecole Supérieure des P.T.T. Pour permettre la projection sur l'écran, cet auteur commande par thyatron un tube luminescent, ou par tube cathodique une cellule de Kerr.

Il a préconisé aussi l'utilisation de la phosphorescence pour augmenter la luminosité des écrans récepteurs et l'emploi des câbles à très haute fréquence pour la transmission de la modulation de l'image.

Depuis 1934 environ, le remplacement des procédés de balayage mécaniques par des systèmes électriques moins inertes a permis d'améliorer beaucoup la finesse de l'image en substituant la « haute définition » à la « basse définition », c'est-à-dire en augmentant le nombre de lignes de l'image.

Un important perfectionnement a été apporté par le « multiplicateur d'électrons », de Farnsworth et Zworykin qui amplifie des millions de fois les courants photoélectriques les plus faibles.

L'iconoscope Zworykin a permis d'atteindre des définitions de 350 lignes avec 30 à 60 images par seconde.

De même la caméra Barthélemy en service à Paris P.T.T. avec multiplicateur d'électrons à 11 étages, en augmentant la finesse de l'analyse, améliore dans la proportion de 160 à 1 le rapport du signal au bruit de fond. On peut employer un disque

à trous plus fins et réduire de 5 à 1 l'éclairage du studio. Ainsi, on élargit la bande de fréquences transmises, et accroît le nombre de lignes, qui atteint 240.

Le phénomène du scintillement peut être réduit par l'augmentation de la fréquence des images (50 par seconde) ou encore au moyen du balayage par lignes entrelacées. M. Barthélemy utilise un système très ingénieux de retour de lignes, consistant à produire un décalage progressif des six premières et des six dernières lignes de l'image, pour produire l'entrelacement des deux demi-images.

Ce procédé a été appliqué à un télécinéma de 240 lignes, 50 images par seconde, et à une caméra électronique à 440 lignes entrelacées.

M. Barthélemy a même utilisé un oscillographe de 50 cm de diamètre dont les images peuvent être vues simultanément par 300 spectateurs environ.

Signalons deux applications particulières de la télévision : la *visiotéléphonie*, et le *télécinéma*. La visiotéléphonie, qui a fonctionné il y a quelques années en France entre un grand magasin parisien et ses succursales de province, permet aux deux correspondants téléphoniques de se voir pendant la conversation. Pour ne pas gêner la réception de l'image, la prise de vue de chacun des interlocuteurs est faite par rayons infra-rouges invisibles (lumière « noire »). La liaison visiotéléphonique fonctionne normalement entre Berlin et Leipzig depuis août 1936. Voir *visiotéléphonie*.

Le télécinéma est appelé à rendre des services analogues à ceux de l'enregistrement phonographique. Il permet les reportages, les sélections, les photomontages. Citons à ce sujet les démonstrations publiques d'analyse électronique en télécinéma de 200 à 400 lignes Defrance-Cahen au Grand-Palais 1936. Voir *télécinématographe*.

A l'heure actuelle, le globe se recouvre de réseaux expérimentaux de télévision à ondes ultra-courtes (5 à 8 m) Vingt-cinq stations fonctionnent déjà aux Etats-Unis, dont Camden (30 kw), New York (12 kw), Bellmore (15 kw), Philadelphie (4 kw), Philco (1,5 kw) et West Lafayette (1,5 kw).

La station à ondes courtes (8 m.) de la Tour Eiffel, construite par la Société française radioélectrique, est ouverte depuis novembre 1935; sa puissance va être portée de 10 à 20 kw et sa portée de 50 à 100 km. environ. Le studio de la rue de Grenelle comporte 8 projecteurs de 5 kw et 22 projecteurs de 1 kw. Un autre studio moderne de télévision a été installé au pavillon de la Radio à l'exposition de Paris 1937. L'analyse est faite selon un procédé à 455 lignes entrelacées et 50 demi-images par seconde. L'émission de l'image est faite sur 6,52 m de longueur d'onde; celle du son sur 7,14 m. L'adoption de la caméra à iconoscope a permis la prise de vue directe en plein air, même par temps gris. Cette caméra peut être déplacée dehors sur un pied portatif. Elle est reliée aux amplificateurs de modulation par un câble coaxial souple de 5 cm. de diamètre environ.

En Grande-Bretagne, les systèmes Baird et Marconi se partagent les émissions de l'Alexandra Palace.

En Allemagne, les essais ont été faits à 1,142 m d'altitude, au sommet du Brocken, dans le Hartz, sur lequel on construit à cet effet un poste surmonté d'une tour de 52 m. Une autre station de 56 m sera bâtie sur le Feldberg, dans le Taunus. Leur portée sera de 100 km.

Ajoutons que des essais se poursuivent en Italie, où l'on projette d'établir des stations de 15 kw à Rome, Milan et Turin; en Afrique du Sud, en Autriche, en Hongrie, au Japon, en Norvège, aux Pays-Bas, en Pologne, en Roumanie, en Suède, en Tchécoslovaquie, en U.R.S.S.

Un centre international de télévision a été créé en 1935.

Il est incontestable que la télévision est actuellement une réalité scientifique, mais il ne s'ensuit pas encore forcément qu'elle soit une réalité industrielle. La télévision est « en route », mais, commercialement elle n'est pas encore arrivée. Quand deviendra-t-elle, comme sa sœur aînée la radiodiffusion, un véritable service public? Lorsqu'on sera parvenu à vaincre les obstacles qui s'opposent encore à son développement : tels sont la répartition des ondes ultra-courtes, la multiplicité des stations d'émission à faible portée optique. Nous ne parlons pas de l'éclairage intense des studios de prise de vue, ni de l'exiguïté, ni de la faible luminosité des images, toutes difficultés en voie de résolution.

Il faut encore financer la réalisation, qui comporte des frais énormes d'installation et d'exploitation des stations, sans compter le prix élevé des récepteurs. Le vice-président de la Radio Corporation of America estime que la construction des 80 stations nécessaires aux Etats-Unis exigerait une dépense de 40 millions de dollars, et leur exploitation annuelle environ 60 millions de dollars.

Quant aux programmes, les manifestations d'actualité et les nouveaux films ne pourraient fournir annuellement que 2.000 heures, alors qu'il en faudrait 5.000 pour un service continu. Il semble donc que la sagesse consiste, à l'heure actuelle, à ne pas trop précipiter l'évolution d'un service public qui viendra à son heure, et à ne jamais perdre de vue les possibilités du moment.

Pour ce qui concerne le détail technique des procédés utilisés en télévision, voir *oscillographe cathodique*, *thyatron*, *oscillations de relaxation bases de temps iconoscope*, *cellules photoélectriques*, *multiplicateur d'électrons*, *optique électronique*, etc. (Angl. *Radiovision*. — All. *Fernsehen*.)

TELLURE. Métalloïde de la famille du soufre brillant et argenté. Masse atomique $Te = 127,5$, en combinaison sous forme de tellure noir (nagatite), tétradyomite et sylvanite (or et argent). Ces cristaux sont utilisés pour la détection, ainsi que le contact tellure-zincite mais avec une tension de polarisation de 0,3 volt environ. Voir *cristal*, *détecteur*.

(Angl., All. *Tellurium*.)

TELLURIQUE. Courants telluriques. Courants électriques circulant spontanément à la surface du sol et provenant soit de phénomènes électromagnétiques ayant leur siège dans l'atmosphère, soit d'actions chimiques dans le sol, soit du retour de courants télégraphiques ou industriels. Ces courants induisent les perturbations dans les lignes de transmission, collecteurs d'onde et appareils récepteurs. Voir *parasite, perturbation*. (Angl. *Telluric*. — All. *Tellur...*)

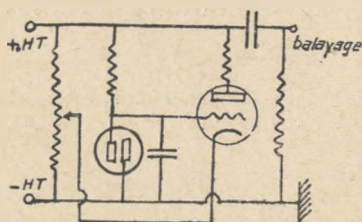
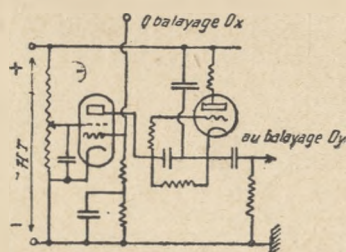
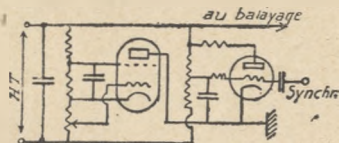
TEMPÉRATURE. Coefficient de température. Voir *coefficient*. — **Détecteur interne de température.** Voir *détecteur*.

(Angl. *Temperature*. — All. *Wärmegrad*.)

TEMPORAIRE. Aimant temporaire. Voir *aimant*.

(Angl. *Temporary*. — All. *Zeitweilig*.)

TEMPS. Bases de temps. Dispositif de commande du faisceau électronique de l'oscillateur cathodique, assurant la balayage du spot sur l'écran fluorescent. Ce balayage peut être assuré, soit en coordonnées cartésiennes, au moyen de paires



Bases de temps : I. Montage à résistances normal. — II. Montage avec intersynchronisme des deux bases de temps. — III. Montage à résistances comportant un tube au néon.

de plaques déviatrices orthogonales, soit en coordonnées polaires selon le système von Ardenne. Voir *oscillographe*.

Le principe de la « base de temps » consiste à obtenir une tension croissant linéairement en fonction du temps jusqu'à une certaine valeur, puis revenant brusquement à sa valeur initiale, en décrivant une courbe en dents de scie. Cette courbe

peut-être pratiquement obtenue par un montage d'oscillations de *relaxation*. Ce montage comporte une résistance, une capacité et un thyatron. Pour obtenir une variation de tension réellement linéaire, il est préférable de remplacer la résistance par une lampe, diode ou penthode. Dans le cas général des images analysées par un système de lignes horizontales, on utilise deux bases de temps, correspondant l'une à la fréquence des images (25 ou 50 p : s), l'autre à la fréquence des lignes. La stabilité de l'image est obtenue par l'intersynchronisme des deux bases de temps, grâce à une impulsion du thyatron de balayage horizontal appliquée au thyatron de balayage vertical (thyatron d'image). La penthode utilisée comme résistance doit avoir une caractéristique très droite et une forte résistance interne. Il importe aussi de réduire au minimum le temps de décharge. A cet effet le circuit de décharge doit être peu amorti, comportant un condensateur sans hystérésis et des connexions très courtes. Le potentiel d'allumage du thyatron ne doit pas dépasser le quart ou le cinquième de la tension anodique utilisée pour charger le condensateur. Il est nécessaire de réaliser des bases de temps à déviations symétriques, pour éviter les distorsions trapézoïdales de l'image. Voir *relaxation, thyatron, oscillographe*.

(Angl. *Times Base*. — All. *Zeitbasis*.)

TENSION. Tension anodique. Voir *anodique*.

— **Tension de bruit.** Voir *bruit*.

— **Tension composée.** Dans une lampe électronique ayant une tension anodique V_a , une tension de grille de commande V_g et un coefficient d'amplification μ , on appelle *tension composée* ou totale l'expression

$$V_c = V_a + \mu V_g,$$

qui met en évidence qu'une tension V_g appliqué à la grille produit le même effet qu'une tension μV_g appliquée à la plaque. Voir *lampe, triode, amplification, caractéristiques*, etc.

— **Tension disruptive.** Voir *disruptif*.

— **Tension électrique.** Synonyme de *différence de potentiel électrique* (C.E.I., 1934). Voir ce terme.

— **Tension de grille.** Voir *grille*.

— **Tension longitudinale.** Force électromotrice totale induite électromagnétiquement par une ligne de distribution d'électricité le long du circuit fermé formé par une ligne téléphonique ou télégraphique et la terre.

— **Tension perturbatrice.** Voir *perturbateur, bruit*.

— **Tension de plaque.** Voir *anodique, plaque*.

— **Tension psophométrique.** Voir *psophométrique*.

— **Basse tension.** Tension électrique relativement faible. Industriellement, on appelle basse tension celle des circuits à 110 ou 220 volts. En radiotechnique, la basse tension est celle utilisée pour le chauffage des lampes électroniques. Elle est de 2 ou 4 v pour les lampes de réception à chauffage direct par fils ou accumulateurs et de 6,3 v pour celles par chauffage indirect.

— **Batterie à basse tension.** Batterie d'accumulateurs ou de piles pour le chauffage des lampes électroniques. Synonyme *batterie A*. Voir *accumulateur, pile*.

— **Chute de tension.** Voir *chute*.

— **Diviseur de tension.** Voir *diviseur, réducteur*.

— **Élévation de tension.** Voir *élévation*.

— **Haute tension.** Voir *haute (tension)*.

— **Montage en tension.** Synonyme de *montage en série*. Voir ce mot.

— **Réducteur de tension.** Voir *diviseur, réducteur, abaisseur*.

— **Transformateur de tension.** Voir *transformateur*.

(Angl. *Pressure Voltage*. — All. *Spannung*.)

TERRE. Masse conductrice de la terre ou tout conducteur relié à elle par une impédance très petite (C.E.I., 1934). La surface du sol ou *terre* joue un rôle prépondérant dans la propagation des ondes radioélectriques. Pour l'émission et la réception des ondes, on utilise un système *antenne-terre*, qui constitue un condensateur de grandes dimensions, bien que de faible capacité. La terre, supposée conductrice, agit comme l'une des armatures de ce condensateur, entre lesquelles s'établit le champ électrique vertical qui est engendré par la station d'émission ou donne naissance aux courants induits de réception.

— **Contact à la terre.** Connexion accidentelle d'un conducteur avec la terre. Lorsque l'impédance en est négligeable, la connexion s'appelle *terre franche*. (C.E.I., 1934).

— **Circuit de terre.** Ensemble de conducteurs dont un ou plusieurs points sont reliés en permanence à la terre (C.E.I., 1934).

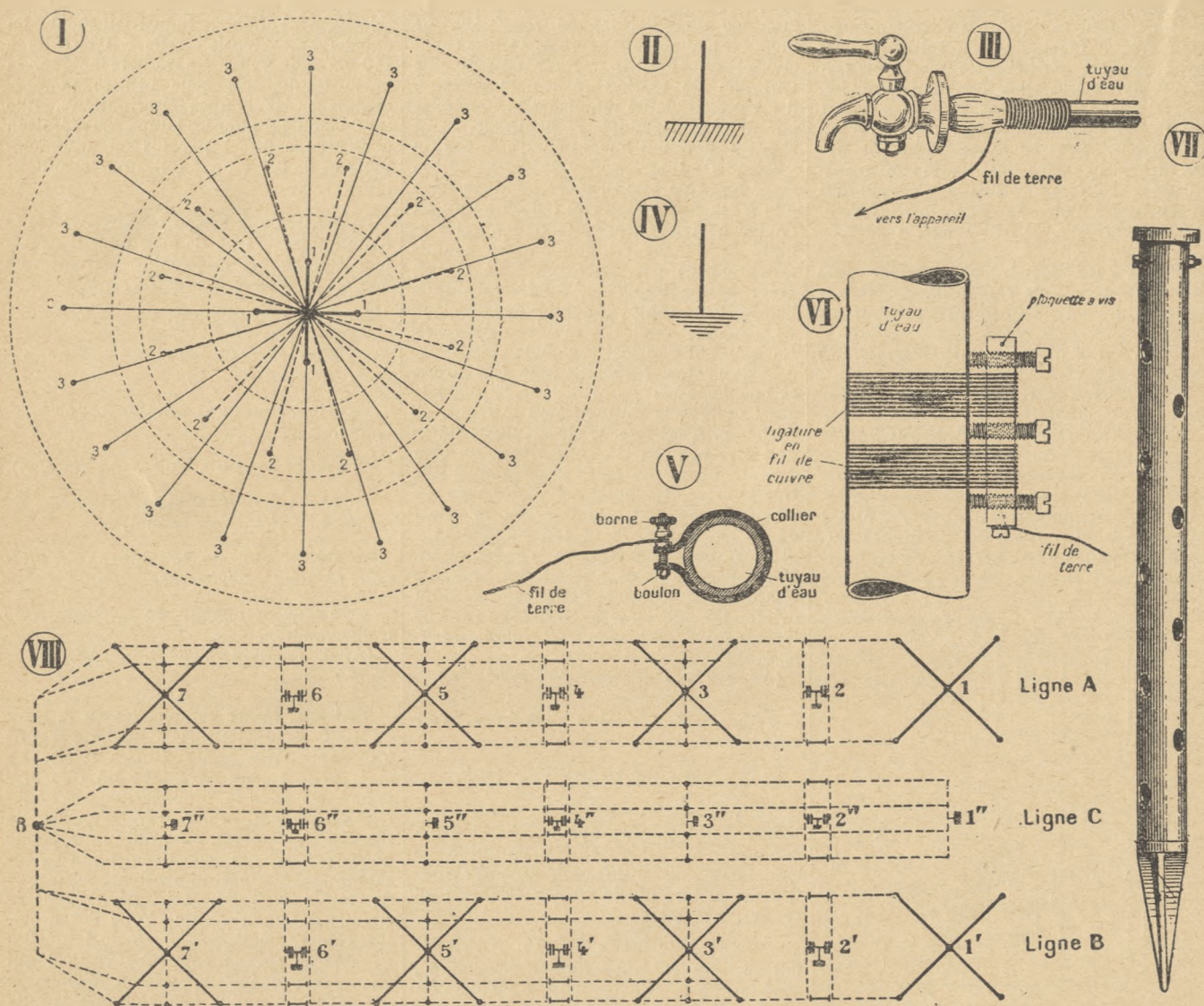
— **Écran de terre.** Voir *écran, contrepois*.

— **Mettre à la terre.** Relier un conducteur à la terre ou au bâti d'une machine ou à une masse métallique jouant le rôle de la terre (C.E.I., 1934).

— **Perte à la terre.** Voir *perte, courant à la terre*.

— **Potentiel de terre.** Voir *potentiel*.

— **Prise de terre.** Plaque métallique ou ensemble de conducteurs de forme appro-



Prise de terre : I. Prises de terre multiple sous une antenne symétrique. — II. Schéma français d'une prise de terre. — III. Prise de terre sur un robinet d'eau. — IV. Schéma anglais d'une prise de terre. — V. Prise de terre par collier. — VI. Prise de terre par enroulement de fils de cuivre nu. — VII. Piquet de terre. — VIII. Lignes de terre sous une demi-nappe de l'antenne de Sainte-Assise.

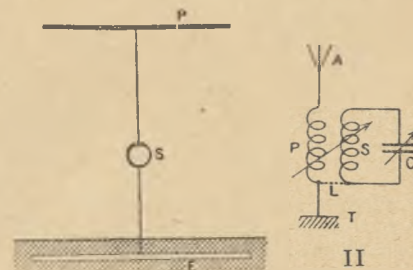
prisée, enterrée et servant à établir une connexion à la terre (C.E.I., 1934). En électricité industrielle, la prise de terre est un simple contact avec la terre, une prise de potentiel zéro. En radioélectricité, la prise de terre consiste à rendre conductrice toute la surface du sol qui s'étend sous l'antenne afin d'en faire une armature de condensateur, une sorte de miroir métallique où se réfléchissent les ondes. L'eau d'un lac, d'une rivière, de la mer, constituent la meilleure des terres. Pour réaliser une bonne terre on enterre à 30 ou 50 centimètres, dans un sol humide, un treillis métallique (fer galvanisé, cuivre) ou bien des plaques et des fils soudés entre eux et formant un large réseau débordant sous l'antenne. Si le sol n'est pas humide, on étend le réseau métallique sur de la braise de boulanger,

qu'on arrose avant de l'enterrer et qui conserve l'humidité. Dans les installations de ville, on utilise comme prise de terre les canalisations d'eau ou de chauffage central. On serre le fil de connexion sur le tuyau après l'avoir bien découpé. — **Résistance de terre.** Résistance entre un conducteur mis à la terre et la masse de la terre (C.E.I., 1934). La résistance de la terre peut être très réduite par la substitution à la prise de terre de *contrepoids* ou *écrans de terre*, sorte de réseaux métalliques isolés tendus au-dessus de la terre à faible hauteur. Voir *conductivité, résistance, pénétration, sol*. — **Terres multiples.** Voir *multiple*.

(Angl. *Earth*. — All. *Erde*.)

TESLA. Transformateur Tesla. Du nom de l'inventeur Nikola Tesla.

Transformateur à haute fréquence réalisé par le couplage électromagnétique de

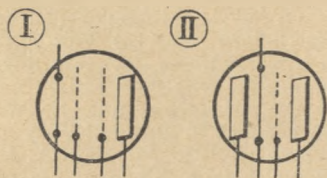


Montages Tesla : I. Dispositif imaginé par Nikola Tesla avant 1893, pour la transmission des signaux radioélectriques. — II. Couplage inductif indirect de Tesla : A, antenne; P, primaire; S, secondaire; C, condensateur d'accord; T, terre; L, liaison éventuelle (voir *Bourne*).

deux bobines sans fer. — **Montage Tesla.** Montage (indirect) dans lequel le circuit antenne-terre est couplé au circuit résonnant par un transformateur Tesla. — **Alternateur Tesla.** Premier alternateur à haute fréquence réalisé pour la transmission des ondes entretenues. Voir *indirect, couplage, alternateur, transformateur*. (Angl. *Tesla Transformer*. — All. *Tesla koppelung*.)

TERTIAIRE. Enroulement tertiaire. Voir *enroulement*.

TÉTRAODE ou **TÉTRODE.** Lampe électronique à quatre électrodes. Terme parfois employé comme synonyme de *bigrille* ou de lampe *biplaque* avec grille.



Symboles schématisques de tétraodes : I. Lampe bigrille. — II. Négatron.

Voir ce mot. Les tétraodes sont actuellement utilisées comme lampes de puissance pour l'amplification à basse fréquence. A cette catégorie appartiennent notamment les lampes à faisceau ou lampes à distance critique. Voir ces termes. Ces tubes comportent cathode, grille de commande, grille-écran, anode. Un réflecteur électronique dirige le faisceau cathodique. Les deux grilles ont le même pas et leurs spires sont disposées les unes en face des autres. Les électrons sont donc dirigés vers l'anode à travers un espace de forme hélicoïdale. Le courant anodique maximum peut atteindre 230 mA et donne 60 W avec 2 pour 100 de distorsion. La tétraode est utilisée particulièrement pour les montages symétriques (push-pull) classe A ou A', avec ou sans courant de grille. Voir lampe à faisceau, à distance critique.

(Angl. *Tétraode* — All. *Vierpolröhre*.)

TÉTAPHASÉ. Synonyme de *diphase*. Voir ce mot.

(Angl. *Tetraphase*... — All. *Vierphasig*.)

THÉATROPHONE. Voir *radiodistribution*.

(Angl. *Theatrophone*. — All. *Theaterphone*.)

THÉRAPEUTIQUE. Thérapeutique radioélectrique. Voir *radiobiologie*. Les recherches qui sont à l'origine de la radiobiologie sont d'abord les travaux du Professeur d'Arsonval qui utilisa non pas les ondes courtes à proprement parler, mais les courants de haute fréquence de grande longueur d'onde appliqués sous forme de champ, soit à l'intérieur d'un solénoïde, soit entre les deux armatures d'un condensateur. Ces premières re-

cherches conduisirent à la diathermie, traitement par la chaleur dégagée au passage des courants de haute fréquence dans l'organisme physiologique.

Une contribution plus spécifique fut ensuite apportée par les travaux du savant français Georges Lakhovsky, lequel montra le rôle des radiations électromagnétiques en radiobiologie et imagina, comme hypothèse de travail, la théorie de l'oscillation cellulaire, qui a été vérifiée par de nombreuses expériences. En 1923, Lakhovsky présenta à la Société de Biologie, à Paris, des géranius guéris du cancer des plantes, produit par le *bacterium tumefaciens*, par l'irradiation d'un oscillateur à ondes courtes de 2 à 10 m. qu'il appela radiocellulo-oscillateur. Par la suite, Lakhovsky démontra que la même action pouvait être produite, en l'absence de tout émetteur d'ondes, par un simple circuit résonnant ouvert, conçu comme un résonateur de Hertz et entourant le sujet, animal ou végétal.

Les principes de Lakhovsky servirent de base aux recherches entreprises dans le monde entier, depuis une quinzaine d'années, par des biologistes des divers pays, tant sur les végétaux que sur les animaux et sur les micro-organismes.

En Italie, le Professeur Mezzadrola, de Bologne, montra que l'irradiation par les ondes courtes développe le pouvoir germinatif des graines et qu'il accélère la croissance des plantes. Ses essais ont porté sur le blé, l'avoine, le seigle, l'orge, les haricots, les fèves. Ses plus récentes expériences sont relatives à des oignons de jacinthes. La croissance de ces plantes varie en fonction de l'irradiation par les ondes courtes.

Sur les vers à soie, les résultats furent comparables. Les vers irradiés à raison de trente minutes par jour prirent un poids double de celui des témoins. Leur vitalité et leur croissance furent considérablement accrues, de même que le poids des cocons.

Il faut aussi rapprocher de ces travaux ceux entrepris à l'Université de Cagliari, par le Professeur Castaldi, sur les plantes aquatiques et sur les têtards élevés dans des aquariums entourés de circuits oscillants Lakhovsky.

Ces recherches scientifiques sont primordiales pour le développement de la radiobiologie. Mais elles restent encore l'apanage de quelques savants qui les poursuivent dans le silence de leur laboratoire.

Plus nombreuses sont les recherches dans l'ordre thérapeutique, peut-être parce qu'elles sont susceptibles d'applications immédiates.

Vers 1928, les effets des ondes courtes furent étudiés par le Professeur Esau à Iéna et par le Docteur Schliephake, qui cherchèrent surtout à réaliser la diathermie à haute fréquence, dont les effets pénétrants sont beaucoup plus efficaces que ceux de la diathermie sur ondes longues.

Poursuivant ses recherches sur l'ac-

tion spécifique, et non pas seulement diathermique, des oscillations de haute fréquence, Lakhovsky mit au point, en 1931, un oscillateur puissant à ondes amorties caractérisé par la production d'un champ contenant une infinité de radiations de longueurs d'onde différentes : c'est l'oscillateur à ondes multiples, avec lequel il traita et améliora de nombreux cas de maladies considérées comme désespérées et abandonnées. Au cours de ses expériences à la Salpêtrière, à l'Hôpital Saint-Louis, à l'Hôpital Necker, à l'Hôpital du Calvaire, il eut l'occasion de traiter avec succès nombre de cancéreux.

De nombreux médecins entreprirent de définir un traitement rationnel de diverses maladies graves au moyen de l'oscillateur à ondes multiples. Les résultats de leurs expériences ont été publiés dans des mémoires et communications remarquables aux Sociétés savantes. Au Congrès des ondes courtes à Vienne (1937), notamment, figurait le rapport du Professeur de Cigna, de l'Académie de médecine de Gênes, dont les résultats extraordinaires ne se comptent plus dans le traitement de nombreuses maladies : cancer, lupus, tumeurs, métrite, fibromes, prostatites, maladies nerveuses, mal de Parkinson, etc... Dans le même ordre d'idées, nous citerons les traitements par l'oscillateur du Professeur Attijl, du Professeur Nikola Gentile, à Rome; du Docteur Roversi, à Bologne; du Docteur Henry, à Bruxelles; du Docteur Postma, à Groningue.

Ces nouveaux traitements par ondes courtes ont pris une importance toute particulière en Amérique latine. On connaît les recherches entreprises contre le cancer par le Professeur A.-H. Roffo, de Buenos-Ayres. La thérapeutique par l'oscillateur est poursuivie avec succès par le Docteur Raul Araujo, de Montevideo, et par le Docteur Hugo-Walter Reilly, de Buenos-Ayres.

Tout récemment, les expériences faites en Nouvelle-Calédonie sous le contrôle du gouverneur général ont montré l'intérêt qu'il y aurait à appliquer le traitement radiobiologique aux lépreux, qui sont malheureusement assez nombreux en ces pays. Voir *radiobiologie, radiocellulo-oscillateur*.

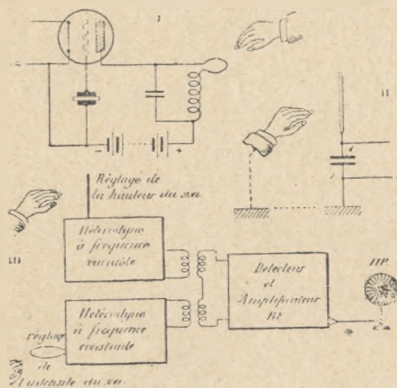
(Angl. *Radiotherapeutics*. — All. *Wellentherapeutik*.)

THEREMINVOX. Instrument de musique radioélectrique réalisé par le professeur Theremin, de l'Institut physico-technique de Leningrad, et basé sur la production de battements entre deux hétérodynes à haute fréquence, l'une à fréquence fixe, l'autre à fréquence variable.

La variation de fréquence qui définit la hauteur de la note est obtenue en approchant plus ou moins la main droite d'une tige métallique qui prolonge l'armature isolée du condensateur du circuit oscillant. Les sons graves sont produits par interférence, non pas entre les fréquences fondamentales, mais

entre harmoniques supérieures de rangs différents ($2f' - 3f'$, par exemple).

La variation d'intensité du son est obtenue en désaccordant plus ou moins le circuit oscillant de l'hétérodyne à fréquence fixe, laquelle est rigoureusement stabilisée par un résonateur piézoélectrique. A cet effet, l'opérateur approche la main gauche d'une large spire, dont la capacité



Fonctionnement du thereminvox: I. Méthode de variation de l'intensité du son. — II. Méthode de variation de hauteur du son. — III. Schéma de principe de l'appareil.

et la self-inductance varient en même temps.

Enfin la variation du timbre est obtenue par un dosage de l'amplitude et du nombre des harmoniques, réalisé soit en suscitant les harmoniques par déplacement des points de fonctionnement des lampes, introduction de résistances, etc..., soit en les filtrant au moyen de condensateurs.

Des instruments analogues en haute ou basse fréquence ont été étudiés par le professeur français Martenot, par M. René Bertrand et par M. Givélet, en particulier.

La musique radioélectrique est reproduite par des diffuseurs appropriés. Voir piano radioélectrique.

(Angl., All. *Thereminvox*.)

THERMIQUE. Se dit d'un appareil qui agit sous l'effet d'une variation de température. — **Ampèremètre thermique ou ampèremètre à fil chaud.** Ampèremètre dont le fonctionnement est basé, sur la dilatation d'un fil conducteur, sous l'effet du courant qui le traverse. Voir *ampèremètre*.

— **Appareil de mesure thermique.** Voir *appareil*. — **Bobine thermique.** Voir *bobine*.

— **Détecteur thermique.** Détecteur basé sur la transformation en chaleur de l'énergie des courants électriques de haute fréquence par leur passage à travers une résistance. Cette résistance constitue une source de chaleur (*chauffe-rette*), qui chauffe le point de contact d'une pile thermoélectrique. Finalement la tension de haute fréquence est transformée en une faible tension électrique continue que l'on sait mesurer avec précision. Voir *détecteur*.

— **Groupe thermique.** Groupe générateur dont le moteur utilise l'énergie thermique (C.E.I., 1934).

— **Téléphone thermique.** Appareil basé sur les effets de dilatation produits par l'élévation de température d'un conducteur parcouru par un courant. Le courant téléphonique traverse en effet un enroulement qu'il chauffe et la dilatation qui en résulte transforme les modulations électriques en vibrations sonores, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une membrane.

(Angl. *Thermál.* — All. *Hitzdraht*.)

THERMOCOUPLE. Système constitué par deux conducteurs de nature différente, dont les extrémités sont en contact deux à deux et dans lesquels se développe une force électromotrice fonction de la différence de température de ces contacts (C.E.I., 1934). — **Élément de pile thermoélectrique,** constitué par la soudure de deux métaux convenablement choisis. Voir *pile thermoélectrique*. (Angl. *Thermocell.* — All. *Thermozelle*.)

THERMOÉLECTRIQUE. Se dit des phénomènes qui concernent la transformation de l'énergie calorifique en

énergie électrique. Cette transformation est parfois intéressante, malgré son faible rendement, parce qu'elle aboutit à une forme supérieure de l'énergie. La transformation inverse, si fréquente, n'est qu'une dégradation de l'énergie.

— **Couple thermoélectrique.** Système constitué par un métal relié par ses extrémités à deux pièces d'un même métal, différent du premier, et qui jouit de la propriété de développer une force électromotrice quand les contacts des deux métaux ne sont pas à la même température (Comité électrotechnique français.) Voir *couple*.

— **Effet thermoélectrique.** Voir *effet*.

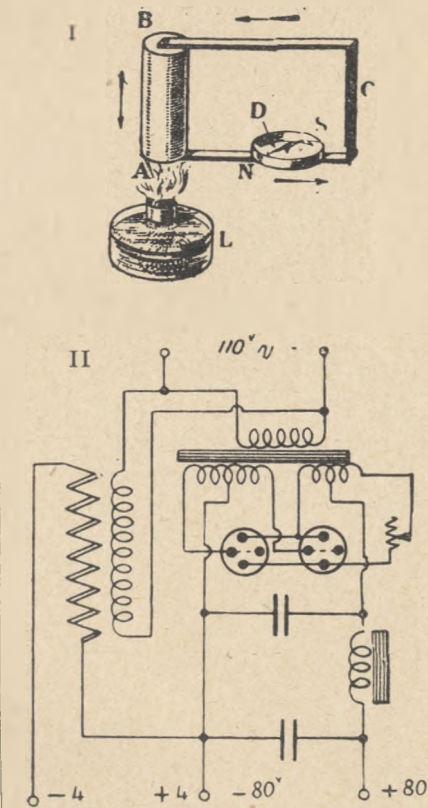
— **Pile thermoélectrique.** Source d'énergie électrique par transformation directe d'énergie thermique. (Comité électrotechnique français.) Voir *pile*. La pile thermoélectrique est constituée par le montage en série d'un certain nombre de couples de même que les piles à liquide comportent une série d'éléments. Découverte en 1823 par Seebeck, la pile thermoélectrique a été appliquée récemment à l'alimentation des postes radio-électriques récepteurs en courant continu, par transformation thermique du courant alternatif.

Un couple thermoélectrique est caractérisé par le sens et par l'intensité du courant qui traverse la soudure pour une différence de température donnée. Si l'on considère la série : bismuth, platine, plomb, étain, cuivre, or, argent, fer, zinc, antimoine, chacun des métaux de la série forme, avec l'un quelconque des métaux qui suivent, un couple tel que le courant traverse la soudure chauffée en allant du premier au second.

La pile thermoélectrique peut fournir le courant de chauffage des lampes électroniques à faible consommation (thermosecteur Miéville). La tension de 4 volts est obtenue par 120 couples en série pouvant débiter 0,5 ampères. Cet appareil a la forme d'une petite chauffe-rette électrique qu'il suffit d'intercaler entre le secteur, indifféremment continu ou alternatif, et l'appareil récepteur, à la place des piles ou accumulateurs. Sa consommation sur le secteur est de 50 watts environ par lampe. D'autre part, cette chauffe-rette thermoélectrique a un volant thermique de 70 secondes environ. Cette inertie est extrêmement précieuse, car elle assure précisément la parfaite continuité du courant de chauffage, aussi bien qu'une forte batterie d'accumulateurs et en dépit des variations de tension du réseau électrique.

Pour les auditeurs isolés de toute distribution d'électricité, la pile peut être chauffée à l'alcool ou à l'essence, voire même au gaz.

L'inconvénient de la pile thermoélectrique réside surtout dans son mauvais rendement, on obtient un meilleur résultat économique en la chauffant à l'essence ou au gaz. M. Magunna a réalisé dans ce sens des piles très pratiques.



I. Principe de la pile thermoélectrique: A, B, cylindre de bismuth; C, lame de cuivre soudée aux deux extrémités du cylindre; N, S, aiguille aimantée de la boussole D; L, lampe chauffant la soudure cuivre-bismuth. — II. Schéma de la boîte d'alimentation à pile thermoélectrique.

En raison de la faible force électromotrice de chaque couple (0,01 à 0,1 v environ), on ne peut songer à utiliser les piles thermoélectriques pour l'alimentation de la plaque des lampes, sauf dans le cas de l'emploi des lampes *bigrilles* ou *trigrilles*, pour lesquelles la tension de plaque est faible (10 à 20 volts). On arriverait à ce résultat au moyen de 20 couples bismuth-sélénium, donnant chacun 1 volt à 100 degrés C. Ces couples résistants s'accommodent bien de la résistance élevée du circuit de plaque.

(Angl. *Thermoelectrical*. — All. *Thermoelektrisch*.)

THERMOGALVANOMÈTRE. Appareil dans lequel l'échauffement produit par le courant à mesurer agit sur un couple thermoélectrique produisant un courant secondaire mesuré par un galvanomètre sensible. Exemple : *galvanomètre de Duddell*. (C. E. I., 1934.) Voir *galvanomètre*.

(Angl. *Thermogalvanometer*. — All. *Wärmegalvanometer*.)

THERMOIONIQUE, qui concerne le phénomène de l'émission d'ions libres autour d'un filament chauffé par le passage d'un courant électrique dans une atmosphère très raréfiée. On emploie parfois *thermoionique* dans le sens restreint de *thermoélectronique*, sans qu'il soit aucunement question d'ionisation, laquelle ne se produit que dans une atmosphère imparfaitement vidée et sous l'action d'un violent bombardement électronique.

— **Amplificateur thermoionique.** Amplificateur d'oscillations électriques, dont l'organe essentiel est une lampe thermoionique fonctionnant comme relais amplificateur. Un amplificateur proprement dit comporte généralement un certain nombre de lampes associées en *cascade*.

— **Appareil thermoionique.** Appareil dans lequel on utilise les propriétés des tubes thermoioniques (C. E. I., 1934).

— **Détecteur thermoionique.** Détecteur basé sur les propriétés rectificatrices des lampes ou des valves thermoioniques (valve de Fleming ou diode). Voir *détection*.

— **Émission thermoionique.** Émission d'ions à partir du filament chauffé d'une lampe, émission qui est canalisée par le champ électrique appliqué à la plaque de façon à former le *flux ionique*, qui se referme à l'extérieur de la lampe sous la forme du courant filament-plaque. Voir *émission électronique*, *lampe*, *valve*, *oscillateur*, *amplificateur*, *ion*, *électron*.

— **Redresseur thermoionique.** Voir *redresseur*.

— **Relais thermoionique.** Tube thermoionique associé à des circuits et dont les fonctions sont celles d'un relais (C. E. I., 1934).

— **Tube thermoionique.** Tube électronique dans lequel l'émission des électrons est produite par une cathode chauffée. Lorsqu'il est nécessaire de mettre en évidence le nombre des électrodes, on emploie les termes de *diode*, *triode*, *tétrode*, *penthode* etc... (C. E. I., 1934).

(Angl. *Thermoionic*. — All. *Thermoionisch*.)

THERMOPHONE. Téléphone thermique utilisé pour les mesures en téléphonie. Exemple : thermophone à feuille d'or. Le thermophone est un transformateur d'énergie électrique en énergie acoustique par l'intermédiaire de l'énergie thermique. Il est constitué par un ruban ou une feuille de métal très fine, d'or généralement, dont la masse a une capacité calorifique négligeable. La longueur des feuilles d'or est de 35 mm, leur surface de 3,5 cm² et leur épaisseur de 1 micron. La température des feuilles d'or varie en fonction du carré du courant. Un courant sinusoïdal de fréquence *f* produira donc des variations de température de fréquence 2*f*. En polarisant le thermophone au moyen d'un courant continu, on fait apparaître un terme de fréquence *f*. Si l'on prend un courant continu de 0,5 A, le courant alternatif n'étant que de quelques milliampères, le terme de fréquence double est négligeable devant le terme de fréquence fondamentale. La pression acoustique produite par l'effet calorifique peut être calculée avec une approximation suffisante. L'élément thermique est logé dans une petite chambre close où les variations de pression sont instantanément transmises de l'élément à toutes les parois. Le microphone à étudier occupe l'une des parois de la chambre et se trouve ainsi soumis à une pression exactement définie. La chambre est remplie d'hydrogène, gaz de très faible capacité calorifique, où la vitesse du son est quatre fois plus élevée que dans l'air. La théorie du thermophone est pratiquement vérifiée avec une approximation de 1 pour 100 environ.

Pour les mesures téléphonométriques, on étalonne le microphone par rapport au thermophone, puis le récepteur téléphonique par rapport au microphone auquel il est couplé par une atmosphère d'hydrogène. Voir *téléphonométrie*, *microphone*, *efficacité*, *niveau*, etc...

(Angl. *Thermophone*. — All. *Wärmephonsprecher*.)

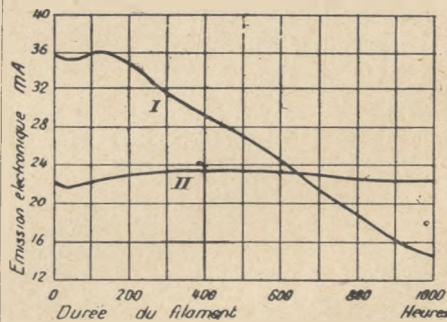
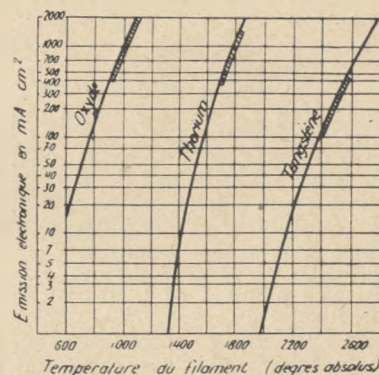
THERMOSTAT. Appareil destiné à maintenir une enceinte à une température constante. Les thermostats sont utilisés à de nombreuses fins, en particulier pour maintenir constante la température des cristaux de quartz des maîtres-oscillateurs. Dans le thermostat S.F.R., la cuve peut contenir quatre cristaux de quartz. Le régulateur permet de donner une ou deux températures réglées au moyen d'un ou deux systèmes bilames. Chacune de ces températures est réglable avec une précision supérieure à 0,1°C pour une valeur quelconque comprise entre 40 et

70°C. La cuve thermostatique a approximativement les dimensions d'un cube de 28 cm. de côté. Une enceinte calorifugée de 4 cm. d'épaisseur entoure entièrement la cuve des quartz. Entre cette enceinte et celle des cristaux, une toile chauffante est alimentée par un coffret à thyratrons. Au centre est l'enceinte des cristaux, où prennent place le tiroir aux cristaux et le régulateur de température, qui comprend un ou deux bilames agissant sur le circuit de grille du thyatron. L'un des pôles de contact du bilame est réglable de l'extérieur par bouton molleté avec vis micrométrique. Un thermomètre coudé plongeant dans la chambre des cristaux et ayant son échelle à l'extérieur permet de contrôler la température à 0,1°C près. Le coffret de commande comporte un thyatron, deux transformateurs d'alimentation et un ensemble capacité-résistance.

Lorsque la température désirée est atteinte, le bilame ferme le contact qui soumet la grille du thyatron à une tension alternative en opposition de phase avec la tension anodique. Ainsi l'alimentation de l'élément chauffant est interrompue.

(Angl. All. *Thermostat*.)

THORIUM. Élément chimique métallique radioactif, ayant pour masse atomique : Th = 232,5. Aspect gris. L'oxyde de thorium entre dans la fabrication des manchons pour incandescence par le gaz



Filaments de thorium: En haut : Variation de l'émission électronique en fonction de la température absolue de filaments de différentes natures. — En bas : Variations de l'émission électronique en fonction de la durée du filament : I. Filament à couche de thorium. — II. Filament à thorium incorporé. (D'après H. Simon).

et des filaments de lampes électroniques, en raison de son *pouvoir émissif* élevé. En recouvrant le tungstène d'une couche d'oxyde ou de nitrate de thorium, on obtient une sorte d'alliage superficiel appelé « tungstène thorié », lequel constitue les filaments de la plupart des lampes à chauffage direct, dites « à faible consommation ». En outre, le thorium présente la propriété d'absorber les gaz résiduels subsistant dans les ampoules après le vidage. Certaines lampes d'émission possèdent une petite réserve de thorium à cet usage, afin de parfaire le vide compromis par la libération des gaz occlus dans les électrodes.

(Angl., All. *Thorium*.)

THYRATRON. Tube électronique à atmosphère gazeuse comportant une grille de commande. On utilise industriellement des thyratrons à grande puissance comme redresseurs de courant. En radiotechnique, le thyatron de petite puissance, analogue à une lampe électronique de réception, est employé comme régulateur de tension, comme base de temps en télévision, comme générateur d'oscillations de relaxation.

Les thyratrons sont des tubes à gaz à « cathode chaude », avec anode et grille de commande. Si la tension anodique est continue, le courant anodique ne peut s'établir tant que la grille reste à une tension négative suffisante. Mais il s'établit brusquement pour une polarisation voisine de zéro et l'intensité de ce courant reste indépendante de la tension de grille. Le fait de porter la grille à une tension négative très élevée ne peut annuler le courant anodique, ce qui ne peut être obtenu qu'en annulant la tension anodique.

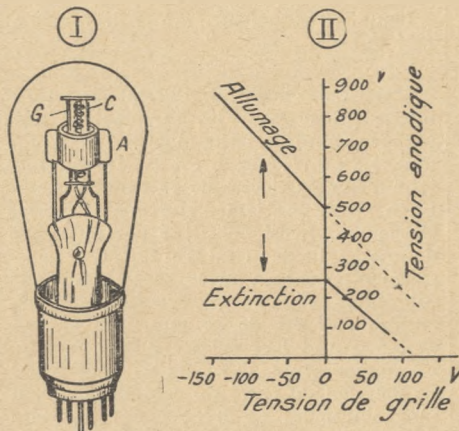
En courant alternatif, où la tension s'annule deux fois par période, le courant anodique est redressé. On peut le couper en appliquant sur la grille une tension négative convenable. Comme le courant anodique ne peut passer que pendant les alternances positives de la tension anodique, il suffit d'appliquer à la grille une tension alternative en opposition de phase avec la tension anodique et de même fréquence qu'elle, pour empêcher constamment le rétablissement du courant anodique.

Le thyatron est alors un relais sans pièces mécaniques, pouvant fonctionner sans redresseur sur courant alternatif. Le thyatron ne pouvant s'amorcer que lorsque la cathode est bien chaude, la tension de plaque ne doit être appliquée qu'après la tension de chauffage.

La caractéristique du thyatron (tension anodique-tension de grille) comporte deux branches, allumage et extinction, avec deux tensions critiques différentes. Ce tube peut se comporter comme relais à seuil réglable, susceptible de commander des courants importants par une faible variation de la tension de grille.

En courant alternatif, le fonctionnement dépend de la phase de la tension de grille, qui peut agir pour avancer l'amorçage de l'ionisation, mais ne peut rien

pour la retarder. On peut alors transformer le thyatron, qui est en principe un relais brusque ou de « tout ou rien », en un relais réglable et progressif, permettant une sorte de modulation.



Thyatron: I. Aspect d'un thyatron: A, anode; C, cathode; G, grille. — II. Caractéristique d'allumage et d'extinction. — III. Schéma de montage utilisant la résistance d'une penthode pour produire des oscillations de relaxation: C, condensateur; P, penthode; R, potentiomètre; T, thyatron. — IV. Montage pour la transformation du courant continu en courant alternatif. — V, tension alternative de commande appliquée aux grilles g_1 et g_2 des thyratrons.

— **Production par thyatron des oscillations de relaxation.** Le thyatron est utilisé pour engendrer les oscillations de relaxation servant à la définition des bases de temps des systèmes oscillographiques, qui requièrent souvent des tensions de plusieurs centaines de volts pour la déviation du spot lumineux.

Le thyatron est monté à la place du tube au néon. La tension d'amorçage est réglée par potentiomètre, d'après la constante du thyatron ou « rapport de réglage », rapport de la tension anodique à la tension de grille pour obtenir l'amorçage. Les oscillations de relaxation sont produites par la charge d'un condensateur à travers une résistance et par sa décharge brusque à travers le thyatron, lorsque la tension à ses bornes atteint une valeur convenable. La résistance de charge est remplacée par une penthode qui produit une courbe de charge linéaire. Le réglage de la tension de grille du thyatron commande l'amplitude, celui de la tension d'écran de la penthode commande la fréquence de relaxation. La décharge du condensateur et le retour au zéro du spot s'accomplissent en une microseconde. Toutefois le thyatron ne peut suivre les fréquences très élevées, supérieures à 50. 10⁶ p : s.

— **Applications diverses du thyatron.** Les principales applications du thyatron sont les suivantes :

1° *Fonctionnement en redresseur.*

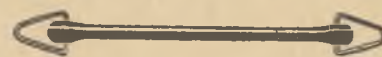
2° *Fonctionnement en amplificateur ou relais.* L'anode est alimentée en courant alternatif. Le circuit de grille ne consommant pratiquement pas, la sensibilité du relais est considérable. De tels relais permettent de commander par cellules photoélectriques des courants de grande intensité, de l'ordre de 30 A.

3° *Fonctionnement en changeur de fréquence.* L'anode étant alimentée en courant à 50 p : s et la grille en courant de fréquence inférieure, soit 16,66 p : s, on peut transformer le courant du réseau en

courant de fréquence inférieure, par exemple en utilisant des *ignitrons*. Voir *redresseur* à vapeur de mercure et *ignitron*.

4° *Transformation du courant continu en courant alternatif*, pour des puissances élevées. Voir aussi *redresseur* et *ignitron*. (Angl., All. *Thyatron*.)

TIBIA. Isolateur en verre, porcelaine, ébonite, bakélite, dont la forme allongée rappelle celle d'un tibia. Forme



Isolateur d'antenne dit « tibia ».

d'isolateur appréciée pour les antennes, contrepoids, entrées de poste. Voir *isolateur*, *isolant*.

(Angl. *Rod Insulator*. — All. *Stabisolator*.)

TICKER ou **TIKKER.** Appareil par lequel on modifie périodiquement les conditions d'un circuit de réception radiotélégraphique pour obtenir une variation de courant de fréquence audible (C. E. I., 1937). Terme anglais synonyme de *vibreur*.

TIKKLER. Terme anglais synonyme de *bobine de réaction*. Voir *réaction*, *délectrice à réaction*.

TIMBRE. Qualité particulière du son d'un instrument de musique ou de la voix due à la présence d'harmoniques de la fréquence fondamentale. Voir *son*, *harmonique*.

(Angl. *Bell*. — All. *Klangfarbe*.)

TIMBREUR. Filtre électrique, intercalé dans un circuit microphonique ou modulateur, et destiné à modifier, par le dosage des harmoniques, le timbre des sons correspondant aux fréquences transmises.

TIREBOUCHON. Règle de tirebouchon ou de Maxwell. Un courant électrique parcourant un bobinage dans le sens où l'on fait tourner un tirebouchon, produit un champ magnétique dirigé suivant l'axe de la bobine dans le sens où avance ce tirebouchon. Et *vice-versa*. Du sens du champ magnétique variable, on déduit le sens du courant électrique produit par induction de ce champ. Voir *Règle de Fleming* ou des *trois doigts*, *règle de l'observateur d'Ampère*.

(Angl. Corkscrew Rule. — All. Korkzieher Gesetz.)

TITANE. Élément métallique de masse atomique $Ti = 48,1$, constituant l'électrode positive de certaines soupapes électrolytiques. — **Soupape au titane.** Dans ces soupapes, l'électrolyte est une solution d'acide sulfurique à 22° B., additionnée d'environ 20 grammes de sulfate ferreux par litre d'acide. L'électrode positive est formée par un tube de verre dont l'extrémité laisse dépasser une mince lame de titane. Le contact avec la connexion est établi par un peu de mercure. La cathode est une tige de plomb. Le bac en verre renferme ordinairement 250 centimètres cubes de liquide. Le courant alternatif du secteur est redressé par cette soupape après abaissement de la tension à 12 volts par élément au moyen d'un transformateur. Ce redresseur débitant 0,1 ampère environ est propre à la recharge des accumulateurs de chauffage, à condition de monter la batterie en *tampon* à ses bornes et de la laisser constamment en service. Dans ces conditions, il est possible d'assurer l'alimentation d'un poste à 2 lampes pendant 20 heures par jour, celle d'un poste à 10 lampes pendant 4 heures. La batterie-tampon est de faible capacité : 10 ampères-heures suffisent en général très largement. Voir *électrolytique*, *soupape*, *redresseur*, *tanlale*, *tampon*.

TOLÉRANCE. Tolérance de fréquence. Écart maximum admissible entre la fréquence assignée et la fréquence réelle d'émission (C. E. I., 1934). Voir *fréquence*.

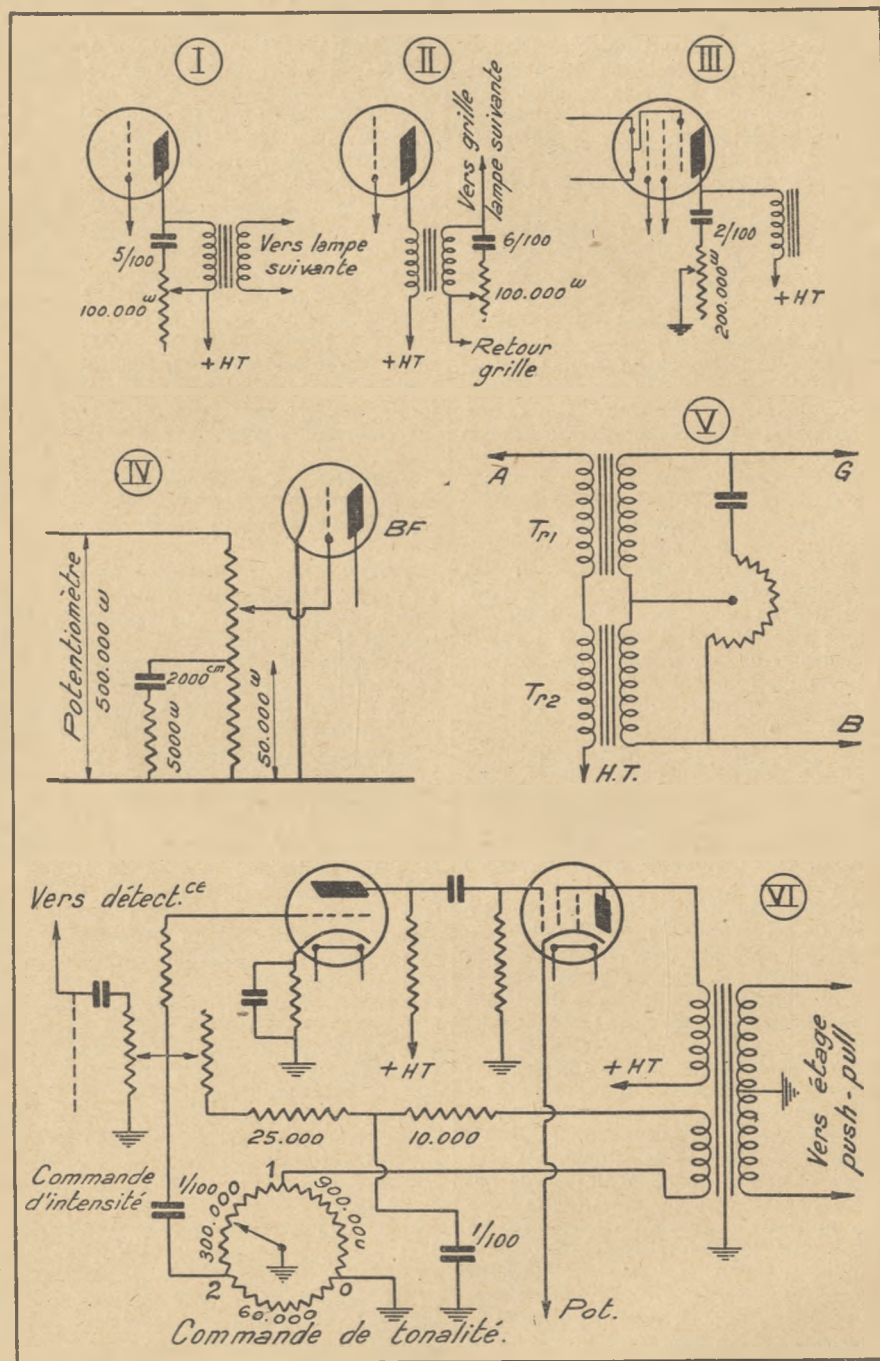
TONALITÉ. Correction de la tonalité. Au seuil de l'audibilité, l'oreille humaine est bien moins sensible aux notes graves qu'aux notes aiguës. Pour percevoir avec la même intensité une note à 100 p : s et une note à 1.000 p : s, il faut toutes choses égales d'ailleurs, une augmentation de puissance de 40 décibels de la première par rapport à la seconde. Lorsque la puissance augmente, les différences de sensibilité de l'ouïe s'atténuent et pour un niveau de puissance de 100 décibels, elles deviennent négligeables. Mais une audition extrêmement forte est déjà

limitée à 80 décibels environ. Il importe donc généralement d'affaiblir les notes aiguës par rapport aux notes graves, ce qu'on peut régler automatiquement ou à la main.

Le principe du correcteur automatique de tonalité est basé sur la filtration des fréquences les plus aiguës au moyen d'un filtre à basse fréquence disposé en dériva-

tion sur le circuit d'amplification. Ce filtre peut être constitué par un condensateur de 2 m μ F en série avec une résistance de 5.000 ohms, le tout étant placé en dérivation sur le dixième (50.000 ohms) de la résistance totale du potentiomètre de grille (500.000 ohms).

On peut également constituer le filtre de tonalité par un condensateur fixe de



Correcteurs de tonalité : I. Sur le primaire d'un transformateur à basse fréquence. — II. Sur la secondaire. — III. Sur la lampe de sortie. — IV. Montage potentiométrique sur résistance de grille. — V. Montage perfectionné à deux transformateurs : A, anode de la détectrice ; Tr 1, Tr 2, transformateurs respectivement pour sons aigus et sons graves ; G, grille de la lampe B. F. ; B, retour de grille ; HT, haute tension.

1 mμF à 0,1 μF en série avec une résistance variable de 500.000 ohms au maximum, le tout étant placé en dérivation sur le secondaire du transformateur à basse fréquence ou sur le haut-parleur.

Un autre procédé consiste à utiliser deux transformateurs à basse fréquence, l'un pour les notes graves, l'autre pour les notes aiguës. Les primaires de ces transformateurs sont montés en série, les secondaires en dérivation, avec un shunt constitué par un condensateur de 0,01 microfarad en série avec un potentiomètre de 500.000 ohms. La variation du potentiomètre permet de régler la tonalité.

De même, on peut monter le filtre de tonalité en dérivation sur le primaire ou le secondaire du transformateur à basse fréquence, ou encore entre anode et masse de la lampe de puissance.

Toutefois, il y a mieux à faire qu'à supprimer plus ou moins complètement l'amplification des notes aiguës, par ce qu'à une modification de tonalité, on superpose une variation considérable d'intensité de courant. Le principe consiste à amplifier de préférence telle ou telle gamme de sons et à utiliser des filtres nommés *détimbreurs*, permettant de faire varier progressivement la sélection des fréquences du grave à l'aigu. Le *détimbreur* est essentiellement constitué par un circuit ayant une capacité fixe et une bobine de choc d'inductance donnée, réunies par un potentiomètre de contrôle. La marge de fonctionnement du *détimbreur* est considérablement augmentée par le remplacement de la capacité et de la bobine unique par un jeu d'inductances et de capacités croissantes, mises en service par commutateur à plots.

Divers récepteurs britanniques ou américains combinent ces méthodes. On utilise aux États-Unis des transformateurs de basse fréquence munis d'un circuit tertiaire où l'introduction de capacités et de résistances permet d'obtenir la variation de tonalité cherchée.

(Angl. *Tone Controll.* — All. *Klangfarbe.*)

TONIQUE. Note musicale, particulière à l'émission d'une station radiotélégraphique ou radiophonique. Dans les stations à ondes amorties, la tonique est la note produite par la succession des trains d'onde, à une fréquence *ronflée* ou musicale. Les émissions en ondes entretenues non *modulées* sont inaudibles, sans hétérodyne ou vibreur, au-dessus d'une fréquence de 10.000 périodes par seconde environ (30.000 mètres de longueur d'onde). Enfin, les ondes des stations de radiophonie sont parfois caractérisées, dans l'intervalle des modulations microphoniques, par une note musicale provenant de ce que les plaques des lampes d'émission sont alimentées au moyen de courant alternatif à fréquence musicale (600 ou 1.000 périodes par seconde), dont il subsiste, malgré le *redressement* et le *filtrage* préalables, quelque trace, d'ailleurs peu gênante.

(Angl. *Tonic.* — All. *Tonisch.*)

TOROIDAL. Enroulement toroïdal. Bobinage dont les différentes spires sont

enroulées les unes à côté des autres sur un anneau. Présente par rapport aux autres bobinages cette propriété intéressante de *ne pas rayonner*, parce qu'il ne possède pas de flux extérieur : tout le flux magnétique est concentré à l'intérieur du tore. En radioélectricité, on utilise des bobines toroïdales *sans noyau*, c'est-à-dire dont l'anneau intérieur ou tore est imaginaire. On les confectionne simplement en enroulant le fil sur un cylindre de 4 à 5 centimètres de section. On retire ensuite le cylindre et l'on rapproche les deux extrémités de l'enroulement, entrée et sortie, de manière à constituer un anneau avec le boudin de fil ainsi obtenu. Il suffit, pour le maintenir en position, de passer un fil à travers les spires de façon à les maintenir serrées les unes contre les autres au centre de l'anneau. Ce bobinage, très précieux pour éviter les amorçages et inductions indésirables dans les circuits à haute fréquence, a peu de capacité répartie et peu de pertes, mais ne possède qu'un petit nombre de spires et ne peut présenter une grande longueur d'onde propre (maximum 600 mètres environ). Selon le même principe, on confectionne également des *transformateurs* sans fuites.

(Angl., All. *Toroid.*)

TORSION. Couple de torsion. Voir couple.

(Angl., All. *Torsion.*)

TOUR EIFFEL. Histoire de la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel. C'est à 1903 que remonte l'histoire de la Tour Eiffel. A cette époque, le capitaine Ferrié effectua une série d'essais avec les forts de la région parisienne et des villes de l'Est. Le 15 décembre, M. Gustave Eiffel offrait de mettre sa « tour » à la disposition du ministre de la Guerre. Au début, le poste émetteur rudimentaire de quelques centaines de watts fut installé dans une petite baraque en bois, à 150 mètres du pied du pilier sud. L'antenne était un fil unique attaché au sommet de la tour; les récepteurs étaient à cohéreur avec limaille d'or.

Outre le poste de la Tour Eiffel, le centre de radiotélégraphie militaire se compose alors de quelques pièces dans l'enclos des Invalides, boulevard de Latour-Maubourg, et de deux baraques en bois avec leurs antennes dans les forts de Villeneuve-Saint-Georges et de Palaiseau. Signalons les réceptions intéressantes obtenues de 1903 à 1905 dans divers ports et places de l'Est (portées de 400 km.), en utilisant des antennes de réception soutenues par des ballons à 400 mètres de hauteur.

Mais, à ce moment, la T. S. F. trouvait dans les sphères officielles aussi peu de crédit qu'actuellement la radiobiologie ou la radiesthésie. Le capitaine Ferrié avait à vaincre non seulement des difficultés matérielles considérables, mais surtout un état d'esprit assez mal disposé envers la technique nouvelle et mésestimant les services qu'elle pouvait rendre.

Dès 1905, le lieutenant Brenot parvint, au cours des expériences officielles avec

la station de la Tour-Eiffel et celle de Chalais-Meudon, à obtenir à Châlons, Sainte-Menehould, Verdun et Belfort des communications très satisfaisantes au moyen des voitures de la télégraphie avec fil, munies, pour la circonstance, d'un émetteur à étincelles et d'un récepteur à cohéreur. L'antenne est constituée par le câble de retenue d'un ballon de 100 mètres cubes.

Ces essais sont concluants. Le poste de la Tour Eiffel est sauvé de ses détracteurs. Des postes mobiles sont affectés au grand quartier général et aux places fortes de l'Est.

Par la suite, la station du Champ-de-Mars s'agrandit. L'antenne unifilaire est remplacée par une nappe à quatre brins, amarrés aux arbres de l'avenue de Suffren. L'émetteur à excitation directe est remplacé par un émetteur à excitation indirecte. Mais la radiotélégraphie militaire est surtout forte de la bonne volonté de son personnel. Pratiquement, on ne la prend pas encore au sérieux et on lui discute pied à pied ses moyens d'existence. La réalisation du matériel, surtout celle des condensateurs d'émission, s'avère délicate. Le détecteur électrolytique remplace le cohéreur. La lecture au son est reconnue plus souple et plus sensible que la bande Morse. L'alimentation de l'émetteur par courant alternatif augmente la puissance et permet de réduire la dimension des antennes.

De janvier 1906 à avril 1908, le capitaine Ferrié poursuit d'interminables négociations avec la Ville de Paris pour l'installation définitive de la station du Champ-de-Mars en souterrain. En échange d'une prolongation de dix-huit ans de la concession de la Tour Eiffel, l'État recevait le droit de l'utiliser comme support d'antenne et d'emprunter l'énergie électrique à l'usine du pilier sud. C'est alors que fut installé un émetteur de 100 chevaux. L'antenne, qui existe toujours, comporte six brins d'un câble en acier de 6 millimètres. L'installation souterraine revint à 280.000 francs et les appareils à 120.000 francs.

Entre temps, la Tour Eiffel établissait la liaison avec Bizerte et avec un poste mobile de campagne situé à Montpellier (1907). Elle interceptait les messages échangés entre Poldhu et Nauen. Collin et Jeance et de Forest y faisaient des essais de radiotéléphonie.

En 1908, la Tour Eiffel communique avec Casablanca. On commence à étudier un matériel pour les stations maritimes et coloniales. L'année suivante, les baraques du Champ-de-Mars disparaissent. Le poste souterrain de la Tour assure un service régulier et est affecté à des recherches scientifiques. La même année sont créés les premiers appareils pour l'émission des signaux horaires et la mesure des longitudes, avec Bruxelles, Alger, Bizerte, Washington. M. Bethenod invente un alternateur à résonance pour l'émission musicale, M. Brenot étudie des systèmes d'éclateur.

A la mobilisation, la Tour Eiffel possédait un poste à étincelles rares de 25 kw.-

antenne et un poste à étincelles musicales de 50 kw.-antenne. Sous l'énergique initiative du capitaine Brenot, nommé à ce moment chef du centre radiotélégraphique de Paris, la station fut profondément transformée. Une alimentation électrique de secours fut installée dès le 16 août. Le 5 octobre 1914 commençaient les essais d'un groupe puissant à émissions musicales : moteur de 600 chevaux et alternateur à 1.000 p.s. Des mesures de protection de la station furent prises. En outre, une station de secours fut installée dans les galeries du métropolitain en construction sous la place du Trocadéro : 9 mètres d'épaisseur de terre et de roches. L'antenne était constituée par deux câbles tendus entre le sommet de la Tour Eiffel et les deux tours du Trocadéro. Le 13 septembre 1914, le poste du Trocadéro fonctionnait. Fort heureusement, la station du Champ-de-Mars ne fut pas détruite pendant la guerre; celle du Trocadéro ne servit que comme poste d'écoute.

Nous ne pouvons retracer ici l'œuvre magnifique accomplie pendant les hostilités tant à la Tour que dans le centre radiotélégraphique de Paris, à Chartres, Palaiseau, Saint-Cyr, au Mont-Valérien, à Neufchâtel-en-Bray, à Orléans, à Poitiers, ainsi que par le réseau radiogoniométrique réparti de la Manche au Jura.

La Tour communiquait régulièrement avec Tsarskoïe-Selo, Nicolaïeff, Moscou, Bucarest, Corfou, Salonique, la Serbie et le Monténégro : 50 millions de mots ont été reçus ou transmis pendant la guerre par le centre de la Tour Eiffel.

En 1918, un réseau de vingt-six stations reliait la province à la Tour. Une station de secours fut installée à Saint-Pierre-des-Corps. L'effectif de la station de la Tour-Eiffel passait de 20 à 90 hommes de 1914 à 1918. Les postes provinciaux en comptaient plus de 400.

En 1915, la station souterraine reçut deux postes à arc de 40 kw., qui furent remplacés par des arcs de 100 kw. Malgré son trafic intense, la Tour Eiffel abritait encore un laboratoire où travaillèrent MM. Boucherot, Gutton, Latour, Lucien Lévy et autres. Des études y furent faites sur les postes d'avion, les amplificateurs à lampes, des postes émetteurs-récepteurs de téléphonie sans fil, l'enregistrement phonographique. Les premiers essais de téléphonie transatlantique furent faits le 9 octobre 1915 entre la Tour Eiffel et Arlington (E.-U.).

Après la guerre, la Tour Eiffel fut, avec Radio-Paris, la première à effectuer un service régulier de radiodiffusion. Depuis, la présence dans Paris d'une importante station de radiotélégraphie, travaillant du matin au soir et du soir au matin, a suscité un certain nombre de réclamations de la part des auditeurs. D'autre part, il apparaît difficile de la moderniser, l'antenne de la Tour étant d'un rendement assez médiocre. La station elle-même n'offre pas une sécurité suffisante. La station de la Tour-Eiffel, dit le colonel Brenot, ne présentera plus bientôt qu'un intérêt sentimental. Pour

éviter que ce poste ne périsse et pour sauver de l'oubli son héroïque passé, il propose très heureusement de le transformer en un musée de la radiotélégraphie militaire. D'ailleurs, la Tour Eiffel, vient de reprendre quelque activité, comme « phare des ondes très courtes » pour la télévision. Elle est pourvue d'une double station à ondes très courtes transmettant une onde de son (7,14 m.) et une onde d'image (6,52 m.). Sa puissance est de 20 kilowatts et sa portée, en vision directe, de 100 kilomètres. Les émetteurs sont installés près du pilier sud de la Tour Eiffel. Le courant de haute fréquence est amené jusqu'aux antennes installées sur la lanterne au moyen d'une canalisation coaxiale en cuivre de 10 centimètres de diamètre environ, montant le long d'un des piliers. Voir *télévision, ondes très courtes, stations, radiophonie, émetteur, etc...* (Angl. *Eiffel Tower*. — All. *Eiffel Turm*.)

TOURBILLONNAIRE. Courants tourbillonnaires. Courants engendrés à l'intérieur de masses conductrices par des variations de flux d'induction magnétique (C. E. I., 1934). Synonyme : courants de Foucault. Voir *courant, pertes*.

(Angl. *Whirling*. — All. *Wirbel*.)

TOURNANT. Champ tournant. Voir *champ, appareil à champ tournant*.

(Angl. *Rotating Field*. — All. *Drehfeld*.)

TRADUCTION. Opération consistant à rétablir le texte du message émis à partir des signaux reçus (C. E. I., 1934). Reconstitution du texte d'un télégramme obtenue soit par une personne interprétant les signaux reçus au parleur, à l'appareil Morse, au siphon-recorder, au miroir, soit par un appareil automatique appelé *traducteur*.

TRAIN. Train d'ondes. Groupes d'ondes successives qui se répètent d'une manière semblable (C. E. I., 1934). Voir *onde amortie, entretenue, oscillogramme*.

(Angl. *Waves Train*. — All. *Wellenzug*.)

— **Train radiophonique.** Train de chemin de fer équipé pour la réception des émissions radiophoniques. Des rames de wagons ont déjà été appropriées à cette fin par la Compagnie des Chemins de fer du Nord, par celle de l'État et par celle du P. O.-Midi. La rame radiophonique se compose de cinq ou six wagons de diverses classes et est complétée par un wagon-dancing et par un fourgon-usine. Chaque compartiment est pourvu d'un haut-parleur — on en compte 80 en tout — accordé sur une tonalité très aiguë, et d'un bouton de volume-contrôle, qui en règle l'intensité.

L'installation comporte pour l'alimentation trois batteries d'accumulateurs de 24 volts et 180 ampères-heure, chargées par deux génératrices actionnées par les essieux du fourgon. Les accumulateurs alimentent à leur tour deux commutateurs qui transforment le courant continu en courant alternatif de 300 VA sous 110 volts. Ce courant alternatif dessert

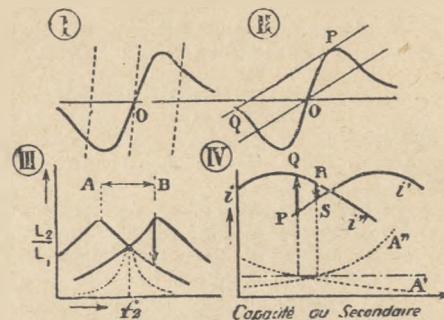
deux amplificateurs à grande puissance, donnant chacun à la sortie une puissance modulée de 60 watts.

Les opérateurs, auxquels est affecté un compartiment spécial, peuvent à volonté distribuer dans les haut-parleurs des auditions de T. S. F., de pick-up ou simplement faire des annonces ou des conférences au microphone. Un standard téléphonique permet d'assurer toutes les combinaisons.

Les réceptions de T. S. F. des différentes stations sont faites sur antenne et poste spécial. Par le microphone, on peut donner aux voyageurs toutes les instructions possibles.

(Angl. *Radiotrain*. — All. *Funkzug*.)

TRAINAGE. Effets de trainage. Phénomènes caractéristiques des circuits oscillants fortement couplés. Deux circuits oscillants faiblement couplés réagissent peu l'un sur l'autre, et la courbe de *résonance* de chacun d'eux présente la forme normale à un sommet, bien connue. Lorsque les circuits sont fortement couplés, on observe des déformations de la courbe de résonance qui font apparaître des



Effet de trainage : I. Avec couplage inférieur à la valeur critique. — II. Avec couplage supérieur à la valeur critique. — III. Limites A et B du trainage et variation du courant en fonction de l'accord du circuit secondaire. — IV. Apparition de deux fréquences dans des circuits couplés par lampe.

déplacements des réglages de résonance, ainsi que des zones d'instabilité.

Le phénomène peut être constaté soit à couplage constant, par variation de la capacité d'accord, soit à capacité constante, par variation du couplage entre les circuits oscillants.

Dans le premier cas, on remarque d'abord le déplacement de la courbe de résonance se manifestant par une sorte d'*hystérésis* aussi bien dans le sens des fréquences croissantes que dans celui des fréquences décroissantes. Puis, au voisinage du point de résonance ainsi déplacé, un décrochage se produit qui fait retomber le point de fonctionnement de la branche supérieure instable sur la branche inférieure stable de la courbe.

Dans le second cas, on obtient, en fonction de la fréquence, des variations de couplages brusques et irréversibles.

Ces phénomènes de trainage n'apparaissant que pour un couplage supérieur à une certaine valeur critique qu'on détermine par le calcul ou l'expérience,

on a généralement intérêt à utiliser un point de fonctionnement inférieur à ce couplage critique, quitte à recourir ensuite à une amplification de puissance pour augmenter la transmission de l'énergie entre les circuits. Voir aussi *effet d'entraînement*.

(Angl. *Carrying Effect*. — All. *Ziehen Effekt*.)

TRAIT. Signal long du Code télégraphique Morse. La longueur ou durée d'un *trait* est environ triple de celle d'un signal bref ou *point*. Voir *Code Morse*.

(Angl. *Dash*. — All. *Zug*.)

TRANSCONDUCTANCE. Nom donné parfois à la *pente* d'une lampe électronique. La *transconductance* se mesure en *siemens*. Voir *pente*.

(Angl. *Transconductance*. — All. *Transkonduktanz*.)

TRANSDUCTEUR. Ensemble d'appareils ou d'éléments capable de transmettre de la puissance d'un système mécanique, électromagnétique ou acoustique à un autre. (C. E. I., 1934). Un *quadrupôle* est un transducteur électromagnétique.

— **Transducteur actif.** Transducteur dans lequel existe une source d'énergie.

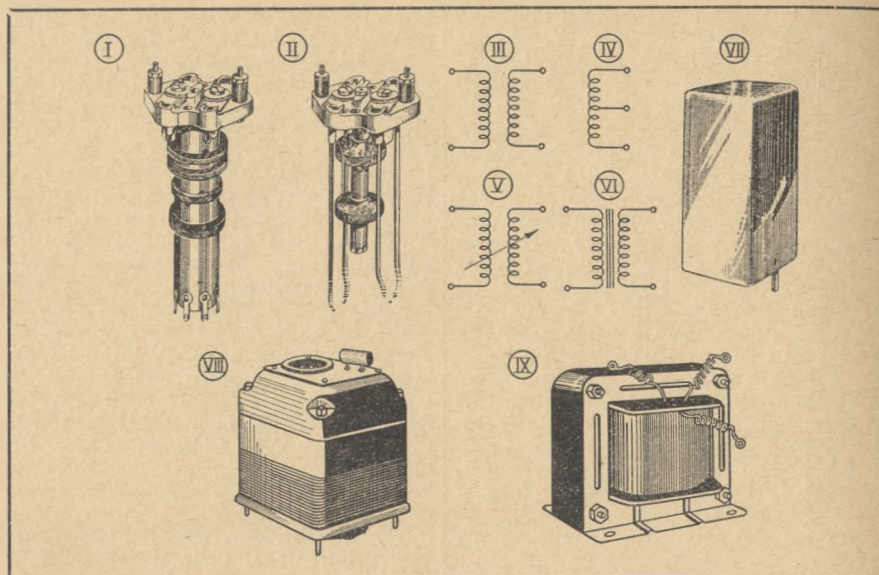
— **Transducteur passif.** Transducteur dans lequel n'existe aucune source d'énergie. Voir *quadrupôle*.

(Angl. *Transmitter*. — All. *Uebertrager*.)

TRANSFORMATEUR. Appareil d'induction statique destiné à transformer un système de courant alternatif primaire dans un système secondaire d'intensité et de tension généralement différentes (C. E. I., 1934). Appareil dans lequel on utilise, sans l'intervention d'un mouvement, les phénomènes d'induction électromagnétique, pour transmettre la puissance électrique fournie à un des enroulements, dit enroulement *primaire*, à un autre enroulement, dit enroulement *secondaire* (Comité électrotechnique français). La caractéristique essentielle de cet appareil c'est la conservation de la puissance électrique, aux pertes près afférentes à la transformation. En fait, le transformateur est utilisé pour modifier la *forme* sous laquelle se présente l'énergie électrique alternative, soit en élevant sa tension et en diminuant le courant dans la même proportion, soit en effectuant l'opération inverse. La proportion dans laquelle le courant et la tension se trouvent inversement modifiés est appelée *rapport de transformation*. En outre, la transformation est opérée à *fréquence* constante.

En pratique, l'énergie électrique à transformer est appliquée aux bornes d'un enroulement appelé *primaire* et convertie en énergie magnétique sous la forme d'un flux d'induction qui circule soit dans l'air, soit dans un *noyau magnétique*, en induisant l'énergie électrique transformée dans un autre circuit appelé *secondaire*.

On classe généralement les transformateurs soit d'après la fréquence du courant



Transformateurs: I. Transformateur à haute fréquence, avec trimmer sur P. O. et sur G. O. — II. Transformateur à moyenne fréquence (472 kh) à bâtonnet. — III Symbole du transformateur à air. — IV. Symbole de l'autotransformateur à air. — V. Blindage pour transformateur. — VI Transformateur à air à couplage variable. — VII. Transformateur à noyau de fer. — VIII et IX. Transformateurs d'alimentation.

à transformer, soit d'après la fonction de l'appareil.

— **Transformateur abaisseur.** Dont le rapport de transformation est inférieur à 1. On dit aussi *dévolteur* ou *réducteur* de tension. Voir *abaisseur*.

— **Transformateur accordé.** Dont l'un des enroulements ou les deux sont accordés, au moyen d'un condensateur fixe ou variable, sur la fréquence de l'oscillation à transmettre. Voir *accord*.

— **Transformateur à air.** Dont le flux magnétique se propage dans l'air, en l'absence d'un noyau de fer. Voir *air*.

— **Transformateur d'alimentation.** Transformateur dont le primaire est relié au réseau de distribution et dont le ou les secondaires alimentent en énergie électrique les divers circuits d'un appareil. Les caractéristiques des transformateurs d'alimentation doivent répondre à certaines conditions de sécurité et de rendement, par exemple : supporter une surcharge de 30 pour 100, une tension d'essai de 2.500 volts entre enroulements et entre ceux-ci et la masse, utiliser une induction faible (10.000 gauss) de la tôle au silicium et une faible densité de courant (2 à 3 A : mm²). Il est bon d'éprouver l'isolement entre couches et spires. L'échauffement doit être limité à une valeur compatible avec la bonne conservation des isolants. Le rendement doit être élevé, tant pour des raisons de sécurité que de consommation. Le courant à vide doit être faible et les tensions secondaires atteintes réellement.

Les tableaux I et II publiés ci-dessous permettent de déterminer aisément les dimensions et le nombre de spires d'un

transformateur d'alimentation pour récepteur radioélectrique. Pour les très basses tensions, de l'ordre de 4 volts au secondaire, l'essai montrera si une correction de l'ordre de 10 pour 100 est nécessaire s'il y a

TABLEAU I
Calcul du nombre de spires par volt :

Puissance réelle totale des secondaires en watts	Nombre de spires par volt
10	10
20	8
30	7
35	6,5
40	6
45	5,5
55	5
65	4,5
85	4
105	3,5
150	3
220	2,5
330	2
500	1,5
1.000	1,25
1.400	0,9
1.600	1

quelque divergence dans les données.

Exemple. Soit à calculer un transformateur de 50 watts, 110 volts, 50 p : s au primaire, 4 volts et 300 volts aux secondaires. La puissance de 50 watts correspond à 5,25 spires par volts, soit 580 spires au primaire. Le rapport de transformation est 3,64, ce qui donne 156 spires pour le secondaire de 4 volts. Pour le secondaire de 300 volts, le rapport

de transformation est 2,73 et le nombre de spires 1.580. On commence par enrouler le primaire, puis le secondaire à 300 volts, enfin le secondaire à 4 volts pour pouvoir l'ajuster.

TABLEAU II
Calcul de la section du noyau de fer :

Nombre de spires du primaire	50 périodes par seconde		25 périodes par seconde	
	110 v.	220 v.	110 v.	220 v.
1.600	2 cm²	6,8	6,8	13 cm²
1.400	3,5	7,5	7,5	15
1.200	4	9	9	17,5
1.000	5	11		21
900	6	12,25		23
800	7	13		26
700	8	13		30
600	9	15		35
500	11	17,5		42
400	14	21		52
350	16	26		60
300	18	30		70
250	22	35		84
200	27	42		100
150	36	52,5		140
125	43	70	80	160
100	55	80	100	200

— **Transformateur blindé.** Transformateur dont les circuits sont protégés contre les inductions extérieures, électriques ou magnétiques, par un *blindage* approprié formant écran magnétique ou cage de Faraday. Voir *blindage*, *écran*.

— **Transformateur de couplage ou de liaison.** Transformateur dont le primaire et le secondaire sont intercalés respectivement dans deux circuits à coupler. En particulier, dans les amplificateurs à lampes, le primaire du transformateur est intercalé dans le circuit de plaque de la lampe précédente, et le secondaire dans le circuit de grille de la lampe suivante. Voir *couplage*, *liaison*, *amplificateur*.

— **Transformateur de courant.** Transformateur de mesure dans lequel le courant secondaire est, dans les conditions d'emploi, pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui-ci d'un angle voisin de 0° pour un sens approprié des connexions (C. E. I., 1934).

— **Transformateur de courant compensé.** Transformateur de courant, comportant un enroulement auxiliaire, alimenté indépendamment et destiné à réduire l'angle de déphasage entre le courant primaire et le courant secondaire (C. E. I., 1934).

— **Transformateur à courant constant.** Transformateur établi pour maintenir un courant secondaire sensiblement constant entre des limites de fonctionnement définies, quelles que soient les variations de l'impédance du circuit secondaire ou

de la tension appliquée à l'enroulement primaire (C. E. I., 1934).

— **Transformateur cuirassé.** Transformateur dont les enroulements sont en majeure partie entourés par le fer (C. E. I., 1934).

— **Transformateur élévateur.** Dont le rapport de transformation est supérieur à 1. On dit aussi *survolteur*. Voir *élévateur*, *survolteur*.

— **Transformateur à fer.** Transformateur dont le flux circule dans un circuit magnétique constitué par un *noyau* de fer en tôles, fil de fer, etc... Voir *noyau*, *fer*, *magnétique*.

— **Transformateur de fréquence.** Dispositif statique destiné à la transformation de la fréquence (C. E. I., 1934). Voir *fréquence*, *changeur*.

— **Transformateur à basse fréquence ou téléphonique.** Transformateur de liaison utilisé pour transformer le courant sur toutes les fréquences téléphoniques et musicales. La qualité essentielle de ces appareils est de posséder un rapport de transformation sensiblement constant sur toutes les fréquences audibles, en pratique depuis 50 jusqu'à 8.000 p.s. En fait, on est arrivé à établir des transformateurs tels que le coefficient d'amplification d'un étage varie assez peu entre les fréquences de 100 et de 5.000 p.s. Il est indispensable en effet qu'aucune résonance appréciable ne se produise sur une fréquence particulière, ce qui entraînerait la distorsion.

Pratiquement, les transformateurs à basse fréquence ont un circuit magnétique en tôles de fer au silicium relativement épaisses. Leur rapport de transformation est compris entre 5 et 1, généralement 5 pour le 1^{er} étage d'amplification et 3 pour le suivant. Pour éviter les amorçages, il est bon de pratiquer une prise de masse sur le circuit magnétique, d'ailleurs blindé. Les enroulements sont sectionnés pour réduire au minimum la capacité répartie et éviter la perforation des bobinages par excès de tension entre spires. Ces transformateurs doivent travailler très loin de la saturation. La filtration des courants résiduels de haute fréquence est assurée par un condensateur fixe placé en dérivation sur l'enroulement primaire.

Pour les amplificateurs *symétriques*, on construit des transformateurs spéciaux, avec prise médiane au secondaire pour l'entrée et au primaire pour la sortie.

En outre, un transformateur à basse fréquence de sortie de rapport variable en fonction de l'impédance de la lampe et de celle de la bobine mobile est intercalé entre le circuit de plaque de la dernière lampe et l'enroulement du haut-parleur. Voir *basse fréquence*, *symétrique*, *haut-parleur*.

Actuellement, la tendance est à l'emploi d'un seul transformateur à basse fréquence de rapport 6. L'amplification peut être réglée par l'adjonction d'un potentiomètre de 1 mégohm sur le secondaire du transformateur. L'amplification est encore

de 50 pour 100 à 50 p.s mais décroît rapidement au-dessus de 10.000 p.s.

— **Transformateur à haute fréquence.** Ces appareils ne comportaient naguère souvent pas de noyau de fer en raison autant de la faible perméabilité du fer aux fréquences élevées que des pertes considérables par hystérésis magnétique à ces mêmes fréquences. Sur les ondes longues cependant, au-dessus de 1.000 mètres au moins, on a pu utiliser des circuits magnétiques constitués par de minces tôles d'acier au silicium très perméable, vernies sur l'une de leurs faces pour éviter la circulation des courants de Foucault dans la masse. L'épaisseur de ces tôles est de l'ordre de 0,04 mm.

Ordinairement, les transformateurs pour haute fréquence sont à *air*, à couplage variable des enroulements (*variocoupleurs Tesla*), ou à couplage fixe. On les constitue par deux bobinages amovibles ou non, cylindriques, à une ou plusieurs couches, en nid d'abeille, galette, fond de panier, etc... Les transformateurs interchangeables sont montés sur quatre broches disposées comme celles d'un culot de lampe. Cette disposition évite toute fausse manœuvre dans la mise en place du transformateur. Chaque transformateur à haute fréquence ainsi constitué est étudié pour une gamme de longueurs d'onde déterminée.

Les transformateurs à haute fréquence conviennent pour le couplage des circuits d'accord et antenne-terre, ainsi que pour la liaison entre les étages d'amplification à haute fréquence. Ils sont généralement accordés sur le circuit secondaire (circuit de grille) au moyen d'un condensateur approprié.

Les enroulements de ces transformateurs doivent être très *aérés* pour éviter les effets de *capacité répartie* et la filtration qui en résulte pour les ondes de haute fréquence. Voir *couplage*, *haute fréquence*.

Depuis quelques années, on utilise des transformateurs à haute fréquence à noyau magnétique, constitué par une poudre de fer extrêmement fine enrobée dans un agglomérat isolant, tel que la bakélite. Voir *fer en haute fréquence*, *bobine*, *noyau*, etc...

— **Transformateur à moyenne fréquence.** Ces appareils ont été spécialement étudiés pour les étages d'amplification intermédiaires sur la fréquence de battement des superhétérodynes ou de modulation des changeurs de fréquence. Ils dérivent des transformateurs à haute fréquence, mais possèdent généralement un circuit magnétique ouvert ou fermé constitué par un noyau en substance spéciale (poudre de fer agglomérée). Le transformateur à moyenne fréquence se comporte pour la réception radiophonique comme un filtre de bande qui ne laisse passer que l'onde modulée. Voir *moyenne fréquence*, *bande*, *filtre*, *normalisation*, *superhétérodyne*, etc...

— **Transformateur de liaison.** Voir *transformateur de couplage*.

— **Transformateur à circuit magnétique fermé, ouvert.** Voir *fermé, ouvert, circuit magnétique*.

— **Transformateur de mesure.** Transformateur statique destiné à alimenter des appareils de mesure et, par extension, des relais ou autres appareils analogues (C. E. I., 1934).

— **Transformateur de mesure compensé.** Transformateur dans lequel on réduit le déphasage entre les grandeurs primaires et secondaires par des artifices appropriés (C. E. I., 1934). Voir *mesure*.

— **Transformateur téléphonique.** Voir *transformateur à basse fréquence*.

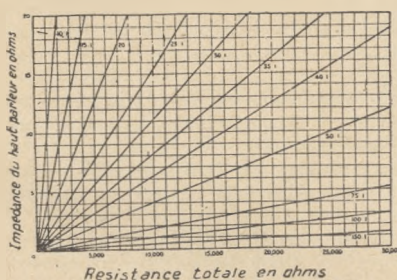
— **Transformateur Tesla.** Voir *Tesla*.

— **Autotransformateur.** Voir ce terme.

— **Amplificateur à transformateurs.** Voir *Amplificateur*.
(Angl. *Transformer*. — All. *Transformator*.)

TRANSFORMATION. Rapport de transformation d'un transformateur. Rapport des tensions entre bornes ou, dans certains cas, des courants d'un transformateur dans des conditions déterminées (C. E. I., 1934). Ces conditions doivent être précisées dans l'indication du rapport de transformation, ce rapport étant variable suivant la nature et la grandeur de la charge (Comité électrotechnique français.)

Le rapport de transformation est en général du même ordre de grandeur que le rapport des impédances des deux circuits couplés par le transformateur. Entre un détecteur de faible résistance (galène, cristal, détecteur électrolytique) et le téléphone, on intercale un transformateur de rapport élevé. Entre un détecteur à lampes ou un amplificateur et le téléphone ou le haut-parleur, le rapport de transformation est ordinairement 1. Pour les étages d'amplification à basse fréquence, le rapport est 3 à 5 pour le 1^{er} étage,



Graphique indiquant le rapport du transformateur de sortie à utiliser suivant l'impédance du haut-parleur et la résistance interne de la lampe de sortie.

1 à 3 pour le 2^e étage. Il en est de même pour les transformateurs des amplificateurs symétriques (push-pull).

Étant donné deux circuits couplés électromagnétiquement, avec une inductance mutuelle M et une impédance Z_2 du secondaire, le rapport de transformation, c'est-

à-dire le rapport des courants dans les deux circuits, a pour expression

$$p = \frac{M\omega}{Z_2}$$

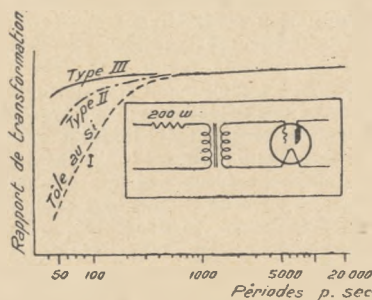
ω étant la pulsation. Voir *couplage, degré de couplage*.

Une ligne, dont la longueur peut être inférieure ou au plus égale au quart de l'onde de l'oscillation qui s'y propage, se comporte comme un véritable transformateur, élévateur ou abaisseur de tension (R. Mesny).

Le rapport de transformation d'un transformateur de liaison entre lampe et haut-parleur est donné par l'expression :

$$T = \sqrt{CV/L},$$

CV étant la charge optimum de la lampe et L l'impédance de haut-parleur. La charge optimum est égale au double de la résistance interne de la lampe; pour les pentodes, ce n'est qu'une approximation. Le graphique de la figure permet de déterminer le rapport de transformation (lu sur les droites obliques) en fonction



Variation du rapport de transformation en fonction de la fréquence pour des tôles en silicium (I) et en ferronickel (II et III).

de l'impédance du haut-parleur et de la résistance totale, pour une fréquence déterminée (en l'espèce 256 p. s.). Pour une bobine ayant 10 ohms d'impédance et 25.000 ohms de charge totale, le rapport de transformation est 50/1. Si les lampes sont montées en parallèle, leur résistance totale est divisée par le nombre de lampes. Dans un montage symétrique (push-pull), la résistance totale optimum est double de celle qui serait respectivement obtenue avec chaque lampe prise séparément. Le rapport de transformation varie avec la fréquence et n'a pas une valeur très critique. A ce point de vue, il est préférable d'employer, pour un transformateur de fréquence musicale, des tôles en ferronickel, de préférence à l'acier au silicium, tant pour la constance du rapport de transformation que pour le rendement.

(Angl. *Ratio of Transformation*. — All. *Transformungsverhältniss*.)

— **Constante de transformation radioactive.** Voir *Radioactif*.

TRANSITOIRE. Phénomènes transitoires. Phénomènes qui se manifestent pendant le passage d'un régime à un autre.

(C. E. I., 1934). Voir *régime*. Les périodes transitoires qui précèdent et suivent l'établissement d'un régime régulier d'oscillation ont un intérêt d'autant plus grand que les circuits sont moins amortis, ce qui est le cas pour les récepteurs. Les phénomènes transitoires se déduisent de l'étude des oscillations entretenues et de celle des oscillations libres dans les circuits couplés. Voir R. Mesny, *Radioélectricité générale*.

TRANSLATION. Installation disposée au point de raccordement de deux lignes, pour recevoir les signaux télégraphiques transmis sur chacune de ces lignes et les réexpédier immédiatement sur l'autre (C. E. I., 1934). La translation peut se réduire à un seul relais, mais est plus complexe pour les communications bilatérales. La translation assure une communication mettant en relation les sections de lignes avec les organes récepteurs ou émetteurs, la réception des signaux provenant d'une des sections et la réexpédition sur l'autre section des signaux correspondants.

S'il s'agit de télégraphie multiple, la commutation est assurée par distributeurs synchrones : c'est la *translation rotative* ou *tournante*. Les *translations rectificatrices* sont celles recevant des signaux déformés et renvoyant des signaux corrects paraissant provenir d'une émission nouvelle. (Angl. *Translation*. — All. *Versetzung*.)

TRANSMETTEUR. Transmetteur automatique. Relais effectuant la transmission à grande vitesse des radiotélégrammes dans les stations d'émission. Ce relais est commandé par le passage d'une bande de papier perforée, qui porte la transcription du message en signaux conventionnels, découpés par une *perforatrice*. Voir *manipulateur*.

(Angl. *Automatic Transmitter*. — All. *Taster, Sender*.)

TRANSMISSION. Transfert d'un poste d'émission à un poste de réception des signaux composant un message (C. E. I., 1934). Terme usité pour désigner en général une *émission* ou une *communication radio-électrique* (*émission* et *réception*). Il est préférable de limiter son acception au sens du phénomène qui intervient dans le transfert des signaux entre le poste émetteur et le poste récepteur.

Opération consistant à transformer en émissions radioélectriques des écrits, des images, des signes, des signaux ou des sons, dans un but de communication ou de diffusion. (Congrès juridique international, Rome, 1928.)

— **Ligne de transmission.** Ligne électrique destinée à la transmission de l'énergie d'une usine génératrice, ou d'une sous-station à d'autres usines ou sous-stations (C. E. I., 1934). Voir *ligne*.

— **Vitesse de transmission.** Voir *vitesse, rapidité*.

— **Voie de transmission.** Ensemble de tous les systèmes et milieux qui assurent la transmission entre le poste émetteur et le poste récepteur. La voie de transmission peut comporter un ou plusieurs circuits ou réseaux élémentaires.

— **Transmission immédiate.** Transmission assurée par une voie simple, ligne de conducteurs ou éther radioélectrique, sans intermédiaire ni relais.

— **Transmission par relais.** Transmission immédiate dont la voie se compose d'un certain nombre de réseaux ou circuits élémentaires, commandés en cascade par des relais téléphoniques ou télégraphiques.

— **Transmission par simple courant, par double courant.** Voir *courant*. Voir *émission*, *émetteur*.

(Angl. *Transmission*. — All. *Sendung*.)

TRANSMODULATION. Modulation résultant d'une interférence entre l'onde de la station à recevoir et celle d'une autre station voisine, mais qui ne se produit que lorsque cette onde est elle-même modulée. En l'absence de modulation, il ne se produit aucune interférence, en raison de l'écart des ondes porteuses. Par contre, dès qu'il y a modulation, la *transmodulation* apparaît, quel que soit le nombre des résonances associées en cascade sur l'onde de la station à recevoir. On observe un phénomène analogue lorsque, par suite du filtrage insuffisant de la polarisation, une tension alternative de basse fréquence se superpose à la tension incidente induite par l'onde à recevoir. La *transmodulation* est évitée par l'emploi de lampes amplificatrices à caractéristiques paraboliques, telles que les lampes à *penle variable*. Voir ce mot.

En général la transmodulation apparaît par suite du manque de sélectivité d'un circuit, de l'utilisation d'un tube à caractéristique coudée ou d'amplitudes des signaux relativement grandes. Le phénomène n'intéresse d'ordinaire que certaines fréquences, dans l'aigu. On évite la transmodulation par l'emploi d'un présélecteur à l'entrée du récepteur.

(Angl. *Cross-Talk*. — All. *Durchmodulierung*.)

TRANSPARENCE. Transparence de grille. Inverse du coefficient d'amplification en volts d'une lampe. La transparence de grille $D = \frac{1}{\mu}$ mesure la facilité

avec laquelle les électrons traversent cette grille. Voir *lampe*, *coefficient d'amplification*, *grille*.

(Angl. *Transparence*. — All. *Durchgriff*.)

TRANSPORT. Ligne de transport. Voir *ligne*.

TRANSPPOSITION. Rotation de l'ensemble des conducteurs d'une ligne pour réduire les effets de dyssymétrie (C. E. I., 1934). Modification par laquelle les différents conducteurs d'une ligne aérienne

permutent leurs emplacements sur l'armement du circuit ou du groupe de circuits. Sur les lignes télégraphiques ou téléphoniques bifilaires, la transposition a pour objet d'assurer l'antiinduction par rapport aux lignes électriques parallèles du voisinage. Sur les lignes électriques, la transposition a pour effet d'équilibrer les capacités des conducteurs par rapport à la terre. La transposition est opérée suivant certaines lois : *croisement*, *rotation* (voir ces mots).

— **Point de transposition.** Endroit où s'effectue la transposition, appui ou intervalle entre plusieurs portées.

— **Intervalle de transposition.** Distance régulière entre deux points de transposition consécutifs.

— **Section de transposition.** Section minimum d'un circuit ou d'un groupe de circuits au bout de laquelle l'armement a repris sa configuration primitive. Définition comparable à celle du *pas* d'une hélice ou de la *longueur d'onde* d'une émission. L'omission ou le redoublement des transpositions peut être effectué à l'extrémité de certaines sections.

— **Transpositions coordonnées.** Transpositions étudiées à la fois sur une ligne téléphonique et sur une ligne d'énergie parallèles dans le but d'assurer le mieux possible l'antiinduction. Voir *armement*, *antiinduction*, *croisement*, *rotation*.

TRANSVERSAL. Onde transversale. Voir *onde*.

TRAVAIL. Onde de travail. Voir *onde*.

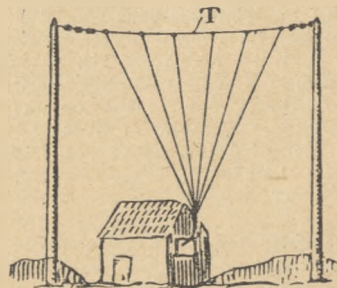
TRAVERSE. Élément transversal des supports sur lequel on fixe les isolateurs (des lignes) (C. E. I., 1934).

(Angl. *Traverse*. — All. *Quer...*)

TRAVERSÉE. Endroit où la ligne croise une route, une rivière, etc... (C. E. I., 1934).

(Angl. *Passage*. — All. *Quergang*.)

TRAVERSIER. Câble transversal au-



Traversier T d'une antenne.

quel sont attachés les divers brins constituant une nappe d'antenne.

(Angl. *Crosswire*. — All. *Querdraht*.)

TRÈFLE. Trèfle cathodique. Voir *indicateur cathodique d'accord*, *cil cathodique*.

(Angl. *Trefoil*. — All. *Kleeblatt*.)

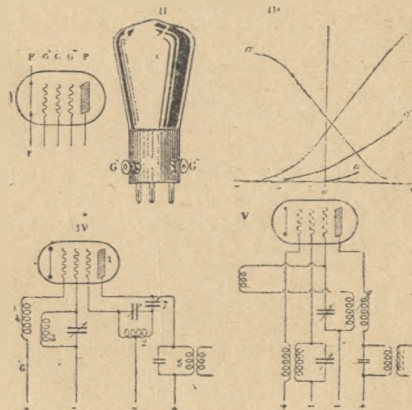
TREMBLEUR. Pièce mobile d'un interrupteur à vibration électromagnétique. Le trembleur est constitué par une masse magnétique fixée à l'extrémité d'un ressort à lame. Au repos, la lame appuie contre la pointe d'une vis platinée et ferme le circuit électrique d'un électroaimant, dont le noyau attire la masse magnétique du trembleur. En se tendant, le ressort interrompt le contact, coupe le courant, désaimante la bobine et revient au repos. Le contact s'établit alors à nouveau et le phénomène se répète ainsi un grand nombre de fois par seconde.

(Angl. *Hammer Break*, *Trembler*. — All. *Tikker*.)

TRIANGLE. Montage en triangle. Montage en série des enroulements d'un système triphasé, effectué de manière à réaliser un circuit fermé. (Comité électrotechnique français.)

(Angl. *Triangle Connection*. — All. *Dreieckschaltung*.)

TRIGRILLE. Lampe électronique possédant trois grilles ou électrodes auxiliaires. La *trigrille* ou *penthode* possédant en outre filament et plaque est donc une lampe à 5 électrodes. Les trois grilles (intérieure G1, moyenne G2 et extérieure G3) sont disposées concentriquement entre le fila-



Lampe trigrille : I, Schéma de la trigrille : F, filament; G¹, grille d'accélération; G, grille de contrôle; G², grille de protection. — II, Lampe trigrille. — III, Caractéristiques de la trigrille. — IV, Changeur de fréquence trigrille, avec réaction par capacité. — V, Changeur de fréquence trigrille avec réaction électromagnétique.

ment et la plaque. La grille moyenne, servant à la commande, est reliée à la broche de grille du culot normal. Les grilles intérieure et extérieure aboutissent à deux bornes de part et d'autre du culot.

La grille intérieure est surtout une grille d'accélération, en d'autres termes une « pompe à électrons » qui accroît le champ électrique filament-plaque, et une grille-écran.

La grille extérieure est principalement une grille de *protection*, autrement dit une plaque auxiliaire, qui égalise la charge d'espace électronique, et une grille d'arrêt ou grille *suppresseuse*.

Le filament étant chauffé sous 3 à 4 volts, les tensions de grille sont de 12 à 18 volts pour G1 et de 20 à 30 volts pour G3. La grille G2 est polarisée négativement pour l'amplification et montée normalement pour la détection. La tension de plaque est de 30 ou 40 volts. Le facteur d'amplification en volts est alors de 25 à 30. Dans ces conditions, il est possible de pratiquer l'écoute en haut-parleur avec des tensions de plaque de 5 volts environ.

Mais pratiquement on utilise des tensions anodiques et d'écran beaucoup plus élevées, de l'ordre de 250 à 300 V. Voir *penthode*.

L'une des applications les plus intéressantes de la *trigrille* est le changeur de fréquence ou radio-modulateur. Les deux grilles extrêmes jouent alors le rôle de grilles de contrôle, la grille moyenne servant d'électrode accélératrice. On obtient de bons résultats en prenant pour la tension de G1 les trois quarts environ de la tension de G2. La lampe *trigrille* permet de combiner les fonctions d'un *triode* agissant comme hétérodyne et d'une *bigrille* agissant comme modulatrice (changeur de fréquence.) L'avantage de séparer l'oscillation de la modulation est évident, surtout en ce qui concerne l'indépendance des deux fonctions et la manœuvre de la réaction.

L'intérêt du groupement dans une même lampe de trois électrodes auxiliaires se traduit par la possibilité de recevoir sur de très courtes longueurs d'onde (15 à 20 mètres).

Synonyme *penthode*. Voir ce mot.

(Angl. *Five Electrode Valve*. — All. *Fünfelektrodenröhre*.)

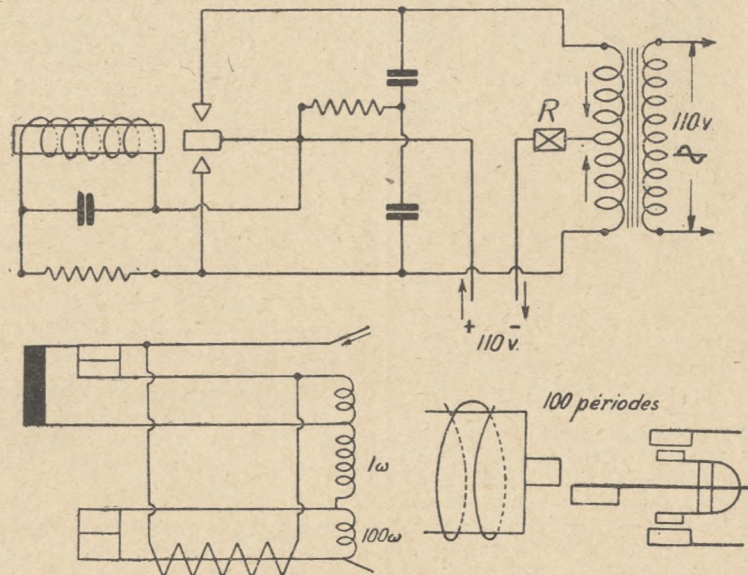
TRILAMPE. Poste récepteur à trois lampes. Voir *récepteur*.

(Angl. *Three Tubes Receiver*. — All. *Dreiröhre Empfänger*.)

TRILLER. (Terme anglais). Transformateur de courant continu à basse tension en courant continu à haute tension comprenant une bobine d'induction, un vibreur, un filtre et un transformateur statique. Ce dispositif est utilisé pour alimenter totalement un récepteur radioélectrique au moyen d'un accumulateur de 6 ou 12 volts, comme le cas se présente à bord des automobiles. Le triller comporte aussi un relais à retardement actionné par bilame, qui met en court-circuit au bout de 30 secondes une résistance ayant pour effet d'empêcher les fusibles de sauter sous l'action de l'extra-courant de rupture. En cas d'interruption de courant, la résistance est remise en circuit par ce relais au bout de 30 secondes. Le triller permet aussi d'alimenter un récepteur pour courant alternatif par un réseau à courant continu en isolant complètement le récepteur du réseau et en lui fournissant une tension

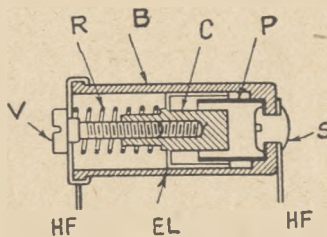
anodique très supérieure à celle du réseau. Voir *redresseur*, *redressement*. (Angl. *Triller*.)

renfermés dans une enceinte à vide très poussé. Exception est faite pour les *triodes* à gaz de construction récente. L'anode étant



Triller : I. Schéma de principe. — II. Dispositif de sécurité et de mise en marche à bilame. — III. Détail du vibreur.

TRIMMER. (Terme anglais). Condensateur ajustable de petite capacité monté en dérivation sur une bobine ou sur un condensateur dans un circuit d'accord, pour produire une translation de la caractéristique longueur d'onde-capacité du circuit par rapport à l'axe des capacités.



Coupe d'un trimmer : B, corps en bakélite; C, électrode centrale; V, vis de réglage; R, ressort; P, plaque médiane; S, rivet; HF, haute fréquence; B.T., HT, haute et basse tensions.

Souvent les trimmers sont constitués par de simples lames formant ressort, dont la flèche peut être réglée par vis. Parfois au contraire, ces condensateurs ajustables sont fabriqués exactement comme des condensateurs réglables et avec le même degré de précision. Voir *condensateur ajustable* et *padding*.

(Angl. *Trimmer*.)

TRIODE. Lampe à trois électrodes. (Comité électrotechnique français). En fait, un tube quelconque à trois électrodes n'est pas considéré comme triode. La triode classique comprend une cathode chaude (filament ou autre), une anode et une grille intercalée entre anode et cathode. Tous les éléments sont ordinairement

généralement alimentée sous tension constante, le mouvement des charges électroniques à travers la lampe dépend de la tension de grille, qui est mesurée par rapport à la cathode. Si la tension de grille est légèrement positive, les électrons atteignant la plaque donnent naissance au courant anodique qui se referme à l'extérieur de la triode. Ce courant croît généralement dans le même sens que la tension de grille. Lorsque la tension de grille est négative, la grille repousse les électrons vers la cathode et l'intensité du courant anodique est réduite. La grille capte elle-même des électrons lorsqu'elle est positive, ce qui donne naissance au courant de grille.

Le courant anodique est de la forme

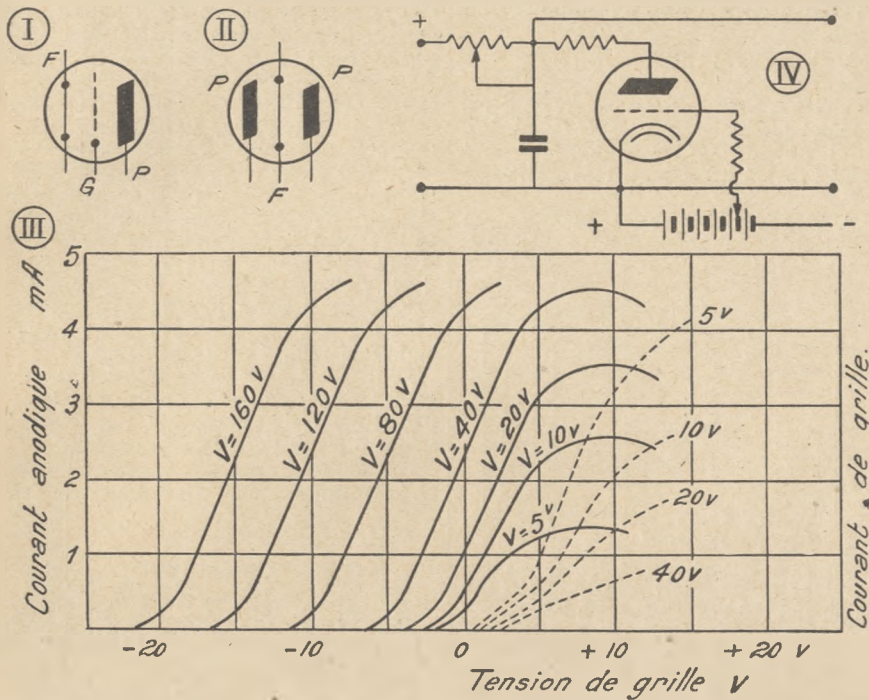
$$i = F \left(v + \frac{V}{\mu} \right)$$

en appelant v la tension de grille; V , la tension anodique et μ le coefficient d'amplification en volts de la triode, dont l'inverse est la transparence de grille.

Les régions rectilignes des caractéristiques courant anodique-tension de grille de la triode peuvent être figurées par l'équation

$$Ri = \mu v + V - U$$

où R est la résistance intérieure du circuit anodique, et U une tension positive égale à la tension anodique de la caractéristique dont la région linéaire passe par l'origine des coordonnées. La pente ou transconductance p de la triode est le quotient différentiel di/dv , lorsque V reste constant. En fonction de la pente, on peut écrire



Lampes triodes : I. Triode normale : F, filament; G, grille; P, plaque. — II. Triode biplaque pour le redressement. — III. Familles de caractéristiques d'une lampe triode pour diverses tensions anodiques. — IV. Montage d'une triode à gaz pour la production d'oscillations de relaxation.

$$i = p v + \frac{V}{R}$$

Pour tout ce qui concerne la triode, voir aussi *lampe, anode, grille, pente, amplification, caractéristique, etc.*

Pour les triodes à ondes ultra-courtes, voir *onde, microonde, lampe-gland.*

— **Triode à gaz.** Cette lampe est utilisée pour les bases de temps des tubes à rayons cathodiques. Les lampes usuelles ne peuvent généralement pas dépasser la fréquence de 10.000 p : s, qui ne suffit pas pour l'examen des phénomènes à haute et moyenne fréquence. La plus haute fréquence utilisable dépend du temps de désionisation du gaz contenu dans le tube à décharge, comme le temps de retour de la tension d'oscillation à relaxation. Par un remplissage de gaz convenable, la fréquence peut être portée à 50.000 p : s. On utilise une triode à décharge au lieu de deux penthodes et l'on économise divers condensateurs et résistances.

Dans la triode à gaz, le courant d'anode s'établit brusquement quand, pour une polarisation négative donnée de la grille, la tension anodique dépasse une certaine valeur. A cause de l'ionisation, le courant anodique est très supérieur à celui d'une triode à vide. La tension d'anode à partir de laquelle commence la décharge dépend de la tension négative de grille. Lorsque la décharge est amorcée, la variation de la tension de grille n'a plus d'effet. C'est la variation de la tension anodique qui fixe la valeur du courant anodique. Au-dessous d'une certaine valeur, l'ionisation cesse et le courant s'annule. La grille reprend alors son rôle de commande.

La triode à gaz 4.686, par exemple, est chauffée sous 4 volts par 1,2 A. La tension d'extinction est de 17 volts. La tension maximum de crête entre deux électrodes est de 350 volts; la tension anodique de crête, de 300 volts; le courant anodique de crête de 300 mA. Dans un montage à relaxation, le maximum du courant anodique oscillant moyen est de 3 mA. La résistance de grille minimum est de 1.000 ohms par volt de tension de crête sur la grille et la résistance maximum de 0,5 mégohm. Le rapport de la tension d'allumage à la tension de grille est de 21.

Appliquée comme tube redresseur à commande de grille pour les fréquences inférieures à 75 p : s, cette triode supporte une tension de crête maximum de 300 volts entre deux électrodes et un courant anodique de 300 mA, mais le courant d'anode moyen est de 75 mA au cours d'une période de 30 secondes au plus.

(Angl. *Triode*. — All. *Dreipolröhre*.)

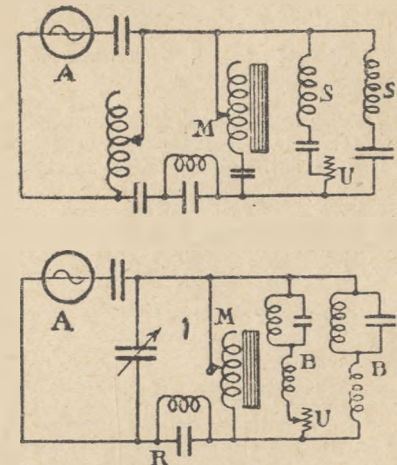
TRIPHASÉ. Se dit de trois tensions ou de trois courants alternatifs, de même fréquence, provenant d'une même machine ou de machines et appareils accouplés, déphasés l'un par rapport à l'autre d'un tiers de période. (Comité électrotechnique français).

(Angl. *Three Phase*. — All. *Dreiphasig*.)

TRIPLEUR. Tripleur de fréquence. Changeur ou multiplicateur de fréquence ayant pour objet de tripler la fréquence d'un courant alternatif. Antérieurement aux applications récentes des lampes triodes, le problème s'était posé de multiplier

la fréquence de courants alternatifs afin d'émettre sur des longueurs d'onde plus courtes que celles fournies directement par les alternateurs à haute fréquence (30.000 à 60.000 p : s). On y arrive assez simplement en faisant débiter l'alternateur à travers les primaires de deux transformateurs à noyau magnétique, l'un saturé et l'autre pas. Dans ces conditions la courbe du flux du premier est aplatie, celle du second est pointue et l'opposition des deux enroulements fait apparaître la fréquence triple. (Clinker et Taylor).

M. Marius Latour a construit un tripleur de fréquence dont le circuit magnétique est en *acier au nickel*, présentant une courbe de saturation très prononcée. Voir *nickel*. Il a proposé deux montages, dont l'un pourvu de circuits filtres et l'autre de circuits bouchon (shunts résonnants et circuits résonnants), qui font résonner l'harmonique 3. En particulier, on a utilisé un tripleur de 15 kilowatts, alimenté en courant à 33.333 p : s et débitant un courant à 100.000 p : s. Le circuit magnétique possédait 500 tôles au nickel de 0,05 à 0,06 mm., disposées en couronne de 89 millimètres de diamètre extérieur et de 69 millimètres de diamètre intérieur, pesant 590 grammes environ. La saturation était produite par un courant de 80 A



Tripleur de fréquence système Latour : A, alternateur à haute fréquence; B, bouchons résonnants; M, multiplicateur (transformateur à acier au nickel); R, circuit accordé sur la fréquence triple; S, shunts résonnants.

parcourant 30 spires. Les pertes étaient de l'ordre de 1.500 watts.

On peut d'ailleurs tirer de l'énergie des harmoniques supérieurs à 165.000, 230.000, 300.000 p : s.

(Angl. *Frequency Trebler*. — All. *Dreifachungs Transformator*.)

TUBE. En général, synonyme de lampe électronique, thermoionique ou d'ampoule radiologique. Voir *lampe électronique, radiologique, thermoionique, etc.*

— **Tube autoprotecteur.** Tube radiologique dans lequel le dispositif de protection fait partie intégrante du tube. (C. E. I., 1934).

— **Tube Coolidge.** Tube radiologique à vide très élevé et à cathode incandescente (C. E. I., 1934).

— **Tube de Crookes.** Tube à gaz raréfié employé pour la démonstration des propriétés des rayons cathodiques (C. E. I., 1934).

— **Tube à décharge.** Tube à gaz dans lequel le courant anodique résulte principalement du flux produit par l'ionisation du gaz.

— **Tube électronique.** Tube à vide élevé, qui doit ses caractéristiques essentiellement à l'émission d'électrons par une des électrodes (C. E. I., 1934).

— **Tube de flux.** Voir *flux*.

— **Tube de forces.** Sorte de tube imaginaire constitué par un certain nombre de lignes de forces d'un champ électrique ou magnétique, dans la théorie de Faraday. Voir *champ*, *électrostatique*, *électromagnétique*.

— **Tube à gaz.** Lampe dont l'ampoule n'est pas complètement vidée et contient une atmosphère gazeuse sous faible pression. Voir *hélium*, *hydrogène*, *néon*.

— **Tube à grille écran.** Voir *grille*, *écran*, *électronique*.

— **Tube de Lénard.** Voir *tube à rayons cathodiques*.

— **Tube métallique.** Tube dans lequel une partie de la paroi étanche est métallique (C. E. I., 1934). Voir *lampe*, *métallique*.

— **Tube photoélectrique.** Tube à vide dans lequel l'émission électronique est produite par l'éclairement de la cathode (C. E. I., 1934). Voir *photoélectrique*.

— **Tube radiologique.** Tube servant à la production des rayons Röntgen. Voir *radiologique*.

— **Tube à rayons cathodiques.** Tube dans lequel l'anticathode est remplacée par une fenêtre assez mince pour permettre le passage des corpuscules cathodiques à l'extérieur de l'ampoule (C. E. I., 1934). Voir *cathodique*, *rayon*, *oscillographe*, *oscilloscope*, *télévision*, etc...

— **Tube thermionique ou thermoionique.** Tube électronique dans lequel l'émission des électrons est produite par une cathode chauffée; lorsqu'il est nécessaire de mettre en évidence le nombre des électrodes, on emploie les termes *diode*, *triode*, *tétrode*, *penthode*, etc... (C. E. I., 1934).

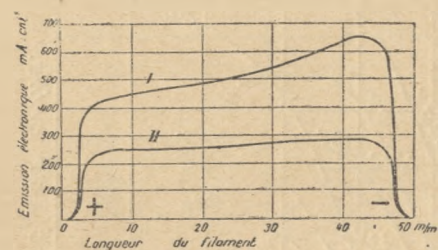
— **Tube thermionique à vapeur de mercure.** Tube à vapeur de mercure dans lequel l'émission électronique produite par une cathode chauffée provoque l'ionisation de la vapeur (C. E. I., 1934).

— **Tube à vide.** Synonyme de *lampe électronique*. Voir *lampe*. (Angl. *Tube*. — All. *Röhre*.)

TUBULAIRE. Champ tubulaire. Voir *champ*. (Angl. *Tube*... — All. *Röhren*...)

TUNGSTÈNE. Élément métallique, de masse atomique $W = 184$. Corps dur, gris et brillant, très réfractaire, fondant à $3.300^{\circ}C$. Allié à l'acier, il lui confère une grande dureté.

Le tungstène trouve en électricité et radioélectricité de nombreuses applications: bornes intérieures des interrupteurs à

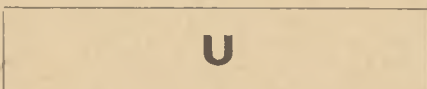


Variation de l'émission électronique le long d'un filament de tungstène de 0,07 mm de diamètre: I. A haute température. — II. A basse température. (D'après H. Simon).

mercure et des éclateurs, bornes des tubes luminescents, bornes des redresseurs à vapeur de mercure, filaments des lampes à incandescence et des lampes électroniques ou support de cathodes incandescentes, électrodes pour la soudure à l'arc, contacts pour interrupteurs de magnétos et d'allumeurs, pour la surface frottante des contrôleurs, etc... Le tungstène est également utilisé pour les électrodes traversant les ampoules en quartz et verres peu fusibles au silicate de bore, en raison de la similitude des coefficients de dilatation. Dans le vide, le tungstène est pratiquement inaltérable. Dans l'air, il s'oxyde vers 700 à $800^{\circ}C$.

Le tungstène peut être produit en fils très fins de quelques centièmes de millimètre.

(Angl. *Tungstene*. — All. *Wolfram*.)



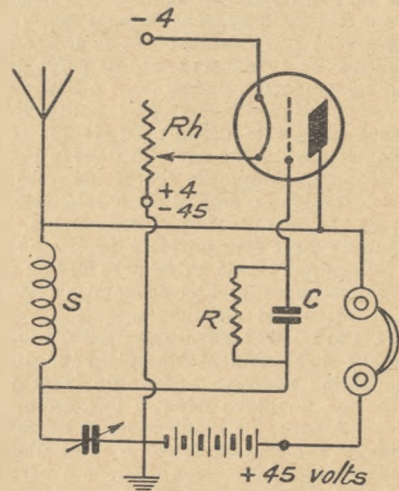
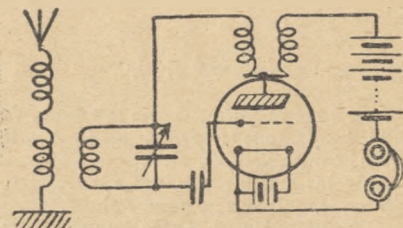
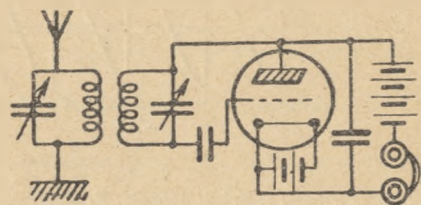
ULTRA-AUDION. Terme désignant un montage récepteur de Lee de Forest et Longwood comportant une triode. Les caractéristiques de ce circuit sont les suivantes; le circuit résonnant est disposé entre la grille et la plaque; un condensateur fixe, de protection et de passage, est intercalé entre le circuit oscillant et la grille; un condensateur variable de réaction est placé en dérivation sur la batterie de plaque et sur le téléphone. Un autre type d'ultra-audion comporte un variomètre de réaction dont l'un des enroulements est placé entre le circuit oscillant et la plaque,

l'autre entre la plaque et la batterie de plaque. Ce montage à réaction peut également fonctionner comme un émetteur.

Un troisième type comporte un condensateur shunté dans le circuit de grille. Ce montage, préconisé par M. de Béville, comporte une bobine S de 50 spires pour les petites ondes et de 175 spires pour les grandes ondes. Celle des grandes ondes est mise en court-circuit pour la réception des petites ondes. Le condensateur d'accord CV, monté entre sortie S et Terre (reliée au $+4V$ chauffage filament) doit, pour les valeurs de bobines plus haut indiquées, présenter une capacité égale à $0,5/1.000^{\circ}$ de microfarad.

Le condensateur de détection C est de $0,2/1.000^{\circ}$ microfarad et la résistance fixe R montée en parallèle sur le condensateur C est de l'ordre de 2 mégohms.

Aucun shunt n'est utile sur les écouteurs et, à travers ceux-ci, la plaque est portée



Trois montages de l'ultra-audion de Lee de Forest.

à un potentiel positif de 45 volts. Le rhéostat R_h doit être progressif et d'une résistance de 30 ohms.

Le chauffage du filament sera assuré soit par un petit accumulateur de 4 volts,

Outre le contrôle de la longueur d'onde, le centre de Bruxelles effectue la mesure de la modulation, pour surveiller la surmodulation si gênante; puis le repérage des harmoniques et les mesures du champ. Plus de 15.000 mètres de bandes enregistrées ont été dépouillées et analysées. Cette

documentation considérable a servi de base à l'établissement des plans de répartition des longueurs d'onde.

Dès 1926, le centre de contrôle a étudié et construit des ondemètres-types, de précision, destinés aux stations. La précision de ces ondemètres a été portée de 1/10.000^e à plus de 1/100.000^e.

Les divers laboratoires spécialisés de Tatsfil (Londres), Prague, Varsovie, Stockholm, Helsinki, Madrid, Lisbonne possèdent des appareils de mesure précis établis sur le modèle de ceux de Bruxelles. Ces centres et ceux de Berlin, Berne, Sesto Calende (Italie) et Mojaïsk (U. R. S. S.) collaborent étroitement avec celui de Bruxelles.

En outre, le centre de contrôle a déterminé le rapport des champs des stations synchronisées, le rayon d'action agréable des stations, la séparation des émissions en kilohertz, la qualité acoustique de l'émission et de la réception, les qualités des appareils d'enregistrement, les procédés d'élimination des perturbations, bref toutes définitions et mesures se rapportant à la technique de la radiodiffusion. Voir *radiodiffusion, laboratoire, mesures, fréquence, modulation, etc...*

UNIPOLAIRE. Génératrice unipolaire. Voir *génératrice, acyclique*.

UNITAIRE. Intervalle unitaire. Voir *intervalle, enroulement, collecteur.*

UNITÉ. Unités fondamentales. Unités choisies pour servir de base à un système d'unités (C. E. I., 1934).

— **Unités dérivées.** Unités déduites des unités fondamentales.

— **Système d'unités.** Ensemble d'unités de mesure déduites d'un certain nombre d'unités arbitraires par des relations physiques.

— **Système absolu.** Système fondé sur le nombre, jugé maximum, d'unités fondamentales.

— **Système C. G. S.** Système absolu pour les mesures mécaniques, dans lequel le centimètre, le gramme et la seconde sont les unités fondamentales de longueur, de masse et de temps. Ce système a été créé en 1872 par la British Association. Dans ce système, l'unité de force est la *dyne* ou force produisant sur la masse d'un gramme une accélération de 1 centimètre par seconde; l'unité de travail est l'*erg* ou travail produit par la force d'une dyne pour le déplacement de son point d'application d'un centimètre dans la direction de la force.

Système électrostatique. — Système d'unités pour les grandeurs électriques et magnétiques fondé sur la convention que la constante diélectrique soit une des grandeurs fondamentales.

— **Système électromagnétique.** Système d'unités pour les grandeurs électriques et magnétiques fondé sur la convention

que la perméabilité magnétique soit une des grandeurs fondamentales.

— **Système électrostatique C. G. S.** Système absolu dans lequel les unités arbitraires sont le centimètre, le gramme, la seconde et la constante diélectrique de l'espace vide.

— **Système électromagnétique C. G. S.** Système absolu dans lequel les unités arbitraires sont le centimètre, le gramme, la seconde et la perméabilité de l'espace vide.

— **Système pratique.** Système dans lequel les unités fondamentales sont choisies de façon à rapprocher le plus grand nombre d'unités des valeurs des grandeurs qu'on doit évaluer le plus souvent.

— **Système pratique électromagnétique.** Système cohérent d'unités déduit du système électromagnétique C. G. S. et dont les unités sont des multiples ou des sous-multiples de puissances entières de 10 des unités correspondantes du système C. G. S. A certaines d'entre elles ont été attribués des noms de personnes.

Les unités fondamentales sont 10 cm, 10^{-11} g, 1 s et la perméabilité magnétique de l'espace vide.

Ce même système peut être considéré comme absolu en adoptant pour unités fondamentales de longueur, masse et temps, le mètre, le kilogramme, la seconde et une quatrième unité fixée par une convention internationale (*Système Giorgi MKS*, voir plus loin).

Voici le tableau des unités électriques pratiques :

UNITÉS ÉLECTRIQUES PRATIQUES.

Nom	Grandeur mesurée	Valeur par rap. à l'unité C. G. S.
Ohm	Résistance	10 ⁹
Volt.	Tension	10 ⁸
Ampère.	Courant	10 ⁻¹
Coulomb	Quantité d'élec- tricité	10 ⁻¹
Farad	Capacité	10 ⁻⁹
Henry	Inductance	10 ⁹
Joule	Energie	10 ⁷
Watt	Puissance	10 ⁷
Var	Puissance réac- tive	10 ⁷
Volt-ampère.	Puissance appa- rente	10 ⁷

— **Unités pratiques usuelles.** Unités qui ne sont pas directement comprises parmi les unités pratiques dérivées du système C. G. S., mais sont couramment employées. Telles sont l'*ampère-heure*, le *watt-heure*, l'*ampère-tour*, etc... Voir chacun de ces termes.

— **Système électrique international.** Système ayant comme unités fondamen-

tales de courant et de résistances l'ampère et l'ohm international, définis par la Chambre des délégués au Congrès de Chicago en 1893 et rectifiés par la Commission internationale de Londres en 1908, qui a fixé les règles pour leur reproduction. Les principales unités des grandeurs électriques et radioélectriques de ce système répondent aux définitions suivantes :

— COURANT. L'unité pratique est l'ampère international, courant uniforme qui dépose en une seconde 1,118 milligramme d'argent par électrolyse d'une solution aqueuse de nitrate d'argent. Unités dérivées : milliampère (10^{-3} A et microampère (10^{-6} A).

— QUANTITÉ D'ÉLECTRICITÉ. L'unité pratique est le *coulomb international*, quantité d'électricité égale à celle transportée pendant une seconde par un courant uniforme de 1 ampère.

Unités dérivées : *microcoulomb* (10^{-6} C) et *ampère-heure* (3.600 C).

— DIFFERENCE DE POTENTIEL (TENSION) ET FORCE ÉLECTROMOTRICE. L'unité pratique est le *volt international*, différence de potentiel existant entre les extrémités d'un conducteur dont la résistance est 1 ohm, traversé par un courant invariable de 1 ampère.

Unités dérivées (millivolt (10^{-3} V), microvolt (10^{-6} V), kilovolt (10^3 V)).

— RÉSISTANCE. L'unité pratique est l'*ohm international*, résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure de section uniforme, prise à la température de zéro degré centésimal, ayant une longueur de 106,3 cm et une masse de 14,4521 g.

Unités dérivées : *microhm* ($10^{-6} \Omega$) et *mégohm* ($10^6 \Omega$).

— CAPACITÉ. L'unité pratique est le *farad international*, capacité du condensateur qui porte la charge de 1 coulomb à la tension de 1 volt.

Unité dérivée : *microfarad* (10^{-6} F).

— ENERGIE. L'unité pratique est le *joule*, millième partie du *kilojoule* ou travail fourni par une force de 1 sthène dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.

Unités dérivées : kilojoule (10^3 J), watt-heure (3.600 J), hectowatt-heure ($36 \cdot 10^4$ J), kilowatt-heure ($36 \cdot 10^5$ J).

— PUISSANCE. L'unité pratique est le *watt*, millième partie du *kilowatt* ou puissance qui produit 1 *kilojoule* par seconde.

Unité dérivée : *kilowatt* (10^3 W).

— RÉSISTIVITÉ. L'unité pratique est l'ohm-centimètre carré par centimètre ou ohm-centimètre.

Unités dérivées : *microhm-centimètre*,
mégohm-centimètre.

— **INDUCTANCE.** L'unité pratique est le *henry*, inductance dont la valeur est égale à 10^9 unités électromagnétiques C. G. S.

— **FORCE MAGNÉTOMOTRICE.** L'unité électromagnétique C. G. S. est le *gilbert*, égal à $10/4 \pi$ ou 0,8 ampère-tour environ dans le système pratique d'unités.

— **FORCE MAGNÉTISANTE.** L'unité électromagnétique C. G. S. est le *gauss*, égal à 0,8 ampère-tour par centimètre dans le système pratique d'unités.

— **LONGUEUR D'ONDE.** L'unité pratique est le mètre.

— **FRÉQUENCE.** L'unité pratique est la période par seconde, qui porte aussi le nom de cycle par seconde ou hertz.

Unités dérivées : kilohertz (10^3 hertz), myriahertz (10^4 hertz), mégahertz (10^6 hertz).

— **EFFICACITÉ.** L'unité pratique est le mètre-ampère.

Les définitions des principales unités électriques et radioélectriques sont reproduites dans le décret du 26 juillet 1919, rendu en exécution de la loi sur les unités du 2 avril 1919. Voir en particulier le paragraphe consacré dans l'*Encyclopédie* à chacune de ces unités en particulier, ainsi que leurs abréviations en tête de l'*Encyclopédie*.

— **Préfixes des unités.** Dans le système métrique, les multiples et sous-multiples des unités fondamentales sont désignés par les préfixes du tableau ci-contre.

Préfixe	Valeur correspondante
Méga	10^6
Myria	10^4
Kilo	10^3
Hecto	10^2
Déca	10
Déci	10^{-1}
Centi	10^{-2}
Milli	10^{-3}
Micro	10^{-6}
Pico	10^{-12}

SYSTÈME D'UNITÉS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES ABSOLUES M. K. S. GIORGI

Quantités électriques		Unités et dimensions	Quantités magnétiques	
Quantité	Symbole		Symbole	Quantité
Unités concrètes				
Courant électrique	i	ampère A	$\mathcal{M}$	Force magnéto-motrice
Force électromotrice	e	volt V	$\mathcal{E} = \frac{dq}{dt}$	Courant magnétique
Quantité d'électricité	$q = i \cdot t$	coulomb A . T	$\mathcal{M} \cdot t$	Impulsion magnéto-motrice
Impulsion électromotrice	$e \cdot t$	weber V . T	$\mathcal{Q} = \mathcal{E} \cdot t$	Flux magnétique
Conductance électrique	$1/R = i/e$	mho A . V ⁻¹	$\mathcal{C} = \mathcal{M}/\mathcal{E}$	Résistance magnétique
Résistance	$R = e/i$	ohm A ⁻¹ . V	$g/\mathcal{M}$	Conductance magnétique
Capacité	$C = q/e$	farad A . V ⁻¹ . T	q/g	Inertie magnéto-cinétique
Inductance	$L = \mathcal{Q}/i$	henry A ⁻¹ . V . T	$\mathcal{Q}/\mathcal{M}$	Inductance magnéto-statique
Unités spécifiques				
Densité de courant électrique ..	$I = i/S$	amp/m² A . L ⁻² weber/m² V . L ⁻²	g/S	Densité de courant magnétique
Induction électrique ou déplacement électrique ou flux unitaire ou densité de charge	$D = q/S$	coul./m² A . L ² . T weber/m² V . L ² . T	$B = \mathcal{Q}/S$	Induction magnétique ou flux unitaire ou densité de magnétisation
Force électrique	$E = e/s$	volt/m V . L ⁻¹ amp/m A . L ⁻¹	$H = \mathcal{M}/s$	Force magnétique
Résistivité électrique ou résistance spécifique	$\varrho = RS/s$	ohm x m A ⁻¹ . V . L mho/m A . V ⁻¹ . L ⁻¹	$gs/\mathcal{M} S$	Conductivité magnétique
Conductivité électrique	$k = s/RS$	ohm/m A ⁻¹ . V . L ⁻¹ mho x m A . V ⁻¹ . L	$\mathcal{C}S/s$	Résistivité magnétique
Inductivité électrique ou constante diélectrique	$\epsilon = Cs/S$	farad/m A . V ⁻¹ . L ⁻¹ . T henry/m A ⁻¹ . V . L ⁻¹ . T	$\mu = Ls/S$	Inductivité magnétique ou perméabilité
Constante diélectrique spécifique	$\epsilon_s = \epsilon/\epsilon_0$	ϵ_0 = constante diélectrique du vide = 8,8582 μμ F/m μ_0 = perméabilité du vide = 1,256 μ H/m	$\mu_s = \mu/\mu_0$	Perméabilité spécifique

— **Unités magnétiques absolues.** Parmi les unités magnétiques absolues C. G. S., quatre ont reçu de la Commission électrotechnique internationale (Oslo, 1931) les noms suivants :

Nom	Grandeur
<i>Ørsted</i>	Intensité de champ.
<i>Gauss</i>	Induction.
<i>Maxwell</i>	Flux d'induction.
<i>Gilbert</i>	Force magnétomotrice

— **Système d'unités absolues M. K. S. Giorgi.** La Commission électrotechnique internationale a adopté en 1935, à Scheveningue et Bruxelles, le système à quatre unités fondamentales constitué par le mètre, le kilogramme-masse, la seconde et une quelconque des unités électrotechniques pratiques concrètes (*coulomb, ampère, volt, ohm*). Ce système qui dérive des idées de Maxwell et Heaviside a été imaginé par M. Giorgi en 1901 pour supprimer les quatre irrationalités du système C. G. S., qui sont :

1° *Duplicité.* A chaque grandeur correspondent deux unités : une électrostatique, l'autre électromagnétique.

2° *Incommodité.* Ces unités sont souvent ou trop grandes, ou trop petites pour les besoins de la pratique, nécessitant l'emploi de coefficients de conversion compliqués et différents.

3° *Lacunes.* Erreur consistant à négliger l'entité physique des constantes de l'espace-éther, en posant égale à l'unité la constante de Coulomb des masses électriques ou magnétiques. D'où assimilation néfaste de certaines grandeurs à des longueurs (capacité, inductance) ou à des vitesses (résistance); complication des équations aux dimensions et dyssymétrie des deux systèmes, car on ne peut avoir simultanément $K_e = 1$ et $K_m = 1$.

4° *Facteur 4π .* Intrusion du facteur 4π dans certaines formules d'électrotechnique où il n'est question ni de cercles, ni de sphères, alors qu'il ne figure pas dans d'autres formules où il s'agit de sphères.

Le système Giorgi répond à toutes ces objections d'irrationalité. Il se compose entièrement d'unités déjà en usage, sauf deux qui ont été ajoutées :

a) Unité de *force gravitationnelle* d'un kilogramme-masse dans un endroit où l'accélération de la gravité serait $1 \text{ m} : \text{s}^2$. Le nom de *vis* a été proposé pour cette unité équivalent à 102 grammes environ à la surface de la terre.

b) Unité de *flux magnétique*, dénommée *weber*.

Adopté par la Commission électrotechnique internationale, ce système doit être normalement utilisé dans le monde entier à la place des systèmes C. G. S. Dans ce système, les valeurs des constantes du vide deviennent :

$$(k = 8,8582. 10^{-12} \text{ F} : \text{m}.$$

$$(u = 1,25607. 10^{-6} \text{ H} : \text{m}.$$

La vitesse de la lumière a alors pour valeur :

$$c = 1/\sqrt{k\mu} = 2,99792. 10^8 \text{ m} : \text{s}.$$

Les dénominations, symboles et équations aux dimensions des unités du système M. K. S. ont été rassemblés sur le tableau ci-contre.

(Angl. *Unit.* — All. *Einheit.*)

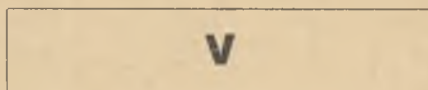
UNIVERSEL. Récepteur universel.

Récepteur radioélectrique susceptible d'être alimenté par le courant du réseau d'électricité, quelle que soit la nature de ce courant. Les récepteurs usuels comportant un transformateur d'alimentation ne peuvent être utilisés que sur un courant alternatif. Les récepteurs universels, au contraire, sont dépourvus de transformateur d'alimentation. Ils sont alimentés directement par le courant du réseau sous la tension normale de 110 volts. Si la tension du réseau est plus forte (220 volts par exemple), un « cordon chauffant » ou une résistance appropriée produit la chute de tension nécessaire. Les filaments des lampes sont chauffés en série sous la tension de 13 volts, ou 6,3 v, quelle que soit la nature du courant. Les anodes et grilles sont au contraire, alimentées, soit en courant continu, si telle est la nature du réseau; soit en courant redressé si le réseau est à courant alternatif.

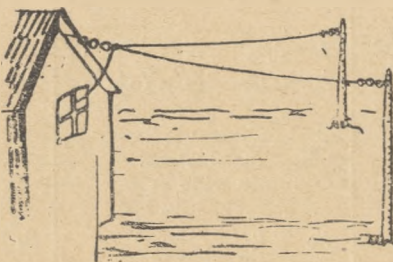
Les récepteurs universels sont plus simples que les récepteurs à courant alternatif et plus légers, à raison de l'absence de transformateur d'alimentation. Mais leur rendement est beaucoup moins bon : en quantité, par suite de l'importance de l'énergie dissipée en pure perte dans les résistances de chute de tension; en qualité par suite de l'impossibilité d'alimenter les grilles et les anodes à une tension supérieure à 100 volts.

C'est pourquoi on préfère actuellement remplacer les postes universels par des postes à courant alternatif alimentés par l'intermédiaire d'un transformateur à vibreur ou triller. Mais cette solution est beaucoup plus coûteuse à l'installation. Voir *triller, récepteur*.

(Angl. *Universal Receiver.* — All. *Allgemeiner Empfänger.*)



V. Antenne en V. Forme d'antenne dite en « V », parce que constituée par deux fils



Antenne en V.

qui figurent les branches d'un V plus ou moins horizontal. Les extrémités non communes des deux fils sont isolées. A l'extrémité commune est rattachée la descente d'antenne. Voir *antenne*.

(Angl. *V shaped Antenna.* — All. *V-förmige Antenne.*)

VAGABOND. Courants vagabonds.

Courants qui circulent hors des conducteurs qui leur sont affectés dans les installations dont une partie est reliée au sol. (Comité électrotechnique français). Voir *courant, tellurique*.

(Angl. *Eddy Current, Stray Current.* — All. *Vagabundierender Strom.*)

VALENCE. Nombre d'atomes d'hydrogène ou d'autres substances équivalentes qu'un atome ou un ensemble d'atomes peut remplacer dans une combinaison chimique (C. E. I., 1934).

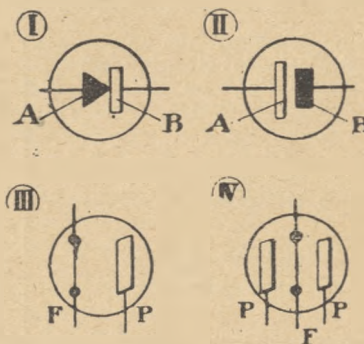
VALEUR. Valeur de crête. Voir crête.

— **Valeur efficace.** Voir *efficace, grandeur, périodique*.

— **Valeur instantanée.** Voir *instantané*.

— **Valeur moyenne.** Voir *moyenne, grandeur, périodique*.
(Angl. *Value.* — All. *Wert.*)

VALVE. Valve ionique ou électro-nique. Appareil constitué essentiellement par la combinaison de deux électrodes principales et, le cas échéant, d'un dispositif de commande, et utilisant, pour modifier les conditions de circulation d'un courant électrique, la conductibilité unidirectionnelle provoquée soit par l'ionisation d'un



Schémas symboliques des principaux types de valves : I. Valve à contact solide (détecteur, valve à oxyde de cuivre). — II. Valve électrolytique ou gazeuse : A, B, électrodes. — III. Valve électronique diode. — IV. Valve électronique biplaque : F, filament; P, plaque.

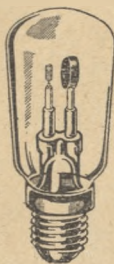
gaz, d'une vapeur ou d'un liquide, soit par une émission d'électrons dans un tube à vide poussé (C. E. I., 1934). Synonyme de *soupape ionique, électronique ou cathodique*. Voir ces mots.

Appareil doué de *conductibilité unilatérale*, c'est-à-dire qui ne laisse passer le courant que dans un sens et l'empêche de

s'écouler dans l'autre sens. On distingue, d'après leur nature, les valves *électrolytiques*, *électroniques*, *thermoioniques à contact solide*. Les valves électrolytiques sont constituées par deux électrodes de forme et de nature différentes, plongeant dans un électrolyte approprié. Les valves électroniques et thermoioniques sont des tubes à vide à deux électrodes, comprenant un filament et une plaque, parfois à trois électrodes, à savoir un filament et deux plaques (valve biplaque). Il existe en outre des valves à gaz ionisé sans filament. Voir *souape*, *Nodon*, *redresseur*, etc...

Le terme de *valve* est parfois étendu abusivement aux lampes triodes et polyodes fonctionnant comme *relais* et non comme *souapes*. Voir *lampe*, *relais*.

— **Valve à cathode de réchauffage.** Dans cette valve, le chauffage de la cathode n'est utilisé que provisoirement pour



Valve thermionique à vapeur de mercure, avec cathode de réchauffage.

amorcer le fonctionnement. Dès que l'ionisation de l'atmosphère gazeuse (vaporisation de mercure, par exemple) a produit la décharge, le chauffage de la cathode est interrompu par un relais et la tension de régime appliquée à la valve. L'emploi de cette valve dispense de transformateur, le redresseur étant monté en série avec une résistance convenable et l'appareil d'utilisation du courant continu. Ces valves sont construites pour des tensions de 2 à 60 volts et des courants jusqu'à 6 A. La

chute de tension dans le redresseur est constante, indépendante de la charge et de l'ordre de 10 volts. La cathode de réchauffage assure au redresseur une durée de 4.000 à 5.000 heures.

(Angl. *Rectifying Valve*. — All. *Zwei-elektroden Lampe, Klappe*.)

VAPEUR. Redresseur à vapeur de mercure. Voir *redresseur*, *mercure*, *valve*.

— **Tube thermoionique à vapeur de mercure.** Voir *tube*, *thermoionique*, *mercure*, *valve*.

VAR. Unité de puissance réactive dans le système pratique d'unités électriques correspondant à un courant de 1 A sous une chute de tension déphasée de 1 V. Un *var* est égal à 10^7 unités C. G. S. de puissance réactive. Voir *unité*, *pratique*, *puissance*, *réactif*.

(Angl., All. *Var*.)

VARHEURE. Unité d'énergie réactive correspondant à la puissance d'un *var* mise en jeu pendant une heure.

(Angl. *Var-Hour*. — All. *Var-Stunde*.)

VARHEUREMÈTRE. Compteur servant à mesurer une énergie réactive en *varheures*. (C. E. I., 1934).

(Angl. *Varhourmetre*. — All. *Varstundemeter*.)

VARIABLE. Condensateur variable. Voir *condensateur*.

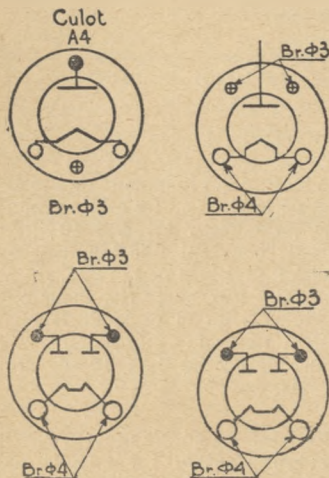
(Angl. *Variable*. — All. *Wechsel...*)

VARIOCOUPLEUR. Appareil comportant deux ou trois bobinages mobiles

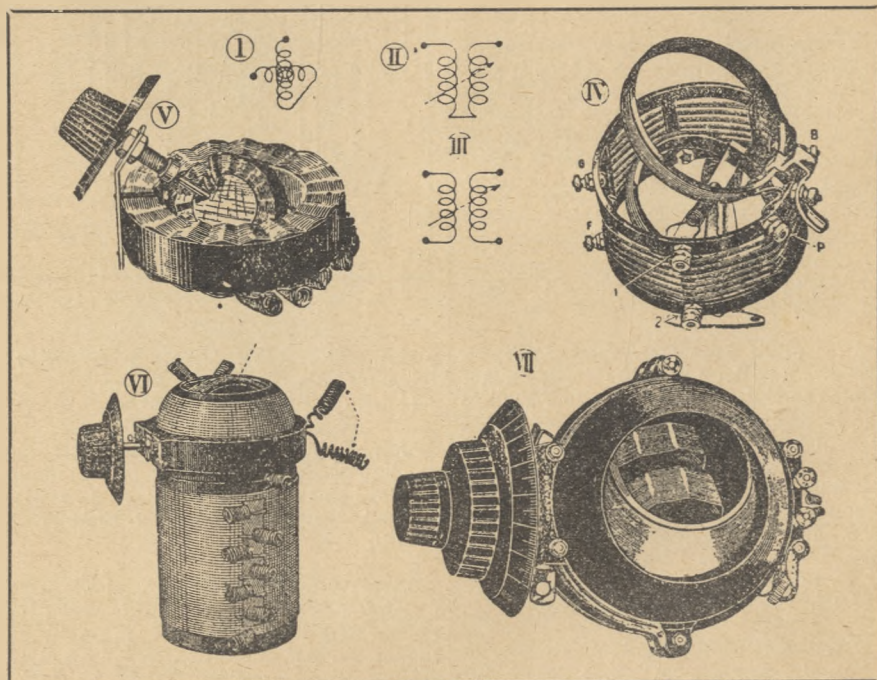
les uns par rapport aux autres de façon à permettre la variation dans de larges limites du *couplage* de ces bobines. Peut être constitué par deux ou trois bobines plates (*spiraies*, *fond de panier*, *nids d'abeilles*, etc...) s'écartant ou se rapprochant les uns des autres comme des volets. Ou bien par des bobines sphériques ou cylindriques, l'une tournant à l'intérieur de l'autre. Il est commode d'utiliser un variocoupleur pour réaliser le *couplage* des bobines *primaire*, *secondaire* et de *réaction* d'un circuit récepteur.

Lorsque les bobines sont disposées en volets, le couplage varie depuis une valeur minimum, lorsque les volets sont perpendiculaires, jusqu'à une valeur maximum, lorsqu'ils sont appliqués l'un contre l'autre. Le couplage minimum n'est nul que si les bobines sont suffisamment éloignées pour que le flux de l'une ne traverse pas l'autre et réciproquement. Le couplage maximum n'est égal à 1 que si tout le flux d'une bobine traverse l'autre et réciproquement.

Le couplage ne peut changer de sens qu'en s'annulant. Le changement de sens peut se produire lorsqu'on fait varier dans d'assez larges limites la position relative des bobines, en particulier lorsque la bobine mobile peut tourner d'un angle supérieur à un angle droit dans le champ de la bobine fixe. C'est le cas des variocoupleurs à bobines sphériques ou en général des variocoupleurs dont la bobine intérieure peut pivoter de 1 tour ou $1/2$ tour sur son axe, de manière à présenter un changement de face au flux fixe. De même, l'inversion du couplage peut être obtenue par l'inversion des connexions de l'une des bobines du variocoupleur par rapport à l'autre. Voir *bobine*, *couplage*,



Différents types de culots de valves thermoioniques.



Divers types de variocoupleurs et de variomètres : I. Schéma de variomètre. — II. Autre schéma de variomètre. — III. Schéma de variocoupleur. — IV. Variocoupleur-variomètre pour ondes courtes. — V. Variomètre à nids d'abeille. — VII. Double variomètre sphérique.

inductance, mutuelle induction, variomètre.
(Angl. Variocoupler. — All. Wechselkopplung.)

VARIOMÈTRE. Inductance variable réalisée à l'aide d'un ensemble de bobines dont on peut modifier la position respective. (C. E. I., 1934). Inductance variable réalisée au moyen d'un *variocoupleur* à deux bobines, dont les deux enroulements sont reliés en série. Cet appareil constitue un dispositif d'accord réglable dispensant du condensateur variable pour une gamme de longueurs d'onde assez restreinte, par exemple entre 200 et 500 mètres.

La position de la bobine mobile est déterminée par rapport à celle de la bobine fixe à l'aide d'un index solidaire de l'axe de la bobine mobile. Cet index se déplace sur un cadran circulaire gradué de 0° à 180° ou de 0° à 360°. Lorsque l'index est au zéro, l'induction mutuelle des deux bobines est de signe contraire à leurs self-inductions et l'inductance du variomètre est alors minimum. Lorsque l'index est sur 90° ou 270°, l'induction mutuelle des deux bobines est pratiquement nulle; l'inductance du système est la somme des coefficients de self-induction des deux bobines. Enfin lorsque l'index est sur 180°, la mutuelle induction s'ajoute à la self-induction des deux bobines et l'inductance du variomètre est maximum. Certains variomètres possèdent des verniers. Voir ce mot. Voir *induction, couplage, variocoupleur*.

(Angl. All. Variometer).

VECTEUR. Vecteur potentiel. Voir *potentiel*.

— **Flux d'un vecteur.** Voir *flux*.

(Angl. Vector. — All. Vektor).

VECTORIEL. Grandeur vectorielle. Grandeur qui possède en dehors de sa valeur numérique une direction. Parfois on la caractérise par sa valeur numérique qu'on appelle *module* et par un segment de longueur égale à l'unité ayant la même direction et qu'on appelle *vecteur unité*. (C. E. I., 1934). Voir *grandeur*.

— **Champ vectoriel.** Région de l'espace dont l'état en chaque point est caractérisé par un *vecteur* (C. E. I., 1934). Voir *champ*.

— **Produit vectoriel.** Vecteur perpendiculaire aux deux vecteurs donnés ayant comme module le produit de leur module par le sinus de l'angle formé entre eux et comme sens celui dans lequel il faut regarder pour voir le premier vecteur tourner d'un angle inférieur à 180° à droite lorsqu'il vient se superposer au second. Le produit vectoriel change de signe si l'on intervertit l'ordre des deux facteurs. (C. E. I., 1934).

(Angl. Vectorial. — All. Vektor...)

VEILLE. Opération qui consiste à rester à l'écoute, pendant un temps donné, sur un poste radioélectrique de réception. Terme utilisé surtout en marine pour désigner le service de quart fait à l'écoute.

— **Heures de veille.** Heures durant lesquelles on effectue à bord le service d'écoute permanent. Ces heures sont rigoureusement déterminées par un règlement international, qui précise soit le nombre d'heures de veille continue, soit le nombre de minutes par heure dans le cas de la veille intermittente, en fonction du tonnage du navire, de la nature de son service, du nombre d'opérateurs radiotélégraphistes et du fuseau horaire où navigue l'embarcation. Ces mesures sont prises en vue d'assurer le maximum de sécurité maritime en donnant à l'opérateur toutes chances d'intercepter les messages de détresse, les signaux horaires, les avis aux navigateurs concernant les tempêtes, ty-

courant ou à des vents de tension, le terme *ventre* désignant plus fréquemment les maxima de courant. On observe un ventre de courant à l'extrémité mise à la terre d'une antenne. Voir *onde, stationnaire, nœud*.

(Angl. Loop, Antinode. — All. Bauch.)

VÉRIFICATEUR. Vérificateur de lampes. Appareil permettant une vérification rapide des caractéristiques des lampes électroniques. Un tel appareil comporte les divers supports de lampes en usage, des appareils de mesure (voltmètre, milliampèremètre) et des commutateurs destinés au réglage. Voir aussi *lampe, ampèremètre, mesure*.

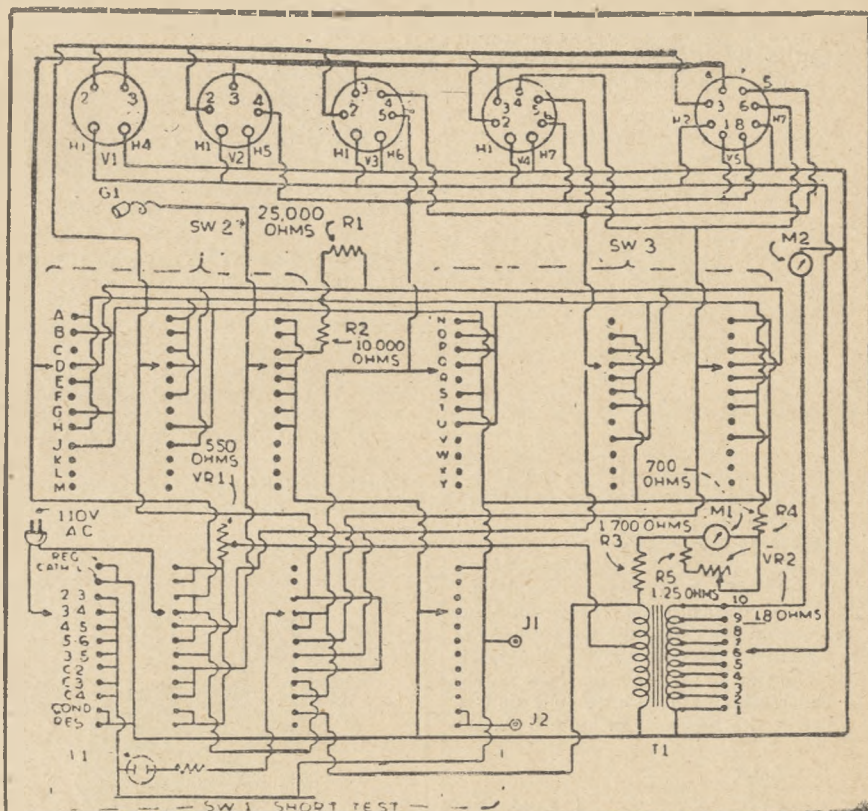


Schéma de principe d'un vérificateur de lampes, pour lampes métalliques.

phons, grains, icebergs, les bulletins météorologiques, de sécurité, et autres.

(Angl. Watching. — All. Wachen.)

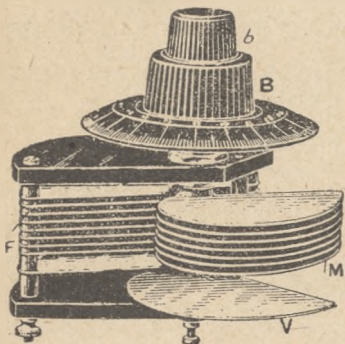
VENT. Vent électrique. Vent produit par une décharge en aigrette ou en effluve employé en thérapeutique (C. E. I., 1934). (Angl. Electric Wind. — All. Elektrischer Wind.)

VENTRE. Dans un résonateur siège d'ondes stationnaires, on appelle *ventre* les régions fixes où l'onde atteint son amplitude maximum, par opposition avec les autres régions fixes, appelées *nœuds*, où cette amplitude reste toujours nulle. Selon qu'on considère l'onde de courant ou l'onde de tension, on a affaire à des vents de

VERNIER. Réglette ou curseur gradué permettant d'obtenir plus de précision dans la mesure des longueurs ou des angles. Le long de la règle ou du cercle gradué, on déplace un curseur tel que 10 divisions du curseur couvrent une longueur ou un arc égal à 9 divisions de la règle. En appliquant l'objet à mesurer (longueur ou arc) entre l'origine de la règle et le curseur, on obtient ainsi une approximation dans la mesure de l'ordre de $1/10^e$ de division de la règle.

— **Vernier de condensateur variable ou de variomètre.** On appelle parfois improprement *vernier* un organe dont la variation apporte un léger appoint à la variation totale d'une grandeur. Un *conden-*

sateur à vernier est un condensateur variable possédant une seconde armature mobile, de très faible capacité par rapport à l'armature fixe et connectée électriquement à l'armature mobile principale, dont elle reste mécaniquement indépendante. Le déplacement de cette seconde armature ou *vernier* permet de faire varier très légèrement la capacité du condensateur.



Condensateur à vernier : F, lames fixes; M, lames mobiles; V, lame vernier; B, bouton de manœuvre; b bouton du vernier.

teur, ce qui facilite le réglage des circuits sur les ondes courtes et très courtes.

Dans les circuits à ondes courtes, on peut faire également usage de *variomètres* et *vario coupleurs* à vernier, ce vernier étant alors constitué par une spire unique, placée en série avec la bobine mobile, dont elle reste mécaniquement indépendante. Des variations très faibles du couplage sont obtenues par le déplacement de cette spire mobile dans le champ de la bobine fixe.

Un dispositif analogue peut également être employé sur les rhéostats.

Certaines considérations d'ordre mécanique et électrique incitent parfois à utiliser les *démultiplicateurs* de préférence aux *verniers* pour obtenir un réglage fin de grandeurs variables. Voir *démultiplicateur*.

(Angl. Vernier. — All. Nonius Verner.)

VERNIS. Les vernis, isolants ou conducteurs, trouvent maintes utilisations en radiotechnique comme en électrotechnique. Ils assurent la protection contre la poussière, l'humidité, les fumées. Ils recouvrent non seulement l'ébénisterie des récepteurs, mais les châssis, les blindages, les bâtis et pots de haut-parleurs, la membrane pour accroître sa rigidité, les bobinages dont ils agglomèrent les spires, les mandrins qu'ils hydrofugent, les cadrans sous forme d'encres colorées, les gaines de « souplesse » entourant les conducteurs nus, les résistances, les toiles huilées, les lames en aluminium des condensateurs, le carton laqué formant les carcasses des bobinages et transformateurs, et même les conducteurs nus sous forme d'émail. La qualité dominante de ces vernis doit être généralement la *flexibilité*. Les surfaces métalliques sont recouvertes de *verniss gras*, adhésifs. Si le vernis ne « mouille » pas, la surface à enduire doit être préalablement recouverte d'un mastic adhérent. Les

verniss craquelés sont constitués par des couches successives de composition variable. Pour certains cartons, le vernis sert surtout à donner de la rigidité. Pour la protection contre la corrosion des vapeurs, on emploie de préférence les vernis à base de résines, phénolites polymérisées, huiles de lin ou de ricin. Les vernis isolants sont à base de produits de distillation des goudrons, pétroles, paraffines, coltars, brais. Les caoutchoucs qui craquent en vieillissant sont prohibés.

Avant utilisation, les vernis sont soumis à des essais de traction, de flexion, de torsion (allongement de 10 %).

Les vernis hydrofuges sont essayés au séchage, à l'adhérence, au mouillage.

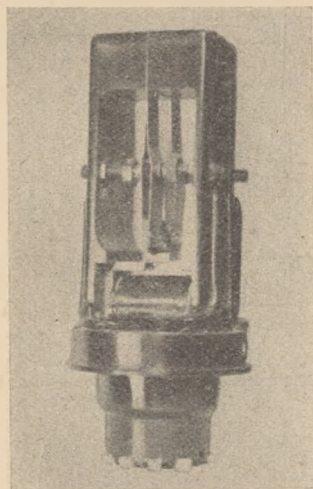
Les émaux et vernis celluloseux sont appliqués d'ordinaire au pistolet. Ils se dissolvent dans l'acétate d'amyle. L'émail à chaud est appliqué entre 700 et 900°.

(Angl. Varnish. — All. Lack.)

VERTÈBRE. Type d'isolateur d'antenne en porcelaine ou en verre, appelé aussi *maillon*. Les *vertèbres* se montent en chaînes de plusieurs éléments.

(Angl. Buckle Insulator. — All. Schnallenisolator.)

VIBRATEUR. Petit appareil électromagnétique fréquemment employé comme interrupteur à vibrations rapides pour l'excitation des circuits oscillatoires. (C. E. I., 1934). Interrupteur électromagnétique automatique à lame vibrante, essentiellement constitué par un électroaimant attirant une armature légère et de faible inertie. Connu sous le nom d'*interrupteur*



Vibrateurs électromagnétiques synchrones placés sous ampoule de verre munie d'un culot de lampe.

à *marteau*, cet organe est utilisé dans les sonneries électriques et dans les bobines d'induction pour interrompre à une fréquence déterminée le courant d'une pile ou d'un accumulateur.

En radioélectricité, le vibreur est employé comme émetteur, comme récepteur, ou comme dispositif d'alimentation.

— **Vibreur d'alimentation.** Le type de cet appareil est le *triller*, vibreur servant à l'alimentation des postes sur automobile, en transformant le courant de la batterie en courant vibré, puis en courant redressé à haute tension. Voir *triller*.

Les premiers dispositifs de vibrateurs n'utilisaient qu'une alternance. Le risque de collage des plots de contact a été évité par l'emploi d'appareils polarisés. Actuellement, on produit en général le courant vibré au moyen d'un vibreur et on le redresse au moyen d'une valve travaillant sur les deux alternances. On peut aussi employer des lames vibrantes synchronisées permettant de se passer de valve. Mais le montage mécanique est plus délicat. Les contacts à pression élevée sont au platine ou au tungstène; l'isolement mécanique et acoustique est assuré par des blocs de caoutchouc mousse. Plus la fréquence de rupture est élevée, plus la filtration du courant est facile, et moins les dimensions de filtre sont grandes. Le vibreur est toujours blindé.

Nous donnons ci-contre le schéma d'un vibreur pour alimentation de poste sur automobile. Le montage comprend sept condensateurs et quatre bobines de choc.

— **Vibreur d'émission.** Les petites étincelles produites par la rupture du courant au contact de la palette vibrante donnent naissance à des trains d'ondes électriques amorties musicales. Adjoint à un circuit oscillant, le vibreur y induit des courants de haute fréquence, dont la fréquence est précisément déterminée par les constantes du circuit et par conséquent indépendante du vibreur. L'ensemble constitue un *ondemètre-émetteur*, permettant d'étalonner un récepteur sur une gamme étendue de longueurs d'onde.

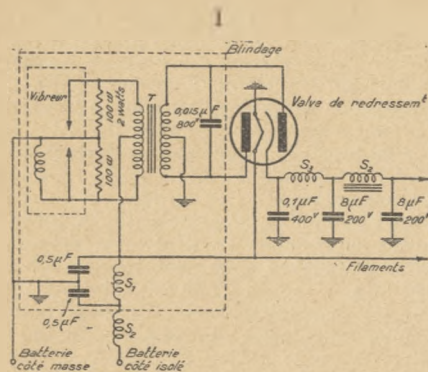
On obtient un émetteur local d'ondes amorties de faible puissance en intercalant la coupure du vibreur dans le circuit antenne-terre et en reliant l'antenne à la butée du contact, la terre à l'armature fixe solidaire de la lame vibrante.

— **Vibreur à deux notes.** Vibreur possédant deux armatures vibrantes de longueurs différentes, que l'on peut régler sur deux notes musicales différentes (par exemple, pour rendre plus sensible à l'oreille la cadence de la manipulation).

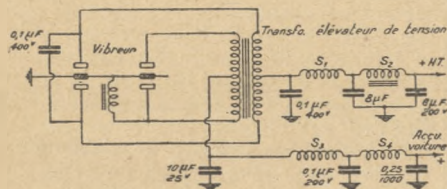
— **Vibreur d'essai.** Vibreur alimenté par une pile sur le circuit de laquelle on intercale en série un condensateur à air pour l'essayer. Le vibreur ne fonctionne que dans le cas où l'isolement du condensateur est en mauvais état ou encore si deux lames se touchent.

— **Vibreur à haute fréquence.** Nom impropre d'un vibreur à note suraiguë, c'est-à-dire *ultrasonore*. Les dimensions de cet appareil sont très réduites, notamment celles des organes vibrants qui doivent avoir peu d'inertie pour osciller très rapidement.

— **Vibreur de manipulation.** Voir *parleur Boucherol*.



II



Vibreux : I. Alimentation par batterie à basse tension au moyen d'un vibreur et d'un redresseur à valve. — II. Alimentation par batterie à basse tension au moyen de deux vibreurs synchrones.

— **Vibreux à moteur.** Commutateur tournant actionné par un moteur, sorte de collecteur métallique dont la périphérie présente des touches isolantes. Intercalé dans un circuit à courant continu, cet appareil produit un courant vibré, qui suscite des oscillations de haute fréquence dans un circuit oscillant placé en dérivation aux bornes du vibreur. Voir *commutateur*, *interrupteur*.

— **Vibreux de puissance.** Sorte de bobine d'induction complétée par un *parleur Boucherot*. Ce type de vibreur a rendu les plus grands services pendant la guerre comme appareil émetteur pour la *télégraphie par le sol* (T. P. S.), portant à deux ou trois kilomètres de distance. Le vibreur, alimenté par une batterie d'accumulateurs de 10 volts, est relié à deux plaques de terre éloignées l'une de l'autre de 100 mètres environ. Le récepteur est de même connecté à deux plaques de terre distantes de 200 mètres. Le rendement de ce mode de communication dépend essentiellement de la nature du sol et de son degré d'humidité. Voir *sol*.

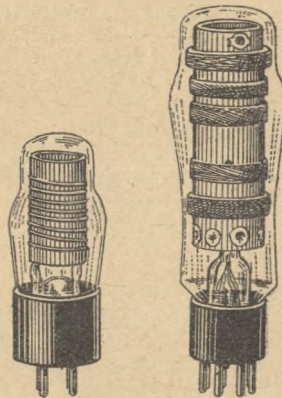
— **Vibreux de réception.** Appareil désigné fréquemment par le terme anglais de *tikker* et dont la fonction consiste à fractionner à une fréquence musicale les trains d'ondes entretenues, de manière à les rendre audibles dans le téléphone après détection. Les interrupteurs à vibreurs ont été utilisés à cette fin concurrentement avec les interrupteurs rotatifs antérieurement à l'application de l'hétérodyne. Leur inconvénient essentiel réside en ce qu'ils suppriment une fraction notable de la puissance disponible, tandis que l'hétérodyne compose sa puissance avec celle

de l'onde reçue, en produisant des *battlements*.

— **Vibreux shunté.** Vibreur aux bornes des bobines duquel on place en dérivation une résistance en fil de haute résistivité, pour observer l'*extra-courant* de rupture et éviter ainsi la formation, entre la butée et le ressort du vibreur, d'une étincelle qui, à la longue, détruirait le contact.

(Angl. *Buzzer, Tikker*. — All. *Summer, Tikker*.)

VIDE. Bobine dans le vide. Pour éviter les variations des caractéristiques des bobines, surtout pour postes à ondes



Deux types de bobines à haute fréquence logées dans une ampoule vidée d'air.

courtes, sous l'effet des variations des conditions atmosphériques, on a proposé de placer ces bobines, comme les électrodes des lampes électroniques, dans une ampoule vidée d'air. Les connexions aboutissent à un culot analogue à celui des lampes à vide. Voir *bobine*.

— **Marche à vide.** Fonctionnement d'une machine, d'un transformateur ou autre appareil, sans qu'il absorbe ou débite de la puissance utile (C. E. I., 1934).

— **Spectrographe à vide.** Appareil destiné à l'étude des rayons mous dans le vide (C. E. I., 1934). Voir *spectrographe*.

— **Tube à vide.** Voir *lampe, tube*. (Angl. *Vacuum Tube*. — All. *Vakuum Röhre*.)

VISCOSITÉ. Par analogie avec la viscosité mécanique, propriété inverse de l'élasticité ou frottement intérieur des liquides, qui engendre l'amortissement du mouvement et la dissipation de l'énergie sous forme de chaleur. On considère également une viscosité *magnétique* et une viscosité *diélectrique*. La première donne naissance dans les circuits ferromagnétiques à l'*hystérésis magnétique*; la seconde produit dans les capacités des condensateurs une *hystérésis diélectrique*. Voir *diélectrique, hystérésis, magnétique*.

— **Viscosité diélectrique.** Phénomène par lequel les variations de la polarisation

d'un diélectrique succèdent à celles du champ qui les produit avec un retard qui dépend de la rapidité de ces variations (C. E. I., 1934).

— **Viscosité magnétique.** Phénomène par lequel les variations de la polarisation d'une substance ferromagnétique suivent celles du champ qui les produit, avec un retard qui dépend de la vitesse de variation du champ (C. E. I., 1934).

(Angl. *Viscosity*. — All. *Viskosität*.)

VISIODYNE. Nom donné à un récepteur simple de télévision, mis au point par Marc Chauvierre. Alors que la plupart des récepteurs de télévision, conçus à l'étranger, sont des appareils relativement compliqués et coûteux, puisqu'ils comportent de 18 à 30 lampes, et l'alimentation du tube cathodique sous 4.000 ou 6.000 volts, le visiodyne comporte en tout : 8 tubes, plus le tube cathodique, qui se répartissent ainsi : une valve à haute tension, une valve à basse tension, deux thyratrons et quatre tubes pour le récepteur proprement dit. Le tube cathodique lui-même a 95 millimètres de diamètre et travaille sous 1.000 volts. L'image, vue à travers une loupe appropriée, apparaît grande comme une carte postale.

L'étude d'un tel récepteur soulève des problèmes délicats, car il ne faut pas trop sacrifier la qualité de l'image pour arriver au maximum de simplicité. Par exemple, il a fallu prévoir l'alimentation de tout le récepteur avec un seul transformateur. D'autre part, l'alimentation du récepteur proprement dit est faite avec la même source à haute tension que les bases de temps.

En outre, il a fallu réaliser avec 4 lampes un récepteur fonctionnant sur ondes ultra-courtes et assez sensible pour pouvoir se passer, dans beaucoup de cas, des antennes spéciales en doublet, qu'il est souvent difficile de poser et d'installer.

Ce résultat a été rendu possible par l'emploi de penthodes dont la pente est environ trois fois plus forte que celle des lampes utilisées sur les postes radiophoniques.

Une duo-triode joue simultanément le rôle de détectrice, d'amplificatrice de visio-fréquence et de déphaseuse pour le signal de synchronisme. D'autre part, les thyratrons ne sont pas seulement synchronisés, mais totalement asservis par le signal de synchronisme. Voir *télévision, oscillographe, bases de temps, thyatron*, etc...

(Angl. All. *Visiodyne*.)

VISIOTÉLÉPHONIE. Système combiné duplex de téléphonie et de télévision. Dans ce système, qui a été réalisé pratiquement sur ligne téléphonique aux États-Unis, en France et en Allemagne, les deux correspondants se voient réciproquement sur un écran tandis qu'ils parlent.

La visiotéléphonie a d'abord été installée par l'American Telephone and Telegraph Company à New-York, en 1930, entre ses bureaux de Broadway et les laboratoires du Bell System, sur une distance de

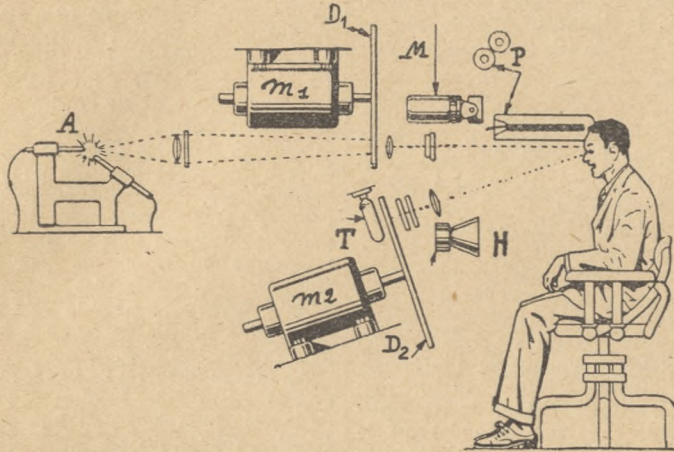
3 kilomètres. Les recherches faites dans les laboratoires Bell remontaient à 1927 et une liaison avait même été installée à l'époque entre New-York et Washington. A chaque extrémité du circuit, on utilise deux disques d'exploration avec un ensemble de cellules photoélectriques et une lampe à néon. L'un des disques, dont le diamètre est de 42 centimètres, dirige sur la figure d'un des correspondants le rayon lumineux d'exploration. A chaque extrémité de la ligne, on dispose au-dessous de la figure du correspondant trois ensembles de quatre cellules photoélectriques,

réception, tournent à 18 t : s et sont synchronisés par oscillateur à lampe débitant à faible puissance à la fréquence de 1.275 p : s. Cette fréquence, transmise par une paire de fils spéciaux, est utilisée à la réception pour régler le champ de puissance du moteur dont la vitesse est maintenue proportionnelle à cette fréquence, comme d'ailleurs celle du moteur d'émission. Cette synchronisation assure la stabilité de l'image. Les images sont encadrées par un dispositif électrique de déphasage.

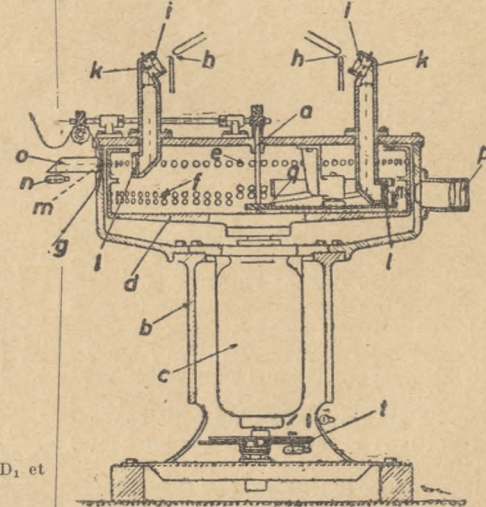
Le son est transmis par un microphone à condensateur sensible tenu à distance,

une lampe à petite surface (lampe à arc de 6 ampères). Le disque à lentilles peut être considéré comme le précurseur de « l'analyseur à couronne de lentilles ».

Mais le simple remplacement des perforations d'analyse par des lentilles ne suffit pas pour satisfaire toutes les exigences qu'on doit aujourd'hui formuler pour les images télévisées. Tout d'abord la forme de secteur de cercle du champ d'image telle que la donne un disque est gênante, et de plus, les simples lentilles ne représentent pas le maximum de perfection pour l'obtention d'un signal d'entrée pho-



Cabine de visiotéléphonie : A, arc; m_1 , m_2 , moteurs actionnant les disques de Nipkow D_1 et D_2 ; M, microphone; P, cellules photoélectriques; H, haut-parleur; T, tube au néon.



Coupe de l'appareil de visiotéléphonie en service en Allemagne.

qui captent la modulation. Le deuxième disque, de 60 centimètres de diamètre, est traversé par la lumière de la lampe au néon que regarde l'observateur et qui restitue l'image du correspondant situé à l'autre extrémité.

Les cabines de visiotéléphonie sont étanches aux bruits et à la lumière. L'exploration ne peut-être faite en lumière blanche, car l'intensité de la lumière nécessaire à l'émission empêcherait l'observateur ébloui de voir l'image reçue. Aussi utilise-t-on pour cette exploration, soit les rayons ultraviolets, soit les rayons infra-rouges.

L'exploration se faisait en 1927 au moyen d'un disque de Nipkow à 50 trous; puis le nombre des trous a été porté à 72, pour augmenter la finesse de l'image, ce qui double la largeur de la bande de modulation, qui s'étend de 10 à 40.000 p : s. Or la transmission de la parole n'exige qu'une bande de 2.500 p : s. Les cellules photoélectriques donnent un courant de l'ordre de 10^{-10} A, qu'il faut amplifier à 10^{-1} A pour alimenter la lampe au néon qui reproduit la modulation lumineuse. L'amplification, qui est donc d'environ un milliard de fois (10^9), est obtenue par lampes à vide et circuits protégés contre les perturbations mécaniques et acoustiques. Actuellement, il est plus commode d'utiliser des multiplicateurs d'électrons.

Les câbles sont munis de circuits destinés à corriger la distorsion (réseaux antidistorsifs).

Les disques, tant à l'émission qu'à la

pour éviter l'emploi du combiné téléphonique qui masque une partie du visage; il est reproduit par haut-parleur à bobine mobile. Microphone et haut-parleur d'une même cabine sont disposés de manière à ne pas réagir l'un sur l'autre pour éviter l'effet Larsen.

Améliorations apportées au disque de Nipkow. La section de télévision de la Reichspost, qui a installé en Allemagne un réseau de visiotéléphonie, donne les précisions suivantes concernant les disques de Nipkow employés.

Le disque de Nipkow présente ce défaut, qu'une grande quantité de lumière est perdue puisque la seule fraction utilisée est celle qui traverse la toute petite ouverture du diaphragme. Le degré d'efficacité du disque à trous est égal au rapport de la surface du point d'image à celle de toute l'image, c'est-à-dire que, pour une analyse de l'image à 180 lignes, par exemple, il a la valeur extrêmement faible de 1/40.000.

On réalise une amélioration essentielle en remplaçant les trous du disque de Nipkow par des lentilles à l'aide desquelles une image réduite (à la grandeur d'un élément de l'image) d'un diaphragme éclairé fixe ou d'une source lumineuse de forme convenable est projetée sur l'objet analysé. On y gagne cet avantage que la source lumineuse à grande surface nécessaire pour le disque à trous (lampe à arc 120 ampères) peut être remplacée par

toélectrique aussi puissant que possible. La recherche de la meilleure utilisation possible d'une source lumineuse donnée, c'est-à-dire l'obtention d'une intensité lumineuse aussi élevée que possible sur le point analyseur, a conduit à l'emploi d'objectifs microscopiques bien corrigés et lumineux à la place des simples lentilles. Mais, par suite de la force centrifuge due à la rotation, de tels objectifs ainsi que leurs différents éléments constitutifs ne peuvent plus être fixés avec une sécurité suffisante sur un disque. Des déplacements du point lumineux analyseur, c'est-à-dire des distorsions de l'image en seraient la conséquence inévitable.

Ces difficultés sont éliminées si, comme cela est réalisé avec l'analyseur à couronne de lentilles, les objectifs microscopiques sont montés sur la surface intérieure d'un cylindre perforé. De cette manière, la force centrifuge ne présente plus de composante tendant à déranger l'ajustage. Elle a exactement la direction de l'axe optique et ne déforme plus d'aucune manière la géométrie de l'image. De plus, au contraire de ce que donne le disque, tous les signaux ont maintenant la même longueur, ce qui favorise une bonne reproduction de l'image. Le gain de lumière que représentent les couronnes à lentilles sur les disques à trous est d'environ 20 à 30 fois, bien que la consommation de courant pour la lampe à arc soit 20 fois plus réduite.

Ces constatations sont à la base de la construction de l'analyseur à couronne de lentilles représenté sur la figure. Sur l'axe (a) du moteur d'entraînement synchrone (c) suspendu verticalement dans une colonne lourde (b) se trouve le tambour à lentilles (d) en forme de pot. Il porte dans le cas reproduit par le dessin deux couronnes d'objectifs microscopiques (e) et (f). Les objectifs de la couronne inférieure servent pour l'analyse des personnes. Ils sont disposés, suivant une spirale à deux spires, de sorte qu'une analyse complète de l'image est obtenue par deux rotations. Un diaphragme à fente à mouvement commandé (g) tourne avec le système et permet le passage de la lumière alternativement par l'une ou par l'autre des spires pour la durée de chaque tour de tambour. La couronne spirale sert aussi à la production des impulsions de synchronisation pour la fréquence de lignes.

Il est possible d'employer le tambour à lentilles pour d'autres buts que la visiotéléphonie. Ainsi, on peut, si on le désire, utiliser la spirale de lentilles en un autre point de la circonférence pour l'analyse de dispositifs. Comme l'indique la figure, la deuxième couronne de lentilles (e) avec objectifs disposés suivant un cercle, est prévue pour l'analyse des films. On ne fait aucun usage de ces possibilités pour la visiotéléphonie. Dans tous les cas, une lampe à arc (h) munie d'un petit condensateur (i) sert à l'éclairage du diaphragme (k) au foyer d'un objectif immobile (f). Son image optique (m), c'est-à-dire le spot lumineux d'analyse, se forme au foyer de chacun des objectifs de la couronne qui passent devant (l). Pour redresser la trajectoire courbée par suite de la rotation autour de l'axe (a), une lentille cylindrique est intercalée entre les objectifs d'analyse et l'image du diaphragme. Pour la couronne supérieure de lentilles, un bâtonnet de verre conduit la lumière jusqu'à la cellule photoélectrique (n). Pour la couronne inférieure, les lignes parcourues par les points lumineux de balayage sont tracées sur l'objet à transmettre au moyen d'un objectif de protection (p). La lumière réfléchiée par l'objet est captée par des cellules photoélectriques placées hors de la machine. Pour augmenter la définition le long des lignes, le diaphragme (k) peut être rétréci de manière continue jusqu'à une fente étroite.

Pour le but de la visiotéléphonie, qui n'exige que la transmission d'un buste, une définition à 180 lignes et une cadence de 25 images par seconde sont parfaitement suffisantes. La circonférence du tambour est en conséquence divisée en 90 secteurs et sa vitesse de rotation est de 3.000 t/m. L'entraînement est assuré par le réseau à 50 p : s. Comme on ne peut supposer les réseaux synchrones dans des localités différentes, les récepteurs de chaque station — il s'agit de récepteurs à rayons cathodiques — sont synchronisés à distance pour l'émetteur de la station correspondante. Des montages à lampes spéciaux sont prévus à cette fin ; ils sont excités rythmiquement par les synchroniseurs déjà mentionnés et donnent des

impulsions de courte durée d'une grande précision.

(Angl. *Visiotelephony*. — All. *Sehenfernsprach*.)

VISUEL. Contrôle visuel. Voir *contrôle, indicateur, œil cathodique, néon*, etc... (Angl. *Visual*. — All. *Seh...*)

VITESSE. Vitesse d'onde. Quotient de la distance à laquelle l'onde se propage dans un temps élémentaire par cet intervalle de temps (C. E. I., 1934). Voir *onde*.

— **Vitesse d'une onde périodique.** Quotient de la longueur d'onde par la durée d'une période (C. E. I., 1934). Voir *onde*.

— **Vitesse de transmission télégraphique.** Inverse de la durée, exprimée en secondes, de l'élément de modulation minimum, c'est-à-dire de la plus courte émission complète (C. C. I. T., 1934). Synonyme : *rapidité de modulation télégraphique*. Voir *rapidité, modulation*.

Les divers systèmes de télégraphie étant caractérisés par des intervalles de temps de durée égale à un intervalle élémentaire ou multiple, la vitesse de transmission est l'inverse de la valeur de l'intervalle élémentaire (point Morse), mesuré en secondes. L'unité de vitesse de transmission (un intervalle par seconde) est le *baud*, du nom du grand télégraphiste français Emile Baudot. (Définition du C. C. I. T., Berlin 1929).

Ainsi une transmission est faite à la vitesse de 20 *bauds* si elle comporte par seconde 10 points Morse espacés régulièrement par des intervalles de repos d'égale durée (0,05 s). Pour le siphon enregistreur, la vitesse est égale au nombre des trous de progression par seconde. Pour l'appareil Wheatstone, elle est égale au double du nombre de trous. Pour les appareils Baudot, Western, etc..., elle est égale au produit du nombre de tours par seconde des balais par le nombre des contacts de la couronne.

On appelle *capacité de rendement* d'un circuit télégraphique la vitesse de transmission, exprimée en *bauds*, possible sur ce circuit.

— **Moteur à vitesses multiples.** Voir *moteur*.

(Angl. *Speed*. — All. *Geschwindigkeit*.)

VOIE. Voie d'enroulement. Voir *enroulement*.

— **Voie de transmission.** Ensemble de réseaux électriques et d'organes électriques ou mécaniques reliant un appareil émetteur déterminé à un appareil récepteur correspondant. Sont considérées comme voies de transmission distinctes, même si elles comportent en commun les mêmes éléments constitutifs, les voies reliant entre eux plusieurs couples distincts d'appareils correspondants (C. E. I., 1934). Voir *transmission*.

(Angl. *Way*. — All. *Bahn*.)

VOIX. L'échelle des fréquences musicales constituant la voix humaine est moins étendue que l'échelle de toutes les fréquences musicales fondamentales, qui s'étend environ de 80 à 4.200 p : s. Dans les communications téléphoniques sur fil, on réduit la bande de modulation entre les fréquences de 500 et de 2.500 p : s, sans altérer la compréhension. Ce n'est qu'au-dessous de 1.500 p : s que l'intelligibilité devient difficile. En radiophonie, on est plus exigeant, la qualité et l'effet artistique important autant que l'intelligibilité. Il en est de même pour l'enregistrement sonore. L'audition parfaite exigerait une bande de modulation de 10 à 10.000 p : s. Toutefois, on obtient encore une reproduction acceptable jusqu'à 5.000 à 6.000 p : s. La voix féminine, dont les fréquences fondamentales sont de l'ordre de 256 p : s est plus difficile à reproduire que la voix masculine, dont les fréquences fondamentales n'atteignent que 128 p : s. Mais les harmoniques s'étendent jusqu'à 8.000 à 9.000 p : s. Les consonnes labiales, linguales et dentales sont les plus difficiles à reproduire en raison de leur fréquence élevée. La gamme des fréquences de 3.000 à 6.000 p : s pour la voix masculine correspond à celle de 5.000 à 8.000 p : s pour la voix féminine.

Au moyen de filtres de bande appropriés, on arrive à modifier totalement les timbres de la voix humaine. Voir à ce sujet *réverbération, timbre, résonance acoustique*. Pour conserver la compréhension, il suffit de maintenir les fréquences au-dessus de 300 p : s. La suppression des fréquences élevées déforme la parole, surtout la voix féminine. Il est très important de reproduire correctement la voix, non seulement en fréquences, mais en intensité. Si les graves sont trop fortes, les aiguës paraissent étouffées, car le pouvoir d'accommodation du tympan ne joue plus. Voir *son, hauteur, acoustique*. L'énergie mise en jeu par la voix décroît hyperboliquement à mesure que la fréquence augmente.

(Angl. *Voice*. — All. *Stimme*.)

VOLT. Du nom du grand savant italien du XIX^e siècle, Volta : unité de *tension électrique* ou de *différence de potentiel électrique*.

— **Volt vrai.** Unité de différence de potentiel électrique égale à 10⁸ unités électromagnétiques C. G. S.

— **Volt international.** Différence de potentiel existant entre les extrémités d'un conducteur dont la résistance est 1 ohm, traversé par un courant invariable égal à 1 ampère. (Décret du 26 juillet 1919, rendu en exécution de la loi sur les unités du 2 avril 1919.) Symbole universel V. On utilise couramment le *millivolt* (mV) qui vaut 0,001 volt, le *microvolt* (μV) qui vaut 0,000001 volt et le *kilovolt* (kV) qui vaut 1.000 volts. Voir *unité, pratique*.

(Angl. All. *Volt*.)

VOLTAGE. Terme anglais désignant la valeur en volts d'une *tension électrique*. Terme impropre en français.

VOLTAÏQUE. Couple voltaïque. Système de deux électrodes immergées dans un liquide ou dans deux liquides séparés, capables de développer une force électromotrice. (Comité électrotechnique français.)

(Angl. *Voltaic Cell*. — All. *Voltische Zelle*.)

VOLTAMÈTRE. Appareil servant à déterminer un courant continu, maintenu aussi constant que possible, d'après la quantité d'électrolyte décomposé en un temps donné (Comité électrotechnique français). Voir *électrolyse, électrolytique*.

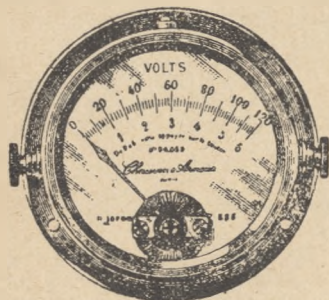
— **Voltamètre à poids.** Appareil dans lequel la mesure de la quantité d'électricité se fait par pesée du métal déposé (C. E. I., 1934).

— **Voltamètre à volume.** Voltamètre dans lequel la mesure de la quantité d'électricité se fait par la détermination du volume de gaz dégagé. (C. E. I., 1934). (Angl. *Vollameter*. — All. *Vollameter*.)

VOLT-AMPÈRE. Unité de puissance apparente dans le système pratique. (Comité électrotechnique français). Cette unité équivaut à 10⁹ unités C. G. S. Voir *puissance, alternatif, pratique, unités*. (Angl., All. *Volt-ampere*.)

VOLTMÈTRE. Appareil qui sert à mesurer directement ou indirectement une différence de potentiel en volts (C. E. I., 1934).

Appareil destiné à mesurer les différences de potentiel et portant une échelle graduée en volts. (Comité électrotechnique français.) Les voltmètres autres que les volt-



Voltmètre : Voltmètre électromagnétique à 2 sensibilités 6 et 120 v. (Chauvin et Arnoux).

mètres électrostatiques, qui sont des électromètres, sont généralement des milliampermètres. Mesurant des différences de potentiel faibles, ils sont parcourus par un courant de très faible intensité. La mesure des différences de potentiel élevées est obtenue en intercalant en série, à l'intérieur de l'appareil, des résistances électriques étalonnées. En ce qui concerne les principes des divers voltmètres, voir *ampèremètres, électromètres, milliampermètres*. Dans la pratique de la réception radioélectrique, on utilise des voltmètres électromagnétiques à deux sensibilités,

portant généralement deux échelles graduées l'une de 0 à 6, l'autre de 0 à 120 volts, la première pour la mesure des tensions de chauffage des lampes, la seconde pour celle des tensions de plaque. La mesure de la tension de chauffage ne peut être faite avec une certaine approximation que si l'on utilise un voltmètre dont la consommation est sensiblement plus faible que celle des lampes à faible consommation.

— **Voltmètre-amplificateur.** Pour mesurer avec précision les très faibles tensions, on a intérêt à les amplifier préalablement en faisant précéder le voltmètre d'une lampe triode. De même, la mesure des tensions alternatives peut être opérée facilement après détection.

La tension alternative à mesurer est appliquée entre grille et filament de la lampe, le voltmètre ou galvanomètre à courant continu étant placé dans le circuit de plaque. On peut opérer sans tension de plaque. Dans le cas contraire, on règle l'appareil au zéro en annulant dans le voltmètre le courant de plaque au moyen d'une batterie placée en dérivation à ses bornes. On utilise pratiquement un amplificateur-détecteur à résistances, le voltmètre étant intercalé dans le circuit de sortie, à la place habituelle du téléphone. (Voltmètre-amplificateur Abraham.)

Pour la mesure des tensions continues, il suffit d'utiliser la lampe comme amplificatrice, en compensant le courant de repos à l'aide du montage qu'on vient d'indiquer, ou d'un montage en pont de Wheatstone.

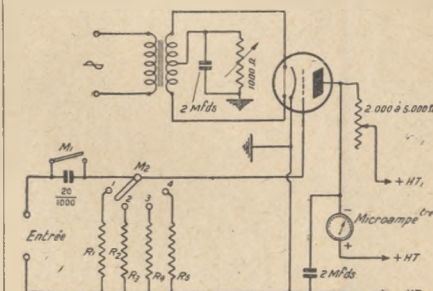
Pour mesurer la valeur maximum d'une tension alternative, on règle la tension de grille de manière à annuler le courant de plaque au repos; puis, après application sur la grille de la tension à mesurer, on ramène la tension moyenne de grille à une valeur telle qu'elle annule à nouveau le courant de plaque. La variation de tension de grille ainsi obtenue donne la valeur maximum de la tension appliquée.

Le plus simple des voltmètres à lampes est constitué par une lampe triode montée en détectrice par caractéristique de plaque. La lecture directe est faite sur un microampèremètre placé dans le circuit anodique. On compense d'ailleurs la composante continue du courant anodique par une contre-batterie aux bornes du microampèremètre. Pour éviter le débit de la pile de polarisation, on met en court-circuit les bornes d'entrée lorsque l'appareil est en service et on règle la polarisation pour amener à la position voulue le point de fonctionnement. Des shunts placés sur le circuit d'entrée permettent de régler la valeur du voltmètre. C'est, par exemple, une résistance de 500.000 ohms, avec prises à 250.000, 125.000 et 62.500 ohms. La polarisation de la grille est déterminée avec précision par un potentiomètre de 2.000 ohms qui shunte un élément de pile supplémentaire. Comme contre-batterie, on peut utiliser la batterie de chauffage.

On peut constituer un voltmètre-amplificateur à chauffage indirect, alimenté par le réseau à courant alternatif ou à courant

continu. En ce cas, la polarisation de grille peut être assurée par une résistance variable découplée par un condensateur fixe. La compensation du courant anodique est effectuée au moyen d'une prise supplémentaire sur la batterie de tension anodique et d'une résistance variable de 2.500 à 5.000 ohms.

L'étalonnage du voltmètre-amplificateur peut être fait au moyen d'un transformateur abaisseur de tension produisant au secondaire une tension déterminée connue.



Voltmètre-amplificateur avec lampe à chauffage indirect. La détection est assurée par la plaque et la polarisation de grille par découplage ou par pile.

Un fil résistant, tendu aux bornes du secondaire, permet de régler la tension, au moyen d'une prise, de 0 à 2 volts par dixième de volt.

Le voltmètre à lampes permet principalement : 1° les mesures de tension en valeur efficace; 2° les mesures de tensions de pointe; 3° les mesures de tensions continues.

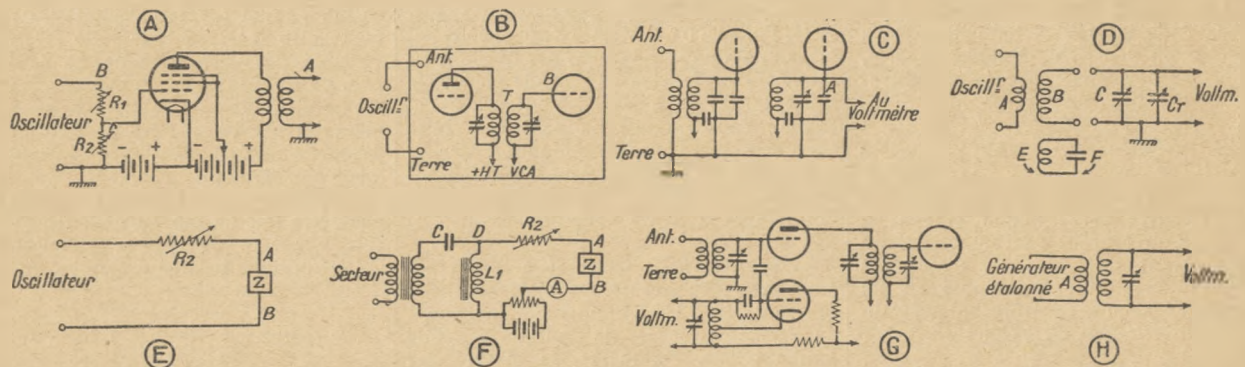
Nous indiquons ci-après la pratique des différentes mesures en valeur efficace au voltmètre-amplificateur.

1° *Mesure du gain et de l'amplification* (fig. A). Soit à mesurer l'amplification d'étage d'une lampe ou d'un groupe de lampes. Les résistances R_1 et R_2 normales permettent les mesures en basse fréquence et sur grandes ondes; pour les ondes courtes, les résistances doivent être non-inductives. Si les capacités internes ont un effet négligeable, le rapport des tensions en B et C doit être égal à R_1/R_2 . Ayant mesuré les tensions en B et A, l'amplification K est donnée par le rapport :

$$K = \frac{(R_1 R) V_A}{R_1 + V_B}$$

2° *Mesure de l'amplification d'un récepteur* (fig. B). Le signal est appliqué entre antenne et terre. On mesure les tensions en A et B, ce qui donne le gain de l'étage accordé. Le contrôle automatique de volume de son doit être mis hors-circuit; l'introduction du voltmètre-amplificateur dérègle les trimmers qu'il faut réajuster.

3° *Essai d'un préselecteur* (fig. C). Un signal étant appliqué à l'entrée et le voltmètre branché à la sortie du circuit préselecteur, on met en court-circuit la bobine oscillatrice de la changeuse de fréquence et on place le voltmètre sur la grille de cette lampe.



Mesures au voltmètre amplificateur : A. Mesure du gain; B. mesure de l'amplification; C. Essai d'un préselecteur; D. Alignement des bobines; E, vérification des impédances; F. Comparaison des bobines de filtration; G. Efficacité de l'étage oscillateur d'un changeur de fréquence; H. Mesure du rapport de transformation.

4° *Alignement des bobines* (fig. D). On branche sur le générateur une bobine de 10 spires environ, de même diamètre que la bobine à essayer et qu'on couple avec elle, aussi faiblement que possible pour obtenir une lecture au voltmètre. Le condensateur C_1 sert d'appoint au condensateur de résonance C . On compense les bobines par substitution, les différences étant rattrapées par le condensateur d'appoint.

5° *Vérification des impédances* (fig. E). La comparaison des impédances de bobines mobiles, bobines d'arrêt et autres circuits peut être faite au voltmètre. L'oscillateur est réglé à la fréquence demandée. La résistance non-inductive R_2 a une valeur supérieure à Z . On détermine la même chute de tension aux bornes de R_2 et de Z . A ce moment, l'impédance Z a la même valeur que la résistance R_2 .

6° *Comparaison des bobines de filtration* (fig. F). Le montage est analogue au précédent, plus un montage spécial pour faire passer dans Z la composante de courant continu de valeur désirée. On isole le transformateur du circuit continu par le condensateur C de 10 μ F. La bobine d'arrêt L a une inductance égale à plusieurs fois celle de Z à mesurer. Le courant continu étant réglé, on pratique comme en 5°.

7° *Efficacité de l'étage oscillateur d'un changeur de fréquence* (fig. G). Pour mesurer l'efficacité de l'oscillateur, on monte le voltmètre aux bornes du circuit oscillateur et l'on vérifie que l'amplitude des oscillations est de 5 à 15 volts. Cette tension doit se maintenir sensiblement constante sur toute la gamme, les variations maximales ne devant pas dépasser 40 pour 100. Un couplage inopportun ou une absorption se traduisant par une chute de tension excessive.

8° *Rapport de transformation* (fig. H). Connaissant la tension à l'entrée du circuit accordé et la tension à la sortie, on en déduit le rapport de transformation. S'il est à basse fréquence, le transformateur est alimenté par un générateur à fréquence musicale. Le rapport des tensions à la sortie et à l'entrée donne le nombre n des spires; le rapport des impédances est égal à n^2 . La courbe de réponse du transformateur est obtenue en procédant ainsi pour diverses fréquences de la gamme.

9° *Amplification à basse fréquence*. Pour un ensemble de plusieurs étages, on procède comme pour un simple transformateur. V_1 et V_2 étant les tensions d'entrée et de sortie, R_1 et R_2 les résistances respectives des circuits, le niveau en décibels est donné par l'expression :

$$N = 20 (\log V_1 - \log V_2) + 10 (\log R_2 - \log R_1).$$

permettant de mesurer des tensions de 0 à 250 microvolts à l'entrée d'un amplificateur. L'atténuateur étalonné donne des tensions de l'ordre de 0,1 microvolt.

Les caractéristiques des éléments du voltmètre d'entrée dont nous publions le schéma sont les suivantes :

C_1 : Atténuateur; C_2 : 0,15 μ F; C_3 : 0,5 μ F (200 V); C_4 : 1 μ F (mica); C_5 , C_6 , C_7 : 8 μ F (500 V); C_8 : 0,5 μ F; R_1 , R_2

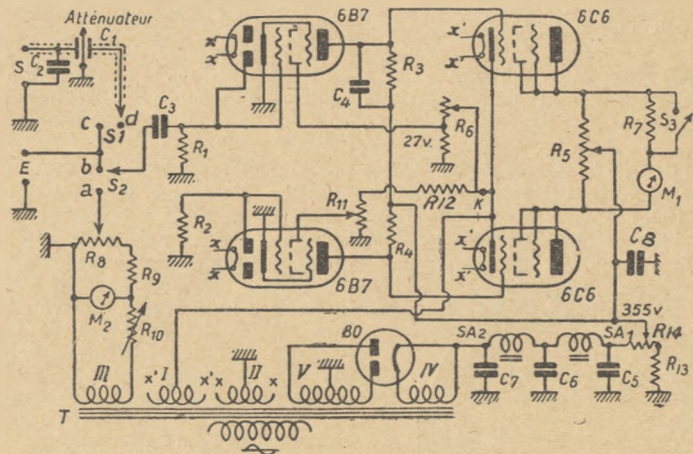


Schéma d'un voltmètre-amplificateur d'entrée.

La variation du niveau en fonction de la fréquence donne la courbe de réponse de l'ensemble de l'amplificateur.

— **Voltmètre d'entrée.** Voltmètre amplificateur spécial de grande sensibilité

1 M Ω (1 W); R_3 , R_4 : 250.000 Ω (résistance 1 W bobinée); R_5 : 5.000 (potent. bobiné); R_6 : 100.000 Ω (50 W) diviseur de tension à 2 colliers; R : 10.000 Ω (1 W); R_7 : 400 Ω (potent.); R_8 : 19.600 Ω (1 W) (ou une « faible » résistance de 20.000 W);

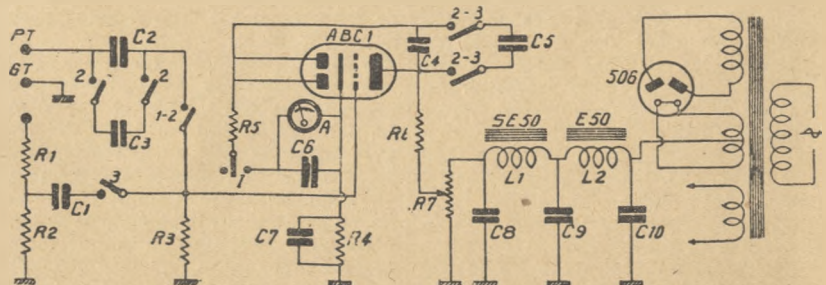


Schéma d'un voltmètre-amplificateur de sortie.

R_{10} : 100 Ω (potent. bobiné); R_{11} : 50.000 Ω (potent.); R_{12} : 150.000 Ω (1 W); R_{13} : 15.000 (20 W) (résistance bobinée); R_{14} : 400 Ω (5 W) (bobine à collier); S_1, S_2, S_3 : interrupteurs; M_1 : milliampèremètre C. C., 0 à 1 mA; M_2 : voltmètre, C. A. 0 à 5 V; Transformateurs : pour les secondaires :

papier, 300 volts; C_6 : 8 μF , électrolytique, 500 volts; C_7 : 8 μF , électrolytique, 500 volts.

(Angl. *Voltmeter-amplifier*. — All. *Voltmeter-Verstärker*.)

VOLUME. (Terme anglais). **Volume**

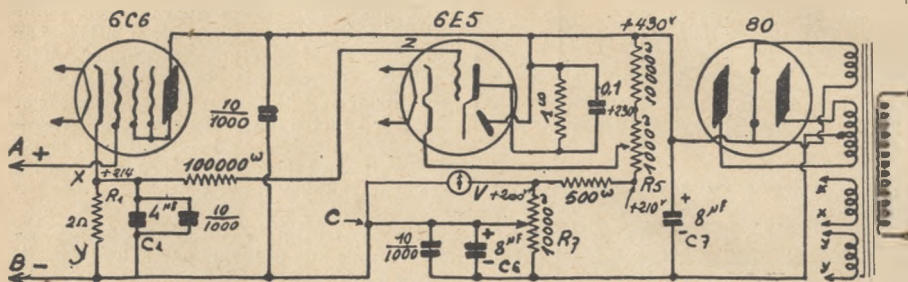


Schéma d'un voltmètre-amplificateur à ombre.

I. — 2 $\times$ 3,15 V (1 A); II. — 2 $\times$ 3,15 V (1 A); III. — 5 V (2 A); IV. — 5 V (2 A); V. — 2 $\times$ 375 V (75 mA).

— **Voltmètre de sortie.** Voltmètre amplificateur spécialement construit pour la mesure des tensions aux bornes de sortie des amplificateurs. Il est commode que ce voltmètre ait deux sensibilités : quelques dizaines de volts et quelques volts. Un commutateur permet de l'utiliser pour la mesure des faibles tensions en haute et basse fréquences, et pour la mesure des tensions élevées en basse fréquence.

Les caractéristiques des éléments du voltmètre de sortie dont nous publions le schéma sont les suivantes :

R_1 : 1 M Ω ; R_2 : 100.000 Ω ; R_3 : 1 M Ω ; R_4 : 1.700 Ω ; R_5 : 5.000 Ω ; R_6 : 20.000 Ω ; R_7 : 5.000 Ω (40 W); C_1 : 2 μF ; C_2 : 5 μF (mica); C_3 : 2 μF ; C_4 : 5 μF (mica); C_5 : 4 μF ; C_6 : 5 μF (mica); C_7 : 2 μF ; C_8 : 16 μF ; C_9 : 8 μF . A : milliampèremètre C. C. 0 à 1 mA ($R = 27 \Omega$); L_1, L_2 : inductances Ferrix SE. 50.

Transformateur : 2 $\times$ 2 V (2 A); 2 $\times$ 2 V (2 A); 2 $\times$ 300 V (60 mA).

— **Voltmètre à ombre.** Voltmètre-amplificateur utilisant comme indicateur un tube cathodique spécial (œil cathodique). pour une tension de grille nulle, l'écran fluorescent du tube fait apparaître un large secteur d'ombre (90° environ). Pour le maximum de tension de grille négative, le secteur d'ombre est réduit à un angle de quelques degrés. Cet appareil peut comporter un voltmètre pour les mesures précises. Mais on peut s'en dispenser en étalonnant en volts le potentiomètre R_7 , ce qui est moins précis.

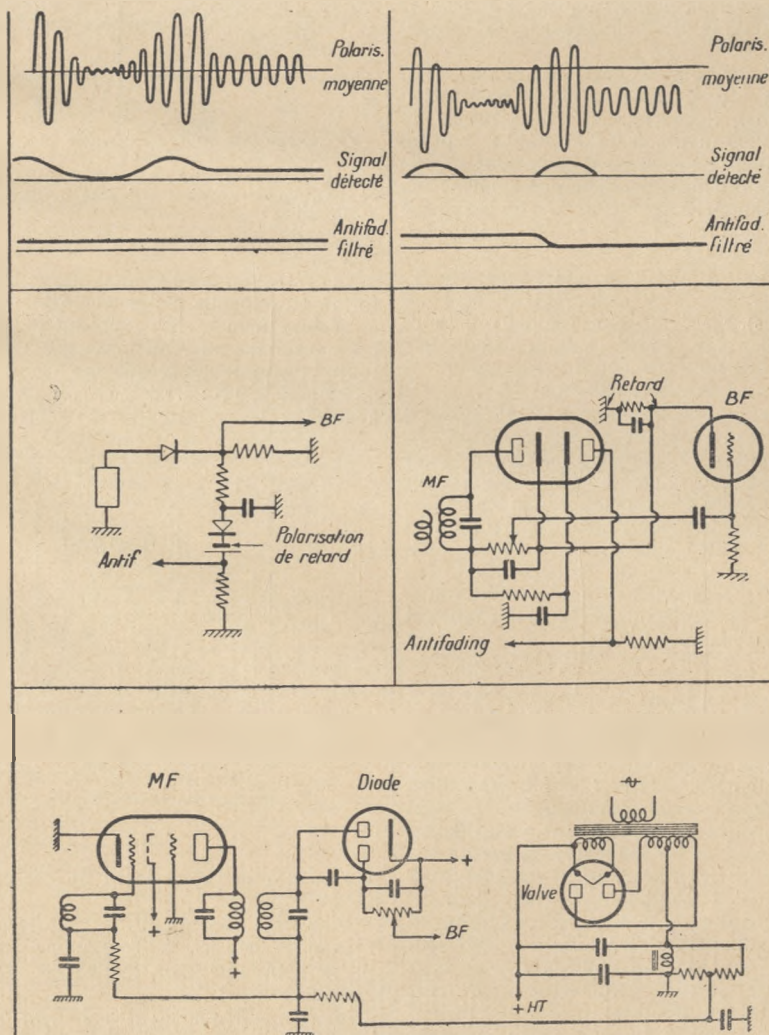
Les caractéristiques des éléments du voltmètre à ombre dont nous publions le schéma sont indiquées ci-dessous :

R_1 : 2 mégohms, 0,5 watt; R_2 : 100.000 ohms, 1 watt; R_3 : 1 mégohm, 0,5 watt; R_4 : 10.000 ohms, 10 watts; R_5 : potentiomètre 1.000 ohms, 5 watts, bobiné, variation linéaire; R_6 : 500 ohms, 2 watts; R_7 : 10.000 ohms, 10 watts, bobiné, variation linéaire; C_1 : 4 mfd, 400 volts, papier; C_2, C_3, C_4 : 10/1.000 μF , mica; C_5 : 0,1 μF ,

de son. Intensité du son produit par un appareil électroacoustique.

— **Contrôle de volume.** Dispositif ayant pour but de maintenir constants certains éléments de la réception malgré les variations de la puissance reçue (C. E. I., 1934).

Le contrôle du volume de son est généralement rendu automatique dans les radiorécepteurs, afin que les signaux soient toujours entendus avec une force indépendante de l'intensité du champ reçu par ces récepteurs. Ce dispositif, connu sous le nom d'*antifading*, parce qu'il est surtout utilisé pour combattre l'évanouissement des ondes, est actuellement d'un emploi généralisé. Dans ce cas, il est commode de disposer d'un contrôle pouvant ramener de 80 à 10 décibels les variations de volume de son. L'écoute est alors limitée, non plus précisément par la faiblesse du signal, mais plutôt par le niveau des bruits et perturbations, en raison de l'affaiblissement momentané du rapport des intensités pour le signal et pour la perturbation. Le contrôle du volume de son est lié au réglage silencieux des récepteurs. La réduction de la tension appliquée au détecteur



Contrôle automatique de volume de son : 1. Antifading non différé. — 2. Antifading différé. — 3. Schéma de principe du contrôle automatique. — 4. Réalisation pratique. — 5. Montage avec retard par autopolarisation (D'après M. Fouquet).

a pour effet d'augmenter la fidélité de la reproduction. Un contrôle manuel du volume de son est toujours adjoint à la commande automatique, pour déterminer le niveau moyen de l'audition. Voir *anti-fading, contrôle, son, réglage silencieux, etc...*

— **Expanseur de volume.** Voir *expanseur, régulateur.*

— **Indicateur de volume de son.** Le C. C. I. T. a fixé les caractéristiques mécaniques et électriques des *indicateurs de volume*, sorte de voltmètres qui rentrent dans l'une des catégories suivantes :

1° *Indicateurs d'impulsions maxima.* Voltmètres de crête à faible durée d'intégration (20 ms) et à longue période de retour au repos (2.000 ms).

2° *Indicateurs d'impulsions moyennes.* Voltmètres à grande durée d'intégration (200 ms) et à longue période de retour au zéro (2.000 ms).

Ces deux types d'appareils donnent, lorsqu'on applique simultanément à leurs bornes des tensions de fréquences diverses, une indication proportionnelle à la somme arithmétique des amplitudes des composantes.

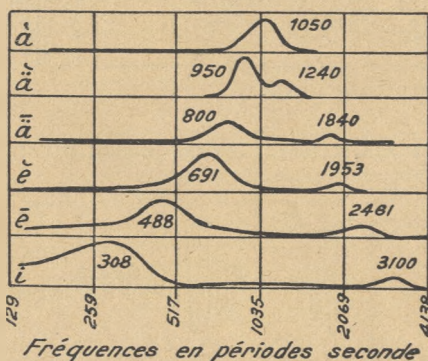
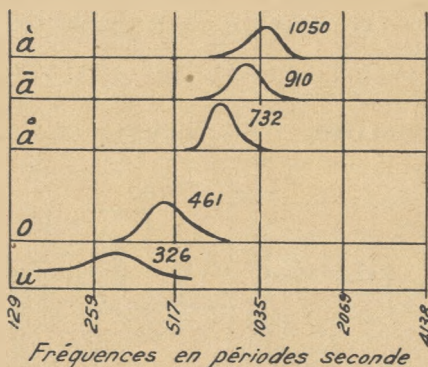
3° *Indicateurs de puissance vocale.* Voltmètres de grande durée d'intégration (200 ms), à courte période de retour au repos (200 ms). Lorsqu'on établit simultanément à leurs bornes des tensions de fréquences diverses, ces appareils donnent une indication proportionnelle à la racine carrée de la somme des carrés des amplitudes composantes.

Les indicateurs de volumes sont gradués en *niveaux de transmission* (népers ou décibels). Placés aux bornes d'une résistance de 600 ohms absorbant 6 mW à la fréquence de 800 ou 1.000 p : s, ils indiquent zéro néper ou zéro décibel.

Ces appareils sont employés pour préciser la puissance vocale normale à utiliser, notamment en *téléphonométrie* et pour s'assurer que le volume de son transmis sur un circuit au cours d'une conversation ou d'un concert reste constamment compris entre une certaine limite inférieure, au-dessous de laquelle les bruits deviennent gênants, et une certaine limite supérieure au-dessus de laquelle apparaît la distorsion non linéaire.

(Angl. *Volume.* — All. *Umfang.*)

VOYELLE. Les sons parlés se distinguent les uns des autres par la superposition d'harmoniques au son fondamental. Les intensités relatives des harmoniques par rapport au son fondamental ne sont pas les mêmes selon que cette voyelle est prononcée sur un ton grave ou sur un ton aigu. Mais les harmoniques les plus forts apparaissent toujours dans un domaine de fréquences caractéristique de la voyelle. Ce domaine est de 326 p : s pour *u*; 461 pour *o*; 732 pour *é*; 910 pour *à*. Les voyelles dites *claires* sont caractérisées par deux domaines de fréquences; les plus basses correspondent à la plus forte intensité et les plus élevées à la plus faible intensité. Le timbre des voyelles peut être altéré



Fréquence des voyelles : En haut, voyelles graves; en bas, voyelles claires (D'après C. Stumpf et D. C. Miller).

par la filtration des harmoniques qui transforme une voyelle claire en voyelle grave et réciproquement. La reproduction fidèle des sons exige un rendement constant sur toute la gamme des fréquences acoustiques de 20 à 10.000 p : s. C'est ce qui a conduit à utiliser les haut-parleurs électrodyna-

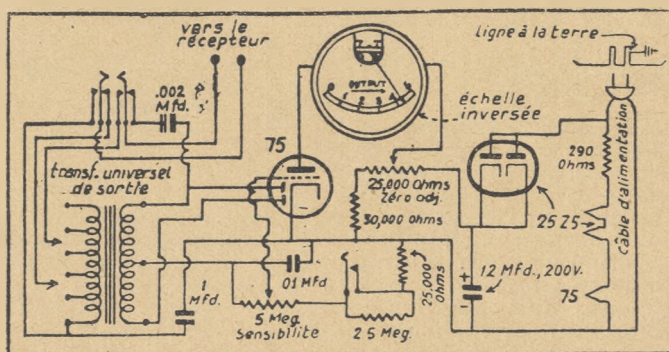


Schéma d'un wattmètre de sortie.

miques qui se rapprochent de ces conditions.

Il importe cependant de renforcer les fréquences élevées à l'émission, en raison de leur moins bon rendement dans la transmission.

Voir en particulier les articles : *son, timbre, acoustique, harmonique, modulation, logatome.*

(Angl. *Vowel.* — All. *Vokal.*)

W

WATT. Watt vrai. Puissance engendrée par une force déplaçant son point d'application à la vitesse de 1 mètre par seconde, la force étant de grandeur telle qu'elle soit capable de communiquer à une masse de 1 kilogramme une accélération égale à 1 mètre par seconde-seconde. Cette puissance est égale à 10^{-7} unités C. G. S. Un watt vaut 1 joule par seconde (Comité électrotechnique français).

— **Watt international.** Unité de puissance égale à la millième partie du kilowatt. Le kilowatt est défini comme étant la puissance qui produit 1 kilojoule par seconde (Décret du 25 juillet 1919, rendu en exécution de la loi sur les unités du 2 avril 1919). Le watt est la puissance mise en jeu par un courant continu de 1 ampère sous une différence de potentiel de 1 volt. Symbole W.

(Angl., All. *Watt.*)

WATTHEURE. Unité usuelle de travail ou d'énergie. Énergie électrique débitée pendant une heure par la puissance d'un watt (C. E. I., 1934). Un *wattheure* vaut 3.600 joules. Multiples : *hectowattheure* (hWh) qui vaut 100 W-h et *kilowattheure* (kWh) qui vaut 1.000 W-h.

(Angl. *Watt-hour.* — All. *Watt-Stunde.*)

WATTHEUREMÈTRE. Appareil intégrant qui mesure l'énergie électrique en *wattheures*. Synonyme de *compteur d'énergie*. Voir *compteur*.

(Angl. *Watt-hourmeter.* — All. *Wattstundemeter.*)

WATTMÈTRE. Appareil qui sert à mesurer directement ou indirectement la puissance électrique en *watts* (C. E. I., 1934). Appareil destiné à mesurer la puissance électrique dans une portion de circuit et portant une échelle graduée en *watts*. (Comité électrotechnique français.)

— **Wattmètre de sortie.** Ces appareils sont destinés à mesurer la puissance

modulée à la sortie d'un circuit à basse fréquence, principalement à la sortie d'un radiorécepteur. Le *wattmètre de sortie* ou *outputmeter* n'est en réalité qu'un *voltmètre-amplificateur de sortie* gradué en watts. Le cadran est inversé, un signal intense se traduisant par un courant anodique faible et réciproquement. La détection et l'amplification sont assurées par une double diode, dont les anodes sont montées en redresseuses. L'appareil peut fonctionner indifféremment sur courant alternatif ou sur courant continu. Voir *voltmètre-amplificateur*.

(Angl. *Wattmeter*. — All. *Wattmeter*.)

WEBER. Unité d'impulsion électromotrice dans le système d'unités rationalisé M. K. S. Giorgi. Voir *unité*. La représentation symbolique de l'impulsion électromotrice est le produit *e t*. Son équation aux dimensions est *VT*.

(Angl. All. *Weber*.)

WHEATSTONE. Pont de Wheatstone. Voir *pont, mesure*.

— **Système télégraphique Wheatstone.** Voir *système télégraphique*.

X

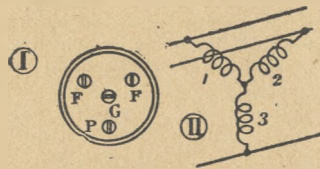
XÉNON. Gaz rare de l'air. Un mètre cube d'air à la pression atmosphérique normale ne renferme qu'un dixième de centimètre cube de *xénon*. En 1934, M. Georges Claude indiqua qu'il y aurait intérêt à substituer le krypton et le xénon à l'argon pour le remplissage des lampes à incandescence à atmosphère gazeuse. Plus lourds que l'argon, ces gaz freinent la vaporisation du filament, permettent d'élever sa température et d'augmenter à la fois la qualité de la lumière et le rendement de la lampe. En outre, la conductibilité calorifique du krypton et surtout du xénon est plus faible que celle des autres gaz de l'air, ce qui permet, à égalité de puissance lumineuse, de réduire le volume de la lampe.

(Angl., All. *Xenon*.)

Y

Y. Culot en Y. Culot de lampe triode dans lequel les pieds des branches de connexion sont disposés en forme de Y, la broche de plaque à la base, la broche de

grille au centre et les broches du filament à l'extrémité des branches. Voir *culot, lampe*.



Montages en Y : I. Culot de lampe triode en Y. — II. Montage triphasé en Y ou étoile.

— **Montage en Y ou en étoile.** Mode de connexion d'appareils triphasés consistant à relier à un point commun l'une des extrémités des enroulements conducteurs, ou appareils correspondant à chaque phase, l'autre extrémité étant destinée à être connectée au conducteur correspondant du réseau. (Comité électrotechnique français.)

(Angl. *Y Grouping*. — All. *Y-Schaltung*.)

Z

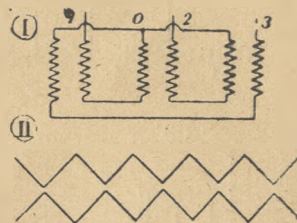
ZÉRO. Méthode de zéro. Procédé consistant à ramener la mesure d'une grandeur électrique à celle d'une tension que l'on compare avec une tension connue. La tension connue, opposée à la tension à mesurer dans un même circuit, lui est égale lorsque l'équilibre est atteint et qu'il ne passe plus aucun courant dans un galvanomètre de contrôle. Parmi les méthodes de zéro figurent la mesure des tensions au potentiomètre, ainsi que les mesures de résistances, capacités, inductances et autres grandeurs avec les *ponts de Wheatstone*, de *Kelvin*, de *Sauty* et leurs succédanés. Voir *pont, mesure*.

(Angl. *Zero Method*. — All. *Nullmethode*.)

ZIG-ZAG. Antenne en zig-zag. Type d'antenne verticale dont chaque brin horizontal a la forme d'une ligne brisée. L'ensemble de l'antenne se présente sous l'aspect d'un treillis, le côté de chacune des mailles étant égal à 1/2 longueur d'onde environ. Inventée par MM. Chireix et Mesny, cette antenne est utilisée par la Société française radioélectrique pour assurer la projection en faisceau des ondes très courtes, notamment dans les liaisons radiotéléphoniques. Aucun élément d'antenne n'a une radiation nuisible, les deux demi-ondes successives de phases opposées étant toutes deux utiles pour la radiation. L'antenne est complétée par un réflecteur accordé, identique à l'antenne et placé à 1/4 de longueur d'onde de cette dernière.

Les zones actives de l'antenne en zig-zag sont prolongées par des zones de pénombre, qui évitent les effets parasites dus à des inductions dans la terre, les pylônes, les haubans.

Les conducteurs d'alimentation sont concentriques, le conducteur extérieur étant mis à la terre. Pour éviter les surtensions, on combat les réflexions à l'aide de transformateurs appropriés.



Montages en zig-zag : I. Couplage en zig-zag d'enroulements de transformateurs. — II. Antenne en zig-zag pour projecteur à ondes courtes.

Avec ce type de rideau, trois pylônes de 40 mètres suffisent à tendre une antenne-projecteur de 250 mètres de longueur sur 10 de largeur, couvrant une surface verticale de 6.000 mètres carrés. Voir *antenne, projecteur, radiotéléphonie, ondes courtes, ondes dirigées*.

— **Montage en zig-zag.** Connexion en étoile des enroulements polyphasés dont chaque branche est composée par des enroulements de phase différente (C. E. I., 1934). Voir *connexion, polyphasé*. Un primaire ou un secondaire de transformateur triphasé est dit monté en zig-zag lorsque, tout en respectant la symétrie polyphasée, on met en série sur chaque phase des enroulements bobinés sur des noyaux différents et soumis par suite à des forces électromotrices déphasées entre elles (Comité électrotechnique français).

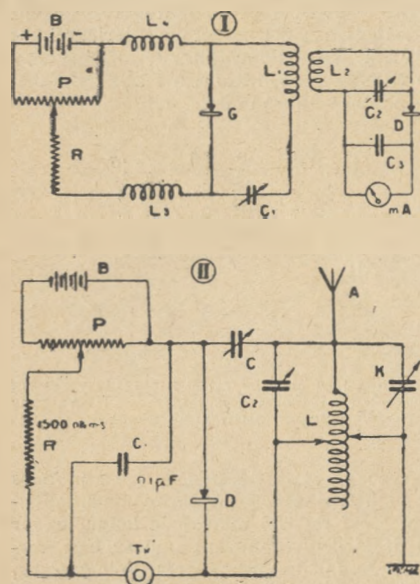
(Angl. *Zig-Zag Connection*. — All. *Zick-zack Schaltung*.)

ZINCITE. Oxyde de zinc naturel (ZnO), cristallisé en petites masses rouge orangé, noyées dans une gangue noire. Cristal détecteur, dont on régularise la sensibilité en le chauffant fortement à l'arc électrique, pour le débarrasser des impuretés, en présence de bioxyde ou de peroxyde de manganèse. Artificiellement, par grillage des minerais de zinc, on peut obtenir une zincite jaune.

Des recherches opérées en 1923 en Russie et en Amérique ont permis d'engendrer des oscillations électriques entretenues dans un circuit contenant un cristal de zincite et une source de courant continu. Dans certaines conditions, la zincite peut donc détecter, amplifier, engendrer des oscillations, moduler et produire l'effet de réaction, à la manière des lampes triodes.

La caractéristique d'un contact zincite-acier, indiquant la variation du courant en fonction de la tension appliquée, fait apparaître une région à *résistance positive* (A) et une région à *résistance négative* (B). C'est dans cette dernière région qu'on arrive à entretenir les oscillations.

Pour utiliser les propriétés de la zincite, un grand nombre de circuits ont été proposés à l'imitation de ceux qui emploient les lampes triodes. On a ainsi



Montages à zincite pour la réception et pour l'émission : I. Hétérodyne à zincite pour ondes très courtes (25 mètres de longueur d'onde) : P, potentiomètre; R, résistance; L_1 , L_2 , L_3 , bobines; G, contact zincite-acier; C_1 , C_2 , condensateurs variables; C_3 , condensateur fixe; D, détecteur; mA, milliampèremètre. — II. Modulateur à zincite formant tikker à basse fréquence : A, antenne; P, potentiomètre; R, résistance de 1.500 ohms; C_1 , C_2 , K, condensateurs variables; C_3 , condensateur fixe; D, détecteur à galène ou à zincite; Tk, tikker, à zincite; L, bobine à curseurs montage Oudin.

construit, sous le nom de *cristadyne*, des hétérodynes, récepteurs à réaction, modulateurs à basse fréquence, récepteurs-hétérodynes, autodynes, amplificateurs à basse fréquence, émetteurs-récepteurs, dont nous indiquons ci-contre les schémas et les caractéristiques. L'établissement de ces circuits nécessite outre le contact à zincite, des résistances, potentiomètres, piles de polarisation, condensateurs, transformateurs et téléphone. Voir *cristadyne*, *cristal*, *détecteur*.

(Angl. Zincite. — All. Rotzinkerz.)

ZONE. Zone d'un émetteur. On distingue, quant à la portée d'un émetteur, la zone utile diurne et la zone utile nocturne. La zone utile diurne est en général déterminée par le minimum d'intensité de champ nécessaire pour obtenir une bonne réception minimum, qui varie de 0,5 mV : m à la campagne jusqu'à 10 mV : m dans les villes selon le niveau des perturbations. Les déterminations sont faites conformément aux courbes publiées par le C. C. I. R., pour les distances comprises entre 50 et 2.000 kilomètres.

Le tableau ci-contre donne quelques caractéristiques relatives à un émetteur ayant une puissance rayonnée de 1 kilowatt et à une distance de 300 kilomètres.

Voir *propagation*, *force eimomotrice*, *rayonnement*.

Pendant la nuit, la zone utile d'un émetteur est limitée par les interférences d'une

Fréquence en kh.	Champ en mV : m			
	nocturne		diurne	
	mer	terre	mer	terre
150	0,75	0,75	—	—
550	—	—	0,5	0,13
1.000	—	—	0,38	0,026
1.500	0,38	0,25	0,26	0,006

station perturbatrice. Si les deux émetteurs travaillent sur la même fréquence, la limite de la zone utile est au point où l'intensité du champ de l'émetteur éloigné atteint une certaine valeur par rapport au champ utile. Ce rapport est généralement de 1 : 31,5, soit une différence de 30 décibels entre le niveau utile et le niveau perturbateur. Avec une différence de fréquence inférieure à 50 p : s, on peut admettre le rapport 1 : 20 pour une qualité médiocre. Si la différence entre les deux fréquences émises atteint 50 p : s, on table sur le rapport 1/100 soit 40 décibels.

— **Zone de silence.** Voir *silence*, *propagation*, *rayonnement indirect*, etc... (Angl., All. Zone.)

ERRATA

Liste des corrections à apporter aux fautes typographiques relevées dans l'Encyclopédie de la Radioélectricité.

BAR, p. 68. Au lieu de *bar*, lire *barye*. Voir *pression*.

CONFÉRENCE, p. 143. *Conférence nationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*. Lire *internationale* au lieu de *nationale*.

DIRIGIBILITÉ, p. 194. Au terme et au folio. Au lieu de *dirigibilité*, lire *dirigeabilité*.

FADER, p. 249. Dans la légende : *Schéma de principe d'un feeder*, lire *fader* au lieu de *feeder*.

FIL, p. 257. *Fil divisé* Au-dessus de 1.000 à 2.000 kilowatts-heure, lire *kilohertz* au lieu de *kilowatts-heure*.

FILTRE, p. 261. *Filtre de courant alternatif*, 1^{re} colonne, 6^e ligne : lire *à* au lieu de *et*.

HEPTODE, p. 305, 2^e colonne, dernière ligne : lire *cinquième* au lieu de *quatrième*.

HÉTÉRODYNE, p. 308. Supprimer dans la légende 1/2 en facteur devant ($f_1 - f_2$) et ($f_1 + f_2$).

MAGNÉTRON, p. 374. 1^{re} colonne, 2^e ligne, lire *spatiale* au lieu de *spéciale*. — 8^e ligne, lire *10⁴ H.* — 15^e ligne, lire 500 V au lieu de 50 V. — 3^e colonne, 5^e ligne, lire 600 V au lieu de 60 V. — 41^e ligne, lire 30 watts au lieu de 300 watts. — Dernière ligne, lire 20 millimètres au lieu de 20 centimètres. — P. 375, 1^{re} ligne, lire 10 millimètres au lieu de 10 centimètres.

RADIODISTRIBUTION, p. 505, 1^{re} colonne, 3^e ligne du dernier paragraphe : lire 50.000 francs au lieu de 500.000 francs.

