

ANDRÉ CLAVIER
INGÉNIEUR E. S. E.
ANCIEN INGÉNIEUR A LA RADIODÉLÉGRAPHIE MILITAIRE

L'Apprentissage de la T. S. F.

DEUXIÈME ÉDITION

revue, augmentée et mise à jour



PARIS
ALBIN MICHEL, ÉDITEUR
22, RUE HUYGHENS, 22

POURQUOI ET POUR QUI NOUS AVONS ECRIT
CE LIVRE

Ce livre expose très simplement comment on peut monter soi-même un poste récepteur de téléphonie et de télégraphie sans fil.

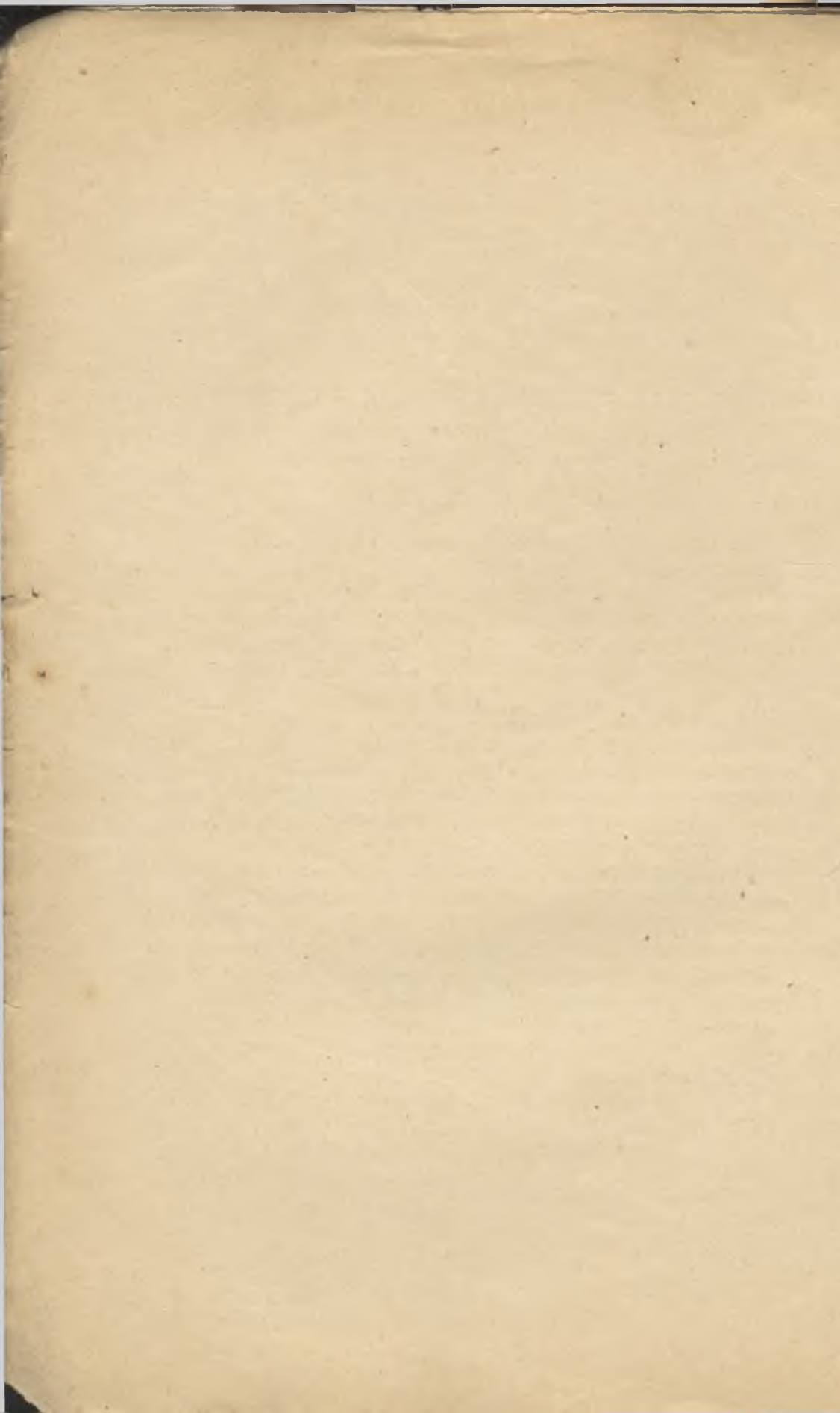
Il va de l'appareil le plus rudimentaire à l'emploi des dernières méthodes préconisées. Mais il se borne aux montages types, voulant éviter d'égarer le lecteur à travers une multiplicité de combinaisons dont la diversité n'est d'ailleurs souvent qu'apparente.

Chemin faisant, il essaie d'expliquer élémentairement ce qui se passe, et ce que l'on conseille.

Nous serions heureux d'avoir réussi à mettre entre les mains du lecteur un guide pratique et expérimental, qui lui permette dès l'abord d'obtenir des résultats, puis de se perfectionner dans une construction attrayante et éducative.

Nous adressons ici nos remerciements à M. Labrély, ingénieur radiotélégraphiste, dont l'aide nous a été précieuse dans la confection de cet ouvrage.

La nouvelle édition de L'Apprentissage de la T. S. F. a été entièrement revue et mise à jour ; elle comprend en particulier l'explication du mécanisme de la transmission des images à distance par l'intermédiaire des ondes électriques.



L'Apprentissage de la T. S. F.

**Pour recevoir la téléphonie sans fil,
il faut construire un organe sensible à l'action
des ondes électriques.**

Pour concevoir comment on peut communiquer par T. S. F. il suffit de considérer le mécanisme de transmission des signaux lumineux.

Une source de lumière envoie dans l'espace qui l'environne des ondes lumineuses. Celles-ci sont capables d'impressionner l'œil humain à distance.

Cette source de lumière peut par exemple être un fil porté

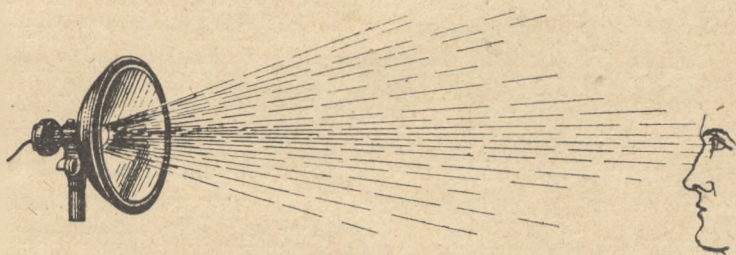


FIG. 1. — Émission et réception d'un signal lumineux.

à l'incandescence par le passage d'un courant électrique. La dépense de courant se marque au compteur : *il y a dépense d'énergie.*

On explique la production des ondes lumineuses par la vibration extrêmement rapide des particules qui constituent la matière; cette vibration se transmet et se propage dans l'espace environnant d'une manière analogue à la façon dont se propagent les ondes sonores dans l'air. Comme les ondes

sonores, les ondes lumineuses sont capables de se réfléchir; si le mur donne un écho, le miroir donne une image.

Mais on ne connaît pas quel support permet la transmission des ondes lumineuses. Ce n'est pas l'air, puisque la lumière se transmet à travers le vide, d'astre en astre. Pour la commodité des explications, on imagine l'existence d'un milieu particulier auquel les physiciens ont donné le nom d'*éther*.

Les ondes sonores se propagent dans l'air à une vitesse d'environ 340 mètres par seconde. La transmission des ondes lumineuses se fait à une vitesse beaucoup plus grande, voisine de 300 millions de mètres par seconde.

Il est évident que de même qu'il n'y aurait pas de bruit



FIG. 2. — Émission et réception des signaux de T. S. F.

s'il n'y avait pas d'oreille humaine, il n'y aurait pas de lumière s'il n'y avait pas d'œil humain. Mais, nous disposons d'un organe qui nous permet de déceler les ondes lumineuses par une impression sensorielle particulière.

La transmission par T. S. F. est tout à fait de même nature que la transmission lumineuse. Les sources émettrices d'ondes électriques sont constituées par des fils où passe un courant qui change rapidement de sens (1 million de fois par seconde par exemple). Cette vibration est beaucoup moins rapide que celle des particules qui émettent les ondes lumineuses. Mais elle suffit pour envoyer des ondes dans l'éther. Ces ondes, qui se propagent avec la même vitesse que les ondes lumineuses, ont le désavantage de ne pas impressionner directement l'un de nos organes.

C'est pourquoi il faut trouver des moyens intermédiaires permettant de rendre ces ondes accessibles à nos sens.

C'est vers les sensations auditives que l'on dirige généralement l'utilisation des effets dus aux ondes transmises.

Comment on arrive à faire agir les ondes hertziennes sur un récepteur téléphonique.

L'effet par lequel on a pu utiliser les ondes hertziennes à grande distance est la naissance d'un courant dans tout conducteur rencontré par ces ondes. Mais ce courant varie de sens très rapidement, aussi rapidement que celui qui a donné naissance aux ondes. Un tel courant n'est pas facilement décelable; les appareils mécaniques ne peuvent pas suivre un mouvement si rapide.

Si, par exemple, un pareil courant passe dans l'enroulement d'un récepteur téléphonique ordinaire, la membrane du téléphone qui ne peut suivre des vibra-

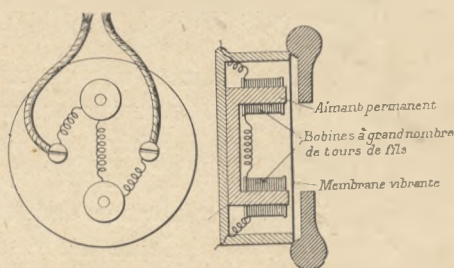


FIG. 3. — Disposition schématique d'un récepteur téléphonique.

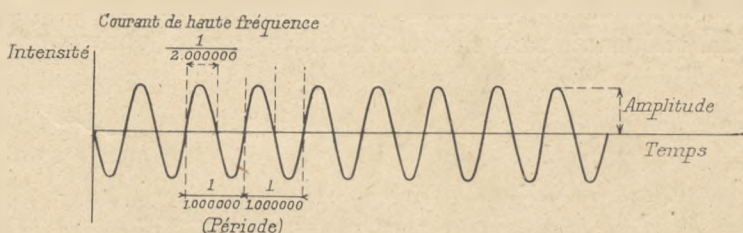


FIG. 4. — Variation de l'intensité d'un courant de haute fréquence en fonction du temps.

tions au nombre de 1 million par seconde, reste strictement immobile, on pourrait dire « en tétanos ».

Un premier progrès viendra du fait suivant : le courant obtenu est de nature vibratoire, la membrane est par suite

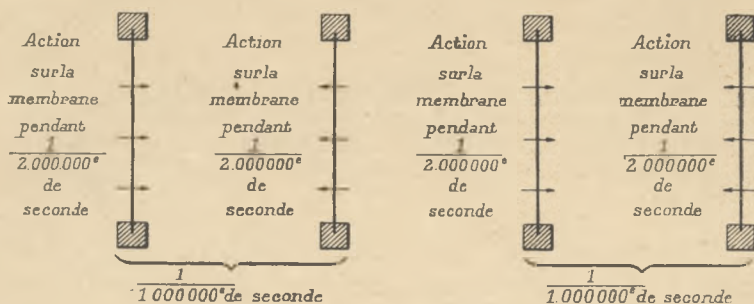


FIG. 5. — Action d'un courant alternatif de haute fréquence sur la membrane le long du temps.

alternativement attirée et repoussée; si l'on parvient à supprimer l'un des deux effets, l'action du courant se traduira par une attraction ou une

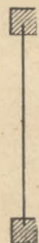


FIG. 6. — Sous l'action d'un courant alternatif de haute fréquence la membrane, du téléphone reste immobile, comme en tétanos.

répulsion, et la membrane restera déformée tant que passera le courant. Cette déformation sera d'autant plus forte que l'intensité maximum ou, comme on dit, l'amplitude du courant sera plus grande.

Si cette amplitude change elle-même avec une vitesse de variation compatible avec le mouvement de la membrane du téléphone, celle-ci suivra les variations de cette amplitude.

La téléphonie sans fil est constituée par des ondes de très

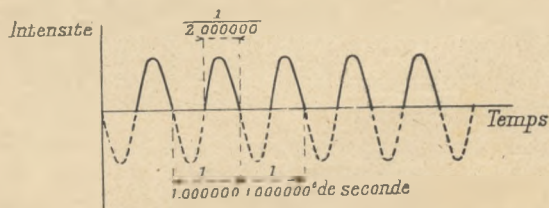


FIG. 7. — Courant de haute fréquence dont une des alternances est supprimée (courant détecté).

haute fréquence dont l'amplitude varie en accord avec les inflexions de la voix humaine.

La fréquence de variation de l'amplitude est comprise entre

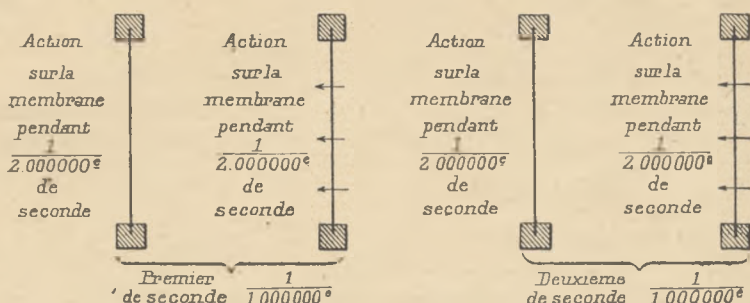


FIG. 8. — Action du courant détecté sur la membrane.

20 et 5.000 environ. Celle de l'onde dont l'amplitude est ainsi « modulée » par la voix est de l'ordre de 1 million de *cycles* ou périodes par seconde.

Pour recevoir la téléphonie sans fil, il faut donc effectuer les opérations suivantes :

- 1° Provoquer par les ondes qui passent un courant dans un système conducteur;
- 2° Supprimer l'une des alternances de ce courant qui est

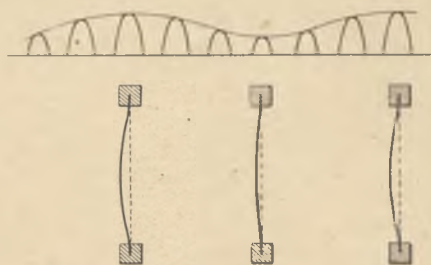
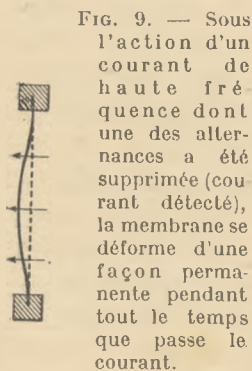


FIG. 10. — Sous l'action d'un courant haute fréquence modulé qui a été détecté, la membrane suit les variations de l'intensité du courant qui agit sur elle.

de nature vibratoire à haute fréquence, ce qu'on appelle détecter;

- 3° Faire passer ce courant détecté dans l'enroulement d'un récepteur téléphonique approprié.

Pour recueillir les ondes, il faut construire une antenne.

Nous avons vu que l'effet caractéristique des ondes hertziennes est de provoquer la naissance d'un courant dans les fils conducteurs qu'elles rencontrent. Pour recevoir la téléphonie sans fil, on constitue un ensemble d'un ou plusieurs

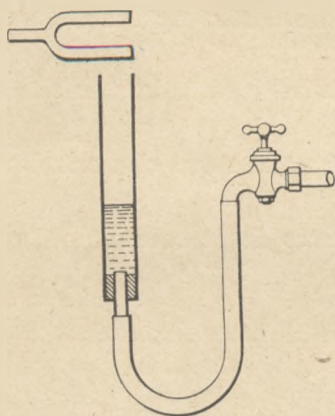


FIG. 11. — Résonance de l'air contenu dans une éprouvette sous l'action d'un diapason en vibration.

fils conducteurs de longueur égale, isolés à une extrémité, réunis entre eux et reliés à la terre à l'autre extrémité par un conducteur qu'on appelle *entrée de poste*. Un pareil système constitue une *antenne*.

L'antenne la plus simple à réaliser sera constituée par un long fil droit tendu entre deux poteaux. Les extrémités seront isolées au moyen de bâtons d'ébonite ou de chapelets d'isolateurs en porcelaine (trois ou quatre maillons). Le fil d'antenne sera fait en câble constitué par plusieurs brins de fil

de cuivre étamé tressés ou torsadés. On peut employer par exemple un fil à sept brins de 5/10 de millimètres de diamètre.

Une antenne ainsi constituée vibre sous l'action des ondes hertziennes qui passent. Il se produit un phénomène tout à fait analogue à l'expérience d'acoustique suivante :

Si, à quelque distance d'une éprouvette dans laquelle on verse lentement de l'eau, on fait vibrer un diapason, la vibration du diapason se transmet par l'air et met en vibra-

tion l'air de l'éprouvette : on constate qu'il y a une hauteur de l'eau dans le flacon pour laquelle le son produit par l'éprouvette est particulièrement intense. On dit alors qu'il y a résonance. Si l'on souffle sur le bord de l'éprouvette le son rendu est de la même hauteur que le son du diapason.

De même qu'il faut verser de l'eau jusqu'à une certaine hauteur dans l'éprouvette pour provoquer les vibrations les plus intenses de l'air qu'elle contient, de même faut-il déterminer la longueur de fil d'antenne qui convient pour la réception d'une onde de *fréquence* donnée (nombre de vibrations par seconde).

Supposons une onde dont la fréquence est de 1 million. Quand l'émetteur a accompli une période, un temps de

$\frac{1}{1.000.000}$ de seconde s'est passé. Pendant ce temps l'ébran-

lement de l'éther a déjà parcouru une certaine distance. Cette distance est évidemment égale au produit de la vitesse de propagation par le temps de parcours. On a donc :

$$300.000.000 \times \frac{1}{1.000.000} = 300 \text{ mètres.}$$

On a l'habitude de dénommer les ondes par cette distance parcourue pendant le temps d'une oscillation de l'émetteur. Nous avons ici affaire à une onde de 300 mètres de longueur d'onde. Les ondes employées en télégraphie sans fil varient de 25 à 25.000 mètres. En téléphonie sans fil, on ne dépasse pas 4.000 mètres.

Notre onde de 300 mètres rencontrant l'antenne provoque la naissance d'un courant de fréquence de 1.000.000.

On constate que l'amplitude du courant provoqué est la plus forte à la base de l'antenne quand celle-ci est à peu près égale au quart de la longueur d'onde. Dans le cas présent, il faudrait donc une antenne de $\frac{300}{4}$ soit 75 mètres approximativement.

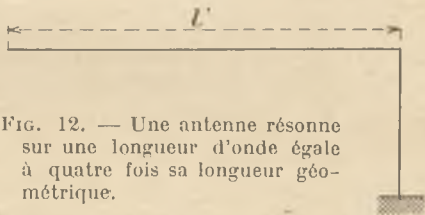


FIG. 12. — Une antenne résonne sur une longueur d'onde égale à quatre fois sa longueur géométrique.

Comment on accorde une antenne.

Mais, de même que, dans le cas de l'éprouvette, il était avantageux de pouvoir régler la hauteur d'eau de façon à faire résonner sur un son de fréquence déterminée, de même dans le cas d'une antenne il faut s'assurer un moyen d'ac-

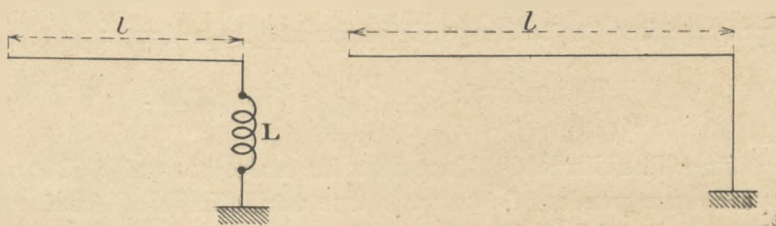


FIG. 13. — Intercaler une self à la base d'une antenne revient à augmenter sa longueur électrique apparente.

corder l'antenne sur les différentes longueurs d'ondes à recevoir.

Pour cela, il faut faire appel à des variations appropriées des qualités électriques de l'antenne.

Si l'antenne est capable de vibrer sous l'action de l'onde reçue, de même que l'éprouvette vibre sous l'action de l'onde sonore, c'est que le fil d'antenne se comporte comme l'air de l'éprouvette. Or, l'air de l'éprouvette présente deux qualités importantes. Du fait de sa masse, il est doué d'inertie; il exerce ainsi une opposition à sa mise en mouvement; d'autre part, l'air est un milieu élastique qui, si on le comprime, exerce une pression antagoniste.

Ces deux qualités se retrouvent dans le cas électrique.

Tout système conducteur présente de l'inertie : quand on veut le faire parcourir par un courant, le courant ne s'établit pas instantanément à sa valeur définitive ni ne tombe brusque-

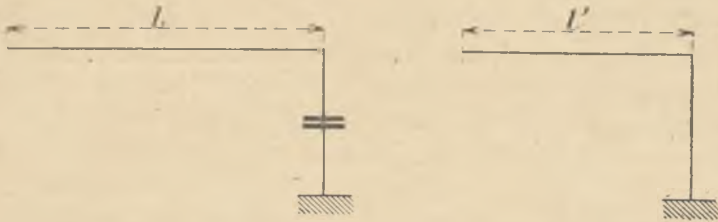


FIG. 14. — Intercaler une capacité à la base d'une antenne revient à diminuer la longueur électrique apparente.

ment à rien quand on le coupe. Cette inertie a reçu le nom de *self-induction*. Cette self-induction dépend de la forme du conducteur et devient considérable si ce conducteur présente des boucles ou *spires*.

D'autre part, chaque petit élément de l'antenne forme avec la terre un petit condensateur, et cette capacité de l'antenne par rapport à la terre donne à l'antenne l'analogie de l'élasticité de l'air contenu dans l'éprouvette.

FIG. 15. — Pour accorder complètement une antenne, on dispose à sa base une self et une capacité en série.

Pour ajuster l'antenne sur la longueur d'onde voulue, nous intercalerons donc à la base de l'antenne une bobine de self et un condensateur.

La bobine de self ajoute de l'inertie à l'antenne, elle augmente la longueur d'onde de cette antenne.

Le condensateur diminue la capacité de l'antenne par rapport à la terre et diminue la longueur d'onde.

Nous avons ainsi le moyen pratique d'ajuster l'antenne.

Ceci permet, en particulier, de ne pas se servir d'antennes

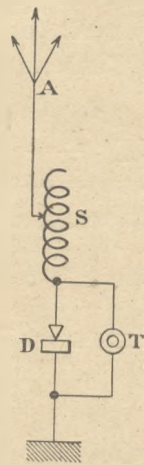


FIG. 16. — Schéma le plus simple d'une réception galène.

trop longues, ce qui a deux avantages : on peut accorder sur des longueurs d'ondes courtes de plus en plus employées;

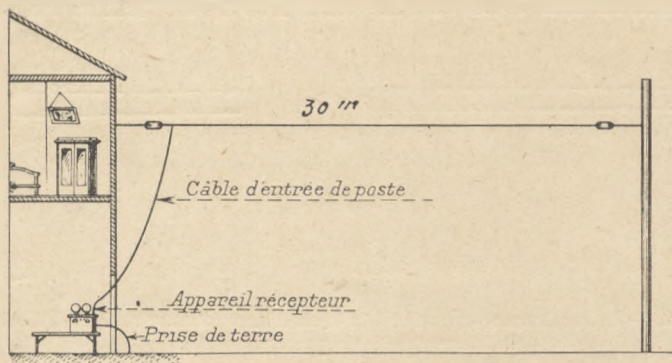


FIG. 17. — Schéma d'une antenne unifilaire; il faut soigner l'isolement des antennes.

on n'est pas obligé d'avoir une antenne très encombrante, souvent hors des moyens de l'amateur.

L'antenne type pourrait avoir une trentaine de mètres de

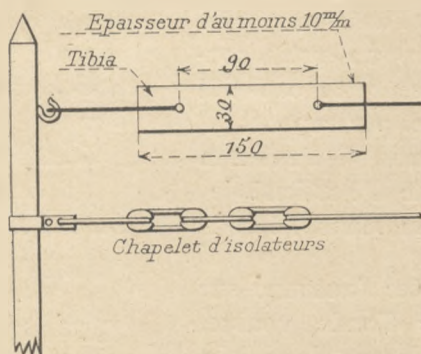


FIG. 18. — Pour faire un tibia soi-même, prendre un morceau d'ébonite aux cotes indiquées qui ne sont que des indications; percer deux trous d'un diamètre légèrement supérieur à celui du fil, en prenant garde de ne pas les placer trop près des extrémités pour éviter la fêlure.

longueur; sa longueur d'onde propre de l'ordre de 120 mètres serait augmentée par l'adjonction à la base d'une bobine de self à prises variables. Le schéma le plus simple d'une réception serait donc un fil d'antenne, une bobine de self, un détecteur et la terre. Aux bornes du détecteur on brancherait le récepteur téléphonique.

Comment constituer la prise de terre.

La valeur d'une antenne réceptrice dépend dans une large mesure de la bonne installation de sa prise de terre. Celle-ci doit être faite à proximité immédiate des appareils du poste. La meilleure façon de la constituer est d'enfouir à 20 ou 30 centimètres dans le sol quelques mètres carrés de grillage de cuivre à larges mailles. Les grillages sont reliés les uns aux autres par des bandes métalliques soudées. Les terrains humides sont les meilleurs pour recevoir une prise de terre; si le sol est sec on améliore la terre en l'arrosant de temps à autre.

Le système antenne-terre ainsi constitué présente une troisième qualité électrique importante en dehors de l'inertie et de l'élasticité : c'est la résistance qu'il offre à l'oscillation de haute fréquence. Cette résistance est l'analogue du frottement dans le cas de la vibration de l'air dans l'éprouvette; elle amène une déperdition d'énergie dans l'antenne, énergie qui se dégrade sous forme de chaleur et limite l'amplitude des oscillations de l'antenne. Cette résistance a trois causes :

1° La résistance due au fil d'antenne; pour la diminuer, il faut employer du fil présentant une grande surface libre, car c'est à la surface que se propagent les courants de haute fréquence; de là, l'emploi de fils toronnés.

2° La résistance de la prise de terre, souvent la plus importante : c'est pourquoi il faut soigner particulièrement cette partie du poste;

3° L'antenne en vibration sous l'action des ondes qui arrivent émet à son tour des ondes, et il y a ainsi déperdition

d'énergie. On peut assimiler cette qualité de l'antenne à une résistance dite *résistance de rayonnement*. Pour que celle-ci soit faible, il est avantageux de ne pas se servir de l'antenne pour recevoir des ondes trop proches de sa longueur d'onde fondamentale, celle sur laquelle elle vibre en l'absence de toute self ou condensateur.

Un système d'antenne présentant une trop forte résistance a non seulement l'inconvénient de ne pas donner une amplitude considérable à la réception, mais aussi de se mettre en branle sous l'impulsion d'ondes de fréquences très diffé-

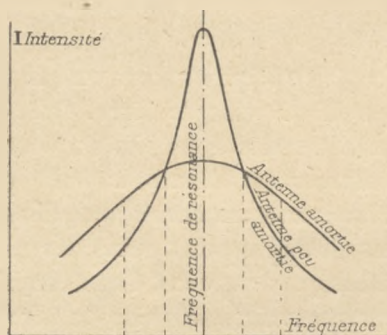


FIG. 19. — Courbes dites de résonance, montrant l'effet de l'amortissement de l'antenne sur la réception.

rentes. Ainsi une membrane mince qui a un très fort amortissement vibre sous l'influence de sons à peu près quelconques. Un diapason, par contre, possède un très petit amortissement propre; il refuse de vibrer sur la période du son qui l'influence n'est pas très voisine de sa période propre.

Si le sol où l'on installe le poste est particulièrement sec, on peut rem-

placer la prise de terre par un condensateur de très grande capacité qui modifie très peu les propriétés de l'antenne; c'est ce qu'on appelle un *contre-poids*. Ce contre-poids peut être formé par du grillage de cuivre de grande surface suspendu à quelque distance du sol et isolé par rapport au sol. Quand le sol est sablonneux ou rocheux on peut réaliser le contre-poids en déroulant sur le sol une grande surface de grillage de cuivre à mailles serrées.

Sur avion, la mise de l'antenne à la masse de l'avion fait fonctionner toutes les parties métalliques de l'appareil comme un contre-poids.

Le conducteur d'entrée de poste doit être soigneusement isolé. Le mieux serait de faire pénétrer l'entrée de poste en traversant un carreau de verre ou d'« ébonite ». Mais il suffit d'avoir un fil sous caoutchouc traversant un carreau

de bois. La traversée d'un mur nécessite les mêmes précautions pour l'isolement, qui est effectué au mieux par l'emploi d'une pipe en porcelaine ou d'un tube d'ébonite. Il est assez rare qu'on puisse réaliser facilement ces bonnes conditions d'établissement. Mais que nos lecteurs se rassurent; ils trouveront bientôt, en nous lisant, des installations plus simples, mais encore suffisamment efficaces.

Comment on détecte les ondes avec la galène.

Pour faire un détecteur, il suffit de placer un morceau de galène (sulfure de plomb naturel cristallisé) entre deux blocs métalliques. Un support articulé soutient un fil métallique fin dont on fait porter légèrement la pointe sur la galène.

Si on trace une courbe représentant le courant dans un détecteur à galène en fonction de la tension aux bornes, on

constate que le courant est très faible pour l'un des sens de cette tension et augmente beaucoup pour l'autre sens.

Lorsque la tension aux bornes du détecteur est alternative, les alternances dans un sens passent

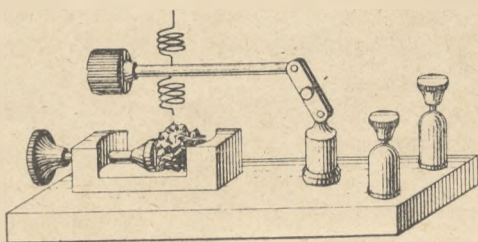


FIG. 20. — Détecteur à galène.

beaucoup mieux que les alternances de l'autre sens et le courant est détecté (fig. 22).

Si aux bornes du détecteur on branche un récepteur téléphonique, on entendra les ondes de téléphonie sans fil.

Les téléphones employés en T. S. F. présentent la particularité qu'ils comportent un grand nombre de tours de fil (téléphones de 2.000 ohms) pour augmenter leur sensibilité. Les téléphones sont associés par deux en série pour constituer des casques téléphoniques.

Seule la galène naturelle présente les qualités d'un bon détecteur. On peut sensibiliser la galène artificielle. Il suffit pour cela de chauffer le morceau de galène au bout d'une pince au-dessus de la flamme d'un bec de gaz; la paroi à sensibiliser doit être au-dessus, du côté opposé à la flamme.

On plonge ensuite la galène chaude dans la vapeur de soufre, obtenue en faisant brûler un peu de fleur de soufre sur une

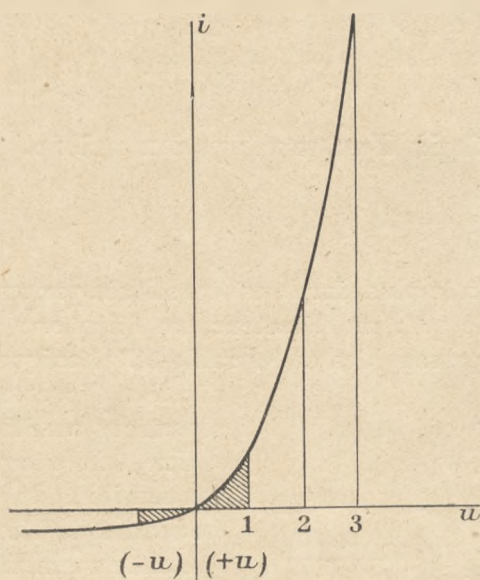


FIG. 21. — Courbe illustrant l'action d'un détecteur à galène. Pour des tensions positives variant comme 1, 2, 3, le courant détecté varie comme 1, 4, 9.)

vieille soucoupe; la galène ne doit pas toucher le soufre en gnition. La galène ainsi préparée détecte bien, grâce à la

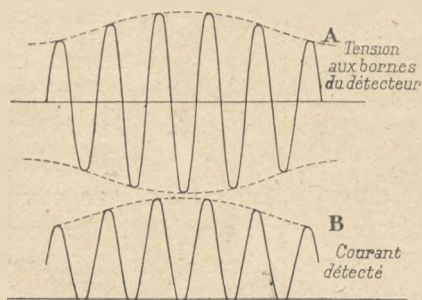


FIG. 22. — La tension aux bornes du détecteur variant comme la courbe A, le courant détecté varie comme la courbe B.

mince couche de polysulfure dont on voit les veinures sur la face sensibilisée.

Choix d'un montage sur galène.

La réception la plus simple est constituée par une antenne, une bobine de self, un détecteur, un téléphone et la prise de terre. Le passage des ondes radio-téléphoniques est ainsi décelé à l'écouteur par des sensations auditives.

Une telle réception n'est pas sensible. En effet, l'introduction du détecteur dans l'antenne augmente considérablement la résistance du circuit de réception au passage du courant, et nous avons tous les inconvénients d'un système très amorti.

Une première façon d'améliorer la réception consiste à brancher le système détecteur-téléphone aux bornes de la bobine de self; le circuit de l'antenne est alors

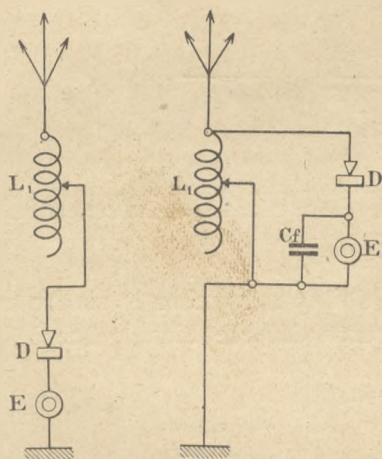


FIG. 23. — Montage le plus simple sur galène. Mode de montage (a).

beaucoup moins amorti et les oscillations peuvent prendre au moment de la résonance une amplitude beaucoup plus grande. Mais pour que le courant qui passe dans la branche du détecteur soit suffisamment intense, il faut que cette branche n'offre pas trop d'opposition au passage du courant de haute fréquence : à cet effet on shunte le téléphone par un condensateur de valeur fixe, dont nous indiquerons plus loin la construction (mode de réception a).

Ce montage présente encore un inconvénient : la self n'est réglable que par bonds (self à plots ou mieux self à curseur). Pour corriger ce désavantage on introduit dans le circuit un condensateur en série dont la valeur peut être réglée de façon progressive. On peut alors remplacer la self variable par une self fixe. On construit à cet effet un jeu de selfs dites en fond

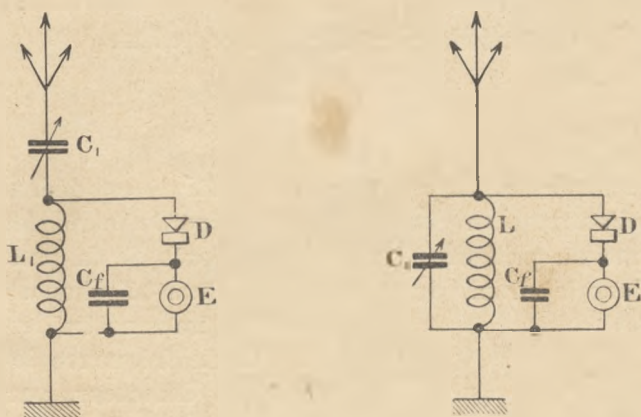


FIG. 24. — Mode de montage *b*. Mode de montage *c* (petite antenne).

de panier et en nid d'abeille dont nous expliquerons dans quelques pages le mode d'enroulement (mode de réception *b*)

Avec les petites antennes (antennes intérieures, ou de dimensions géométriques très faibles) il vaut mieux brancher le condensateur en parallèle sur la self. Cela revient à brancher l'antenne aux bornes d'un circuit oscillant. L'antenne se comporte alors sensiblement comme un condensateur fixe branché en parallèle avec le condensateur variable, le système détecteur-téléphone est également connecté aux bornes du circuit oscillant (mode de réception *c*.)

Le meilleur montage sur galène.

Le meilleur montage sur galène s'obtient en dédoublant la self d'antenne en deux selfs : l'une garde le rôle de self d'antenne ou primaire; l'autre placée près de la première, entre dans le circuit du système détecteur-téléphone. Cette

façon de transmettre les courants haute fréquence de l'antenne au détecteur, par une sorte de transformateur à haute fréquence, est connue sous le nom de Tesla.

Le circuit de l'antenne comprend alors : un condensateur d'antenne C_1 , une self primaire réglable L_1 , enfin la prise de terre ou le contrepoids.

Le circuit secondaire comprend une self L_2 , et un condensateur C_2 . Cet ensemble constitue un *circuit oscillant* réglable sur une longueur d'onde dé-

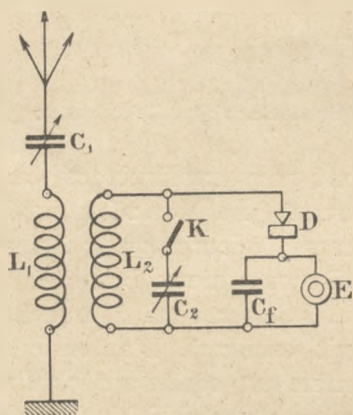


FIG. 25. — Montage Tesla (d).

terminée, à la manière d'une antenne dont on aurait rapproché le fil de la terre jusqu'à constituer un condensateur local, et dont l'amortissement serait très faible puisqu'il contient moins de résistance nuisible (pas de prise de terre).

Aux bornes du condensateur secondaire est branché le système détecteur-téléphone.

Ce montage présente sur les précédents le gros avantage d'être plus « sélectif ». Voici ce que cela veut dire. Supposons

qu'on écoute l'émission téléphonique des concerts Radiola; tout à coup, selon son horaire, la Tour Eiffel lance un message en ondes amorties. Ces ondes sont constituées par une série d'émissions, séparées par des intervalles, ces émissions ayant lieu à une fréquence musicale, et le tout étant découpé suivant un code de signaux, traits et points, d'usage international (code Morse, dont nous parlerons ci-après). Si nous ne disposons que de l'un des montages *a*, *b* ou *c*, impossible de continuer à écouter: nous serons brouillés affreusement; avec un montage Tesla, en éloignant plus ou moins la self secondaire de la self primaire — *c'est ce qu'on appelle régler le couplage* — on arrivera sinon à éliminer complètement la Tour, du moins à la rendre fort peu gênante. On perd en force, mais on gagne beaucoup en « sélectivité ».

Dans le montage que nous conseillons (mode de réception *d*) un interrupteur peut permettre de mettre hors-circuit le condensateur secondaire.

La self L_2 est alors en série avec le détecteur et l'amortissement du circuit secondaire, très augmenté, ne lui permet plus d'osciller. On dit qu'on est en montage apériodique. Ce montage permet la recherche du poste que l'on veut entendre. On rebranche ensuite le condensateur pour parfaire le réglage en ajustant cette fois le secondaire sur la longueur d'onde du poste émetteur recherché.

Il faut remarquer que si l'on ne dispose que d'une petite antenne, il sera plus avantageux de mettre le condensateur primaire en parallèle avec la self (montage de réception *e*). On évite ainsi l'emploi des bobines de self énormes, car l'antenne est déjà petite, un condensateur en série diminuerait encore sa longueur d'onde d'accord.

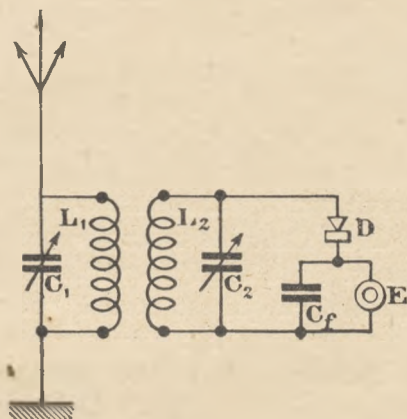


FIG. 26. --- Montage Tesla avec petite antenne (*e*).

Pour construire son poste à galène.

Il est important de remarquer dès l'abord que presque tous les organes que l'on rencontre dans ces postes simples peuvent servir dans l'établissement des postes plus perfectionnés.

Il est donc judicieux de choisir dès le début de bons matériaux. On a ainsi de meilleurs résultats; et si l'on s'attache ensuite, ce qui est fort à prévoir, à réaliser des montages plus délicats, on a l'avantage de posséder déjà un bon circuit de réception sur lequel on peut compter et avec lequel on est parfaitement familiarisé.

Un certain nombre d'organes peuvent sans difficultés être construits à la maison. Nous indiquerons ci-après le moyen de le faire; l'outillage requis, est, comme on le verra, des plus simples. Nous pensons qu'on ne peut guère s'initier à la T. S. F. sans se donner la peine de construire soi-même ces organes élémentaires, à la réalisation desquels on prendra sûrement intérêt.

Comment on peut construire les capacités fixes.

Nous avons vu dans les divers montages du poste à galène que le casque est toujours shunté par une capacité fixe. Cette capacité est d'environ $2/1.000$ de microfarad (1).

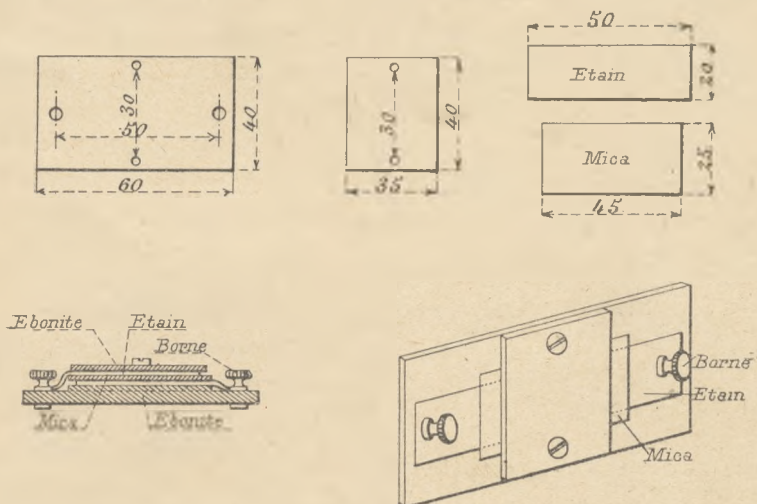


FIG. 27. — Montage d'un petit condensateur fixe.

On peut construire ce condensateur de la façon suivante : on prend une petite plaque d'ébonite de $40 \times 60 \times 4$ millimètres et l'on y perce quatre trous, comme il est indiqué sur la figure.

(1) Les capacités des condensateurs s'expriment en farads. Le microfarad, millionième de farad, représenterait la capacité d'une sphère conductrice isolée de 9 kilomètres de rayon. Les condensateurs fixes usuels ont des capacités allant d'une fraction de millième de microfarad à quelques microfarads.

Dans une feuille d'étain d'épaisseur de 0,1 millimètre on découpe quatre rectangles de 50×20 millimètres, et dans une feuille de mica ou de papier paraffiné de 0,1 millimètre, cinq rectangles de 45×25 millimètres. On empile les feuilles d'étain de façon qu'elles se croisent sur une surface d'environ 8 centimètres carrés en les faisant dépasser alternativement à droite et à gauche, et en les séparant par un rectangle de mica ou de papier paraffiné. Lorsqu'on a ainsi empilé toutes les feuilles d'étain, on perce avec une pointe, un clou par exemple, deux trous correspondant aux trous percés dans l'ébonite et l'on serre de chaque côté sous une petite borne.

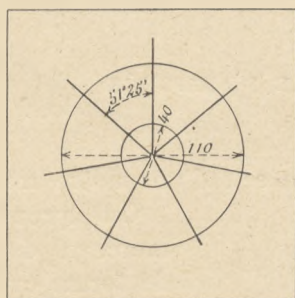
On prend alors une deuxième plaque d'ébonite de 35×40 millimètres et on la fixe, comme l'indique la figure, sur l'ensemble déjà construit, à l'aide de deux vis avec écrous. On obtient ainsi une parfaite adhérence des feuilles d'étain avec les feuilles de mica, adhérence nécessaire pour que le condensateur conserve une capacité constante.

Comment on peut construire les bobines de self.

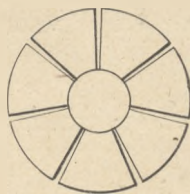
BOBINAGE EN FOND DE PANIER

Voici un exemple de bobinage en fond de panier :

On prend une feuille de carton mince (presspahn) sur laquelle on trace deux cercles concentriques, l'un de 4 centimètres, l'autre de 11 centimètres, de diamètre. On divise la plus



feuille de carton



fond de panier prêt à être bobiné

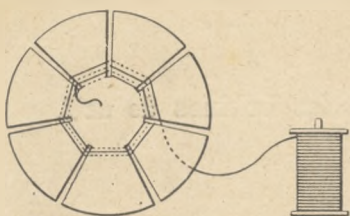
FIG. 28 A.

grande circonférence en sept parties égales et l'on trace à partir du centre sept rayons divisant le cercle en sept secteurs égaux. On découpe le cercle de 11 centimètres de diamètre et suivant chaque rayon on enlève une bande de carton de 3 millimètres jusqu'à la circonférence de 4 centimètres de diamètre.

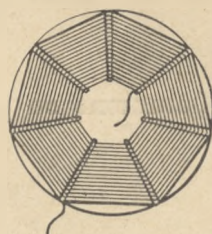
On prend alors une bobine de fil et on enroule ce dernier en le faisant passer de part et d'autre des secteurs, comme l'indique la figure, si bien que deux spires successives se

trouvent séparées par l'épaisseur du carton et que les spires se trouvant sur une même face ne sont pas jointives.

Il faut prendre soin, en déroulant la bobine de fil, de placer



bobinage en cours



bobinage terminé

FIG. 28 B. — Comment on bobine une self en fond de panier.

cette dernière de façon à ce que le fil se déroule facilement sans former de boucles. Il suffit de la placer sur un support lui permettant de tourner autour d'un axe vertical.

BOBINAGE EN TOILE D'ARAIGNÉE

On peut également bobiner la self d'une autre manière.

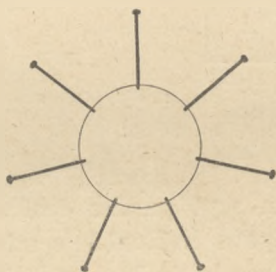
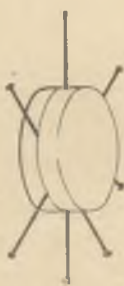


FIG. 29.

On prend un morceau de bois de forme cylindrique sur lequel on enfonce légèrement sept clous à des distances égales.

On bobine alors comme un fond de panier dans lequel les secteurs de carton

sont remplacés par des clous. Quand le nombre de spires voulu est bobiné il ne reste plus, pour lui donner la rigidité suffisante, qu'à enduire les spires d'une légère couche de gomme laque.

Pour préparer cette dernière on peut l'acheter à l'état solide dans le commerce.

En en faisant dissoudre un jour à l'avance 20 grammes dans 100 centimètres cubes d'alcool à brûler, on obtient un

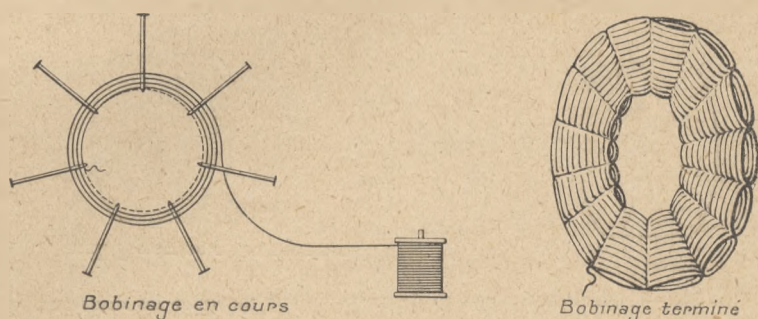


FIG. 30.

vernis assez épais qui convient parfaitement et dont la quantité est suffisante pour enduire une dizaine de selfs. On enlève alors les clous et l'on retire le bobinage, quand le *tout est bien sec*; le mandrin peut resservir autant de fois qu'on le désire.

SELF EN NID D'ABEILLES

Les selfs en fond de panier ou en toile d'araignée conviennent bien pour les faibles longueurs d'ondes, pour lesquelles il suffit d'une petite self à peu de tours de fil; mais dès qu'on atteint des longueurs d'ondes de 600 mètres, il devient impossible de construire un fond de panier convenable et commode, à moins de tomber dans des dimensions exagérées.

On tourne facilement cette difficulté en construisant des selfs à couches multiples mais bobinées de telle sorte que la capacité « répartie » soit réduite le plus possible.

On y arrive en bobinant le fil, non pas dans le plan d'une section du cylindre servant de carcasse, mais en zig-zag à sa surface.

Il y a de nombreuses manières d'exécuter ce bobinage. A titre d'exemple nous allons en donner une dans tous ses détails,

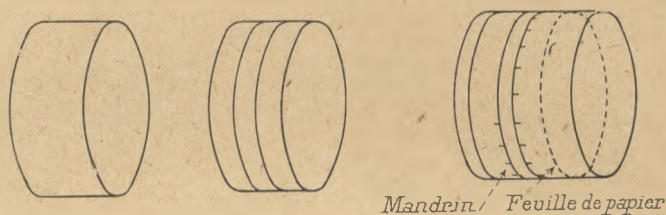


FIG. 31. — On donne un coup de crayon pour marquer les divisions.

ce qui nous permettra d'indiquer par la suite une série de selfs pouvant constituer un jeu complet.

On prend un morceau de bois cylindrique de 50 millimètres de diamètre.

On trace sur ce cylindre deux circonférences espacées de 15 millimètres.

On divise l'une des circonférences en douze parties égales.

Si le mandrin a 50 millimètres de diamètre, son pourtour a $3,14 \times 50 = 157$ millimètres, et le douzième de ce pourtour $\frac{157}{12} =$ environ 13 millimètres.

Le moyen le plus simple pour diviser correctement cette circonférence est de prendre une feuille de papier ayant exactement la longueur de la circonférence. On divise en douze la longueur de cette feuille de papier et on l'enroule sur le mandrin; il ne reste plus qu'à donner, sur la circonférence dessinée sur ce dernier, un coup de crayon en face de chaque division marquée sur le papier. Ceci fait, on prolonge deux divisions quelconques jusqu'à la seconde circonférence et l'on prend bien exactement le milieu de la distance ainsi limitée. On place alors la feuille de papier divisé sur cette deuxième circonférence et, partant du point que l'on vient de repérer, on trace à nouveau douze points équidistants.

Les deux circonférences sont donc divisées chacune en douze parties égales et la seconde est décalée d'une demi-division par rapport à la première.

Sur chacun des points indiqués on perce un trou radial d'environ 1 centimètre de profondeur, et dans chacun de ces trous on introduit de force un clou ou une grande aiguille.

Il faut donc prendre soin que le diamètre des trous soit un peu plus faible que celui des clous.

Pour que le nid d'abeilles soit facile à «démouler» il est bon d'enrouler entre les clous quelques spires de ficelle que l'on



FIG. 32.

On marque les divisions de l'autre rang.

On perce des trous d'un centimètre de profondeur.

Aspect du mandrin avant le bobinage.

enlèvera avant de retirer du mandrin l'ensemble du bobinage. On place ensuite sur les spires de ficelle une petite bande de carton ayant exactement la largeur de l'espace qui sépare les deux rangées de clous et l'on commence à bobiner. Bien entendu on prend toujours des précautions pour éviter que le fil ne vienne à s'emmêler, le plus simple est de procéder comme il a déjà été indiqué pour le bobinage en fond de panier.

A 10 centimètres de l'extrémité du fil à enrouler on fait une boucle autour d'un quelconque des clous, le clou 3' par exemple et l'on va jusqu'au clou 10, du clou 10 l'on va au clou 4', celui qui suit immédiatement le clou de départ; du clou 4' l'on va au clou 11 et ainsi de suite. Après un certain nombre de tours — 13 dans le cas présent — on revient au point de départ, la première couche est terminée.

Avance du fil par clous.

(Départ au clou 3¹ par exemple — on peut partir de n'importe quel clou.)

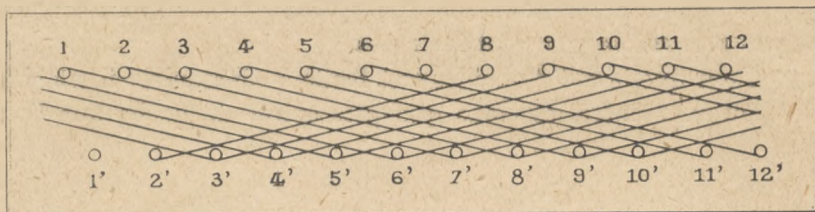


FIG. 33. — Plan du bobinage en nid d'abeille. Vu du mandrin développé.

1 tour + $\frac{1}{12}$	{	3' — 10
		10 — 4'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	4' — 11
		11 — 5'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	5' — 12
		12 — 6'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	6' — 1
		1 — 7'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	7' — 2
		2 — 8'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	8' — 3
		3 — 9'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	9 — 4
		4 — 10'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	10' — 5
		5 — 1
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	11 — 6
		6 — 12'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	12' — 7
		7 — 1'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	1' — 8
		8 — 2'
1 tour + $\frac{1}{12}$	{	2' — 9
		3 — 9'

12 tours.

$$+ \frac{12 \text{ de tour}}{12} = 13 \text{ tours}$$

Ce bobinage comprend 13 spires par couche.

On peut ainsi bobiner autant de couches qu'on le désire, et l'on n'est limité dans cette voie que par la longueur des clous. Quand on a bobiné le nombre de couches désiré, il faut enduire le bobinage de gomme-laque afin de lui donner une rigidité et une solidité suffisantes. Ceci est une opération assez longue et assez délicate. Voici comment il faut procéder.

On a eu soin de préparer à l'avance un vernis à la gomme-laque assez épais dont nous avons déjà parlé dans la construction du bobinage en toile d'araignée.

Le bobinage étant terminé on retire les clous, en prenant bien soin de ne pas laisser échapper les spires supérieures, et avec un pinceau on enduit le nid d'abeilles de vernis, de façon à ce que celui-ci s'infilte dans toute l'épaisseur du bobinage, mais sans, cependant, en mettre une trop grande quantité.

On laisse ensuite sécher pendant trois heures au moins avant de « démouler » le nid d'abeilles.

Pour mener à bien cette opération, il suffit de défaire les quelques spires de ficelle que l'on a eu soin d'enrouler entre le mandrin et la petite bande de carton sur laquelle est bobiné le nid d'abeilles. Celui-ci se retire alors sans aucune difficulté.

Comment constituer un jeu de fonds de panier et de nids d'abeilles.

Il est bien évident qu'avec un seul fond de panier ou un seul nid d'abeilles il ne sera pas possible d'accorder le circuit de réception sur une grande gamme de longueurs d'ondes.

On remédie facilement à cet inconvénient en construisant toute une série de selfs faisant chacune une petite gamme qui recouvre suffisamment la précédente et la suivante.

On a ainsi le double avantage d'avoir toujours un circuit accordé avec une capacité relativement faible, et surtout de ne jamais avoir de parties de self inutilisées, qu'on appelle « bouts morts » et qui peuvent être nuisibles.

Ces deux avantages suffisent largement à compenser la complication apparente que peut présenter toute une série de selfs, et explique que nous préférons les nids d'abeilles et les fonds de panier aux selfs à curseur et à plots.

Mais il faut construire convenablement la série de selfs dont nous parlons.

A titre d'indication nous allons donner ici quelques chiffres qui fixeront les idées.

Soit un circuit oscillant constitué par une self L à déterminer et par une capacité C . Nous supposons qu'on veuille recevoir avec ce circuit toutes les ondes dont la longueur est comprise entre 400 mètres et 5.000 mètres.

Nous prendrons un condensateur variable à air de capacité maximum égale à $1/1000$ de microfarad et nous construirons une série de selfs fixes composée d'un fond de panier et de six nids d'abeilles. Pour une self déterminée, en faisant varier

FOND DE PANIER

N°	Spires	Couches	λ_1 avec $\frac{0,1}{1000}$ microfarad	λ_2 avec $\frac{1}{1000}$ microfarad	$\frac{\lambda'_1}{0,25 + \frac{1}{1000}}$ avec $\frac{0,1}{1000}$ microfarad	$\frac{\lambda'_2}{0,25 + \frac{1}{1000}}$ avec $\frac{1}{1000}$ microfarad	Longueur du fil nécessaire en mètres	Poste pour lequel il convient
1	36	2 couches ver- ticales de 18 spires sur chaque face.	200	600	375	700	6,50	P. T. T. et nom- breux postes étrangers.

NIDS D'ABEILLES

N°	Spires	Couches	λ_1 avec $\frac{0,1}{1000}$ microfarad	λ_2 avec $\frac{1}{1000}$ microfarad	$\frac{\lambda'_1}{0,25 + \frac{1}{1000}}$ avec $\frac{0,1}{1000}$ microfarad	$\frac{\lambda'_2}{0,25 + \frac{1}{1000}}$ avec $\frac{1}{1000}$ microfarad	Longueur du fil nécessaire en mètres	Poste pour lequel il convient
1	52	4	275	800	500	950	11	Le Bourget.
2	72	5,5	375	1.125	700	1.325	15	Hilversum etc.
3	91	7	500	1.500	950	1.800	19	F. L. Daventry
4	130	10	700	2.000	1.325	2.500	29	Radio-Paris, etc.
5	195	15	950	2.800	1.800	3.400	47	
6	273	21	1.350	4.000	2.500	4.750	75	

Pour cette série il faut environ 200 mètres de fil 5/10, 2 couches coton, soit 400 grammes environ.

notre condensateur entre son zéro et son maximum, nous obtiendrons une certaine gamme. Nous appellerons λ_1 et λ_2 , les deux longueurs d'ondes qu'on obtient avec la même self, mais l'une au zéro, l'autre au maximum du condensateur. Si nous ajoutons aux bornes du circuit oscillant une antenne et une terre, les nouvelles longueurs d'ondes limites λ_1 et λ_2 seront plus grandes, mais leur rapport sera plus faible à cause de la capacité fixe de l'antenne; la gamme couverte sera moins étendue.

En adoptant pour le carton du fond de panier et pour le

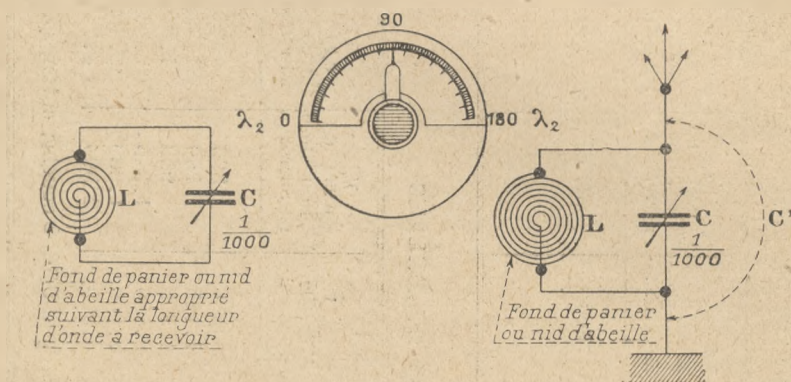


FIG. 34. — Confection d'une série de selfs en fond de panier et nid d'abeille.

mandrin du nid d'abeilles les dimensions déjà données, on pourra se fier au tableau ci-contre qui donne le nombre de spires de chaque self, le nombre de couches, les longueurs d'ondes λ_1 , λ_2 , λ'_1 , et λ'_2 .

Pour les deux dernières, on a supposé que le système « antenne-terre » se comportait comme une capacité de $\frac{0,25}{1000}$ de microfarad.

Sur des tableaux analogues les amateurs pourraient inscrire eux-mêmes les caractéristiques des nids d'abeilles ou des fonds de panier qu'ils construiront.

Nous n'avons pas la prétention de donner ici des chiffres rigoureusement exacts, car selon qu'un nid d'abeilles est bobiné plus ou moins serré, sa self peut varier dans des limites qui ne sont pas négligeables. Nous avons simplement voulu donner

une idée de l'ordre de grandeur des résultats obtenus avec ces différents bobinages.

On construira facilement une série plus complète de selfs en se basant sur les règles suivantes :

1^o La longueur d'onde est proportionnelle à la racine carrée de la self;

2^o La longueur d'onde est proportionnelle à la racine carrée de la capacité;

3^o Pratiquement on peut admettre que la capacité d'un condensateur variable à lames circulaires est proportionnelle à l'angle dont on fait tourner les lames, excepté au début et à la fin de la graduation (par exemple entre 0 et 30° et 150 et 180° pour un condensateur gradué de 0 à 180°);

4^o Pratiquement, pour les nids d'abeilles *dont nous avons expliqué la construction*, on peut admettre que la self est sensiblement proportionnelle au carré du nombre de spires — cette approximation ne pouvant toutefois s'appliquer aux petites selfs. Dans le même ordre d'idée et en s'appuyant sur la règle 1, on peut dire que la longueur d'onde est approximativement proportionnelle au nombre des spires.

Quelques exemples illustreront les règles précitées.

Premier exemple :

Avec une self fixe et un condensateur variable à lames circulaires gradué de 0 à 180°, on obtient l'accord sur 1.000 mètres avec 30°.

Quelle sera la longueur d'onde sur 120°?

Entre 30 et 120° nous avons vu que la capacité varie comme l'angle de rotation, celui-ci est devenu quatre fois plus grand, la capacité est donc devenue elle aussi quatre fois plus grande; comme la longueur d'onde est proportionnelle à la racine carrée de cette capacité, elle sera devenue deux fois plus grande, et ce circuit sera accordé sur 2.000 mètres environ.

Deuxième exemple :

Avec un nid d'abeilles de 195 spires et une certaine capacité, on obtient l'accord sur 950 mètres.

Avec un nid d'abeilles de 273 spires, et sans toucher à la capacité, sur quelle longueur d'ondes sera-t-on accordé?

Puisqu'il s'agit déjà de selfs assez grandes, nous admettrons la proportionnalité entre la longueur d'onde et le nombre de spires et nous aurons :

$$\frac{273}{195} = 1,4 \qquad 950 \times 1,4 = 1.325$$

En se reportant au tableau des nids d'abeilles, on voit qu'en réalité la longueur d'onde λ , de 950 mètres avec 195 spires devient de 1. 350 avec 273 spires, l'erreur est inférieure à 2 %.

En appliquant ces règles et en corrigeant expérimentalement, on arrivera facilement à construire une série de selfs permettant d'atteindre 24.000 mètres, si on le désire.

**Comment construire un appareil pratique
pour pouvoir disposer facilement les selfs
et pour les interchanger rapidement.**

L'ingéniosité des amateurs peut ici se donner libre cours, tant sont nombreuses les variétés de dispositifs qu'on peut imaginer. Nous allons cependant indiquer deux dispositions

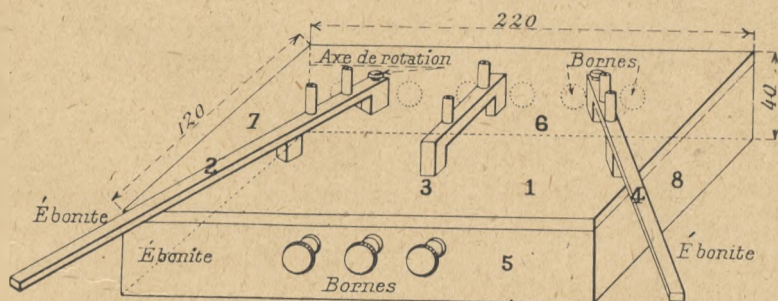


FIG. 35. — Variomètre simple à construire et commode d'emploi.

qui nous ont paru simples et pratiques et qui se prêtent à plusieurs combinaisons de montage.

La première est indiquée par la figure ci-contre (fig. 35).

Sur une planchette de bois 1 sont fixées trois réglettes d'ébonite 2, 3, 4; l'une fixée par deux vis, les deux autres pivotant librement autour d'un axe. Ces réglettes supportent des broches femelles (les broches ordinaires de lampes peuvent convenir) qui serviraient à recevoir le support de la self.

Sur deux faces latérales en ébonite on dispose trois et six bornes. Ces dernières sont reliées aux diverses broches suivant le schéma indiqué par la figure 36.

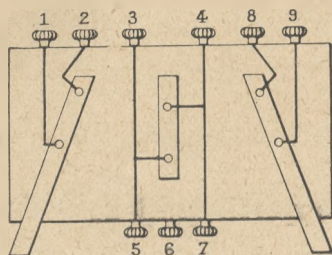


FIG. 36.

On peut ensuite fermer les deux autres faces latérales par deux petits côtés en bois 7 et 8, mais cela n'a rien d'indispensable.

Pour supporter les selfs, il suffit de fixer sur un petit morceau d'ébonite, de $35 \times 8 \times 12$ millimètres, deux broches mâles de lampes (il est facile de récupérer celles des lampes hors d'usage en brisant le culot). Si l'on

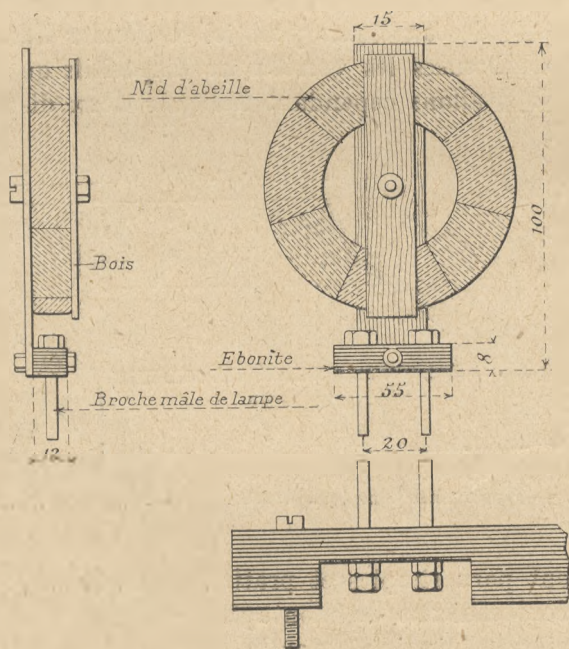


FIG. 37. — Montage des selfs sur leur support.

n'a pas de vieilles lampes à sa disposition, on trouvera dans le commerce des broches au détail.

On fixe ensuite sur l'ébonite une petite latte de bois de

100 × 15 millimètres sur laquelle on place enfin le fond de panier ou le nid d'abeilles par une simple vis pour l'un, par une seconde petite latte et par une vis avec écrou pour l'autre.

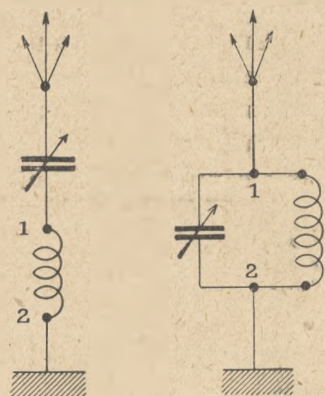
Supposons maintenant que l'on ait construit un tel appareil et que l'on dispose de deux séries identiques de selfs, par exemple celles que nous avons indiquées sur le tableau précédent.

Quels sont les divers montages que nous allons pouvoir utiliser?

Les bornes 1 et 2 sont particulièrement destinées à un circuit primaire (fig. 38).

On peut exécuter les deux montages ci-contre dont nous avons déjà parlé.

Il suffit d'avoir un condensateur variable, tel qu'on puisse



Antenne en série Antenne en parallèle

FIG. 38. — Montage du primaire.

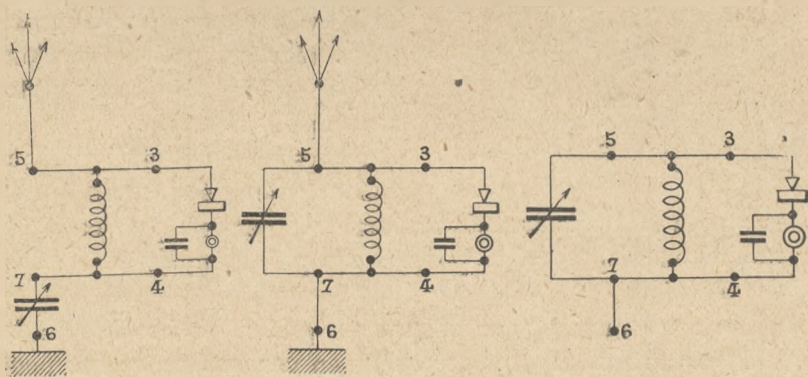


FIG. 39. — Montages à l'aide du variomètre décrit.

le poser sur la table. Il faut pour cela qu'il soit monté dans une petite boîte en bois par exemple. On trouve beaucoup de ces condensateurs dans le commerce, et ils sont à recom-

venient suivant : des condensateurs variables doivent être placés à côté du support des selfs, ce qui est un peu encombrant.

Une disposition simple y remédie, elle offre aussi l'avantage de permettre l'emploi de condensateurs nus, sans aucune carcasse protectrice.

Il suffit, comme l'indique la figure, de surélever le dispositif précédent d'une hauteur un peu supérieure au diamètre

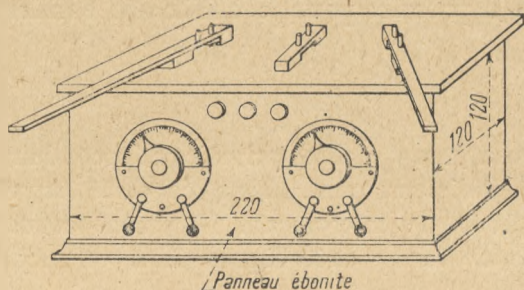


FIG. 41. — Réalisation d'une boîte d'accord pour amateurs.

des condensateurs. On fixe ces derniers sur une planchette d'ébonite et on fait aboutir leurs armatures à deux bornes placées sur cette planchette. L'ensemble se présente ainsi sous la forme d'une petite boîte, qui constitue une boîte d'accord simple, pratique, peu encombrante et très économique.

Il peut être avantageux de faire, intérieurement, le branchement des condensateurs pour éviter les fils extérieurs, mais il est bon de se réserver, par des barettes, le moyen d'isoler les condensateurs afin de pouvoir en disposer, par la suite, pour tout usage pour lequel on peut en avoir besoin séparément.

Précautions à prendre pour le choix des condensateurs.

Les condensateurs variables primaire et secondaire doivent être choisis judicieusement. Leur capacité maxima sera d'environ $1/1000$ de microfarad. Ils seront constitués par un ensemble de lames métalliques fixes et mobiles, bien

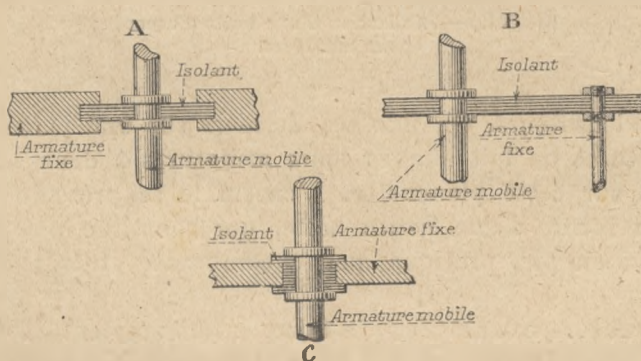


FIG., 42. — A et B sont de bons montages de condensateurs.
C est un mauvais montage.

rigides, également écartées; l'axe ne devra présenter aucun jeu.

D'autre part, les condensateurs peuvent donner lieu à des pertes qui se traduisent par une augmentation de résistance des circuits oscillants dont ils font partie. Ces pertes sont localisées dans les parties isolantes appelées diélectriques. Les condensateurs à air n'en sont pas exempts, à cause des pièces isolantes séparant l'une de l'autre les arma-

tures. Ces pertes sont différentes de l'isolement proprement dit, elles sont d'autant plus fortes que l'espace isolant entre armatures est plus faible et la fréquence plus élevée.

D'autre part, les principaux diélectriques employés donnent des pertes proportionnelles aux nombres suivants :

Bons micas.....	0,5 à 1,3	Verre.....	11 à 25
Quartz.....	1	Ébonite.....	18 à 25
Paraffine.....	1 à 3	Bakélite.....	100
Résine.....	3'	Presspahn.....	70
Porcelaine.....	25	Caoutchouc.....	82
		Email.....	40

Il peut arriver, pour des accords très précis, qu'en approchant simplement la main du condensateur, on modifie sensiblement le réglage, par suite du changement de capacité apporté par l'opérateur.

Il y a alors intérêt à commander à distance la variation



FIG. 43. — Commande à distance d'un condensateur.

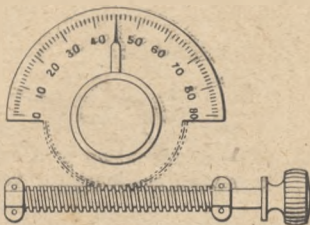


FIG. 44. — Variation lente d'une capacité.

de capacité. On y arrive par l'emploi d'un très long manche isolant semblable à celui qu'illustre la figure 43. Il peut également arriver qu'on n'obtienne pas un accord suffisamment précis en commandant directement à la main la variation de capacité. On peut démultiplier ce mouvement à l'aide d'une vis micrométrique tangente commandant un engrenage solidaire de l'axe du condensateur ou par l'emploi d'un des nombreux systèmes « démultiplicateurs » que l'on trouve couramment dans le commerce.

Pour construire soi-même un condensateur variable.

On trouve chez certains commerçants toutes les pièces détachées nécessaires à la construction d'un condensateur variable, mais il est difficile d'ajuster convenablement les lames mobiles de façon à ce qu'elles soient à une distance invariable des lames fixes. De plus, le prix de revient d'un condensateur ainsi fabriqué est encore assez élevé.

Si l'on est complètement opposé à la dépense que nécessite l'achat d'un bon condensateur variable, on peut en construire un économique de la façon suivante :

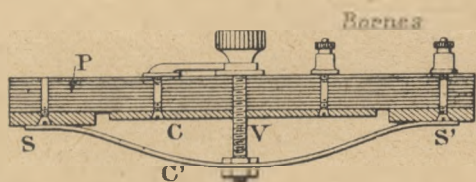


FIG. 45. — Comment on peut construire soi-même un condensateur variable.

On fixe par deux vis une armature en cuivre C percée en son centre d'un trou de 6 à 8 millimètres. De part et d'autre de cette plaque sont fixés deux supports en cuivre S et S'. Dans le trou fileté on place une vis V dont l'extrémité maintient entre deux écrous une seconde plaque de cuivre C' courbée de manière à former ressort. Les deux bornes sont constituées par deux vis de fixation sur l'extrémité desquelles vient s'engager un écrou molleté. On voit qu'en faisant décrire un tour complet à la vis V, on arrivera, si le pas est convenable, à rapprocher considérablement les deux plaques C et C' et par suite à faire varier la capacité dont elles constituent les armatures. Cette capacité varie d'une façon irrégulière avec l'écartement, mais ces condensateurs, faciles à construire soi-même, donnent cependant des résultats satisfaisants.

Comment on peut construire une antenne dans un espace réduit.

L'antenne que nous avons décrite est l'antenne typique d'une bonne réception d'amateur, mais il est quelquefois impossible de construire une antenne de 30 mètres de long. Quand on ne dispose que d'une distance plus courte, on peut

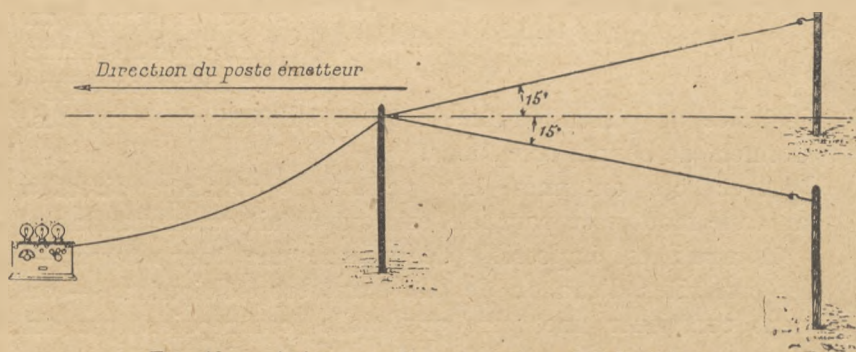


FIG. 46. — Antenne en V; comment on doit la diriger.

constituer l'antenne par plusieurs fils parallèles ou encore par deux brins en V.

La disposition la meilleure consiste à placer le récepteur vers l'émetteur; la direction émetteur-récepteur étant la même que celle des fils parallèles ou étant bissectrice du V formé par les brins. C'est qu'en effet l'antenne a une réception privilégiée pour les ondes venant dans cette direction.

De même, on ne peut pas toujours disposer de l'emplacement nécessaire pour la constitution d'une prise de terre comme celle que nous avons décrite. On a souvent de bons résultats en se servant des conduites d'eau ou de gaz. Ces canalisations ont de longs trajets souterrains qui constituent une prise de terre convenable. En se branchant, ne pas

oublier d'enlever soigneusement toute peinture au point de prise et de décaper légèrement.

Enfin, il ne faut pas oublier qu'on peut arriver à recevoir à faible distance avec des antennes très courtes. C'est ainsi

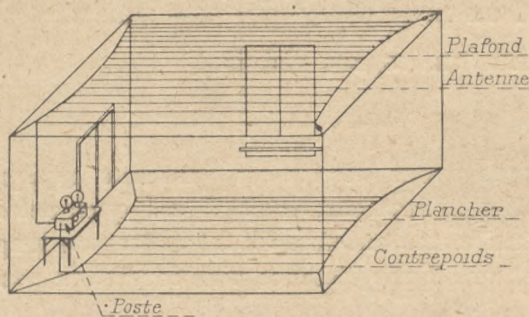


FIG. 47. — Antenne intérieure.

qu'à Paris, pour recevoir les postes puissants et proches de la Tour Eiffel, de la S. F. R. et des P. T. T., un fil d'une dizaine de mètres tendu dans un couloir ou le long d'un balcon, même une petite nappe

installée au plafond d'une pièce de 4 mètres sur 4 mètres, donnent de bonnes réceptions.

Avec ces antennes très petites, le montage direct à antenne montée en parallèle, est tout à fait recommandable.

Lorsqu'il est impossible de prendre une bonne terre, — les conduites d'eau ou de gaz étant trop éloignées, — on peut constituer une terre artificielle (contrepoids) par un fil ou une nappe de même forme que l'antenne et étendue sous celle-ci sur le plancher, sous un tapis par exemple.

Comment on peut recevoir sur cadre.

Deux autres systèmes pour recueillir les ondes sont extrêmement pratiques et peu encombrants : ce sont le cadre et l'utilisation des canalisations de lumière.

Un cadre est une bobine de self de grandes dimensions

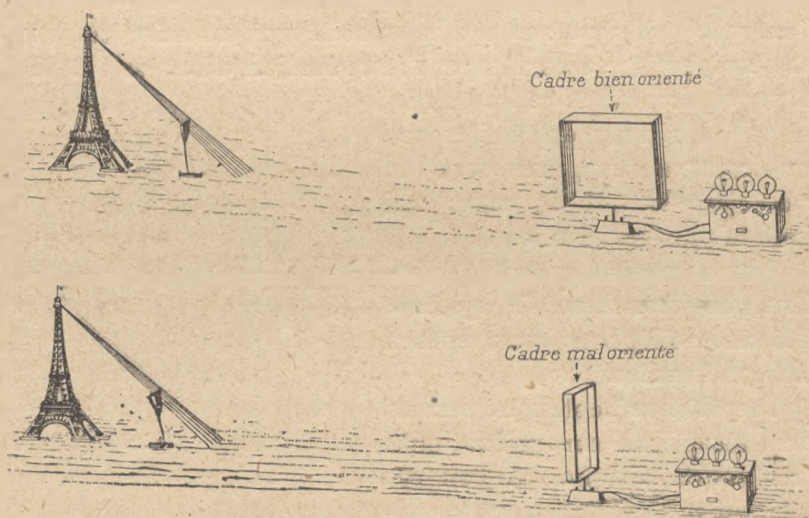


FIG. 48. — Pour bien orienter son cadre récepteur.

géométriques. Quand l'onde incidente arrive, chacun des fils verticaux devient le siège d'un courant de haute fréquence. Si les deux côtés du cadre ne sont pas rigoureusement à la même distance de l'émetteur, les courants induits dans les côtés verticaux ne sont pas rigoureusement opposés, et il circule un courant résultant dans le cadre. Mais ce courant

est faible comparé à celui qui circule dans les systèmes d'antenne. Le cadre est donc un récepteur moins puissant que l'antenne. Par contre il est beaucoup moins encombrant et il jouit, d'après notre explication même, d'une propriété

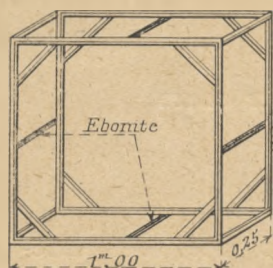


FIG. 49. — Cadre carré pour ondes de 1.300 à 4.000 mètres.

directive très accusée. Quand le plan du cadre est dans la direction de l'émetteur, la réception est maximum. Quand le plan du cadre est perpendiculaire, la réception est minimum et presque nulle. La réception sur cadre sera donc moins gênée par les émissions, même sur les longueurs d'ondes assez voisines, des postes qui ne seraient pas dans la direction de celui que l'on veut écouter.

En opposition avec le cas de l'antenne, où c'est surtout la capacité qui est mise en jeu et où on préfère accorder par l'introduction d'une self à la base, on accorde le cadre en réunissant les deux extrémités par un condensateur, car dans ce cas c'est la self du cadre qui joue le plus grand rôle.

Pour recevoir sur cadre et galène, on branchera le système détecteur-téléphone aux bornes du condensateur.

Ce système récepteur ne permet des réceptions sur galène qu'à très courte distance et l'on est vite amené, si l'on veut continuer à se servir du cadre, à employer des systèmes amplificateurs sur lesquels nous reviendrons.

Pour construire un cadre destiné à recevoir la radiotéléphonie de 1.300 à 4.000 mètres environ, avec un condensateur variable de 1/1000 on prendra une carcasse carrée, car elle est la plus facile à construire et donne sensiblement les mêmes résultats que

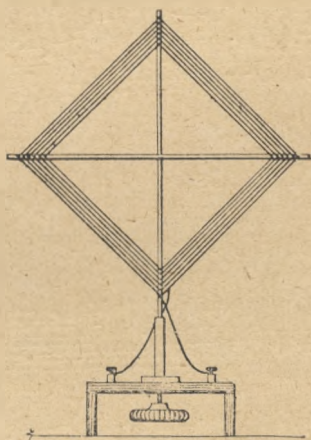


FIG. 50. — Cadre en spirale pour ondes de 350 à 1.000 m.

des formes plus compliquées. Ce cadre aura 1 mètre de côté et portera à ses angles des coins d'ébonite.

Sa largeur sera de 25 centimètres.

On enroulera sur ce cadre 48 spires de 8/10 de millimètre, isolées à deux couches de coton et espacées de 5 millimètres.

La longueur de fil nécessaire à la construction de ce cadre est de 192 mètres, le poids du fil est de 960 grammes.

Pour les ondes plus courtes, il sera plus simple de construire un cadre en spirales plates.

Pour recevoir sur la gamme 350-1000 mètres avec un condensateur variable de 1/1.000 on pourra bobiner 10 spires de 1 mètre de côté en moyenne, en fil 8/10 isolé à deux couches de coton et espacées de 1 centimètre.

La longueur de fil nécessaire est de 40 mètres, le poids de 200 grammes.

Comment on peut employer une canalisation électrique comme antenne.

La canalisation de lumière de la maison peut servir dans bien des cas comme antenne de réception, mais il faut alors prendre quelques précautions, en particulier il ne faut se

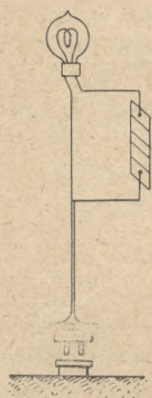


FIG. 51. — Essai du condensateur de protection.

brancher sur la ligne qu'à travers un condensateur de sécurité pour éviter tout accident de personne ou toute mise à la terre des canalisations du secteur. Ce condensateur doit pouvoir supporter indéfiniment et sans échauffement la plus haute tension qui peut se produire sur la canalisation. Pour certains réseaux de distribution cette tension peut être très supérieure à la tension d'alimentation de l'installation privée. D'une façon générale, l'antenne ainsi constituée présente une grande capacité et il faut, pour pouvoir l'accorder, intercaler un condensateur variable en série; on ramène alors à une valeur convenable la capacité de l'ensemble.

Le condensateur variable que l'on intercale en série pour accorder le circuit de réception, pourrait servir de condensateur de protection. Mais on a quelquefois entre le fil de lumière et la terre des tensions assez élevées pour lesquelles ce condensateur n'est pas étudié et de plus, certains condensateurs de construction défectueuse se mettent parfois en court-circuit. Il est donc toujours prudent d'intercaler en série sur le réseau, et le plus près possible de la prise d'antenne, un condensateur fixe au mica et, au papier d'étain de

4/1.000 de microfarad par exemple. Ce condensateur devra être construit avec beaucoup de soin et avant de l'utiliser il sera bon de l'essayer de la façon suivante afin de se rendre compte de sa bonne fabrication :

On prend une prise de courant, une douille et une lampe, on s'arrange pour couper un des fils et on intercale le condensateur entre les deux extrémités de la coupure.

Si le condensateur est bon, la lampe ne doit pas s'allumer quand on enfonce la fiche.

Si le condensateur a été reconnu bon, il ne reste plus qu'à

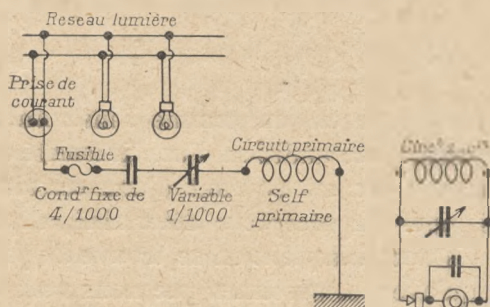


FIG. 52. — Comment on se branche sur un réseau lumière.

le brancher comme l'indique la figure. On peut aussi mettre un fil de plomb très fin en guise de fusible au cas où le condensateur viendrait à claquer.

On réalise en définitive le montage indiqué par la figure 52. Après le condensateur fixe de protection, vient le condensateur variable de 1/1000 et la self primaire reliée à la terre. On écoute sur circuit secondaire par montage Tesla.

On pourrait également brancher le système « détecteur-téléphone » aux bornes de la self primaire si l'on voulait n'avoir qu'un seul circuit de réception.

Les montages sur secteur, à partir du condensateur fixe, n'ont évidemment rien de spécial et s'exécutent facilement avec les éléments précédemment décrits.

**Pour recevoir à plus longue distance
il est nécessaire d'amplifier.**

Le téléphone qui est en somme l'instrument adjoint à l'oreille ne donne une audition d'une intensité suffisante que s'il est parcouru par un courant d'une certaine amplitude. Or, celle-ci, pour un récepteur déterminé, dépend évidemment de la distance à laquelle on se trouve du poste émetteur. Il s'ensuit qu'avec les systèmes que nous venons de décrire,

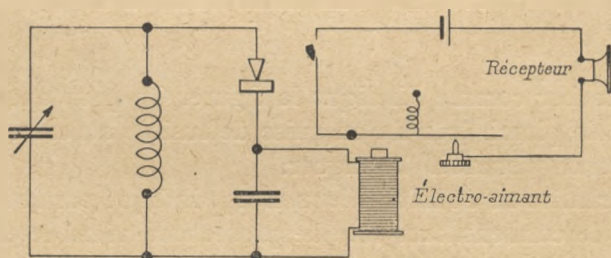


FIG. 53. — Figure schématique d'une réception avec relais magnétiques.

on ne peut recevoir que des postes peu éloignés. On est ainsi amené à chercher des moyens de renforcer l'amplitude des courants obtenus en utilisant une source d'énergie locale. C'est ce qu'on appelle *faire de l'amplification*.

On comprendra comment se présente la question en étudiant la figure 53 qui représente un relais amplificateur. Les signaux à amplifier passent dans un électro-aimant dont l'armature ferme, quand elle est attirée, un circuit contenant une pile et l'appareil récepteur. On substitue ainsi dans

cet appareil aux faibles courants venus du détecteur un courant beaucoup plus intense fourni par la pile locale. Mais le mouvement de l'armature exige une dépense d'énergie que ne peut, en général, fournir le circuit du détecteur. Ce relais présente trop d'inertie. D'autre part, le relais schématique ainsi constitué, ne fonctionnant que par tout ou rien, ne permettrait pas d'amplifier une réception radiotéléphonique, où il s'agit de reproduire les variations d'amplitude du courant reçu. Il a donc fallu chercher des relais amplificateurs extrêmement sensibles et souples. C'est la lampe à trois électrodes qui a permis de les réaliser.

Qu'est-ce qu'une lampe à trois électrodes ?

Une lampe à trois électrodes se présente comme une ampoule où l'on a fait le vide, et qui contient trois éléments :

1° Un filament F, métallique, analogue à celui d'une lampe à incandescence, relié à l'extérieur par deux fils conducteurs. Ce filament est porté à l'incandescence par

l'action d'un courant électrique venu d'une batterie d'accumulateurs de 2, 4 ou 6 volts (fig. 54 a);

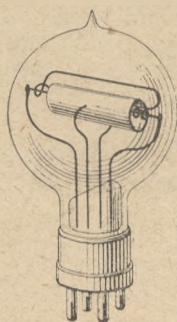


FIG. 54 a.

2° Une surface cylindrique en molybdène ou nickel concentrique au filament et portée par rapport à l'un des pôles du filament à une tension de 40 ou 80 volts à l'aide d'une batterie de piles. C'est la plaque P (fig. 54 b);

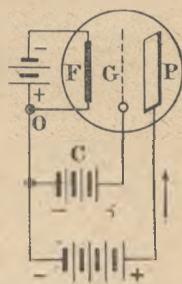


FIG. 54 b.

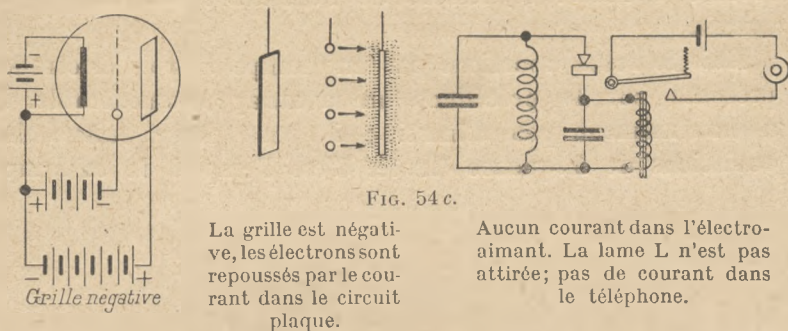
3° Une grille cylindrique placée entre plaque et filament.

Le filament porté à l'incandescence émet des corpuscules *électrisés négativement* qu'on appelle électrons. Si l'on porte, la grille restant isolée, la plaque à une tension positive suffisante, le flux d'électrons est attiré par la plaque et traverse l'espace filament-plaque. Si la plaque est négative, les électrons sont repoussés, le flux ne passe pas (fig. 54 c).

Mais la plaque restant positive, et le flux d'électrons tendant à passer, la grille va nous permettre de régler le débit de ce courant d'électrons à une valeur plus ou moins grande.

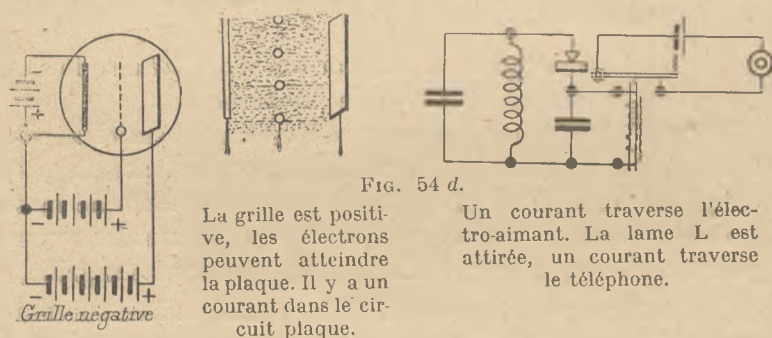
Il suffit de porter la grille à une tension positive plus ou moins forte.

Si, en effet, on suppose la grille chargée positivement par rapport au filament, par exemple par une pile auxiliaire, elle



contribue à attirer les électrons émis par le filament et le flux d'électrons qui passe est augmenté.

Si, au contraire, la grille est chargée négativement par rapport au filament, elle repousse les électrons émis; quelques-uns seulement arrivent à traverser les interstices de la grille, et le flux d'électrons filament-plaque est diminué (fig. 54 d).



On voit qu'à toute variation du potentiel de la grille correspond une variation du courant dans le circuit de la plaque. Si la grille est suffisamment fine, une faible différence de potentiel négative suffit à annuler le courant dans le circuit plaque, tandis qu'une faible différence de potentiel positive entre la grille et le filament l'augmente considérablement.

La lampe peut ainsi fonctionner d'une façon très analogue au relais que nous avons décrit dans le paragraphe précédent. Augmenter la tension grille revient à fermer par l'armature le courant de la pile auxiliaire. Diminuer la tension grille revient à laisser le ressort de l'armature interrompre le circuit.

Mais le relais constitué par une lampe à trois électrodes présente sur le précédent un avantage considérable. Il a extrêmement peu d'inertie ; il peut donc suivre des variations de fréquence élevée. C'est l'emploi de la lampe

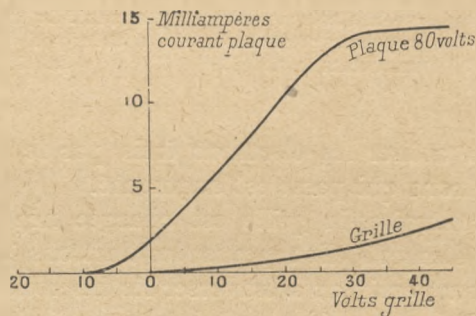


FIG. 54 e. — Caractéristiques d'une lampe à 3 électrodes.

à trois électrodes qui a permis, par ses propriétés, la brillante extension de la radiotéléphonie moderne.

On peut tracer pour chaque valeur du potentiel appliqué à la plaque les courbes caractéristiques des circuits de la plaque et de la grille en mettant des instruments de mesure (galvanomètres) dans les deux circuits et en notant les courants pour les différentes valeurs du potentiel appliqué à la grille,

On peut noter sur ces courbes les particularités suivantes :

1° Le courant dans le circuit grille est beaucoup plus faible que le courant dans le circuit plaque ;

2° Le courant dans le circuit plaque, nul quand la grille est à -12 volts (pour le type de lampe dont on a relevé les caractéristiques fig. 54 e), augmente d'abord lentement, sa progression étant figurée par une courbe, puis le courant plaque augmente très vite et presque linéairement jusqu'au moment où la tension positive de la grille devenant grande,

tous les électrons émis par le filament passent du filament à la plaque; on dit qu'il y a alors *saturation*.

Si la différence de potentiel appliquée au circuit grille est soumise à des variations alternatives, le courant dans le circuit plaque subira également des variations alternatives. Mais la caractéristique étant très inclinée sur l'axe des ordonnées, à de faibles variations de la force électromotrice dans le circuit grille correspondront de grandes variations du courant dans le circuit plaque; autrement dit, il y aura *une grande amplification*. Cette grande amplification proviendra de la mise en œuvre de la source d'énergie électrique que constitue la pile de tension plaque.

**Pour se rendre compte facilement
des propriétés amplificatrices d'une lampe.**

On peut facilement se rendre compte des propriétés amplificatrices d'une lampe et les évaluer en montant le petit appareil suivant (fig. 55) : AB est un fil de maillechort tendu entre deux bornes (80 ohms environ de résistance). On le

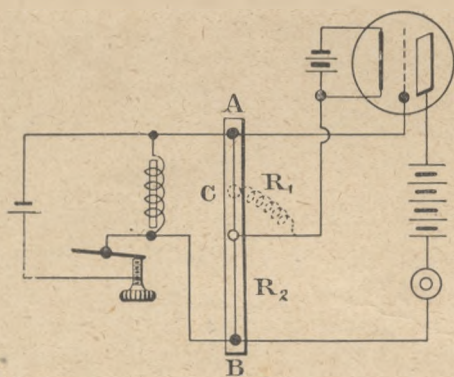


FIG. 55. — Détermination du coefficient d'amplification d'une lampe.

fait parcourir par le courant obtenu à l'aide d'un vibreur. Ce petit appareil, nécessaire comme nous le verrons pour la confection d'un ondemètre, est représenté par la figure 57.

Il est composé d'un petit électro-aimant A parcouru par le courant d'une pile (fig. 56). Le cir-

cuit se ferme par l'intermédiaire d'un contact entre une vis V et une lame L en métal magnétique mobile autour d'un point fixe O et ramenée contre la vis V par un ressort de rappel R. Si le courant traverse la bobine A, la lame L est attirée et le courant est coupé; à ce moment, comme il n'y a plus d'attraction, la lame reprend sa première position sous l'action du ressort R, le courant repasse, d'où nouvelle rupture et ainsi de suite.

La figure 57 montre comment on peut construire pratiquement un semblable vibreur. Une petite bobine A est placée sur une armature en fer doux F terminée par une lame d'acier L. Une équerre E en métal quelconque supporte la vis du contact V. Le tout est fixé sur une petite planchette de bois ou d'ébonite supportant deux bornes pour brancher la pile.

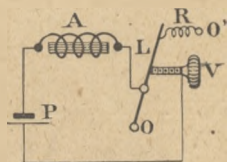


FIG. 56. — Schéma du vibreur.

Si l'on ne veut pas construire un tel vibreur, on pourra se servir d'une sonnerie électrique.

La grille et la plaque de la lampe sont réunies aux extrémités de la résistance A et B (fig. 55). Le filament est réuni par un curseur à un point intermédiaire du fil. Nous intercalons par ce moyen, dans la grille, une tension d'un certain sens; dans la plaque, une tension d'un sens contraire. On constate qu'il y a un point C pour lequel il y a extinction du son au téléphone. Ce point est beaucoup plus rapproché de A que de B : ainsi une faible tension appliquée à la grille

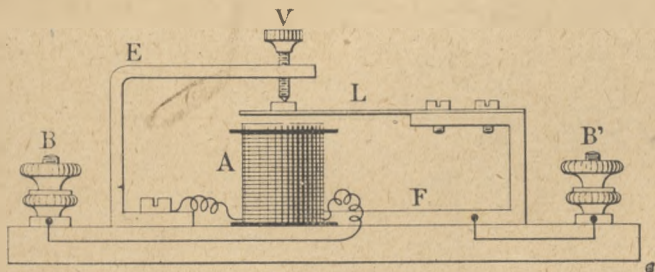


FIG. 57. — Croquis du vibreur.

doit être contrebalancée par une variation beaucoup plus forte de la tension plaque. Le rapport $\frac{CB}{CA}$ entre les longueurs de fil intercalées dans les circuits de plaque et de grille, donne la grandeur du coefficient d'amplification de la lampe essayée. Pour les lampes usuelles, et suivant les types, on trouvera des nombres allant de 5 à 25.

Pour monter une lampe en amplificatrice basse fréquence derrière la galène.

Nous pourrions améliorer considérablement notre réception à galène, en y adjoignant derrière une lampe montée en amplificatrice basse fréquence.

Dans le montage en Tesla indiqué précédemment, il suffit de remplacer le téléphone par le primaire d'un transformateur

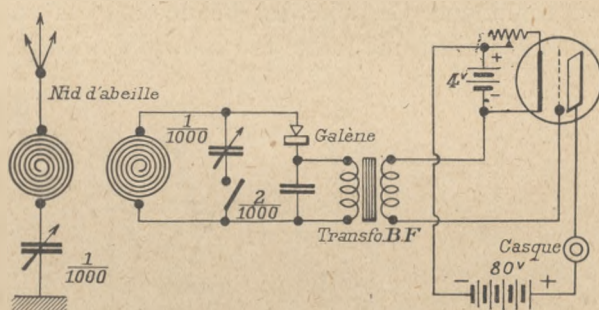


FIG. 58. — Amplification basse fréquence après la galène.

dont le secondaire attaque la grille de la lampe. Le transformateur pourra être de rapport 3 ou 4. (fig. 58)

Le téléphone branché dans le circuit plaque va donner une réception beaucoup plus forte que précédemment.

Cet emploi d'une lampe derrière cristal donne une audition très pure pourvu que le transformateur employé soit de bonne qualité; le seul inconvénient est le dérèglement accidentel du détecteur, auquel on peut remédier en prenant quelques précautions (cage enfermant le détecteur, support bien stable, emplacement sans trépidations).

Pour amplifier haute fréquence avant la galène.

Nous avons dit que la lampe étant un relais doué de très peu d'inertie, elle pouvait ainsi servir à amplifier utilement des oscillations de fréquence très différente. Nous pouvons donc

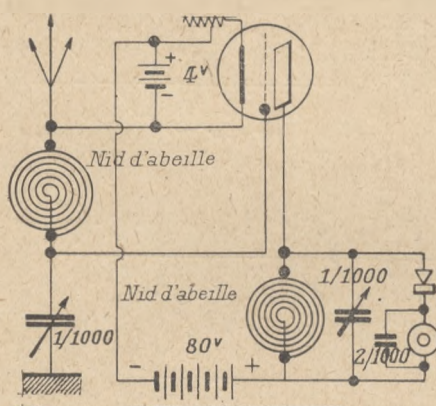


FIG. 59. — Amplification haute fréquence avant galène.

employer une lampe pour amplifier les courants de haute fréquence avant détection.

C'est ce que permet le schéma de la figure 59.

D'autre part on peut dire que la lampe ainsi montée couple le circuit primaire d'antenne au circuit secondaire. Ce couplage peut être rendu variable à l'aide des variations du rhéostat de chauffage.

**Une lampe haute fréquence, une détection à galène,
une lampe basse fréquence.**

On peut facilement combiner les avantages des amplifications avant et après détection, qui ne jouent pas le même rôle. L'amplification haute fréquence a pour but d'amener

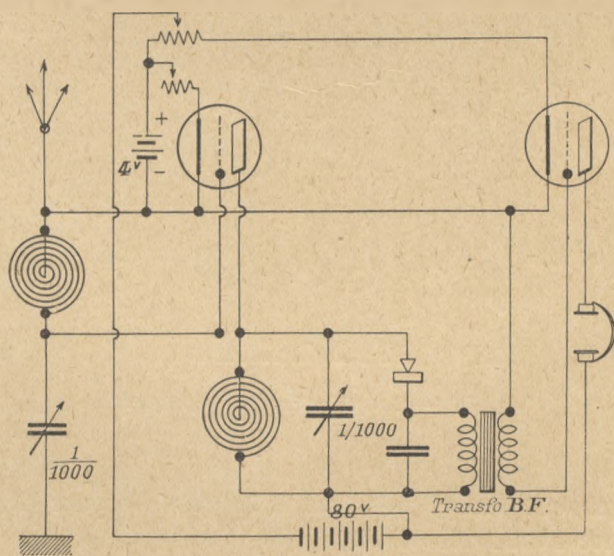


FIG. 60. — Une lampe H. F. Une détection à galène. Une lampe B. F.

aux bornes du détecteur une tension suffisante pour que le courant détecté assure une audition convenable.

Ce courant détecté, comme nous l'avons vu, varie très vite avec l'augmentation de la tension aux bornes; la tension aux bornes variant comme 1, 2, 3, le courant varie comme 1, 4, 9.

On voit l'avantage considérable de l'amplification en haute fréquence.

L'amplification basse fréquence a pour but de renforcer les sons qui sont déjà audibles à la sortie du détecteur; elle a très peu d'influence sur la portée de la réception. Elle conduit vers les réceptions fortes, les réceptions en « haut-parleur ».

Le schéma montre comment en utilisant deux lampes on peut amplifier haute fréquence avant un détecteur à galène, et basse fréquence après (fig. 60).

En appropriant les selfs à la longueur d'onde à recevoir (nid d'abeilles pour ondes longues, fond de panier pour ondes courtes), on reçoit aisément avec ce système une gamme étendue de longueurs d'ondes.

Pour employer la lampe comme détectrice.

La lampe donne un moyen commode pour détecter les courants de haute fréquence; les montages ont plus de souplesse qu'avec la galène; le réglage est plus stable : il n'y a

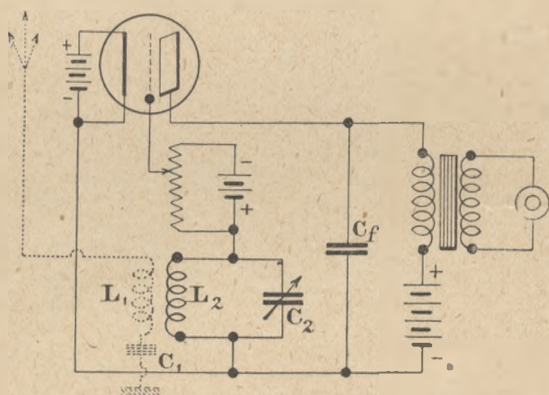


FIG. 61. — Montage d'une lampe détectrice par potentiomètre.

Dans quelques-uns de nos montages, le téléphone se trouve aux bornes du secondaire d'un transformateur de rapport 1/1. Ce montage a l'avantage de ne pas faire passer dans le système le courant continu de plaque qui peut modifier l'aimantation de l'aimant permanent. Mais quand on n'en possède pas il suffit de remplacer dans ces montages le primaire par l'enroulement du récepteur téléphonique.

pas à craindre, comme avec la galène, de cesser tout à coup d'entendre parce que le point de galène s'est modifié par un choc. De plus, la lampe, en même temps qu'elle détecte, amplifie puissamment. Mais elle exige, naturellement, l'emploi de sources d'électricité, batteries de piles et accumulateurs.

La forme des courbes caractéristiques de la lampe permet

de prévoir la possibilité de l'employer comme détectrice. Deux moyens différents sont couramment en usage.

1° Emploi du potentiomètre de grille.

Si on relie la grille d'une lampe en un point d'une résistance aux bornes de laquelle on a branché quelques éléments de piles (6 volts, 4 éléments), on peut, en déplaçant ce point d'attache, régler le point de fonctionnement de la lampe. La figure 61 indique le montage complet d'une lampe réceptrice avec potentiomètre.

Si l'on considère la courbe caractéristique de la lampe, on voit facilement qu'en déplaçant la lampe au point de fonctionnement M, elle va pouvoir servir de détectrice. Une variation M B de la tension grille, dans un sens, va en effet amener une variation N D de courant beaucoup plus grande que si elle s'effectue dans l'autre sens. La détection par potentiomètre se fait d'une manière identique à la détection par cristal.

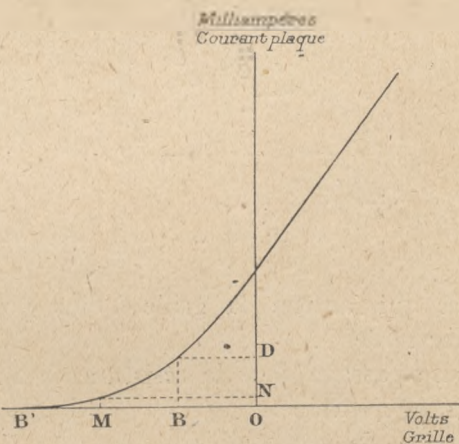


FIG. 62. — Détection par courbure de caractéristique plaque.

2° Emploi du condensateur shunté.

Le montage en détecteur indiqué ci-dessus a le désavantage de nécessiter un potentiomètre et une source auxiliaire; on peut s'en dispenser à l'aide de l'emploi d'un condensateur shunté (fig. 63).

Au lieu de réunir la grille au pôle négatif du filament, on la réunit alors au pôle positif. Le point de fonctionnement de la grille est alors très voisin du point O.

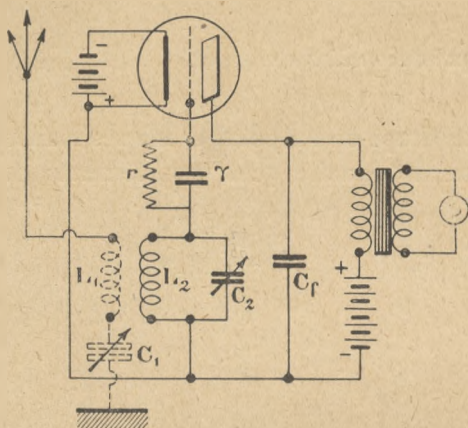


FIG. 63. — Détection par condensateur shunté.

En effet, si la résistance r n'existait pas, le potentiel de la grille serait supérieur à celui du pôle négatif du filament d'une tension égale à celle qui sert pour le chauffage. La lampe fonctionnerait au point B. Mais le long de la résistance r , la chute ohmique provoque une baisse de potentiel

qui amène la grille à un point de fonctionnement proche de O.

Le passage dans la résistance r amortirait beaucoup trop les oscillations du circuit de réception, on les transmet à la grille par un condensateur de très petite capacité, quelques cent-millièmes de microfarad.

Le fonctionnement de la lampe en détecteur s'explique alors, non plus par la courbure de la caractéristique de plaque, mais par celle de la grille. Le point de fonctionnement est en M sur cette caractéristique. Celle-ci présente une courbure notable et tourne sa concavité vers le haut.

Les oscillations du circuit de réception font varier périodiquement le potentiel de la grille; à cause de la courbure de

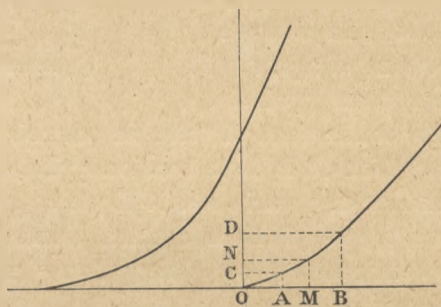


FIG. 64. — Détection par courbure de caractéristique de la grille.

la caractéristique, les alternances positives font croître le courant de grille plus que les alternances négatives ne le font diminuer; la valeur moyenne du courant de grille est donc augmentée. Cette augmentation provoque un accroissement de la chute de tension dans la grande résistance r , et une baisse du potentiel moyen de grille à laquelle correspond une diminution d'intensité du courant dans le circuit de plaque et le téléphone. Il y a ainsi détection.

Ce dernier mode de détection est de beaucoup le plus répandu.

Il est, en effet, d'ajustement plus facile. Remarquons toutefois que le courant prélevé au repos sur la batterie d'alimentation est plus élevé que dans l'autre cas. Il est aussi intéressant de noter que lorsque le signal arrive, il provoque, dans le premier cas, une augmentation du courant de plaque, et une diminution dans le cas du condensateur shunté.

Quel est le meilleur emploi d'une seule lampe à trois électrodes?

Lorsqu'on se sert d'une seule lampe à trois électrodes, il est avantageux d'ajouter à son fonctionnement en détecteur, son fonctionnement en relais. Cela se fait de soi-même mais l'effet amplificateur peut être augmenté dans de grandes proportions par l'emploi de la *réaction*.

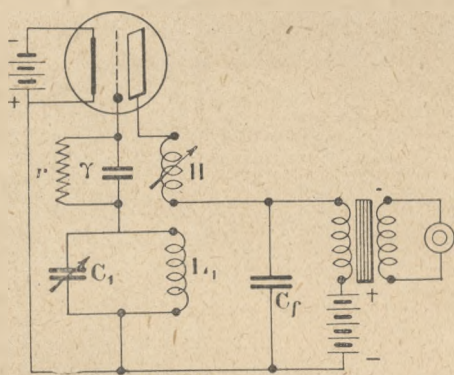


FIG. 65. — Montage à réaction.

Faire de la réaction consiste à ramener dans le circuit d'entrée une partie de l'énergie obtenue dans le circuit de sortie.

Le montage se fait aisément, en se servant d'un couplage par induction (fig. 65). Deux cas se produisent :

Ou le retour d'énergie se fait dans un sens tel qu'il tende à augmenter l'intensité des oscillations du circuit; tout se passe alors comme si l'amortissement de ce circuit récepteur était diminué, puisque pour un signal de force donnée, le courant est plus intense.

Où le retour d'énergie se fait dans un sens tel qu'il tende à diminuer l'intensité des oscillations du circuit; il y a augmentation de l'amortissement du circuit secondaire.

Pour que la réaction diminue l'amortissement du circuit,

il faut que les selfs couplées soient enroulées en sens inverse. *Quand on n'obtient pas l'effet de renforcement dû à la réaction. il faut toujours faire un essai en inversant le sens des connexions de la self de réaction.*

On construira facilement une lampe à réaction très souple de fonctionnement, en se servant du dispositif de couplage que nous avons antérieurement décrit. Comme nous l'avons indiqué, la deuxième réglette mobile servira à supporter la self de réaction qui se trouve ainsi branchée entre les bornes 8 et 9 (fig. 66).

Pour obtenir le meilleur fonctionnement de la lampe montée en réaction, il faut augmenter autant que possible le retour d'énergie du circuit de sortie au circuit d'entrée. Mais il y a une limite : ce retour d'énergie peut être suffisant pour que la lampe se mette à entretenir elle-même des oscillations indépendantes de l'action de l'onde qui lui parvient extérieurement.

C'est là un fait général et qu'illustrera l'amorçage des oscillations dans un système téléphone microphone ; si les ondes sonores provoquées par le téléphone viennent actionner le microphone avec une énergie suffisante, le téléphone rend un son continu.

L'amorçage des oscillations dans une lampe à réaction est décelé par un toc au téléphone, ainsi que par un changement brusque de l'intensité marquée par un milliampèremètre à courant continu placé dans le circuit plaque. C'est qu'en effet l'amorçage des oscillations modifie le point de fonctionnement de la lampe, les alternances différentes des oscillations ne provoquant pas des variations égales et de sens contraire du courant plaque.

Il est bon de mentionner que, en dehors de la naissance d'oscillations entretenues, le fait de trop pousser la réaction

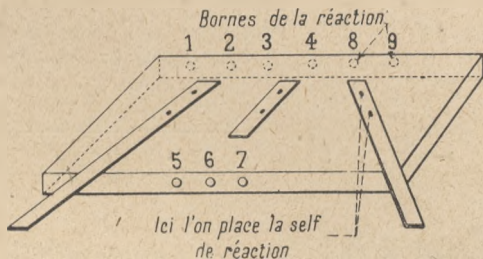


FIG. 66. — Usage du variomètre pour montage à réaction.

provoque une déformation de la radiotéléphonie et est incompatible avec l'obtention d'une audition de qualité : la sélectivité du montage est alors, en effet, si grande que l'onde

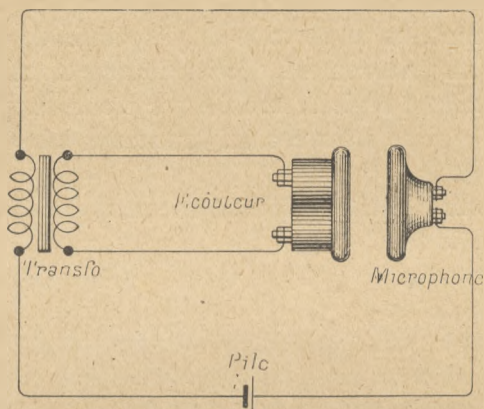


FIG. 67. — Montage à réaction.

radiotéléphonique, qui se comporte comme un ensemble d'ondes de fréquences voisines, voit certaines de ses composantes privilégiées aux dépens des autres.

Signalons aussi que l'obtention des oscillations entretenues par l'emploi de la réaction est l'idée qui sert de base au montage de tous les postes *émetteurs* radiotéléphoniques.

Montages à une lampe.

Nous citerons trois montages particulièrement simples et qui donnent de très bons résultats. Le premier est indiqué par la figure 68. Le circuit secondaire de réception attaque la lampe entre le + de la batterie de chauffage et la grille.

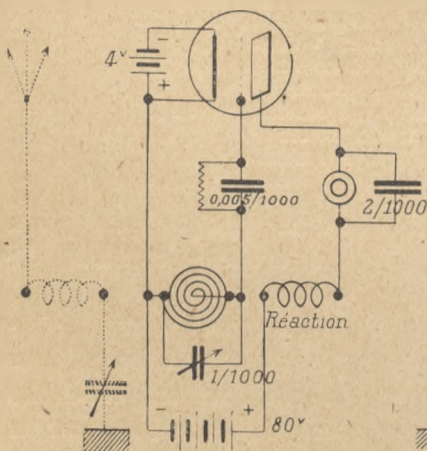


FIG. 68.
Montage à une lampe.

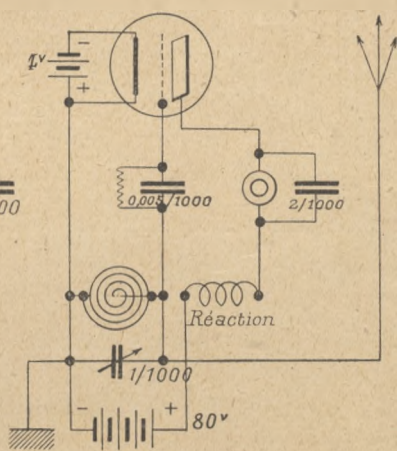


FIG. 69.
Montage à une lampe.

Si ce circuit est excité directement par une antenne (fig. 69), il faut prendre soin de brancher à la grille l'extrémité de la self du circuit oscillant qui est branchée à l'antenne.

On remarque entre le circuit oscillant et la grille le système capacité shuntée qui sert à la détection. Dans le circuit plaque de la lampe on trouve en série le casque shunté par un condensateur fixe au mica d'environ 2/1.000 de microfarad, la self de réaction et la batterie 80 volts.

La valeur de la self de réaction a une grande importance, si la self est trop faible on ne peut arriver à la limite d'amplification désirable. D'autre part la valeur de cette self doit varier un peu avec la longueur d'onde.

Voici un tableau correspondant à ceux que nous avons déjà donnés pour les selfs de réception fond de panier et nid d'abeille.

Self employée dans le circuit secondaire de réception.		Self nécessaire à la réaction.
Fond de panier n° 1.....		Fond de panier de 100 spires en deux couches verticales de 50 spires fil 3/10, 1 couche coton.
Self nid d'abeilles n° 1....		Fond de panier de 100 spires en deux couches verticales de 50 spires fil 3/10, 1 couche coton.
— 2....		Fond de panier de 100 spires en deux couches verticales de 50 spires fil 3/10, 1 couche coton.
— 3....		Fond de panier de 60 spires.
— 4....		Fil 3/10, 1 couche coton.
— 5....		Fond de panier de 40 spires.
— 5....		Fil 3/10 1 couche coton.

Ce tableau correspond à l'emploi d'une lampe de réception du modèle courant du commerce.

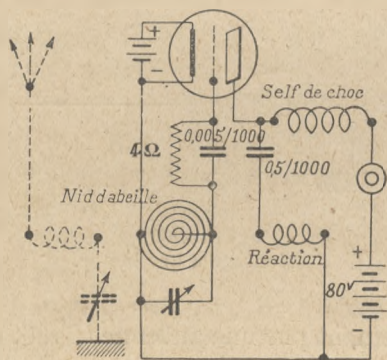


FIG. 70. — Montage à une lampe; alimentation en dérivation.

On voit que le plus simple est de construire pour la réaction une nouvelle série de fonds de panier en fil plus fin : 3/10 par exemple. On peut les essayer successivement et voir celui qui donne le meilleur résultat, car le tableau ci-contre n'est donné qu'à titre purement indicatif, et il se peut que pour

certaines montages et d'autres types de lampes il faille employer avec un nid d'abeilles déterminé une autre self de réaction que celle que nous indiquons. Il faut remarquer d'ailleurs que les selfs, fond de panier et nid d'abeilles que nous avons construites

pour les circuits de réception peuvent parfaitement convenir comme selfs de réaction.

Le deuxième montage à une lampe que nous indiquons ne diffère du premier que par le circuit plaque dans lequel on trouve deux dérivations, la première comprend la self de réaction, la seconde le téléphone et la batterie de 80 volts (fig. 70).

La première est réservée au courant à haute fréquence que l'on ramène vers le circuit de réception par la self de réaction pour augmenter l'amplification comme il a déjà été expliqué; la seconde au contraire est parcourue par le courant continu filament plaque et les variations à basse fréquence de ce courant qui traversent le téléphone. Mais pour obliger respectivement le courant à haute fréquence et le courant continu

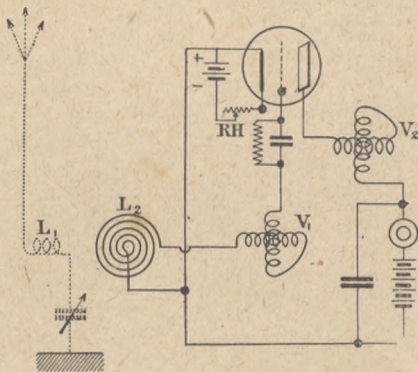


FIG. 71. — Montage à une lampe : réaction par les capacités internes de la lampe,

à suivre la bonne voie on ajoute sur la première un condensateur de 0,5/1.000 qui arrête le courant continu (en même temps évite le court-circuit de la batterie) et sur la seconde une self importante, appelée « self de choc » qui empêche le courant à haute fréquence d'emprunter ce chemin. Une self plate d'environ 300 spires en fil 3/10, de diamètres intérieur et extérieur de 4 et 8 cm. 5, sera employée avec efficacité pour la réception des ondes de longueur usuelle. On trouve dans le commerce ces selfs sous le noms de « galettes ».

Nous donnerons enfin (fig. 71) un montage à une lampe caractérisé par le fait que, pour produire la réaction, on n'y fait pas appel à un couplage extérieur de bobines de selfs. On utilise les capacités internes de la lampe. Filament et grille, grille et plaque forment en effet les armatures de condensa-

teurs. La capacité de ces condensateurs est très petite, mais suffisante cependant pour que son effet soit notable, surtout lorsque la fréquence des courants en action devient élevée (ondes courtes).

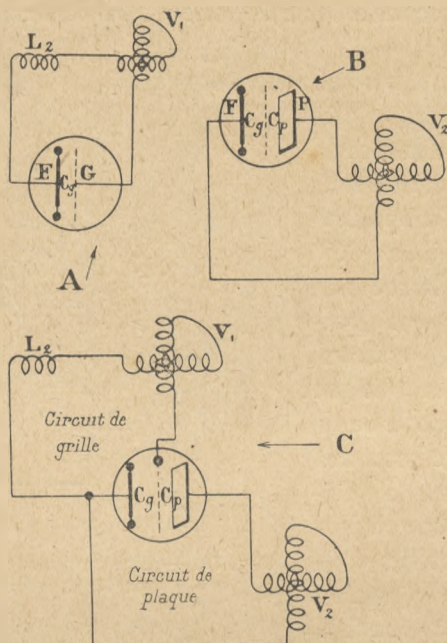


FIG. 72. — Explication du mécanisme de la réaction par l'action des capacités internes des lampes.

A. Représentation schématique du circuit de grille en haute fréquence.

B. Représentation schématique du circuit de plaque en haute fréquence.

C. Les deux circuits sont couplés par la capacité C_g qui provoque la réaction.

La figure 72 aidera à comprendre ce qui se passe. En A est figuré schématiquement le circuit de grille, comprenant le petit condensateur grille-filament C_g . En B est figuré le circuit de plaque, avec les deux condensateurs plaque-grille et grille filament en série. En C, on a remis en place, schématiquement, les deux circuits de grille et de plaque : ils ont en commun le condensateur C_g et sont *couplés* par lui. Si un courant prend naissance dans le circuit grille, il en résulte, comme nous l'avons vu, un courant beaucoup plus intense

dans le circuit plaque. Par conséquent, aux bornes du condensateur C_g se produit une force électromotrice qui, si elle s'accorde en action avec celle qui est produite directement dans le circuit de grille, tend à augmenter l'amplification finale due à la lampe, et peut aller jusqu'à provoquer l'accrochage d'oscillations lorsque les deux circuits grille et plaque sont accordés.

Les oscillations qui se produisent au moment de l'accord sont maîtrisées par l'ajustement du rhéostat de chauffage RH. Il est à noter que les circuits de la lampe ne comprennent dans ce montage aucun condensateur variable.

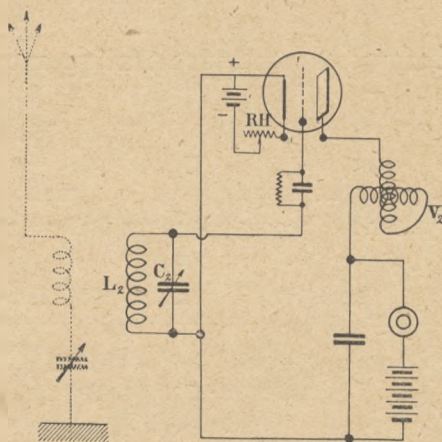


FIG. 73. — Montage à réaction à un seul variomètre.

Une variante de ce dernier montage est donné figure 73. L'accord du circuit de grille s'y fait à l'aide d'un condensateur variable au lieu d'un variomètre. Ce montage, qui donne d'excellents résultats pour la gamme des ondes relativement plus courtes, peut être réalisé avec les organes que nous avons antérieurement décrits.

La présence des capacités internes dans les lampes est souvent la cause de l'accrochage des amplificateurs. Nous en reparlerons plus loin.

Comment construire pratiquement un poste à une lampe.

Nous avons déjà vu comment doit être constitué notre système d'accord, il reste à étudier le détecteur à lampe qui

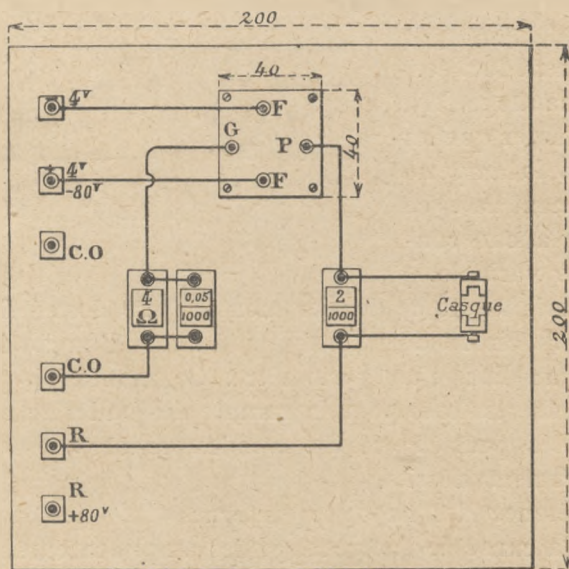


FIG. 74. — Montage d'un poste à une lampe.

sert également d'amplificateur. Pour réaliser ce dernier, il faut d'abord construire et rassembler tout le matériel utile, savoir :

- 1 planchette en bois de 200 × 200
- 1 petite planchette d'ébonite de 40 × 40
- 1 résistance de 4 Ω

- 1 capacité fixe de 0,05/1000
- 1 capacité fixe de 2/1000
- 8 bornes du type P. T. T.
- 4 broches femelles pour tube à vide.

On monte alors tout ce matériel comme l'indique la figure 74 en faisant les connexions aussi courtes que possible et en les disposant très clairement.

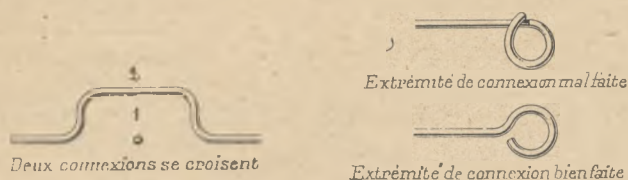


FIG. 75. — Manière de faire des connexions.

Il sera bon de faire toutes les connexions en fil rigide et nu, en prenant soin, si deux fils se croisent, de les espacer suffisamment en faisant décrire une boucle à l'un d'eux. Les extrémités des connexions, qui doivent toujours assurer de parfaits contacts, seront particulièrement soignées. On les forme avec une pince ronde, en saisissant l'extrémité du fil avec l'extrémité de la pince et en tournant jusqu'à ce que le fil forme un cercle. On le ressaisit alors au point A et par un léger tour de pince on lui donne la forme voulue. Il faut éviter que les connexions touchent le bois, c'est pourquoi nous conseillons les bornes du type P. T. T. qui sont montées sur un socle en ébonite et qui permettent un double serrage celui par exemple d'une connexion fixe, et celui d'une connexion mobile (casque, accumulateurs).

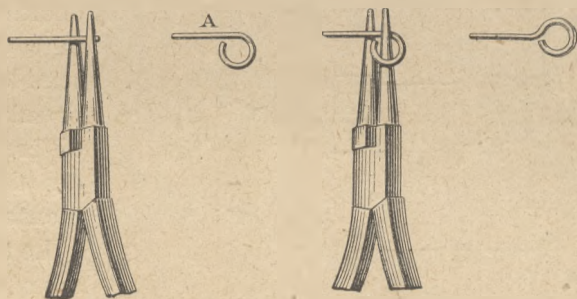


FIG. 76. — Manière de faire les connexions.

La petite planchette d'ébonite de 40×40 supportera les quatre broches de la lampe, elle sera fixée sur la planchette en bois par quatre vis à bois traversant quatre

Pour amplifier basse fréquence derrière une lampe détectrice

On peut utilement adjoindre derrière la lampe détectrice une ou même deux lampes amplificatrices basse fréquence, montées comme l'indiquent les figures 81, 82, 83.

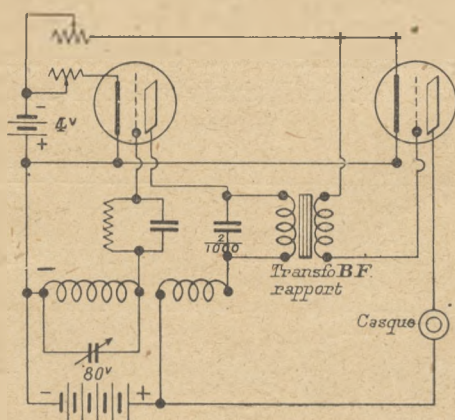


FIG. 81. — Amplificateur basse fréquence.

Nous ne conseillons pas d'aller, en téléphonie, au delà de deux lampes amplificatrices basse fréquence.

Le but d'une réception téléphonique bien faite est de conserver les qualités de la modulation, et non d'obtenir un son très fort mais de qualité médiocre.

Les divers montages indiqués sont extrêmement simples;

il suffit de remplacer le casque par le primaire d'un transformateur, on attaque la seconde lampe par le secondaire

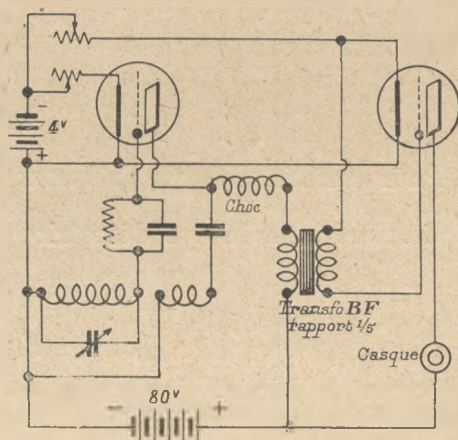


FIG. 82. — Amplification basse fréquence.

du transformateur branché à la grille et au négatif de la batterie de chauffage. On intercale le téléphone dans le circuit

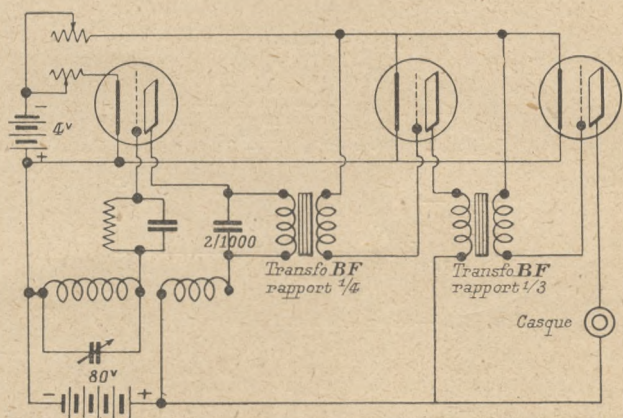


FIG. 83. — Deux étages basse fréquence.

plaque de la lampe ainsi montée. Si l'on veut mettre deux lampes amplificatrices à basse fréquence, on remplace le

téléphone par le primaire d'un second transformateur et le schéma de montage de la deuxième lampe est exactement

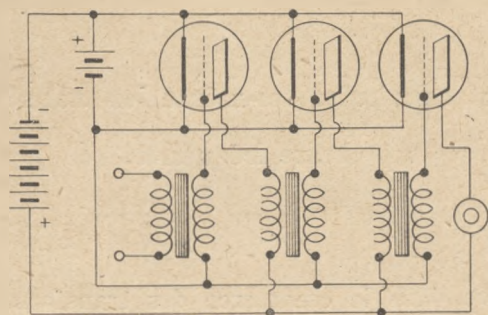


FIG. 84. — Trois étages basse fréquence.

celui de la première. Enfin la figure 84 donne le montage d'un amplificateur basse fréquence à trois étages.

Comment construire soi-même les transformateurs basse fréquence.

On trouve dans le commerce des transformateurs basse fréquence de bonne qualité à des prix raisonnables. Mais si l'on désire faire à fond son apprentissage, il n'est pas sans

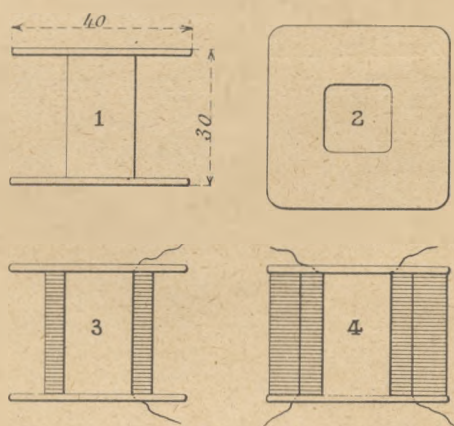


FIG. 85. — Comment construire soi-même un transformateur basse fréquence.

intérêt de construire soi-même un transformateur basse fréquence, et nous allons indiquer ici brièvement la marche à suivre, mais c'est un travail fort délicat. Le fil employé est du fil émaillé extrêmement fin, cinq centièmes de millimètre par exemple, il se brise, par conséquent, très facilement.

On peut aussi employer du fil isolé sous soie de 10 centièmes de millimètre, mais alors le prix de revient augmente considérablement.

Supposons qu'on se soit procuré le fil nécessaire, on fabrique une petite carcasse en carton, comme l'indique la figure 85, et de dimensions telles qu'elle rentre librement dans les tôles.

Ces dernières de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur sont isolées sur une face par du papier de soie, et se

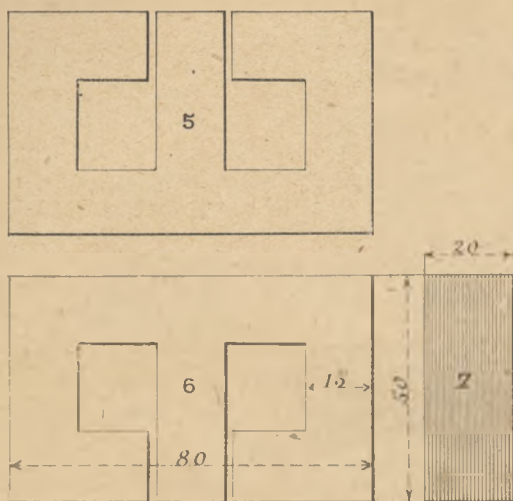


FIG. 86.

trouvent dans le commerce. Sur la carcasse on enroule un circuit primaire de 4.000 spires de fil en prenant soin de répartir les couches aussi uniformément que possible.

Si l'on ne dispose pas de tour, on peut fixer la carcasse sur un outil ou un mandrin quelconque que l'on fixe lui-même sur une chignole.

Il suffit alors de tourner la chignole à la main pour obtenir un bobinage suffisamment régulier et rapide. Quand le primaire est bobiné on met une couche de toile isolante et l'on bobine le secondaire qui comprendra 16.000 tours.

La résistance du primaire peut atteindre 500 ohms, celle du secondaire 4.000 ohms. Un tel transformateur nécessite une longueur de fil d'environ 220 mètres au primaire et 1.950 mètres au secondaire.

Quand on a terminé le bobinage il ne reste plus qu'à passer

les tôles une à une en prenant soin qu'elles soient empilées tôle sur papier.

On peut remplacer les tôles par un paquet de fils de fer oxydés ou vernis dont on replie les extrémités. La bobine se trouve alors complètement noyée dans le fer (figure 87.)

Pour construire un transformateur de sortie pour le télé-



FIG. 87.

Transformateur basse fréquence
à noyau en fils de fer.

phone, on adopte généralement un rapport de transformation égal à l'unité, c'est-à-dire qu'on bobine le même nombre de spires au primaire et au secondaire, 4.000 par exemple.

Les lecteurs qui ont bien voulu nous suivre jusqu'ici ont certainement compris notre désir de leur donner une méthode d'initiation expérimentale, progressive et simple, à la T. S. F. Les premiers résultats encourageants obtenus, ils comprendront l'importance du soin apporté dans le détail, et la *nécessité* d'approfondir le rôle de chaque organe entrant dans la confection de leur poste. Arrivés à ce stade, ils voudront faire mieux. *En particulier, ils chercheront à obtenir une amplification basse fréquence de haute qualité.* Nous allons les guider dans la voie à suivre.

Pour s'assurer une réception de haute qualité.

Nous rappellerons d'abord que pour s'assurer une réception de haute qualité il ne faut pas pousser trop loin la réaction. L'amélioration de la qualité s'appliquera donc surtout à la réception des postes qui parviennent suffisamment fort à l'emplacement du poste de réception.

Une première précaution à prendre sera d'interposer entre les grilles des lampes basse fréquence et le point de retour au filament une pile de polarisation rendant la grille *négalive* par rapport au filament. On évite ainsi l'in-

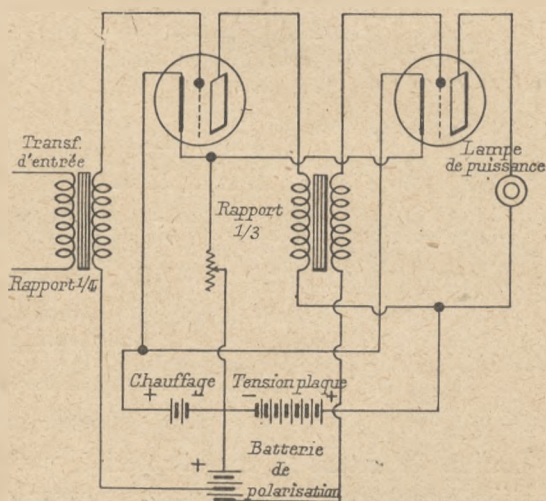


FIG. 88. — Polarisation des grilles d'un amplificateur basse fréquence

fluence néfaste du courant de grille qui provoque de la distorsion pendant les alternances où se produit ce courant (fig. 88).

Il sera ensuite nécessaire de prendre, comme dernière lampe basse fréquence, une lampe particulière, dite *lampe de puissance*, capable de supporter une puissance assez forte

sans distorsion, et mieux adaptée à la mise en œuvre du récepteur haut parleur qui deviendra nécessaire. On trouvera couramment ces lampes de puissance sur le marché. Il ne faudra pas s'attendre à gagner ainsi notablement en puissance, mais surtout en qualité.

La batterie alimentant les plaques des lampes basse fréquence devra être d'une tension suffisamment élevée et on ajustera avec soin la tension plaque et la tension de polarisation grille pour obtenir le meilleur effet.

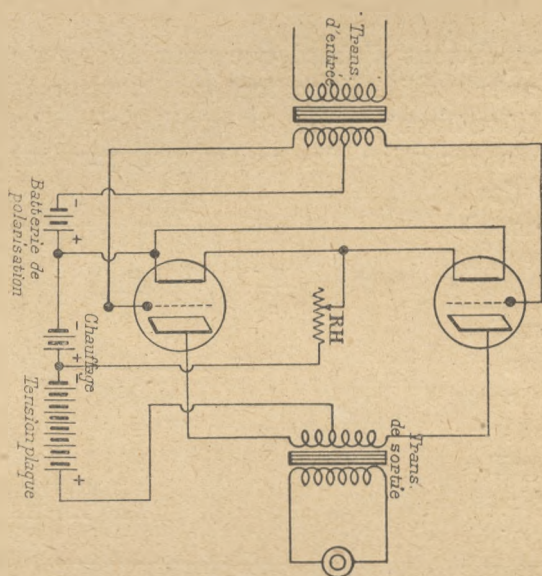


FIG. 89. — Un étage d'amplification (Push-Pull).

Enfin, à moins d'une dextérité particulière, et d'une patiente recherche, il ne faut pas penser que les transformateurs construits par l'amateur présenteront le maximum de qualités. Mais il faudra, si l'on veut en acheter, faire un choix judicieux : seuls les meilleurs seront préférables à ceux que l'on peut construire soi-même.

De plus, il ne faut jamais chercher à obtenir de son poste le plus grand volume de sons. On pourra toutefois obtenir plus de sonorité si l'on veut s'astreindre à monter en dernier étage basse fréquence deux lampes au lieu d'une, selon la figure 89. Ce montage est connu sous le nom de « push-

pull », mais il exige des transformateurs spéciaux et par conséquent d'un prix élevé.

Au contraire, il est possible de construire soi-même un amplificateur basse fréquence de très haute qualité en adoptant l'amplification dite « à résistances ». Ce procédé d'amplification nécessite plus d'étages que l'amplification à transformateurs; il demande aussi une batterie d'alimentation plaque de tension plus élevée. Mais il permet d'obtenir

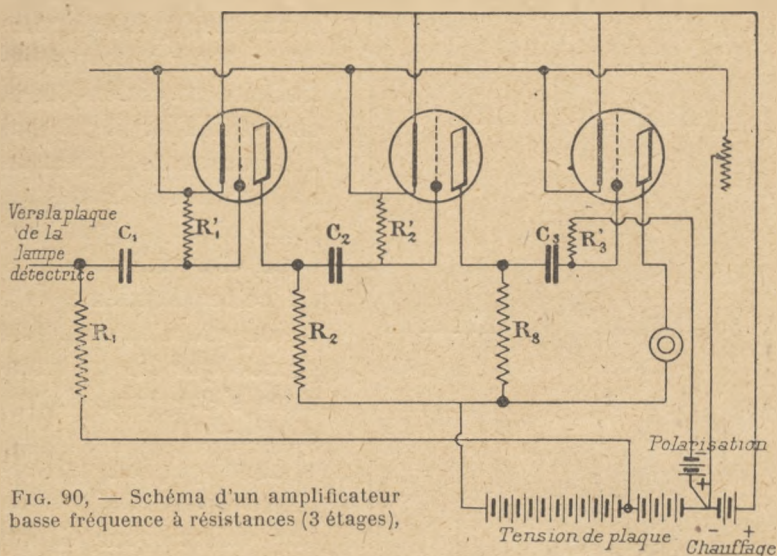


FIG. 90. — Schéma d'un amplificateur basse fréquence à résistances (3 étages),

$$\begin{aligned} R_1 = R_2 = R_3 &= 100.000 \text{ ohms.} \\ C_1 = C_2 = C_3 &= 0,1 \text{ à } 3 \text{ microfarad.} \\ R'_1 &= 1.000.000 \text{ ohms.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R'_2 &= 500.000 \text{ ohms.} \\ R'_3 &= 250.000 \text{ ohms.} \end{aligned}$$

une audition d'une grande qualité et son prix de revient reste peu onéreux.

Nous donnerons donc (fig. 90) le schéma d'un amplificateur basse fréquence à résistances comprenant trois étages d'amplification.

Le choix des valeurs de résistances et de capacités de liaison est naturellement très important.

La figure 91, représentant le dispositif de passage d'une lampe à la suivante et le schéma équivalent, permet de comprendre les ordres de grandeur à respecter. La première lampe provoque entre A et B une force électromotrice

dont seule une partie EF est appliquée à la grille de la deuxième lampe. Deux conditions sont à remplir : faire en sorte que la partie EF soit aussi grande que possible ; surtout, faire en sorte que pour toute l'étendue des fréquences à amplifier (ou mieux de 10 à 5 ou 6.000) la partie EF reste la même fraction de la force électromotrice AB . La première

condition tend à obtenir une amplification aussi forte que possible, la deuxième, plus importante, tend à ne pas introduire de distorsion et en particulier à ne pas défavoriser les fréquences basses (notes basses du piano et de l'orgue, tambour, etc.). L'importance de cette deuxième condition est d'autant plus grande que les déformations s'exagèrent d'étage en étage.

La discussion précédente conduit à prendre une valeur pour C_2 qui soit beaucoup plus grande que la valeur du condensateur filament-grille que nous voyons à nouveau, ici, entrer

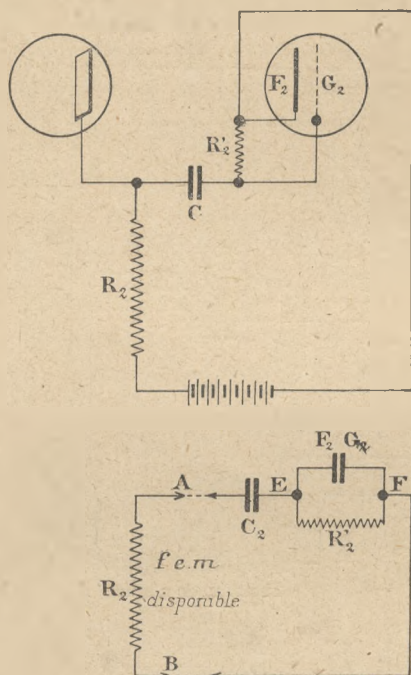


FIG. 91. — Liaison d'une lampe à l'autre et schéma équivalent.

en jeu : 0,1 à 1 microfarad sont nécessaires pour ces capacités.

On fera ensuite un choix judicieux des *résistances de fuite* R'_1 , R'_2 , R'_3 qui devront rester élevées, mais être choisies de façon à ce que l'amplificateur soit stable et n'ait pas de tendance à l'accrochage.

Les résistances R_1 , R_2 , R_3 devront pouvoir supporter les courants qui les traversent sans échauffement ni variation.

Pour amplifier les courants haute fréquence avant la détection.

Nous avons déjà décrit un montage où la lampe était utilisée comme amplificatrice haute fréquence avant la galène.

Il est de même avantageux d'amplifier devant une lampe détectrice de façon à renforcer les signaux venus des stations lointaines. Nous avons vu, en effet, que l'effet détecteur croissait très vite avec l'amplitude des oscillations à détecter.

Dans ce cas, un des montages les plus simples est le *montage à résistances appliqué à la haute fréquence*.

On peut compter sur son efficacité surtout pour les ondes dont la longueur est supérieure à 1.000

mètres environ. La figure (fig. 92) donne le schéma d'un tel amplificateur à deux lampes, le plus facile à construire et à mettre au point, et qui donne déjà une bonne amplification,

Le circuit plaque de la première lampe comprend une résistance AB de 70.000 ohms environ. Les variations de potentiel du point A sont transmises à la grille de la lampe suivante par une capacité C de $\frac{0,05}{1000}$ microfarad.

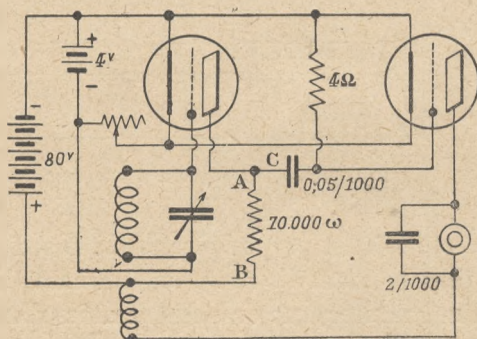


FIG. 92. — Amplification haute fréquence
à résistances.

D'autre part, la grille est portée à un potentiel moyen déterminé par l'intermédiaire de la résistance de quatre mégohms (4.000.000 ohms).

On remarquera que cette résistance forme, avec la capacité de liaison C, un ensemble tout à fait comparable au système condensateur shunté déjà étudié, la seconde lampe assure ainsi la détection.

On fait ici de la réaction en intercalant, dans le circuit plaque de la deuxième lampe, une self de réaction couplée avec la self du circuit oscillant.

Il faut à nouveau remarquer que le sens d'enroulement de

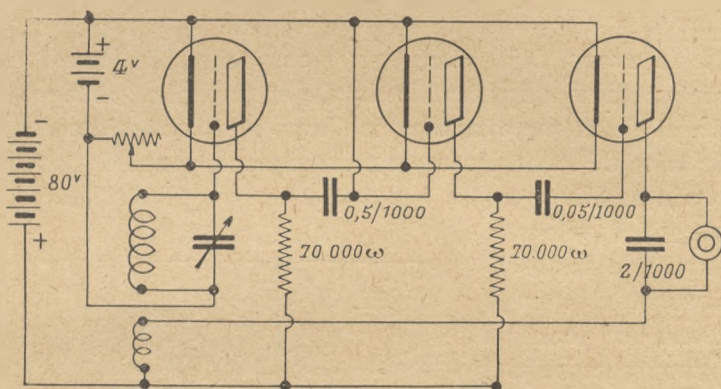


FIG. 93. — Adjonction d'une deuxième lampe à résistances.

cette self est prépondérant : si la self de réaction est branchée dans le mauvais sens, on diminue l'amplification au lieu de l'augmenter, car on ramène alors dans le circuit d'entrée une force opposée à la force initiale.

Si le schéma à deux lampes se montre insuffisant, on peut ajouter une troisième lampe et le schéma de montage devient alors celui de la figure 93. La première capacité de liaison doit être beaucoup plus grande que la seconde pour éviter que la seconde lampe ne détecte. *C'est, en effet, la troisième lampe qui doit détecter.*

Si l'on construit les deux appareils précédents, on constatera, que pour la réaction, il faut, en général, une self plus importante dans une certaine gamme de longueurs d'onde pour obtenir avec trois lampes l'effet réactif avec deux.

Ceci peut s'expliquer par l'effet de réaction électrostatique qui se produit toujours entre les galettes du circuit oscillant et de réaction. Dans le cas de l'amplificateur à deux lampes la réaction électrostatique se trouve être de même sens que la réaction électromagnétique; dans l'amplification à trois lampes, au contraire, les deux réactions ont des effets opposés.

Les amplificateurs à résistances présentent un rendement maximum pour les oscillations de petite amplitude, ils se prêtent donc bien à l'amplification d'émissions faibles ou lointaines; mais, par contre, ils présentent moins d'intérêt pour l'amplification de réceptions déjà fortes et il est difficile d'obtenir, à la sortie d'un amplificateur à résistances, une audition forte ou en haut-parleur. Il faut pour cela lui adjoindre un ou deux étages d'amplification à basse fréquence.

Comment construire soi-même les capacités et les résistances des amplificateurs.

L'amplificateur à résistances si précieux pour les réceptions à grande distance ou à faible distance avec un collecteur d'ondes de dimensions très réduites (antenne intérieure, cadre) est, de plus, d'un prix très modique, car on peut facilement faire soi-même les capacités de liaison et les résistances de 70.000 ω et de 4 Ω .

Nous avons déjà vu comment on pouvait construire les capacités fixes. Rappelons simplement que si l'on emploie du mica de 1/10 de millimètre d'épaisseur il faut deux armatures d'étain se croisant sur une surface d'environ 8 centimètres carrés pour avoir $\frac{0,5}{1000}$ et sur une surface d'environ 0,8 cmq. pour avoir $\frac{0,05}{1000}$ de microfarad.

Pour fabriquer les résistances, on peut procéder de la façon suivante : on se procure du papier à dessin ou du carton mince, un crayon tendre n° 0 et un crayon mi-dur n° 3.

Pour les 70.000 ω , on noircit une surface de 40 $\times$ 70 millimètres en appuyant spécialement sur les parties extrêmes réservées au contact. Il ne faut pas craindre d'appuyer assez fortement et d'estomper avec le doigt.

Pour les 4 Ω , on noircit les extrémités avec du crayon n° 0 et on réunit les deux parties extrêmes par un trait de 2 millimètres de largeur tracé au crayon n° 3.

Pour assurer les contacts entre les extrémités et le fil de sortie, on prépare des feuilles de papier d'étain qu'on replie sur elles-mêmes deux ou trois fois de façon à ce qu'elles

aient une longueur de 6 à 7 centimètres sur 1 centimètre de largeur.

On prend du fil souple à plusieurs brins qu'on décape soigneusement et l'on enroule le papier d'étain autour de ce fil en laissant une longueur de 4 centimètres nécessaire au recouvrement du papier crayonné.

On applique cette bande de 4 centimètres sur la partie

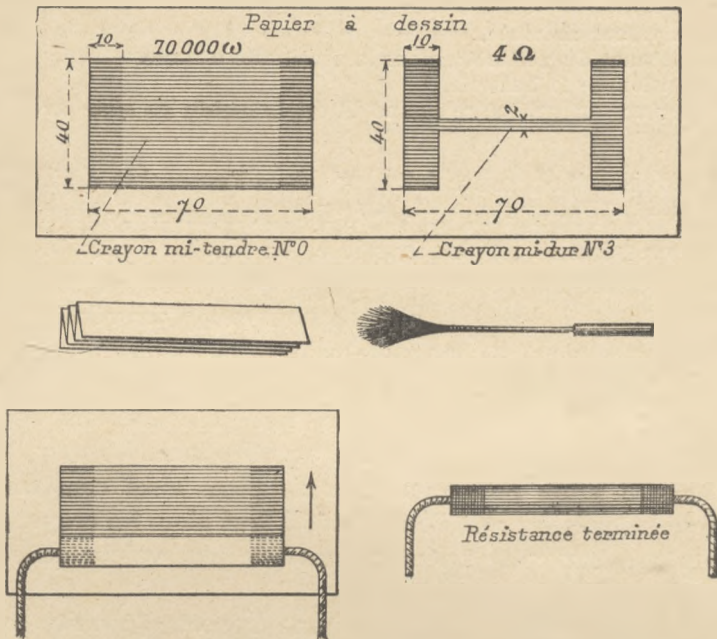


FIG. 94. — Fabrication des résistances pour amplificateur.

plus fortement noircie, on procède de même pour l'autre extrémité.

Il est bon, à ce moment, de s'assurer par un procédé de mesure rapide que les résistances de 70.000 Ω ont bien la valeur voulue; pour cela on branche sur la batterie de 80 volts la résistance à mesurer en série avec un milliampèremètre, si la résistance est bonne on doit constater une déviation proche de 1 milliampère: si le courant est de plus de 1 milliampère il faut estomper un peu plus; si le courant est inférieur à 1 milliampère, il faut ajouter un peu de crayon.

Si l'on ne dispose pas de milliampèremètre mais d'un voltmètre dont on connaît la résistance r , généralement inscrite sur le cadran, on peut calculer la résistance R en construction par la formule :

$$R = r \frac{E - E'}{E'}$$

dans laquelle :

R est la valeur cherchée.

r la résistance du voltmètre pour la sensibilité utilisée.

E la tension de la batterie.

E' la lecture au voltmètre quand R est branchée en série avec lui

Une fois cette mesure faite, on place l'ensemble déjà construit sur une feuille de papier et l'on roule dans le sens de la flèche en serrant le plus possible, on ligature ensuite avec du fil à coudre.

Il est bon de mesurer alors à nouveau pour vérifier que la résistance n'a pas changé de valeur.

On vérifiera également les 4Ω en remplaçant le milliampèremètre par un téléphone, on doit entendre lors de la fermeture du circuit un léger toc au téléphone.

On peut aussi paraffiner les résistances ainsi construites afin de les préserver de l'humidité, il faut alors les crayonner davantage, car cette opération modifie leur valeur dans de grandes proportions.

On peut employer également un support d'ébonite avec

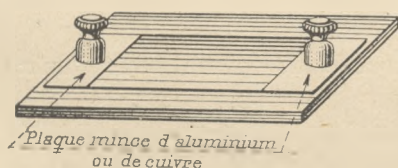


FIG. 95. — Résistance pour amplificateur.

deux bornes analogues à celui que nous avons employé pour les capacités fixes, on serre alors les bornes sur une plaque mince d'aluminium ou de cuivre recouvrant la surface fortement noircie. Ces sortes de résistances une fois mesurées sont

placées sur le poste et, là, casque sur tête, un crayon à la main, on les retouche jusqu'à l'obtention d'une audition optimum. Elles présentent l'inconvénient d'être peu préservées des

poussières et de l'humidité. On peut aussi les paraffiner, mais alors l'ajustage sur le poste devient illusoire, car cette opération, nous l'avons déjà dit, modifie beaucoup leur valeur.

Cette variation peut être très grande, de l'ordre du simple au double; une résistance de 70.000 ω non paraffinée peut atteindre 100 à 140.000 ω après cette opération. Mais quand toutes les précautions sont prises, les résistances ainsi construites donnent de bons résultats.

Réalisation d'un poste à quatre lampes pour la réception de la téléphonie sans fil à grande distance.

Il est aisé de combiner les différents montages que nous venons d'examiner de façon à réaliser des postes récepteurs sensibles et puissants.

Choisissons par exemple le schéma fig. 96 d'un poste à

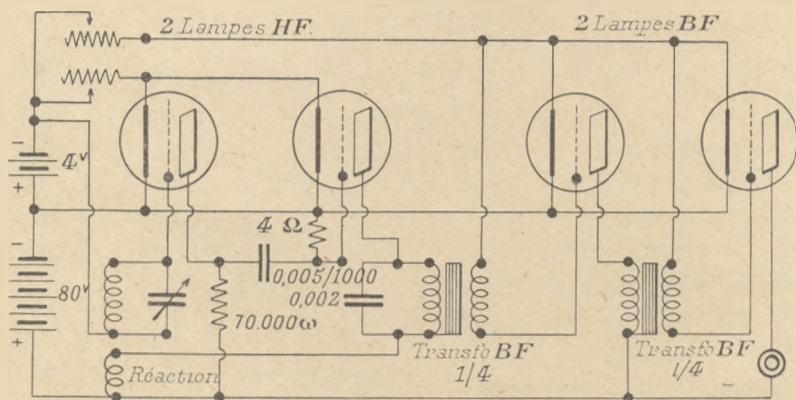


FIG. 96. — Schéma d'un poste à 4 lampes.

quatre lampes, comprenant une lampe HF et une détectrice liées par résistances et deux lampes BF à transformateurs. Les schémas des combinaisons, deux haute fréquence plus une basse, trois haute fréquence plus une basse, trois haute fréquence plus deux basse, peuvent facilement se déduire du schéma ci-contre et de ceux déjà donnés pour l'amplification basse fréquence derrière une lampe détectrice.

Il faudra toujours garder à l'esprit que l'amplification haute fréquence tend à permettre la réception des postes qui arrivent faibles à l'emplacement de réception ou bien sont captés faiblement par le système aérien (antenne ou cadre de dimensions réduites par exemple). L'amplification basse fréquence donne de l'intensité, du volume aux *signaux* déjà détectés.

Pour réaliser le poste à 4 lampes ci-contre, nous nous ser-

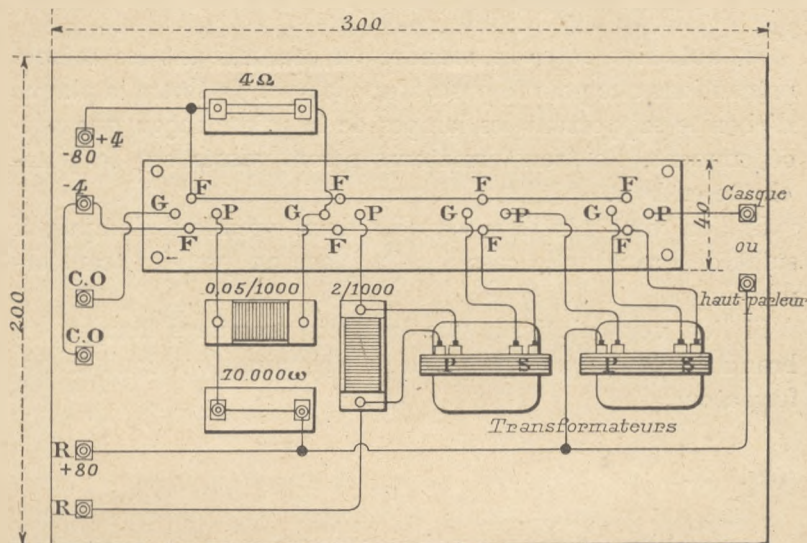


FIG. 97.

vrons du système d'accord antérieurement décrit et nous construirons un panneau 4 lampes comme sur la figure 96.

Si l'on veut ultérieurement construire un amplificateur plus puissant encore ou au contraire d'une puissance plus faible, on pourra conserver en partie la même disposition qui nous semble excellente, parce qu'elle permet de suivre toujours les connexions et que, de plus il est extrêmement facile de modifier le montage.

Voici quel est le matériel nécessaire à la construction de l'amplificateur à quatre lampes.

- 1 planchette bois de 200 × 300
- 1 planchette ébonite de 40 × 160
- 1 résistance 4 Ω
- 1 résistance 70.000 Ω

- 1 capacité fixe $\frac{0,05}{1000}$
- 1 capacité fixe $\frac{2}{1000}$
- 2 transformateurs B. F., rapport 1/4
- 16 broches
- 8 bornes P. T. T.
- 4 lampes
- 1 batterie de 40. V. 40 A H
- 1 batterie de piles 80 v.

Il faut, bien entendu, prendre en construisant les mêmes précautions que pour le poste à une lampe. On fixera la plaque d'ébonite supportant les lampes de la même façon que précédemment, les transformateurs seront vissés sur la planchette en bois.

Si l'on veut n'utiliser que les deux premières lampes, il suffit de brancher le casque à la place du premier transformateur.

Si l'on veut n'utiliser que les trois premières lampes, on branchera le casque à la place du primaire du second transformateur.

Pour empêcher les amplificateurs de siffler.

Les amplificateurs sont souvent le siège d'oscillations qui prennent naissance dans l'appareil indépendamment de toute action extérieure. Si la fréquence de ces oscillations est comprise entre 50 et 6.000 on entend dans le téléphone un bruit continu qui empêche toute réception.

Ce sont surtout les amplificateurs à basse fréquence qui sont sujets à ces sortes d'oscillations. On arrive souvent à les supprimer en reliant la masse des transformateurs à un potentiel fixe, au pôle positif de la batterie de 80 volts par exemple.

Si cette opération n'a pas supprimé les oscillations, on peut inverser les entrées et les sorties des enroulements primaire et secondaire des transformateurs, en essayant une à une toutes les combinaisons. Il ne faut jamais, bien entendu, brancher un primaire à la place d'un secondaire.

Enfin, si après toutes ces tentatives on n'est pas encore parvenu à supprimer la note continue entendue au téléphone, on peut shunter les enroulements primaires des transformateurs par des capacités fixes au mica de 0,5/1.000 à 4/1000 de microfarad.

On cherche à en ajuster la valeur de façon à avoir un silence rigoureux au téléphone en dehors de toute action extérieure et une amplification maximum des signaux télégraphiques. Dans le cas de la téléphonie, il faut que l'amplification obtenue soit compatible avec une bonne qualité de reproduction. (L'adjonction des condensateurs défavorise les notes aiguës.)

Il est bon de signaler qu'un amplificateur basse fréquence dont le primaire du transformateur d'entrée est ouvert peut

être le siège d'oscillations, il suffit alors de relier en bonne place les extrémités de l'enroulement du transformateur sans avoir rien à modifier à l'intérieur de l'appareil.

Les amplificateurs à haute fréquence à résistances sont aussi sujets à ces sortes d'oscillations, mais ils oscillent généralement sur des fréquences beaucoup plus élevées. Si les connexions intérieures présentent entre elles une capacité même minime en apparence, des couplages électrostatiques se produisent dont l'effet est analogue aux couplages électromagnétiques des selfs de réaction). Si ces couplages sont

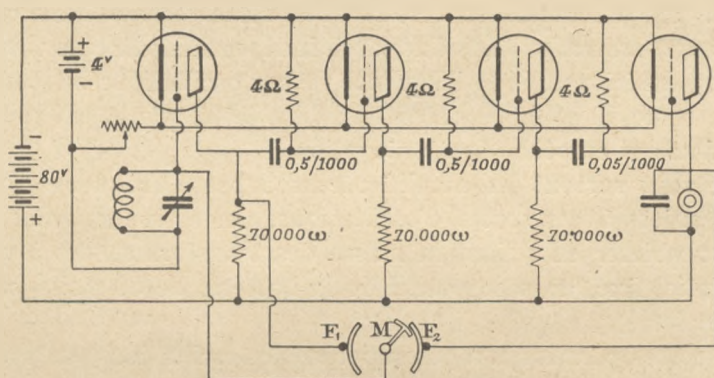


FIG. 98. — Amplificateur H. F. quatre lampes à résistance et compensateur.

suffisants, l'amplificateur peut « accrocher » et la réception de la téléphonie devient impossible. Pour éviter ces accrochages intempestifs, il faut faire toutes les connexions les plus courtes et les plus droites qu'il est possible et éviter soigneusement qu'il y ait couplage électrostatique entre grille et plaque d'une même lampe ou de lampes différentes.

En particulier un couplage « grille-plaque », dans la première lampe, diminue toujours l'amplification et tend à diminuer l'effet de la réaction.

Au contraire un couplage « plaque deuxième lampe », — « grille première lampe » tend, dans une certaine gamme de longueurs d'ondes, à augmenter l'amplification, et l'effet de la réaction. Mais ce couplage est extrêmement dangereux, car il peut être assez fort pour produire l'accrochage.

Dans les montages précédents, nous n'avons pas dépassé

trois lampes montées en amplificatrices haute fréquence à résistances, à cause justement des difficultés que présente la construction d'un amplificateur à plus de trois lampes qui « n'accroche » pas de lui-même.

On peut par contre se servir de l'action du couplage électrostatique, pour l'employer exclusivement, soit pour faire accrocher l'amplificateur si l'on veut recevoir les signaux télégraphiques comme il sera expliqué plus loin, soit

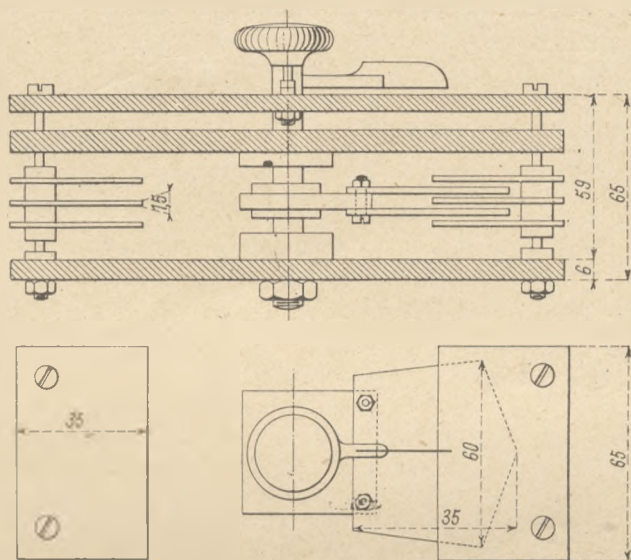


FIG. 99. — Comment est construit le compensateur.

pour le faire « décrocher » si l'on veut recevoir la téléphonie.

On peut alors aller jusqu'à quatre lampes et même davantage. On construit un condensateur à trois armatures, deux fixes et une mobile. Cet appareil est connu sous le nom de *compensateur*. L'armature mobile est reliée à la grille de la première lampe, la première armature fixe à la plaque de la première lampe et la deuxième armature fixe à la plaque de la quatrième lampe.

Si l'armature M se trouve vis à vis de F_1 , on tend à désamorcer les oscillations; si elle est, au contraire, vis-à-vis de F_2 , on tend à les amorcer.

Quand on veut se servir d'un amplificateur à résistances pour recevoir des ondes entretenues, on facilite l'accrochage en introduisant sur le circuit plaque de la quatrième lampe une self bobinée en fil résistant. D'une façon générale l'introduction de self dans le circuit plaque tend à provoquer l'amorçage, l'introduction de capacité à l'empêcher.

Dans le cas présent on arrive à une bonne valeur en enroulant sur un mandrin d'ébonite de 3 centimètres de diamètre du fil de manganèse de 10/10 sur une longueur d'environ 3 cm. 5. La résistance de la bobine ainsi réalisée est d'environ 3.000 ohms.

**Le rendement de l'amplificateur à résistances
diminue aux petites longueurs d'ondes.**

L'amplificateur à transformateurs.

L'amplificateur à résistances si commode pour la réception de la téléphonie a malheureusement le désavantage de fonctionner moins bien sur petites longueurs d'ondes; ceci est dû au fait que la résistance de liaison est shuntée par la capacité que forme la grille avec le filament et que cette capacité devient d'autant plus gênante que la fréquence est plus élevée.

On est alors amené à remplacer l'amplificateur à résistances par des systèmes qui se servent de la capacité parasite entre

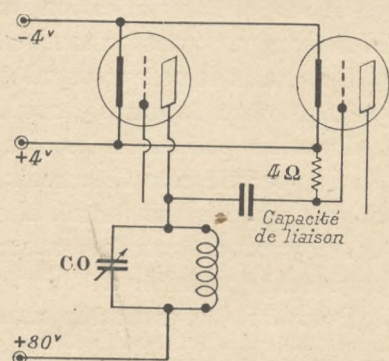
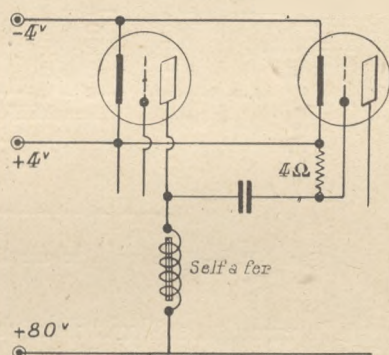
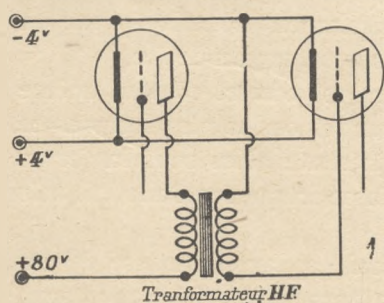


FIG. 100. — Principes des méthodes d'amplification haute fréquence.

grille et filament pour provoquer la résonance d'un circuit servant à la liaison d'une lampe à l'autre.

Parmi les divers systèmes proposés on rencontre d'abord la liaison self-capacité.

La résistance de 70.000ω est remplacée par une self avec ou sans fer. Il est avantageux de faire cette self à plusieurs prises de façon à pouvoir lui donner la valeur optimum pour l'onde à recevoir.

On peut également remplacer la résistance de 70.000ω par un circuit oscillant accordé sur la même longueur d'onde

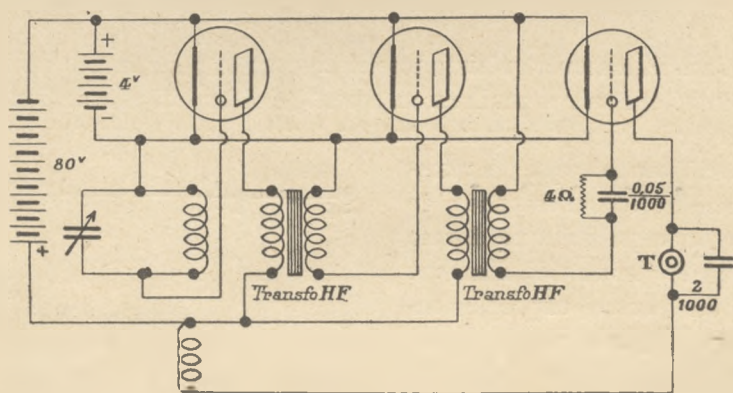


FIG. 101. — Schéma d'un amplificateur H. F. à transformateurs.

que le circuit oscillant de réception, la liaison d'une lampe à l'autre se faisant toujours par une capacité.

Le mode d'amplification haute fréquence le plus usuel est la liaison par transformateurs.

Ces transformateurs sont généralement constitués par un petit nombre de spires enroulées sur un noyau de fer.

Pour les petites ondes le noyau est ouvert et peut même être supprimé complètement; pour les ondes plus longues ce noyau est presque fermé, il se présente alors sous la forme des noyaux de transformateurs basse fréquence dans lesquels on ménage un faible entrefer.

Pour éviter des pertes considérables dans la masse de ces noyaux, les tôles des transformateurs haute fréquence sont extrêmement minces et isolées entre elles. Leur épaisseur est

généralement de 7/100 de millimètre et elles sont isolées sur une face par une couche d'émail de 2/100 de millimètre.

On trouvera figure 101 le schéma de montage d'un amplificateur à transformateurs haute fréquence.

Comme dans le cas de l'amplificateur à résistances, il ne faut pas pousser trop loin le nombre d'étages si l'on veut éviter les accrochages intempestifs.

Aussi le couplage de réaction doit-il souvent être inversé

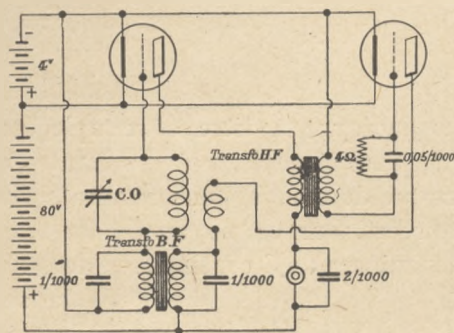


FIG. 102. — La même lampe est employée en amplificateur H. F. et B. F.

pour amortir un peu le circuit de réception et empêcher l'oscillation de s'amorcer.

On obtient le même résultat en réglant le point de fonctionnement de la grille grâce à l'adjonction d'un potentiomètre.

L'emploi du transformateur haute fréquence permet d'utiliser la lampe à la fois en amplificatrice haute et basse fréquence (*montage réflex*). La figure 102 montre une lampe montée de cette façon. On remarquera que le primaire et le secondaire du transformateur basse fréquence sont shuntés par des capacités de l'ordre de 1/1000 pour livrer un chemin facile aux courants de haute fréquence.

Construction pratique des transformateurs à haute fréquence.

Nous allons indiquer à titre d'exemple les données de construction de deux transformateurs haute fréquence.

Le premier qui donne de bons résultats sur 450 mètres est à noyau ouvert. Sur un noyau de fer constitué par un paquet de tôles minces de 6 centimètres de longueur et dont

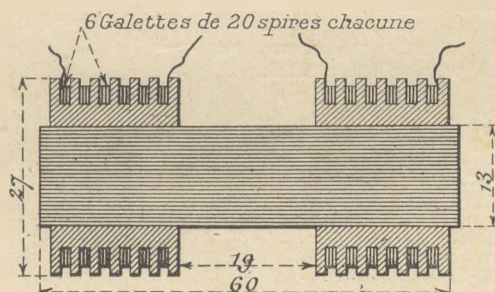


FIG. 103. — Transformateur H. F. pour ondes courtes-côtes en millimètres.

la section est un carré de 1 cm. 3 de côté, on place deux carcasses en ébonite dans lesquelles sont noyées six galettes de vingt spires.

Ces galettes sont en série et reliées de telle sorte que le courant les traverse toutes dans

le même sens. L'une des carcasses contient l'enroulement primaire, l'autre l'enroulement secondaire (1).

Le second transformateur est à noyau fermé. Il convient particulièrement pour des ondes de 600 à 2.000 mètres. Sa construction est tout à fait analogue à celle des transforma-

(1) On peut aussi constituer le noyau du transformateur à l'aide de limaille de fer qu'on répartit de façon aussi uniforme que possible dans un cylindre où l'on a versé de la paraffine fondue : avec quelques précautions, on réalise ainsi un noyau très efficace, et où les pertes sont très réduites.

teurs basse fréquence. Mais les enroulements comprennent un nombre de spires bien moins considérable. Sur la partie

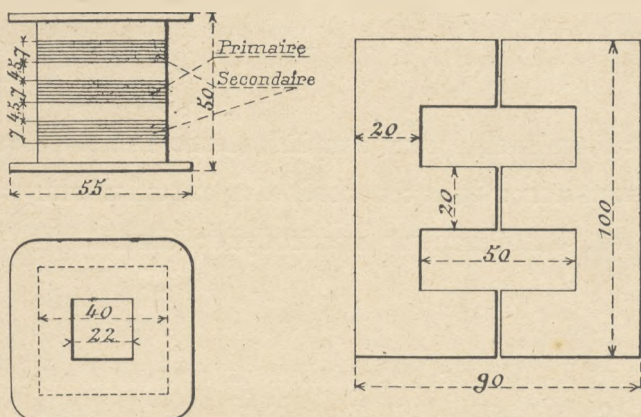


FIG. 104. — Construction d'un transformateur H. F.

centrale de la carcasse en carton on enroule 100 spires de fil de 7/100 par exemple et de part et d'autre à une distance de 0,5 cm. du premier enroulement deux enroulements secondaires de 100 spires chacun en même fil de 7/100.

**Perfectionnements aux amplificateurs haute fréquence
à transformateurs : accords des enroulements secondaires.
Stabilisation; neutrodyne; écrans.**

Comme il est difficile de réaliser un amplificateur à transformateurs donnant la même efficacité sur toute la gamme d'ondes dont on désire s'assurer la réception, on est conduit à accorder les enroulements secondaires des transformateurs.

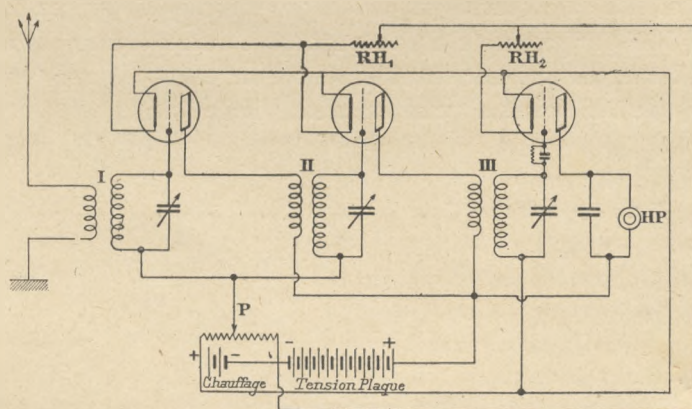


FIG. 105. — Schéma d'un poste de réception employant trois transformateurs H. F. accordés. La stabilisation est due à l'emploi du potentiomètre P.

De cette façon, comme dans le cas des résistances et selfs, on se sert de la capacité grille-filament de la deuxième lampe comme élément de l'accord, et on fait disparaître les points de résonance qui favorisaient certaines ondes, ou plus exactement on assure cet effet de résonance sur chaque onde à recevoir.

Nous donnons (figure 105) le schéma d'un récepteur à transformateurs haute fréquence accordés.

Pour s'assurer une forte amplification, il est bon de garder au secondaire, un nombre de tours assez grand et de n'employer par suite que des condensateurs d'accord de capacité assez faible. Toutefois on accroît ainsi la tendance à l'oscillation; il faudra faire un choix judicieux : $\frac{0,5}{1.000}$ de microfarad pour le maximum de capacité d'accord est une valeur couramment adoptée.

D'autre part il y aura un compromis à rechercher entre la sélectivité à obtenir et la qualité de reproduction à conserver : une trop grande sélectivité nuirait, comme nous l'avons déjà dit, à la qualité.

Mais la difficulté la plus

grande qu'on ait à maîtriser dans ce genre de montage est la tendance à l'oscillation. Si nous représentons schématiquement, selon la manière qui nous est maintenant familière, les circuits d'un étage d'amplificateur à transformateur accordé, nous obtenons la figure 106. On voit sur ce schéma que les circuits d'entrée et de sortie de la lampe sont couplés par les capacités internes de cette lampe, d'où la naissance possible d'oscillations, particulièrement facile au moment de l'accord des circuits et pour les ondes de la fréquence la plus élevée dans la gamme d'accord.

On dispose d'un certain nombre de moyens pour se rendre maître de cet accrochage :

a) On peut changer les points de fonctionnement des lampes, par exemple rendre les grilles plus positives (voir fig. 105) ou réduire la tension de plaque. Mais la stabilisation est obtenue aussi aux dépens de l'amplification et de la pureté.

b) On peut amortir les circuits oscillants : par l'introduction

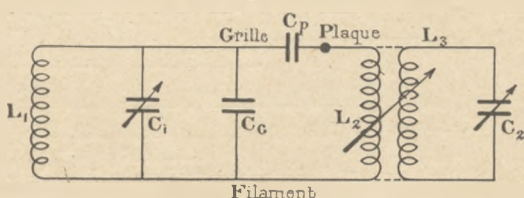


FIG. 106. — Représentation schématique d'un étage d'amplification haute fréquence à transformateurs accordés.

directe d'une résistance; en leur couplant un circuit qui absorbe de l'énergie; en faisant de la contre-réaction.

c) On peut chercher à contre-balancer l'effet des capacités

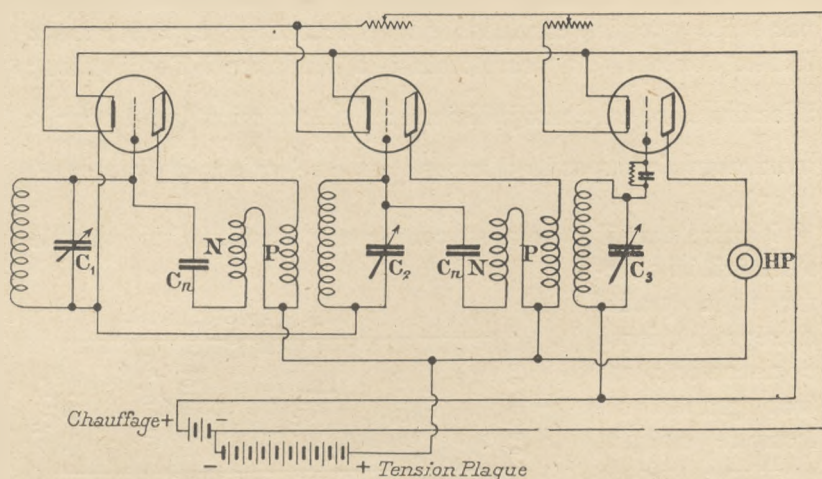


FIG. 107. — Schéma de récepteur neutrodyne.

internes par l'adjonction de petits condensateurs réalisant un montage équilibré (*neutrodyne*).

d) On peut employer des lampes présentant des capacités internes réduites (lampes à écran).

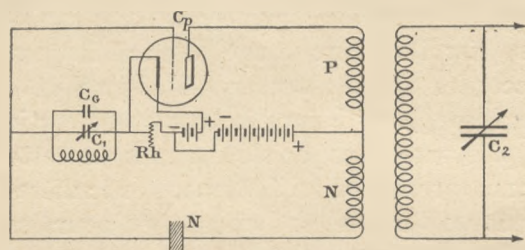


FIG. 108. — Disposition d'un étage de récepteur neutrodyne.

Nous donnerons des indications plus détaillées sur le montage neutrodyne tendant à obtenir un équilibre entre l'action des capacités internes de la

lampe et l'action contraire de petits condensateurs convenablement disposés.

Un schéma type de neutrodyne est donné par la figure 107. Détachons de ce schéma les éléments constitutifs d'un étage, nous pouvons les disposer selon la figure 108. Ce nouveau

schéma est lui-même, en ce qui concerne les éléments intéressant la haute fréquence, équivalent au *montage en pont* de la figure 109.

On montre que dans un tel montage, si l'on réalise la condition :

$$\frac{C_n}{C_p} = \frac{P}{N}$$

P et N comprenant l'action de leur induction mutuelle et celle due à la présence du circuit d'utilisation C_2 , on rend les circuits C_2 et C_1 indépendants, corrigeant ainsi l'action des capacités internes de la lampe.

Pour ajuster expérimentalement le récepteur neutrodyne, on opérera comme suit : supposons P et N égaux ; il faut faire $C_p = C_n$. On ajuste le récepteur sur un signal perçu fortement. Il est probable qu'il se mettra à accrocher. On coupe le circuit chauffage de la première lampe, et on ajuste C_n de façon à ne plus entendre le signal. On remet le chauffage de la première lampe et on opère de même sur la seconde. On arrivera ainsi à *neutrodyner*.

Les transformateurs pour neutrodyne peuvent être confectionnés en enroulant en même temps P et N, c'est-à-dire en prenant deux fils et en les bobinant ensemble sur le mandrin ; on reliera la première extrémité de l'un des enroulements à l'autre extrémité du second enroulement ; comme le schématise la figure 107. On peut aussi employer des transformateurs dont le primaire a simplement un point milieu. Le secondaire sera enroulé sur un tube de diamètre un peu supérieur à celui sur lequel est enroulé le primaire. Le primaire peut être en fil fin, la résistance de l'enroulement restant faible devant la résistance interne de la lampe (5/10 mm.). Le secondaire

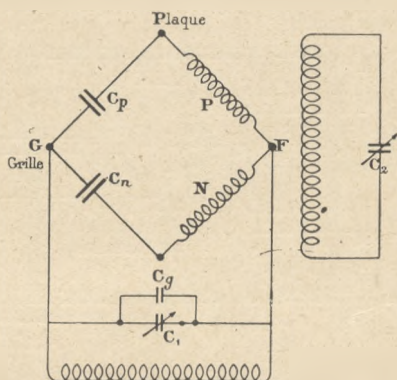


FIG. 109. — Disposition schématique d'un étage neutrodyne montrant l'équilibre à réaliser entre P, N, C_p et C_n .

sera enroulé en fil plus gros (8/10 par exemple), et, pour les petites ondes, à spires espacées.

Mais en dehors des couplages dus aux capacités internes des lampes, il faudra se préoccuper des couplages électromagnétiques ou électrostatiques créés par les différents organes appartenant à un même étage ou non.

On pourra s'en préserver en partie par une disposition heureuse de ces organes en disposant les axes des bobinages perpendiculairement par exemple.

Pour faire mieux, il faudra entourer les organes susceptibles de créer des champs perturbateurs par des *écrans* en cuivre

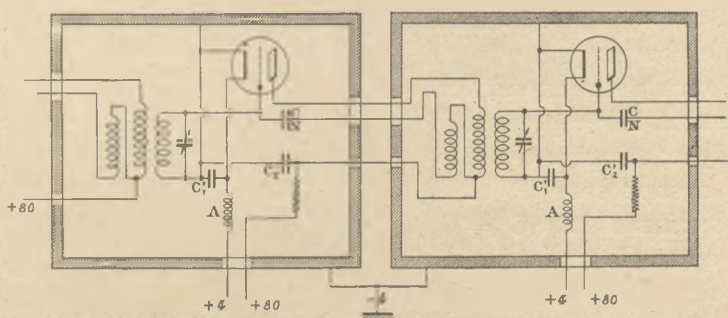


FIG. 110. — Disposition des écrans dans un récepteur neutrodyne.

ou laiton mince 1 mm. (par exemple). Prendre bien soin que les parois métalliques restent à 4 ou 5 centimètres des extrémités des bobines pour éviter les pertes par induction.

Les écrans ont le deuxième avantage de protéger les bobinages contre les inductions venues de l'extérieur. Nous donnons (fig. 110) un schéma montrant comment on peut disposer les écrans dans un récepteur à étages multiples. Les condensateurs pourraient être placés à l'extérieur des écrans. Les orifices des écrans doivent être aussi étroits que possible. Tous les écrans sont reliés entre eux et à la terre. Le pôle — de la batterie chauffage est aussi à la terre, mais sur la connexion reliant au pôle + du chauffage est intercalée une self d'arrêt A (30 à 40 tours de fil fin sur mandrin de 3 centimètres) pour éviter le couplage entre étages par cette connexion. Les batteries sont shuntées par des condensateurs (C_1' , C_2' de 0,1 microfarad ou plus).

Nous arrivons ainsi aux récepteurs les plus modernes et les mieux conditionnés qu'il soit possible d'établir en employant l'amplification haute fréquence. Nous verrons un peu plus loin un deuxième procédé reposant sur le changement de fréquence. L'inconvénient des amplificateurs à haute fréquence accordés réside dans la multiplicité de leurs réglages. Mais il est possible, par une construction homogène des transformateurs, de faire en sorte que la manœuvre des condensateurs d'accord arrive à se faire simultanément. Nos lecteurs que la question intéresse imagineront un système d'entraînement convenable sans difficultés. Le condensateur de tête doit généralement être retouché.

Pour alimenter les postes à lampes.

Comment choisir une batterie d'accumulateurs.

Si l'on veut employer des accumulateurs, il faut choisir une batterie de bonne qualité et proportionnée au nombre de lampes du poste à alimenter.

Pour le chauffage on utilise des batteries dont la tension est de 4 volts, mais ce qui distingue les batteries de 4 volts les unes des autres c'est le courant qu'elles peuvent débiter normalement pendant dix heures, c'est ce qu'on appelle la *capacité* de la batterie. Pratiquement, pour les lampes ordinaires, on peut admettre une consommation de 0,10 ampère par lampe. Pour un poste à quatre lampes, il faudra donc une batterie capable de débiter au moins quatre fois plus, pendant dix heures, mais il vaut mieux forcer la capacité; pour un poste à quatre lampes on prendra au minimum une capacité de 10 ampères-heure, et mieux 20 ou 30 quand on ne désire pas transporter l'installation.

Comment recharger soi-même les accumulateurs.

Les accumulateurs sont des réservoirs d'énergie électrique qui se vident peu à peu et qu'il faut remplir régulièrement si l'on veut obtenir un bon résultat. Remplir ces réservoirs s'appelle recharger les accumulateurs.

Si l'on dispose de courant continu, l'opération de la recharge s'effectue simplement. On établit sur la canalisation une dérivation comprenant un certain nombre de lampes à forte consommation (lampes à filament de carbone), et l'on branche les accumulateurs à charger en série dans cette dérivation, et de telle sorte que le courant les traverse dans le sens con-

venable, c'est-à-dire du pôle + de la batterie vers le pôle —.

Pour reconnaître dans notre installation la bonne polarité, on prendra un verre rempli d'eau rendue légèrement conductrice (par un peu de vinaigre ou de sel de cuisine) et l'on plongera dans ce verre, comme le montre la figure 112, les extrémités dénudées des deux fils où doivent se brancher les accumulateurs. On verra alors ces deux fils se recouvrir progressivement de petites bulles de gaz, mais l'un s'en

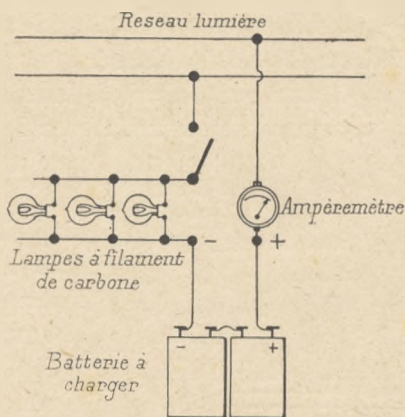


FIG. 111. — Recharge des accumulateurs sur source continue.

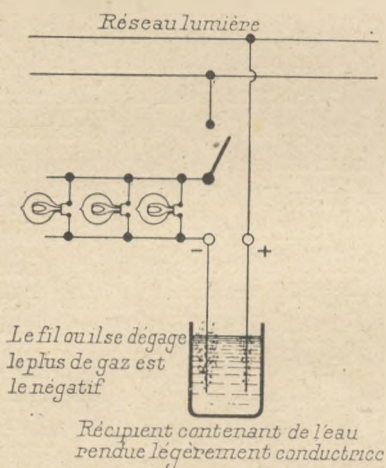


FIG. 112. — Comment on reconnaît la polarité des canalisations continues.

recouvrira d'une quantité beaucoup plus grande; c'est le pôle — de l'installation, celui qui se recouvre beaucoup moins vite est le pôle +.

On reliera ce + et ce — au + et au — de la batterie à charger.

Les accumulateurs se chargent en général au dixième de leur capacité, c'est-à-dire qu'un accumulateur de 30 ampères-heure se charge à 3 ampères pendant douze à treize heures, un accumulateur de 40 ampères-heure à quatre ampères pendant douze à treize

heures, mais il est rare qu'on puisse, pour des raisons d'installation, dépasser un débit de 3 à 5 ampères. Il est prudent de regarder le courant maximum inscrit sur le compteur et de ne jamais le dépasser. On chargera

alors à une intensité moindre, mais pendant plus longtemps, par exemple à 2 ampères pendant 24 heures pour 40 AH.

Il ne faut pas, quelle que soit l'énergie dont on dispose, charger les accumulateurs en moins de dix heures. Ce serait une erreur qui nuirait à la conservation de la batterie que de charger des accumulateurs de 40 ampères-heure à 8 ampères pendant cinq heures.

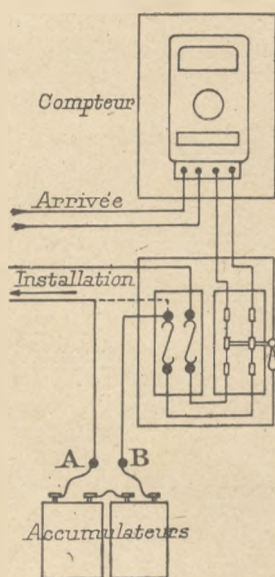


FIG. 113. — Charge des accumulateurs simultanément avec l'éclairage.

Si l'on n'a pas d'ampèremètre à sa disposition on peut se guider sur le fait qu'une lampe à filament de carbone de 30 bougies dépense, sous 110 volts, environ un ampère.

Si l'on veut charger à 3 ampères, on branchera donc trois lampes de 30 bougies en parallèle.

Il faut remarquer que ce mode de charge n'est pas du tout économique, les 106/110 de l'énergie étant perdus dans les lampes à filament de carbone.

Pour charger une batterie de 40 ampères-heure il faut dépenser 4 ampères sous 110 volts pendant douze heures, soit 48 hectowatts-heure environ, à 0 fr. 10 l'hectowatt; le prix de la charge est de 4 fr. 80.

On peut, il est vrai, au lieu de gaspiller l'énergie dans des

lampes inutiles, utiliser pour la charge des accumulateurs le courant dépensé pour les besoins domestiques, à condition toutefois que ce dernier ne dépasse pas le maximum admissible pour la batterie. La chute de tension de 4 volts due à la batterie, est peu sensible à l'œil et en hiver particulièrement, où l'on allume plusieurs heures par jour, l'économie est très appréciable. Il suffit pour réaliser ce mode de charge de brancher la batterie à charger en série avec toute l'installation, c'est-à-dire près du compteur.

Quand la batterie n'est pas en charge, il est nécessaire de réunir les bornes A et B pour que le circuit de l'installation ne soit pas coupé (fig. 113).

Charge des accumulateurs par courant alternatif.

La charge des accumulateurs par courant alternatif nécessite des dispositifs spéciaux. Considérons en effet la courbe d'un courant alternatif, nous voyons que ce courant change continuellement de sens; si par exemple il s'agit d'un cou-

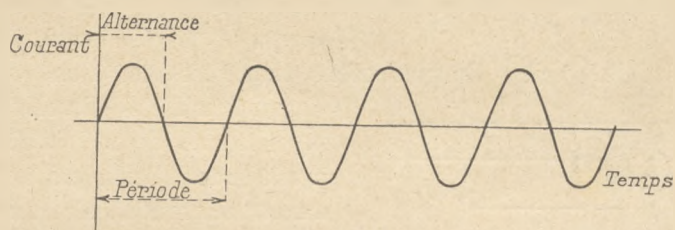


FIG. 114.

rant industriel de 50 périodes, cela veut dire que pendant une seconde, il passe 50 fois dans un sens et 50 fois dans le sens opposé; on conçoit qu'un tel courant ne puisse charger une batterie d'accumulateurs (fig. 114).

Pour pouvoir l'utiliser dans ce but il est nécessaire de redresser ce courant, c'est-à-dire de n'utiliser qu'une alternance sur deux, ou de faire en sorte que le courant de la seconde alternance traverse la batterie dans le même sens que la première par un artifice de montage.

Mais on ne peut encore employer complètement ces alternances. Pour que les accumulateurs se chargent, il est en effet nécessaire que la tension d'alimentation soit supérieure à la tension des accumulateurs, si bien qu'en fin de compte on n'utilise qu'une partie de l'alternance. Dans ces conditions, si l'on établit le courant au moment où la tension appliquée aux bornes des accus est la même que celle de la

batterie, il est évident qu'il n'y aura aucune étincelle puisque à

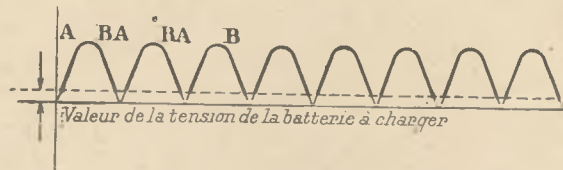


FIG. 115.

ce moment il ne peut y avoir passage d'aucun courant (fig. 115).

Pour réaliser pratiquement une telle utilisation du courant, on peut se servir d'un vibreur magnétique.

MÉTHODE DU VIBRATEUR MAGNÉTIQUE

On fait débiter l'enroulement haute tension d'un trans-

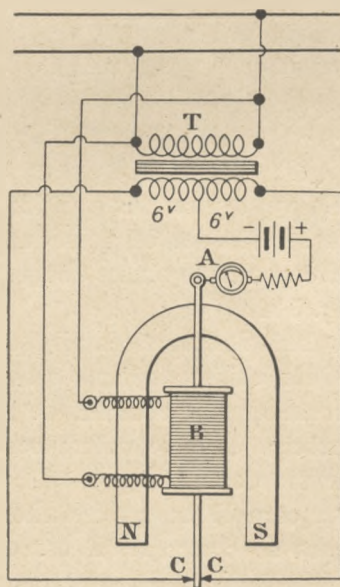


FIG. 116. — Charge avec vibreur.

formateur T 110/12 volts dans une bobine de 200 à 1000 ω qui aimante l'extrémité d'une lame vibrante alternative-ment nord et sud. Celle-ci est placée entre les deux pôles N et S d'un aimant permanent et elle entre en vibration; deux contacts C situés de part et d'autre de la lame établissent le courant chacun durant une alternance. La batterie à charger a son pôle positif relié à la lame vibrante et son pôle négatif réuni à une prise équipoten-tielle du transformateur. On voit facilement que le cou-rant traverse toujours la bat-terie à charger dans le même

sens (fig. 116). Construit comme l'indique la figure, on risque d'avoir des étincelles à la rupture, parce qu'on ne coupe pas au

moment où la tension aux bornes du vibreur est égale à celle des accumulateurs à charger. Pour remédier à cet inconvénient, on peut déplacer la bobine B parallèlement à la lame, ou employer un réglage électrique par introduction d'un condensateur en série dans l'alimentation de la bobine excitatrice.

On peut encore recharger les accumulateurs par courant alternatif, en redressant ce courant à l'aide de soupapes.

MÉTHODE DES SOUPAPES

Les soupapes peuvent par exemple être constituées par des récipients contenant du phosphate d'ammonium à la dose de 75 grammes par litre d'eau.

Dans ces récipients plongent deux électrodes : l'une en plomb est de forme cylindrique; l'autre est un bâton d'aluminium; la surface de cette dernière doit être choisie de manière à avoir un décimètre carré par ampère.

Pour recharger une batterie, on constitue deux soupapes S comme il vient d'être dit et on se procure un transformateur T abaisseur de tension 110/24 volts avec prise équipotentielle. On branche l'ensemble suivant le schéma de la figure 117 en prenant soin de réunir les bâtons d'aluminium au pôle + des accumulateurs.

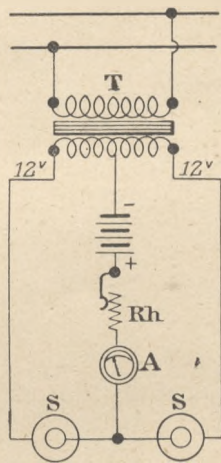


FIG. 117. — Charge par soupapes électrolytiques.

Le courant ne pouvant passer que du plomb à l'aluminium il s'ensuit que pendant une alternance le courant passe de la branche de droite au pôle + des accumulateurs, et pendant l'autre alternance de la branche de gauche au pôle + des accumulateurs, qui se trouvent ainsi traversés par un courant de même sens pendant les deux alternances. Le débit est réglé par un rhéostat Rh et lu sur l'ampèremètre A.

Enfin on peut employer des lampes à deux électrodes dont l'ampoule contient un gaz chimiquement inerte, mais capable, sous l'action des électrons émis par le filament, d'augmenter considérablement de conductivité par un phénomène connu sous le nom d'ionisation. Quand la polarité de la plaque est négative par rapport au filament, aucun électron n'est émis par elle, puisqu'elle reste froide. On dispose ainsi d'une valve thermo-ionique qui peut remplacer la soupape électrolytique dont nous venons de parler, avec un montage similaire (principe des redresseurs tungar).

Pour alimenter un poste à lampe directement sur le secteur.

On peut utiliser la tension d'un secteur à courant continu pour alimenter un amplificateur. La figure 118 donne un mode de réalisation pratique.

Pour un amplificateur à deux lampes, par exemple, on

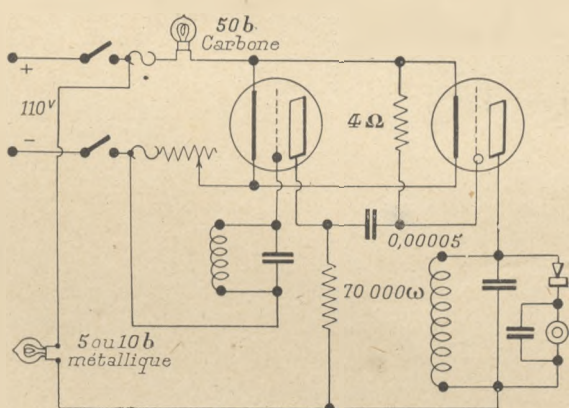


FIG. 118. — Alimentation d'un poste à lampes sur le secteur à courant continu.

abaissera la tension de 110 à 4 volts en intercalant en série, dans le circuit des filaments, une lampe à filament de carbone de 50 bougies. Pour la tension plaque, on mettra simplement une lampe à filament métallique de quelques bougies en série dans le circuit afin de servir de protection.

Dans ce genre de montage, on ne prend jamais trop de précautions. Il arrive fréquemment que les secteurs ont un

fil à la terre, et comme on prend généralement une prise de terre extérieure, un contact accidentel entre les connexions peut provoquer un franc court-circuit.

D'autre part les résultats sont généralement médiocres, du fait des bruits de secteur qui sont transmis au téléphone. On peut, dans une certaine mesure, s'en débarrasser par l'emploi d'ensemble de selfs et de capacités formant filtre. Mais ce montage est, malgré tout, très rarement satisfaisant.

Pour alimenter les postes à lampes sur courant alternatif.

L'emploi des piles et accumulateurs présente des inconvénients : pratique, les piles doivent être remplacées tous les trois ou quatre mois et les accumulateurs, chargés périodiquement.

On a songé à utiliser l'alimentation par les secteurs de courant alternatif.

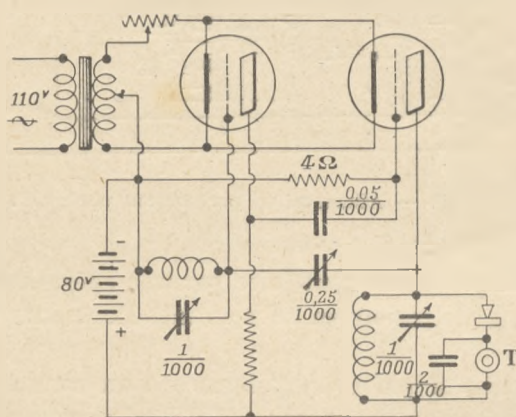


FIG. 119.
Alimentation des postes sur courant alternatif.

Ces montages ont l'inconvénient de laisser passer dans les écouteurs des bruits parasites plus ou moins intenses.

Pour se débarrasser de ces bruits, on interpose souvent sur le circuit plaque, un circuit oscillant accordé sur les ondes à recevoir de très haute fréquence par rapport à la cadence de l'alternatif. Dans ce cas, cette dernière cadence traverse

facilement le circuit oscillant et seuls les signaux haute fréquence impressionnent le système détecteur-téléphone placé aux bornes du condensateur. Le bourdonnement de l'alternatif peut devenir alors très faible.

Pour alimenter les filaments, il suffit de se servir d'un transformateur abaisseur, mais pour alimenter la plaque, il faut transformer le courant alternatif du secteur en courant

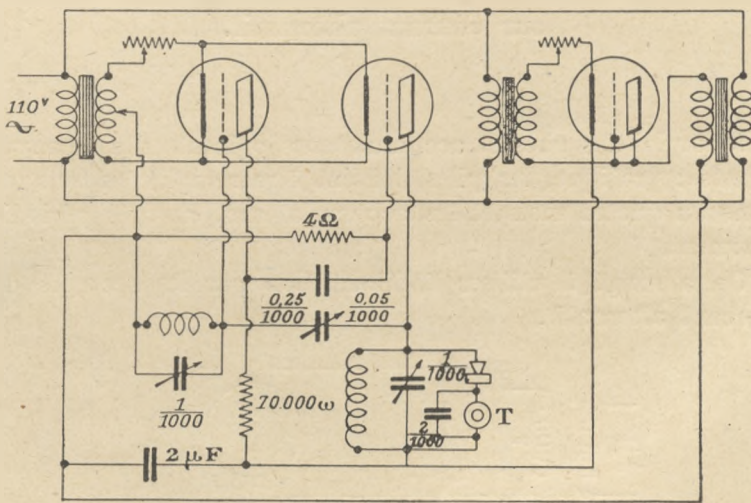


FIG. 120. — Alimentation par courant alternatif.

continu; c'est ce qu'on peut faire par une opération analogue à celle de la détection en se servant d'une lampe comme redresseur.

On alimente la plaque aux bornes d'un condensateur de forte capacité qui a l'avantage d'égaler le courant redressé.

L'alimentation ainsi réalisée présente évidemment des avantages de commodité.

Nous indiquerons d'abord deux montages qui peuvent donner une bonne réception d'intensité moyenne.

Dans le premier, le filament des lampes est alimenté en courant alternatif, on prend alors, sur l'enroulement secondaire du transformateur, un point dont le potentiel reste fixe, et qu'on appelle point équipotentiel (fig. 119).

réception et la prise équipotentielle un condensateur de deux microfarads shunté par une résistance appropriée; 2° entre la prise équipotentielle et le secondaire du transformateur une dizaine d'éléments de piles rendant la grille négative.

Les montages précédents ne comportent qu'un filtrage rudimentaire des bruits de secteur. Pour faire mieux, on réalisera le montage de la figure 122 qui comporte l'emploi

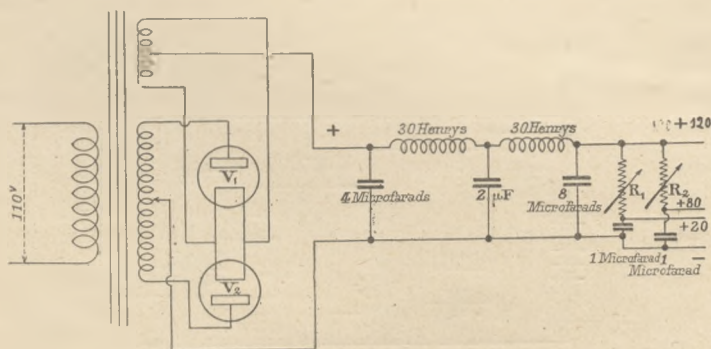


FIG. 122. — Redresseur pour alimentation plaque à 2 valves et filtre pour 50 périodes.

de deux valves redressant les deux alternances du secteur. Des lampes à trois électrodes dont on relie plaque et grille peuvent naturellement servir. Les valves sont chauffées par le secteur.

Le débit du redresseur est filtré par un ensemble de selfs et de capacités dont on trouvera les valeurs sur la figure dans le cas d'un secteur à 50 périodes. Si le secteur est à 25 périodes, on doublera la valeur des trois condensateurs du filtre.

Pour s'assurer des tensions différentes d'alimentation, on emploiera à la sortie des résistances variables de valeur élevée qu'il faudra ajuster selon le poste à alimenter.

Il existe d'autres types de redresseurs pouvant remplacer les valves (soupapes électrolytiques, raythéon), mais les principes directeurs des montages restent, bien entendu, les mêmes.

La réception en haut-parleur.

Lorsqu'on a construit un poste puissant, on a intérêt à remplacer le casque par un système haut-parleur, composé d'un appareil qui transforme les variations de courant électrique en vibrations sonores (moteur) et d'un pavillon porte-voix.

Les appareils qui transforment les variations de courant en vibrations sonores sont presque tous basés sur le même principe : ils utilisent un aimant en fer à cheval et une plaque mince, encastrée sur son pourtour et placée à une faible distance. Le flux magnétique de l'aimant traverse cette plaque et s'il varie d'intensité la membrane sera plus ou moins déplacée sous l'action de la force variable qui agit sur elle.

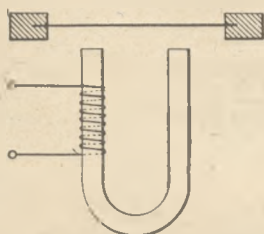


FIG. 123. — Schéma du récepteur téléphonique.

En particulier si l'on enroule un certain nombre de spires autour de l'aimant et qu'on envoie dans ces spires un courant électrique modulé par la voix humaine ou par des instruments, la membrane deviendra le siège de vibrations forcées qui reproduiront les sons de la voix ou de la musique.

Nous allons passer rapidement en revue quelques types de moteurs construits sur ce principe.

Il y a tout d'abord l'écouteur ordinaire que nous connaissons déjà : c'est un appareil à faible puissance et qui pour cette raison ne convient que médiocrement pour le haut-parleur.

Parmi les appareils de moyenne puissance, citons le Brown

représenté en coupe et en plan dans la figure 124, l'aimant permanent se termine par deux pièces polaires B situées sous une lame C très rigide.

Le sommet d'un cône d'aluminium D est fixé sur cette lame

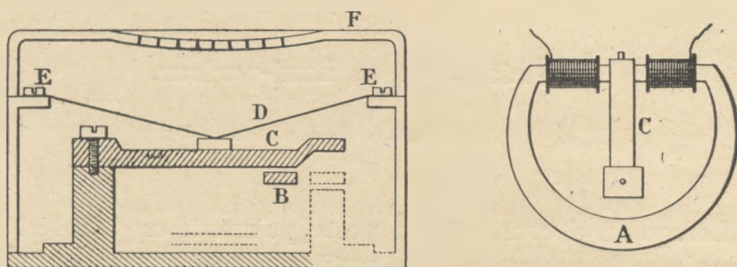


FIG. 124. — Principe du haut-parleur Brown.

et ses bords sont solidaires du boîtier par une couronne de baudruche E.

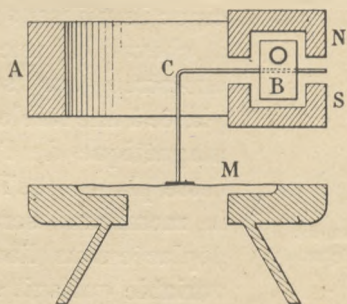


FIG. 125. — Haut-parleur Western.

Enfin l'écouteur est complété par un couvercle d'ébonite F percé de trous.

Parmi les moteurs de grande puissance nous citerons celui de la Western Electric Cy (fig. 125).

Un aimant puissant A en fer à cheval est terminé par deux pièces polaires N et S qui enferment une petite bobine B parcourue par les courants téléphoniques. Dans l'axe de cette bobine est placée une petite tige de fer doux C mobile dans le plan du dessin autour d'un axe O et aimantée par le courant

qui traverse la bobine B. Cette petite tige est d'autre part fixée à une membrane gaufrée M. On conçoit que, sous l'in-

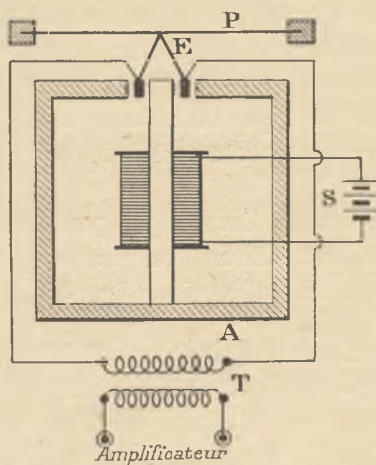


FIG. 126.
Haut-parleur type Magnavox.

fluence des courants téléphoniques, l'aimantation de la tige C varie et que, par suite de sa situation dans le champ puis-



FIG. 127. — Types de pavillons.

sant N S, cette variation d'aimantation entraîne une vibration de la tige autour de l'axe O.

Dans certains types, de grande puissance, on remplace l'aimant permanent par un électro-aimant (fig. 126) alimenté par une source extérieure S. Dans l'entrefer E sont logées

deux petites bobines reliées à la sortie de l'amplificateur par un transformateur T et solidaires de la plaque vibrante P.

Lorsqu'un courant variable traverse ces bobines, elles deviennent le siège de forces variables qui les font vibrer à l'intérieur de l'entrefer, provoquant en même temps la vibration de la membrane.

Quel que soit le type de moteur employé, il faut lui adjoindre un pavillon porte-voix si l'on veut obtenir un bon haut-parleur.

Parmi les nombreuses formes de pavillon, il est malaisé de dire quelle est la meilleure, on peut cependant faire une classification en deux catégories (fig. 127).

1° Les pavillons courts et évasés (diffuseurs);

2° Les pavillons longs et peu évasés.

Les premiers sont à conseiller pour les auditions à faible distance, dans un appartement par exemple.

Les seconds au contraire sont plus particulièrement destinés aux auditions en plein air ou dans des locaux de grandes dimensions, dans un théâtre par exemple.

Comment on peut construire économiquement un bon haut-parleur de puissance moyenne.

Les haut-parleurs dont nous venons de donner une très brève description se trouvent dans le commerce à des prix très variables.

Pratiquement un amateur qui désire se construire pour un prix modique un bon haut-parleur de moyenne puissance peut adopter une des deux solutions suivantes :

Un *très bon* écouteur téléphonique de 2 à 4.000 ohms auquel on adapte un bon pavillon peut donner, dans une chambre ou dans un salon, des résultats satisfaisants.

Mais l'écouteur doit être choisi avec un soin tout particulier; il sera hautement désirable que la distance qui sépare la membrane des pièces polaires puisse se régler, soit que l'électro-aimant puisse se déplacer, soit que la membrane soit solidaire du couvercle en ébonite.

Il faut également choisir de préférence le pavillon droit assez court et très évasé et si possible passé au vernis noir qui semble atténuer les vibrations métalliques.

Un pavillon en carton donne également de bons résultats mais la fixation sur le couvercle de l'écouteur est assez incommode.

La deuxième solution consiste à construire soi-même un moteur du type ordinaire, mais de dimensions beaucoup plus grandes.

Pour ce faire, il faut deux aimants permanents puissants, des aimants de magnéto par exemple, un peu de fer, un peu de bois, une plaque de tôle 3/10 à 5/10 de millimètre, un vieux couvercle d'écouteur ordinaire, quelques vis et quelques écrous.

Les croquis de la figure 128 montrent clairement comment on assemble les deux aimants; on fixe ensuite, à leur extrémité, deux pièces polaires en fer doux sur lesquelles on place deux petites bobines de 2.000 ω ou 4.000 ω chacune. Cet ensemble mobile entre deux charnières en bois peut se déplacer de bas en haut au moyen d'une vis sur laquelle on a soudé

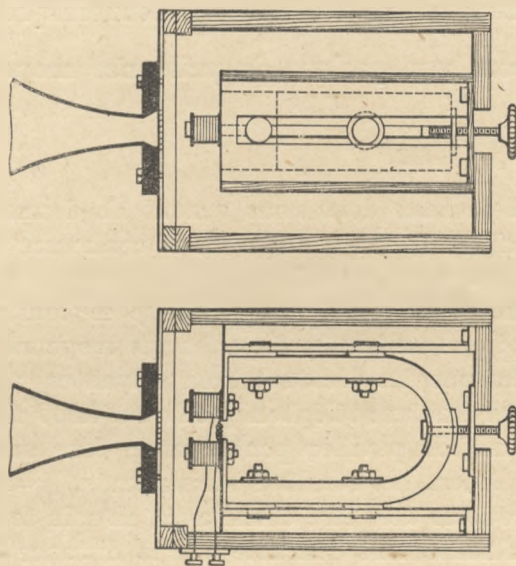


FIG. 128.
Comment construire soi-même un haut-parleur.

deux pièces rondes encastrant la base des aimants. Le tout est enfermé dans un petit coffre en bois. La membrane est fixée comme le montre le croquis; au-dessus de la membrane se trouve une plaque de bois mince ou de carton épais percée de trous et sur laquelle est fixé un couvercle de vieil écouteur; sur celui-ci vient enfin s'adapter le pavillon. Les dimensions dépendent évidemment de celles des aimants, mais la distance qui sépare les pièces polaires de la membrane a une importance majeure. Il faut faire en sorte qu'elle puisse varier de 0 à 3 millimètres.

Sans que les résultats ainsi obtenus atteignent ceux des meilleures réalisations industrielles, ils ne laisseront pas, après quelques tâtonnements intéressants, d'être, somme toute, satisfaisants.

Comment on reçoit la télégraphie sans fil.

Tous les montages qui précèdent ont été étudiés pour recevoir la téléphonie sans fil. L'intensité des courants provoqués par les ondes variait alors selon une fréquence téléphonique et après détection, la membrane du récepteur reproduisait les sons. Mais en télégraphie sans fil, l'amplitude des signaux transmis varie simplement du tout au rien. Les signaux sont formés d'une combinaison de traits et de points envoyés en accord avec le code Morse. (Voir ci-contre.)

Dans ce cas, la membrane du téléphone se déplace simplement quand un signal passe et qu'il est assez fort, mais la réception par l'oreille est impossible.

Pour arriver à entendre, on se sert actuellement, presque toujours, du procédé de réception dit par battement.

Quand deux diapasons vibrent à côté l'un de l'autre sur une note voisine, on entend périodiquement des renforcements de son dont la fréquence, très inférieure à celle des vibrations de chacun des diapasons, est égale, en fait, à leur différence. De même quand on superpose dans un circuit oscillant deux courants de fréquences différentes, on obtient un courant résultant dont l'amplitude varie périodiquement, à une fréquence égale, à la différence des fréquences des deux courants. Si cette différence de fréquence est dans la gamme des fréquences audibles (800 par exemple), après détection, la membrane du téléphone vibrera à cette fréquence et les signaux Morse découperont des traits et des points dans cette tonalité.

Cette méthode a aussi le gros avantage de permettre l'emploi d'une énergie locale nouvelle qui augmente l'amplification possible.

CODE MORSE

LETTRES		CHIFFRES	
a	. _ _	1	_ _ _ _ _
b	_	2	. _ _ _ _
c	_ . _ . .	3	. . _ _ _
d	_ . . _ .	4	. . . _ _
e	. _ . . .	5	 _
f		6	_
g	_ . _ . .	7	_
h		8	_ . _ . .
i	. . _ . .	9	_ . _ . .
j	. _ . _ .	[zéro]	_ . _ . .
k	_ . _ . .	0 abrégé	_
l	. _ . . .		
m	_ . _ . .	PONCTUATION	
n	_	point [.]	
o	_ . _ . .	point abrégé	
p	. _ . . .	virgule [,]	_ . _ . .
q	_ . _ . .	alinéa	_ . _ . .
r	. _ . . .	deux points [:]	_ . _ . .
s		interrogation [?]	
t	_	exclamation [!]	_ . _ . .
u		trait d'union [-]	_
v		guillemets [« »]	
w	_ . _ . .	parenthèses [()]	_ . _ . .
x	_	apostrophe [']	. . _ . .
y	_ . _ . .	séparation	_
z	_		
COMPOSÉS		SIGNAUX DE SERVICE	
ch	_ . _ . .	appel	_
à ou â	. _ . . .	attente	
â	_ . _ . .	fin de texte	
e, è ou ë		compris	
ç	_	erreur	
gn	_ . _ . .	émission terminée	
i ou î		invitation à trans-	
ô	_ . _ . .	mettre	_
ù, û		fin de transmission	

Pour se procurer le courant oscillant local nécessaire, on réalise ce qu'on appelle un montage *hétérodyne*.

Ce montage est une application de la réaction que l'on a déjà employée pour l'amplification, *mais ici on pousse la réaction de façon à ce que la lampe entretienne des oscillations.*

La figure 129 illustre le phénomène des battements. En 1 nous avons une onde incidente de fréquence f ; en 2 nous

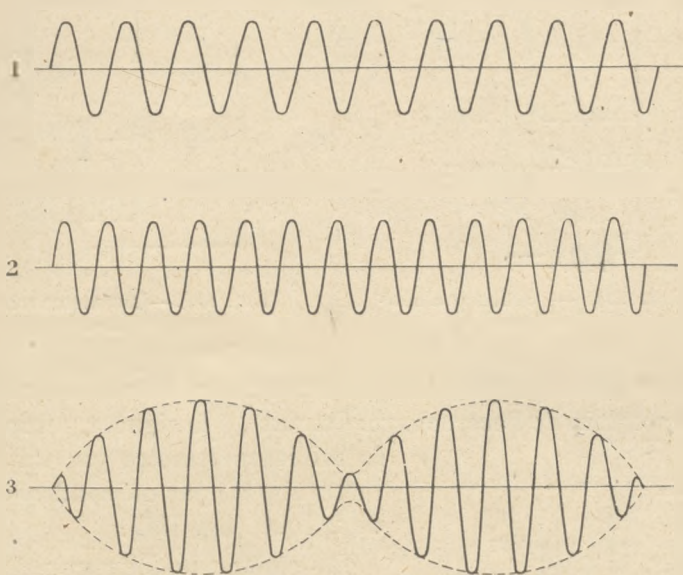


FIG. 129.

avons une onde locale (hétérodyne) de fréquence f' très voisine de f ; en 3 nous avons la résultante de ces deux ondes dont la forme est indiquée par la figure. La seconde enveloppe de cette onde a une fréquence très petite vis-à-vis de celle des deux premières ondes : cette fréquence est égale à la différence de leurs fréquences.

$$F = f' - f$$

Pour monter un hétérodyne, on constitue un montage identique à celui du poste à une seule lampe, dans lequel on supprime l'écouteur téléphonique et le condensateur qui le shunte. Toutefois, pour se rendre compte que ce petit émetteur

« accroche », il est bon d'intercaler dans la plaque un milliampèremètre. En poussant la réaction, il arrive un moment

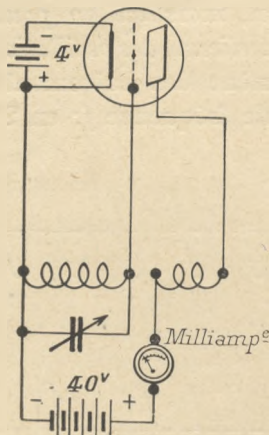


FIG. 130. — Schéma d'hétérodyne.

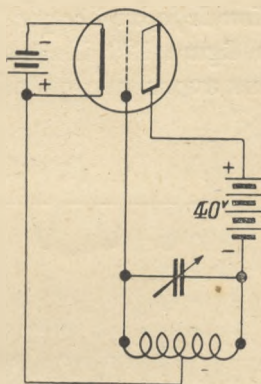


FIG. 131. — Deuxième schéma d'hétérodyne.

où le courant plaque change brusquement de valeur, c'est le signe certain de l'accrochage. On peut, à la rigueur, remplacer le milliampèremètre par un voltmètre shunté par un condensateur de $2/1000$ (fig. 130).

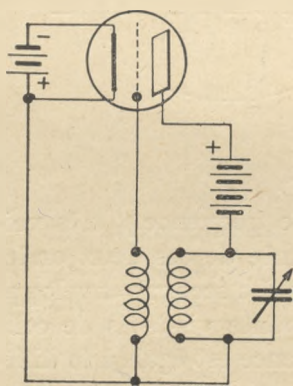


FIG. 132. — Troisième schéma d'hétérodyne.

En réglant la longueur d'onde du circuit oscillant de façon à ce qu'elle soit très voisine de celle de l'onde à recevoir, l'onde locale et l'onde incidente battent et le téléphone rend une note musicale.

On peut également construire un hétérodyne suivant le schéma de la figure 131 : le circuit oscillant est intercalé ici dans le circuit plaque à la place de la self de réaction et cette dernière est placée dans le circuit grille à la place du circuit oscillant.

Enfin il est un montage plus particulièrement recommandé et que nous donnons figure 132 : la self de réaction du circuit plaque se trouve intercalée dans le circuit oscillant et le

condensateur variable est réuni aux circuits de grille et de plaque.

MÉTHODE AUTODYNE DE RÉCEPTION

Mais il n'est pas nécessaire de construire un hétérodyne pour recevoir les ondes entretenues.

Notre poste de réception peut en effet devenir lui-même un poste émetteur si l'on pousse assez loin la réaction. Le circuit oscillant devient alors le siège d'oscillations dont la fréquence dépend de sa self et de sa capacité. S'il se trouve que cette fréquence est très voisine de celle d'une onde incidente, il y aura battements entre les deux et le téléphone rendra un son (fig. 133).

Il faut remarquer qu'avec ce procédé le circuit oscillant n'est plus strictement accordé sur l'onde à recevoir, de par le principe même du fonctionnement. Cela n'est pas un gros inconvénient pour les petites ondes, c'est-à-dire pour les fréquences élevées, mais dès que la fréquence diminue, il faut, pour obtenir un son au téléphone, désaccorder nettement le circuit; il y a alors avantage marqué à utiliser l'hétérodyne.

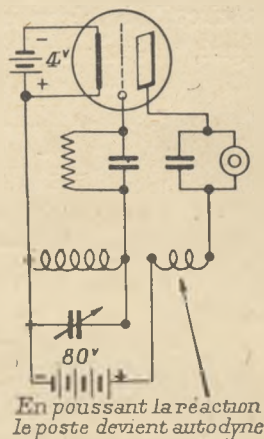


FIG. 133. — Méthode de réception autodyne.

MÉTHODE AUTODYNE-HÉTÉRODYNE

Si l'on utilise l'hétérodyne, il y a cependant avantage à conserver en même temps le montage autodyne. En effet, la recherche d'une émission avec le montage hétérodyne est assez difficile, si l'on n'y est pas très habitué. Il faut, pour entendre le poste cherché, régler simultanément le circuit oscillant de réception et le circuit oscillant de l'hétérodyne. Au contraire, avec un montage autodyne, il suffit de pousser suffisamment la réaction et de régler simplement le circuit oscillant de réception.

Si l'on a un montage autodyne-hétérodyne, on cherche le poste avec l'autodyne et l'on règle le circuit de réception à l'extinction des battements, on diminue alors beaucoup la réaction et on recherche à nouveau le poste avec l'hétérodyne; quand on l'a trouvé, on réagit à nouveau de façon à se placer à la limite extrême d'accrochage, on a alors une très grosse amplification du fait du désamortissement presque complet du circuit de réception; on peut même, par un réglage très soigné, obtenir une amplification encore plus forte due au

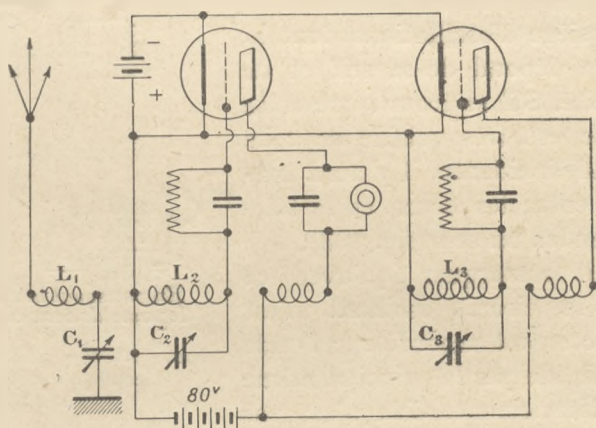


FIG. 134.

phénomène suivant: les fréquences de l'hétérodyne et du petit émetteur local que constitue le poste de réception sont réglées de façon à ce que leurs battements donnent un son audible; de plus, on règle le poste récepteur tellement près de sa limite d'accrochage que la moindre perturbation le fait accrocher, c'est ce qui se produit quand un signal incident arrive; à ce moment il y a battement entre les deux émetteurs — poste et hétérodyne — et l'on entend le signal au téléphone avec la note correspondante à la fréquence des battements et avec une amplification considérable. Malheureusement, il faut un certain temps pour que s'établisse ou disparaisse le régime oscillatoire dans le circuit de réception et ce temps a beau être très petit, il ne s'en traduit pas moins par une légère déformation des signaux.

**Il existe un deuxième procédé de réception
des ondes entretenues :
la réception par modulation.**

Il existe un procédé très favorable à la réception des ondes entretenues: la réception par modulation (JOUAUST).

Dans ce procédé, la plaque de la lampe détectrice n'est plus alimentée par une tension continue, mais par une tension

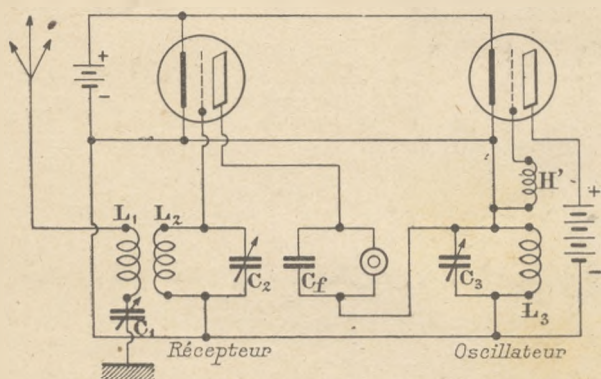


FIG. 135. — Réception par modulation du courant incident.

alternative à haute fréquence fournie par un hétérodyne local, petit émetteur à lampe dont le circuit oscillant est $L_3 C_3$, H' étant la self intercalée dans le circuit grille pour l'accrochage des oscillations dans le circuit $L_3 C_3$. La différence de potentiel alternative est prise aux bornes du condensateur C_3 . Elle est transmise à la plaque par le condensateur fixe qui shunte le téléphone.

Une antenne accordée par une self et une capacité L_1 et C_1 excite un circuit oscillant L_2 C_2 lequel est relié d'une part au pôle négatif de la batterie de chauffage, d'autre part, directement à la grille, à la manière usuelle.

Il ne peut y avoir un courant dans le circuit filament plaque que pendant les alternances positives, d'autre part, ce courant est proportionné au potentiel de la grille; si une onde incidente fait vibrer l'antenne, celle-ci excitera le circuit oscillant L_2 C_2 qui rendra alternativement la grille positive et négative. S'il se trouve que la grille est positive pendant l'alternance positive, le courant plaque sera maximum; si, au contraire, la grille est négative à ce moment le courant plaque sera moins intense. En réglant la fréquence de l'hétérodyne de façon à ce qu'elle soit peu différente de celle de l'onde à recevoir, la concordance des alternances positives de grille et de plaque se reproduit à une fréquence audible et le téléphone rend un son correspondant (fig. 135).

Réception de la téléphonie par changement de fréquence.

« Superhétérodyne »

La méthode hétérodyne ne permet la réception de la téléphonie que dans deux cas :

Si on règle la fréquence locale de façon à ce qu'elle soit exactement égale à la fréquence que l'on reçoit, ces deux ondes ne battent pas ensemble et ne produisent aucun son dans le téléphone après détection. Mais une onde de radio-téléphonie est composée, non seulement de l'onde *porteuse*, mais de deux *bandes de modulation* de part et d'autre de l'onde porteuse, et on comprendra que les fréquences extrêmes de ces bandes battent avec l'onde locale. Ce procédé de réception (homodyne) n'est donc pas à recommander.

Mieux vaut faire en sorte que la fréquence de battement devienne plus élevée que l'extrême fréquence téléphonique, tout en restant beaucoup plus basse que les fréquences incidentes. Une fréquence de l'ordre de 30.000 à 50.000 pourra parfaitement convenir. Après détection ou modulation, on a transformé la fréquence incidente en une fréquence plus basse, toujours la même, qu'il est loisible d'amplifier par un montage amplificateur réglé une fois pour toutes. On détectera à nouveau ensuite et on terminera par une ou deux lampes basse fréquence avant d'aboutir au haut-parleur.

Un tel montage, très amplificateur, convient surtout aux réceptions sur cadre. Sur antenne, en effet, où l'on dispose d'une excitation plus puissante du système récepteur, il semble superflu d'employer un aussi grand nombre de lampes qui risque d'apporter des bruits parasites intérieurs au poste, et dont on ne peut faire jouer toute la puissance d'amplifi-

cation, du fait de l'amplification simultanée des parasites extérieurs.

Pour réaliser un montage à changement de fréquence, il faudra d'abord s'attacher à construire une hétérodyne donnant la gamme d'ondes nécessaire par bobines amovibles,

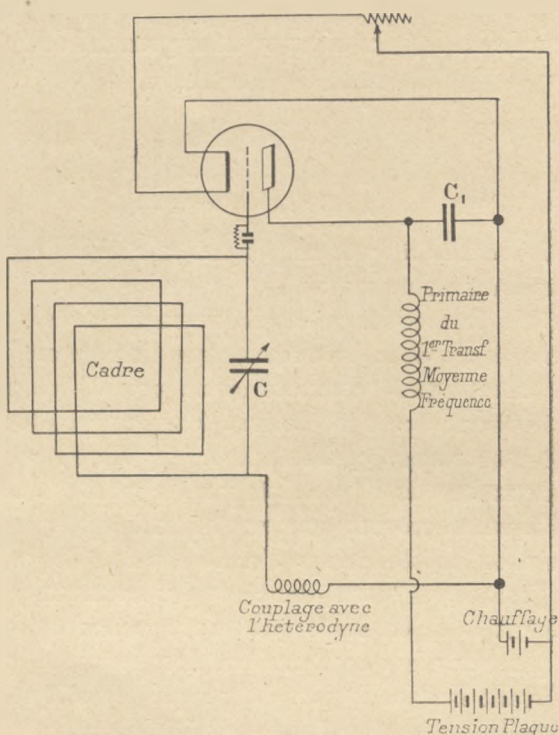


FIG. 136. — Montage de la première lampe d'un poste à changement de fréquence.

en employant un mode de construction analogue à celui que nous avons déjà conseillé. Il faut toujours commencer, en effet, par des montages clairs, simples, et n'aller vers les circuits plus complexes que pas à pas, en se rendant compte du gain que l'on en retire. La confection de beaux panneaux est, au début, accessoire; c'est le complément d'une virtuosité que, croyons-nous, on ne peut songer à acquérir sans patience et méthode.

Tous les schémas d'hétérodyne précédemment donnés

peuvent convenir. Celui de la figure 129, dérivé directement du montage de la détectrice autodyne, est le premier à essayer.

On prévoira la possibilité d'entourer l'hétérodyne par un écran complet en laiton, cuivre, ou aluminium mince.

Le mélange des deux fréquences peut se faire de bien des

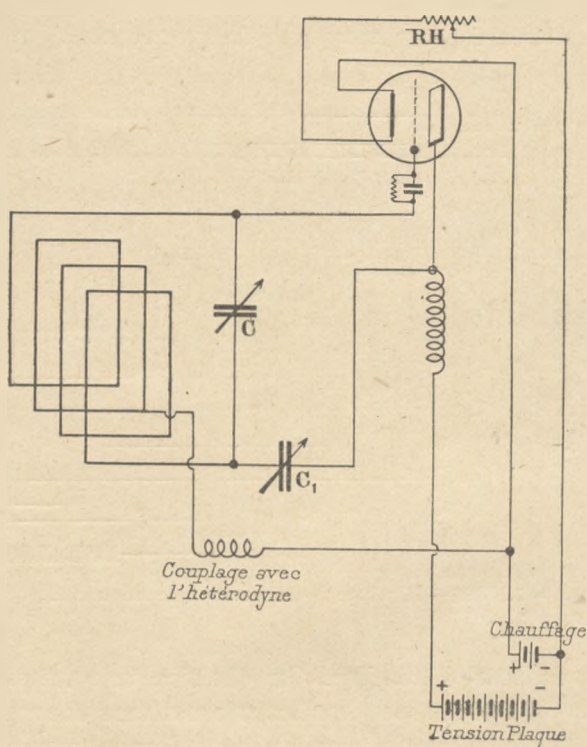


FIG. 137. — Première lampe avec réaction.

façons. La figure 136 en donne un exemple simple. Le couplage avec l'hétérodyne, que l'on gardera, au début tout au moins, avantageusement variable, se fait par l'intermédiaire d'une petite bobine insérée dans le retour grille.

Ulérieurement, on pourra tenter de faire de la réaction dans la première lampe; mais cela amène très rapidement de la déformation. La figure 137 donne un exemple de ce genre de montage.

L'emploi d'une lampe bigrille permet d'attaquer l'une des grilles par l'onde incidente, l'autre par l'onde locale de l'hétérodyne.

Derrière la première lampe, on montera un amplificateur de fréquence intermédiaire, ou, comme on dit, de *moyenne fréquence*. Le seul réglage qu'il devra comporter est celui d'un potentiomètre de grille, au cas où cet amplificateur aurait tendance à osciller.

Les transformateurs moyenne fréquence sont les organes

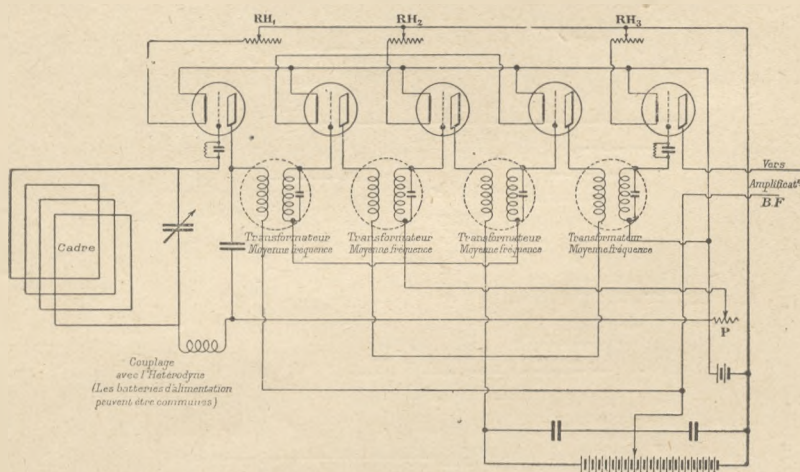


FIG. 138. — Montage à changement de fréquence.

les plus délicats à réaliser. On choisira une fréquence de 30.000 à 50.000; tous les transformateurs devront être accordés sur la même fréquence; ils ne devront pas présenter une résonance trop aiguë pour ne pas amener de déformation.

On a construit de bons transformateurs en enroulant en vrac du fil émaillé de 10/100 à 15/100 dans une gorge de 3 à 4 millimètres de largeur, et de 4 à 5 centimètres de diamètre. On amortit le secondaire en approchant de l'extrémité de son enroulement une petite plaque de métal, et on l'accorde au moyen d'un petit condensateur bien fixe.

La figure 138 donne le schéma complet d'un récepteur à changement de fréquence, qu'on pourra faire suivre à volonté d'une ou deux lampes basse fréquence.

Il est possible de combiner en une seule lampe les fonctions d'oscillatrice et de détectrice ou modulatrice. La difficulté réside dans l'obtention de l'indépendance des réglages d'accord du cadre et de l'oscillation. L'emploi d'une lampe bigrille facilite les choses. Nous ne croyons cependant pas

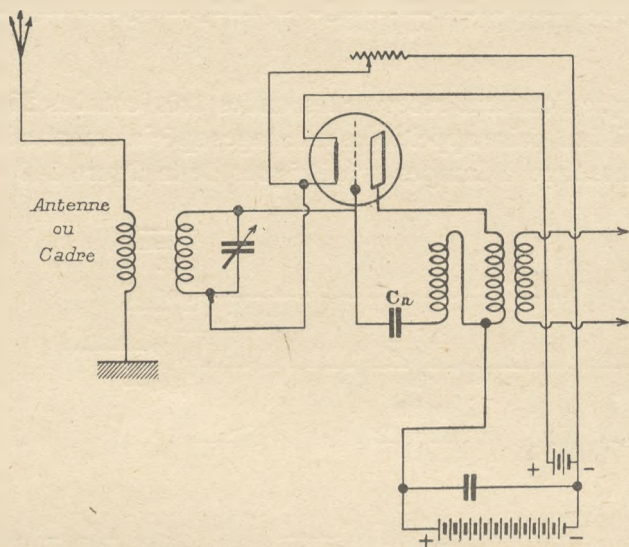


FIG. 139. — Montage d'une lampe de couplage neutrodynée à l'avant du récepteur à changement de fréquence.

que l'économie d'une lampe soit de grande importance dans ce montage, surtout pour l'amateur qui construit son poste; il est préférable pour lui, pensons-nous, de bien voir et comprendre ce qu'il fait et ce qui se passe, plutôt que d'embrouiller les circuits au point de difficilement s'y reconnaître et d'être arrêté à la moindre panne.

Plus intéressant sera de mettre en avant du récepteur une lampe de couplage, amplificatrice haute fréquence, dont on améliorera encore l'effet en la neutrodynant (fig. 139).

Réception des ondes courtes.

Utilisation d'un montage à lampes symétriques.

Lorsque l'on veut recevoir les ondes très courtes 25 à 100 mètres il faut faire appel à des montages spécialement adaptés. Le montage à lampes symétriques de la figure 140 donne

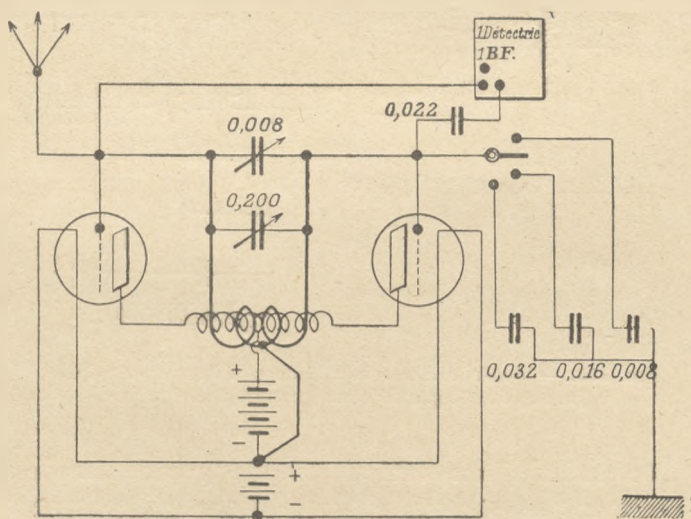


FIG. 140. — Récepteur Mesny pour ondes très courtes.

de très bons résultats pour la réception des très petites ondes.

Pour des ondes de l'ordre de 50 mètres, on pourra constituer l'antenne par un prisme horizontal à 4 brins de 4 mètres de longueur écartés de 30 centimètres placé à 3 mètres au-dessus du sol.

La descente d'antenne doit être du côté de l'émetteur.

Le système récepteur comprend un circuit oscillant à la réaction suivi d'un amplificateur comportant 1 délectrice et 2 basse fréquence.

Aux bornes du circuit oscillant sort montées les grilles de deux lampes montées symétriquement. Les deux plaques sont connectées aux extrémités d'une self couplée avec la bobine du circuit oscillant. Le milieu de la self grille est réuni à la source de chauffage : celui de la self plaque également, mais par l'intermédiaire d'une batterie de 40 ou 80 volts. En faisant varier le chauffage on peut provoquer l'accrochage d'oscillations dans le système. Pour écouter les entretenues on accroche les oscillations, on les décroche pour les ondes modulées.

L'écoute se fait sur un amplificateur composé de 1 lampe détectrice et de 1 ou 2 basse fréquence. Cet amplificateur est connecté aux deux grilles des lampes de la réception. L'amplificateur et la prise de terre sont reliés à la grille d'une des lampes par un condensateur de faible capacité pour permettre à la lampe d'osciller librement.

La capacité du circuit oscillant est constituée par deux condensateurs en parallèle de 0,2 et 0,008 millièrme; cette dernière, extrêmement faible, permet un accord très aigu.

La bobine de plaque aura 9 spires de 8 centimètres de diamètre avec un pas d'enroulement de 4 millimètres (fil sous coton 10/10).

La bobine de grille aura 7 spires de 9 centimètres de diamètre, même pas, même fil.

Enrouler sur de minces carcasses d'ébonite, de carton ou de presspahn.

Les sens d'enroulements des bobines ont une influence majeure. Placer les bobines l'une dans l'autre, et enrouler dans le même sens mais inverser, s'il y a lieu, les connexions allant aux plaques pour obtenir l'accrochage.

Pour éviter les effets de capacité du corps, il sera bon de manœuvrer les condensateurs à distance.

Le rhéostat de chauffage devra être variable progressivement à cet usage on le constituera en deux parties : l'une variable par plots, l'autre à variation continue constituée par un fil résistant (ferro-nickel ou maillechort) enroulé en une spire sur un cylindre d'ébonite fixe. Le contact mobile est assuré par un doigt en cuivre tournant autour de l'axe du cylindre le long du fil.

**Un curieux montage à lampes symétriques :
le multivibrateur.**

On peut réaliser un système appelé multivibrateur à deux lampes symétriques qui est un émetteur d'oscillations dont la forme s'éloigne beaucoup d'une sinusoïde et qui sont, de ce

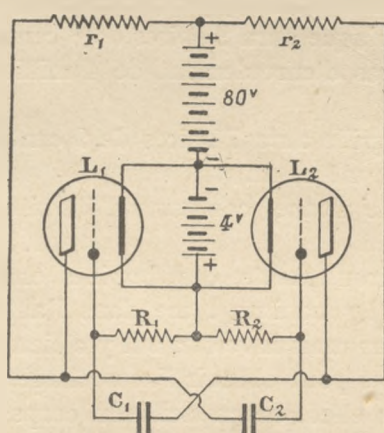


FIG. 141. — Multivibrateur (Abraham).

fait, très riches en harmoniques. Nous en donnons le schéma (fig. 141).

Les multivibrateurs qu'on construit généralement donnent une fréquence d'environ 1.000 périodes et permettent, grâce au grand nombre de leurs harmoniques, d'étalonner en valeur absolue les ondemètres dont nous parlerons plus loin.

On peut réaliser également un multivibrateur dont la

fréquence soit de quelques périodes par seconde ou même plus petite: si l'on branche un milliampèremètre dans le circuit

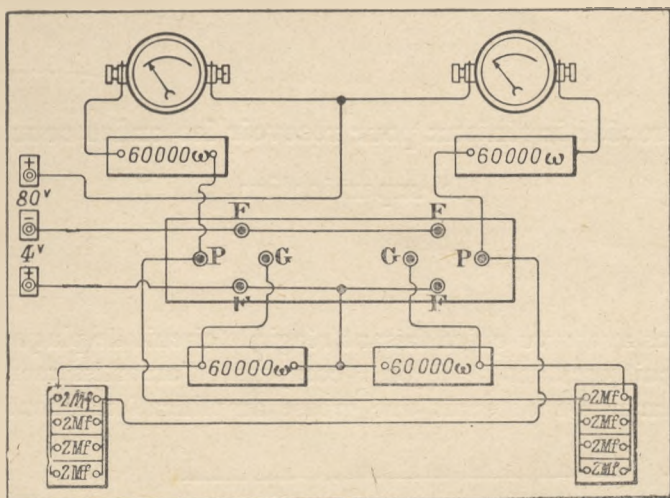


FIG. 142. — Réalisation d'un multivibrateur.

de plaque de chaque lampe, on peut alors suivre à l'œil les oscillations des aiguilles des milliampèremètres.

Nous donnons ci-contre la réalisation d'un tel appareil à titre de curiosité parce qu'il est facile à construire. Les résistances sont de 60.000 ohms, les capacités de 8 microfarads, les milliampèremètres de 0 à 2 milliampères (fig. 142).

Un procédé ingénieux pour recevoir les ondes courtes : la superréaction.

Nous avons vu qu'en faisant réagir le circuit de plaque sur le circuit oscillant de façon à compenser l'amortissement de ce dernier, on obtenait une grosse amplification (montages

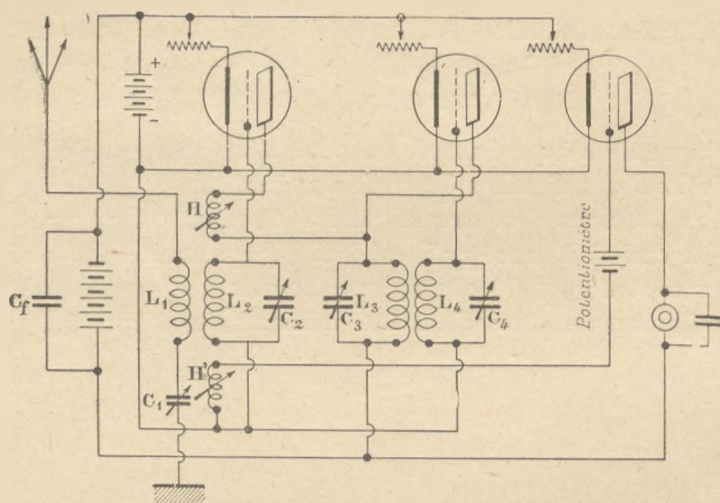


FIG. 143.

Montage à superréaction (variations de la tension plaque).

à réaction). Mais on est arrêté par le moment où la réaction est assez forte pour faire accrocher le récepteur. Il serait cependant de premier intérêt de pouvoir pousser la réaction plus loin qu'on ne le fait d'ordinaire. Armstrong a imaginé le procédé suivant qui permet de produire une réaction du circuit

de plaque sur le circuit de grille d'une lampe réceptrice *plus grande que celle qui correspond à l'amorçage, sans toutefois qu'il s'amorce d'oscillations gênantes dans le système.*

Si l'on veut, par exemple, recevoir des ondes de 400 mètres (750.000 vibrations à la seconde), on les reçoit avec une lampe dont on fait réagir les circuits de plaque et de grille au delà de la limite d'amorçage.

Mais à l'aide d'un hétérodyne dont la fréquence est petite

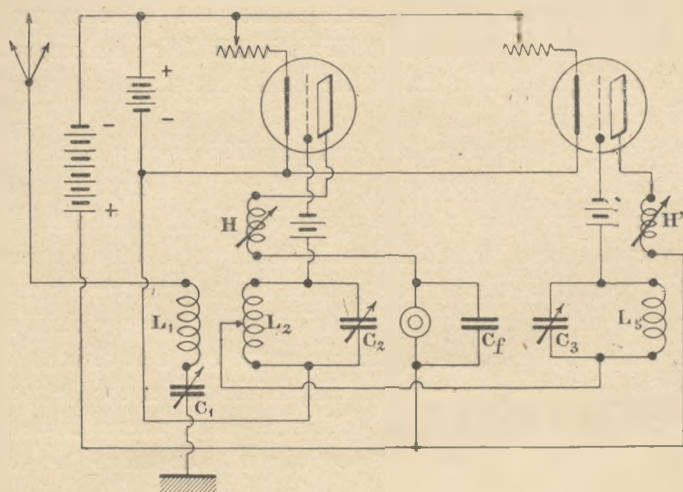


FIG. 144.

Montage et superréaction. Variation de la tension grille.

par rapport à celle des oscillations à recevoir (10.000 par exemple), mais cependant plus grande que les fréquences audibles, on baisse périodiquement la tension de plaque, ou bien on élève la tension de grille, ce qui, dans les deux cas, fait décrocher les oscillations.

La lampe du récepteur se trouve ainsi pouvoir osciller pendant de très courts intervalles de temps, dont le nombre par seconde est égal à 10.000.

Or, une oscillation ne se produit pas sans cause; ce sont les oscillations à recevoir qui sont la cause des perturbations initiales qui dans chaque intervalle de temps convenable font naître les oscillations. Ces oscillations acquièrent une amplitude d'autant plus grande que le signal qui les a produites

est plus intense, mais disparaissent avant de prendre un régime stable, à cause de l'hétérodyne. On obtient, après détection, un courant dont l'intensité moyenne est d'autant plus grande que le signal qui provoque l'amorçage est plus intense.

Le procédé est plus efficace sur les petites ondes que sur les grandes parce que, dans chaque intervalle d'amorçage, peuvent se loger plus de périodes incidentes et que l'amplitude peut ainsi acquérir une grande valeur.

L'amplitude obtenue est nettement plus intense que par un simple montage à réaction. Mais il faut faire un *compromis entre l'amplification et la netteté* et le montage est souvent difficile à régler.

La figure 143 représente un dispositif à superréaction dont la première lampe a sur son circuit de grille le circuit de réception, sur le circuit de plaque la bobine H de réaction.

La seconde lampe fonctionne en hétérodyne à 10.000 périodes ; elle fait varier la tension de plaque de la première lampe et provoque des désamorçages périodiques des oscillations de la première lampe. La troisième lampe est détectrice.

La figure 144 représente un dispositif où les oscillations de la deuxième lampe à 10.000 périodes font varier la tension de grille de la première lampe qui sert elle-même de détectrice.

On emploie de préférence dans ces procédés le mode de détection qui fait intervenir la courbure de la caractéristique de plaque et on règle en conséquence très soigneusement la tension de grille à la valeur la plus favorable.

Un exemple de montage préconisé par M. Armstrong.

Avec un cadre carré de 1 mètre de côté ayant 5 spires au pas de 10 millimètres, on prend des bobines de réaction en fond de panier L_1 et L_2 de diamètre intérieur et extérieur

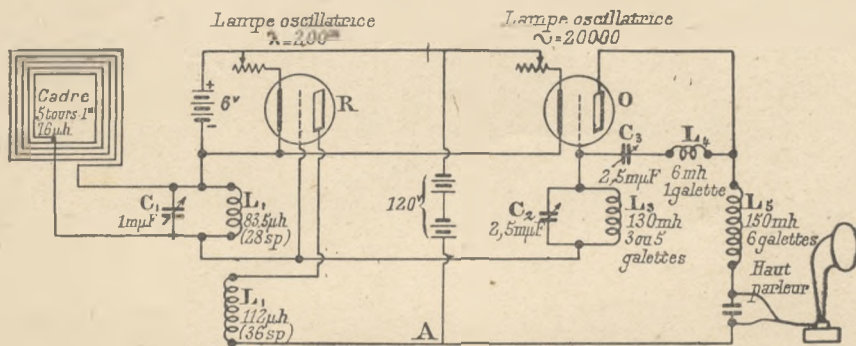


FIG. 145. — Montage à superréaction préconisé par Armstrong.

de 6 et 10 centimètres pour L_1 et de 5 et 7, 5 centimètres pour L_2 .

Les selfs L_3 , L_4 et L_5 (fig. 145) sont des galettes paraffinées de trois cents tours ayant une self de 6 à 7 millihenrys par unité et dont les dimensions sont les suivantes : petit diamètre 4 centimètres, grand diamètre 8,7 centimètres, épaisseur 0 cm. 3, fil de 30/100. On les juxtapose en interposant une feuille de carton mince ou une feuille de papier.

Les condensateurs C_1 , C_2 , C_3 , sont des condensateurs variables à air de $\frac{2,5}{1000}$ mf. Lorsque les réglages ont été faits, on peut remplacer C_2 par un condensateur fixe.

En principe, il n'y a aucun couplage entre les selfs L_3 , L_4 , L_5 dont les valeurs peuvent d'ailleurs être modifiées dans d'assez larges limites, à condition de garder une fréquence de variation à peu près constante en changeant en même temps les valeurs des condensateurs C_2 et C_3 .

Il sera prudent pour un débutant de placer le téléphone en A dans le circuit plaque du tube R et de ne l'introduire à la place qu'il occupe sur la figure qu'après avoir obtenu un bon réglage dans cette première position.

Un montage à une lampe à superréaction pour recevoir une onde de 450 mètres.

La figure 146 permet de réaliser un montage à une lampe avec superréaction, adaptée pour recevoir les longueurs d'onde de l'ordre de 450 mètres.

Le cadre de 1 mètre a 16 tours; la self du courant oscillant très haute fréquence est en fond de panier deux fois 28 spires; la self de réaction a deux fois 70 spires (fond de panier).

Les selfs du circuit à 10.000 périodes sont des galettes 1.500 tours de fil 3/10 diamètre moyen 6 centimètres.

Les condensateurs variables sont de $1/1000$. Aux bornes du téléphone on dispose un condensateur fixe de $5/1000$ pour permettre le libre passage de la fréquence 10.000.

Le réglage d'une lampe qui fait à la fois tant de fonctions est assez délicat.

Il faut s'assurer d'abord que la lampe peut osciller sur les deux fréquences, puis tâtonner pour concilier l'intensité de réception et sa qualité.

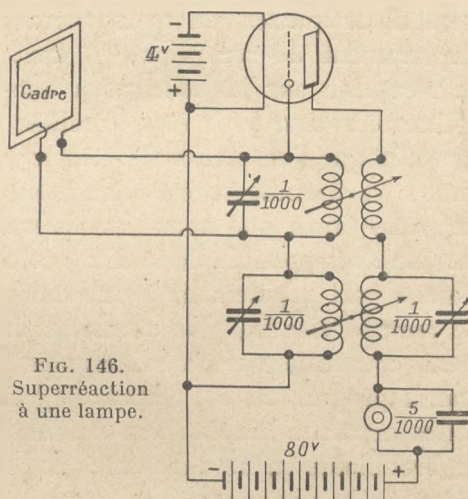


FIG. 146.
Superréaction
à une lampe.

Les ennemis de la réception radiotéléphonique. Brouilleurs. Parasites industriels et atmosphériques. Évanouissement ou Fading.

Lorsqu'on aura constitué avec soin un récepteur en appliquant soit l'amplification haute fréquence, soit le changement de fréquence, on se trouvera généralement, selon son emplacement de réception, en butte à certaines difficultés de réception sur laquelle nous allons dire quelques mots.

Une réception peut être brouillée par une émission autre que celle que l'on recherche. Le moyen simple de se garantir contre les brouilleurs est d'augmenter la sélectivité de son récepteur, ainsi que nous l'avons vu. Mais, outre qu'il n'est pas toujours possible de le faire, cette augmentation conduit d'autre part rapidement à une déformation de la réception. Le remède viendra plus sûrement dans une discipline librement consentie par les différentes stations émettrices. De grands progrès ont été réalisés déjà dans cette voie.

Les amateurs feront bien de contribuer à la lutte contre les brouilleurs en ne devenant pas eux-mêmes des émetteurs gênants. En aucun cas, par exemple, ils ne feront de réaction sur antenne; ils éviteront de rester accrochés. Ils n'emploieront de changement de fréquence sur antenne que par l'intermédiaire d'une lampe de couplage.

En dehors des signaux utiles arrivent au poste récepteur des signaux parasites indésirables; les uns sont dus aux appareils industriels : appareils médicaux, tubes à néon, tramways, etc. Les autres sont d'origine atmosphérique et particulièrement intenses par temps orageux. En ce qui concerne les premiers, on peut espérer que les constructeurs

trouveront des remèdes et voudront bien les appliquer.

Il n'existe malheureusement pour se protéger contre les seconds que des moyens d'atténuation, seulement partiellement efficaces et toujours fort complexes.

Enfin la réception des ondes de la gamme courte est gênée par le phénomène d'évanouissement ou fading. La réception subit de ce fait des variations des plus désagréables d'intensité dont il est intéressant de chercher à se préserver.

On attribue le phénomène d'évanouissement, toute variation de puissance et de réglage à l'émission et à la réception étant mise hors de cause, à certaines particularités de propagation dont nous allons dire quelques mots. Les ondes émises atteignent le récepteur de deux façons : 1° en se propageant le long de la surface de la terre; 2° après réflexion dans les régions supérieures de l'atmosphère

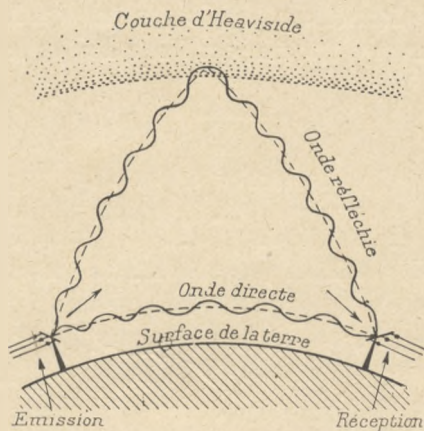


FIG. 147.

Tout poste de réception reçoit de l'émetteur une onde qui s'est propagée à la surface de la terre, et une onde qui lui parvient après réflexion sur la haute atmosphère, dont l'air raréfié serait ionisé par le soleil.

C'est aux variations relatives des intensités d'excitations fournies par ces deux ondes qu'on attribue le phénomène d'évanouissement ou fading.

Le jour, l'ionisation étant intense, le miroir (couche de Heaviside) absorberait beaucoup et réfléchirait conséquemment peu. Seule l'onde de surface agit; les ondes courtes, plus facilement absorbées, ont une portée relativement faible. *absorbant* la quantité d'énergie non réfléchie (fig. 147).

Le jour, l'ionisation étant intense, le miroir (couche de Heaviside) absorberait beaucoup et réfléchirait conséquemment peu. Seule l'onde de surface agit; les ondes courtes, plus facilement absorbées, ont une portée relativement faible.

Dès l'arrivée de la nuit, l'épaisseur de la couche d'Heaviside diminue, le miroir hertzien fonctionne mieux, l'onde

réfléchie arrive au récepteur et s'y combine avec l'onde directe. Mais les chemins parcourus par les deux ondes sont différents, et d'ailleurs facilement variables. On conçoit que les excitations dues aux deux ondes puissent être tantôt en accord, tantôt en opposition. D'où variation de force électromotrice dans l'aérien récepteur, et le phénomène d'évanouissement.

Combattre le phénomène en lui-même, en cherchant par exemple à éliminer l'une des ondes, conduit à un appareillage

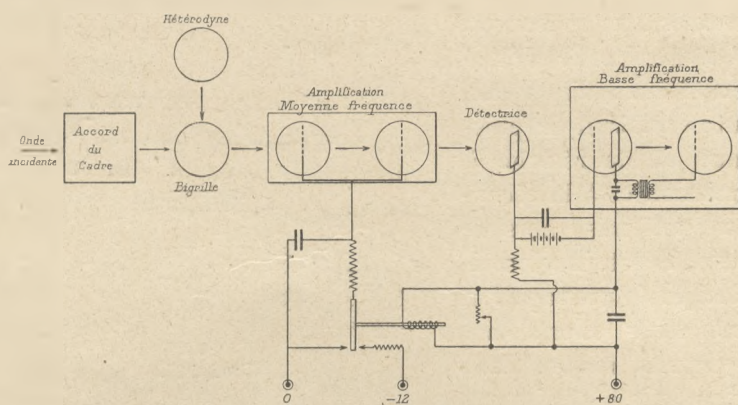


FIG. 148. — Schéma de principe du dispositif anti-fading.

On règle la sensibilité des lampes moyenne fréquence en agissant sur le potentiel moyen de grille. Pour cela on change la charge d'un condensateur, intercalé dans le circuit grille, au moyen d'un relais actionné par les variations de l'intensité moyenne du courant détecté.

complexe, et dont les résultats n'ont, à ce jour, été qu'approximatifs.

Plus facile est de prendre le résultat tel qu'il se manifeste et de régulariser l'intensité d'audition en rendant automatiquement solidaire l'amplification du récepteur de la force électromotrice dans l'aérien. C'est ce qu'a conçu et réalisé M. de Bellescize.

S'il est difficile de maintenir égal le niveau d'un cours d'eau en cherchant à régulariser les sources d'eau diverses qui l'alimentent, on peut en certains cas régulariser ce niveau par l'action de grands réservoirs dont l'ouverture de la vanne d'admission soit fonction de la hauteur d'eau dans le cours d'eau à régulariser.

Dans le cas qui nous occupe, et pour un récepteur à changement de fréquence, on met en série dans les circuits de grille des lampes moyenne fréquence, un condensateur dont l'état de charge fixe le potentiel de ces grilles. Or, cette charge peut varier par la mise en action d'une batterie de polarisation; celle-ci est mise en circuit ou hors circuit par un relais à cadre mobile parcouru par le courant détecté.

En fixant la sensibilité du système à l'aide du rhéostat de la figure 148, on maintient le relais, pour une valeur donnée du courant détecté, en équilibre sous les influences opposées d'un aimant permanent et d'un ressort antagoniste.

Lorsque l'équilibre du relais est réalisé, l'équipage demeure immobile entre ses contacts et la charge emmagasinée par le condensateur sert à fixer le potentiel des circuits de grille.

Cet équilibre se maintient parfois plusieurs minutes.

Supposons que, pour une cause quelconque, le courant plaque augmente. Le relais met en service la source auxiliaire et accroît la charge du condensateur, diminuant la sensibilité jusqu'à ce que l'équilibre se réalise de nouveau.

Ce dispositif assure une stabilité très appréciable des auditions que l'on peut écouter en excellent haut-parleur pendant des heures. Il supprime dans une large mesure les désagréments de l'évanouissement. Il permet de goûter les radio-concerts avec leurs nuances les plus délicates : on n'est plus obligé de « pousser » le haut-parleur jusqu'à déformer la voix et la musique pour avoir l'espérance de ne pas « perdre » l'émission. Les nuances de l'exécution, se traduisant à partir d'une valeur de courant porteur bien stable, gardent leur valeur relative et assurent l'intégrité de la reproduction.

Enregistrement des signaux.

Pour augmenter les vitesses de transmission des signaux et garder trace des messages, on établit des dispositifs permettant l'enregistrement automatique des signaux du code Morse qu'on peut déchiffrer ensuite sur la bande.

On pourra réaliser un tel dispositif en faisant suivre l'amplificateur ordinaire d'un amplificateur spécial dit « à très

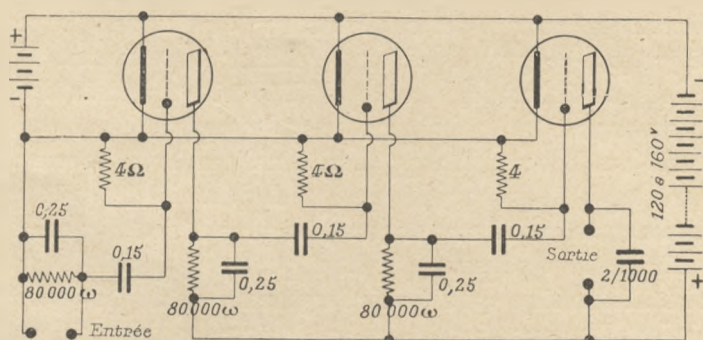


FIG. 149. — Amplificateur très basse fréquer.ce.

basse fréquence ». Cet amplificateur, dont nous donnons le schéma (fig. 149) est en somme un amplificateur à résistances, mais il présente les particularités suivantes : les deux bornes d'entrée sont réunies à une résistance de 80.000 ω shuntée par un condensateur de $\frac{0,25}{1.000}$ microfarad ; toutes les résistances de 80.000 ω sont également shuntées par une capacité de $\frac{0,25}{1.000}$ microfarad, les capacités de liaison sont de $\frac{0,15}{1.000}$ microfarad et aux bornes de sortie est relié un condensateur

de 2/1000 microfarad. Le dernier étage comprend 3 lampes en parallèle. La tension plaque est comprise au minimum entre 120 et 160 volts. Les bornes de sortie sont reliées à un relais inscripteur du type Morse dont nous donnons un croquis qui en fera comprendre le fonctionnement. Le Morse employé en télégraphie avec fil nécessite pour son fonc-

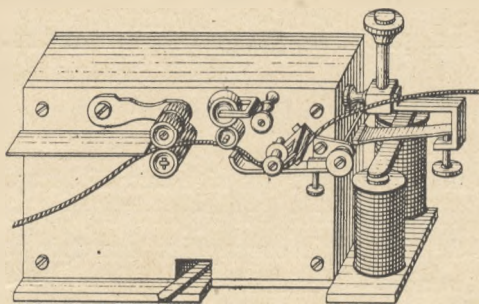


FIG. 150.

tionnement un courant de 12 milliampères. Il y a intérêt dans le cas de la télégraphie sans fil à remplacer la bobine de l'électro-aimant par une bobine de 4.000 ohms, le courant nécessaire au fonctionnement du Morse n'est plus dans ces conditions que de 2 milliampères.

Récemment d'autres codes ont été employés pour accélérer encore la vitesse de transmission (code Baudot). La grande vitesse de transmission ne permet plus la lecture au son. Il faut faire nécessairement appel à l'enregistrement. Parfois les signaux sont automatiquement répétés plusieurs fois à certains intervalles de temps pour se prémunir de l'effet des parasites atmosphériques (Baudot-Verdan).

La phototélégraphie d'amateurs.

Si l'on peut enregistrer les signaux télégraphiques, il est maintenant possible, avec des appareils peu compliqués, de recevoir des dessins et photographies transmis par les stations émettrices de radio-diffusion.

Nous décrivons ici sommairement le mécanisme de la

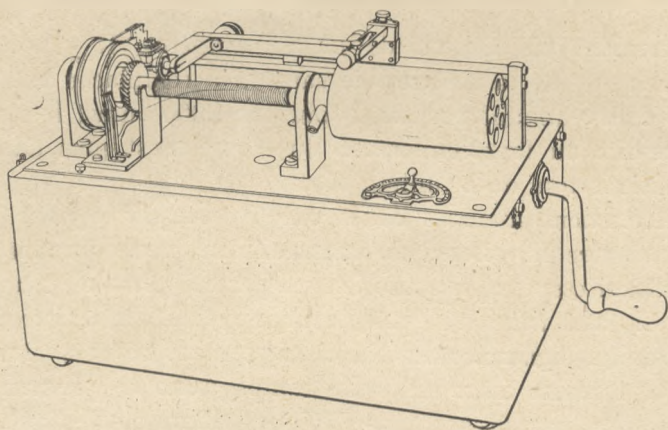


FIG. 151. — Sférographe, S. F. radio-électrique.

phototélégraphie, en commençant par le « sférographe » dont le principe est extrêmement simple.

Du côté de la transmission, l'appareil se compose d'un tambour tournant à vitesse constante et revêtu d'une enveloppe métallique comportant la reproduction photographique en matière isolante. Un dessin par exemple, en trait noir sur fond blanc, apparaît sur l'enveloppe métallique

comme formé d'une surface conductrice traversée de lignes ou surfaces isolantes.

Sur cette enveloppe vient s'appuyer une aiguille exploratrice métallique qui va se trouver ainsi tantôt en contact avec le métal ou tantôt isolé de lui. Le cylindre est muni d'un lent mouvement de translation de sorte que l'aiguille explore toute l'étendue du dessin à transmettre.

On peut donc traduire le dessin électriquement par des

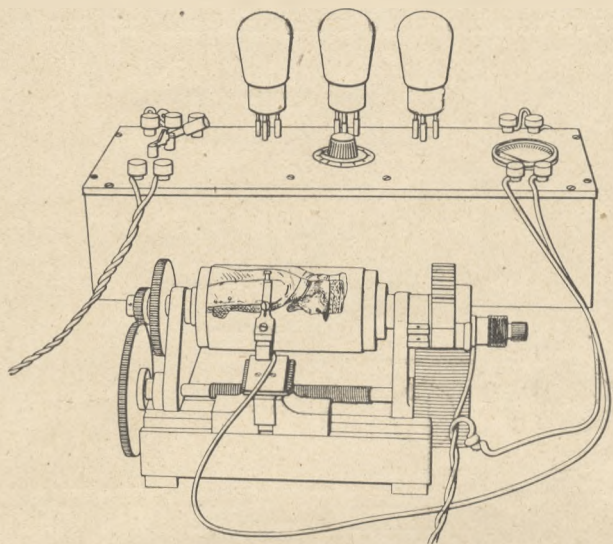


FIG. 152. — Bèlinographe.

séries de contacts ou d'ouverture de courant dont on se servira pour moduler la station émettrice.

Du côté de la réception, l'amateur utilisera un tambour similaire tournant et se déplaçant le long de son axe exactement à la même vitesse que l'appareil d'émission. Le cylindre est recouvert d'un papier spécial imprégné d'une solution qui se décompose sous l'action du courant. Une pointe exploratrice parcourt le papier et reproduit le dessin transmis. La solution peut être au ferrocyanure de potassium (images bleu de prusse) ou à l'iodure de potassium (images marron).

La condition essentielle d'une bonne transmission est l'établissement d'une vitesse rigoureusement égale des deux

tambours émetteur et récepteur. Pour réaliser ce synchronisme, on règle le cylindre de réception, mu par un mouvement d'horlogerie, à une vitesse un peu supérieure à celle du tambour émetteur. Le cylindre de réception porte un cran dans lequel s'engage un cliquet; celui-ci est soulevé et libère le cylindre par l'action d'un électro-aimant soumis à l'action du courant reçu, mais ne s'actionnant que pour un signal d'une intensité donnée, supérieure à celle des signaux de transmission du dessin : un tel signal est envoyé à la fin de chaque révolution du tambour émetteur par la station

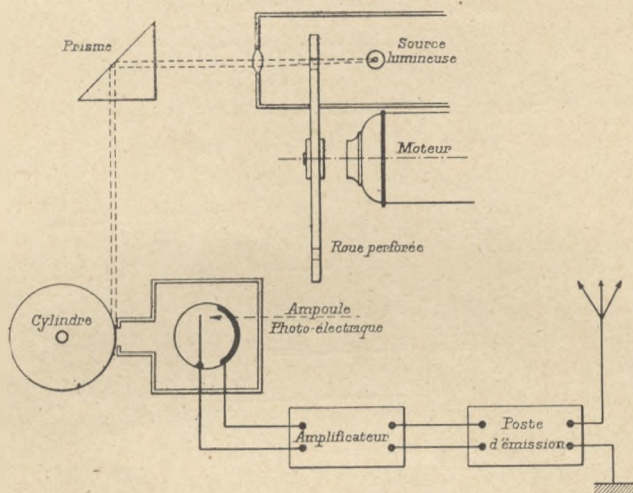


FIG. 153. — Schéma général de montage du système Belin utilisé pour la transmission à distance des photographies.

émettrice. Une régularisation s'opère ainsi analogue à celle qu'on réalise dans les appareils télégraphiques Baudot.

Un perfectionnement dans la constitution des enveloppes photogravées à l'émission a permis la reproduction des demi-teintes sans complication à la réception.

Le reproducteur peut fonctionner sur tout poste donnant du haut-parleur moyen. Si l'on a construit un amplificateur très basse fréquence, on n'aura qu'à brancher l'appareil aux bornes de sortie par l'intermédiaire d'un transformateur.

Le procédé dû à M. Édouard Belin emploie à la transmission un procédé très différent. Une puissante source de

lumière envoie ses rayons directement sur la photographie enroulée sur le tambour d'émission. La lumière est réfléchi plus ou moins fortement sur une cellule photoélectrique, qui a la propriété d'engendrer un courant variable en fonction de l'intensité lumineuse d'excitation. Une amplification convenable permet d'obtenir des courants assez intenses pour moduler la station émettrice.

Le récepteur bélinographe d'amateur est assez analogue au système précédent. Dans les secteurs interconnectés avec la station transmettrice, la synchronisation peut se faire par l'emploi d'un moteur électrique synchronisé.

Les pannes dans les postes de T. S. F.

Les postes de T. S. F. même bien établis ne sont pas toujours exempts de pannes; il est intéressant de pouvoir y remédier aussi rapidement que possible. Pour ce faire, il faut procéder avec beaucoup de méthode en vérifiant successivement chaque circuit et chaque organe dans un circuit.

On possède généralement pour s'aider dans les recherches deux auxiliaires précieux, ce sont le casque et le voltmètre 6 — 60. Encore faut-il être assuré que ces deux organes fonctionnent bien.

Pour le voltmètre rien de plus simple; en le branchant aux bornes d'une source quelconque, il doit dévier en indiquant correctement la tension de cette source.

Pour le casque, on le branche aux bornes de la batterie de 4 volts, on doit entendre un toc dans les écouteurs; si l'on n'entend rien, il faut court-circuiter un écouteur et si l'on entend alors, c'est que l'écouteur court-circuité est mauvais; si l'on n'entend toujours rien on recommence la même expérience sur l'autre écouteur. Si l'on n'obtient pas encore de résultat il faut changer le cordon.

Si l'on n'a qu'un poste à galène et qu'on ne dispose pas de batterie de 4 volts, on peut s'assurer du fonctionnement du casque en touchant avec une extrémité du cordon un point de la canalisation électrique de lumière, si le casque est en bon état, on entend un léger bourdonnement aux écouteurs.

Une fois qu'on s'est ainsi assuré du bon fonctionnement du casque et du voltmètre, on peut procéder à une recherche méthodique des pannes. Avant tout il faut vérifier que le montage est correctement exécuté en suivant connexion par connexion sur un schéma; bien s'assurer en particulier que

les batteries sont placées dans le bon sens de polarité. Si malgré toutes ces précautions le poste ne donne pas satisfaction, nous allons voir comment il faut s'y prendre pour le mettre au point.

Distinguons d'abord deux sortes de pannes :

1^o Le poste ne fonctionne pas du tout, on n'entend aucune émission ;

2^o Le poste fonctionne, on entend bien les émissions mais le fonctionnement est instable.

Nous allons, sur un montage usuel, expliquer la méthode pour rechercher la cause du mal dans les deux catégories de pannes.

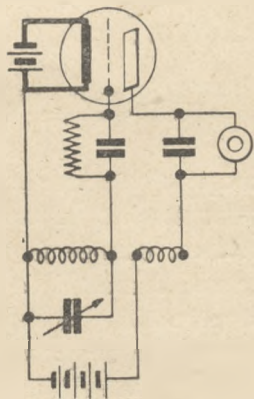
Signalons, en passant, qu'un poste à galène, si le montage est correct et si le casque est bon, ne présente que deux causes de pannes, la galène, et le condensateur qui shunte le casque.

Nous avons vu comment on peut essayer un condensateur, lors de l'explication de sa construction.

Pour la galène, si l'on n'arrive pas à trouver de point sensible on peut la briser et rechercher un point sur une des nouvelles faces, ou essayer de la sensibiliser. Il faut également examiner la pointe qui doit être très aiguë.

Mais les pannes des postes à galène sont peu fréquentes à cause du petit nombre d'organes qui entrent en jeu ; dans les postes à lampes, au contraire, de multiples causes peuvent entraver le fonctionnement.

Examinons à titre d'exemple le cas d'un poste à une lampes et supposons qu'on n'entende aucune émission.



a) CIRCUIT DE CHAUFFAGE

FIG. 154 a. — Pannes : circuit de chauffage.

On vérifiera que la tension de la batterie est suffisante, la lampe étant allumée ; si la lampe ne s'allume pas on vérifiera les broches, on changera la lampe, enfin on regardera avec soin tous les contacts dans ce circuit (fig. 154 a).

b) CIRCUIT FILAMENT-PLAQUE

La lampe étant allumée, on enlève la connexion grille et on relie cette dernière à un pôle de la batterie de chauffage. Si l'on ferme alors le circuit plaque on doit entendre un toc au téléphone, et, si l'on frappe sur la lampe un léger son de cloche. Si l'on n'entend pas de toc, le circuit est coupé quelque part, ou bien la batterie haute tension ne donne plus rien, la vérifier au voltmètre (fig. 154 b).

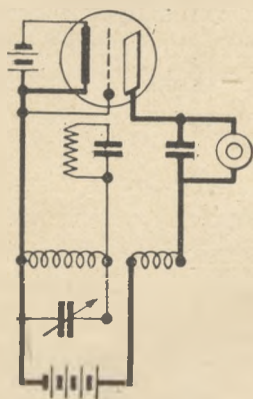


FIG. 154 b. — Pannes :
circuit de plaque.

c) CIRCUIT FILAMENT-GRILLE

Si l'on n'a rien trouvé d'anormal jusqu'à présent, il faut étudier le circuit filament grille et pour cela rétablir normalement la connexion grille. Si l'on entend un sifflement ou un bourdonnement continu au téléphone, c'est que le circuit est

coupé : vérifier la self en la mettant en série avec le voltmètre et en branchant aux bornes d'une source : si la self est coupée le voltmètre ne dévie pas ; vérifier la résistance, comme il a été indiqué lors de l'explication de sa construction, la changer au besoin.

Essayer de provoquer les oscillations en resserrant le couplage de la self de réaction : au moment de l'accrochage on doit entendre un très léger toc au téléphone ; si l'on n'accroche pas, intervertir les connexions à la self, si l'on n'accroche pas encore, essayer d'autres selfs de réaction.

Supposons maintenant qu'on entende bien les émissions, mais que le fonctionnement du poste ne soit pas stable.

Trois phénomènes principaux peuvent se produire :

a) Il y a des accrochages et des décrochages brusques. Vérifier les batteries et les contacts des circuits de chauffage et de plaque.

b) On entend au téléphone un sifflement continu.

En dehors des cas que nous avons étudiés en parlant des accrochages intempestifs dans les amplificateurs, ces sifflements peuvent être dus à la mauvaise qualité de la résistance de détection (4 mégohms).

c) On entend au téléphone de violents craquements à des intervalles de temps irréguliers.

Débrancher l'antenne, si les craquements cessent c'est que l'antenne est mal isolée ou qu'il y a une soudure mal faite, si les craquements subsistent, mais avec une intensité infiniment plus faible, c'est qu'on se trouve en présence de parasites atmosphériques.

Si les craquements subsistent aussi forts, brancher le casque aux bornes de chaque élément de la batterie de 80 volts, si c'est un élément qui est mauvais, on entendra des craquements analogues quand le casque sera branché à ses bornes. Enfin, si la batterie est bonne, remuer la table sur laquelle se trouve le poste, si la fréquence des craquements suit celle des mouvements de la table, c'est un mauvais contact, vraisemblablement dans le circuit filament plaque, vérifier alors tous les contacts.

Si le poste comprend plusieurs lampes, on procédera ainsi pour chaque lampe; les recherches seront du reste assez rapides, les batteries et plusieurs parties des circuits étant communes à toutes les lampes.

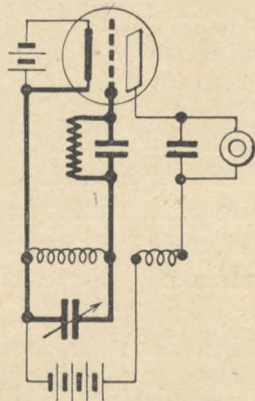


FIG. 154 c. — Pannes : circuit de grille.

Construction d'un ondemètre et ses applications.

Un ondemètre est un appareil qui sert, comme son nom l'indique, à mesurer les longueurs d'onde. On peut avoir à faire cette mesure dans deux cas.

Premier cas : on met du courant haute fréquence dans une antenne. Quelle est la longueur d'onde du poste d'émission dont on dispose?

Deuxième cas : on reçoit une émission pour un réglage déterminé du poste de réception. Quelle est la longueur d'onde du circuit de réception, et par conséquent celle du poste d'émission?

Voyons comment on peut réaliser un appareil nous permettant de faire ces mesures.

Formons un circuit oscillant constitué par une self L fixe

et un condensateur variable C .

A chaque valeur du condensateur C correspond une longueur d'onde du circuit oscillant LC qu'on peut inscrire sur le cadran du condensateur. Dans

le circuit oscillant nous intercalons une petite ampoule de lampe de poche et aux bornes de la self le circuit d'un vibrateur (analogue à celui que nous avons déjà décrit) avec pile et interrupteur.

Première mesure : si nous approchons cet appareil de la

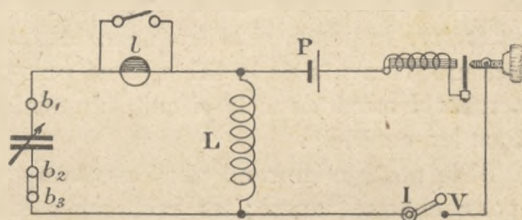


FIG. 155.

self d'un poste émetteur mettant du courant haute fréquence dans son antenne, une force électromotrice prend naissance aux bornes de la self L : très faible en général, elle devient importante quand le circuit oscillant LC est exactement accordé sur le circuit du poste d'émission. C'est là le phénomène connu sous le nom de « résonance ». Le courant dans le circuit LC est alors suffisant pour faire briller le filament de l'ampoule I . Si le condensateur C est gradué en longueurs d'onde, on lit à ce moment sur son cadran la longueur d'onde du poste émetteur.

Deuxième mesure : remplaçons la lampe I par une barette de court-circuit; fermons par l'interrupteur I le circuit du vibreur. Le courant variable de ce circuit traverse la self L et excite le circuit oscillant LC qui vibre à la manière d'un petit émetteur. Si l'on approche l'ondemètre d'un poste de réception, on entend dans le casque le son du vibreur à la condition que le circuit de l'ondemètre soit accordé sur le circuit de réception. Il suffit donc pour un réglage déterminé d'amener le circuit de l'ondemètre à être en résonance avec le circuit de réception. A ce moment on entend au maximum la note du vibreur et la longueur d'onde cherchée est celle qu'on lit sur le cadran.

DIFFICULTÉS RENCONTRÉES DANS LA CONSTRUCTION PRATIQUE

Malgré sa simplicité apparente, l'ondemètre est un appareil délicat et difficile à réaliser; les deux principales difficultés pour un amateur sont :

- 1° La construction du circuit oscillant;
- 2° L'étalonnage de l'appareil.

CONSTRUCTION DU CIRCUIT OSCILLANT

On prend un condensateur variable de $1/1000$ de microfarad portant une graduation claire. On le choisit de constitution

robuste au point de vue de la construction mécanique, lames épaisses, paliers particulièrement soignés. Il faudra d'autre part que la résistance en haute fréquence soit la plus faible possible, l'isolement soigné entre les armatures : proscrire tout condensateur dont l'isolement entre l'armature fixe et l'armature mobile est constitué uniquement par une rondelle plus ou moins épaisse.

On construit ensuite une série de selfs capables de couvrir la gamme pour laquelle on désire se servir de l'appareil.

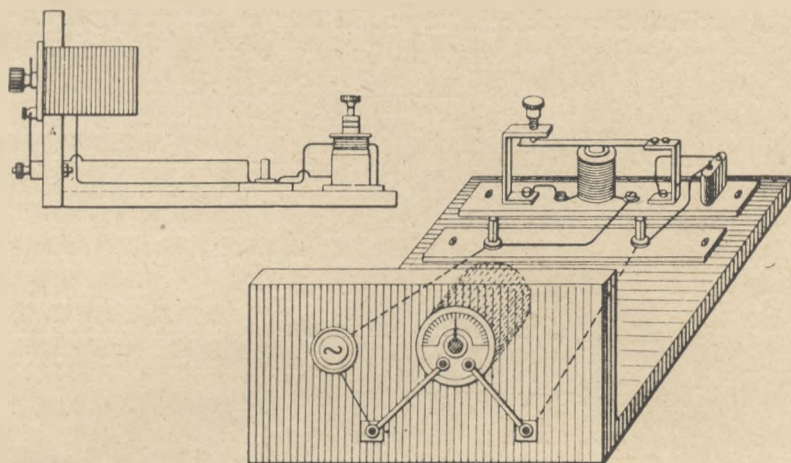


Fig. 156. — Réalisation simple d'un ondemètre.

Nous avons donné une série numérotée de nids d'abeille couvrant avec un condensateur de 1/1000 la gamme 300 — 40.000 mètres. Voici les valeurs constructives de deux autres selfs destinées à couvrir la gamme 100 à 600 mètres.

Première self : gamme 100 à 300 mètres :

Carcasse cylindrique de 10 centimètres de diamètre, longueur d'enroulement 2 cm. 5, 11 spires de fil d'au moins 6/10 de millimètre ou mieux de fil divisé.

Comme on le voit ces spires ne sont pas forcément jointives; on fera en sorte que la longueur de l'enroulement soit de 2 cm. 5, quel que soit le fil employé.

Deuxième self : gamme 200 — 600 mètres :

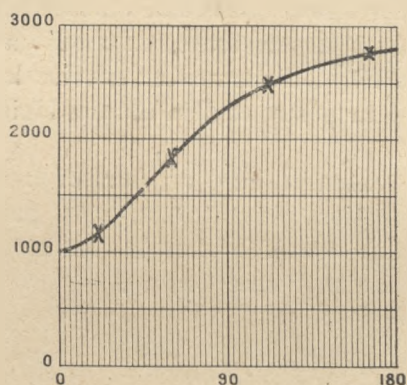
Carcasse cylindrique de 10 centimètres de diamètre, longueur d'enroulement 5 centimètres, 30 spires.

Mêmes remarques que pour la précédente. Toutes ces selfs sont soigneusement montées sur les supports que nous avons déjà décrits. Elles viennent se fixer sur deux broches femelles reliées aux bornes du condensateur variable, d'une part, et au circuit du vibreur d'autre part.

ÉTALONNAGE DE L'APPAREIL

L'étalonnage d'un ondemètre en valeur absolue ne peut se faire que dans un laboratoire où l'on dispose d'appareils nécessaires à l'application de méthodes délicates. Mais on peut pratiquement étalonner un ondemètre d'après les émissions de postes de longueurs d'onde connues.

On reçoit un poste, la tour F. L. par exemple sur l'onde



[FIG. 157. — Étalonnage de l'ondemètre.

de 2.600 mètres, on se règle avec un poste autodyne, à l'extinction des battements, on procède alors comme nous l'avons expliqué et l'on constate, par exemple, qu'avec le nid d'abeille n° 5 on accorde l'ondemètre pour 30° du condensateur.

Il suffit de noter ainsi trois ou quatre points par nids d'abeille pour avoir, pour chacun d'eux, une courbe d'étalonnage suffisamment précise.

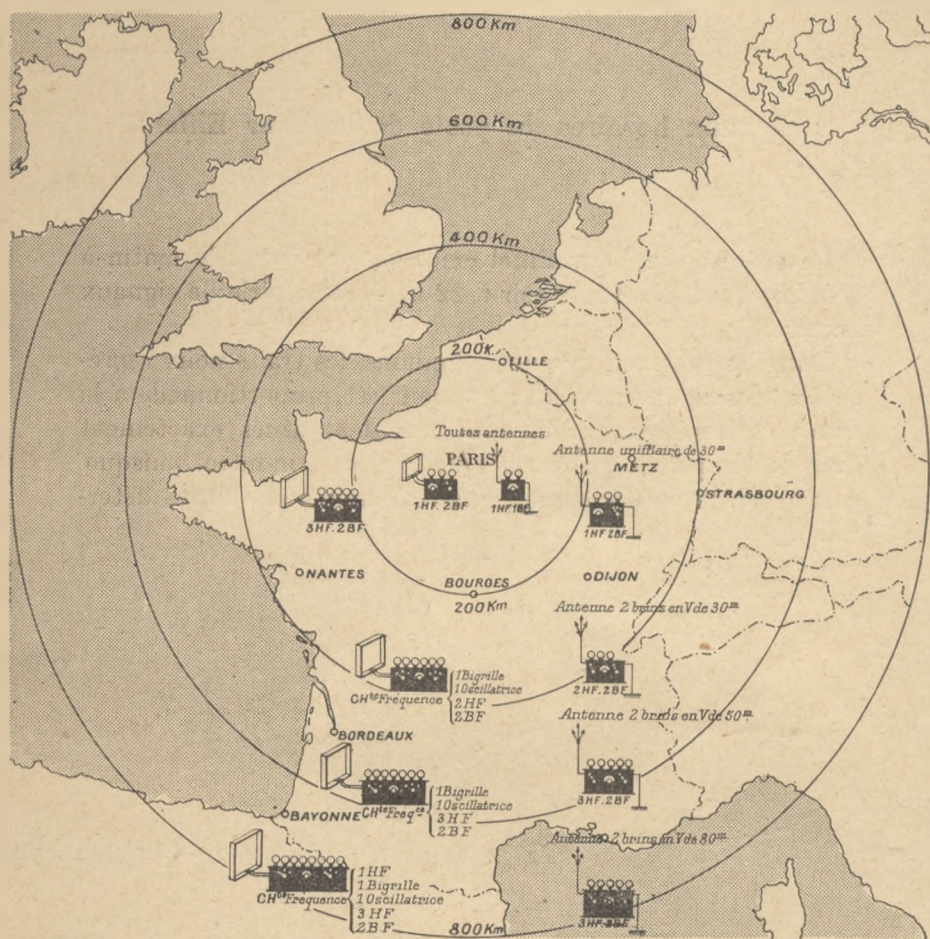
Certains postes envoient aussi à dates fixes des ondes étalonnées.

Conseils sur l'établissement d'un poste.

Nous donnons ci-après une carte sommaire sur laquelle sont représentés des cercles renfermant tous les points situés à moins de 200, 400, 600, 800 kilomètres de Paris. Sur chacun des cercles on a représenté un poste qui, pour la distance considérée et avec l'antenne ou le cadre indiqués est capable de donner une réception en haut-parleur des postes parisiens à grande longueur d'onde dans leur état actuel.

Il sera loisible à nos lecteurs, en appliquant les conseils donnés dans ce livre, d'augmenter ensuite la sensibilité ou la puissance de leur poste, et d'en étudier logiquement l'amélioration.

Il doit être entendu que, au fur et à mesure où l'on s'éloigne, la réception, devant être plus poussée, est progressivement plus troublée par le fonds de parasites et tend à être de moins bonne qualité.

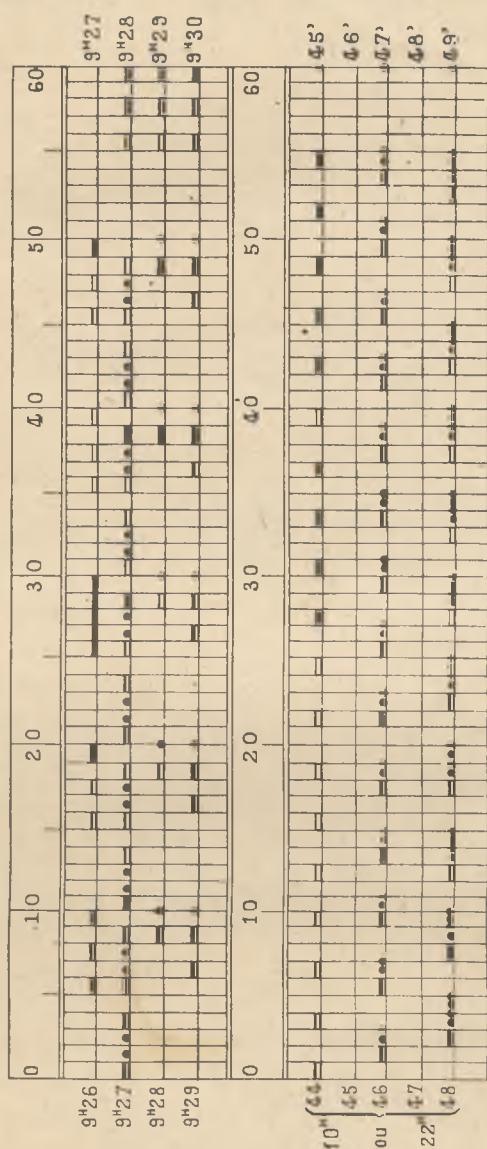


Carte schématique pour guider dans le choix d'un récepteur.

Signaux horaires du poste de la Tour Eiffel.

Le poste de la Tour Eiffel émet chaque jour : le matin à 9 h. 26 et à 10 h. 44, le soir à 22 h. 44, une série de signaux horaires.

Dans les tableaux que nous donnons, les traits noirs représentent les signaux, et leur longueur est proportionnelle à la durée de ces signaux. Ils sont, de plus, situés exactement dans le temps, ce qui permet de régler sa montre, puisque, comme on le voit, chaque signal est émis à un temps déterminé.



Signaux horaires du poste de la Tour Eiffel.

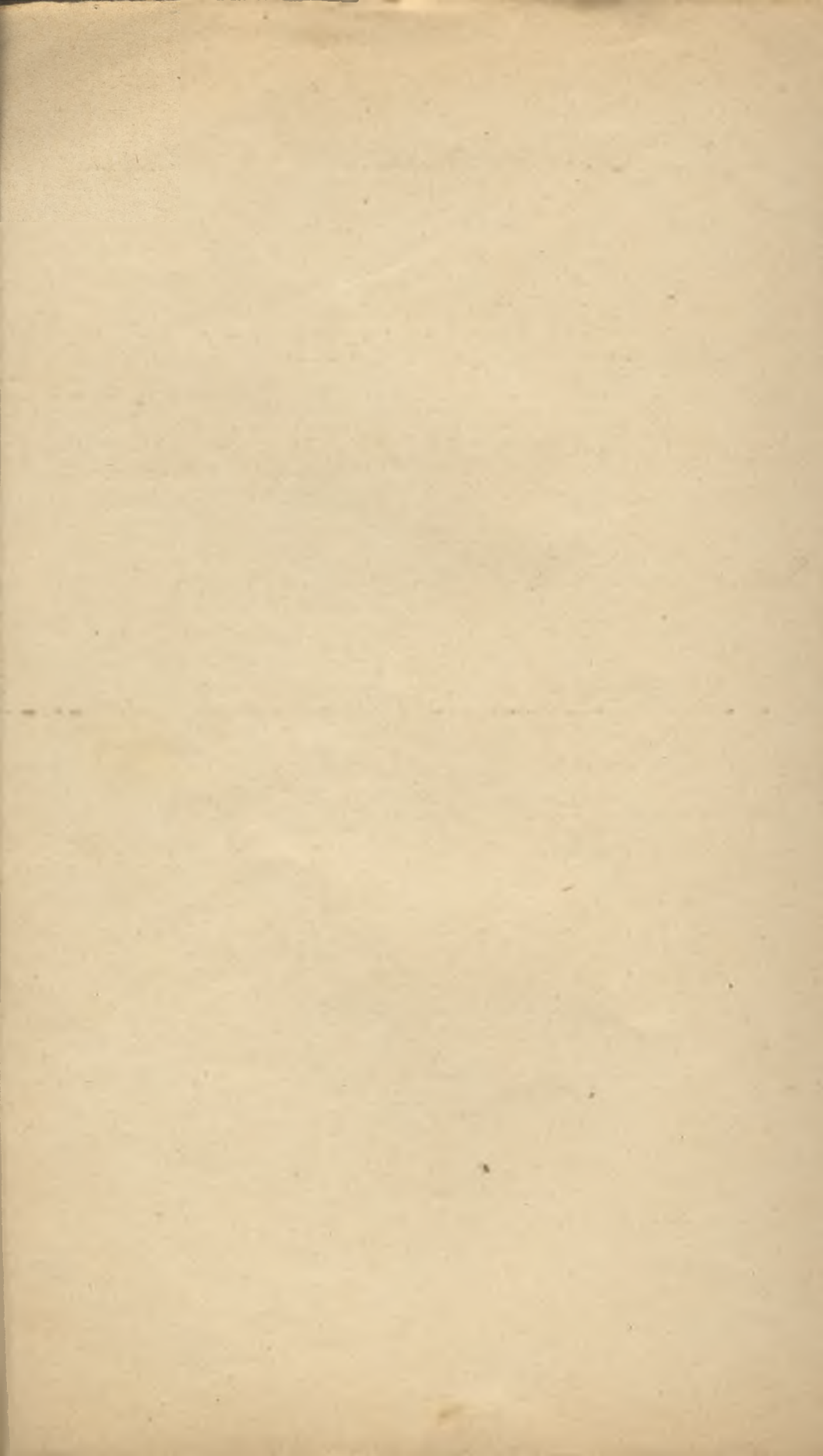


TABLE DES MATIÈRES

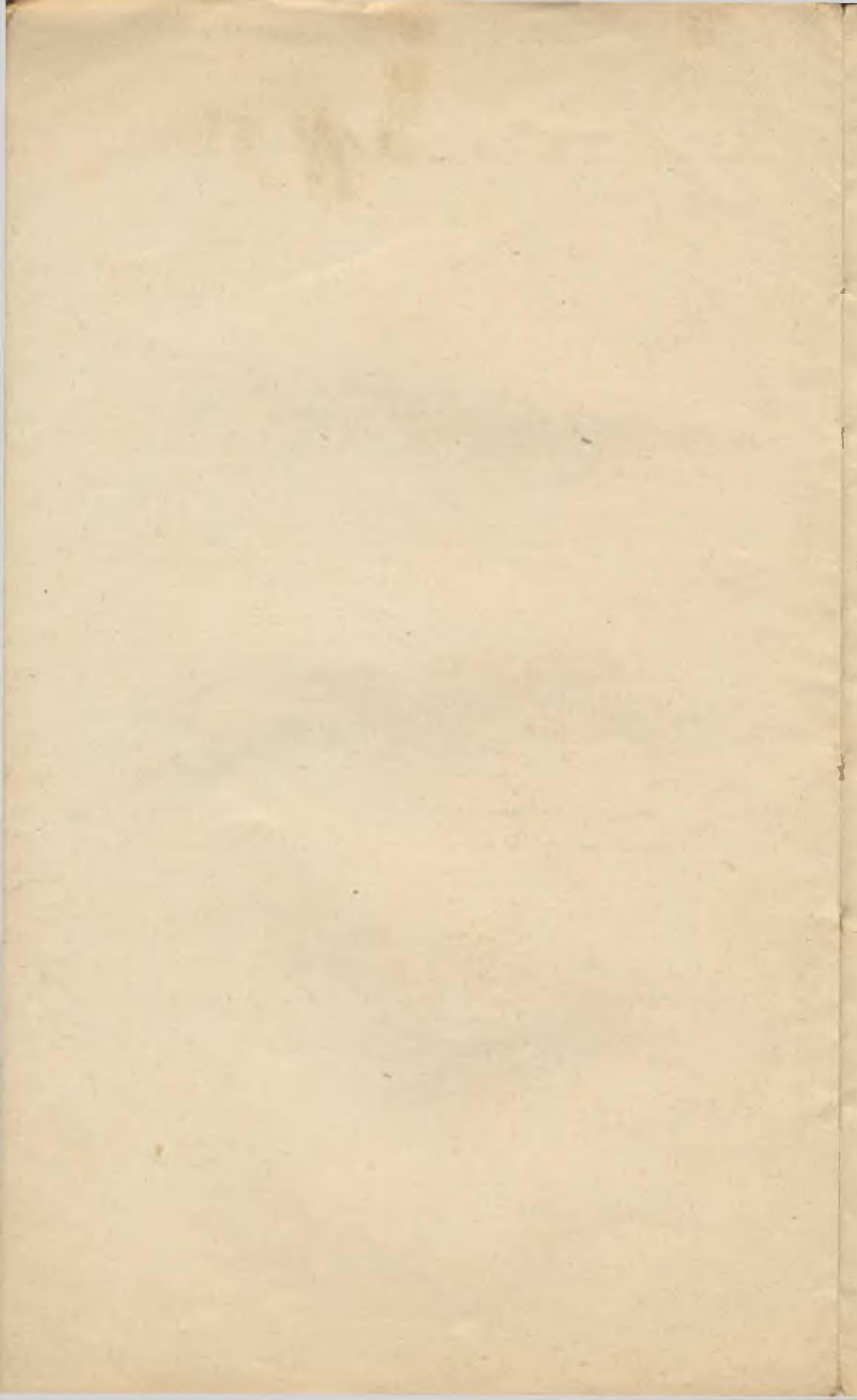


Table des Matières

Pour recevoir la téléphonie sans fil il faut construire un organe sensible à l'action des ondes électriques.....	7
Comment on arrive à faire agir les ondes hertziennes sur un récepteur téléphonique.....	9
Pour recueillir les ondes, il faut construire une antenne.....	12
Comment on accorde une antenne.....	14
Comment constituer la prise de terre.....	17
Comment on détecte les ondes avec la galène.....	20
Choix d'un montage sur galène.....	22
Le meilleur montage sur galène.....	24
Pour construire son poste à galène.....	26
Comment on peut construire les capacités fixes.....	27
Comment on peut construire les bobines de self.....	29
Comment constituer un jeu de fonds de panier et de nids d'abeille.	36
Comment construire un appareil pratique pour pouvoir disposer facilement les selfs et pour les interchanger rapidement....	41
Précautions à prendre pour le choix des condensateurs.....	46
Pour construire soi-même un condensateur variable.....	48
Comment on peut construire une antenne dans un espace réduit.	49
Comment on peut recevoir sur cadre.....	51
Comment on peut employer une canalisation électrique comme antenne.....	54
Pour recevoir à plus longue distance il est nécessaire d'amplifier.	56
Qu'est-ce qu'une lampe à trois électrodes.....	58
Pour se rendre compte facilement des propriétés amplificatrices d'une lampe.....	62
Pour monter une lampe en amplificatrice basse fréquence derrière la galène.....	64
Pour amplifier haute fréquence avant la galène.....	65
Une lampe haute fréquence, une détection à galène, une lampe basse fréquence.....	66
Pour employer la lampe comme détectrice.....	68
Quel est le meilleur emploi d'une seule lampe à trois électrodes.	72
Montages à une lampe.....	75
Comment construire pratiquement un poste à une lampe.....	80

Pour amplifier basse fréquence derrière une lampe détectrice.	83
Comment construire soi-même les transformateurs basse fréquence.....	86
Pour s'assurer une réception de haute qualité.....	89
Pour amplifier les courants haute fréquence avant la détection.	93
Comment construire soi-même les capacités et les résistances des amplificateurs.....	96
Réalisation d'un poste à quatre lampes pour la réception de la téléphonie sans fil à grande distance.....	100
Pour empêcher les amplificateurs de siffler.....	103
Le rendement de l'amplificateur à résistance diminue aux petites longueurs d'ondes. L'amplificateur à transformateurs.....	107
Construction pratique des transformateurs à haute fréquence.	110
Perfectionnements aux amplificateurs haute fréquence à transformateurs : accord des enroulements secondaires, stabilisation, neutrodyne, écrans.....	112
Pour alimenter les postes à lampes.....	118
Charge des accumulateurs par courant alternatif.....	121
Pour alimenter un poste à lampe directement sur le secteur.	125
Pour alimenter les postes à lampes sur courant alternatif.....	127
La réception en haut-parleur.....	131
Comment on peut construire économiquement un bon haut-parleur de puissance moyenne.....	135
Comment on reçoit la télégraphie sans fil.....	137
Il existe un deuxième procédé de réception des ondes entretenues : la réception par modulation.....	143
Réception de la téléphonie par changement de fréquence (superhétérodyne).....	145
Réception des ondes courtes (utilisation d'un montage à lampes symétriques).....	150
Un curieux montage à lampes symétriques : le multivibrateur..	152
Un procédé ingénieux pour recevoir les ondes courtes : la super-réaction.....	154
Un exemple de montage préconisé par M. Armstrong.....	157
Un montage à une lampe de superréaction pour recevoir une onde de 450 mètres.....	159
Les ennemis de la réception radiotéléphonique : brouilleurs, parasites industriels et atmosphériques, évanouissement ou fading.....	160
Enregistrement des signaux.....	164
La phototélégraphie d'amateurs.....	166
Les pannes dans les postes de T. S. F.....	170
Construction d'un ondemètre et ses applications.....	174
Conseils sur l'établissement d'un poste.....	178
Signaux horaires du poste de la Tour Eiffel.....	180

Paris. — Imp. PAUL DUPONT (Cl.). — 1.7.1929.

ALBIN MICHEL, ÉDITEUR

22, rue Huyghens, 22, PARIS

HENRY BARBY

T. S. F.

Conseils pratiques de Radiophonie.

1 vol. 252 pages, 107 figures, *broché*..... 10 fr.

Postes récepteurs modernes.

1 vol. 400 pages et 196 figures, *broché*..... 15 fr.

J. BRUN

Inspecteur du Service radiotélégraphique aux Postes et Télégraphes

Manuel de Radiotélégraphie appliquée.

1 vol. de 830 pages et 563 figures, *broché*..... 90 fr.

Téléphonie à grande distance.

1 vol. de 232 pages et 85 figures, *broché*..... 15 fr.

Téléphonie sans fil générale et privée.

1 vol. de 176 pages, 117 figures, *broché*..... 15 fr.

Les circuits de réception d'Amateurs.

1 vol. 64 pages, 124 schémas, *broché*..... 4,50

T. S. F. et Téléphonie Sans Fil chez soi.

1 vol. *broché*..... 3,50

Précis de Réglementation et d'Exploitation radiotélégraphique.

1 vol. *broché*..... 60 fr.

L. ROBERT

Ingénieur I. E. G.

Traité de Télégraphie Sans Fil.

2 vol. ensemble 590 pages et 488 figures, *brochés*..... 40 fr.