

43

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 17 - 23 decembre 1965 - le numéro 1,60 F.

SUISSE 1,70 FS
BELGIQUE 23 FB
MAROC 1,85 Dh

ALGERIE 1,80 FA
TUNISIE 180 M
ALLEMAGNE 1,80 DM

GRANDE - BRETAGNE 3,5 sh
CANADA 50 cts
U.S.A. 50 cts

voire Carrière

revue hebdomadaire

DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS: Editions CHIRON - 40, rue de Seine
Tél. 633.18-93 - Paris (6^e) - C.C.P. 53-35.



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

Le Directeur: Georges Giniaux
Secrétaire de rédaction: J. Lavergne

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.

France - 1 an (52 numéros) = 70 F;
6 mois (26 numéros) = 38 F. -
Etranger - 1 an = 90 F - Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire la somme de 1,20 F par numéro.

S'adresser aux Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris - C.C.P. 53-35.

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire (1,30 F).

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse.

S'adresser: Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris.

PUBLICITE

PUBLEDITEC - 13, Rue C. Lecocq
Tél. 250.88-04 et 88-05 - Paris, 15^e.

Cette Revue sera contrôlée par l' O. J. D.

DISTRIBUTION

Nouvelles Messageries de la Presse
Parisienne - 11, Rue Réamur - Paris.

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 4^e trim. '65
Périodique N. 42 905 à la Commission Paritaire de la Presse.

Tous droits de reproduction, même partielle, réservés pour tous pays.

Sommaire

★ Courrier technique	page 2
★ Air France à l'âge de l'électronique	» 3
★ Informations	» 4
★ Les Emetteurs	» 5
★ Manipulation et Modulation des Emetteurs	» 14
★ Questions sur les 127 ^{ème} et 128 ^{ème} leçons	» 23
★ Réponses aux questions de numéro précédent	» 23
★ Abréviations utilisées dans le trafic radiotéléphonique et radiotélégraphique	» 24
★ Préfixes de Nationalité des stations d'Emission Professionnelle	» 27
★ Caractères télégraphiques de l'Alphabet Morse	» 28
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 29

Courrier technique

M. G.D. - Tours - nous demande des renseignements au sujet de l'amplificateur BF de 20 W modulés paru dans le n° 37.

Les dimensions du transformateur de sortie devant équiper l'amplificateur décrit dans le n° 37 de « Votre Carrière » n'ont rien d'extraordinaire. Un transformateur de sortie de haute qualité et, qui plus est, de puissance élevée, est nécessairement encombrant (voir à ce sujet, le paragraphe « Transformateur de sortie » de la leçon n° 39, pages 917 et 918).

Un étudiant nous signale un errata à la page 623 n° 26.

1^o) Vous avez raison: les tables de logarithmes donnent:

$$\log 166 = 2,22$$

Donc, le nombre de décibels correspondants est:

$$\begin{aligned} \text{NdB} &= 10 \log 166 \\ &= 10 \times 2,22 \\ &= 22,2 \text{ dB} \end{aligned}$$

et non pas: 38,2.

On peut trouver ce résultat de la façon suivante:

$$166 = 1,66 \times 100$$

Donc, en vertu des propriétés des logarithmes:

$$\begin{aligned} \log 166 &= \log 1,66 + \log 100 \\ \text{avec } \log 1,66 &= 0,22 \\ \log 100 &= 2 \end{aligned}$$

D'où: $\log 166 = 2 + 0,22 = 2,22$

$$\begin{aligned} \text{et NdB} &= 10 \log 166 \\ &= 22,2 \text{ dB} \end{aligned}$$

2^o) Nous en profitons pour signaler: page 620 (en bas de la 1^{ère} colonne et en haut de la seconde colonne), lire: « L'expérience montre que pour obtenir de notre oreille une sensation de puissance acoustique deux fois plus forte, la puissance effective de l'amplificateur doit être 100 fois plus forte (et non pas 10 fois). En effet, ce qui équivaut à $\text{NdB} = 10 \log 100 = 20 \text{ dB}$, la sensibilité de l'oreille est proportionnelle au logarithme de l'excitation de $\log 100 = 2$ ».

De même, pour que l'oreille perçoive une sensation 3 fois plus forte, la puissance doit être 1 000 fois plus grande (et non pas 100 fois) puisque:

$$\log 1 000 = 3$$

ce qui équivaut à: $\text{NdB} = 10 \log 1 000 = 30 \text{ dB}$.

Inversement, pour que l'oreille perçoive une sensation 2 fois moins forte, il faut que la puissance soit divisée par 100.

Ce qui équivaut à:

$$\begin{aligned} \text{NdB} &= 10 \log \frac{1}{100} = \\ &= 10 \log 10^{-2} \\ &= 10 \times (-2) \\ &= -20 \text{ dB} \end{aligned}$$

Depuis le premier Septembre de cette année, et devant le développement de leur activité, les Etablissements CENTRAD, bien connus de nos lecteurs, se sont vus dans l'obligation d'ouvrir un bureau à PARIS - 195 rue du Faubourg Saint-Denis - 10^{ème}.

Cette firme savoyarde spécialiste en appareils de mesures pour le « service » sera ainsi mieux placée pour répondre beaucoup plus vite aux demandes toujours accrues de la clientèle, dues à son expansion.

Nous notons que cette heureuse implantation s'est faite dans un quartier périphérique, qui tout en étant au coeur des affaires, permet encore un stationnement facile des véhicules dans une zone qui n'est pas réglementée.

AIR FRANCE A L'AGE DE L'ELECTRONIQUE *(voir Numéros précédents)*



Salle de contrôle - Les cartes nominatives rédigées par les agents de vente sont rassemblées ici dans casiers matérialisant les vols. Les contrôleurs réunis dans cette salle peuvent interroger la mémoire électronique de façon plus complète que les agents... et la machine informe automatiquement ces contrôleurs de l'approche de seuils critiques fixés au préalable.

Si ce seuil est de dix places par exemple, la machine actionne automatiquement un télétype lorsqu'il n'y a plus que dix places libres sur le vol considéré et il est alors possible d'avertir les diverses agences que ce vol sera bientôt complet.

Le système a été défini pour écouler 5 500 transactions à l'heure.

A signaler que les tambours des deux calculateurs sont actuellement utilisés à 50% environ de leur capacité — c'est-à-dire qu'une large extension reste possible.

LE MATERIEL IBM

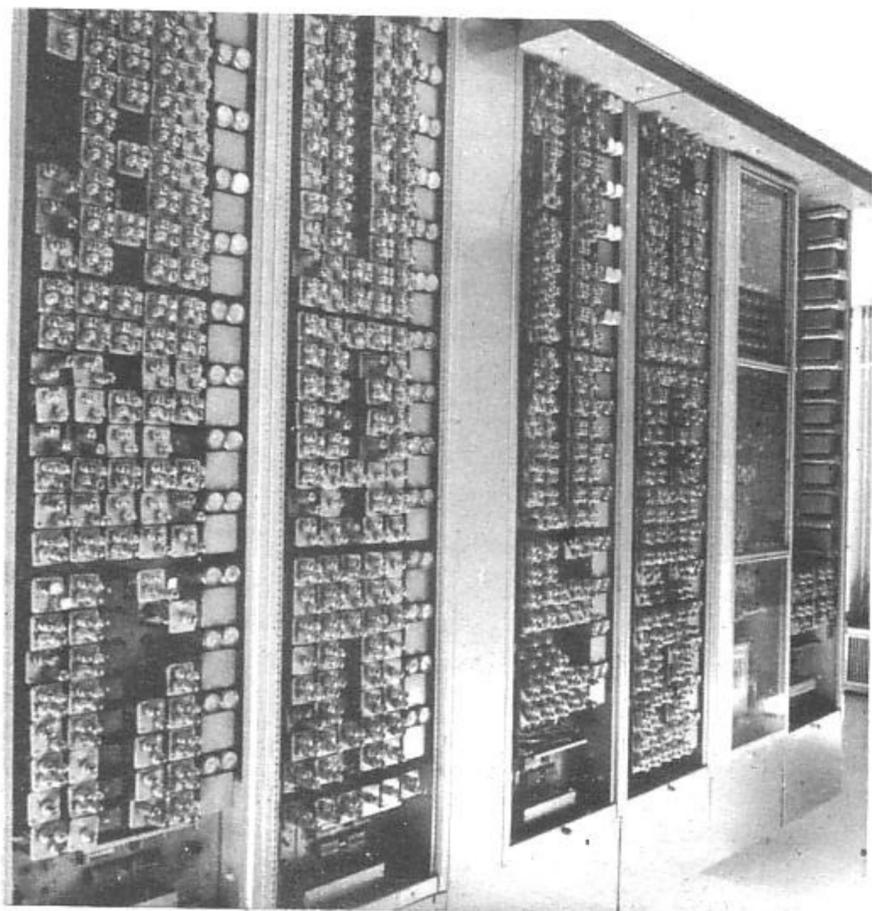
Le matériel loué à l'I.B.M. comprend:

- 1 ordinateur 7074 muni de 12 unités de bandes magnétiques,
- 2 ordinateurs 1401 4 K équipés de 2 unités de bandes magnétiques.

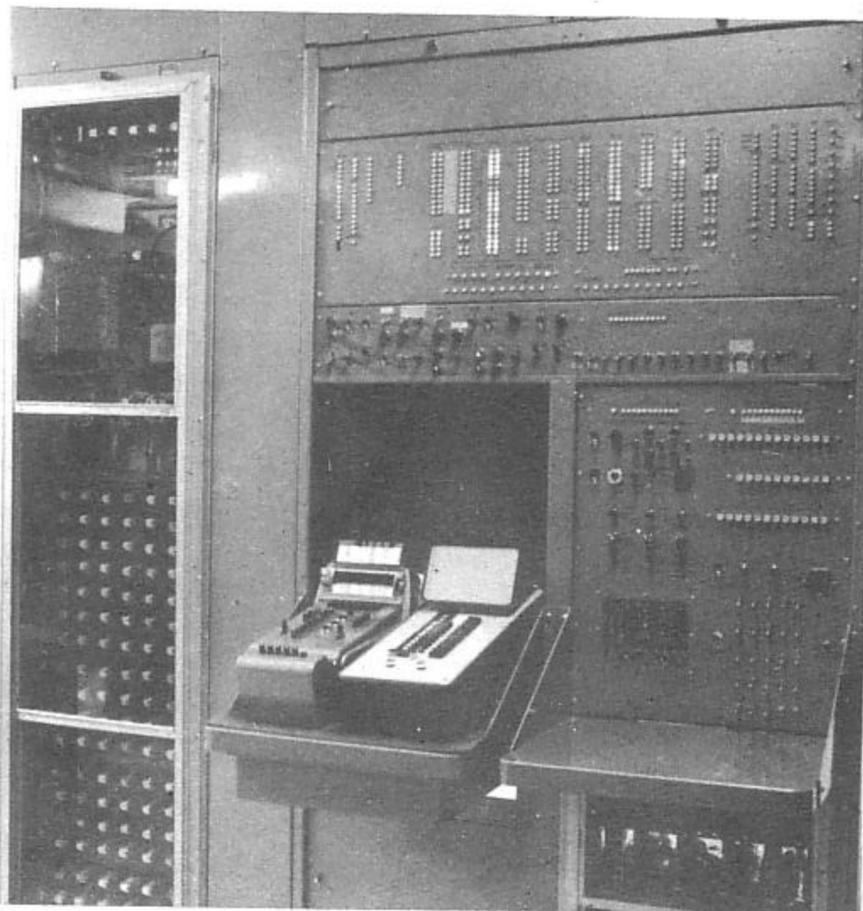
Les tâches dévolues à ces équipements sont différentes:

- l'ordinateur 7074 assure les calculs proprement dits,
- les ordinateurs 1401 4 K élaborent les bandes magnétiques destinées aux autres machines et procèdent à l'impression des résultats.

Les performances de ces machines sont différentes, tant sur le plan de la vitesse des calculs que sur celui des temps d'écriture et de lecture des bandes magnétiques.



Les deux calculateurs Teleregistrer de la réservation électronique d'Air France qui envoient des impulsions au « tambour mémoire », totalisent quelques 3 000 tubes cathodiques.



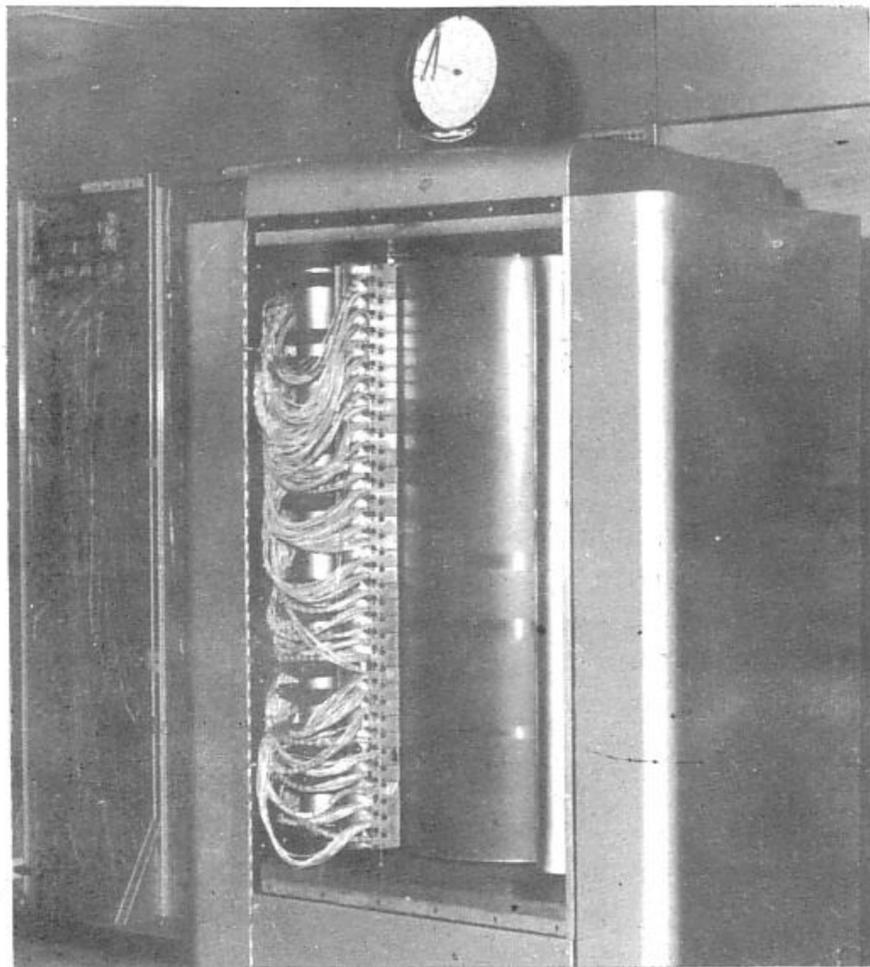
Contrôle des calculateurs - Chacun des deux calculateurs assure la totalité du trafic. Toute défaillance est immédiatement décelée sur ce tableau de contrôle et le redressement effectué.

1 - Ordinateur 7074.

Mémoire: 100 000 positions décimales;
Cycle de base: 4 microsecondes;
Lecture et écriture sur bandes magnétiques: 90 000 caractères/seconde;

Bande magnétique:

- Vitesse de déroulement: 2,85 mètres/seconde
- Lecture écriture: 315 caractères au centimètre.



Le tambour magnétique. Il tourne à 1 200 tours minute. C'est l'âme du système de réservation Teleregister. 700 têtes de lecture explorent sur ce tambour 20 fois par seconde autant de pistes formées chacune de 5 000 points d'aimantation. Au total, les combinaisons permettent de garder sur le tambour 300 000 vols en mémoire...

Durée:

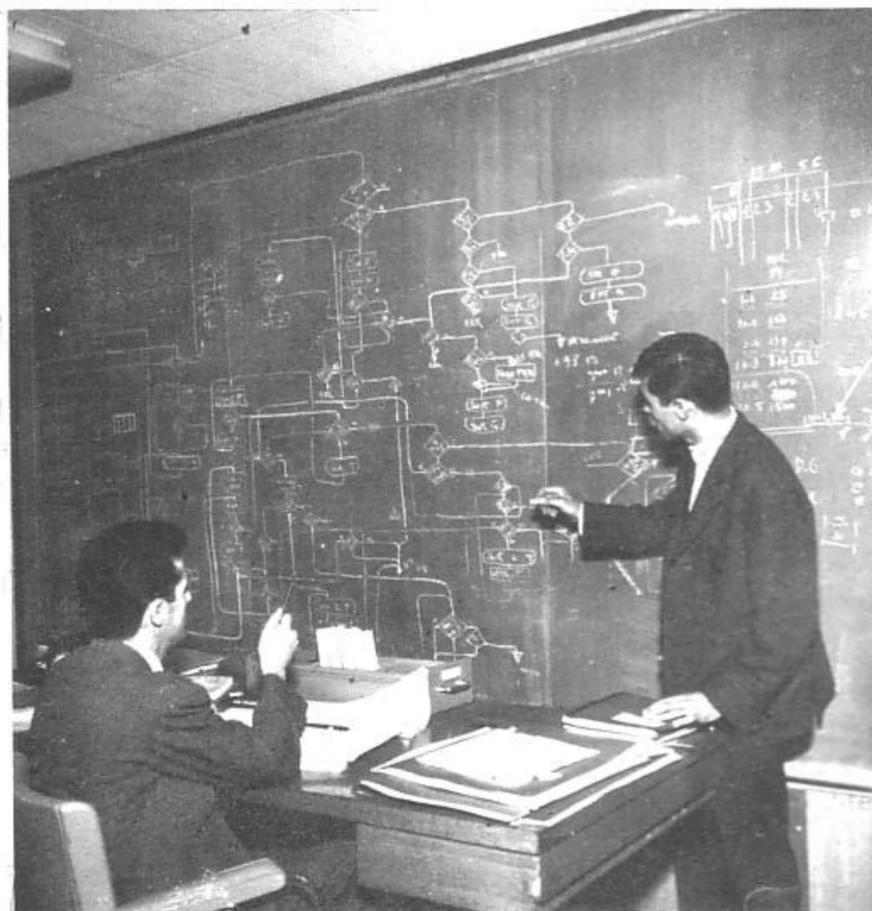
- addition ou soustraction de deux facteurs de 10 caractères. 2 microsecondes;
- multiplication ou division, 1 microseconde pour une chiffre au multiplicateur ou diviseur.

2 - Ordinateurs 1041 4 K

Carte lecture: 800 cartes/minute.

Bande magnétique: 62 500 caractères/seconde.

Impression: 600 lignes/minute de 132 caractères.



Les travaux confiés à l'Ordinateur IBM - La machine calcule à une vitesse vertigineuse. Mais c'est le cerveau humain — à savoir des équipes d'analystes et de programmeurs — qui doit concevoir le départ et le cheminement de l'opération à effectuer. Les tâches scientifiques et administratives les plus variées et les plus complexes sont ainsi mises en équation par ces équipes et résolues par l'ordinateur.

Informations

Un nouvel appareil AEG décharge automatiquement les grands pétroliers. C'est sur le thème « Automation dans la navigation » que s'est tenu le congrès international spécialisé, intitulé « Journées des Ingénieurs Navals », organisé, à Flensburg cette fois, par l'Union des Ingénieurs Navals allemands, du 22 au 25 septembre 1965.

A cette occasion l'AEC a présenté pour la première fois son système AEG LOGISTRIP, pour le chargement et le déchargement entièrement automatiques des pétroliers.

Cette machine, grâce à laquelle peuvent être réalisées une considérable économie de personnel ainsi qu'une importante réduction du temps de mouillage des pétroliers, suscite un vif intérêt dans les milieux spécialisés. Pour éliminer complètement les dangers

d'explosion toujours existants sur des navires, cet appareil travaille de la manière suivante: son central électrique donne des ordres, qui sont alors exécutés hydrauliquement ou pneumatiquement. Le programme de travail, que la capitaine fixe selon les cas, est pré-sélectionné et réalisé électroniquement. Le dispositif automatique est si précis qu'en cours de déchargement il fixe au degré près l'inclinaison convenable du bateau, afin de rendre la vidange de réservoir possible jusqu'à la dernière goutte. Signaux et instruments de contrôle indiquent en permanence les conditions du déroulement des opérations de chargement et de déchargement automatiques. Le plus étonnant c'est qu'un seul homme fait démarrer ces opérations, en appuyant sur un bouton poussoir, et ensuite, il n'a plus qu'à jeter à l'occasion un regard de contrôle sur ses instruments.

Avec l'apparition de cette nouvelle machine, la rationalisation de la navigation marchande se trouve, tout comme dans l'industrie considérablement avancée grâce à l'automatisation.

LES EMETTEURS

Les radiocommunications requièrent, évidemment, la production et le rayonnement d'ondes électromagnétiques. Ces ondes, qui se propagent à travers l'espace, nous l'avons dit à plusieurs reprises, à la vitesse de la lumière, servent de véhicule à l'information que l'on désire transmettre à grande distance. Les ondes électromagnétiques destinées aux radiocommunications sont produites par un **émetteur**. Il s'agit, en somme, d'un générateur de tensions alternatives de haute fréquence, obtenues au moyen d'un oscillateur électronique, suivi d'un certain nombre d'étage amplificateurs et multiplicateurs de fréquence. L'oscillateur est désigné sous le vocable de **maître oscillateur** ou **étage pilote**.

Pour rayonner efficacement un signal haute fréquence, une antenne doit avoir, nous l'avons déjà dit, des dimensions bien déterminées en rapport avec la longueur d'onde ($l = \lambda/4$ ou $\lambda/2$, par exemple). La longueur d'onde, rappelons-le, est la distance parcourue par l'onde, dans l'espace, pendant la durée d'une période. Elle peut être calculée facilement, lorsqu'on connaît la fréquence, au moyen de la formule :

$$\lambda = \frac{300}{F}$$

où λ est la longueur d'onde, en mètres et F , la fréquence de transmission, en MHz.

Etant donné que les dimensions de l'antenne diminuent avec la longueur d'onde, il est beaucoup plus facile de réaliser une antenne pour ondes courtes et très courtes qu'une antenne pour ondes moyennes ou longues, et avec un rendement supérieur. Une transmission sur 50 kHz, par exemple, requiert une antenne ayant une longueur d'environ 1 500 m: à 30 MHz, cette longueur (qui correspond à $\lambda/4$) descend à 2,5 mètres. Actuellement, on réalise des transmissions radioélectriques sur des fréquences de 10 000 MHz, correspondant à une longueur d'onde de 3 cm et, de plus, on est en train d'expérimenter des fréquences de transmission supérieures.

Types d'ondes radio électriques

Nous indiquerons, tout d'abord, la classification internationale des principaux types d'ondes que l'on est susceptible de rencontrer. Cette classification distingue les 5 types suivants :

a - Type A_1 : Radiotélégraphie à ondes entretenues pures. Dans ce cas, l'émetteur rayonne une onde parfaite-

ment sinusoïdale, d'amplitude constante, découpée par un manipulateur selon un code bien déterminé, le code Morse, par exemple, comme l'indique la **figure 1-A**. On voit que l'onde est interrompue entre deux signaux.

b - Type A_2 : Radiotélégraphie en ondes entretenues modulées. Dans ce cas, l'émetteur rayonne une onde modulée en amplitude à une fréquence musicale de 800 ou 1 000 Hz, comme l'indique la **figure 1-B**. Cette fois, on le voit, l'onde porteuse subsiste entre deux signaux et c'est la modulation qui est interrompue.

c - Type F_1 : Radiotélégraphie par déplacement de fréquence. Dans ce cas, la manipulation provoque une variation de fréquence à la cadence du code choisi.

d - Type A_3 : Radiotéléphonie à modulation d'amplitude (téléphonie commerciale, radiodiffusion, télévision). La forme de ce type d'onde nous est familière.

e - Type F_3 : Radiotéléphonie à modulation de fréquence (police, radiodiffusion-télévision, etc...). La forme de ce type d'onde nous est également familière.

EMETTEURS A ONDES ENTRETENUES PURES

Etudions maintenant l'émetteur proprement dit qui, en l'absence de circuits de modulation, n'est autre chose qu'un générateur d'ondes entretenues pures.

Le schéma-blocs (ou schéma synoptique) de l'émetteur est représenté par la **figure 2**. Le générateur d'oscillations Haute Fréquence proprement dit y est désigné sous le vocable « d'oscillateur ». Le manipulateur k sert à interrompre périodiquement le circuit, afin de permettre la transmission d'une information quelconque, sous forme de signaux traduisant un code déterminé (code télégraphique Morse, par exemple). L'étage « séparateur » est un amplificateur de puissance fonctionnant en classe C, dont le circuit anodique est accordé sur la fréquence de l'oscillateur. D'une façon générale, dans un émetteur, tous les étages qui suivent l'oscillateur sont des amplificateurs de puissance.

La construction d'un étage pilote stable est d'autant plus facile que la fréquence d'oscillation est plus faible. D'autre part, celui-ci est, le plus souvent, du type à quartz piézoélectrique. Or, le cristal de quartz est d'autant plus facile à tailler que sa fréquence propre, c'est-à-dire sa fréquence de résonance principale, est plus basse; celle-ci étant inversement proportionnelle à l'épaisseur de la lame :

$$F = \frac{1,675}{e}; \text{ en MHz/mm}$$

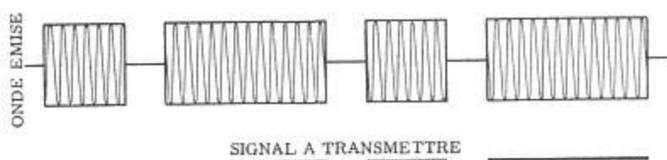


Fig. 1-A - Onde du type A1. L'onde entretenue pure est découpée par un manipulateur, selon un code bien déterminé (code Morse).

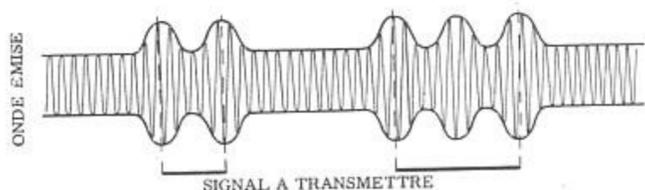


Fig. 1-B - Onde du type A2. L'onde entretenue est modulée en amplitude à une fréquence musicale de 800 ou 1 000 Hz.

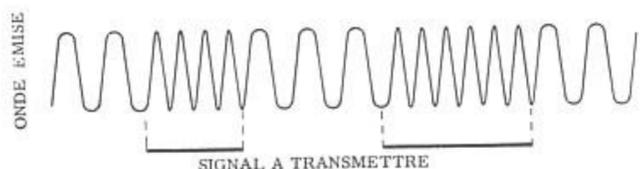


Fig. 1-C - Onde du type F1. La manipulation provoque un déplacement de fréquence à la cadence du code choisi.

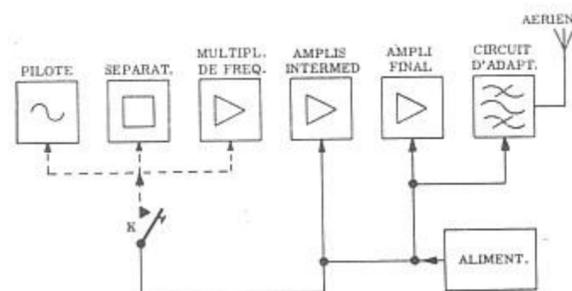


Fig. 2 - Schémas-blocs d'un émetteur de radio-télégraphie. La modulation n'existe pas et la porteuse est interrompue au moyen du manipulateur qui coupe l'alimentation de l'oscillateur. Au moyen de ce système de « manipulation », il est possible de transmettre une information quelconque suivant un code déterminé.

Il est donc impossible d'obtenir des quartz de bonne qualité, résonnant sur des fréquences élevées. Cela conduirait, en effet, à des lames d'épaisseur très faible donc mécaniquement très fragiles.

Pour toutes ces raisons, l'étage pilote d'un émetteur fonctionne toujours sur une fréquence égale à un sous-multiple de la fréquence de l'émission. Pratiquement, la fréquence d'oscillation du maître oscillateur est inférieure ou, au plus, égale à 10 MHz.

C'est pourquoi l'on dispose, après l'étage séparateur, d'étages **multiplicateurs de fréquence**.

Ce sont des amplificateurs classe C, dont les circuits anodiques des tubes sont accordés sur une fréquence égale à un multiple entier de la fréquence du signal d'entrée. Le courant anodique d'un tube fonctionnant en classe C est, en effet, très déformé, donc très riche en harmoniques. Donc, si l'on branche en série avec l'anode de ce tube un circuit oscillant accordé sur l'une des harmoniques $2f$, $3f$,... (f étant la fréquence de la tension d'entrée), on recueillera aux bornes de ce circuit une tension sinusoïdale de fréquence $2f$, $3f$,... Si la tension a pour fréquence $2f$, on a affaire à un **doubleur** de fréquence. Si cette tension a pour fréquence $3f$, l'étage est un **tripleur** de fréquence.

Supposons, par exemple, que nous voulions utiliser une fréquence de transmission de 240 MHz. La fréquence maximum que l'on peut obtenir d'un circuit oscillateur à quartz est, nous l'avons vu, à peu près de 10 MHz; donc, on pourra adopter un étage pilote fonctionnant sur cette fréquence. Il sera suivi par l'étage séparateur et les étages multiplicateurs de fréquence. Le premier de ces étages aura un circuit de charge accordé sur 40 MHz, c'est-à-dire sur la quatrième harmonique du signal d'entrée. Un autre étage successif, du même genre, sera accordé sur 120 MHz et, en conséquence, fournira, à la sortie, la troisième harmonique de son signal d'entrée. Enfin, à l'aide du dernier étage, on réalisera une multiplication de fréquence par deux et on obtiendra la fréquence nécessaire de 240 MHz.

Les étages que nous venons d'examiner remplissent, en quelque sorte, une double fonction: ils multiplient

la fréquence et, en même temps, ils séparent l'oscillateur pilote de la charge finale; par conséquent, ce sont également des étages séparateurs.

Entre les étages multiplicateurs et l'étage final, des étages intermédiaires ont pour but de porter la puissance HF à la valeur nécessaire à l'excitation de l'étage final. Dans de nombreux émetteurs qui fonctionnent sur des fréquences relativement basses, l'oscillateur engendre un signal de fréquence égale à celle de l'émission, et l'étage qui se trouve éventuellement entre celui-ci et l'amplificateur de puissance, remplit la seule fonction de séparateur. Cette disposition a pour but d'éviter que les éventuelles variations de charge de l'émetteur puissent affecter la fréquence d'oscillation qui doit être le plus stable possible.

L'étage final est, lui aussi, un amplificateur classe C; il est piloté par le signal existant à la sortie du séparateur. Les impulsions brèves et de grande amplitude du courant anodique d'un tel étage sont transformées en signaux parfaitement sinusoïdaux, grâce au circuit de charge qui est accordé sur la fréquence fondamentale de transmission. De ce circuit, et presque toujours au moyen d'un couplage inductif, l'énergie à haute fréquence est transférée à l'antenne par l'intermédiaire d'une ligne de transmission.

Le maître-oscillateur à quartz

L'un des plus sérieux problèmes auxquels on se heurte lors de l'étude d'un émetteur concerne la stabilité de la fréquence de l'émission. En effet, l'instabilité de fréquence dont un étage oscillateur ordinaire est inévitablement affecté, est à l'origine de deux inconvénients très graves: premièrement, l'émission risque de chevaucher un canal adjacent, avec pour conséquence, la production d'une interférence; en second lieu, l'instabilité de fréquence requiert le réglage continu de l'accord des récepteurs.

Examinons maintenant les causes de la dérive en fréquence d'un oscillateur:

1° - Les composants R-L-C des circuits oscillants qui déterminent la fréquence de l'oscillation engendrée, varient sous l'influence des variations de température:

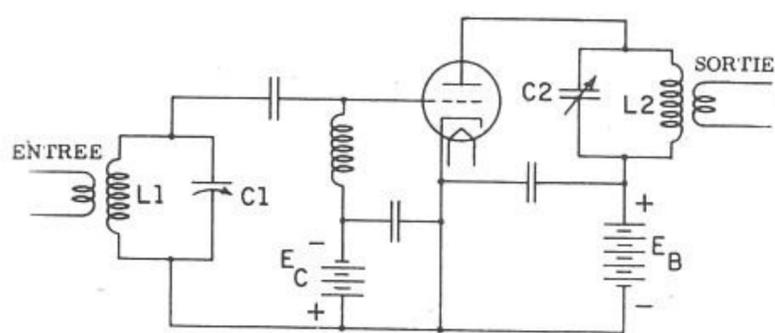


Fig. 3 - Exemple d'étage séparateur ou doubleur de fréquence. Le circuit L2 et C2, dans le cas du fonctionnement en doubleur, est accordé sur l'harmonique 2 de la fréquence d'accord de L1-C1. Le tube fonctionne en classe C.

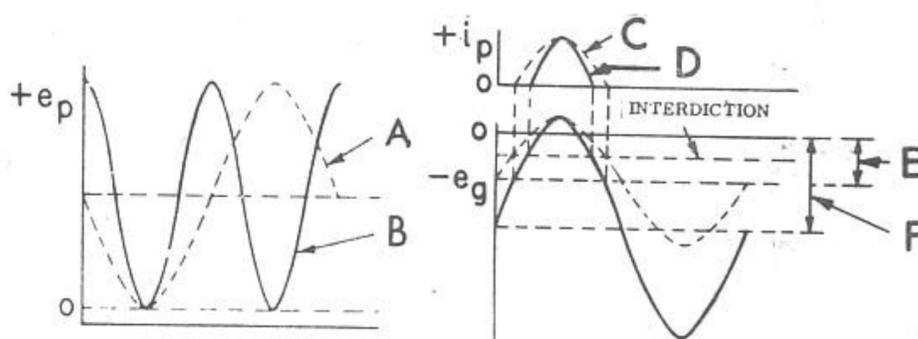


Fig. 4 - Caractéristiques de fonctionnement de l'étage de la figure 3. A = variation de e_p (tension anodique) dans le fonctionnement en amplificateur classe C; B = variation de e_p dans le fonctionnement doubleur; C = variation de i_p (courant anodique) dans le fonctionnement en amplificateur; D = variation de i_p dans le fonctionnement en doubleur; E et F = polarisation de grille respectivement dans le fonctionnement en amplificateur et en doubleur. Remarquer le niveau correspondant au « cut-off ».

a) la résistance croît avec la température. Pour le cuivre, l'accroissement de la résistivité est de 0,004 (4/1 000) par degré C;

b) l'inductance varie aussi par suite de la modification de ses dimensions (diamètre et longueur), due à la dilatation. Si, l'inductance est bobinée sur un support isolant, des modifications sont moins importantes que si elle est bobinée sans support;

c) pour les condensateurs à air, la variation de capacité provient de la dilatation et de la déformation des lames. Pour un condensateur à diélectrique solide, ce sont les variations de la constante diélectrique, avec la température, ainsi que la dilatation du diélectrique qui interviennent dans la variation de capacité.

2° - Les constantes du tube peuvent subir, elles aussi, des modifications lorsque les tensions d'alimentation ne sont pas stables. Or, ces constantes influent, dans une certaine mesure, sur la valeur de la fréquence des oscillations.

En effet, celle-ci n'est pas rigoureusement égale à la fréquence propre:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

de l'oscillateur, mais à celle pour laquelle la tension d'entretien des oscillations, injectée sur la grille et provenant du circuit anodique, à la phase convenable, c'est-à-dire:

$$f_0' = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot \left(1 + \frac{R}{\rho}\right)$$

avec R = résistance d'amortissement du CO et ρ = résistance interne du tube. Si la phase varie, la fréquence variera également, afin de ramener la phase à la valeur qui assure l'entretien des oscillations.

Supposons, par exemple, que, dans un oscillateur classique à circuit anodique accordé, la haute tension d'alimentation diminue. Il en résulte une augmentation de la résistance interne du tube, entraînant une variation du déphasage entre le courant et la tension anodique: i_a et u_a et, par conséquent, de la phase de la tension d'entretien induite sur la grille.

Pour lutter contre la dérive en fréquence due à ces

variations de phase, il faut réaliser un circuit oscillant ayant un facteur de surtension aussi élevé que possible; en effet, au voisinage de la résonance, la variation Δf de la fréquence f_0 correspondant à une variation déterminée de la phase est donnée par la formule:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Delta \varphi}{2Q}$$

d'où

$$\Delta f = \Delta \varphi \cdot \frac{f_0}{2Q}$$

Plus le facteur de surtension Q est grand, plus Δf est petit. Or, le facteur de surtension des circuits résonnants classiques à constantes localisées, c'est-à-dire constitués par une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C, ne dépasse pas quelques centaines. Par contre, celui des cavités résonnantes est de l'ordre de 20 000, ou plus. Cependant, celles-ci ne sont utilisées qu'aux fréquences très élevées, correspondant aux ondes décimétriques et centimétriques.

Dans ces conditions, la seule solution intéressante est celle qui fait appel aux oscillateurs à quartz.

Une lame de quartz convenablement taillée, se comporte, en effet, comme un circuit oscillant dont le facteur de surtension est énorme: quelques dizaines ou centaines de mille pour un quartz ordinaire, pouvant atteindre 2 500 000 pour une lame à faces métallisées placée dans le vide.

De plus, afin d'améliorer encore la stabilité, on fait fonctionner l'oscillateur en permanence et on le place dans une enceinte thermostatique qui le protège contre les variations de la température ambiante.

Les étages séparateurs et multiplicateurs de fréquence

Examinons quelques exemples d'étages séparateurs dont la fonction nous est déjà connue.

Si le circuit oscillant d'anode du séparateur est accordé sur la fréquence du circuit d'entrée, l'étage est un amplificateur normal en classe C. Nous savons que si, au contraire, l'étage est accordé sur une fréquence harmonique, il fonctionne en multiplicateur de fréquence. La figure 3 représente un exemple d'étage doubleur

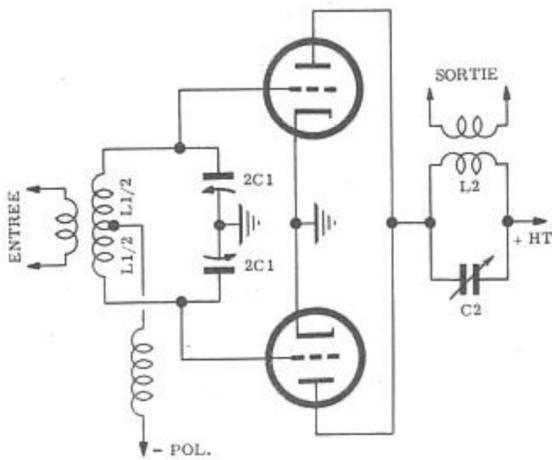


Fig. 5 - Autre exemple de doubleur de fréquence. Dans ce montage, utilisant deux tubes, les grilles sont excitées en opposition de phase tandis que les anodes sont connectées en parallèle. Il s'agit d'un faux push-pull.

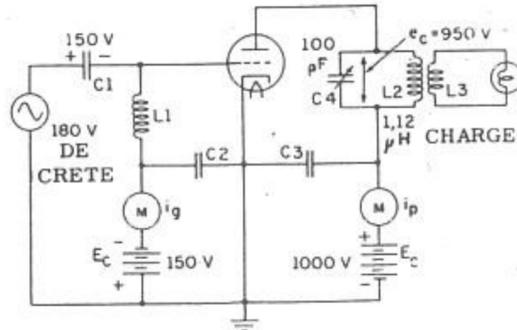


Fig. 6 - Exemple d'amplificateur de puissance en classe C. L'oscillateur est représenté par le générateur de c.a. qui fournit une tension HF une amplitude de 180 V.

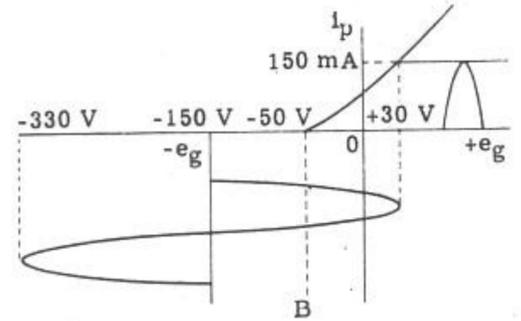


Fig. 7 - Fonctionnement de l'étage de la figure 6. Le signal de sortie est constitué par les crêtes positives du signal d'entrée.

de fréquence. Le circuit constitué de L2 et C2 est accordé sur une fréquence égale au double de celle du circuit L1-C1. Si par exemple, L1 possède une inductance de 10 µH et C1 une capacité de 25,3 pF, on peut calculer facilement la fréquence de résonance, au moyen de la formule:

$$f = \frac{159}{\sqrt{L1 \times C1}} = \frac{159}{\sqrt{10 \times 25,3}} = 10 \text{ MHz}$$

Si la bobine L2 possède aussi une inductance de 10 µH, et si l'on veut doubler la fréquence, le condensateur C2 doit être, c'est évident, le quart de C1, c'est-à-dire de capacité égale à environ 6,325 pF. On peut, en effet, vérifier qu'au moyen d'une telle capacité, on obtient la fréquence exacte:

$$f = \frac{159}{\sqrt{L2 \times C2}} = \frac{159}{\sqrt{10 \times 6,325}} = 20 \text{ MHz}$$

Dans les circuits multiplicateurs de fréquence, les conditions de fonctionnement suivantes, représentées sur la figure 4, doivent être réalisées:

- 1 - Amplitude considérable du signal d'entrée, supérieure à celle des amplificateurs normaux fonctionnant en classe C.
- 2 - Tension négative de polarisation supérieure à celle normalement adoptée en classe C.
- 3 - Circuit de plaque accordé sur une fréquence harmonique.

Comme on peut le remarquer, les conditions de fonctionnement de ces étages, quoique similaires à celles des amplificateurs classe C classiques, sont encore plus poussées, de sorte que le courant de sortie (D) prend une allure presque triangulaire. L'onde ayant cette forme offre l'avantage d'être particulièrement riche en harmoniques, ce que l'on cherche précisément à obtenir dans le cas des circuits multiplicateurs de fréquence.

Le montage symétrique (ou push-pull), classe C, se prête particulièrement bien au fonctionnement en tripleur de fréquence. En effet, on sait qu'un tel montage accentue la distorsion par harmoniques impaires. Par contre, il ne peut pas fonctionner en doubleur, car il élimine les harmoniques paires.

Cependant, un étage comportant deux tubes en montage symétrique peut fonctionner en doubleur de fréquence, à condition que:

- a) les deux grilles soient excitées en opposition de phase;
- b) les deux anodes soient branchées en parallèle.

Un tel étage, fréquemment utilisé, est représenté par la figure 5. Insistons sur le fait qu'il ne s'agit pas d'un montage push-pull normal.

L'amplificateur de puissance

La fréquence f_0 de l'émission étant ainsi obtenue, grâce, rappelons-le, à l'étage pilote et à une succession de multiplicateurs de fréquence, on dispose, afin d'obtenir la puissance que l'on désire rayonner, un étage final amplificateur de puissance. Cet étage fonctionnant en classe C, donc avec un fort courant de grille, nécessite lui-même une certaine puissance d'excitation. Celle-ci lui est fournie par les étages intermédiaires (avant-derniers étages de l'émetteur).

Examinons maintenant l'étage final de puissance. Celui-ci est représenté par la figure 6. Dans l'exemple donné, il s'agit d'une triode amplificatrice classe C dont le coefficient μ d'amplification est de 20 environ, si elle est alimentée par une tension de plaque de l'ordre de 1 000 volts. La tension de coupure du tube est, dans ces conditions:

$$u_{co} = \frac{-u_p}{\mu} = \frac{-1000}{20} = -50 \text{ volts}$$

La tension de polarisation, u_0 , est le triple de la tension de coupure u_{co} , soit: -150 volts.

L'amplitude du signal à haute fréquence appliqué à la grille est de 180 volts. Par conséquent, pendant les crêtes positives du signal d'entrée la tension de grille monte à $180 - 150 = +30$ volts par rapport à la cathode tandis que pendant les crêtes négatives elle descend à $-180 - 150 = -330$ volts.

Lorsque la tension de grille descend au-dessous du seuil de coupure du tube, le courant anodique reste nul et, au moment où la tension de grille monte à +30 volts, le courant de plaque est de 150 mA. La

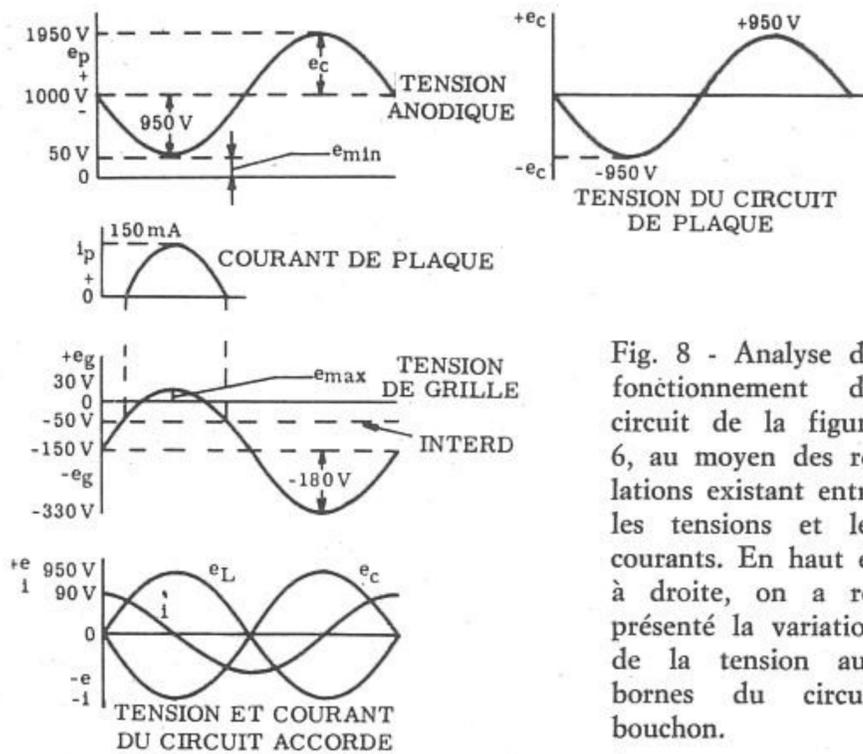


Fig. 8 - Analyse du fonctionnement du circuit de la figure 6, au moyen des relations existant entre les tensions et les courants. En haut et à droite, on a représenté la variation de la tension aux bornes du circuit bouchon.

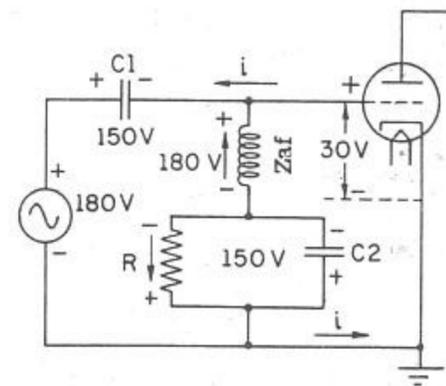


Fig. 9-A - Polarisation par défaut de résistance de grille. Ici, la grille devient positive (+30 volts) et le courant anodique est^o élevé.

figure 7 illustre ce que nous venons de dire. Le condensateur d'accord du circuit de charge, C4, se charge jusqu'à atteindre une tension presque égale à la haute tension d'alimentation anodique et, plus précisément, jusqu'à 950 volts. Pendant la charge, le côté du condensateur C4 tourné vers la plaque devient négatif et, par suite, la tension anodique de la triode en question descend à $1000 - 950 = +50$ V seulement; cette tension, désignée par e_{min} sur la figure 8, représente la **tension de déchet**. Les relations entre la tension et le courant anodiques, la tension d'excitation de grille et les tensions et courants intéressant le circuit de charge, sont indiquées par les courbes de la figure 8.

Le courant anodique ne circule que pendant une fraction d'un cycle complet, toujours inférieure à la demi-période; dans notre exemple, cette fraction est égale à $1/3$ de période.

On définit un **angle d'ouverture** θ (ou de passage), comme étant la demi-fraction de période pendant laquelle apparaît le courant anodique; dans l'exemple cité, nous avons:

$$\theta = \frac{T}{6} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} = 60^\circ.$$

Ainsi, toutes les harmoniques du signal d'entrée sont présentes dans le courant anodique, mais si le circuit antirésonnant de charge est accordé sur la fréquence fondamentale f , il représente une impédance élevée, de sorte que l'on recueillera à ses bornes une tension sinusoïdale de fréquence f .

De cette façon, le circuit de charge transforme les brèves et intenses impulsions de courant qui parcourent le circuit d'anode du tube, en variations de tension sinusoïdales.

Puisque le courant anodique est nul pendant la plus grande partie de la période, la puissance fournie par la source d'alimentation ne diffère pas beaucoup de la puissance utilisable; en d'autres termes, une fraction importante de la puissance continue d'alimentation est convertie en puissance alternative de haute fréquence, qui sera rayonnée par l'antenne. Il en résulte que

le rendement de l'étage est élevé; il peut dépasser 75%. Dans notre exemple, il est de 76% environ. La puissance utilisable (puissance HF) est, elle, de l'ordre de 25 watts tandis que la puissance fournie par la source d'alimentation n'est que de 33 watts. Il y a donc 8 watts qui sont dissipés sur l'anode sous forme de chaleur.

On augmenterait le rendement en faisant fonctionner le tube avec des valeurs faibles de l'angle de passage θ , qui conduisent à des valeurs très élevées de I_{max} , tout en maintenant la tension continue d'alimentation à la même valeur. C'est ainsi que pour $\theta = 30^\circ$, le rendement dépasse 80%. Cependant, le passage, même pendant un temps très court, d'un courant électronique d'intensité excessivement élevée, n'est pas sans danger pour la vie du tube dont la cathode peut être détériorée. De plus, la puissance utilisable diminue beaucoup. En augmentant la valeur de θ , on obtiendrait un accroissement de la puissance utilisable, mais, en même temps, la puissance dissipée augmenterait et le rendement diminuerait. Pour $\theta = 80^\circ$, celui-ci tomberait au-dessous de 70%. Précisons enfin, que pour $\theta = 90^\circ$, l'étage fonctionnerait, non plus en classe C, mais en classe B. La valeur optimale de θ est de l'ordre de 60° .

METHODES de POLARISATION

La plupart des méthodes de polarisation de grille adoptées dans les émetteurs, correspondent à celles qui sont utilisées dans les récepteurs.

Etant donné que les émetteurs doivent fournir des puissances de sortie élevées, les étages d'amplification qui en font partie fonctionnent en classe B ou en classe C. Ces étages peuvent être polarisés au moyen de résistance de grille.

Ce type de polarisation, nous le savons, est entièrement basé sur le fait que dans les classes d'amplification sus-mentionnées, pour une certaine fraction de chaque cycle du signal d'entrée, la grille devient positive par rapport à la cathode et donne ainsi naissance à un courant de grille, ainsi que nous l'avons vu dans le paragraphe précédent. On saisit facilement

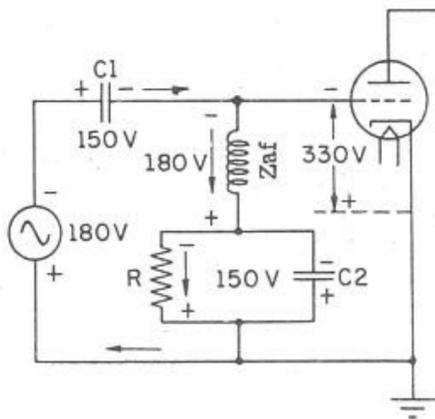


Fig. 9-B - Dans ce cas, au contraire, la tension de grille passe par sa valeur négative maximum (-330 volts), et le tube est bloqué.

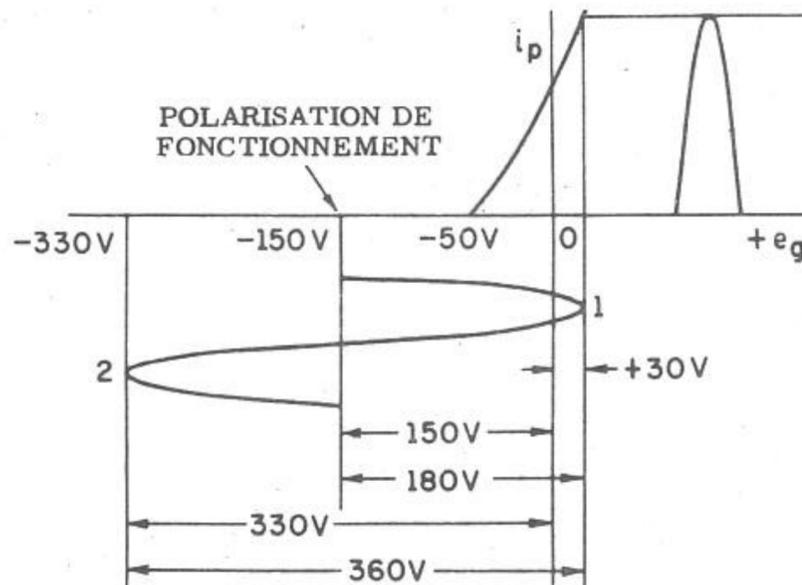


Fig. 10 - Signaux de plaque et de grille dans le circuit des figures 9-A et 9-B. On obtient un signal lorsque V_g est supérieur à -50 volts.

la raison pour laquelle cette technique de polarisation n'est pas, par contre, très répandue dans les récepteurs, étant donné que dans ces derniers les étages d'amplification fonctionnent sans courant de grille.

La figure 9 représente un montage polarisé au moyen d'une résistance de grille. On suppose que la triode travaille en classe C, avec un signal d'excitation de 360 volts de crête à crête et une tension de polarisation de -150 volts. Sur la figure 9-A, sont indiquées la polarité et l'amplitude des tensions au moment où la tension de grille se trouve à sa valeur positive maximum par rapport à la cathode. Les conditions qui correspondent à la tension négative maximum de grille sont, au contraire, représentées en B. Les formes d'onde du signal de grille et de plaque, enfin, sont représentées par la figure 10.

Le condensateur C1 a pour rôle d'empêcher le courant de grille de circuler dans le circuit du générateur de signaux, qui représente ici l'étage pilote. Le courant de grille circule dans le circuit constitué par l'inductance d'arrêt et la résistance R et provoque, entre ses extrémités, une certaine différence de potentiel. La polarité de cette tension est négative du côté de la grille et par conséquent, elle correspond à celle requise par la polarisation.

Dans l'exemple cité, R est de $15\text{ k}\Omega$ et le courant de grille est de 10 mA. La tension qui se développe aux bornes de la résistance est donc de 150 volts. Le condensateur C2 a pour fonction essentielle d'intégrer les impulsions de courant de grille, afin d'assurer à la tension de polarisation une valeur stable. Il est évident qu'il s'agit d'un condensateur de filtrage, en tout point analogue aux condensateurs électrolytiques des alimentations, l'unique différence est due au fait que la tension à filtrer est dans ce cas, à haute fréquence; par conséquent, une capacité de filtrage notablement inférieure est suffisante.

Examinons maintenant la fonction de l'inductance d'arrêt H.F. indiquée par Zaf. Elle présente une résistance presque nulle au courant de grille tandis qu'elle présente une réactance inductive très élevée au signal à haute fréquence provenant du générateur. C'est

pour cette raison que la tension à haute fréquence d'entrée de l'étage se développe à ses bornes, en considérant que les condensateurs C1 et C2 ont une capacité telle qu'ils présentent, aux hautes fréquences, une réactance négligeable.

Le circuit de la figure 9-A correspond aux instants où la grille devient positive; la tension existant sur cette électrode atteint alors $+30$ volts. Pendant les instants où le courant de grille circule, C1 se charge à $180 - 30 = 150$ volts et la basse impédance du circuit grille-cathode écoule le courant de grille à la masse à travers R et l'inductance d'arrêt. En même temps, C2 se charge à travers R, pour maintenir la tension de polarisation à -150 volts. La capacité de C2 doit être suffisamment grande, afin de permettre que cette tension ne varie pas d'une manière appréciable pendant les instants où on a un courant de grille.

Durant la fraction de chaque cycle du signal d'entrée qui abaisse la tension de grille au-dessous du « cut-off » (point de coupure), on n'a aucun courant. La figure 9-B correspond à l'instant où la tension négative de grille est maximum. Le parcours du signal d'entrée à haute fréquence est constitué par le condensateur C1, l'inductance d'arrêt et la résistance R. Dans ces conditions, C1 se décharge et C2 se recharge. La capacité de C2 doit aussi être suffisante, afin de ne pas faire varier d'une manière appréciable la tension à ses bornes, pendant le bref intervalle de décharge.

La polarisation au moyen d'une résistance de grille présente l'avantage d'un réglage automatique dès que se manifestent des variations d'amplitude de la tension du signal. Par exemple, un accroissement de la tension d'excitation de l'étage fait augmenter le courant de grille et, par suite, la tension négative de polarisation; si, au contraire, la tension d'excitation décroît, le courant de grille diminue aussi, entraînant une diminution de la tension négative de polarisation. Dans les deux cas considérés, la variation de la tension de polarisation est telle qu'elle arrive à stabiliser la tension de sortie de l'étage.

De ce qui a été dit plus haut, il résulte que, si le signal d'entrée diminue notablement ou fait défaut, la

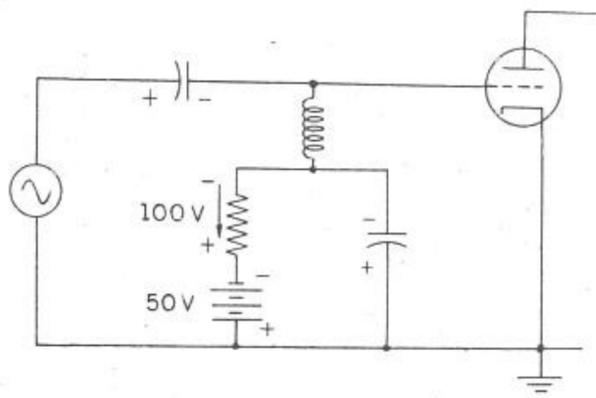


Fig. 11 - Exemple de polarisation mixte, obtenue au moyen d'une batterie et d'une résistance de grille. Les tensions s'additionnent et, même en l'absence de signal d'entrée, V_g ne peut pas être supérieure à -50 volts.

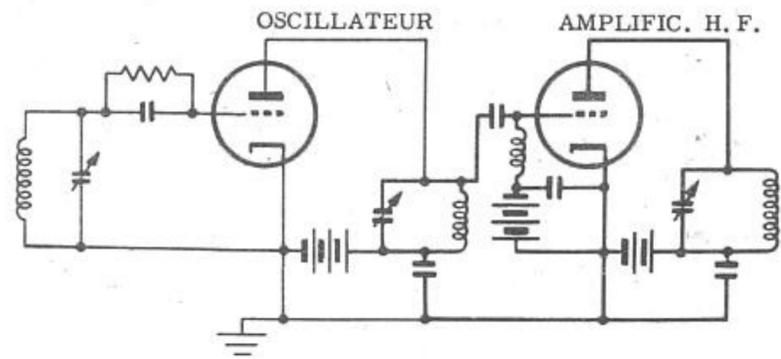


Fig. 12 - Exemple d'oscillateur suivi d'un étage amplificateur (circuit en trait gras). Les deux circuits sont similaires, donc, même l'étage amplificateur peut osciller, indépendamment du signal d'entrée provenant de l'oscillateur proprement dit, si on ne prend pas certaines précautions.

tension de polarisation de grille disparaît. Il en résulte un courant anodique permanent extrêmement grand, capable de détériorer le tube. Afin d'éviter ce danger, on utilise la polarisation mixte, dont le circuit est représenté par la **figure 11**. La tension de polarisation, toujours de -150 volts, est obtenue par l'addition de deux tensions: l'une, fixe de -50 volts, fournie par la batterie, l'autre, de -100 volts, obtenue au moyen de la résistance de grille de $10\text{ k}\Omega$ parcourue par le courant de grille de 10 mA . Avec ce circuit, la tension de grille n'atteint jamais des valeurs supérieures à -50 volts, même si le signal d'excitation fait complètement défaut; par conséquent, on n'a plus à craindre un courant excessif à travers le tube. Pratiquement, la batterie est remplacée par un redresseur.

NEUTRODYNAGE

L'étage oscillateur est toujours suivi d'un ou plusieurs étages amplificateurs à haute fréquence. Un exemple est indiqué par la **figure 12**, où le circuit de l'étage d'amplification est dessiné en traits plus épais. Les deux circuits sont essentiellement les mêmes et par suite, on comprend facilement que l'étage amplificateur ait tendance à osciller. Celui-ci n'est autre chose qu'un oscillateur « TP - TG » (à circuits de grille et d'anode accordés) que nous avons déjà traités précédemment. Pour éviter que les étages amplificateurs haute fréquence puissent entrer en oscillation, on fait appel aux circuits de **neutrodynage** pour neutraliser l'effet de la capacité anode-grille du tube équipant l'étage amplificateur.

Le principe général du neutrodynage, quelque soit le montage utilisé, est le suivant: il s'agit d'annuler les effets de la capacité grille-anode (C_{P-g}), sans la supprimer. A cet effet, une tension V_N , égale à celle réinjectée à l'entrée par C_{P-g} mais en opposition de phase avec elle, est appliquée entre grille et cathode du tube; cette tension est prélevée au moyen d'un **condensateur de neutrodynage** C_N , de capacité égale à C_{P-g} , dont l'une des armatures est reliée à la grille et l'autre à un point porté au même potentiel instantané que l'anode, mais de signe contraire.

Une méthode de neutrodynage couramment employée

est celle du **neutrodynage d'anode**, (**figure 13**). La capacité grille-plaque du tube est représentée par le condensateur en pointillé C_{P-g} .

Le circuit de charge comporte une bobine à point milieu et par conséquent, la tension existant entre le point A et la masse est déphasée de 180° par rapport à celle qui existe entre le point B et la masse. L'action de neutralisation est obtenue à l'aide du condensateur variable C_N , qui ramène à l'entrée de l'étage amplificateur, c'est-à-dire dans le circuit de grille, une partie du signal existant au point B. Dans ces conditions, la tension réinjectée au moyen du condensateur C_N est en opposition de phase avec celle aux bornes de la capacité interélectrode C_{P-g} . En réglant la valeur de la capacité C_N , il est possible de faire en sorte que le signal ramené par ce condensateur soit de même amplitude que celui existant aux bornes de la capacité C_{P-g} , provoquant ainsi sa neutralisation complète.

Une méthode qui permet de déterminer la valeur exacte de C_N consiste à appliquer le signal d'entrée à haute fréquence au tube final, lors de la mise sous tension de son filament, mais sans aucune tension d'alimentation anodique. Une bobine de couplage est placée au voisinage immédiat du circuit anodique de charge et ses bornes sont reliées à l'entrée verticale d'un oscilloscope. Il s'agit de régler C_N de sorte qu'à la résonance du circuit de charge, aucun signal à haute fréquence ne soit visible sur l'écran de l'oscilloscope. Dans ces conditions, le signal qui arrive à passer dans le circuit de sortie à travers la capacité grille-plaque du tube est complètement annulé par celui qui passe dans le même circuit à travers le condensateur de neutrodynage étant donné que les deux signaux sont égaux en opposition de phase (**figure 14**).

Si dans le circuit de grille de la triode on branche un milliampèremètre, le réglage de C_N peut être effectué en observant les déviations de ce dernier instrument, dues aux variations de la fréquence d'accord du circuit de plaque de part et d'autre de la fréquence de résonance, toujours en l'absence de tension anodique.

Tant qu'il existe un déséquilibre entre C_{P-g} et C_N , l'anode devient alternativement positive et négative par

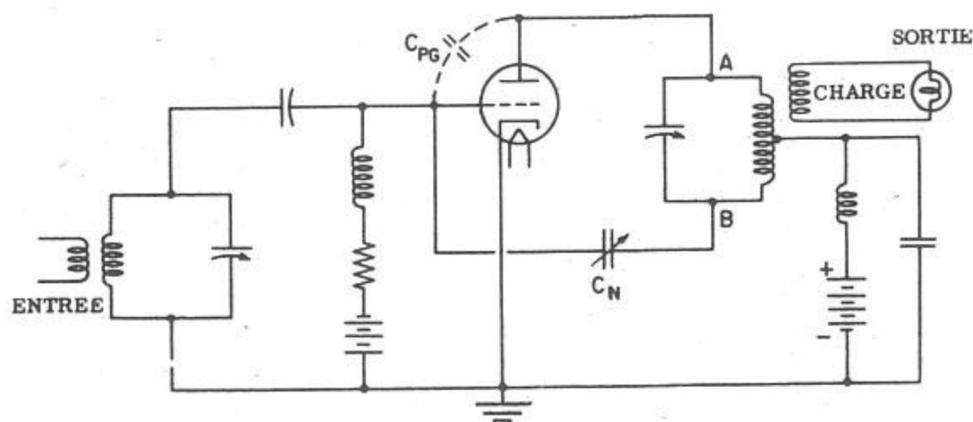


Fig. 13 - Neutrodynage d'anode. On réinjecte sur la grille, au moyen du condensateur C_N , une tension égale et en opposition de phase avec celle existant aux bornes de la capacité C_{P-g} . On réalise donc une contre-réaction.

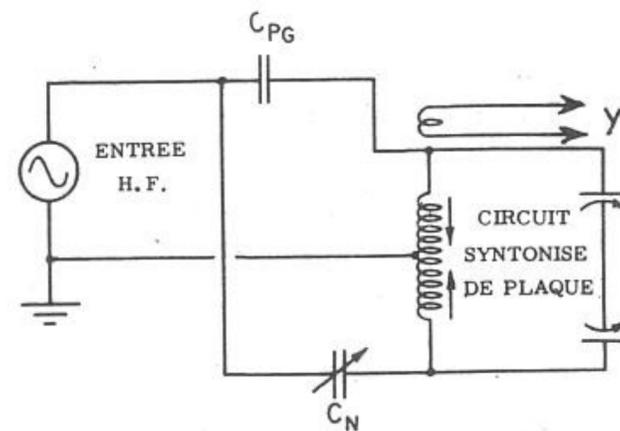


Fig. 14 - Recherche de la valeur exacte de la capacité C_N (figure 13). Les bornes de la bobine (Y) aboutissent à l'entrée verticale d'un oscilloscope. On travaille en l'absence de tension anodique. Le point commun aux 2 condensateurs du circuit de charge doit être relié à la masse.

rapport à la masse, suivant les crêtes positives et négatives du signal à haute fréquence. Lorsque l'anode est positive, un courant s'établit dans le tube. Au moment où le circuit de charge est exactement accordé, quelques uns des électrons constituant le courant qui se dirigeaient avant vers la grille, atteignant l'anode, avec pour conséquence, l'apparition d'une impulsion négative du courant de grille. Lorsqu'au contraire, C_N est égal exactement, à C_{P-g} , le courant se divise en deux parties égales, la tension de plaque reste nulle et on n'a aucune impulsion négative de courant de grille correspondant à l'accord du circuit de charge.

Une troisième méthode, qui permet de régler approximativement C_N , repose sur l'observation des courants de plaque ou de grille de l'étage final, toujours en l'absence de tension anodique continue. Si l'amplificateur n'est pas bien neutrodyné, la variation de l'accord du circuit de charge détermine des variations de charge de l'étage précédent, avec pour conséquence la présence d'une impulsion positive de son courant de plaque. Lorsqu'au contraire, C_N est réglé de façon à obtenir une neutralisation complète, les variations de l'accord du circuit de charge ne déterminent aucune impulsion de courant anodique de l'étage précédent.

Pour ces essais, il est plus pratique de supprimer la tension de chauffage, au lieu de la tension anodique. Dans ce cas, des trois méthodes décrites seules la première et la troisième restent valables, parce que la seconde exigerait dans le tube un courant électronique que l'on ne peut obtenir avec les filaments éteints.

Neutrodynage de grille

On peut obtenir le même effet de neutrodynage en prévoyant un point milieu sur la bobine du circuit de grille de l'étage en question. Le montage est représenté par la figure 15. La neutralisation est encore réalisée en ramenant sur la grille une partie du signal de sortie, mais cette fois l'inversion de phase nécessaire est obtenue au moyen du circuit d'accord de grille. Pour régler le condensateur C_N , on peut supprimer la tension anodique, ou celle de chauffage, et agir comme neutrodynage.

Neutrodynage d'un montage symétrique (push-pull)

Dans les émetteurs on utilise aussi des montages symétriques (push-pull), surtout à l'étage final de puissance. Le neutrodynage d'un étage symétrique est très facile, puisque le circuit de grille comme celui d'anode sont munis d'un point milieu réuni à la masse; les conditions de phase nécessaires sont ainsi, automatiquement réalisées. Il consiste à brancher entre la grille du tube T_1 et l'anode du tube T_2 d'une part et entre la grille du tube T_2 et l'anode du tube T_1 d'autre part, des capacités C_{N1} et C_{N2} égales aux capacités grille-anode des deux tubes, ainsi que le montre le schéma de la figure 16. C_{N1} assure le neutrodynage du tube T_2 tandis que C_{N2} assure celui du tube T_1 . Le réglage de ces deux condensateurs est réalisé par des méthodes habituelles, en agissant séparément sur l'un et sur l'autre.

REGLAGE et MISE AU POINT d'un EMETTEUR

Comme les récepteurs, les émetteurs doivent subir un réglage de tous les circuits accordés qu'on obtient en agissant sur les inductances et les condensateurs variables ou semi-fixes. Il s'agit de faire en sorte que chacun des circuits soit accordé sur la fréquence exacte, aussi bien sur celle de transmission que, en ce qui concerne les premiers étages, sur l'un des sous-multiples. Pendant les opérations d'alignement, il vaut mieux que l'émetteur ne soit pas couplé à l'antenne afin d'éviter que des signaux à haute fréquence, capables de gêner d'autres émissions effectuées sur des fréquences voisines, ne soient rayonnées. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser une charge fictive résistive capable d'absorber la puissance fournie par l'étage final, sans rayonner la moindre parcelle. L'étage final ne doit, en effet, jamais fonctionner à vide, sous peine de détérioration de celui-ci.

Nous allons maintenant décrire, le processus d'alignement et de mise au point d'un émetteur:

1) La première opération consiste à appliquer les tensions de chauffage des filaments de tous les tubes (ceux de la chaîne H.F. comme ceux de l'alimentation) et des tensions de polarisation.

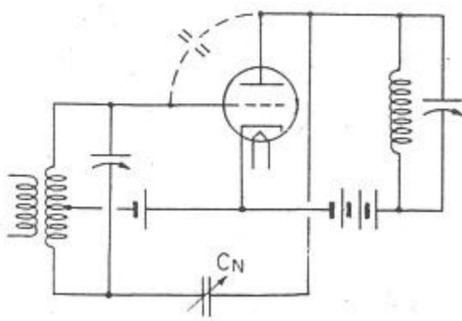


Fig. 15 - Neutrodynage de grille. L'inversion de phase se produit dans le circuit de grille et non pas dans le circuit de plaque. Le principe est analogue à celui de la figure 13.

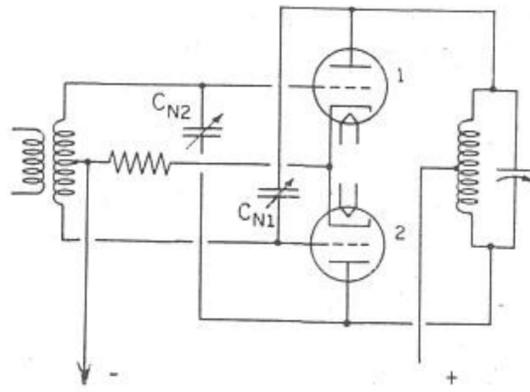


Fig. 16 - Neutrodynage d'un étage de « push-pull ». Celui-ci est obtenu au moyen des condensateurs C_{N1} et C_{N2} .

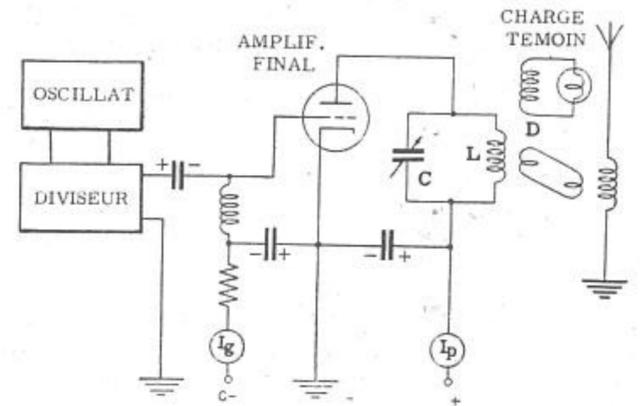


Fig. 17 - Pour l'alignement, on fait varier C jusqu'à obtenir la résonance. Les deux instruments contrôlent le courant de grille (I_g) et de plaque (I_p). Le minimum de courant anodique est nettement marqué lorsque le circuit d'anode est à vide; il est au contraire, beaucoup moins net lorsque ce même circuit est chargé.

2) On applique ensuite, la tension anodique au maître oscillateur. Il s'agit alors d'accorder le circuit de charge de cet étage en agissant sur le condensateur ou sur le noyau de la bobine. Si l'oscillateur utilise un quartz, on est sûr qu'un tel cristal oscille spontanément sur la fréquence exacte. Il est donc suffisant de brancher un milliampèremètre en série avec le circuit de plaque et de régler l'élément variable, en tenant compte de tout ce qu'on a dit précédemment à propos du réglage des circuits oscillateurs à cristal.

3) La troisième opération consiste à accorder les divers circuits des étages amplificateurs successifs, par ordre croissant de puissance, en commençant par l'étage séparateur. Pendant cette opération, la tension anodique de l'étage en cours de réglage est coupée.

On appliquera progressivement la tension H.F. d'excitation provenant de l'étage précédent ou d'un générateur H.F. Ici aussi on peut se baser soit sur les minima de courant anodique, soit sur les maxima du courant de grille de l'étage suivant. On utilise pour cela des ampèremètres à courant continu. Il est souhaitable qu'on accorde l'avant dernier étage en observant le courant sur le milliampèremètre de grille de l'étage final.

Lorsque l'étage final utilise le montage symétrique, l'avant dernier étage est un inverseur de phase; il faut par conséquent, faire attention d'obtenir un équilibre parfait entre les deux signaux de phases opposées, disponibles aux bornes des deux sorties. En effet, le plus petit déséquilibre entre les deux signaux, entraîne une forte diminution de rendement de l'étage final.

Si l'un de ces étages, généralement l'étage final de puissance, comporte des tubes triodes neutrodynés, on réglera le condensateur du neutrodynage comme nous l'avons indiqué plus haut.

Lorsqu'on est sûr que les circuits de charge et de neutrodynage sont bien réglés, on peut appliquer la tension anodique. On procède avec beaucoup de prudence, en augmentant très progressivement la valeur de la tension. Avec des tubes tétrodes et pentodes, on ne devra jamais appliquer la tension d'écran avant la tension anodique.

En ce qui concerne l'étage final, avant de lui appli-

quer la tension anodique, il sera nécessaire de prendre les précautions déjà signalées plus haut: une charge résistive adéquate doit absolument être branchée à la sortie de l'émetteur. Nous répétons que sans cette charge, même de brefs instants de fonctionnement de l'étage peuvent être fatals aux tubes. A l'application de la tension anodique, le courant de grille diminue par rapport à sa valeur en l'absence de cette tension.

Lorsque une tension alternative apparaît aux bornes du circuit accordé d'anode, la tension anodique diminue pendant une fraction de période, tandis que le courant de grille croît. En faisant varier l'accord du circuit autour de sa valeur de résonance, au moyen du condensateur C de la figure 17, on constate un maximum de courant de grille à l'accord exact.

On constatera de même, sur l'ampèremètre du circuit anodique, une chute très nette du courant anodique. En effet, à la résonance, l'impédance du circuit autorésonnant d'anode passe par un maximum.

Lorsque le circuit oscillant d'anode est à vide, le minimum de courant anodique observé est très nettement marqué car l'impédance de ce circuit est très grande à l'accord. Plus la charge qu'on lui impose est élevée, plus l'impédance diminue et par conséquent, moins le minimum de courant est net (figure 18). On peut enfin appliquer la tension anodique maximum à l'étage final et transférer la bobine de couplage de l'antenne fictive à l'antenne réelle. Cette dernière opération doit être effectuée de façon à ne jamais laisser l'émetteur complètement débranché des deux charges. L'action de couplage entre la sortie de l'émetteur et l'antenne est accompagnée des trois effets suivants: a) le courant d'antenne à haute fréquence augmente; b) le courant de plaque de l'étage final augmente, ce qui correspond au prélèvement de puissance effectué; c) le courant de grille de l'étage final diminue. En substance, il se produit un léger désaccord du circuit de charge de l'étage final. Il faut par conséquent, régler le condensateur C jusqu'à obtenir de nouveau un maximum de courant de grille et un minimum de courant anodique. A ce stade, les opérations de réglage et de mise au point sont terminées.

Leçon n° 128

MANIPULATION et MODULATION des EMETTEURS

Dans la leçon précédente, nous avons étudié les émetteurs en tant que générateurs d'ondes entretenues pures. Celles-ci doivent être modulées, afin qu'elles puissent effectuer la transmission d'une information (parole, musique, image animée ou fixe). Un émetteur de radiotéléphonie comporte donc, outre la chaîne HF que nous avons examinée en détail, une chaîne BF qui constitue le **modulateur**. La modulation, à l'émission apparaît comme l'opération inverse de la détection, pour la réception.

En effet, nous savons que, moduler une porteuse consiste à lui incorporer le signal basse fréquence à transmettre tandis que détecter, c'est séparer le signal en question de l'onde porteuse.

Nous connaissons déjà les divers types de modulation: avant de reprendre le sujet en l'approfondissant par l'étude des systèmes de modulation, nous croyons utile de consacrer un chapitre entier à la manipulation des émetteurs de radiotélégraphie.

MANIPULATION d'un EMETTEUR

« Manipuler » un émetteur à onde entretenue pure, c'est interrompre périodiquement l'émission, selon un code bien déterminé, le code Morse, par exemple. L'émetteur émet donc un signal haute fréquence seulement pendant des intervalles de temps déterminés.

Le code Morse est caractérisé par des émissions de durée variable (points et traits) dont les diverses combinaisons traduisent les lettres de l'alphabet, les chiffres et les signes de ponctuation.

Lorsque le manipulateur est fermé, l'émetteur rayonne de l'énergie tandis que lorsque le manipulateur est ouvert il n'émet aucun signal.

Dans les conditions idéales, l'émetteur fonctionnerait à pleine charge quand le manipulateur est abaissé et à vide lorsqu'il est relevé. Toutefois, pour plusieurs raisons, l'énergie à haute fréquence peut parvenir à l'antenne même lorsque le manipulateur est ouvert. Si la manipulation est appliquée sur l'étage final de puissance, il peut exister, en effet, un couplage partiel entre l'antenne et les étages précédents, dû aux capacités interélectrodes du tube final. Un neutrodynage imparfait de l'étage final peut aussi être la cause de la présence d'énergie dans l'antenne lorsque le manipulateur est ouvert. Si le manipulateur est mon-

té dans le circuit de grille, une tension de polarisation insuffisante peut faire en sorte que le tube ne soit pas complètement bloqué lorsque le manipulateur est ouvert.

Perturbations et inconvénients

Un émetteur de télégraphie fonctionne par « tout ou rien ». L'énergie est rayonnée uniquement pendant la durée des signaux du code Morse. La constante de temps caractérisant le passage de l'émission à l'absence d'émission et réciproquement, ne doit être ni trop élevée, ni trop faible.

Si la constante de temps est trop grande, le passage d'une position (émission) à l'autre (coupure) n'est pas net et la lecture du message transmis est difficile.

Si, au contraire, la constante de temps est trop petite, le passage d'un état à l'autre est trop bref, brutal et s'accompagne d'un train d'ondes amorties. Il en résulte, à la réception, au début comme à la fin de chaque signal un claquement audible dans le haut-parleur ou l'écouteur, lorsqu'on est réglé sur une fréquence différente de la fréquence de travail.

Le signal optimum, de ce point de vue, est celui représenté par la **figure 1-A**. Aussitôt que le manipulateur s'abaisse, le signal monte graduellement jusqu'à atteindre une valeur maximum et, ensuite, lorsque le manipulateur se relève, il diminue graduellement jusqu'à s'annuler. Avec une pareille marche, les perturbations dues à la fermeture et à l'ouverture du manipulateur sont éliminées.

Au moment où l'onde augmente de zéro jusqu'au maximum et au moment où elle descend du maximum à zéro, on obtient des formes d'onde riches en harmoniques. Plus les fronts ascendants et descendants sont abrupts (cas d'un passage brusque de l'émission à la coupure) plus les harmoniques sont intenses. Ces derniers déterminent, à côté de la porteuse la formation d'un certain nombre de bandes latérales, capables de provoquer des interférences avec les transmissions qui se font dans les bandes voisines.

De plus, les claquements audibles qui se produisent dans le récepteur, rendent le signal difficile à déchiffrer.

Les formes d'onde des figures **1-B** et **1-C** représentent

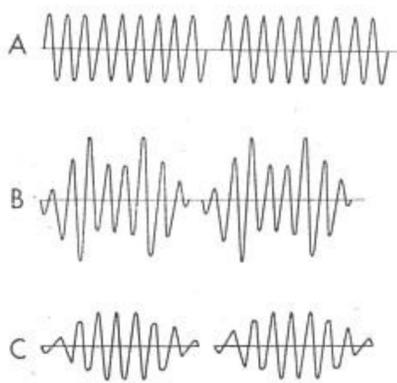


Fig. 1 - En A, signal H.F. manipulé d'une manière convenable; en B et C, signaux à variation de manipulation très rapide, qui provoquent des phénomènes transitoires.

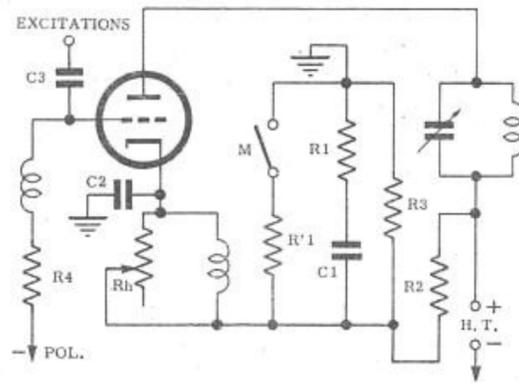


Fig. 2-A - Exemple d'oscillateur d'étage HF manipulé par le circuit de cathode. La tension de sortie se manifeste seulement lorsque le manipulateur ferme le circuit vers la masse.

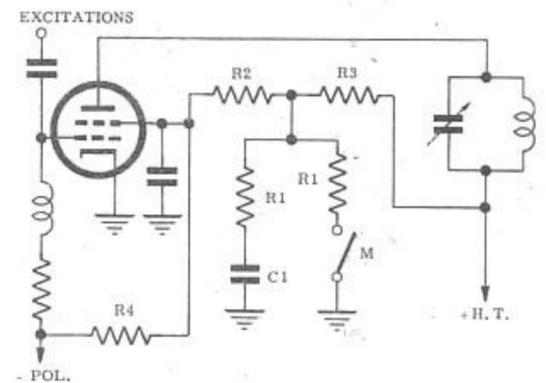


Fig. 2-B - Dans ce cas, le manipulateur est inséré dans le circuit de grille-écran. Avec le manipulateur relevé, la tension de grille-écran est positive et le tube débloquent tandis que lorsque le manipulateur est abaissé, la tension d'écran est négative et le tube, bloqué.

des signaux à fronts ascendants et descendants très brusques, qui causent donc des claquements considérables. En outre, le signal B comporte des phénomènes transitoires qui altèrent l'amplitude du signal.

Un bon circuit de manipulation doit avoir une influence négligeable sur la fréquence de l'oscillateur, ou bien dans l'étage suivant, on peut noter une certaine instabilité de la fréquence de travail, due aux variations de charge provoquées par l'ouverture et la fermeture du manipulateur.

Afin de ne pas introduire une charge variable sur l'oscillateur, on dispose généralement entre celui-ci et l'étage manipulé, un amplificateur tampon dont le rôle est, uniquement, d'isoler l'oscillateur des variations de charge à la manipulation.

Il ne doit pas avoir un gain d'amplification en puissance important; dans ce but, il fonctionne généralement en classe A.

Choix de l'étage à manipuler

Le choix de l'étage à manipuler dépend du type d'onde utilisé pour l'émission.

Dans le cas du type F1 (manipulation par déplacement de fréquence), l'étage à manipuler ne peut être évidemment, que l'étage pilote (oscillateur). Ce type de manipulation n'est qu'un cas particulier de la modulation de fréquence.

Dans le cas du type A2 (radiotélégraphie modulée), on doit manipuler un étage quelconque de la chaîne B.F., même si l'on coupe l'onde porteuse entre les signaux.

On choisit un étage de petite puissance, afin d'éviter l'utilisation de relais de manipulation trop importants, préjudiciables aux grandes vitesses de manipulation.

Dans le cas du type A1 (radiotélégraphie par coupure d'une onde entretenue pure), enfin, il est conseillé de manipuler un étage de faible puissance le plus éloigné possible de l'oscillateur.

Manipulation par suppression de la tension anodique

Ce système de manipulation est employé dans les petits émetteurs portatifs de très faible puissance.

La manipulateur est alors inséré dans la cellule de filtrage. La constante de temps de manipulation est celle de la cellule, ce qui réduit fortement les claquements à la réception.

Un circuit RC disposé aux bornes du manipulateur absorbe l'étincelle qui jaillit à l'ouverture et à la fermeture de celui-ci.

Manipulation par la cathode

Le procédé le plus simple pour bloquer un tube sans être obligé de couper des tensions élevées, consiste à couper son circuit de cathode au moyen du manipulateur lui-même ou du relais de manipulation.

Ce procédé est illustré par le schéma de la figure 2-A.

Lorsque le circuit est ouvert (manipulateur relevé), le condensateur C1 ne se charge que progressivement (à cause de la constante de temps) à travers le tube et le diviseur de tension constitué par les résistances R2 et R3. Or, la tension aux bornes de C1 est la tension de blocage U_{co} du tube. Il en résulte que le tube se trouve bloqué progressivement avec une constante de temps complexe.

L'inductance B.F., insérée dans la connexion de cathode, entre C2 et R1, augmente la constante de temps de blocage.

Lorsque le manipulateur est abaissé, le condensateur se décharge à travers les résistances R'1 et R1, avec une constante de temps $C1 (R1 + R'1)$ et le tube ne se trouve débloquent que progressivement. On obtient ainsi une onde ayant l'aspect de la figure 1-A.

Manipulation par la grille-écran

On peut également bloquer un tube tétrode ou pentode en coupant la tension appliquée à la grille-écran. Ce procédé est peu utilisé pour la raison suivante:

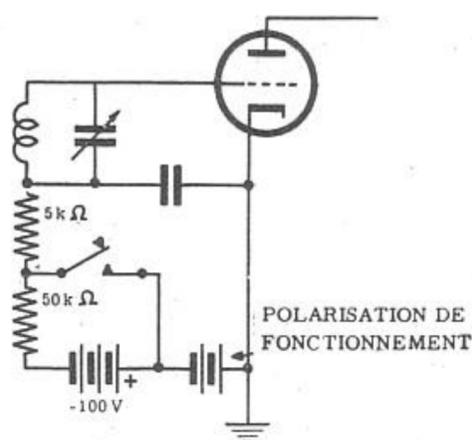


Fig. 3-A - Manipulation par la grille. Le tube conduit lorsque le manipulateur est abaissé et il est bloqué (polarisation négative élevée) lorsque le manipulateur est relevé.

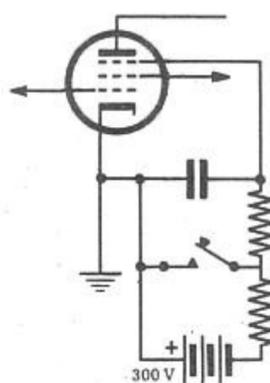


Fig. 3-B - Dans ce cas, la tension négative de blocage est appliquée, à travers le manipulateur, à la grille de suppression d'un tube pentode.

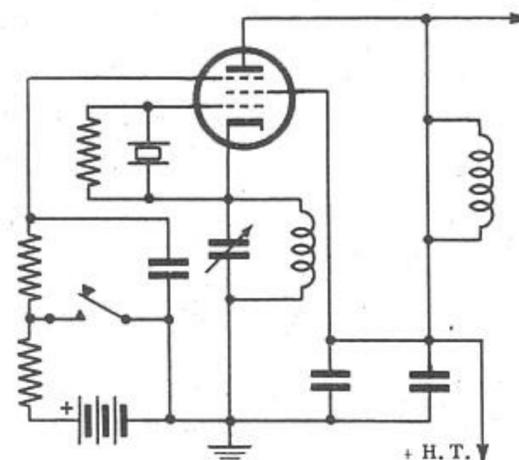


Fig. 4 - Oscillateur « tri-tet » à quartz. C'est un des cas possibles de manipulation appliquée à un oscillateur. La stabilité en fréquence subsiste grâce au cristal.

le blocage du tube n'est jamais net, certains électrons arrivant à franchir l'écran et à atteindre l'anode lors des coupures de la tension d'écran.

Il faut appliquer une tension négative sur l'écran pour arriver à repousser tous les électrons vers la cathode. La figure 2-B représente un montage employant ce procédé.

Il y lieu de remarquer que le contact du manipulateur travaille en contre manipulation; c'est-à-dire que lorsque ce contact est fermé, le tube est bloqué. En effet, dans cette position, la tension appliquée à la grille-écran, déterminée par les résistances R2 et R4 est négative.

Au contraire, lorsque le contact est ouvert, la tension positive définie par les résistances R2 et R3 et obtenue à partir du +HT est prépondérante, de sorte que le tube est débloqué.

Manipulation par la grille de commande ou la grille d'arrêt

La manipulation d'une onde entretenue pure peut être obtenue en bloquant le tube par sa grille de commande lorsque le manipulateur est relevé et en la débloquant lorsque le manipulateur est abaissé. Un circuit propre à effectuer une telle fonction est représenté par la figure 3. Dans le cas A, pour obtenir une suppression du flux électronique dans le tube, on fait en sorte que la tension normale de polarisation soit augmentée par une tension négative supplémentaire de -100 volts sur la grille, qui est présente uniquement quand le manipulateur est relevé.

Lorsque le manipulateur est abaissé, la batterie est court-circuitée à travers une résistance de 40 000 ohms et par conséquent, la tension de polarisation de grille descend à la valeur nécessaire pour assurer le fonctionnement correct du tube.

Dans le montage de la figure 3-B, la tension continue de blocage est appliquée sur la grille de suppression d'un tube pentode.

Naturellement, au lieu de la batterie, on peut utiliser une autre source de tension continue quelconque comme par exemple, une section spéciale de l'alimentation.

Les circuits de manipulation qui agissent en bloquant et débloquant la grille présentent un inconvénient commun: les phénomènes transitoires qui prennent naissance à l'ouverture et à la fermeture du contact du manipulateur.

Il en résulte une infinité de bandes latérales. Il faut donc ajouter des filtres de manipulation convenables ayant pour rôle d'atténuer, autant que possible, les phénomènes transitoires déjà mentionnés.

Manipulation de l'oscillateur

On peut brancher le manipulateur dans le circuit oscillateur également, mais dans ce cas, ce dernier doit être tel qu'aucune dérive de fréquence ne se produise. Celle-ci est due aux variations de charge qui se manifestent à l'ouverture et à la fermeture du contact.

Ces dérives de fréquence produisent dans le récepteur une altération caractéristique et désagréable du son. Un circuit particulièrement apte à être manipulé est l'oscillateur « tri-tet », représenté dans la figure 4.

Lorsque la manipulation est appliquée à un oscillateur à quartz, il est nécessaire que le cristal entre immédiatement en oscillation dès que le manipulateur se ferme. Quelquefois, on a affaire à des cristaux qui mettent un certain temps pour entrer en oscillation et d'autres, au contraire qui entrent immédiatement en fonction; la raison de ce phénomène est jusqu'à présent inconnue.

Dans un montage oscillateur, le manipulateur est inséré soit dans le circuit de la grille de suppression, lorsqu'il s'agit d'une pentode, soit dans le circuit de plaque, de cathode ou même de grille-écran.

Une difficulté que l'on rencontre dans la manipulation de l'étage oscillateur, se rapporte au fonctionne-

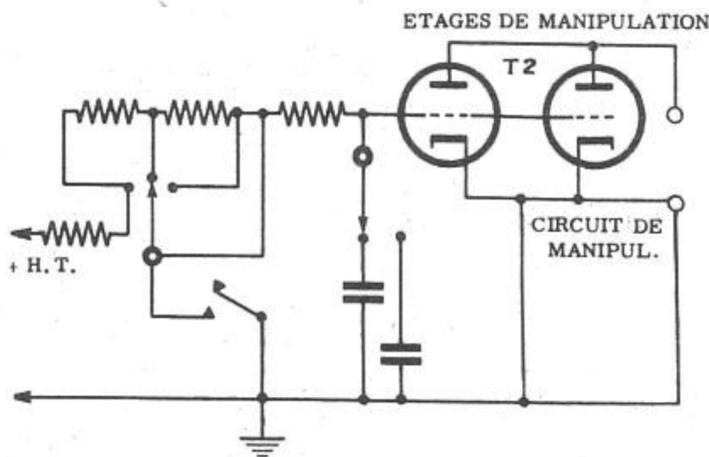


Fig. 5 - Manipulation électronique indirecte. Lorsque le manipulateur est levé, le tube T2 est bloqué et ne permet pas le passage du courant.

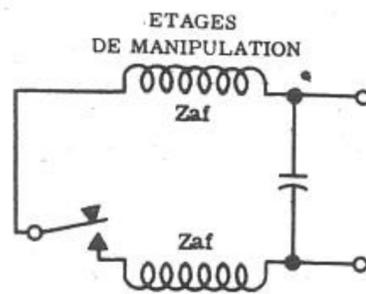


Fig. 6 - Circuit de filtrage pour la suppression des phénomènes transitoires de manipulation. La haute fréquence passe à travers le condensateur et non à travers le manipulateur, grâce aux deux inductances d'arrêt.

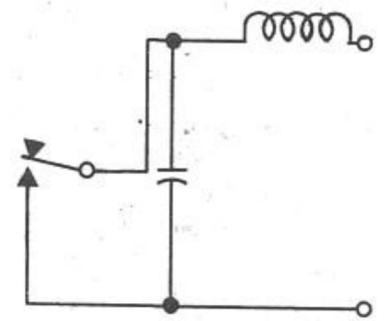


Fig. 7 - Circuit LC de retard, au moyen duquel le manipulateur donne à la porteuse manipulée l'aspect de figure 1-A.

nement correct des étages successifs. En effet, même si l'oscillateur est établi d'une façon telle qu'en agissant sur le manipulateur on n'ait aucun claquement appréciable, les étages suivants surtout celui fonctionnant en classe C, à forte tension d'excitation, ont tendance à rendre verticaux les fronts avant et arrière du signal, d'une façon telle qu'à la réception un claquement considérable se manifeste également. Cette difficulté peut être éliminée en faisant en sorte que la tension d'excitation de tous les étages amplificateurs soit limitée au minimum compatible avec le fonctionnement correct des étages.

Un autre problème posé par la présence du manipulateur dans l'étage oscillateur a trait à la stabilité des étages successifs. Des oscillations parasites dans ces étages peuvent, en effet, rendre les claquements provenant de la manipulation, trop prononcés.

Dans ce cas, il n'existe aucune méthode de filtrage possible.

Manipulation au moyen d'un tube électronique

La manipulation peut être aussi effectuée au moyen d'un tube électronique et, précisément, en utilisant un tube à faible résistance interne (triode), ou bien plusieurs tubes parallèles, reliés en série avec un circuit de l'émetteur où le manipulateur peut normalement être inséré. Comme on peut le remarquer sur la **figure 5**, lorsque le manipulateur est relevé, le tube de manipulation est polarisé de façon qu'il soit bloqué et, par suite, présente une résistance interne très élevée; il se comporte alors comme un interrupteur ouvert.

Lorsque le manipulateur est abaissé, la tension de grille s'élève jusqu'à ce que le tube se débloque. En conséquence, la résistance interne descend à une valeur très basse et le tube se comporte comme un interrupteur fermé.

De toute façon, entre la plaque du circuit et la masse, une certaine résistance est toujours présente et par conséquent aussi une chute de tension, même si on

dispose de plusieurs tubes montés en parallèle. Il en résulte que la manipulation au moyen d'un tube électronique apporte toujours une certaine chute de rendement.

Plus la résistance du tube ou du groupe de tubes en parallèle, à contact fermé, est élevée, plus cette baisse est importante.

Malgré cet inconvénient, la manipulation électronique présente des aspects particulièrement favorables comme par exemple, l'absence complète de claquements et de scintillations. De plus, si on adopte la commutation électronique, il est bien facile d'établir des filtres aptes à supprimer un type quelconque de perturbations, étant donné les tensions plutôt basses existant aux bornes du tube de commutation.

Circuits de filtrage

Pour donner aux impulsions à haute fréquence la forme désirée et pour déterminer les phénomènes transitoires qui engendrent les claquements, on utilise des circuits de filtrage spéciaux. La scintillation due au manipulateur ou aux contacts du relais rayonne des ondes électromagnétiques qui peuvent brouiller les récepteurs se trouvant dans le voisinage, ou bien produire des oscillations amorties qui modulent la sortie à haute fréquence de l'émetteur.

Pour remédier à l'effet de scintillation, la tension aux bornes du manipulateur ou des contacts du relais doit être minimum et on doit utiliser un filtre passe-bas branché autant que possible près du manipulateur ou du relais. Dans certains cas, il est suffisant de monter en parallèle avec les bornes du manipulateur un simple condensateur. Dans d'autres cas au contraire, il est nécessaire de monter en série avec le circuit deux inductances d'arrêt H.F., comme le montre la **figure 6**. Le filtre représenté dans cette figure élimine les tensions transitoires qui modulent la sortie de l'émetteur, en plus de l'effet de scintillation. Dans le cas où il existe un relais, une réduction ultérieure des perturbations dues à la scintillation peut être obtenue en blindant ce composant.

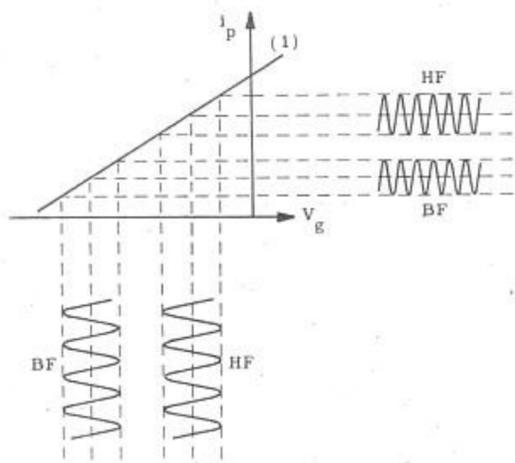


Fig. 8 - En mélangeant les deux signaux (BF et HF) dans un système linéaire (tube amplificateur classe A), la modulation ne s'opère plus.

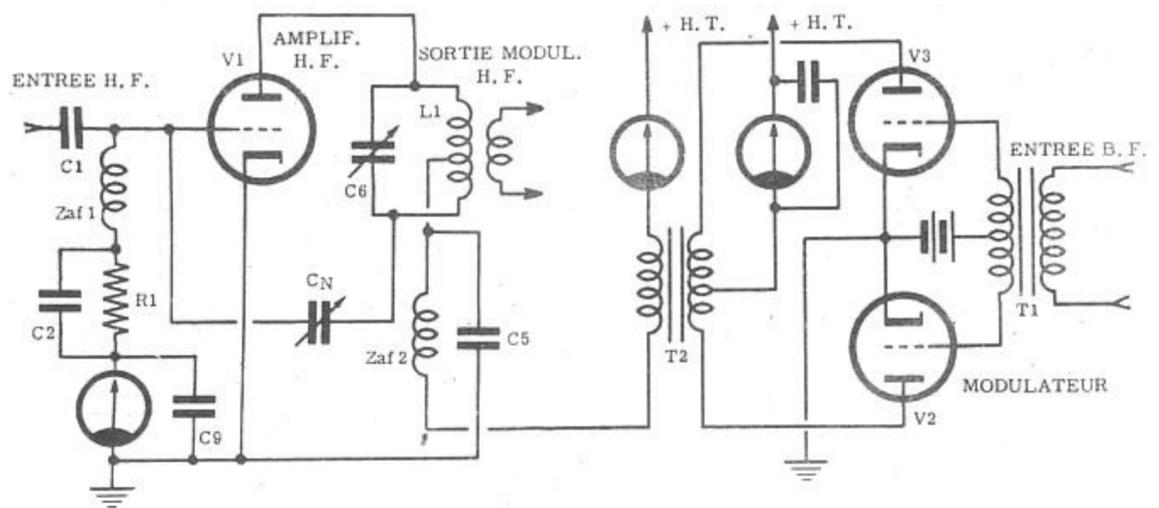


Fig. 9 - Exemple de modulateur par l'anode. Le signal B.F., amplifié par l'étage « push-pull » (V2 - V3), fournit la tension B.F. aux bornes du secondaire de T2. De cette façon, la tension anodique de V1 varie en fonction du signal B.F.

Le circuit à retard, représenté par la figure 7, est un filtre étudié pour donner à l'onde manipulée la forme adéquate (figure 1-A); en outre, il contribue lui aussi à diminuer les claquements et les tensions transitoires.

Il est conforme à celui que nous avons déjà rencontré à propos de la manipulation par la cathode.

SYSTEMES de MODULATION d'AMPLITUDE

Nous avons traité précédemment la théorie de la modulation en amplitude d'un signal à haute fréquence. Nous nous en occuperons plus profondément à présent.

La méthode la plus courante pour effectuer la modulation en amplitude consiste à appliquer le signal à fréquence acoustique que l'on veut transmettre, directement sur l'anode du tube final, après amplification. Ce système, appelé **modulation par l'anode**, exige que le signal modulant ait une puissance importante, et, par conséquent, il est appelé aussi « modulation à haut niveau ». La tension de modulation peut être appliquée également à la grille de contrôle ou à la cathode et, dans le cas d'étages à pentode, à la grille-écran ou à la grille de suppression. Tous ces systèmes sont appelés à « bas niveau de modulation » parce qu'ils se contentent d'une faible puissance du signal modulant à fréquence acoustique.

Quelquefois, la modulation est effectuée dans un étage qui précède l'étage final. De toute façon, quel que soit le procédé employé, il est indispensable que le mélange des 2 tensions, la tension B.F. modulante et la tension H.F. à moduler, s'opère dans un système non-linéaire, c'est-à-dire qui ne suit pas la loi d'Ohm.

Supposons, en effet, que nous appliquions les deux signaux à un système linéaire, c'est-à-dire obéissant à

la loi d'Ohm: $R = \frac{I}{V} = \text{Constante}$; un tel système

est constitué, par exemple, par un étage amplificateur fonctionnant en classe A.

La figure 8 montre qu'en superposant les deux signaux sur la grille, l'amplitude de la composante H.F. du courant anodique reste constante.

Autrement dit, le courant anodique est constitué par la coexistence de deux composantes sinusoïdales d'amplitude constante:

$$I_p = I_{HF} + I_{BF}$$

Il n'y a pas de modulation du signal HF par le signal BF. Si la caractéristique de la figure 10 présentait une courbure, sa pente S ne resterait pas constante, mais varierait et il y aurait modulation.

D'où la nécessité de sortir de la classe A, pour travailler en classe B ou C.

Modulation par l'anode

Un circuit typique de modulation par l'anode est celui de la figure 9. Il est capable d'assurer une modulation à 100%, qui correspond au maximum de puissance admissible dans les bandes latérales, sans introduire de perturbations. Pour une modulation à 100%, l'amplitude du signal à fréquence acoustique aux bornes du secondaire du transformateur de modulation T2 doit atteindre une valeur de crête égale à celle de la tension anodique de l'étage final.

Par conséquent, pendant les crêtes négatives du signal modulant, l'amplitude du signal haute fréquence descend à zéro, ce qui est dû à l'annulation de la tension anodique.

Pour obtenir une modulation à 100%, il est nécessaire que le modulateur soit capable de fournir une puissance à fréquence acoustique égale à la moitié de la puissance à haute fréquence rayonnée par l'émetteur non modulé. Par exemple, si la puissance de sortie non modulée de l'émetteur est de 100 watts, la puissance de crête du modulateur doit être de 50 watts. Pendant une transmission modulée à 100%, la puissance de sortie totale de l'émetteur devrait être de 150 watts, en supposant que le rendement de l'émetteur soit de

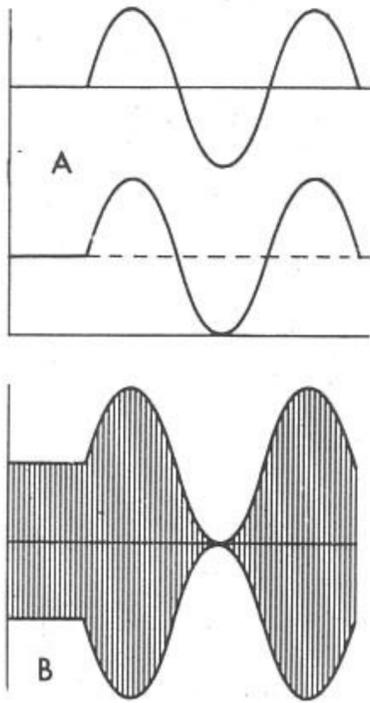


Fig. 10 - A = signal B.F. et variation de V_a . B = HF modulée.

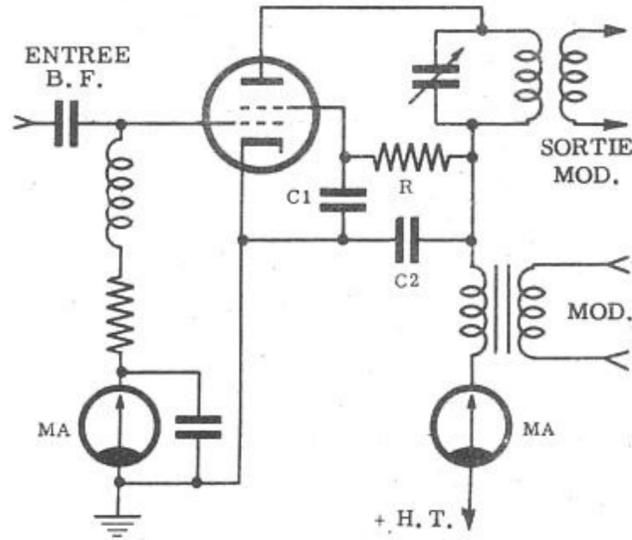


Fig. 11 - Modulation par la plaque et la grille-écran. On a, dans ce cas, une distorsion plus petite qu'en modulant seulement par la grille-écran.

100%. En pratique le rendement d'un étage final à haute fréquence est d'environ 70% et par conséquent, la puissance de sortie réelle est de beaucoup inférieure à 150 watts. En supposant toutefois, que la puissance de sortie soit de 150 watts, 100 watts formeraient la puissance de la porteuse et les 50 autres watts se répartiraient en parties égales entre les deux bandes latérales de modulation.

Etant donné que la tension anodique de l'amplificateur final à haute fréquence est, pendant les crêtes positives du signal modulant, le double de la tension d'alimentation anodique, le courant anodique est lui aussi doublé; la puissance de crête rayonnée monte donc à quatre fois la valeur de la puissance de la haute fréquence modulée (dans les conditions de fonctionnement idéales et avec un signal modulant parfaitement sinusoïdal). Puisque la puissance varie proportionnellement au carré du courant, le courant d'antenne dépend de la puissance rayonnée. Pendant la modulation à 100% il augmente de 22,5%. On peut vérifier cela, par exemple, en considérant les données précédentes. Supposons que la résistance du circuit d'antenne soit de 50 ohms, le courant d'antenne en l'absence de modulation, est calculé au moyen de la formule:

$$P = I^2 R; \quad I^2 = \frac{P}{R} = \frac{100}{50} = 2.$$

On a par conséquent:

$$I = \sqrt{2} = 1,414 \text{ ampères}$$

Avec une puissance de sortie de 150 watts, due à la présence d'une modulation à 100%, la nouvelle valeur de I , déterminée au moyen de la même formule devient:

$$I = \sqrt{3} = 1,732 \text{ ampères}$$

On a par conséquent, une augmentation de courant de 0,318 ampère; cet accroissement correspond aux taux suivant:

$$\frac{0,318}{1,414} \cdot 100 = 22,5\%$$

Lorsque le signal modulant est sinusoïdal, la tension de modulation atteint à chaque période, les mêmes valeurs de crêtes positives et négatives. Il est donc assez facile de régler la puissance modulante pour obtenir une modulation à 100%. Normalement toutefois, le signal modulant à basse fréquence traduit la parole ou les sons musicaux et par conséquent, n'est pas sinusoïdal et son amplitude n'est pas constante.

Le réglage est alors plus difficile et l'on doit se contenter de taux de modulation inférieurs, afin d'assurer une meilleure reproduction et d'éviter la surmodulation.

Le transformateur de modulation

Pour obtenir l'efficacité maximum du système, il faut que le transformateur de modulation T2 (figure 9) puisse adapter parfaitement l'impédance de sortie de l'étage final du modulateur à celle de l'étage final de l'émetteur proprement dit.

Pour obtenir le rapport de transformation du transformateur de modulation on doit calculer le rapport entre ces deux impédances.

L'impédance de charge de l'étage à haute fréquence peut être calculée en faisant le rapport entre la tension et le courant de plaque tandis que celle de l'étage final B.F. peut être trouvée sur les manuels relatifs aux tubes employés. Le rapport de transformation doit être égal à la racine carrée du rapport des impédances.

Par exemple, si l'impédance de l'étage final à haute fréquence est de 8 k Ω , et celle de l'étage final B.F., de 12 k Ω , le rapport est donné par:

$$n = \frac{8\,000}{12\,000} = \sqrt{0,66} = 0,812$$

En ce qui concerne le diamètre des enroulements, il est calculé en fonction des courants qui parcourent

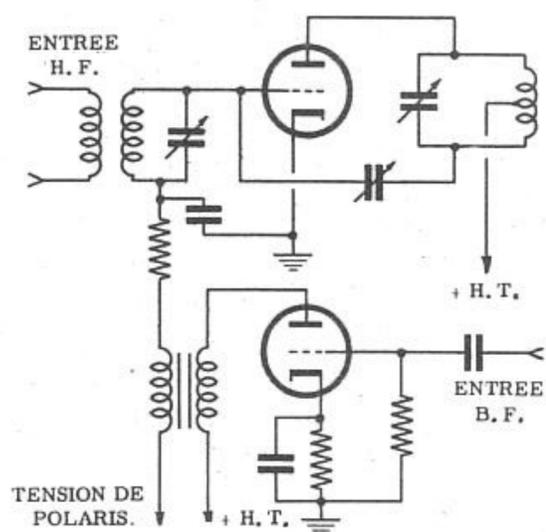


Fig. 12 - Modulation par la grille de commande. La tension du signal B.F. est en série avec celle de polarisation du tube. La puissance de modulation nécessaire est beaucoup plus faible que celle requise par la modulation par la plaque, mais la puissance maximale de l'onde modulée est très petite.

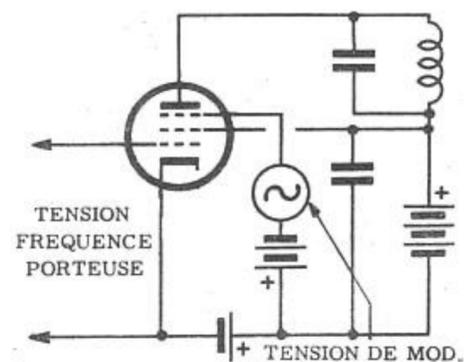


Fig. 13 - Modulation appliquée à la grille de suppression, en série avec une tension constante. Tant que le taux de modulation ne dépasse pas 90%, la distorsion est minimum.

les circuits primaire et secondaire. Dans tous les cas, étant donné que les puissances mises en jeu sont d'une certaine importance, les transformateurs de modulation sont presque toujours de dimensions considérables.

Le circuit de plaque de l'amplificateur R.F.

Dans l'exemple de la figure 9, la charge anodique est constituée par le circuit C6-L1, qui est accordé sur la fréquence du signal d'excitation. L1 est pourvu d'un point milieu, de sorte qu'il soit possible d'appliquer un neutrodynage de plaque, au moyen du condensateur variable C_N. L'inductance d'arrêt HF Zaf2 et le condensateur C5 ont pour but d'empêcher le signal à haute fréquence existant aux bornes du circuit accordé d'atteindre le transformateur de modulation T3. En effet, l'inductance présente une notable réactance aux fréquences élevées qui s'écoulent à la masse à travers le condensateur C5. Le signal modulant, au contraire, ne rencontre pas une réactance appréciable en passant à travers Zaf2, ni ne peut aboutir à la masse à travers le condensateur C5 qui, étant donné sa faible capacité, lui oppose une réactance pratiquement infinie.

Le modulateur

Les modulateurs sont tout simplement des amplificateurs de puissance basse fréquence, puisqu'il s'agit de modulation à niveau élevé. La figure 9 indique seulement l'étage final du modulateur, parce que les étages précédents ne comportent aucune caractéristique qui puisse les distinguer des amplificateurs à fréquence acoustique classiques. En général, étant donné que les puissances considérables sont nécessaires, les étages finaux des modulateurs sont équipés de deux tubes en push-pull classe B. On ne peut pas utiliser des étages classe C parce que le fort rendement et la grande puissance de sortie seraient accompagnés de forte distorsion.

En ce qui concerne le principe de fonctionnement de la modulation par l'anode, nous ne croyons pas que des explications supplémentaires soient nécessaires. Il est suffisant de se rappeler que la tension de sortie de l'étage final du modulateur s'ajoute à chaque instant

à la tension continue d'alimentation anodique; il s'agit donc d'une somme géométrique. Les variations de la tension anodique provoquent des variations correspondantes de la composante continue I_{0a} et de la composante alternative fondamentale à haute fréquence du courant anodique, comme l'indique la figure 10.

Modulation par la plaque et la grille-écran d'une pentode

Le courant de plaque d'une tétrode et d'une pentode est proportionnel à la tension de grille-écran, à peu près comme le courant d'une triode est proportionnel à la tension de plaque. Pour cette raison, dans le cas où l'étage final d'un émetteur est équipé d'un tube tétrode ou pentode, on utilise la modulation par l'anode et la grille-écran dont le montage est représenté par la figure 11; la grille-écran seulement paraît, à première vue, plus rationnelle, étant donné que la puissance modulante nécessaire serait beaucoup plus faible. Toutefois, en modulant simultanément par la plaque et l'écran, on obtient une distorsion bien inférieure. Dans le schéma représenté à titre d'exemple, la résistance R détermine la chute de tension nécessaire sur la grille-écran, en l'absence de modulation. Les deux condensateurs C1 et C2, de faible capacité, servent à écouler à la masse les composantes à haute fréquence éventuellement présentes dans le circuit de modulation. Ils n'ont aucun effet sur la B.F.

Modulation par la grille de commande

La modulation d'un émetteur peut aussi être effectuée en agissant sur la tension de polarisation de la grille de commande. Un circuit de ce genre est représenté par la figure 12. L'avantage principal de la modulation par la grille est dû à la faible puissance de modulation nécessaire; pour obtenir une modulation à 100% d'un signal à haute fréquence de 100 watts, une puissance de 2 watts du signal à fréquence acoustique appliqué à la grille, est en effet suffisante. Cette puissance, quoique faible, est nécessaire à cause de

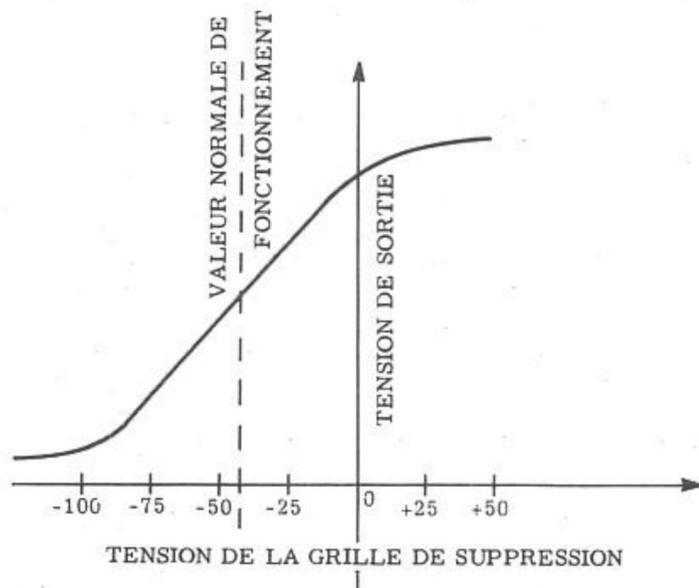


Fig. 14 - Fonctionnement du circuit de la figure 13. La variation de la tension de sortie est linéaire pour une portion considérable de la courbe.

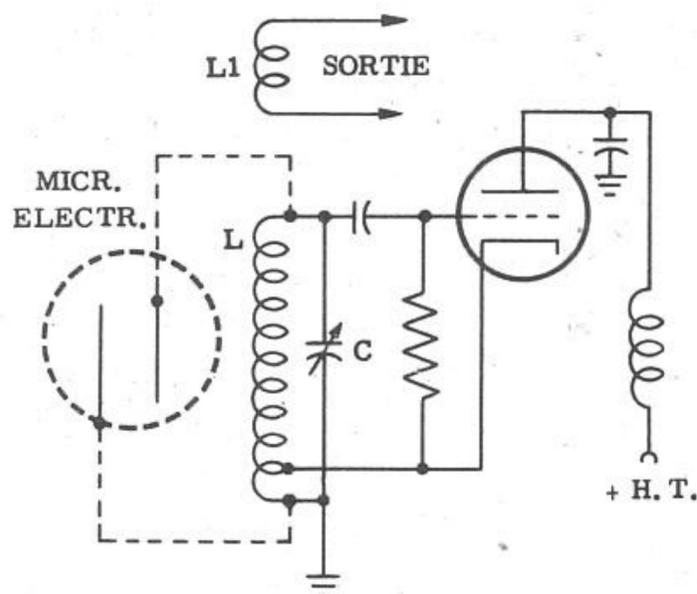


Fig. 15 - Modulation de fréquence au moyen d'un microphone électrostatique en parallèle avec le circuit accordé.

la présence d'un courant de grille; elle est de toute façon de beaucoup inférieure à la puissance nécessaire pour la modulation par la plaque (50 watts). Mais la distorsion est plus importante.

La modulation par la grille présente l'inconvénient d'avoir un rendement variable au cours d'un cycle de modulation.

De plus, ce rendement est faible, pratiquement voisin de 30%, contre 60 à 70% pour la modulation par l'anode.

Modulation par la grille de suppression

Ce type de modulation est similaire à celui de la modulation par la grille de contrôle. Dans ce cas également, une faible puissance de modulation est suffisante, étant donné que le courant de la grille de suppression est minimum. Le montage illustré par la figure 13 indique que la tension de modulation, fournie par le secondaire du transformateur de modulation, est appliquée à la grille de suppression montée en série avec une tension fixe de polarisation. Tant que la polarisation fixe est telle que, même dans les crêtes positives du signal modulant, la tension de grille reste négative, une puissance d'excitation minimum est suffisante. Cette puissance devient importante dans le cas où la grille de suppression devient positive. La distorsion qu'on obtient par ce type de modulation ne dépasse pas 90%. Comme on peut le noter, en effet, en examinant la courbe de la figure 14, la tension de sortie varie presque linéairement avec la variation de la tension de grille de suppression, tout au moins dans un certain intervalle autour de la valeur normale de fonctionnement.

MODULATEURS de FREQUENCE

Dans les leçons 76-77-79 nous avons étudié d'une manière détaillée la modulation de fréquence. Nous avons, en particulier, examiné longuement le fonctionnement du modulateur à réactance. Nous demandons à nos lecteurs de bien vouloir se reporter à la leçon n° 79.

Toutefois, à ce point, nous jugeons utile, un retour sur ce qui a été déjà dit.

Par la première partie du Cours, nous savons que les résistances, les inductances et les capacités ont des effets différents sur les courants et sur les tensions. Une résistance agit en s'opposant au flux du courant (continu ou alternatif), et dans les cas des courants alternatifs, le courant et la tension sont en phase entre eux.

Si nous considérons maintenant un condensateur, nous savons qu'il présente une résistance infinie aux courants continus. Par rapport aux courants alternatifs il offre une résistance déterminée (ce qu'on appelle la réactance capacitive) qui augmente avec la diminution de la fréquence et qui diminue quand cette dernière augmente. De plus, le courant et la tension ne sont pas en phase, parce que la tension suit le courant, avec un angle de déphasage de 90°.

Nous savons aussi que le comportement de l'inductance est en tout point opposé à celui du condensateur. En effet, une inductance présente une résistance nulle au courant continu, tandis que par rapport aux courants alternatifs elle offre une résistance (appelée, réactance inductive) qui augmente quand la fréquence en fait autant et qui diminue lorsque cette dernière en fait aussi de même. Avec l'inductance aussi on a un déphasage de 90° entre le courant et la tension, avec la différence que, cette fois, c'est la tension qui précède le courant.

Chacun des trois cas considérés remplit donc, dans un circuit, des fonctions caractéristiques. Leurs actions se manifestent aussi lorsque, même en existant effectivement une résistance, un condensateur ou une inductance, des comportements résistifs, capacitifs ou inductifs qui sont engendrés par d'autres composants ou par le type même du circuit, sont présents.

Nous nous contenterons ici de donner deux schémas de modulateurs à réactance typique. Ceux-ci sont représentés par les figures 15 et 16. Ce dernier est un modulateur à tube à réactance inductive, dont le fonctionnement a déjà été expliqué (voir leçon n° 79). Remarquons que la partie à droite du tube à réactance est un oscillateur Hartley classique.

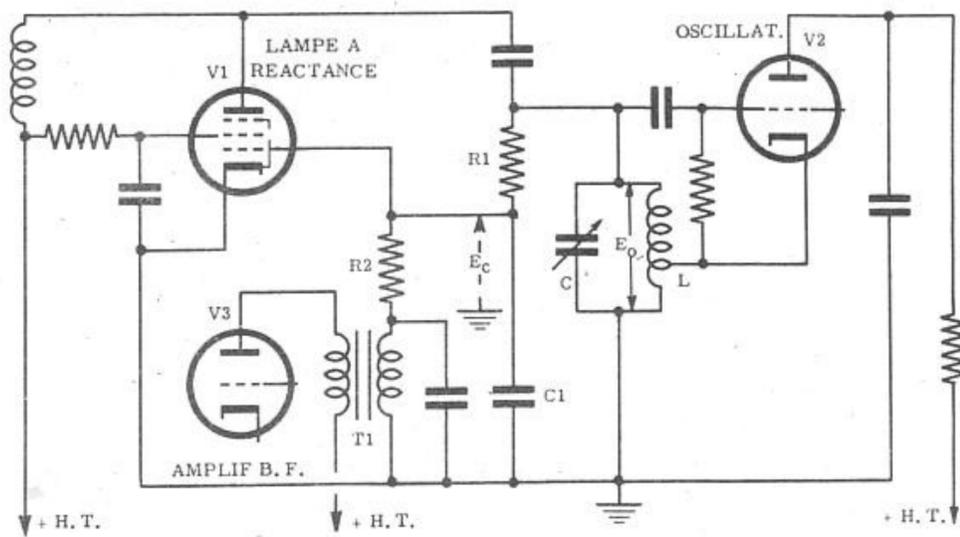


Fig. 16 - Circuit caractéristique d'un modulateur de fréquence comportant un tube à réaction (V1). La fréquence du signal dépend des valeurs L et C, et elle est modifiée par les variations d'amplitude du signal entre R1 et C1.

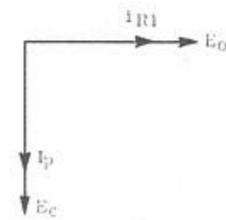


Fig. 17 - Représentation vectorielle de I_{R1} et E_0 (en phase entre eux) et de E_c et I_p , ceux-ci aussi en phase entre eux, mais déphasés de 90° par rapport à I_{R1} et E_0 .



Fig. 18 - Le tube à réactance se comporte comme une inductance variable (en pointillé), reliée en parallèle avec le circuit accordé.

Pour comprendre le fonctionnement du circuit de la figure 16, prenons en considération le circuit R1-C1, monté en parallèle avec l'oscillateur. On pourrait penser qu'il abaisse notablement le Q du circuit LC; cela ne se produit pas si la résistance de R1 et la réactance de C1 sont suffisamment élevées, pour que le courant qui traverse cette branche soit réduit le plus possible.

Pendant la résonance, le circuit oscillant se comporte, comme nous avons dit, de façon purement résistive. La branche R1-C1 aussi se comporte pratiquement de façon résistive, si la valeur de R est importante par rapport à la réactance capacitive de C1, et plus précisément d'au moins dix fois la valeur d'une telle réactance. Nous pouvons donc affirmer que les deux courants, à travers LC et à travers R1-C1, sont purement résistifs. La figure 17 représente un diagramme vectoriel des tensions et des courants du circuit. La tension E_0 , existant aux bornes du circuit LC est en phase avec le courant I_{R1} qui traverse R1. Ce courant traverse aussi C1, en déterminant à ses bornes une tension, E_c , retardée de 90° .

La tension E_c que nous venons de considérer est appliquée à la grille contrôle du tube à réactance. Supposons d'abord qu'elle constitue toute la tension de polarisation, aucun signal n'existant dans le secondaire du transformateur T1 branché en série avec R2. Le courant de plaque du tube, I_p , est en phase avec la tension sur la grille, c'est-à-dire avec E_c ; cela est représenté par les vecteurs relatifs de la figure 17. La tension de plaque, au contraire, coïncide avec E_0 , au moins en ce qui concerne la composante à haute fréquence, et elle se trouve par suite, vis à vis du courant I_p , en avance de 90° . Le tube se comporte de ce fait, comme un composant inductif, puisque le courant suit de 90° la tension à ses bornes.

Le courant inductif du tube s'additionne avec celui qui est déjà présent dans la bobine L, et par conséquent on a une variation de la fréquence d'accord; cette dernière n'est plus celle du circuit LC considéré séparément, elle s'en trouve plutôt augmentée. En effet, un courant inductif plus grand correspond à une réac-

tance inductive plus petite et par suite à une plus petite inductance. Avec une inductance plus petite on obtient, comme nous le savons, une augmentation de la fréquence de résonance.

Si maintenant on fait varier la tension de polarisation de V1, en ajoutant une composante à fréquence acoustique, provenant du secondaire de T1 branché en série avec la tension fixe E_c , le courant de plaque varie aussi en proportion, et avec ce dernier la fréquence d'accord du circuit oscillant. Comme on peut le noter, l'amplificateur à fréquence acoustique est couplé avec le circuit de grille du tube modulateur à réactance. Des étages de puissance ne sont pas nécessaires parce que le tube à réactance ne conduit pas de courant de grille.

Pendant les demi-ondes positives du signal acoustique, la grille de V1, devient plus positive, et par conséquent le courant dans le tube augmente, en déterminant une augmentation de fréquence de résonance du circuit oscillant. Cette fois aussi, l'amplitude du signal acoustique détermine la valeur de l'incursion en fréquence, tandis que sa fréquence détermine la vitesse de variation. Aucun élément n'agit sur l'amplitude du signal engendré. Nous sommes par conséquent justement dans les conditions nécessaires pour obtenir la modulation de fréquence. Nous devons ajouter que, avec le système du tube à réactance, on obtient une modulation presque parfaitement linéaire. La figure 18 indique schématiquement le fonctionnement du tube à réactance, qui est représenté par l'inductance variable en pointillé.

Dans l'exemple de la figure 16 on a utilisé le condensateur C1 en série avec R1 comme circuit de déphase tel qu'il rende le tube inductif. En utilisant d'autre types de réseaux RC de déphasage, il est possible d'obtenir des déphasages qui rendent le tube capacitif, c'est-à-dire tels que le courant qui le traverse, précède la tension de 90° . Quant à l'effet final, les tubes à réactance capacitive donnent des résultats semblables à ceux à réactance inductive.

QUESTIONS sur les LEÇONS 127 et 128

- N. 1 — Comment peut-on définir une onde entretenue pure ?
- N. 2 — Pour quelle raison une onde entretenue pure peut-elle être seulement utilisée pour les communications radiotélégraphiques ?
- N. 3 — De quelle façon est-il possible d'améliorer la stabilité en fréquence dans un émetteur fonctionnant sur des fréquences élevées ?
- N. 4 — Dans un émetteur muni de plusieurs tubes fonctionnant en Haute Fréquence, quelle est la tâche de l'étage séparateur ?
- N. 5 — Pour quelle raison, dans un émetteur, obtient-on des signaux de sortie parfaitement sinusoïdaux, quoique les étages fonctionnent en classe C, c'est-à-dire avec de fortes distorsions de la forme d'onde ?
- N. 6 — Quelle est la cause la plus courante de dérive en fréquence d'un émetteur ?
- N. 7 — Dans quel cas obtient-on le rendement maximum dans un étage fonctionnant en classe C ?
- N. 8 — Dans les étages amplificateurs avec courant de grille, quel avantage peut apporter la polarisation par résistance de grille ?
- N. 9 — Quelle est le rôle de la batterie de protection, utilisée pour la polarisation « mixte » des étages fonctionnant en classe C ?
- N. 10 — Quelle est le rôle des circuits de neutrodynage dans les amplificateurs de puissance ?
- N. 11 — Qu'entend-on par « manipulation » d'une onde porteuse à Haute Fréquence ?
- N. 12 — Lorsque le manipulateur est inséré dans des circuits Haute Fréquence, comment est-il possible d'éviter le danger de décharges électriques ?
- N. 13 — Comment réalise-t-on la « manipulation électronique » ?
- N. 14 — Dans la modulation par la plaque, quelle relation existe-t-il entre la puissance à Haute Fréquence et la puissance de modulation à B.F. ?
- N. 15 — Quel est l'avantage de la modulation par la plaque et la grille écran, par rapport à la seule modulation par l'écran ?
- N. 16 — Quels sont les avantages et les inconvénients de la modulation par la grille, par rapport à la modulation par la plaque, en ce qui concerne la puissance rayonnée ?

REponses aux QUESTIONS de la p. 993

- N. 1 — Les champs magnétique et électrique sont en quadrature dans l'espace et en phase dans le temps. Ils sont également perpendiculaires à la direction de propagation de l'onde.
- N. 2 — Le fait que les champs magnétique et électrique vibrent toujours dans le même plan. En pratique, le plan de polarisation de l'onde est celui dans lequel vibre le champ électrique.
- N. 3 — Les ondes spatiales sont utilisées pour les communications diurnes, à fréquence élevée et à grande distance. Les ondes terrestres, pour les transmissions à distance réduite, à fréquence élevée et faible puissance, ou à longue distance, à fréquence basse et forte puissance.
- N. 4 — En deux parties: onde terrestre proprement dite et onde aérienne. Cette dernière se propage en partie en ligne droite et en partie par réflexion sur la surface du sol.
- N. 5 — Du fait que ces ondes sont réfractées ou réfléchies par la troposphère et l'ionosphère; il en résulte un accroissement considérable de la portée d'un émetteur.
- N. 6 — La haute atmosphère ou atmosphère raréfiée, dont les atomes sont ionisés par les rayons cosmiques et les radiations solaires (rayons ultra-violet). Elle est située entre 50 et 1 000 km au-dessus de la surface de la terre, pour se perdre insensiblement dans les espaces interplanétaires.
- N. 7 — En trois couches: D, E et F. Cette dernière, à son tour, se subdivise en deux couches, F1 et F2.
- N. 8 — Une zone où il n'existe aucune réception, comprise entre la distance maximale à laquelle les ondes terrestres se propagent et le commencement de la zone où aboutissent les ondes spatiales réfléchies et réfractées.
- N. 9 — Dans la variation d'intensité du signal reçu. Aux variations de la densité d'ionisation des diverses couches de l'ionosphère.
- N. 10 — Elles ne nécessitent pas de lignes de transmission; la liaison à l'émetteur utilise une partie de l'antenne et rayonne également.
- N. 11 — Dans le premier cas, le câble d'alimentation est relié à un ventre de courant, dans le second, à un ventre de tension.
- N. 12 — Parce qu'elles peuvent avoir une longueur limitée au quart de la longueur d'onde.
- N. 13 — Au moyen d'une capacité terminale, obtenue par exemple, au moyen d'une nappe de fils horizontale.
- N. 14 — A cause de sa faible résistance de rayonnement.
- N. 15 — A cause de leur effet directif. La sensibilité, en effet, est maximum lorsque le plan de la spire coïncide avec la direction de l'émetteur.
- N. 16 — Comme le rapport entre la puissance rayonnée dans la direction principale du diagramme de rayonnement de l'antenne en question, et la puissance rayonnée par une antenne isotropique. Il est normalement exprimé en décibel.
- N. 17 — En faisant varier l'angle formé par les deux branches, jusqu'à faire coïncider les directions principales de propagation.
- N. 18 — La première est bidirectionnelle; la seconde, au contraire, unidirectionnelle.

TAB 92 - ABREVIATIONS UTILISEES DANS LE TRAFIC RADIOTELEGRAPHIQUE et RADIOTELEPHONIQUE

Dans le service international des télécommunications, on fait un usage intensif d'abréviations et cela, indépendamment de l'emploi de codes spéciaux, notamment le code Q que nous étudierons.

Les principes qui ont présidé à l'établissement de ces abréviations sont les suivants:

a) n'attribuer qu'une seule signification à une même abréviation, à moins qu'il soit établi qu'il ne peut en résulter aucun malentendu;

b) ne prévoir qu'une seule abréviation par signification, même s'il s'agit d'un emploi différent;

c) composer les abréviations d'après la ou les racines de mots communs aux trois langues de travail,

sauf si ce principe ne peut être appliqué au mieux, auquel cas l'abréviation devrait s'inspirer de l'expression anglaise;

d) choisir, d'après l'usage le plus courant, le singulier ou le pluriel; pour la signification de chaque abréviation, voir feuille jointe.

e) une abréviation peut avoir plusieurs variantes grammaticales d'une même signification de base lorsque cela ne risque pas d'entraîner de confusion et que la forme grammaticale voulue peut être dégagée du contexte du message.

Les abréviations que nous donnons ici sont les plus courantes, elles sont connues de tous, aussi bien des stations professionnelles que des radio-amateurs.

A	
AA	Tout après
A/A	air - air
AB	Tout avant
ABT	Environ
ABV	Au dessus de...
ABV	Abrégez (ou je répète les chiffres en abrégé)
ACT	En service ou en activité
ADS	Adresse
ADZ	Rendez - compte
AERO	Message d'observation météorologique courante pour l'aviation (en code chiffré météorologique international)
AFT	Après... (heure ou lieu)
A/G	Air - sol
AGL	Au-dessus du niveau du sol
ALTN	Alternatif (feux à couleurs alternées)
ANT	avant
APRX	Approximativement
AR	Fin de transmission [.—.—.]
AS	Attente [.—...]
ATP	A'... (heure ou lieu)
AVBL	Disponible
B	
B	bleu
BCST	Diffusion
BDRY	Limite - délimitation
BK	Signal employé pour interrompre une communication en cours
BLW	Au dessous de...
BN	Tout entre... et...
BQ	Réponse à RQ
BS	Station de radiodiffusion commerciale
BT	Signal de séparation [—...—]
BTN	Entre
C	
C	Degrès Celsius (centigrades)
CFM	Confirmez ou je confirme

CL	Je ferme ma station
CLR	Libre ou autorisé à...
CLSD	Fermé
CNL	Annuler ou message d'annulation
CNS	Continu
COM	Télécommunications
CONT	Continuez ou maintenez
COR	Correct ou corrigé ou correction
CP	Appel général à deux ou, plusieurs stations spécifiées
CQ	Appel général à toutes les stations
CS	Indicatif d'appel (employé pour demander un indicatif d'appel)
CTF	Je vais consulter l'expéditeur (ou la station...) pour répondre à votre question
CW	onde entretenue
D	
DCD	Duplex sur deux voies
DCS	Simplex sur deux voies
DE	De (utilisé devant l'indicatif d'appel de la station appelante)
DEG	Degrés
DEL	Message de retard
DF	Je vous branche sur la station que vous demandez
DIST	Distance
DSB	Double bande latérale
DTG	Groupe date-heure
DUPE	Ceci est un duplicata de message
E	
E	Est ou longitude Est
EEE	Erreur [.....]
EEET	Temps écoulé prévu
EHF	Fréquences extrêmement hautes (30 000 à 300 000 MHz)

EM	Emission
ER	Ici... ou ci-joint
ETI	Le renseignement est une estimation
ETO	Heure prévue (de survol)
EV	Chaque
EXC	excepté
EXP	S'attendre à où attendu ou s'attendant à

F

F	Degrés Fahrenheit
F	Fixe
FCST	Prévu
FOT	Unités du système anglais
FREQ	Fréquence Fréquent
FT	Pieds (unité de mesure)

G

G	vert
GA	Continuez, reprenez la transmission
G/A	Dans le sens sol-air
GEN	Général
GEO	Géographique ou vrai
GMT	Temps moyen de Greenwich
GND	Sol
GRADU	Graduel

H

H24	Service permanent de jour et de nuit
HF	Hautes fréquences [3 000 à 30 000 kHz]
HJ	Du lever au coucher du soleil
HN	Du coucher au lever du soleil
HO	Service disponible selon les besoins de l'exploitation
HR	Heures
HURCN	Ouragan
HX	Pas d'heures précises de fonctionnement

I

ID	Désignation ou identifiez ou identification
IMPR	S'améliore ou s'améliorant
IMT	Immédiat ou immédiatement
INP	Si impossible
INS	Pouces (unité de mesure)
INTER	Intermittent
INTSF	Intensification ou s'intensifiant
ISB	Bande latérale indépendante

J

JM	Faites une série de traits si vous m'autorisez à transmettre. Faites une série de points pour arrêter ma transmission
----	---

K

K	Invitation à transmettre
KA	Signal de début de message en télégraphie Morse
KC	kilocycles par seconde
KG	kilogrammes
KM	kilomètres
KMH	kilomètres à l'heure
KT	Noeuds
KW	kilowatts

L

L	Radiobalise
LAT	Latitude
LB	Livres (poids)
LEFT	Gauche (à gauche) (direction de virage)
LF	Basses fréquences [30 à 300 kHz]
LMT	Temps moyen local
LOC	Localement
LONG	Longitude
LR	Le dernier message que j'ai reçu est...
LS	Le dernier message que j'ai transmis est
LTD	Limité
LTT	Téléimprimeur par fil

M

M	Mètres
MAG	Magnétique
MAX	Maximum
MB	Millibars
MC	Mégacycles par seconde
MCW	Ondes entretenues modulées
MDF	Station radiogoniométrique moyenne fréquence
MET	Météorologie ou météorologique
MF	Moyennes fréquences [300 à 3 000 kHz]
MIL	Militaire
MIN	Minutes
MIS	Manque (identification de la transmission)
ML	Mille anglais
MNM	Minimum
MNTN	Maintenir
MPH	Mille anglais à l'heure
MPS	Mètres/seconde
MS	Moins
MSG	Message
MSR	Le message... à été mal acheminé
MT	Montagnes
MTU	Unités du système métrique

N

N	Nord ou latitude Nord
NC	Sans changement
NE	Nord - Est
NEH	Je vous branche sur une station qui acceptera le trafic pour la station que vous demandez

TABEAU 93 - PREFIXES de NATIONALITE des STATIONS d'EMISSION PROFESSIONNELLES

Toutes les stations d'émission doivent, suivant des accords internationaux, posséder un indicatif propre. Celui-ci doit toujours être précédé d'un préfixe permettant l'individualisation immédiate de la nationalité de l'émetteur.

Le tableau ci-contre donne la liste des préfixes de

nationalité qui doivent précéder les indicatifs des stations radio professionnelles et de radiodiffusion. On comprend qu'à l'intérieur de chaque groupe défini par les lettres, on choisisse les combinaisons possibles.

Pour les stations d'amateurs, il existe une liste spéciale que nous publierons dans les leçons suivantes.

AAA - ALZ Etats Unis d'Amérique	OAA - OCZ Pérou	YZA - YZZ Yougoslavie
AMA - AOZ Espagne	ODA - ODZ Liban	ZAA - ZAZ Albanie
ATA - AWZ Inde	OEA - OEZ Autriche	ZBA - ZJZ Colonies Britanniques
AXA - AXZ Australie	OFA - OJZ Finlande	ZKA - ZMZ Nouvelle Zélande
AYA - AZZ Répub. Argentine	OKA - OMZ Tchécoslovaquie	ZNA - ZOZ Colonies Britanniques
BAA - BZZ Chine	ONA - OTZ Belgique	ZPA - ZPZ Paraguay
CAA - CEZ Chili	OUA - OZZ Danemark	ZQA - ZQZ Colonies Britanniques
CFA - CKZ Canada	PAA - PIZ Hollande	ZRA - ZUZ Union Sud - Afric.
CLA - CMZ Cuba	PJA - PJZ Antilles Hollandaises	ZVA - ZZZ Brésil
CNA - CNZ Maroc	PKA - POZ Indonésie	2AA - 2ZZ Grande Bretagne
COA - COZ Cuba	PPA - PYZ Brésil	3AA - 3AZ Monaco
CPA - CPZ Bolivie	PZA - PZZ Surinam	3BA - 3FZ Canada
CQA - CRZ Colonies portugaises	RAA - RZZ U.R.S.S.	3GA - 3GZ Chili
CSA - CUZ Portugal	SAA - SMZ Suède	3HA - 3UZ Chine
CVA - CXZ Uruguay	SNA - SRZ Pologne	3VA - 3VZ Tunisie
CYA - CZZ Canada	SSA - SSM Egypte	3WA - 3WZ Viet Nam
DAA - DTZ Allemagne	SSN - STZ Soudan	3XA - 3XZ Guinée
DUA - DZZ Philippines	SUA - SUZ Egypte (R.A.U.)	3YA - 3YZ Norvège
EAA - EHZ Espagne	SVA - SSZ Grèce	3ZA - 3ZZ Pologne
EIA - EJZ Irlande	TAA - TCZ Turquie	4AA - 4CZ Mexique
EKA - EKZ U.R.S.S.	TDA - TDZ Guatemala	4DA - 4IZ Philippines
ELA - ELZ Liberia	TEA - TEZ Costa Rica	4JA - 4LZ U.R.S.S.
EMA - EOZ U.R.S.S.	TFA - TFZ Islande	4MA - 4MZ Vénézuéla
EPA - EQZ Iran	TGA - TGZ Guatemala	4NA - 4OZ Yougoslavie
ERA - ERZ U.R.S.S.	THA - THZ France	4PA - 4SZ Ceylan
ESA - ESZ Estonie	TIA - TIZ Costa Rica	4TA - 4TZ Pérou
ETA - ETZ Ethiopie	TJA - TRZ France	4UA - 4UZ Etats Unis
EUA - EWZ Répub. Biélorusse	TSA - TSM Tunisie	4VA - 4VZ Haïti
EXA - EZZ U.R.S.S.	TSN - TZZ France	4WA - 4WZ Yemen
FAA - FZZ France	UAA - UQZ U.R.S.S.	4XA - 4XZ Israël
GAA - GZZ Grande Bretagne	URA - UTZ Ukraine	4YA - 4YZ Organiser. Internat.
HAA - HAZ Hongrie	UAA - UZZ U.R.S.S.	Aviation Civile
HBA - HBZ Suisse	VAA - VGZ Canada	4ZA - 4ZZ Israël
HVA - HDZ Equateur	VHA - VNZ Australie	5AA - 5AZ Lybie
HEA - HEZ Suisse	VOA - VOZ Canada	5CA - 5GZ Maroc
HFA - HFZ Pologne	VPA - VSZ Colonies Britanniques	5JA - 5KZ Colombie
HGA - HGZ Hongrie	VTA - VWZ Indes	5LA - 5MZ Libéria
HHA - HHZ Haïti	VXA - VYZ Canada	5PA - 5QZ Danemark
HIA - HIZ Répub. Dominicaine	VZA - VZZ Australie	5RA - 5VZ France
HJA - HKZ Colombie	WAA - WZZ U.S.A.	6AA - 6BZ Egypte (R.A.U.)
HLA - HMZ Corée	XAA - XIZ Mexique	6CA - 6CZ Syrie
HNA - HNZ Irak	XJA - XOZ Canada	6DA - 6JZ Mexique
HOA - HPZ Panama	XPA - XPX Danemark	6KA - 6NZ Corée
HQA - HRZ Honduras	XQA - XRZ Chili	6OA - 6OZ Somalie
HSA - HSZ Thaïlande	XSA - XSZ Chine	6PA - 6SZ Pakistan
HTA - HTZ Nicaragua	XTA - XTZ France	6TA - 6UZ Soudan
HUA - HUZ San Salvador	XUA - XUZ Cambodge	7AA - 7IZ Indonésie
HVA - HVZ Vatican	XVA - XVZ Viet Nam	7JA - 7NZ Japon
HWA - HYZ France	XWA - XWZ Laos	7SA - 7SZ Suède
HZA - HZZ Arabie Séoudite	XXA - XXZ Colonies Portugaises	7ZA - 7ZZ Arabie Séoudite
IAA - IZZ Italie	XYA - XZZ Birmanie	8AA - 8IZ Indonésie
JAA - JSZ Japon	YAA - YAZ Afghanistan	8IA - 8NZ Japon
JTA - JVZ Mongolie	YBA - YHZ Indonésie	8SA - 8SZ Suède
JWA - JXZ Norvège	YIA - YIZ Irak	8TA - 8YZ Inde
JYA - JYZ Jordanie	YJA - YJZ Nouvelles Hébrides	8ZA - 8ZZ Arabique Séoudite
JZA - JZZ N. Guinée Hollandaise	YKA - YKZ Syrie (R.A.U.)	9AA - 9AZ Saint-Marin
KAA - KZZ U.S.A.	YLA - YLZ Lettonie	9BA - 9DZ Iran
LAA - LNZ Norvège	YMA - YMZ Turquie	9EA - 9FZ Ethiopie
LOA - LWZ Argentine	YNA - YNZ Nicaragua	9GA - 9GZ Ghana
LXA - LXZ Luxembourg	YOA - YRZ Roumanie	9KA - 9KZ Koweït
LYA - LYZ Lithuanie	YSA - YSZ San Salvador	9MA - 9MZ Malaisie
LZA - LZZ Bulgarie	YTA - YUZ Yougoslavie	9NA - 9NZ Népal
MAA - MZZ Grande Bretagne	YVA - YYZ Vénézuéla	9OA - 9UZ Congo
NAA - NZZ U.S.A.		

- Pulse demoder** — Circuit qui répond seulement à des impulsions qui ont un certain intervalle.
- Pulse discriminator** — Circuit discriminatoire qui répond seulement à des impulsions ayant une amplitude déterminée.
- Pulse distortion** — Distorsion d'impulsion.
- Pulsed guide path** — Système d'atterrissage radioguidé par impulsions.
- Pulsed maser** — Voir « Two-level-maser ».
- Pulse doppler** — « Radar » anti-perturbation basé sur l'effet Doppler.
- Pulsed oscillator** — Oscillateur piloté par impulsions.
- Pulsed radar** — « Radar » à impulsions.
- Pulse droop** — Pente de la crête d'une impulsion rectangulaire.
- Pulse duration** — Durée de l'impulsion.
- Pulse-duration coder** — Codificateur (dispositif qui engendre une série d'impulsions sous forme de code).
- Pulse-duration discriminator** — Circuit discriminatoire dont la sortie est fonction de la déviation de la durée des impulsions d'une valeur de référence.
- Pulse-duration error** — Erreur due à la durée de l'impulsion.
- Pulse-duration modulation** — Modulation pendant toute la durée d'une impulsion.
- Pulse-duration ratio** — Rapport de durée des impulsions.
- Pulse duty factor** — Le rapport entre la durée moyenne et l'intervalle moyen des impulsions.
- Pulse echometer** — Echomètre à impulsions.
- Pulse excitation** — Excitation par impulsions.
- Pulse-forming line** — Combinaison de composantes employée pour produire une impulsion carrée de durée contrôlée.
- Pulse forming network** — Réseau qui sert à produire une impulsion de forme d'onde requise.
- Pulse frequency** — Fréquence des impulsions.
- Pulse-frequency modulation** — Forme de modulation où la fréquence de répétition des impulsions de la porteuse est variée d'après l'amplitude et la fréquence du signal de modulation.
- Pulse-frequency spectrum** — Voir « Pulse spectrum ».
- Pulse generator** — Générateur d'impulsions.
- Pulse group** — Groupe d'impulsions.
- Pulse-height analyser** — Instrument pour obtenir le spectre d'énergie de radiation nucléaire, en mesurant la hauteur des impulsions.
- Pulse-height discriminator** — Circuit qui produit une impulsion de sortie lorsqu'il reçoit une impulsion d'entrée dont l'amplitude est supérieure à une valeur déterminée.
- Pulse-height selector** — Circuit qui produit une impulsion de sortie lorsqu'il reçoit une impulsion d'entrée dont l'amplitude est comprise entre deux valeurs déterminées.
- Pulse interleaving** — Entrelacement d'impulsions.
- Pulse interrogation** — Interrogation par impulsions.
- Pulse interval** — Intervalle d'impulsions.
- Pulse-interval modulation** — Forme de modulation où l'on fait varier l'intervalle d'impulsions.
- Pulse ionization chamber** — Chambre d'ionisation pour détecter des agents d'ionisation.
- Pulse jitter** — Une petite variation de l'intervalle d'impulsions dans une série d'impulsions.
- Pulse length** — Durée ou longueur de l'impulsion.
- Pulse-length modulation** — Modulation de la durée de l'impulsion.
- Pulse limiting rate** — Vitesse de limitation des impulsions.
- Pulse mixer circuit** — Circuit mélangeur d'impulsions.
- Pulse mixing** — Mélange d'impulsions.
- Pulse mode** — Mode d'impulsions (séquence d'impulsions d'après un schéma déterminé).
- Pulse-mode multiplex** — Sélection de voies par modes d'impulsions.
- Pulse moder** — Dispositif pour produire un mode d'impulsions.
- Pulse-modulated radar** — « Radar » dans lequel le rayonnement consiste en une série d'impulsions.
- Pulse-modulated waves** — Ondes modulées par impulsions.
- Pulse-modulating waves** — Ondes modulées par impulsions (série d'ondes dont la durée est courte vis-à-vis de l'intervalle entre eux).
- Pulse modulation** — Modulation d'une porteuse par une série d'impulsions.
- Pulse-modulation system** — Système de modulation par impulsions.
- Pulse modulator** — Modulateur à impulsions.
- Pulse multiplex** — Voir « Pulse mode multiplex ».
- Pulse navigation system** — Système de navigation (comme le « radar », le « loran » etc.) à impulsions.
- Pulse noise** — Bruit dû à une succession d'impulsions.
- Pulse-numbers modulation** — Modulation où la densité des impulsions, par unité de temps d'une porteuse, varie selon l'onde porteuse en réalisant des omissions systématiques sans changer la phase ou l'amplitude des impulsions transmises.
- Pulse of voltage** — Impulsion de tension.
- Pulse operation** — Fonctionnement par impulsions.
- Pulse oscillator** — Oscillateur à impulsions.
- Pulse period** — Période d'impulsions.
- Pulse-phase modulation** — Modulation par position d'impulsions (une forme de modulation où la position dans le temps d'une impulsion est variée).
- Pulser** — Générateur d'impulsions.
- Pulse radar** — « Radar » où l'émetteur envoie des impulsions dont l'intervalle est notable par rapport à leur durée.
- Pulse rate** — Fréquence des impulsions.
- Pulse recurrence frequency** — Fréquence de répétition des impulsions.
- Pulse recurrence interval** — Intervalle de répétition des impulsions (l'intervalle entre le commencement d'une impulsion et celle qui suit).
- Pulse recurrence rate** — Fréquence de répétition des impulsions.
- Pulse regeneration** — Conformation d'impulsions (amener une série d'impulsions à leur forme et amplitude originales).
- Pulse repeater** — Répéteur d'impulsions.
- Pulse repetition frequency** — Fréquence de répétition des impulsions.
- Pulse repetition period** — Période de répétition des impulsions.
- Pulse reply** — Transmission d'une impulsion (de la part d'un « transpondeur »), à la suite d'une interrogation.
- Pulse response** — Réponse aux impulsions.
- Pulse rise time** — Durée d'établissement d'une impulsion (l'intervalle de temps requis par le front ascendant d'une impulsion pour monter de 10% à 90% de l'amplitude).
- Pulse scaler** — Circuit qui donne une impulsion de sortie après avoir reçu un certain nombre d'impulsions d'entrée.
- Pulse selector** — Sélecteur d'impulsions (circuit pour sélectionner une certaine impulsion d'une séquence d'impulsions de télémesurage).
- Pulse separation** — Séparation des impulsions (l'intervalle de temps entre le front descendant d'une impulsion et le front ascendant de la suivante).
- Pulse separator** — Séparateur d'impulsions.
- Pulse shape** — Forme de l'impulsion.
- Pulse shaper** — Conformation d'impulsions (transducteur employé pour modifier une ou plusieurs caractéristiques d'une impulsion).
- Pulse shaping** — Conformation d'impulsions.
- Pulse-shaping circuit** — Circuit configurateur d'impulsions.
- Pulse spacing** — Ecart d'impulsions.
- Pulse-spacing modulation** — Modulation où l'écart d'impulsions est variable.
- Pulse spectrum** — Spectre de l'impulsion (la distribution en fréquence des composantes sinusoïdales d'une impulsion).
- Pulse speed** — Fréquence (vitesse) des impulsions.
- Pulse spike** — Impulsion de courte durée superposée à l'impulsion principale.
- Pulse stretcher** — Correcteur d'impulsions (circuit qui augmente le temps de durée d'une impulsion).
- Pulse stretching tail** — Queue de l'impulsion.
- Pulse switch** — Commutateur d'impulsions.
- Pulse synthesizer** — Circuit qui fournit les impulsions de synthèse qui manquent à une série à cause d'interférence.
- Pulse test** — Essai (d'isolation) au moyen d'impulsions de tension.
- Pulse tilt** — Inclinaison de la crête d'une impulsion rectangulaire.
- Pulse-time modulation** — Modulation où l'intervalle de temps entre les impulsions d'une porteuse est varié d'après l'onde de modulation.
- Pulse train** — Série d'impulsions.
- Pulse-train spectrum** — Distribution en fréquence des composantes sinusoïdales d'une série d'impulsions.
- Pulse transformer** — Transformateur réalisé spécialement pour laisser passer, sans changer la forme d'onde, des impulsions de tension et de courant.
- Pulse transmitter** — Emetteur dont la sortie est en forme d'impulsions.
- Pulse-type altimeter** — Radio-altimètre.
- Pulse-type scanning sonar** — « Sonar » qui transmet simultanément dans toutes les directions d'une impulsion l'énergie so-

nore et, par conséquent qui explore rapidement le volume d'eau environnant.

Pulse valley — Vallée d'impulsion.

Pulse width — Durée de l'impulsion.

Pulse width modulation — Modulation par durée de l'impulsion.

Pulsing circuit — Circuit qui produit des variations instantanées de tension ou de courant.

Pumped tube — Tube électronique qui, en fonctionnement, est relié à une pompe à vide.

Pumping — Pompage (le procédé d'application à un « maser » d'un signal à micro-ondes).

Pumping frequency — Fréquence de pompage (d'un « maser »).

Punched card — Fiche perforée.

Punched tape — Bande perforée.

Punch-through voltage — Tension de perforation (tension collecteur-base d'un transistor, dont on a agrandi la couche de charge spatiale du collecteur jusqu'à toucher la jonction de l'émetteur).

Puncture — Décharge de destruction à travers un isolant.

Puncture voltage — Tension à laquelle un isolant subit la perforation lorsqu'il est soumis à une tension qui augmente graduellement.

Pupin coil — Bobine de charge à noyau en fer ou bobine Pupin.

Pup jack — Jack à pointe.

Pure tone — Tonalité pure ou simple (le son produit par des ondes sonores qui ont une seule fréquence, dépourvues de fréquences harmoniques).

Pursuing course indication — Indication de cap de poursuite.

Push-and-pull switch — Interrupteur par bouton-poussoir.

Pushback hookup wire — Fil de cuivre qui peut être mis à nu en enlevant le blindage extérieur.

Pushbutton — Bouton-poussoir.

Pushbutton switch — Interrupteur par bouton-poussoir.

Pushbutton tuner — Syntonisateur par bouton-poussoir.

Pushing figure — Facteur de glissement amont (de la fréquence d'un oscillateur).

Push-pull — Contre-phase, en opposition de phase, push-pull.

Push-pull amplification — Amplification push-pull, amplification symétrique.

Push-pull amplifieur — Amplificateur push-pull, amplificateur symétrique, (amplificateur qui emploie deux tubes similaires avec les grilles en opposition de phase et avec les plaques reliées à une charge commune).

Push-pull circuit — Circuit push-pull, circuit symétrique.

Push-pull connection — Liaison push-pull, symétrique.

Push-pull coupling — Couplage push-pull.

Push pull currents — Courants équilibrés.

Push-pull energization — Excitation symétrique.

Push-pull microphone — Microphone qui emploie deux microphones égaux excités par les mêmes ondes sonores et qui fonctionnent déphasés de 180°.

Push-pull modulator — Modulateur push-pull, modulateur symétrique.

Push-pull neutralization — Neutralisation push-pull, symétrique.

Push-pull operation — Fonctionnement push-pull, technique push-pull.

Push pull oscillator — Oscillateur symétrique qui emploie deux tubes similaires en opposition de phase.

Push-pull-parallel amplifieur — Amplificateur push-pull ayant deux ou plusieurs tubes en parallèle dans chaque moitié du circuit, afin d'obtenir une plus grande puissance de sortie.

Push-pull system — Liaison symétrique.

Push-pull track — Piste sonore qui contient deux enregistrements dont la modulation est déphasée de 180°.

Push-pull transformer — Transformateur pour amplificateur push-pull (à prise centrale).

Push-push amplifieur — Amplificateur qui emploie deux tubes similaires avec les grilles reliées en opposition de phase et avec les plaques reliées en parallèle avec une charge commune.

Push-push circuit — Voir « push-push amplifieur ».

Push-push currents — Courants push-push, courants ayant la même amplitude et la même phase.

Push-push voltages — Tensions égales en amplitude et polarité.

Push switch — Interrupteur à bouton-poussoir.

Push-to-talk operation — Fonctionnement d'appareillage radiotéléphonique en simplex, l'émission se produisant seulement pendant que la pédale du microphone est poussée.

Push-to talk relay — Relais de téléphonie.

Put in (to) — Insérer.

Put on the air — Transmettre.

Put out (to) — Eteindre, sortir.

PVC — Abréviation de « Polyvinyl chloride = chlorure de polyvinyle ».

pw — Abréviation de « Pulse width » (amplitude de l'impulsion).

PWN — Abréviation de « Pulse-width modulation » (modulation par la durée de l'impulsion).

PWN-FM — Système où plusieurs sous-porteuses modulées par la durée de l'impulsion sont employées pour moduler en fréquence une porteuse.

PWV — Abréviation de « Peak working voltage » (tension de travail de crête).

Pylon antenna — Antenne verticale composée d'un ou plusieurs cylindres métalliques qui contiennent des fentes longitudinales.

Pyramidal horn — Pavillon pyramidal (d'un haut-parleur).

Pyranometer — Instrument qui mesure l'intensité des radiations reçues de l'espace.

Pyrheliometer — Instrument pour mesurer l'intensité totale de la radiation solaire.

Pyroconductivity — Pyroconductivité (conductivité électrique qui se forme uniquement à une température élevée).

Pyroelectric effect — Effet pyroélectrique (la formation de charges dans certains cristaux lorsqu'ils sont rechauffés ou refroidis d'une façon non uniforme).

Pyroelectricity — Pyro-électricité.

Pyromagnetism — Pyromagnétisme.

Pyrometer — Pyromètre (instrument pour

mesurer des températures élevées).

Pyron detector — Détecteur à cristal où la redressement s'accomplit entre les pyrites de fer et pointes de cuivre ou d'autres métaux.

Pyrotron — Machine qui utilise des miroirs magnétiques pour réfléchir des particules élémentaires chargées.

P zone — Région P (d'un semiconducteur).

Q

Q — La quantité d'électricité en coulombs.

— Facteur de mérite (rapport entre la réactance et la résistance d'une bobine).

— Système d'abréviation à trois lettres utilisé en télégraphie = Code Q.

— Bande de fréquences « radar » allant de 35 000 à 45 000 MHz.

— Disposition d'adaptation d'impédance pour alimenter une antenne non résonnante au moyen d'une ligne de transmission non accordée.

Q antenna — Antenne à dipôle munie de dispositif d'adaptation à sa propre ligne de transmission.

QAVC — Abréviation de « Quiet avc ».

QC — Abréviation de « Quality control » (contrôle de qualité).

QCW signal — Abréviation de « Quadrature phase subcarrier signal ».

Q electron — Electron Q (électron qui possède une orbite dans la couche Q ou septième couche d'électrons autour du noyau).

Q external — Facteur de mérite extérieur.

Q factor — Facteur de mérite, facteur de qualité (le rapport entre la réactance inductive ou capacité et la résistance Haute Fréquence ou perte totale d'énergie dans une inductance, condensateur, ou bien dans un circuit entier).

Q loaded — Facteur de mérite comportant une charge.

qity — Abréviation de « Quality ».

Q meter — Instrument de mesure du facteur de mérite.

QPP — Abréviation de « Quiescent push-pull ».

Q shell — Couche Q (la septième couche d'électrons autour d'un noyau).

QSL card — Carte postale envoyée d'un amateur à un autre, pour confirmer une radio-communication réalisée; accusé de réception.

Quad — Etoile, quarte (union de quatre conducteurs isolés).

Quad cable — Câble à plusieurs quarts en étoile.

Quadded cable — Idem.

Quad-pair cable — Câble à paires câblées en étoile.

Quad radar — « Radar » GCA compact, de poids limité, facilement transportable.

Quadrant — Quadrant (secteur, arc ou angle de 90°).

Quadrantal error — Erreur quadrantale (dans les lectures d'une boussole magnétique ou bien dans un relèvement radiogoniométrique, à cause des masses métalliques du navire ou de l'avion sur lequel l'appareil est installé).

mesurer c'est savoir!

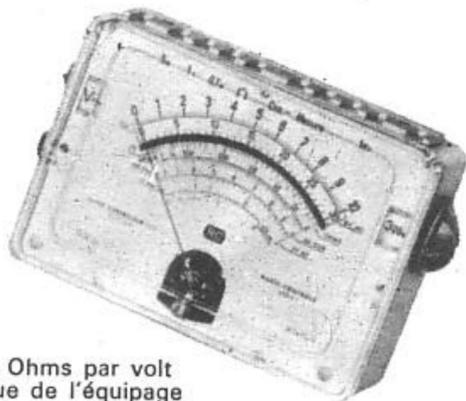
(GEORGES OHM)

CONSULTEZ

RADIO-CONTROLE

IL VOUS EXPOSERA LES AVANTAGES MULTIPLES DE SA GAMME D'APPAREILS DE MESURE

VOICI LE
**SUPER CONTROLEUR
DE POCHE
TYPE SC 3**
50.000 Ω par Volt !



Ses avantages :

- Suppression des pivots, crapaudines et spiraux
- Résistance interne de 50.000 Ohms par volt
- Protection statique automatique de l'équipage à cadre mobile
- Grand cadran à échelles multiples
- Les sensibilités 300 millivolts et 1 volt en continu 225.000 et 50.000 Ω
- Ohmmètre 4 gammes
- Cache transparent en plexiglas incassable
- Dimensions 160 x 115 x 55 mm
- Poids : 0,850 Kg

EN VENTE CHEZ TOUS LES BONS REVENDEURS RADIO

RADIO-CONTROLE CATALOGUE GRATUIT SUR DEMANDE

141, RUE BOILEAU - LYON (6^e)

ET MAINTENANT,

confiez votre formation d'électronicien à un établissement spécialisé qui n'enseigne que l'électronique depuis 45 ans



Des milliers de techniciens, d'ingénieurs, de chefs d'entreprise, sont issus de notre école.

Avec les mêmes chances de succès, chaque année, de nouveaux élèves suivent régulièrement nos **COURS du JOUR (Bourses d'Etat)** D'autres se préparent à l'aide de nos cours **PAR CORRESPONDANCE** avec l'incontestable avantage de travaux pratiques chez soi (*nombreuses corrections par notre méthode spéciale*) et la possibilité, unique en France, d'un stage final de 1 à 3 mois dans nos laboratoires.

PRINCIPALES FORMATIONS :

- Enseignement général de la 6^e à la 1^{re} (Maths et Sciences)
- Monteur Dépanneur
- Electronicien (C.A.P.)
- Cours de Transistors
- Agent Technique Electronicien (B.T.E. et B.T.S.E.)
- Cours Supérieur (préparation à la carrière d'Ingénieur)
- Carrière d'Officier Radio de la Marine Marchande

EMPLOIS ASSURÉS EN FIN D'ÉTUDES
par notre bureau de placement

Commissariat à l'Energie Atomique
Minist. de l'Intér. (Télécommunications)
Ministère des F.A. (MARINE)
Compagnie Générale de T.S.F.
Compagnie Fse THOMSON-HOUSTON
Compagnie Générale de Géophysique
Compagnie AIR-FRANCE
Les Expéditions Polaires Françaises
PHILIPS, etc...

...nous confient des élèves et recherchent nos techniciens.

Sur simple demande, vous recevrez les photocopies et lettres références de ces organismes, **PREUVE INDIS-CUTABLE** d'un enseignement valable et sérieux.

POUR LA **1^{re}** FOIS

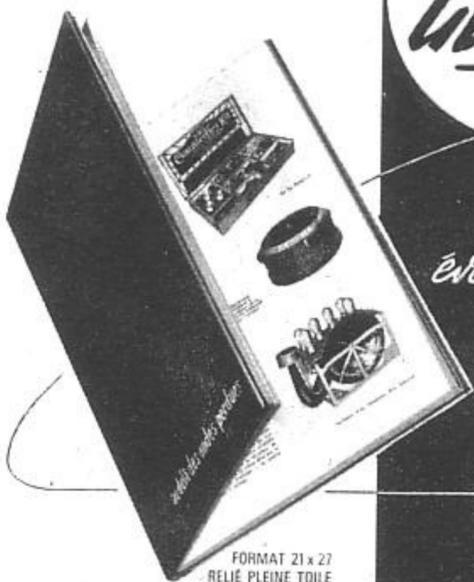


**230 PAGES
300 ILLUSTRATIONS**

Évoquent

**LE PASSÉ et le
DEVENIR de la
RADIO et de la
TÉLÉVISION...**

dans votre bibliothèque...
**UN OUVRAGE PRESTIGIEUX
QUE CHAQUE
AMI DE LA RADIO
SE DOIT DE POSSÉDER...**



FORMAT 21 x 27
RELIÉ PLEINE TOILE

au delà des ondes perdues

En plus d'un véritable musée iconographique... 25 témoignages autobiographiques de personnalités et pionniers de la Radio et l'Électronique vous permettent de suivre pas à pas

UNE DES PLUS PASSIONNANTES AVENTURES INDUSTRIELLES DE NOTRE SIECLE!

PRIX 60 F + PORT : 1,70 F
ou 50 F PORT COMPRIS
POUR LES ABONNÉS A
"VOTRE CARRIÈRE"

aux **ÉDITIONS CHIRON**
40, RUE DE SEINE - PARIS 6^e
C. C. P. PARIS 53-35

AGENCE PUBLÉCITÉC 1984

ÉCOLE CENTRALE des Techniciens DE L'ÉLECTRONIQUE

Reconnue par l'Etat (Arrêté du 12 Mai 1964)

12, RUE DE LA LUNE, PARIS 2^e - TÉL. : 236.78-87 +



Conseil National de
l'Enseignement Privé
par Correspondance

**B
O
N**

à découper ou à recopier

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite 512 CV

NOM

ADRESSE

TABLEAU 94 - CARACTERES TELEGRAPHIQUES de l'ALPHABET MORSE

Nous avons vu qu'en interrompant l'onde porteuse au moyen d'un manipulateur, il est possible d'envoyer des messages sous forme d'impulsions à haute fréquence, selon un code déterminé. Ce code consiste à transmettre des impulsions brèves (points) ou plus longues (traits) qui disposés selon plusieurs combinaisons, permettent de traduire les lettres comme les chiffres ou les signes de ponctuation (ou autres signes conventionnels).

Le tableau qui suit représente justement les caractères de l'alphabet, ainsi que les chiffres (allant seulement de 0 à 9, puisque toutes les combinaisons sont possibles), la ponctuation et quelques signes conventionnels.

Un détail, d'une certaine importance dans la transmission des messages télégraphiques au moyen de l'alphabet Morse, est qu'il n'existe pas de lettre majuscules ou minuscules.

<u>ALPHABET</u>					
a	=	· —	r	=	· — ·
b	=	— · · ·	s	=	· · ·
c	=	— · — ·	t	=	—
d	=	— · ·	u	=	· · —
e	=	·	v	=	· · · —
f	=	· · — ·	w	=	· — —
g	=	— — ·	x	=	— · · —
h	=	· · · ·	y	=	— · — —
i	=	· ·	z	=	— — · ·
j	=	· — — —	ä	=	· · · —
k	=	— · —	à	=	· — — —
l	=	· — · ·	ch	=	— — — —
m	=	— —	é	=	· · — ·
n	=	— ·	ñ	=	— · — —
o	=	— — —	ö	=	— — — ·
p	=	· — — ·	ü	=	· · — —
q	=	— · — ·			
<u>AUTRES CARACTERES</u>					
CHIFFRES	PONCTUATION		SIGNES CONVENTIONNELS		
1 = · — — — —	point (.)	= · — — — —	point d'interrogation (?) = · · — — ·		
2 = · · — — —	virgule (,)	= — · — — —	guillemet = · · · · ·		
3 = · · · — —	deux points (:)	= — — — · ·			
4 = · · · · —	trait d'union (-)	= — · · · · —	attente = · — · · ·		
5 = · · · · ·	point et virgule (;)	= — · — — —	fin de transmission = · — — — ·		
6 = — · · · ·	apostrophe (')	= · — — — —	invitation à transmettre = · — — — —		
7 = — — · · ·	Barre de fraction (/)	= — · · · ·	reçu = · — · ·		
8 = — — — · ·	ouvrez la parenthèse	= — · — — ·	transmettez = — — —		
9 = — — — — ·	fermez la parenthèse	= — · — — ·	fin d'émission = · · · · ·		
0 = — — — — —	signe égal (=)	= — · · · · —	S.O.S. (secours) = · · · · — · · ·		

— LES FOURNISSEURS DE VOTRE MATERIEL —

ELECTRONIQUE MONTAGE

111, BD. RICHARD LENOIR - PARIS XI^e
(métro oberkampf)
SPÉCIALISTE MODULES RÉUSSITE COMPLÈTE
TOUS LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
EXPÉDITION PROVINCE

Amateurs, Installateurs, Dépanneurs,
les valises de dépannage Radio TV Sptés
PAUL sont en vente dans toute la France.
5 modèles.
Adresse de nos Agents sur simple demande.

Spécialités Ch. PAUL - 28, rue Raymond Lefebvre
MONTREUIL (Seine) Tél. : 287-54-16

CIBOT RADIO

1 à 3, RUE DE REUILLY - PARIS 12^e
TEL. : DID. 66-90
TOUT L'OUTILLAGE
POUR L'ÉLECTRONIQUE

Catalogue complet de pièces détachées : 5 F

Catalogue de Kit

Ensemble de pièces détachées

Du poste à galène au téléviseur

EXPÉDITION A LETTRE LUE PARIS-PROVINCE

RADIO-BEAUGRENELLE

6, RUE BEAUGRENELLE - PARIS 15^e
TEL. : 828.58.30
TOUTE LA PIÈCE DÉTACHÉE RADIO
LAMPES-TRANSISTORS-TÉLÉVISION
EXPÉDITION PROVINCE
Envoi du tarif contre 3 timbres-lettre

MIEUX QU'UN CATALOGUE !
Tous ceux qui s'intéressent à la radio se doivent de posséder
le **MEMENTO ACER**
VÉRITABLE DIGEST DE L'ÉLECTRONIQUE
TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES
TOUTE UNE GAMME DE MONTAGE EN KIT
ACER Envoi contre 6F pour frais
42bis, rue de Chabrol - PARIS 10^e



80 PAGES contre 2.50 en timbres pour frais d'envoi
● HIFI (amplis - HP - tuners FM - enceintes
acoustiques) ● Grand choix de pièces
détachées ● Appareils de mesures ●
Outillage ● Appareils électriques ● De
nombreuses réalisations ● Sur place : un
choix énorme à des prix "champion".

Comptoirs CHAMPIONNET

14, RUE CHAMPIONNET - PARIS 18^e
Tél. ORN. 52-08 - C.C.P. 12.358.30 Paris
Métro : Porte de Clignancourt et Simplon

RETEXKIT

CONSTRUISEZ-LE VOUS-MÊME
KIT POUR RADIO-AMATEURS
KIT D'APPAREILS ÉLECTRONIQUES

Demandez notre catalogue
sans engagement de votre part

TERA-LEC 51, RUE DE GERGOVIE
PARIS-14^e - SEG. 09-00

MAGNETIC-FRANCE SPÉCIALISTE DU "KIT" PIÈCES DÉTACHÉES POUR :

Tuners, magnétophones, amplis, orgue élec-
tronique, chambre d'échos, réverbérateurs.

- Lampes
- Transistors

SERVICES ET CONSEILS TECHNIQUES

175, RUE DU TEMPLE - PARIS-3^e
ARChives 10-74 Métro : Temple, République

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Radio-Télévision ● Industrie ● Télécommande
Chaînes Haute Fidélité ● Amplis ● Tuners FM
RADIO-VOLTAIRE
GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSCO"
GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIOFCHNIQUE"
155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-11^e ROQ. 98-64

EMY-RADIO

Spécialiste des grandes marques d'importation
Téléviseurs - Récepteurs - Transistors - Magnétophones
Electrophones - HI-FI - Enceintes acoustiques - Emetteurs
récepteurs - Interphones, etc...
Toutes expéditions en province. Catalogue de nos prix sur
simple demande - 19, rue de l'Ancienne Comédie
PARIS 6^e Tél. : DAN. 63-05

POUR TOUS VOS BESOINS EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES ET ENSEMBLES A MONTER SOI-MÊME

AUX CONDITIONS LES PLUS AVANTAGEUSES GRACE A NOTRE FORMULE DE VENTE DIRECTE

Magasins pilotes :

3, RUE LA BOËTIE - PARIS-8^e
9, BD ST-GERMAIN - PARIS-5^e

COGEREL

Départements :
VENTE PAR CORRESPONDANCE
COGEREL - DIJON (cette adresse suffit)

DOCUMENTATION GRATUITE SUR DEMANDE :

Catalogue KITS - CTR 8-493 - Catalogue PD - CTR 9-492
(joindre 4 timbres pour frais d'envoi)

RÉALISEZ VOS
POSTES A TRANSISTORS

LAMPOMETRE
SIGNAL TRACER



CONTROLEUR
UNIVERSEL



Economie
Sécurité
Réussite
assurée

Pièces détachées, en ensembles
complets, ou séparées avec schéma
et plans très détaillés

Documentation CA - contre 1,20 F en timbres

TECHNIQUE SERVICE

fermé le lundi
Métro
Charonne

17, Passage Gustave-Lepeu, Paris-11 - Tél. : ROQ. 37-71

CENTRAL-RADIO

35, rue de Rome - PARIS 8^e
522 12-00 et 12-01 CCP 728-45

Expédie dans toute la France toutes
les pièces détachées - Appareils de
mesure et l'outillage du Radio-
électricien.

CATALOGUE contre 4 timbres,
conseillers techniques à votre
disposition à nos magasins.

LE GRAND SPECIALISTE

des Petits Montages Récepteurs de Radio
et de la Radiocommande des Modèles Réduits.
- Ouvrages pour débutants -
Envoi du catalogue général contre 3 F
PERLOR-RADIO
16, R. Hérold, Paris (1^{er}) - Tél. CEN. 65-50

POUR
REUSSIR
A
COUP SUR ?
ESSAYEZ AVEC NOS
SCHEMAS
GRANDEUR
NATURE

MONTAGES FACILES

AMPLIS GUITARE 3 A 50 W
125 SCHÉMAS DE LAMPES
REMISE 25 à 30%
SUR LAMPES-MAGNÉTOPHONES

Documentation complète c. 4,50 TP

Soc. **RECTA**
37, Av. LEDRU-ROLLIN - PARIS-12^e

NORD RADIO

TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES ET
ACCESSOIRES DES MEILLEURES MARQUES
A DES PRIX IMBATTABLES

TÉLÉVISEURS - RÉCEPTEURS à transistors
AMPLIS HI-FI - ELECTROPHONES
MAGNÉTOPHONES - INTERPHONES, etc...
Vendus en "KIT" et en ordre de marche.

139, RUE LA FAYETTE, PARIS-10^e
Tél. TRUdaine 89-44 - Autobus et Métro : GARE DU NORD

TOUS LES MAGNÉTOPHONES
(GRUNDIG, PHILIPS, etc.)
TÉLÉVISEURS - ENCEINTES ACOUSTIQUES
PLATINES TOURNE-DISQUES, etc. (Consultez-nous).