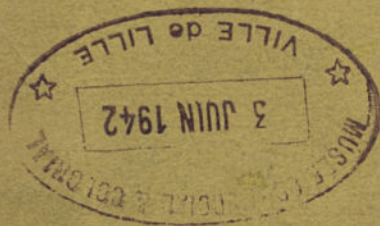


# NOUVEAU MANUEL PRATIQUE DE T.S.F.



**OUVRAGE MIS A JOUR  
DES DERNIERS PROGRÈS  
DE LA RADIOPHONIE**

▲  
230 Pages  
156 Gravures  
et Schémas  
▼



Un livre indispensable à tous les sans-filistes  
dans lequel se trouvent **tous les remèdes**  
à toutes les pannes de postes.

**L'ART  
DU  
DÉPANNAGE  
ET DE  
LA MISE AU POINT  
DES  
POSTES DE T. S. F.**

par

**Lucien CHRÉTIEN**

Rédacteur en chef de la *T. S. F. pour Tous*

---

Un volume : 18 francs

---

**Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine - Paris-6<sup>e</sup>**



N° B. b. = 388058 / - 103836

BMC 95

**NOUVEAU**

**MANUEL PRATIQUE**

DE

**TÉLÉPHONIE**

**SANS FIL**



Tous les droits de traduction, de  
reproduction et d'adaptation sont  
réservés pour tous les pays y compris  
la Suède, la Norvège et l'U. R. S. S.

---

---

*Copyright by*  
*Etienne Chiron*  
*— Paris —*

---

---

H. GÉRARD

---

NOUVEAU  
MANUEL PRATIQUE  
DE  
TÉLÉPHONIE  
SANS FIL

---

---

OUVRAGE MIS A JOUR  
DES DERNIERS PROGRÈS  
DE LA RADIOPHONIE

---

---

ETIENNE CHIRON, EDITEUR  
40, RUE DE SEINE  
PARIS

## LES MEILLEURS OUVRAGES POUR DÉBUTANTS EN T. S. F.

publiés à la même librairie

---

<i>La T. S. F. expliquée</i> , par VALLIER.....	4 50
<i>J'ai compris la T. S. F.</i> , par E. AISBERG (Théorie de la T. S. F., exposée sans formules et mise à la portée de tous). Ouvrage traduit en 9 langues. Broché.....	15 »
Relié .....	20 »
<i>Premiers principes de la T. S. F.</i> , par J. LAGARDE.....	7 50
<i>Le poste de l'amateur de T. S. F.</i> , par HEMARDINQUER	20 »
<i>La T. S. F. et les phénomènes radioélectriques expliqués sans formules</i> , par d'ANSELME.....	16 »

---

## ABC DE LA T. S. F.

(Collection de monographies de vulgarisation écrites  
et illustrées pour être comprises de tous.)

1. — Théorie élémentaire de la T. S. F.
2. — Les postes à galène.
3. — Les collecteurs d'ondes (Antennes et cadres).
4. — Piles et accumulateurs.
5. — Les postes à 1 lampe.
6. — Les postes à 2 et 3 lampes.
7. — Les superhétérodynes.
8. — Les montages fondamentaux.
9. — L'alimentation par le secteur.
10. — Petit lexique des termes de T. S. F.

Prix de chaque fascicule : 4 fr. 50

Les 10 fascicules réunis en un seul volume relié pleine  
toile ..... 30 fr.

---

## INTRODUCTION

---

*Peu d'applications scientifiques ont connu un essor aussi rapide et aussi prodigieux que la téléphonie sans fil.*

*Il n'est pas nécessaire de remonter bien loin en arrière pour mesurer toute l'étendue de ce développement. Les premiers essais à courte distance des amateurs patients qui, munis de leurs casques, avaient le choix entre quelques postes peu prolifiques, nous semblent appartenir à une autre époque. Mais ce rappel permet de souligner l'enthousiasme qui a salué la transmission, par les ondes, de la parole et de la musique, en même temps que les progrès qui l'ont accompagnée.*

*Une science aussi récente se trouvait appelée à subir une évolution importante. Si les principes généraux qui régissaient déjà la radiotélégraphie sont demeurés à la base des développements nouveaux, des procédés meilleurs, des perfectionnements incessants ont modifié complètement les résultats atteints, en sorte que la T. S. F. apparaît aujourd'hui comme une construction nouvelle édifiée sur des assises consolidées.*

*Le Manuel pratique de téléphonie sans fil — vieux de cinq ans — s'offrait comme une base excellente éprouvée par plusieurs éditions successives. Il suffisait, dans le cadre précis qu'il dessinait, d'écourter quelques développements sur des dispositifs périmés et de donner aux procédés nouveaux la large place que leur devaient les résultats acquis.*

*En le faisant, il restait de demeurer dans l'esprit des éditions précédentes, que nous ne saurions mieux définir qu'en citant ce large extrait de leur introduction, à laquelle nous nous sommes efforcé de demeurer fidèle :*

*« Il faut reconnaître que l'achat d'un récepteur radiophonique n'est pas à la portée de toutes les bourses à moins de*

choisir des appareils de fabrication peu soignée et dont le fonctionnement laisse bien souvent à désirer.

« La téléphonie sans fil restera-t-elle donc l'apanage exclusif des élus de la fortune ? Non, et c'est là en grande partie la raison de son succès : la radiophonie est avant tout un luxe démocratique, elle peut être mise à la portée de toutes les bourses, et a le droit de cité dans les plus humbles chambrettes.

« Il suffit pour cela de peu de choses : quelques matières premières, quelques outils, un peu d'adresse, beaucoup de patience et un petit bagage de connaissances pratiques que nous avons essayé de résumer dans les pages de ce nouveau manuel.

« En matière de réception radiophonique, il n'est rien d'absolu ; l'expérience, les essais y jouent un grand rôle ; aussi cet ouvrage est-il moins un traité qu'un simple guide où l'amateur toujours avide de mieux faire, pourra, chemin faisant, puiser quelques éléments pour l'étape du lendemain. »

H. G.

---



# MANUEL PRATIQUE DE TÉLÉPHONIE SANS FIL

---

## PREMIÈRE PARTIE

---

### LA RÉCEPTION et LA PERCEPTION DES ONDES

---

#### CHAPITRE PREMIER

#### *Généralités et définitions.*

La télégraphie sans fil et sa variante, la radiophonie, ne constituent en réalité qu'une des applications de la transmission de l'énergie électrique à distance sans le secours de conducteurs.

L'absence de conducteur matériel entre le poste émetteur et le poste correspondant laisse néanmoins supposer l'existence d'un agent de liaison entre ces deux postes.

Ce lien revêt une forme particulière : celle d'un *mouvement vibratoire*.

A l'exception des dispositifs servant à engendrer et à capter ces mouvements vibratoires et qui sont adaptés à leur rôle particulier, on utilise dans les postes de communication sans fil, les mêmes organes de transmission et de perception des signaux que dans les postes téléphoniques par fil, et qui, tels le microphone et l'écouteur téléphonique, sont familiers à tous, aujourd'hui.

### Principes de propagation d'une vibration

La conception d'un mouvement vibratoire n'a rien qui puisse surprendre ou embarrasser. On en rencontre de nombreux exemples dans la nature. Qui n'a pas eu l'occasion d'observer ce qui se passe lorsque, laissant tomber une pierre dans l'eau, celle-ci se ride concentriquement à l'entour du point de chute ?

En regardant de plus près ce banal phénomène, un observateur attentif pourrait remarquer que la pierre,

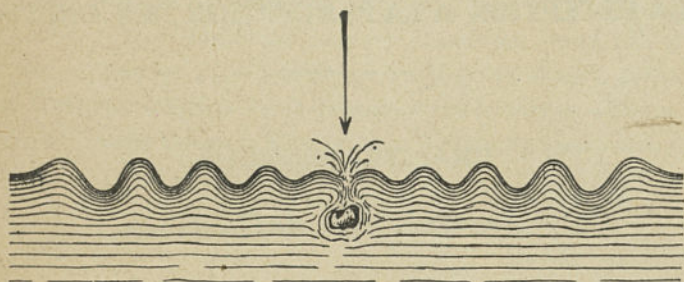


Fig. 1. — Formation d'une onde liquide.

en frappant l'eau, a formé autour du point de chute un bourrelet liquide, qui, telle une vague en miniature, va cheminer en s'éloignant du point de percussion, mais en perdant un peu de sa hauteur au fur et à mesure qu'elle progresse, jusqu'à ce que, finalement, elle disparaisse à l'œil. Ce même observateur pourrait encore constater que la petite vague est immédiatement suivie d'une autre vague, puis d'une troisième et de beaucoup d'autres de moins en moins hautes qui progressent de la même façon que la première et restent éloignées les unes des autres d'une distance rigoureusement égale et constante.

En reproduisant graphiquement le phénomène, on obtiendrait en coupe le schéma (fig. 1).

Si, à quelque distance du point de chute, on place un flotteur, un bouchon par exemple, celui-ci sera animé d'un

mouvement alternatif de haut en bas et de bas en haut au passage de l'onde liquide. On aura ainsi réalisé un système de transmission d'énergie à distance.

Enfin, si l'on perfectionne un peu le dispositif employé et qu'on laisse tomber, un par un, à une cadence assez rapide et régulière, une série de cailloux de même poids et même volume, l'agitation de l'eau restera *entretenu* tant que continuera la chute des cailloux.

On peut encore faire quelques remarques : si l'on fait varier la grosseur des cailloux, on observera que la hauteur et l'éloignement des vagues concentriques augmenteront avec la grosseur des cailloux utilisés ; on remarquera aussi que la vitesse de formation et de propagation des petites vagues est constante quelle que soit la forme de l'onde et que, par conséquent, le nombre d'ondes formées par seconde est d'autant plus grand que la distance qui sépare chaque onde est plus petite, et cela dans un rapport rigoureusement constant.

De ces quelques constatations on peut, par analogie, déduire les principes fondamentaux qui régissent la propagation de l'énergie électrique dans l'espace sous forme de mouvement vibratoire. Tout se passe en effet de même façon dans le cas des ondes électriques que dans celui des ondes liquides. Seul le milieu propagateur est différent ; il a reçu le nom d'éther. Ce milieu favorable existe partout, semble-t-il, au sein des corps liquides, gazeux ou solides, aussi bien que dans le vide absolu.

Rien ne peut donc faire obstacle à la propagation des ondes électriques, rien, sauf cependant les corps conducteurs qui les arrêtent et les captent dans certaines conditions.

Les vibrations électriques se distinguent tout d'abord par la longueur des ondes mises en jeu. On a vu, dans le cas de l'onde liquide, que la distance séparant deux ondes consécutives était constante et demeurerait telle si l'on ne changeait pas la grosseur du caillou exciteur. Cette distance, qui caractérise l'allure du mouvement vibratoire,

a reçu le nom de *longueur d'onde*. Au point de vue électrique, cette longueur d'onde s'exprime généralement en mètres. Elle varie dans la pratique de quelques mètres à quelques dizaines de milliers de mètres, et dépend des caractéristiques électriques des circuits générateurs.

Par analogie avec le système hydraulique qui vient d'être examiné, on peut également exprimer l'allure ou *fréquence* du mouvement vibratoire par le nombre d'ondes se produisant par seconde, ou encore par la *période* de temps mise par une onde à franchir la distance la sépa-

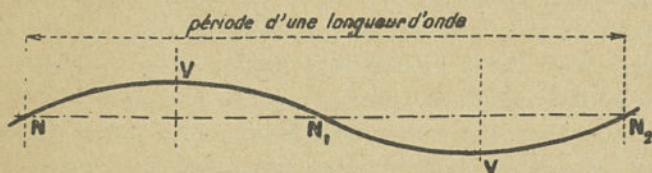


Fig. 2. — Reproduction graphique d'une oscillation. (La période est le temps mis par le mouvement vibratoire à franchir la distance  $N_1 N_2$  qui constitue la longueur de l'onde.)

rant de l'onde qui la précède immédiatement ou qui la suit (fig. 2).

Ces trois valeurs : longueur d'onde, période, vitesse de propagation sont liées intimement par la relation fondamentale suivante :

Longueur d'onde = vitesse de propagation  $\times$  période de temps, relation qui s'écrit

$$\lambda = V \times T$$

et dans laquelle  $V$  est égal à 300.000 kilomètres par seconde.

Il est évident que si l'on exprime  $V$  en kilomètres par seconde, on obtiendra  $\lambda$  en kilomètres, à condition d'exprimer  $T$  en secondes.

Reprenant l'analogie hydraulique, on a vu qu'une seule excitation de la nappe liquide a donné naissance à un groupe d'ondes : un *train d'ondes*, dont l'amplitude allait en s'affaiblissant en *s'amortissant*. On a vu également qu'il était possible de conserver aux ondes une amplitude

constante en provoquant à la même place et à une cadence régulière la chute d'un nouveau cailloux. Si la cadence de chute est rigoureusement égale à la période propre des

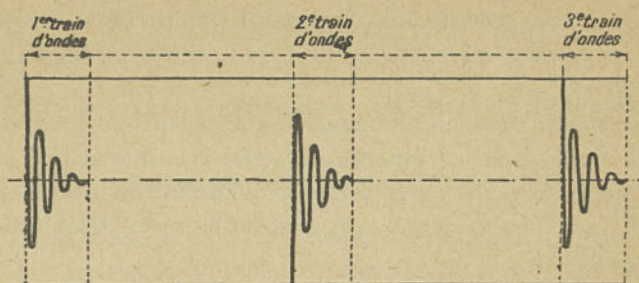


Fig. 3. — Allure des ondes « amorties » engendrées par la décharge d'un condensateur.

ondes, on crée ainsi à la surface de l'eau un mouvement vibratoire parfaitement uniforme et *entretenu*. Ce sont là les deux grandes distinctions établies entre les ondes électriques.

Les unes, dues à la décharge d'un condensateur sous forme d'étincelles, donnent naissance à des ondes amor-

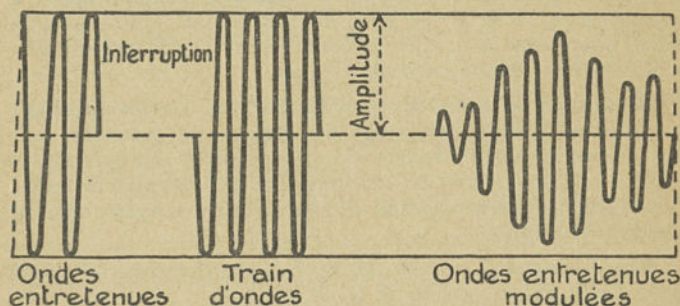


Fig. 4. — Allure des ondes « entretenues ».

ties (fig. 3), les autres, produites par des générateurs tels que les arcs, les alternateurs à haute fréquence, les lampes à trois électrodes, donnent naissance à des ondes entretenues (fig. 4).

Revenant une dernière fois aux ondes liquides, on peut imaginer de modifier le dispositif de lancement cadencé des cailloux de telle façon que, tout en conservant la même fréquence, la hauteur de la chute puisse varier à volonté ; on remarquera alors que l'amplitude de l'onde liquide variera suivant la hauteur de la chute des cailloux.

Le système d'ondes à fréquence constante mais à amplitude variable, ainsi obtenu, caractérise la modulation et les ondes qu'il provoque prennent l'épithète de modulées.

Ce sont ces dernières qui sont utilisées en téléphonie sans fil.

\*  
\* \* \*

#### BIBLIOGRAPHIE :

Pour approfondir les notions exposées dans le chapitre ci-dessus, le lecteur consultera avec fruit :

*La T. S. F. et les phénomènes radioélectriques expliqués sans formules*, par d'Anselme. — La première partie de cet ouvrage expose les notions d'électricité préparatoires à l'étude de la T. S. F. et sera, de par ce fait, d'une grande utilité pour tous ceux qui ne connaissent pas la théorie élémentaire des phénomènes électriques.

*J'ai compris la T. S. F.*, par E. Aisberg. — Cet excellent livre de vulgarisation permet au lecteur de pénétrer sans effort dans la nature même des phénomènes électriques et radioélectriques. Écrit de manière à être compris de tous, il est essentiellement destiné aux débutants n'ayant aucune notion préliminaire.

*Théorie élémentaire de la T. S. F.*, par Lardry. — Petit précis de la théorie de la T. S. F.

*Premiers principes de T. S. F.*, par le C<sup>ne</sup> Lagarde. — Excellent livre pour le débutant.

## CHAPITRE II

---

### *Rôle et construction des antennes et des cadres.*

#### **Excitation d'un système récepteur**

La portée d'un poste émetteur d'ondes entretenues ou amorties est théoriquement infinie, mais il est évident que l'énergie susceptible d'être recueillie par un poste récepteur sera d'autant plus grande que l'énergie mise en jeu au poste émetteur sera plus grande et que la distance séparant ces deux postes sera plus petite. D'autres facteurs tels que l'état de l'atmosphère, l'orientation, l'heure, la situation topographique, la nature géologique des lieux, la longueur d'onde, etc..., viennent, pour une part importante, influencer la portée d'un poste, dans des rapports qui ne sont pas encore bien définis aujourd'hui.

Il est donc possible, au moins en théorie, de recevoir en tous lieux une émission déterminée, cela à la seule condition de connaître ou de pouvoir apprécier la longueur de l'onde émise et de régler les circuits du poste récepteur de telle façon que ceux-ci puissent percevoir les vibrations électriques qui les atteignent.

Il faut, en résumé, que le poste récepteur soit *accordé*.

Si l'on répète l'expérience bien connue, qui consiste à faire vibrer un diapason posé sur un piano en faisant résonner la corde du piano correspondant à la note du diapason, on remarque que le diapason reste insensible à toute note autre que la sienne, qu'on pourrait émettre. Ce phénomène, qui n'est en réalité qu'un nouvel exemple de transmission de mouvement vibratoire, s'explique aisément en disant que la corde du piano et le diapason ont la même période de vibration, c'est-à-dire qu'ils émettent,

par exemple, 436 vibrations sonores par seconde, ce qui correspond à la note « la » de la troisième octave.

S'il était possible de modifier soit la longueur, soit l'épaisseur des branches du diapason, ou mieux, si l'on pouvait disposer sur les branches des masses plus ou moins grosses qui puissent coulisser et se maintenir à une position déterminée, on remarquerait que le diapason n'est plus sensible au « la », mais qu'il entre en vibration pour une tout autre note du piano qu'on pourrait déterminer par tâtonnement (fig. 5). En agissant sur les petites masses, on obtiendrait ainsi toute une gamme de sons allant des notes les plus aiguës aux notes les plus graves, et il serait toujours possible d'accorder le diapason pour une note déterminée du piano, c'est-à-dire de donner aux deux systèmes vibrants une période égale.

C'est également ce qu'on cherche à faire en télégraphie sans fil ; mais dans ce cas le piano s'appelle : poste émetteur et le diapason poste récepteur.

### **Constitution d'un circuit récepteur**

Puisque les ondes électriques sont arrêtées par les corps conducteurs, l'organe de captation sera avant tout une masse métallique ou un ensemble de fils métalliques et par conséquent conducteurs, de forme appropriée.

Dans la pratique, on donne à cet organe soit la forme d'une antenne, soit la forme d'un cadre. Cette dernière solution est généralement d'un emploi plus commode surtout pour le citadin.

### **Emploi d'un cadre**

Un cadre se compose essentiellement d'un support soit construit spécialement, soit improvisé, sur lequel on enroule un certain nombre de tour de fil. La forme du cadre a assez peu d'importance, bien qu'il soit préférable de se rapprocher du cercle parfait ; on est généralement conduit, pour simplifier la construction, à lui donner la



forme d'un carré, d'un rectangle peu allongé ou quelquefois d'un hexagone. Les dimensions du cadre sont généralement imposées par des considérations pratiques et limitées par la hauteur des locaux dans lequel il doit trouver place, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas dépasser deux mètres dans la plus grande dimension.

La longueur du fil enroulé sur un cadre et par conséquent le nombre de spires qu'il doit comporter varie avec

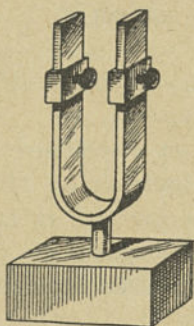


Fig. 5. — Diapason réglable au moyen de petites masses.



Fig. 6. — Circuit oscillant composé d'un cadre et d'un condensateur variable.

la longueur de l'onde à recevoir. Ces deux valeurs : dimensions et nombre de spires, déterminent ce qu'on appelle la *self-inductance* du cadre et, d'une façon plus générale, d'un enroulement de fil sous forme de bobine sans noyau de fer.

La self-inductance d'un cadre ne peut se calculer que d'une façon très empirique, au moyen d'abaques appropriées à chaque forme particulière du cadre.

Elle est d'autant plus grande que les spires sont plus nombreuses, plus rapprochées et d'un plus grand diamètre.

Aux deux bornes du cadre, c'est-à-dire aux deux extrémités du bobinage, on branche chacune des armatures d'un condensateur (voire page 47) dont il est possible de faire varier la capacité dans d'assez larges limites. On aura ainsi réalisé un circuit fermé (fig. 6), qui en T. S. F. a reçu le nom de *circuit oscillant*.

La présence d'un circuit oscillant est nécessaire pour que les ondes puissent donner naissance à un courant dans l'antenne ou le cadre quand elles viennent à l'atteindre ; il faut également que ce circuit soit *accordé*, c'est-à-dire que la self-inductance et le condensateur aient des valeurs convenables.

Ces valeurs peuvent être tirées de la relation fondamentale :

$$T = 2 \pi \sqrt{L C} \quad \text{ou} \quad \lambda = 2 \pi V \sqrt{L C}$$

dans laquelle  $T$  = période de l'onde,  $V$  = vitesse de propagation,  $L$  = self-inductance,  $C$  = capacité.

Sans vouloir essayer d'expliquer ou d'appliquer cette formule, pour le moment, on peut toutefois en déduire, par son simple examen, que plus la capacité et la self seront grandes, plus la période ou la longueur des ondes susceptibles d'être perçues sera grande et inversement plus leur fréquence sera petite.

Aussi, en admettant que l'on puisse, à volonté, faire varier soit la self-inductance du circuit récepteur, soit sa capacité, soit même les deux à la fois, il devient possible de donner aux éléments du circuit une valeur telle que sa fréquence propre d'oscillation soit égale à celle du poste émetteur ; autrement dit, il devient possible d'accorder le récepteur.

Le condensateur et la self du cadre jouent alors le même rôle que les petites masses mobiles disposées sur les branches du diapason réglable (fig. 5), et de même qu'un renforcement de son très marqué du diapason indiquait que l'accord était obtenu avec le piano, l'accord du circuit récepteur se traduit par le passage d'un courant maximum dans les organes d'utilisation.

### Emploi d'une antenne

Si l'on augmente les dimensions du cadre, on est conduit pour une même longueur d'onde à réduire le nombre de ses spires ; en poussant ce raisonnement à ses limites on pourrait concevoir un cadre d'une seule spire et même d'une demi-spire. A ce moment, on aura constitué une antenne. Le circuit n'étant plus fermé, on obtient un résultat équivalent en réunissant une des extrémités du cadre au sol, tandis que l'autre extrémité est soigneusement isolée (fig. 7).

Le fil vertical joue alors le rôle actif du système capteur,



Fig. 7. — L'antenne est un vaste cadre ouvert.

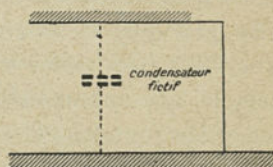


Fig. 8. — Le brin horizontal d'une antenne joue le rôle de l'armature d'un condensateur.

tandis que le fil horizontal peut être assimilé à l'armature d'un vaste condensateur dont l'armature est le sol (fig. 8).

En fait, un tel système possède une self-inductance et une capacité propres.

On peut prédéterminer avec une certaine approximation les dimensions à donner à l'antenne pour recevoir une onde ou plus généralement une gamme d'ondes de longueur donnée.

Le raisonnement et l'expérience montrent que la self d'une antenne augmente avec la longueur du fil développé, tandis que la capacité diminue avec la hauteur du fil horizontal au-dessus du sol. On peut, de même, augmenter la capacité d'une antenne en disposant parallèlement deux ou trois fils horizontaux au lieu d'un seul, ce qui correspond, en même temps, à une diminution de la self.

On observe enfin que l'efficacité d'une antenne est

d'autant plus grande que celle-ci est plus élevée au-dessus du sol, ou plus exactement au-dessus des obstacles environnants.

Une antenne composée d'un seul fil tendu verticalement

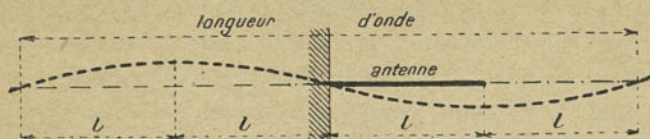


Fig. 9. — Une antenne unifilaire verticale a une longueur d'onde égale à quatre fois sa propre longueur.

(soutenu par un ballonnet) a une longueur d'onde propre égale à 4 fois la longueur du fil (fig. 9).

En pratique, la longueur d'onde d'une antenne varie de 4,5 à 5,5 ou même 6 fois sa longueur utile. Soit, par exemple, une antenne composée d'une *nappe* de deux fils tendus horizontalement entre deux points A et B distants de 40 m. et comportant à une de ses extrémités un fil de 15 m. de longueur, descendant jusqu'au sol (fig. 10).

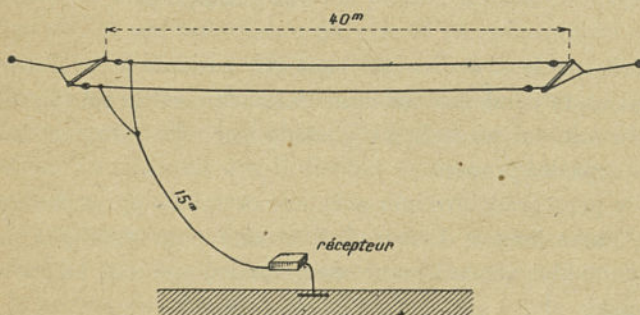


Fig. 10. — Estimation de la longueur d'onde d'une antenne.

La longueur d'onde propre d'une telle antenne sera de  $(40 \text{ m.} + 15 \text{ m.}) k$ .

Le coefficient  $k$  varie évidemment avec l'écartement des fils, leur hauteur, etc..., et ne peut être défini qu'empiriquement; si on l'estime égal à 5, la longueur d'onde propre de l'antenne sera de  $55 \text{ m.} \times 5 = 275 \text{ m.}$

Si cette même antenne était construite suivant la disposition indiquée (fig. 11), c'est-à-dire que le brin de des-

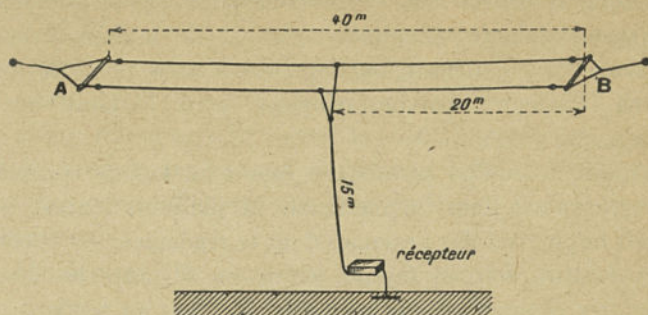


Fig. 11. — Estimation de la longueur d'onde d'une antenne.

cente soit connecté à mi-distance des extrémités de la nappe, la longueur d'onde deviendrait :

$$\left( \frac{40 \text{ m.}}{2} + 15 \text{ m.} \right) \times 5 = 175 \text{ m.}$$

Ce dernier type d'antenne est fréquemment employé sur les bateaux.

### Forme et construction des antennes

La forme des antennes, et en particulier des antennes d'amateurs, varie à l'infini. Elle est généralement dictée par les conditions d'installation, surtout dans les villes où les espaces libres font défaut.

On doit cependant, dans tous les cas, essayer de satisfaire aux règles suivantes :

Donner à l'antenne une longueur d'onde propre inférieure ou tout au plus égale à celle du poste que l'on se propose de recevoir. Une antenne est rarement trop courte, elle est souvent trop longue.

La tenir éloignée le plus possible du sol ou des matériaux, bons ou assez bons conducteurs de l'électricité, toits en zinc, gouttières, poutres de fer, fils électriques, balcons, grillages, arbres, etc...

Isoler soigneusement tous ses points d'attache et en particulier ses extrémités. Il est évidemment commode et indiqué d'utiliser des supports naturels pour soutenir l'antenne : tours, cheminées, pignons de maison, arbres élevés, etc... A défaut, on improvise des supports de fortune : poteaux, perches couplées, bout à bout, aussi hauts que possible.

Enfin, lorsqu'on ne dispose que d'un espace restreint (appartement dans un immeuble de plusieurs étages), on peut improviser des antennes dont le rendement est encore satisfaisant, soit en faisant courir un fil entre les deux fenêtres éloignées d'une même façade, soit en tendant ce fil sur le toit entre deux cheminées ou deux perches amarées à ces cheminées, soit encore, si l'on habite les étages inférieurs, en faisant descendre ce fil de haut en bas, entre une lucarne ou balcon de l'étage supérieur et une fenêtre de son propre appartement. Dans ces divers cas, on devra s'attacher, autant que possible, à éloigner le fil du bâtiment au moyen de perches ou de bâtons solidement amarrés.

On peut encore tendre une antenne à l'intérieur d'une habitation : grenier, couloir, cage d'escalier, mais cette solution n'est pas recommandable, car si, théoriquement, les murs ne forment pas écran, ils sont néanmoins quelque peu conducteurs, en raison de leur humidité et des matériaux métalliques qu'ils renferment, et qui arrêtent et absorbent une partie de la faible énergie destinée à l'antenne.

Le choix du fil conducteur joue un rôle important dans le rendement d'une antenne ; on a observé, en effet, et cette remarque s'applique à tous les conducteurs utilisés dans les circuits d'un poste de T. S. F., que les courants à très haute fréquence qui parcourent ces circuits, ne circulent pas avec une densité égale dans toute la section du conducteur, contrairement à ce qui se passe dans le cas de courants continus ou de basse fréquence. La presque totalité du courant se porte à la périphérie du conducteur et ne pénètre pas à l'intérieur.

Tout se passe comme si le fil était creux. On est donc conduit, si l'on veut faciliter le passage des courants de haute fréquence, à employer des conducteurs de grande surface. C'est le cas des tubes, des bandes de cuivre minces et larges et enfin des câbles composés d'un très grand nombre de fil torsadés, de faible section unitaire. Pour la même raison on doit rejeter les câbles étamés ou galvanisés, dont le revêtement protecteur d'étain ou de zinc est mauvais conducteur. On leur préférera des câbles de bronze nu.

L'isolement d'une antenne est également important. Le



Fig. 12. — Emploi des poulies en porcelaine pour l'isolement des antennes.

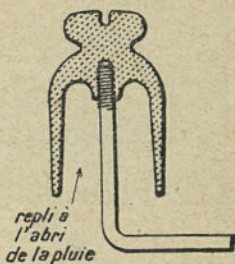


Fig. 13. — Isolateur cloche, type P. T. T.

choix de l'amateur devra se porter sur des isolateurs conservant leurs propriétés même par temps humide. Le bois, très bon isolant lorsqu'il est sec, devient et reste conducteur lorsqu'il est mouillé ; de plus, il possède des rugosités qui retiennent les poussières et forment à sa surface une couche conductrice. L'ébonite peut être employée sous forme de bâtons de 15 à 20 cm. de longueur, mais c'est une matière fragile et assez coûteuse dont rien ne justifie l'emploi pour une antenne réceptrice. On lui préférera la porcelaine ou le verre sous forme de bâtons spéciaux, de petites poulies (fig. 12), ou d'isolateurs en forme d'œufs présentant des cannelures qui permettent de les enchaîner. Malheureusement, lorsqu'il pleut, tous ces corps perdent momentanément leur propriétés isolantes.

On peut obvier à cet inconvénient en employant comme isolateurs terminaux des cloches en porcelaine du type en usage pour l'isolement des lignes télégraphiques ou téléphoniques et dont le repli intérieur, qui n'est pas atteint par la pluie, reste isolant (fig. 13).

Si l'on est amené à ligaturer deux fils d'une antenne,

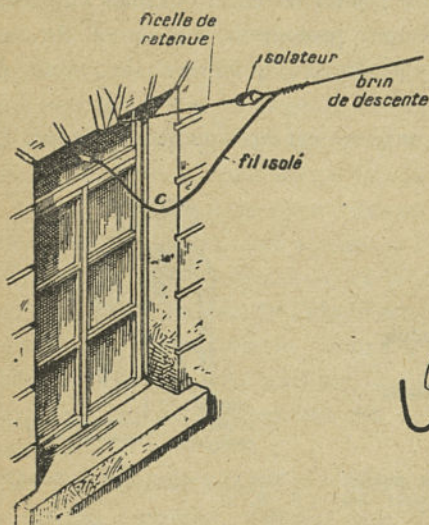


Fig. 15. — Le fil d'entrée du poste fait, en C., un coude qui arrête les gouttes d'eau glissant le long du fil.

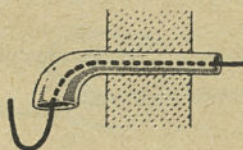


Fig. 14. — Type d'isolateur spécial en forme de « pipe » pour entrée de poste.

cette ligature devra être améliorée par une soudure à l'étain faite à l'aide de résine ou d'un produit similaire à l'exclusion de tout agent acide.

L'entrée de l'antenne dans le local du poste devra également faire l'objet d'un parfait isolement. On peut pour cela pratiquer un trou dans la vitre d'une imposte (opération délicate) ou dans la boiserie fixe d'une fenêtre. Dans ce dernier cas, le fil passera dans un tube de caoutchouc ou de matière isolante (fig. 14).

Il est recommandé de faire faire un coude à angle vif,



au brin d'antenne, avant son entrée dans le poste, afin d'arrêter les petites gouttes d'eau qui, par temps de pluie, glissent le long du fil et sans cette précaution rentreraient dans le poste et compromettraient l'isolement de l'installation (fig. 15).

Si l'on dispose d'un seul support, poteau, pylône, on peut construire soit une antenne en parapluie, soit une antenne unifilaire ou en prisme (fig. 16).

Avec deux supports, on emploiera l'antenne en nappe

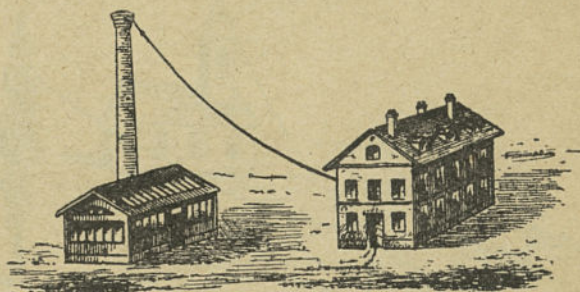
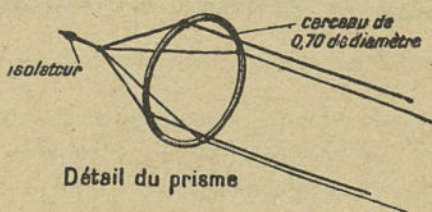


Fig. 16. — Antenne unifilaire et en prisme



comportant 3 ou 4 brins au plus tendus parallèlement entre deux barres de bois isolées chacun de la barre.

Enfin, si l'on dispose de plusieurs supports, on peut établir 1 antenne à brins divergents à 2 ou plusieurs fils, en prenant soin cependant de donner à chaque brin la même longueur (fig. 17).

Il est toujours possible d'observer cette condition en sectionnant tous les fils à une même distance de l'entrée de poste ou du point de jonction et plaçant un isolateur à l'endroit de la coupure. La partie inutilisée des brins,

au delà de l'isolateur, peut d'ailleurs être remplacée par une cordelette.

Il existe enfin quelques artifices commodes pour suppléer aux antennes dans les grandes villes, et dont l'efficacité, bien qu'incertaine, s'est quelquefois montrée égale à celle des meilleures antennes : ce sont les écrans métalliques de grande surface.

C'est ainsi qu'on peut employer comme antenne des

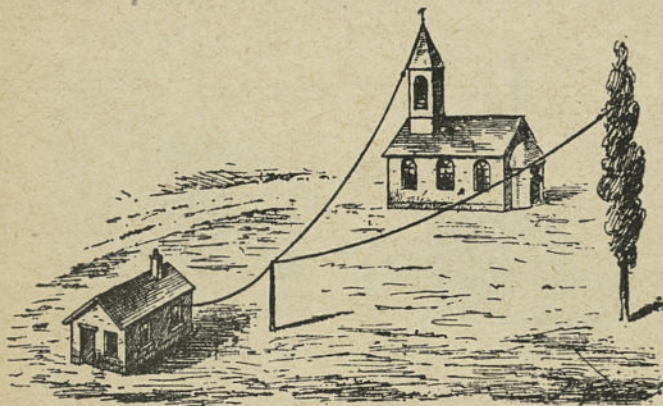


Fig. 17. — Antenne à deux brins divergents.

clôtures en grillage métallique, une dérivation de conduite d'eau ou de gaz, un toit de zinc, une cheminée de tôle un des fils d'une ligne téléphonique ou d'un réseau de distribution d'électricité, etc.

Ces masses métalliques se comportent à la façon d'antennes apériodiques, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas de période propre de vibration et rendent difficile ou impossible l'accord du poste récepteur qui les utilise.

### Prises de terre

Il est indispensable que le contact du fil d'antenne, avec le sol, soit, à sa base, aussi parfait que possible. Pour obtenir ce résultat, le plus sûr moyen consiste à augmenter la surface de contact, c'est-à-dire à relier le fil à une masse

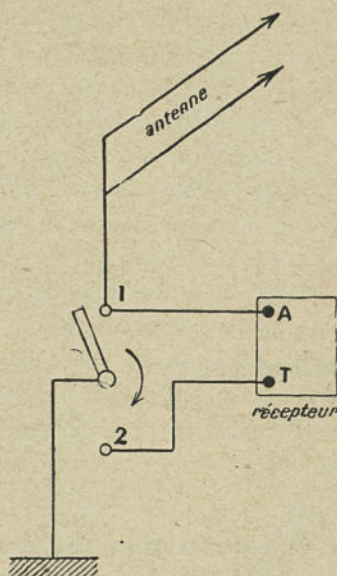


Fig. 18. — Dispositif de mise à la terre de l'antenne.  
1° mise à la terre ; 2° mise en service du poste.

métallique (grillage, plaque de zinc ou de cuivre) enfouie dans le sol aussi profondément que possible.

Le contact peut encore être amélioré en arrosant périodiquement et copieusement le sol aux environs de la prise de terre. Malheureusement, les grandes villes se prêtent difficilement aux travaux de terrassement, mais par contre elles offrent, avec leurs conduites d'eau ou de gaz de grande longueur, des prises de terre idéales, à la portée de l'amateur.

Il suffira donc de relier la base de l'antenne à un robinet

d'eau ou à un tuyau de gaz, ou même aux deux à la fois. On peut également utiliser, dans le même but, le fil de descente d'un paratonnerre ou encore la tuyauterie du chauffage central, la balustrade de fonte d'un grand balcon, etc. Ces derniers artifices constituent des *contre-poids plutôt* que des prises de terre et dans ce cas la longueur d'onde propre de l'antenne se trouve généralement diminuée.

On a prétendu que les antennes jouaient parfois le rôle de mauvais paratonnerres et constituaient un danger permanent pour les immeubles qu'elles surmontent.

Il semble que cette crainte ne soit pas justifiée et que, d'une manière générale, il n'y ait pas une grande différence entre les actions dues à une antenne et celles dues à une simple gouttière ; toutefois, par précaution, il est recommandable, lorsqu'on utilise une antenne extérieure élevée, de munir le poste récepteur d'un commutateur permettant, après usage, de réunir directement l'antenne à la prise de terre. Ce dispositif protecteur doit être, de préférence, placé à l'extérieur des locaux d'habitation (fig. 18).

### Forme et construction des cadres

Indépendamment de leur faible encombrement, de leur maniabilité, et de leur facilité d'accord, les cadres ont sur l'antenne le grand avantage de posséder un pouvoir directif très marqué qui vient encore renforcer leurs propres qualités sélectives. En effet, la théorie et l'expérience montrent que, lorsque le plan du cadre est orienté dans la direction du poste émetteur, les signaux sont reçus avec le maximum d'intensité ; par contre, si l'on fait pivoter le cadre sur son axe, les signaux vont en s'affaiblissant, puis disparaissent lorsque le cadre a tourné de  $90^\circ$ , c'est-à-dire lorsque son plan est dans une position perpendiculaire à la direction du poste émetteur.

Toutefois, en pratique, on peut admettre que l'intensité des signaux ne varie pas d'une façon appréciable pour

un déplacement angulaire du cadre de 20 à 25°, à droite ou à gauche de la position correspondant au maximum.

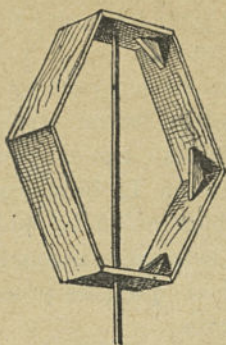


Fig. 19. — Cadre hexagonal orientable monté sur axe vertical.

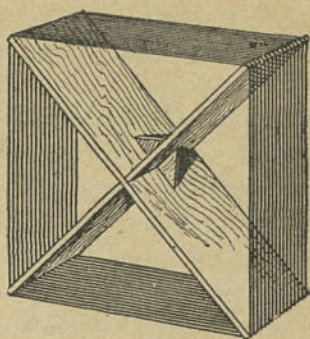


Fig. 20. — Cadre carré de construction simple.

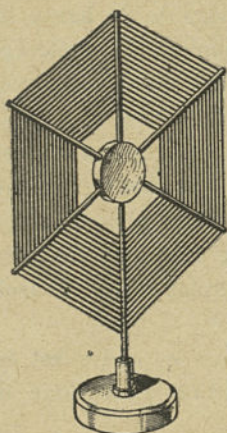


Fig. 21. — Cadre plan orientable

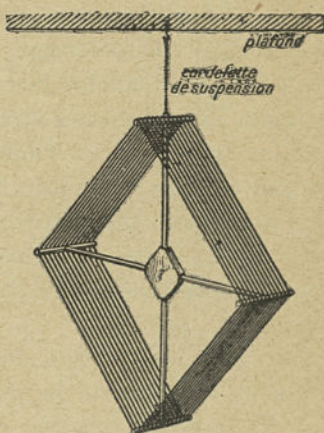


Fig. 22. — Cadre carré suspendu.

Cette constatation conduit à envisager deux types de cadres : les cadres fixes et les cadres mobiles.

Les premiers qui peuvent être constitués par un ou quelques tours de grandes dimensions sont rarement utilisés. Leur établissement exige les mêmes précautions que les antennes intérieures. Par rapport aux cadres mobiles,

ils offrent l'avantage de pouvoir posséder de grandes dimensions et par suite d'être plus efficaces. Mais ils ont aussi l'inconvénient d'un pouvoir directif très marqué tel que la réception se trouve nulle pour les postes situés dans une zone perpendiculaire au cadre.

L'établissement d'un cadre mobile exige avant tout la construction d'un support. Ces cadres devant être maniables, leurs dimensions seront réduites : 1 m. ou 1 m. 20 au plus dans leur plus grande dimension. La forme carrée est la plus commode à réaliser, bien qu'on lui préfère quelquefois, par raison d'esthétique, la forme hexagonale.

Les figures 19, 20, 21, 22 montrent quelques procédés simples de construction de ces supports.

Il est nécessaire de tenir compte de quelques considérations d'ordre électrique avant d'entreprendre le bobinage de l'enroulement.

Afin de faciliter le passage des courants de haute fréquence dans l'enroulement, on emploiera de préférence un câble à grand nombre de conducteurs, ou un conducteur de grande surface, c'est-à-dire de fort diamètre.

Si les spires étaient jointives, une partie du courant tendrait à passer d'une spire à l'autre par effet de capacité. Il est donc nécessaire, pour combattre cette perte d'énergie, d'écarter les spires d'au moins dix fois leur diamètre, pour la même raison, on évitera d'employer des fils isolés à la gutta.

Le nombre de spires à disposer sur un cadre est évidemment fonction de la longueur d'onde moyenne des postes à recevoir.

Ce problème se pose d'ailleurs à tout instant lorsque l'on détermine les caractéristiques des divers circuits d'un poste récepteur.

La longueur d'onde propre d'un circuit parcouru par des courants oscillants est déterminée par les relations déjà exposées.

$$\lambda = VT \quad \text{et} \quad T = 2\pi\sqrt{LC}.$$



On remarque que tous les facteurs de cette formule, sauf  $L$ , et  $C$ , sont connus.

Si l'on affecte à  $C$  une valeur arbitraire, il est facile de déterminer  $L$ , qui deviendra égal à :

$$\frac{\lambda^2}{1.884^2 \times C.}$$

On pourra, plus rapidement et plus pratiquement, se servir du graphique de la figure 23 qui permet, connaissant deux des trois facteurs :  $\lambda$ ,  $L$ ,  $C$ , de trouver le troisième.

L'échelle des longueurs d'onde usuelles est reproduite sur la droite médiane.

L'échelle des capacités est portée sur la courbe inférieure.

L'échelle des self-inductions est portée sur la courbe supérieure.

Au moyen d'un fil tendu ou d'une règle, on joint les deux valeurs connues.

La troisième valeur est déterminée par le point d'intersection du fil ou de la règle avec l'échelle de la valeur recherchée.

*1<sup>er</sup> exemple* : Disposant d'une capacité de 1/1.000 microfarad, il faut une self de 58 microhenrys pour obtenir une longueur d'onde de 450 mètres.

*2<sup>e</sup> exemple* : Etant donnée une self fixe de 1.000 microhenrys et une capacité de 2/1.000 microfarad, la longueur d'onde propre du circuit sera voisine de 2.650 mètres.

En pratique, l'enroulement d'un cadre offre toujours une certaine capacité ; il possède donc, par lui-même, une période propre d'oscillation que l'on modifie en plaçant à ses bornes un condensateur variable. Si l'on veut rester dans les conditions favorables de réception, il ne faut pas donner au cadre une longueur d'onde propre supérieure à la moitié de la longueur d'onde d'utilisation ; autrement dit, la gamme d'ondes, pour laquelle un cadre peut être utilisé, est réduite ; elle est limitée par la valeur de la capacité variable  $C$  placée à ses bornes.



On est donc conduit, en pratique, à prévoir autant de cadres distincts que l'on utilise de gammes d'ondes différentes. Soit, par exemple, un premier cadre qui, avec un condensateur variable de  $2/1.000$  microfarad, permettra l'accord avec les ondes de 200 à 900 mètres ; puis toujours avec le même condensateur, un second cadre qui permettra l'accord avec les ondes de 800 à 2.000 mètres. A titre d'indication, de tels cadres comprendront respectivement 4 et 24 spires bobinées sur un support carré de 0 m. 75 de côté. Avec deux cadres de 4 et 30 spires ayant toujours les mêmes dimensions, et un condensateur de  $1/1.000$  microfarad on pourrait recevoir les émissions de 200 à 600 m. d'une part et celles de 1.000 à 2.000 m. d'autre part.

Il existe encore divers moyens de faire varier la self-inductance d'un cadre et d'augmenter ainsi son champ d'utilisation.

On peut, au moyen d'une ou plusieurs dérivations, n'utiliser qu'une fraction plus ou moins grande du bobinage ; mais on a observé que le bout libre non utilisé était le siège de courants qui circulent par capacité entre spires et dont l'effet est nuisible. Cette solution n'est donc pas très recommandable.

Pratiquement, on s'est surtout arrêté aux deux dispositions qui suivent :

La première repose sur l'emploi d'un combinateur permettant, suivant sa position, de réunir, par exemple, soit 4 groupes de 7 spires montées en parallèles, soit 2 groupes de 14 spires, soit enfin 28 spires en série. Dans chacun des montages envisagés la totalité des spires est utilisée et les effets nuisibles dus aux bouts morts ne sont plus à craindre. Il faut toutefois monter le combinateur de façon que l'enroulement de chacune des sections couplées soit de même sens.

La seconde disposition consiste dans l'emploi d'un cadre à 2 enroulements, l'un pour les grandes ondes, l'autre pour les petites, ces deux enroulements étant montés perpendi-

culairement l'un par rapport à l'autre. Il n'y a ainsi aucun effet nuisible de la part du cadre non utilisé (que

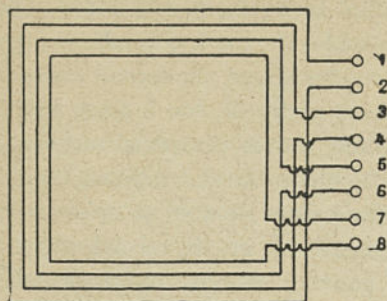


Fig. 24.

1<sup>re</sup> combinaison :Réunir 2 et 3, 4 et 5,  
6 et 7.2<sup>e</sup> combinaison :Réunir 2 et 3, 6 et 7, 5  
et 1, 4 et 8.3<sup>e</sup> combinaison :Réunir 1, 3, 5, 7 d'une  
part, et 2, 4, 6, 8  
d'autre part.

l'on peut d'ailleurs fermer sur un condensateur fixe de 1/1.000 microfarad par exemple).

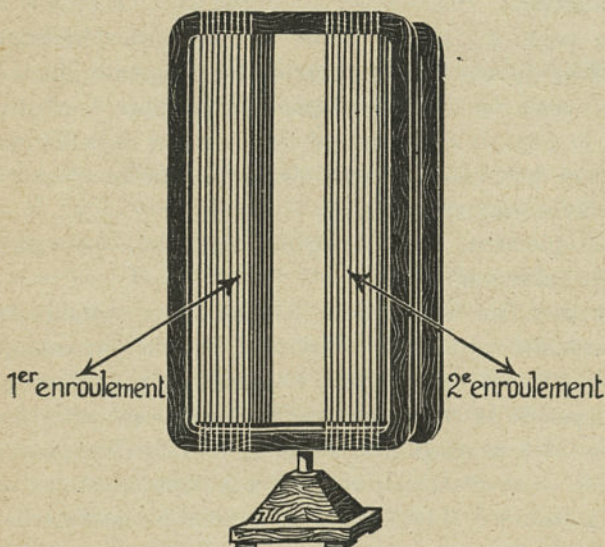


Fig. 25. — Cadre à deux enroulements

Soulignons enfin que, en montant une self-inductance soit en série, soit en parallèle aux bornes du cadre, on dimi-

nue ou on augmente la self du circuit de réception constitué par le cadre et le condensateur.

Si la self auxiliaire est placée en dérivation, la self résultante sera d'autant plus petite que la self auxiliaire sera plus faible. Sa valeur exacte sera tirée de la relation :

$$\frac{1}{L_r} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$L_1$  et  $L_2$  représentant respectivement les self-inductances du cadre et de la self auxiliaire. Cette disposition n'est recommandable que si  $L_1$  et  $L_2$  sont dans le rapport de 1 à 2 au maximum.

Si la self auxiliaire est placée en série avec le cadre, la self résultante devient égale à la somme des deux selfs  $L_1$  et  $L_2$ .

Quel que soit le type de cadre employé, on doit proscrire l'emploi de câble à deux conducteurs torsadés pour relier le cadre au condensateur et aux autres organes du poste. Le câble torsadé constitue, en effet, un condensateur d'une capacité appréciable et d'autant plus grande qu'il est plus long. On y supplée par des conducteurs isolés et éloignés l'un de l'autre de quelques centimètres.

Le cadre présente sur l'antenne des avantages certains, tant au point de vue de l'encombrement que des facilités d'installation. Etabli avec soin, il permet d'avoir un circuit de réception peu résistant et par suite sélectif. Mais il est bon, à ce sujet, de prendre quelques précautions touchant les diélectriques qui l'entourent : éviter la proximité des murs, de masses métalliques, comme aussi l'emploi de carcasse ou de supports en bois humide.

Nous avons dit que la sélectivité pouvait être accrue dans certains cas, en mettant à profit le pouvoir directif du cadre. Il suffit pour cela de disposer le cadre dans une direction perpendiculaire à celle fournie par le poste que l'on veut éliminer. Cependant il faut prendre garde que l'avantage obtenu ne va pas, le plus souvent, sans une diminution d'intensité concernant la réception du poste cherché. Cela peut, d'ailleurs, ne pas être un inconvénient si le

récepteur est doué d'un pouvoir amplificateur suffisant et réglable au gré de l'opérateur (voir page 141).

L'énergie recueillie par un cadre est toujours très faible ; il y a, ici, un très net avantage en faveur de l'antenne. C'est pourquoi le cadre ne peut convenir qu'aux appareils à grand pouvoir amplificateur, ou à la réception de postes puissants et voisins.

Les propriétés directives du cadre sont utilisées en radiogoniométrie. En se basant sur l'intensité de la réception on peut déterminer la direction dans laquelle se trouve situé un poste émetteur par rapport à un emplacement donné. Si l'on effectue la même recherche à partir de deux points différents on pourra relever sa position géographique.

De la même façon, un navire ou un avion, par exemple, pourront déterminer leur propre position géographique par la connaissance des directions dans lesquelles se trouvent situés deux postes émetteurs connus.

\* \* \*

#### BIBLIOGRAPHIE :

*Les collecteurs d'ondes*, par Lardry. — Cette brochure (3<sup>e</sup> fascicule de la collection A. B. C. de la T. S. F.) contient de nombreuses indications pratiques sur l'établissement des antennes et des prises de terre ainsi que sur la façon de faire soi-même un excellent cadre.

---

## CHAPITRE III

---

### ***Rôle et construction des organes d'accord.***

Quel que soit le système adopté, antenne ou cadre, il ne sera possible d'obtenir l'accord recherché qu'en faisant varier les caractéristiques électriques, self ou capacité, de l'organe récepteur.

#### **Action sur la self-inductance**

Le premier et le plus simple des procédés dont on dispose consiste à placer en série dans le circuit antenne-terre (à la base de l'antenne) une bobine de self-induction, dont il est possible de faire varier la valeur au moyen d'un curseur ou d'un commutateur à plots, insérant une partie plus ou moins grande de la self.

Dans ce cas, la self  $L_1$  de la bobine s'ajoute à la self  $L_2$  de l'antenne et la self résultante  $L$  est égale à  $L_1 + L_2$ . On aura donc augmenté la longueur d'onde. On a vu que ce procédé peut également s'appliquer aux cadres sous réserve que  $L_1$  soit plus petit par rapport à  $L_2$ .

#### **Action sur la capacité**

Si l'on intercale à la base de l'antenne un condensateur variable, tout se passe comme si on montait en série deux condensateurs, dont l'un aurait une capacité  $C_1$  égale à celle de l'antenne, et l'autre la capacité  $C_2$  du condensateur de réglage (fig. 26).

La capacité résultante  $C$  devient égale à  $\frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$ , d'où il ressort que la capacité totale sera diminuée et inférieure, dans tous les cas, à la capacité du plus petit des deux condensateurs considérés.

Par contre, si l'on place ce même condensateur réglable en série dans le circuit d'un cadre, sa capacité s'ajoute à la capacité propre du cadre et la capacité résultante est égale à la somme des deux capacités considérées (fig. 27).

La longueur d'onde du système sera augmentée.

Ces divers procédés de réglage peuvent évidemment se combiner.

En effet, il est possible, pour dégrossir le réglage, de

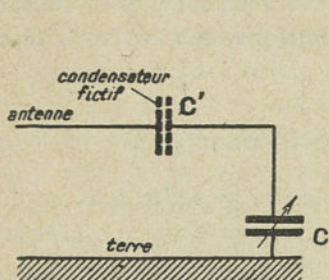


Fig. 26. — Les condensateurs C et C' se comportent comme deux condensateurs montés en série.

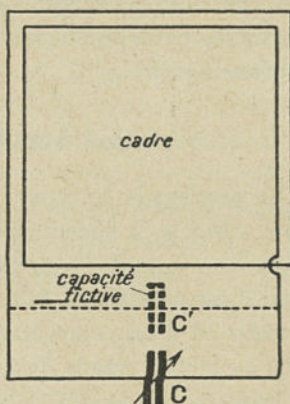


Fig. 27. — Les condensateurs C' et C se comportent comme deux condensateurs montés en parallèle.

construire une self fixe, variable par fractions importantes, et ensuite de parfaire ce réglage en agissant sur un condensateur variable.

Le montage inverse, quoique moins rationnel, peut quelquefois se présenter.

De toute façon, il faut se garder d'introduire dans un circuit des éléments réglables dont l'action soit en opposition ; c'est-à-dire, par exemple, de monter en série dans la base de l'antenne, à la fois une self et une capacité dont les effets tendraient à s'annuler et qui diminueraient le rendement du récepteur.

### Construction des self-inductances

Tout enroulement de fil constitue une self-inductance. En règle générale, la self-inductance d'un enroulement est proportionnelle au carré de son diamètre et au carré du nombre de spires par unité de longueur. Cette règle est plus ou moins affectée par la forme de l'enroulement. Il est donc désirable, pour obtenir une forte self, d'employer

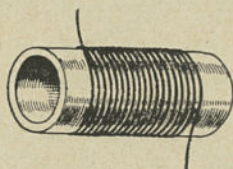


Fig. 28. — Type de bobine se self-inductance cylindrique.

des enroulements de grand diamètre, à spires massées ; mais, lorsque les spires d'un enroulement parcouru par des courants de haute fréquence sont jointives ou très proches, elles offrent entre elles une capacité appréciable. On démontre que, pour certaines valeurs des circuits, cette capacité, combinée à la self-inductance, tend à former une résistance considérable au passage du courant.

On devra donc s'efforcer de construire des enroulements ayant une très faible capacité propre, en écartant le plus possible les spires les unes des autres ou en les croisant.

### Selfs cylindriques

Le type le plus commun de self-inductance de réglage est la bobine cylindrique (fig. 28). Sur un mandrin de carton ou de bois, on enroule à spires jointives une longueur appropriée de fil isolé. Le conducteur habituellement employé est du fil de cuivre de 5 à 8/10 de millimètre de diamètre, isolé soit avec une ou deux couches de coton ou de soie, soit avec un enduit d'émail.

Ces fils se trouvent couramment dans le commerce. Il

est indispensable de n'employer comme support que du bois ou du carton bien sec, sinon le cylindre, en séchant, diminue de diamètre et l'enroulement n'adhère plus sur son support. Dans cet ordre d'idées, il est recommandé de faire dilater légèrement le fil dans un four, avant de l'enrouler, en le chauffant à  $70^{\circ}$  ou  $80^{\circ}$  ; en se refroidissant

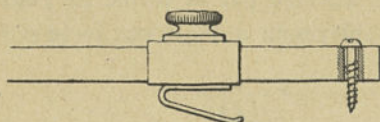


Fig. 29. — Curseur de bobine de self.

le fil se contracte et se serre fortement sur le support. L'opération demande à être conduite rapidement.

Lorsque l'enroulement est terminé, on le recouvre d'une ou deux couches de vernis à la gomme-laque.

Ce vernis s'obtient très facilement en faisant dissoudre dans de l'alcool du commerce de la gomme-laque en paillettes, à raison<sup>n</sup> de 80 à 100 grammes par litre d'alcool. Cet

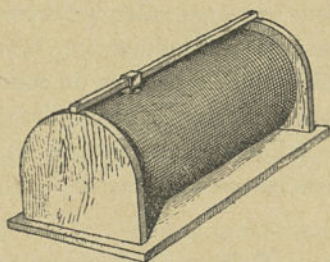


Fig. 30. — Bobine de self-inductance cylindrique avec curseur.

enduit est fort cassant. On peut lui donner de la souplesse en y ajoutant 5 % d'huile de ricin.

Les bobines cylindriques peuvent être facilement transformées en selfs réglables par l'adjonction d'un curseur, fait d'une petite douille portant un contact élastique (fig. 29), et coulissant sur une réglette en cuivre fixée aux deux bouts de la bobine, sur les joues qui l'encadrent (fig. 30).



A l'aide d'un canif, on dénude soigneusement l'enroulement, sur une très faible largeur, dans la zone longitudinale explorée par le contact mobile.

Le contact du curseur doit être établi de telle façon qu'il ne puisse, autant que possible, toucher qu'une seule spire à la fois. Les dimensions des bobines sont déterminées par la valeur de la self maximum à obtenir. Leur longueur ne doit pas dépasser de plus du double leur diamètre.

Les bobines cylindriques sont assez encombrantes et relativement difficiles à bien construire. Elles ne sont guère employées que pour les montages simples, et lorsqu'on veut obtenir un réglage précis à l'aide du curseur. Mais, le plus souvent, on se contente de dégrossir le réglage de self et de parfaire l'accord au moyen d'un condensateur. Dans ce cas, on utilise plus volontiers un des types de selfs ci-après :

### Selfs fractionnées

Sur un support fait de deux pièces de bois montées en croix, suivant les diagonales d'un carré, on pratique des encoches dont le nombre et les dimensions sont déterminés par la valeur de la self à construire (fig. 31). et par la section du fil dont on dispose.

L'enroulement se fait en carré. On loge dans chaque encoche, 10, 15, 20 spires consécutives, puis, sans couper le fil on passe à l'encoche suivante qu'on remplit de même. On obtient ainsi une série de petites couronnes de fil enroulées en vrac, mais distantes les unes des autres.

La capacité élémentaire de chaque couronne est élevée, mais la capacité totale reste faible, car le système peut être assimilé à plusieurs condensateurs montés en série.

Pour rendre cette self réglable, on réunit, par des fils de dérivation, l'entrée de chaque couronne aux plots d'un commutateur tournant, en observant sur les plots l'ordre de succession des couronnes (fig. 32). Il est donc possible,

en manœuvrant la manette du commutateur, de faire varier la self, couronne par couronne. Ce procédé de fractionnement peut, bien entendu, être étendu à tout autre type de bobinage, sous réserve qu'on puisse, soit en cours de

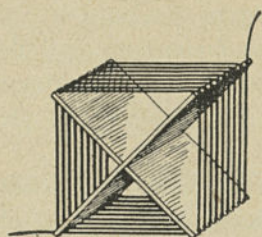


Fig. 31. — Self carrée à spires ou groupes de spires disposés en encoches.

construction, soit lorsque le bobinage est achevé, y adapter les dérivations nécessaires.

C'est ainsi que, dans cet ordre d'idées, on peut effectuer le bobinage sur les parois pleines d'un petit cadre de forme

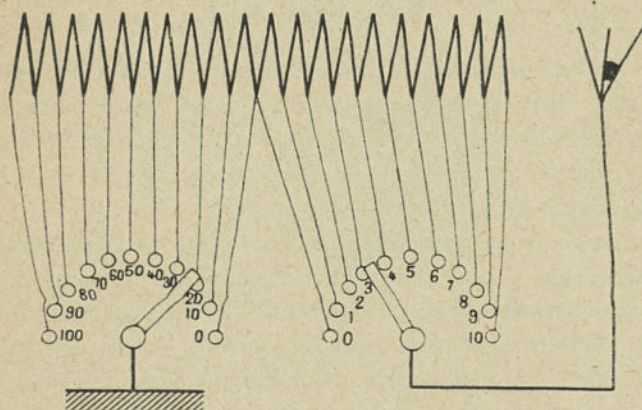


Fig. 32. — Réglage d'une self fractionnée au moyen d'un ou de deux commutateurs à plots.

carrée (une boîte à laquelle on aurait ôté son fond et son couvercle). Ce mode de bobinage permet de mieux protéger l'enroulement de fil, et au besoin de lui donner de la cohésion par un enduit de gomme laque.

### Selfs en fond de panier

Dans ce type d'enroulement les spires ne sont jointives que par points. La longueur de fil nécessaire pour obtenir une self-inductance donnée est un peu supérieure à celle qui serait nécessaire pour un bobinage de même allure à spires jointives.

Pour construire une self-inductance en fond de panier on se sert d'un support provisoire, en bois, de petit diamètre (3 à 4 cm. pour les bobines usuelles). Un gros bouchon peut parfaitement convenir pour un essai. On enfonce

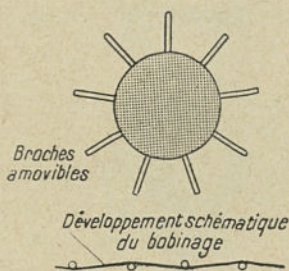


Fig. 33. — Support pour bobinage en fond de panier.

à sa périphérie, et suivant un même plan circulaire, un nombre impair de clous sans tête, de « broches » assez longues et de gros diamètre (fig. 33).

Le support présente alors l'aspect d'un moyeu de voiture auquel on aurait laissé les rayons et supprimé la jante. Il ne reste plus qu'à enrouler le fil de l'intérieur à l'extérieur en le faisant passer de broche en broche, tantôt par-dessus, tantôt par-dessous. Le nombre de broches étant impair, les spires ne sont parallèles que tous les deux tours, et il existe entre elles un espace d'air égal au diamètre du conducteur. La capacité propre de l'enroulement se trouvera ainsi considérablement abaissée. Lorsque le bobinage est fini, on l'enduit fortement de vernis à la gomme-laque, puis on ôte les broches avant que la galette

ne soit entièrement sèche, en prenant soin de ne pas la déformer, et on achève de le faire sécher.

Un autre procédé de bobinage, qui ne diffère du précédent que par la nature du support, consiste à employer, pour cet usage, un disque de carton fort sur lequel on a préalablement pratiqué des encoches radiales, en nombre impair, s'arrêtant à quelque distance du centre (fig. 34). On procède au bobinage suivant la méthode exposée précédemment, mais lorsque l'enroulement est achevé et enduit de gomme-laque on laisse sécher sans retirer le support de carton, ce qui serait d'ailleurs impossible. Les galettes ainsi formées sont plus rigides et risquent moins de se déformer que les premières, par contre, elles ont une

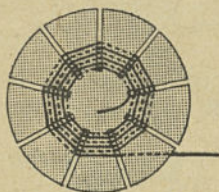


Fig. 34. — Galette en fond de panier montée sur support en carton isolant. Bobinage terminé.

capacité propre un peu plus élevée, en raison de leur faible épaisseur et de la présence du carton dont le pouvoir inducteur spécifique est deux à trois fois plus élevé que celui de l'air. Il existe encore d'autres types de selfs à faible capacité propre, à bobinage croisé, auxquels l'amateur pourra recourir avec avantage.

### Selfs en nid d'abeilles

Pour construire une bobine en nid d'abeilles on se sert comme support d'un cylindre de diamètre variable, soit 3 à 5 centimètres en moyenne. Sur ce cylindre on enfonce des broches suivant deux plans parallèles et circulaires, distants d'environ la moitié du diamètre du cylindre.

Ces broches sont en nombre impair, 13 par exemple. Leur longueur est au moins égale au diamètre du cylindre. L'enroulement s'effectue en passant le fil sous une première broche du plan supérieur par exemple, puis sous la

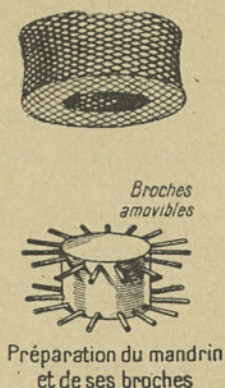


Fig. 35. — Bobinage en nid d'abeilles.

$n^{\text{e}}$  broche du plan inférieur, toujours en progressant de  $n$  broches dans le même sens et ainsi de suite. Le bobinage prend la forme indiquée (fig. 35).

Le nombre  $n$  de broches ou « pas », dont progresse l'enroulement, est déterminé par tâtonnement; si ce nombre est trop petit, les fils se croiseront à angle aigu, et

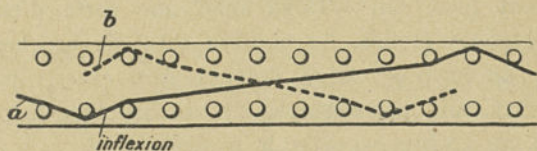


Fig. 36. — Développement d'une bobine en nid d'abeilles.

a) Mauvaise disposition, la progression est trop grande.

b) Bonne disposition.

il faudra une plus grande longueur de fil à self égale. Si par contre le pas est trop grand, le fil devra s'infléchir pour contourner les broches (fig. 36). Dans tous les cas il faut :

- 1° Que le nombre de broches soit impair ;
- 2° Que le nombre total de broches d'une part et le nombre de broches dont progresse l'enroulement d'autre part soient premiers entre eux, c'est-à-dire qu'ils n'aient pas d'autre commun diviseur que l'unité.

Un simple essai sur un bouchon planté d'épingles permettra de saisir le mécanisme exact de ce bobinage, mieux que ne le ferait l'exposé le plus détaillé. Lorsque l'enroulement est terminé, on le trempe dans un bain de gomme-laque, et on le laisse sécher après en avoir retiré avec précaution broches et mandrin.

Avec les grandes ondes exigeant une forte longueur de fil, ce genre d'enroulement offre l'avantage de donner un bon rendement sous un faible volume.

### Selfs en flanc de panier

La figure 37 montre une autre variante intéressante de ces bobinages cellulaires, c'est l'enroulement dit en « flanc de panier ». Il utilise comme support une planchette de bois sur laquelle on enfonce des broches suivant les sommets d'un polygone à grand nombre de côtés. On commence l'enroulement en fixant le fil à une première broche, puis en le passant autour d'une seconde, d'une troisième, etc., etc., en sautant chaque fois soit une ou deux broches, rarement plus. On obtient ainsi une sorte d'empilage de polygones étoilés. Le nombre total de broches et la raison de la progression doivent être choisis premiers entre eux, soit, par exemple, 17 broches avec la progression 2, ou 20 broches avec la progression 3.

D'autres combinaisons, qui dérivent des trois types de bobinage décrits ci-dessus, peuvent encore être utilisés, mais elles sont plus originales que vraiment pratiques.

Le choix du fil a une certaine importance. La meilleure solution consisterait en l'emploi de fils à multiconducteurs ; en pratique on utilise simplement du fil à un seul conducteur, isolé avec une couche d'émail, de soie ou de

coton, et de diamètre inversement proportionnel à l'importance de la self.

Il est toujours intéressant d'employer un fil de gros dia-

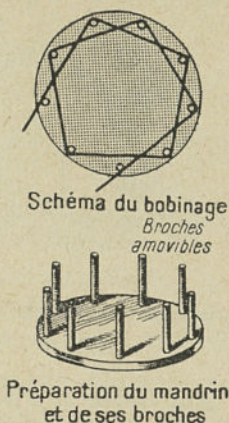


Fig. 37. — Bobinage en flanc de panier.

mètre. Aussi ne doit-on pas chercher à réduire à l'extrême les dimensions extérieures des self-inductances. Ce principe s'étend d'ailleurs à tous les organes rentrant dans la composition des postes récepteurs et doit toujours guider l'amateur dans l'établissement de ses projets.

### Variomètres

On sait que lorsqu'on place en série deux self-inductances  $L_1$  et  $L_2$ , la self-inductance résultante est égale à  $L_1 + L_2$ . Cela n'est vrai que si ces deux selfs sont éloignées l'une de l'autre, ou sont placées dans des plans différents. En effet, le flux de self-induction issu d'une bobine parcourue par un courant variable est capable d'exercer une action à distance. Aussi, si l'on place une seconde bobine de self dans le champ balayé par le flux de la première bobine et que l'on relie les deux selfs par un conducteur, les flux de self-induction de chacune des bobines exerceront une action réciproque sur l'enroulement de la

voisine. La self-induction résultante ne sera plus égale à la somme des deux selfs considérées séparément, mais aura

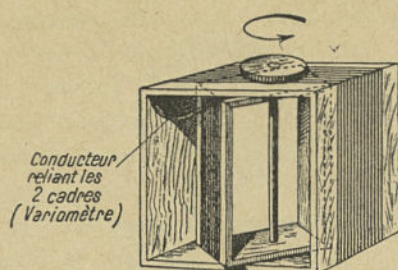


Fig. 38. — Variomètre constitué par une bobine tournant à l'intérieur d'une autre bobine.

une valeur beaucoup plus élevée et d'autant plus grande que ces selfs seront plus rapprochées. Cela à condition, bien entendu, que les enroulements, et par conséquent les flux qui en émanent, soient de même sens.

On dispose là d'un procédé commode pour faire varier

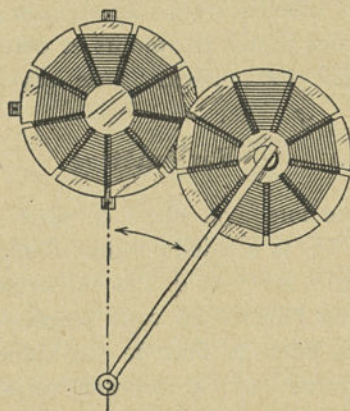


Fig. 39. — Variomètre constitué par deux enroulements plans dont l'un est mobile et l'autre fixe.

la self-induction d'un enroulement. Il suffit de diviser cet enroulement en deux parties et de les faire réagir plus



ou moins l'une sur l'autre, en modifiant leurs positions respectives. Cependant ces appareils appelés « variomètres »

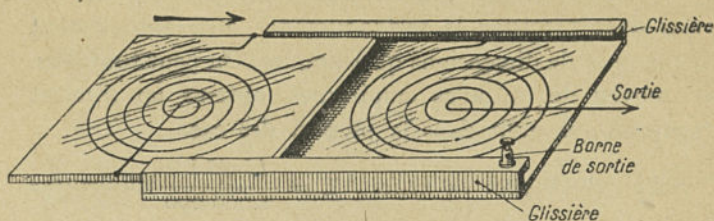


Fig. 40. — Couplage par plans glissants entre deux guides porte-contacts.

sont de moins en moins employés. On leur préfère, pour obtenir l'accord des circuits, des montages comportant des selfs fixes et des condensateurs variables. La raison en est dans la résistance inhérente aux variomètres qui exigent une forte longueur de fil le plus souvent mal utilisé, et dans le fait qu'il est préférable en général d'ac-

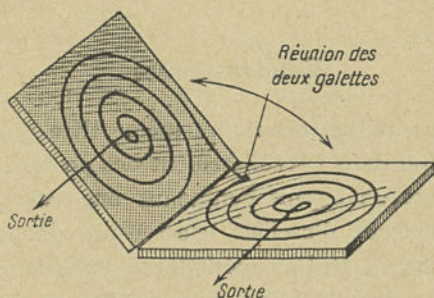


Fig. 41. — Couplage par plans articulés.

corder les circuits avec une forte self et une faible capacité.

Les figures 38, 39, 40 et 41 fournissent quelques exemples de variomètres.

### Calculs des selfs

Il n'existe pas de formule générale permettant de calculer avec précision la self-inductance d'un enroulement de forme et de dimensions quelconques. On peut toutefois, au moyen de formules empiriques, obtenir un résultat approché qui suffit dans la plupart des cas.

$$\text{Selfs cylindriques en hélice : } L_r = \frac{(d n)^2 l \pi}{1.000.000} \text{ millihenrys}$$

$n$  = nombre de spires par centimètres

$d$  = diamètre moyen, en centimètres

$l$  = longueur de la bobine, en centimètres.

*Selfs massives et à fils croisés* (fond de panier, nid d'abeilles) :

$$L_r = \frac{n^2 d}{100.000} \text{ millihenrys.}$$

$n$  = nombre de spires de la bobine

$d$  = diamètre intérieur de l'enroulement, en centimètres.

### Condensateurs

Les condensateurs jouent, au même titre que les selfs, un rôle capital dans l'établissement des postes récepteurs.

Placés dans un circuit contenant une self-inductance, ils lui permettent d'osciller, c'est-à-dire de vibrer sous l'action d'une excitation périodique extérieure. Le circuit devient alors le siège d'un courant qui deviendra maximum quand la période propre  $T$  du circuit sera égale à la période propre  $T'$  de l'oscillation reçue,  $T$  étant fonction de  $\sqrt{LC}$  et  $L$  étant généralement fixe, on est conduit, non seulement à introduire une capacité dans le circuit, mais à rendre cette capacité variable pour obtenir un accord précis.

Le type le plus classique de condensateur est la bouteille de Leyde. Elle se compose essentiellement d'une feuille de verre, appelée diélectrique, recouverte de part

et d'autre d'un revêtement métallique (feuilles d'étain), qui constitue les armatures du condensateur.

Ce modèle de condensateur ne convient guère que pour les hautes tensions ; il a été modifié et adapté aux très faibles potentiels que l'on met en jeu dans les postes récepteurs.

La plaque de verre est remplacée, soit par une fine lame de mica, soit par du papier huilé ou paraffiné, soit même par une simple et mince couche d'air.

### Calculs des condensateurs

La capacité d'un condensateur est proportionnelle à la surface de ses armatures, elle est inversement proportionnelle à leur distance, enfin elle varie avec le corps (diélectrique) qui les sépare.

Si les condensateurs étaient séparés par une couche d'air leur capacité C serait théoriquement donnée par la formule :

$$C = \frac{S}{4\pi d} \times \frac{1}{9 \times 100.000} \text{ microfarads}$$

dans laquelle S = surface en centimètres carrés de l'une des deux armatures (celles-ci étant supposées d'égales surfaces),

d = épaisseur en centimètre du diélectrique ou, dans ce cas particulier, de la couche d'air.

Si l'on remplace l'air par un autre corps, la capacité augmentera en fonction du coefficient K suivant : air = 1, mica = 6 à 8, verre 4 à 5, papier 2 à 3, ébonite 3 à 4.

La formule générale devient alors :  $C = K \frac{S}{4\pi d}$

soit en simplifiant :

$$C = \frac{KS}{11,310d} \text{ millièmes de microfarad.}$$

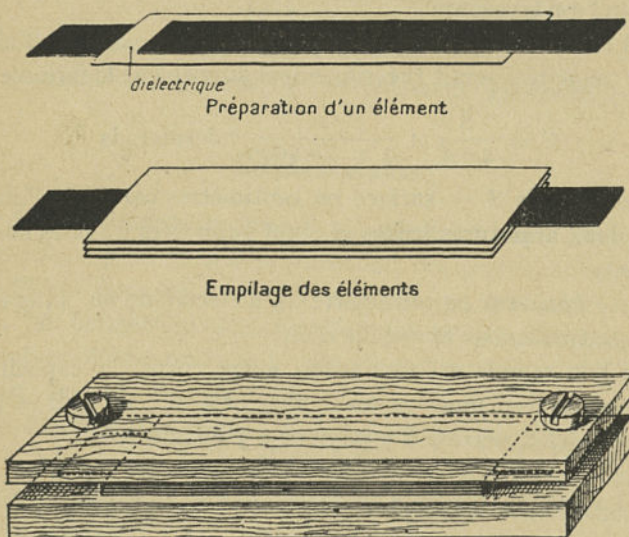
### Condensateurs fixes

En appliquant les formules qui sont citées plus haut, on s'aperçoit que pour obtenir des capacités de l'ordre de quelques millièmes de microfarad, d'un usage courant



Fig. 42. — Coupe d'un condensateur à armatures empilées.

en T. S. F., on serait conduit à construire des condensateurs de grande surface, difficilement logeables dans un appareil, et peu maniables. Mais il est facile de tourner la difficulté en divisant le condensateur plan en plusieurs



Le condensateur est serré entre deux plaquettes

Fig. 43. — Construction d'un condensateur fixe.

petits éléments de faibles dimensions, qu'on empile les uns sur les autres en réunissant électriquement leurs armatures entre elles (fig. 42).

Sur ce principe, on construit des condensateurs formés le plus souvent de feuilles de papier d'étain ou d'aluminium séparées par des lames de mica ou de papier huilé empilées en faisceaux, puis serrées entre deux planchettes portant les bornes de sortie et ayant la forme indiquée figure 43.

On peut enfin simplifier singulièrement la construction de ces condensateurs en utilisant deux longues bandes de papier recouvertes chacune de papier d'étain, accolées et roulées comme l'indique la figure 44. La longueur de

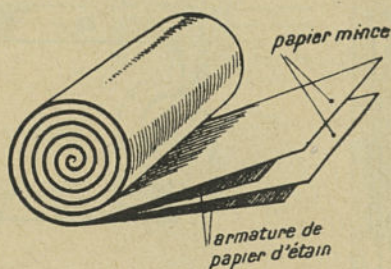


Fig. 44. — Préparation d'un condensateur de grande capacité et de petit volume.

la bande de papier étant illimitée, on peut obtenir par ce procédé un condensateur de très forte capacité, pouvant atteindre, sous un très petit volume, plusieurs microfarads.

Ce modèle de condensateur se trouve dans le commerce sous le nom de condensateur téléphonique, ou du « type P. T. T. ».

### Condensateurs variables

Le plus répandu et le plus pratique des condensateurs variables est celui représenté figure 46. Il se compose d'un faisceau de lames fixes *F* de forme rectangulaire ou semi-circulaire régulièrement espacées les unes des autres par de petites rondelles *E*. Entre ces lames se meut un second faisceau *M*, à peu près semblable au premier, mais traversé en plus par un axe de manœuvre. La construction d'un tel condensateur est assez délicate, et n'est pas à la portée de

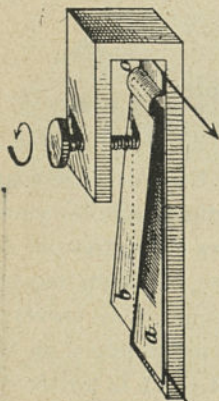


Fig. A



Fig. B



Fig. C

Fig. A. — *a*. Armature fixe. — *b*. Armature mobile articulée en O et pouvant se rapprocher plus ou moins de *a* par l'action d'une vis de serrage. Entre les deux armatures est placée une feuille de papier fort ou de mica. Fig. B. — La variation s'obtient par glissement de l'un des faisceaux dans l'autre. Les lames sont recouvertes de vernis ou d'une feuille de papier. Fig. C. — Condensateur cylindrique pour faibles variations de capacité, le tube intérieur est mobile et recouvert d'un manchon de papier. Fig. E. — Appareil d'étude. — A et B sont deux bandes de papier d'étain collées sur une feuille de papier. La variation s'obtient par enroulement ou déroulement du petit tambour de commande.

Fig. F. — F est une plaque métallique cintrée fixe, M est une feuille de clinquant, recouvert de papier isolant et montée sur un bâti légèrement déformable. Par rotation sur l'axe, M s'applique sur F.

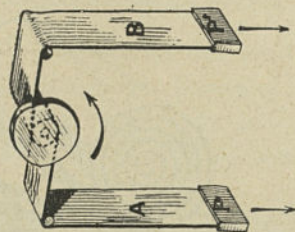


Fig. 45

Fig. E

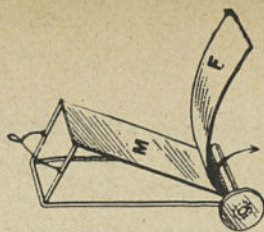


Fig. F

l'amateur, aussi est-il préférable de se procurer ces appareils dans le commerce ou de recourir à d'autres types plus simples et de construction aisée, dont la disposition schématique est indiquée par les figures de la planche 45.

Pour les ondes courtes, afin d'obtenir un accord précis et facile, il est bon que les condensateurs utilisés comportent

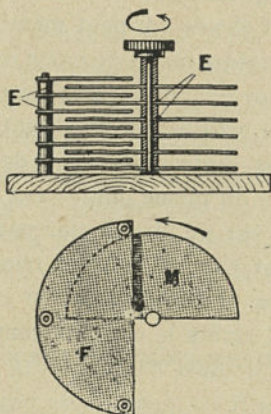


Fig. 46. — Condensateur variable normal.

un système de démultiplication permettant une variation très lente de la capacité.

Il existe aussi des condensateurs « square law » dans lesquels le profil des lames est établi de telle façon que la rotation du bouton de manœuvre varie linéairement avec la longueur d'onde reçue (ou encore avec la fréquence) au lieu de varier linéairement avec la capacité du condensateur.

### Remarque sur le rôle des selfs et des condensateurs

Nous avons dit qu'un circuit composé d'une self et d'un condensateur constituait un circuit oscillant que l'on pouvait accorder par variation de l'un de ces organes (ou des deux) sur une émission donnée.

Le rôle des condensateurs et des selfs, dans les montages ne se réduit pas à cet emploi.

Considérons un circuit parcouru à la fois par un courant haute fréquence et par un courant continu. Si sur ce circuit on dispose une grosse bobine de self, il en résultera une forte atténuation du courant haute fréquence qui se trouvera en quelque sorte étouffé alors que le courant continu ne sera pas altéré. Comme l'étouffement du courant haute fréquence est d'autant plus accusé que la fréquence est plus élevée, on peut même séparer ainsi des courants de haute fréquence et de basse fréquence.

Les selfs employées sous cette forme, généralement constituées par de grosses bobines, sont souvent appelées bobines d'arrêt (ou, improprement, « de choc »).

Une observation du même genre peut être faite avec les condensateurs. Si sur un circuit parcouru par un courant haute fréquence et par un courant continu on insère un condensateur, celui-ci laisse passer le courant haute fréquence alors qu'il arrête le courant continu. Il est encore possible de séparer ainsi des courants de fréquence très différente. Surtout il est possible de réunir, pour la haute fréquence, des organes soumis à des potentiels continus très différents.

Les condensateurs utilisés dans ce but sont généralement fixés, leur valeur pouvant varier dans de larges limites.

Nous trouverons très souvent des applications de cette remarque au cours des montages que nous aurons à étudier.

\* \* \*

#### BIBLIOGRAPHIE :

*Les condensateurs*, par P. Lugny. — Théorie et pratique des condensateurs fixes et variables.

*Les bobinages en T. S. F.*, par P. Lugny — Description théorique et pratique de différentes variantes de bobinages utilisés en T. S. F.



## CHAPITRE IV

---

### *Perception des sons*

Un cadre ou une antenne, relié à des organes d'accord, sera donc susceptible d'osciller, c'est-à-dire de devenir le siège d'un courant de haute fréquence, capable, s'il est suffisamment intense, de produire des effets thermiques, chimiques, magnétiques ou dynamiques.

En réalité, dans la plupart des cas, ces courants sont extrêmement faibles, et il est impossible de les déceler par les mêmes méthodes que les courants industriels.

### **Récepteurs téléphoniques**

Il existe cependant un appareil dont la sensibilité est extrême, et qui peut être impressionné par ces faibles courants : c'est l'écouteur téléphonique.

Les écouteurs téléphoniques se présentent sous les formes les plus diverses, mais le principe de leur fonctionnement reste à peu près invariable.

Soit un aimant en fer à cheval ou d'une forme dérivée, tel qu'il puisse se loger dans un boîtier métallique de 40 à 60 mm. de diamètre ; les deux pôles de l'aimant sont recourbés, et reçoivent chacun une bobine de fil fin comportant un très grand nombre de tours. Ces bobines sont placées en série, leurs sorties sont reliées par l'intermédiaire d'un cordon souple à la source du courant à déceler.

Au-dessus des pôles et à très faible distance de ceux-ci, est placé un disque de tôle mince (2 à 3/10 de millimètre d'épaisseur), en fer doux. Cette *membrane* prend appui sur les bords du boîtier contre lesquels elle est serrée par le *pavillon*, pièce d'ébonite ou de matière isolante, percée d'un large trou en son milieu, et qui se visse sur le boîtier (fig. 47).

Lorsque l'écouteur n'est pas excité, la membrane de fer doux est sollicitée par l'aimant, elle s'incurve légèrement vers les pôles de l'aimant et conserve cette position. Si, à ce moment, un courant vient à passer dans les bobines de l'écouteur, ce courant, suivant son sens, tend à modifier le flux de l'aimant.

Si le flux auquel il donne naissance s'ajoute à celui de l'aimant, la membrane sera attirée un peu plus et sa concavité s'accroîtra ; si au contraire le courant donne naissance

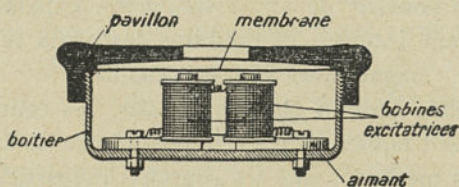


Fig. 47. — Coupe d'un écouteur normal.

à un flux de sens contraire à celui de l'aimant, le flux résultant sera plus faible que le flux initial, et la membrane, en vertu de son élasticité, tendra à redevenir plane. En résumé, la membrane subira toujours une déformation, mais l'amplitude de la déformation sera fonction de l'intensité du courant excitateur et de son sens.

Si l'on provoque ces phénomènes de déformation au moyen d'un courant alternatif, c'est-à-dire d'un courant dont le sens change un grand nombre de fois par seconde, la membrane suit également les variations de sens du courant et se met à vibrer en engendrant un son dont la fréquence est égale à celle du courant excitateur.

Il est donc possible, par ce moyen, d'obtenir des sons allant des plus graves aux plus aigus, c'est-à-dire, pratiquement, de 2.000 à 3.000 vibrations doubles par seconde.

Or, la fréquence des oscillations employées en télégraphie sans fil peut varier de 12.000 ou 15.000 à plusieurs millions de vibrations par seconde.

Pour de telles fréquences l'écouteur reste insensible, d'abord parce qu'au delà d'une certaine limite, variant avec

la nature des membranes, l'inertie de la plaque ne lui permet plus de suivre les variations de flux auxquelles elle est soumise, ensuite parce que la résistance apparente de l'écouteur croît avec la fréquence et s'oppose au passage du courant. Enfin et surtout, parce que les fréquences supérieures à 3.000 ou 4.000 vibrations ne sont plus audibles.

Pour rendre l'écouteur utilisable on a recours à deux

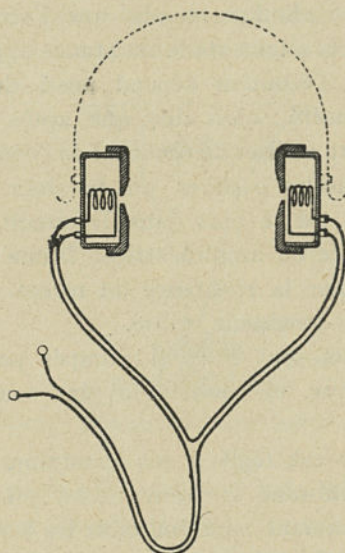


Fig. 48. — Montage de deux écouteurs en série.

artifices qui sont le détecteur et le tikker, ou mieux l'hétérodyne, dont on examinera le principe dans les chapitres suivants.

La sensibilité est la qualité essentielle d'un écouteur, elle varie dans de larges limites avec les caractéristiques de son bobinage et de son aimant.

Pratiquement, la sensibilité d'un écouteur ne peut être mesurée puisqu'elle dépend de celle du système auditif humain qui varie avec les sujets, mais on peut cependant l'apprécier par comparaison, avec un écouteur étalon, en se

basant, de préférence, sur une audition que, par un moyen quelconque, on a rendu à peine perceptible.

Il est évident que les variations de flux engendrées dans le circuit magnétique d'un écouteur sont fonction du nombre d'ampères-tours  $N \times I$  du bobinage. En général, on est appelé à augmenter le nombre de tours  $N$  tout en tenant compte de la place disponible pour loger les bobines excitatrices ; mais cela conduit à utiliser du fil très fin à forte résistance ohmique tandis que l'accroissement du nombre de spires augmente la résistance apparente.

Par ailleurs, l'écouteur dépend aussi du circuit dans lequel il est inséré : c'est ainsi que, après un détecteur à galène on pourra utiliser un écouteur de l'ordre de 500 ohms tandis qu'il faudra préférer un écouteur de l'ordre de 4.000 ohms et même plus dans le circuit plaque d'une lampe détectrice ou amplificatrice. D'une manière générale, il faut que la résistance du récepteur soit proportionnée à celle du circuit utilisé.

Les écouteurs sont souvent groupés par paires, sous forme de casque, et montés le plus souvent en série (fig. 48).

Un écouteur est réglé à son maximum de sensibilité lorsque la membrane se trouve aussi près que possible des pôles de l'aimant, sans toutefois les toucher. On peut y parvenir aisément en interposant, entre le bord du boîtier et la membrane, une ou plusieurs rondelles de papier ou de métal d'épaisseur convenable, déterminée par tâtonnements. Mais il existe aussi des écouteurs à entrefer variable, réglable par bouton placé sur le boîtier. Une autre amélioration consiste dans l'emploi de noyau feuilleté.

Dans tous les cas la membrane doit être rigoureusement plane. Enfin il est recommandé, lorsqu'on choisit un écouteur, de vérifier que les deux sections polaires sont bien dressées et dans le même plan que celui du boîtier. S'assurer également que l'aimantation est énergique.

### Haut-parleurs

On désigne sous le nom de haut-parleurs des appareils qui, par opposition à l'écouteur, permettent d'entendre à l'air libre et à distance les signaux perçus au poste récepteur, et cela avec une netteté et une intensité suffisantes pour que l'audition soit écoutée sans fatigue, en dépit des bruits extérieurs.

Le procédé le plus classique fait appel à la propriété amplificatrice, bien connue en acoustique, que possèdent

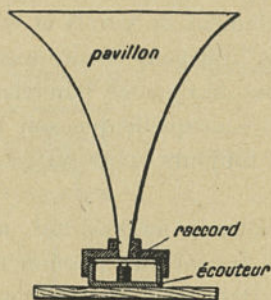


Fig. 49. — Montage d'un pavillon amplificateur sur un écouteur.

les pavillons porte-voix. Ce sont à la fois des appareils amplificateurs et directeurs des ondes sonores. Ces cornets peuvent s'adapter au moyen d'un dispositif mécanique quelconque sur un écouteur ordinaire et produisent le même effet amplificateur que le pavillon monté sur le diaphragme d'un phonographe (fig. 49).

Dans un même ordre d'idées, on peut obtenir des effets de renforcement très marqués en plaçant l'écouteur, d'une façon judicieuse, dans une boîte de résonance fermée ou ouverte. Des objets usuels, de forme et de matière les plus variées, peuvent être employés à cet effet (coupe de cristal, violon, coffret de bois ou de métal, vase en faïence, etc., etc.).

Une des principales difficultés rencontrées dans l'emploi des pavillons provient de ce que ces appareils ont une

périodicité et un timbre propres, plus ou moins marqués, pour certaines fréquences et certaines formes de modulation musicale. Il est pratiquement impossible qu'il en soit autrement, et cela explique, par exemple, que les pavillons métalliques rendent généralement mieux certains morceaux d'orchestre où les instruments de cuivre dominent, que les pièces de chant ou les soli à cordes, tandis que l'observation inverse peut s'appliquer aux pavillons en bois ou en cellulose.

On a essayé et préconisé de rendre apériodiques les pavillons métalliques, en les recouvrant d'un vernis approprié, fait généralement de vernis et de poudre de bois ou de liège très fine ; on peut encore recouvrir les parois du pavillon de papier découpé en bandelettes et collé suivant deux directions ; mais quelle que soit l'amélioration obtenue, il subsiste toujours, plus ou moins, des altérations toniques.

On utilise beaucoup aujourd'hui, un artifice appliqué depuis plusieurs années aux phonographes avec les tympans diffuseurs. Dans ces appareils, au lieu d'ébranler l'air au moyen d'une membrane sonore de petites dimensions et de transmettre les vibrations au moyen d'un cornet, on communique mécaniquement les vibrations du système exciteur à une membrane de grandes dimensions. Cette membrane, légère, a une forme conique qui lui donne de la rigidité. Elle est souvent soutenue dans l'espace par une rondelle souple à laquelle elle est rattachée sur tout son pourtour.

Une telle membrane peut être excitée par un moteur constitué exactement comme l'écouteur que nous avons décrit.

Cette disposition très simple est assez employée mais ne donne de bons résultats que pour des puissances modestes.

A côté de ce dispositif, il faut citer les appareils à 4 pôles. Dans ceux-ci, la partie vibrante est constituée par une palette en fer doux soumise au flux provenant de la bobine parcourue par le courant. Un premier avantage de cette

disposition est d'équilibrer la partie vibrante sans recourir à un effort mécanique constant impliquant une résonance accusée de la partie mobile. Un deuxième avantage réside dans l'action symétrique exercée par les pôles sur la palette qui se déplace dans un entrefer constant. On peut admettre ainsi des vibrations plus importantes, c'est-à-dire une puissance plus grande sans déformation.

A titre d'exemple, nous avons représenté figure 51 un haut-parleur basé sur ce principe. La palette mobile qui

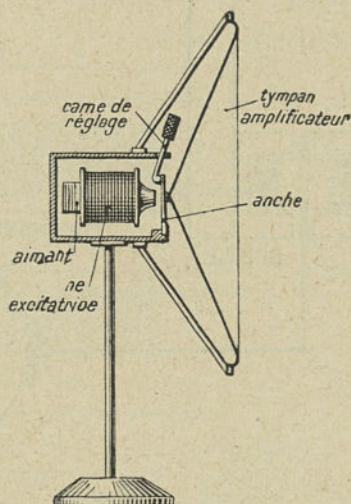


Fig. 50. — Principe du haut-parleur électromagnétique à diffuseur.

anime le diffuseur peut pivoter autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure. La bobine mobile parcourue par le courant basse fréquence polarise la palette de telle sorte que celle-ci subit à ses extrémités des actions en sens inverse.

Il existe des appareils du même genre dans lequel au mouvement de rotation est substitué un simple mouvement de translation.

L'un des principaux inconvénients de ces haut-parleurs réside dans la saturation possible de la palette.

Lorsque l'on veut avoir une excellente qualité jointe à une forte puissance, il est bon de recourir aux haut-parleurs électro-dynamiques. Toutefois ils exigent une source de courant continu servant à produire un champ intense.

Le plus généralement, ces appareils sont constitués par

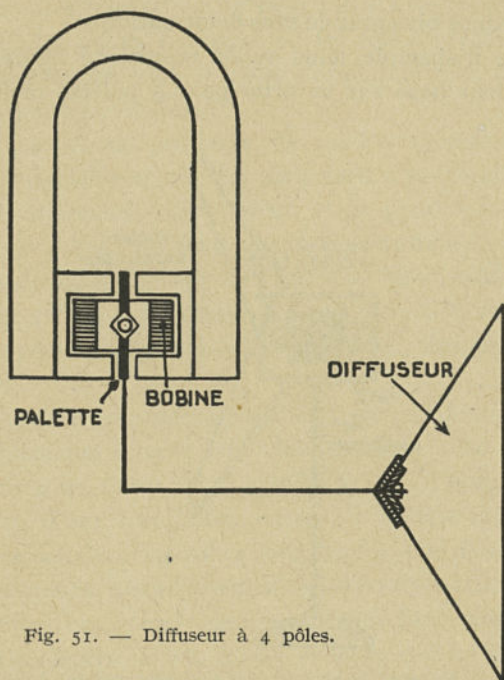


Fig. 51. — Diffuseur à 4 pôles.

une carcasse formant, avec un barreau cylindrique situé en son centre et entouré par la bobine recevant le courant continu, un circuit magnétique cuirassé. Le tout est disposé de telle sorte que l'on ait à une extrémité du barreau, entre celui-ci et la carcasse, un entrefer circulaire.

Le conducteur utilisé pour l'entraînement de la membrane ou du diffuseur est une bobine circulaire, fixée dans cet entrefer dans lequel elle peut se déplacer dans le sens du barreau.



L'action du champ sur le courant produit un effort dirigé perpendiculairement au champ dans l'entrefer.

On obtient ainsi une proportionnalité rigoureuse entre les forces développées et le courant.

La bobine mobile doit être assez légère, mais cette condition est aisément réalisable par le fait que le courant qui la parcourt est relativement faible. Il faut que le

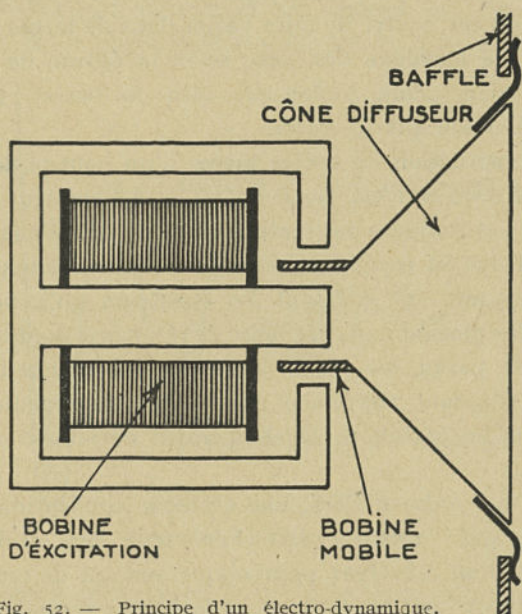


Fig. 52. — Principe d'un électrodynamique.

champ dans l'entrefer soit élevé, ce qui conduit à avoir une grosse bobine fixe pour supporter le courant de l'ordre de quelque 2 ampères sous 4 volts qui est nécessaire à l'excitation. On dispose assez souvent autour des diffuseurs puissants un écran (baffle) qui a pour effet d'améliorer la reproduction des notes basses.

Ces divers appareils se trouvent concurremment dans le commerce ; l'amateur a donc la faculté de les comparer les uns aux autres avant de fixer son choix.

Tous, plus ou moins, déforment les sons, graves ou

aigus, selon le timbre et la période propres du système acoustique résonnant.

Il est toutefois possible de corriger, dans une certaine mesure, l'altération des sons, en plaçant en dérivation aux bornes du haut-parleur un condensateur dont la capacité varie suivant le cas de 2 à 10 ou 12 / 1.000 microfarad.

En utilisant un jeu de condensateurs de valeurs différentes que l'on peut mettre en circuit au moyen d'un commutateur, on est maître de faire varier dans de larges limites la tonalité moyenne des sons, selon la nature de l'émission (violon, piano, violoncelle, alto ou basse), jusqu'à ce que l'oreille soit satisfaite.

La construction de toutes pièces d'un haut-parleur est assez délicate et n'est pas à conseiller à l'amateur qui ne dispose pas toujours des matériaux et de l'outillage nécessaires. Il lui est cependant possible de faire des tentatives encourageantes en utilisant les écouteurs qu'il possède, soit en les plaçant dans une boîte de résonance dont le choix sera fait parmi les objets usuels qui l'entourent, soit en lui adaptant rigidement un cornet amplificateur en métal ou en carton, à développement curviligne ou rectiligne.

Dans cet ordre d'idées, une curieuse application a été proposée qui consiste à placer l'écouteur, face en dedans, au foyer d'un réflecteur parabolique servant de radiateur électrique et dont on a supprimé la bougie incandescente.

Ce procédé utilise à la fois le pouvoir directeur et amplificateur du réflecteur et donne, paraît-il, les meilleurs résultats.

### Détecteur

On a vu précédemment qu'en T. S. F. la plaque de l'écouteur, étant soumise à des attractions et des répulsions très rapides, prend une position d'équilibre et ne vibre pas. Pour le lui permettre, il faut rompre cet équilibre en *redressant* le courant, c'est-à-dire en ne soumettant l'en-

roulement de l'écouteur qu'à des variations de courant de même sens. C'est le rôle des détecteurs (fig. 53).

Ceux-ci sont de types divers et utilisent des phénomènes physiques ou électriques très différents.

On peut citer, pour mémoire, le détecteur magnétique de Marconi peu sensible et compliqué, le détecteur électrolytique, dû au général Ferrié, peu sensible également, mais constituant cependant un sérieux progrès sur le premier. Il est abandonné aujourd'hui et remplacé par les

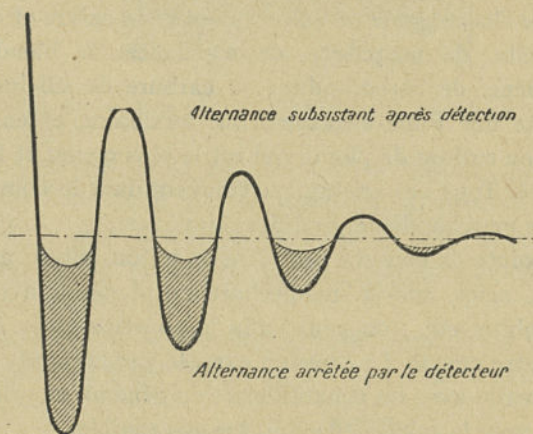


Fig. 53. — Principe de la détection.

détecteurs à cristaux ou à contacts imparfaits ; ceux-ci, quoique très sensibles et d'un emploi commode, tendent à leur tour à disparaître pour faire place, dans les postes modernes, à la lampe à vide, dont il sera parlé plus loin.

La construction et le fonctionnement d'un détecteur à cristal sont des plus simples. On assure le contact d'une pointe de métal avec un autre corps de nature métallique. Sous l'action des oscillations électriques, la conductibilité de ce contact se modifie et le courant passe d'une façon particulière, en se *redressant* suivant un mécanisme complexe et encore mal connu. Ces détecteurs n'offrent qu'une sécurité relative, car il suffit d'un léger choc ou d'une perturbation électrique un peu forte pour modifier le contact

et dérégler l'appareil à l'insu de l'opérateur ; cependant leur faible encombrement et leur remarquable sensibilité leur ont acquis une grande réputation. Il est d'ailleurs possible, au prix d'artifices de construction, d'immobiliser suffisamment la pointe du détecteur pour qu'un choc, même violent, ne risque pas de dérégler l'appareil.

Le choix du cristal a une importance particulière, car des corps chimiquement identiques ont souvent des propriétés différentes. On emploie de préférence des sélections de chalcopirite ou sulfure double de cuivre et de fer, de zincite, de magnésite, de malachite, de blende, de molybdène, de carborandum ou carbure de silicium qui nécessite une force électromotrice auxiliaire, et enfin de galène ou sulfure de plomb qui est le plus connu et le plus employé. Tous ces cristaux se trouvent dans le commerce chez les marchands de produits chimiques.

La pointe de contact peut être en laiton, cuivre, argent, platine, acier, nickel, maillechort, en plomb non oxydé, en graphite, etc. ; on peut enfin la constituer par l'arête d'un autre cristal. La pression exercée par la pointe sur le cristal varie avec les échantillons ; en général, et principalement pour la galène, elle doit être assez faible.

### Construction d'un détecteur

Sur une planchette de bois ou d'ébonite, on fixe, d'une part, une pince d'un modèle courant et, d'autre part, une borne recevant un fil de laiton de 6 à 8/10 assez rigide ; ce fil effilé à son extrémité libre, vient en se recourbant former contact sur un cristal enchâssé dans la pince (fig. 54).

Des perfectionnements de détail, tels que l'emploi de bras articulés à rotule, facilitent davantage la recherche des points sensibles, mais compliquent un peu la construction de l'appareil (fig. 55).

Dans tous les cas, il est indispensable de mettre l'appareil ou au moins le cristal à l'abri des poussières, en l'enfermant dans un coffret ou sous une petite cloche de verre.

De même, il est recommandé de ne pas manipuler les cristaux directement avec les doigts ; ceux-ci sont souvent légèrement gras et, à leur contact, le cristal s'en-crease et perd ses qualités.

Il est possible de rendre à une galène ses qualités initiales en la baignant un moment dans de l'éther. On peut

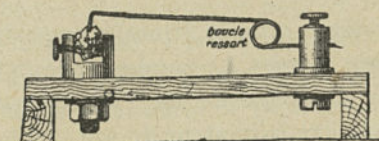


Fig. 54. — Détecteur à cristal (construction simplifiée).

encore essayer de la régénérer en la faisant chauffer en vase clos avec son volume de soufre. Ce procédé de sensibilisation peut également s'appliquer avec succès à des échantillons de sulfure de plomb ayant de mauvaises qualités détectrices.

Il est possible de chercher un point sensible sur le cristal, en dehors de toute réception, à l'aide d'un buzzer qui est

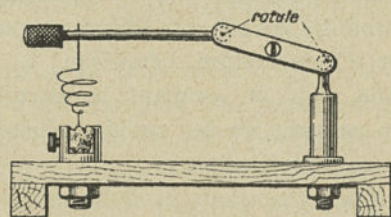


Fig. 55. — Détecteur à cristal monté à rotule.

un appareil à lame vibrante fonctionnant comme une sonnerie. Ce vibreur, réglé sur une fréquence audible et placé au voisinage des circuits récepteurs, y provoque des perturbations électriques, sous forme d'oscillations amorties qui peuvent être détectées et entendues.

### Réception des ondes entretenues

Les ondes usitées en T. S. F. affectent des formes et des allures différentes selon le type de générateur qui leur donne naissance. Pendant longtemps on n'employa guère que des générateurs à étincelles produisant des ondes « amorties ».

Dans ce système, chaque étincelle engendre un groupe d'ondes ou *train d'ondes*. Le nombre apparent d'étincelles, déterminé par la fréquence de l'alternateur servant de source d'énergie fixe la hauteur du son perçu.

A ces appareils se sont substitués les postes à ondes entretenues, modulées ou non, c'est-à-dire susceptibles d'être découpées ou déformées, soit au départ, soit à l'arrivée.

Parmi les générateurs d'ondes entretenues, on peut citer les arcs, d'un usage de plus en plus restreint, les alternateurs à haute fréquence, réservés principalement aux stations de grande puissance, et enfin les générateurs à lampes dont l'emploi est généralisé aujourd'hui.

Le propre des ondes entretenues est d'avoir une fréquence et une amplitude constantes, tant que dure leur émission. Si l'on veut produire des signaux télégraphiques, il suffit de provoquer et d'interrompre l'émission, à une cadence conventionnelle, soit en coupant le circuit d'antenne, soit mieux en coupant un des circuits générateurs, ou en modifiant ses caractéristiques.

Si l'on détecte les courants produits par les oscillations recueillies du poste récepteur, on obtient un courant redressé, mais haché à très grande fréquence, et d'allure uniforme ; aussi l'écouteur ne recevant pas, comme dans le cas des ondes amorties, une impulsion prédominante au moment de l'arrivée de chaque train d'ondes, se comportera comme s'il était parcouru par un courant continu, et restera muet. Tout au plus percevra-t-on un léger bruit au moment où s'établira et cessera le courant, c'est-à-dire au début et à la fin de chaque signal.

Pour rendre audibles les efforts produits dans l'écouteur

par ce courant uniforme, on peut reproduire artificiellement à la réception le fractionnement que lui aurait donné un poste à étincelles ; il suffit pour cela d'intercaler sur le circuit oscillant du récepteur un petit vibreur électromagnétique appelé *tikker*. Ce procédé est à peu près abandonné.

Il est une autre méthode de perception des oscillations entretenues un peu plus complexe mais de beaucoup supérieure, comme rendement ; c'est celle des *battements*.

Lorsque, dans un même milieu, on produit et entretient deux mouvements vibratoires de périodes très légèrement différents, il arrive un moment où ces deux mouvements coïncident, c'est-à-dire atteignent, au même instant et dans le même sens, leur amplitude maximum. Le phénomène est périodique.

Soit deux horloges : l'une battant exactement la seconde, l'autre déréglée et avançant par exemple d'une seconde par minute. On voit tout de suite que toutes les cinquante-neuf secondes les « tic-tac » des deux horloges se combineront pour ne former qu'un seul bruit, puis les « tic-tac » réapparaîtront distincts, et il faudra attendre cinquante-neuf autres secondes pour qu'une coïncidence nouvelle se produise.

Si les vibrations envisagées sont sonores, la coïncidence se traduit par un renforcement très remarqué du son moyen. Ce phénomène de renforcement périodique a reçu le nom de battement. Il a constitué pendant la dernière guerre un des moyens d'identification nocturne des avions de bombardement ennemis. Ces avions étaient généralement munis de deux moteurs indépendants, tournant à des vitesses très légèrement différentes, ce qui implique une fréquence d'explosions également différente. Lorsque, périodiquement, les explosions de l'un des moteurs se superposaient aux explosions de l'autre, le ronflement moyen était renforcé et prenait la forme de battements plus ou moins espacés, selon la différence de vitesse des moteurs.

Par analogie, lorsque deux oscillations électriques de

périodes inégales se superposent, il se produit un apport d'énergie, ou battement qui, après détection, peut être enregistré par un écouteur téléphonique donnant un son audible à la fréquence des battements.

On obtient ce résultat en créant, au voisinage d'un circuit récepteur d'ondes entretenues, des oscillations locales de fréquence telle qu'elles puissent se composer périodiquement avec les oscillations recueillies par l'antenne.

Nous verrons plus loin l'application de ce procédé dans le montage à lampes appelé hétérodyne.

\* \* \*

#### BIBLIOGRAPHIE :

*J'ai compris la T. S. F.*, par E. Aisberg. — Les phénomènes électroacoustiques et de détection sont très clairement exposés dans cet ouvrage.

---



## CHAPITRE V

### Montages des circuits récepteurs.

Dans les chapitres qui précèdent, on a examiné successivement le calcul, le fonctionnement et la construction des principaux organes rentrant dans la composition d'un poste récepteur, c'est-à-dire l'antenne ou le cadre, la prise de terre, les selfs et les condensateurs d'accord, l'écouteur ou haut-parleur et enfin le détecteur.

Possédant ces divers éléments, l'amateur peut se proposer de rechercher et d'essayer le montage qui semble le mieux répondre à ses désirs et ses besoins.

Voici quelques indications qui pourront le guider :

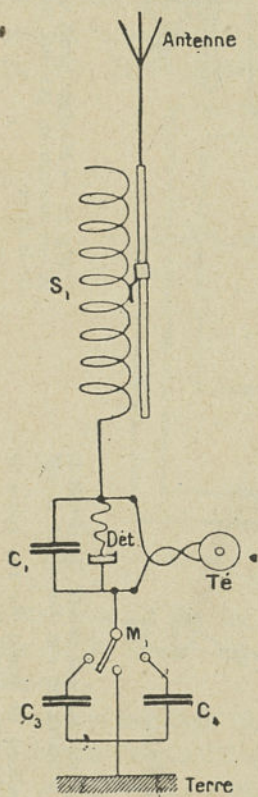


Fig. 56. — Montage direct. Tous les organes sont montés en série.  
S, Self-inductance cylindrique de 180 spires de 90 mm. de diamètre.  
 $C_1, C_3$  = Condensateur de 0,5/1 000 mf.  
 $C_4$  = Condensateur de 1/1.000 mf.

### Montages directs

Dans ce montage, le plus simple de tous (fig. 56), on place en série l'antenne, la self d'accord à curseur, le détecteur et la terre ; l'écouteur téléphonique Té est monté aux bornes du détecteur, ainsi qu'un petit condensateur  $C_1$  de faible capacité 0,5 /1.000 microfarad. Enfin, si l'antenne est un peu longue et que l'on désire recevoir les petites

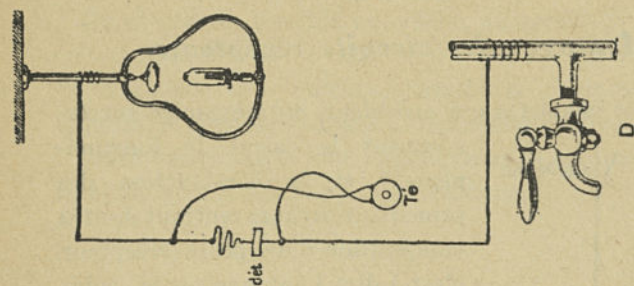


Fig. 58. — Montage direct utilisant une conduite d'eau et une conduite de gaz aux lieu et place de l'antenne et de la terre.

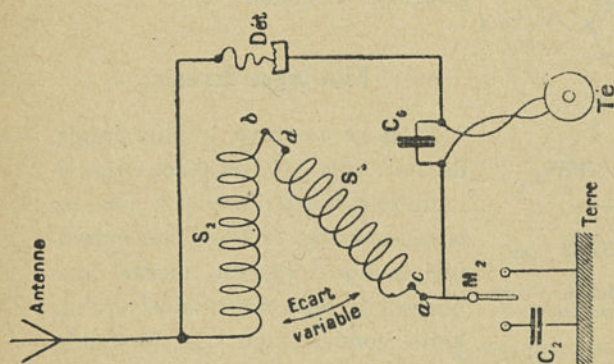


Fig. 57. — Montage simple, semi-sélectif. (Le circuit de détection est monté en dérivation aux bornes de la self d'accord.)  
 $S_1$  et  $S_2$  = Galettes en fond de panier de 100 spires de 100 mm. environ de diamètre moyen  
 $C_2$  = Condensateur fixe de 1/1.000 mf.  
 $C'$  = Condensateur fixe de 2/1.000 mf.

longueurs d'onde on a recours à un ou plusieurs condensateurs fixes  $C_2$ ,  $C_1$  de 0,5 et 1/1.000 placés en série sur le fil de terre et qu'on peut mettre, ou non, en circuit au moyen d'un commutateur. L'accord s'obtient en faisant varier la self-inductance et, s'il y a lieu, en insérant dans le circuit un des condensateurs fixes. Le rendement d'un tel poste est généralement médiocre. En effet, la présence du détecteur dans le circuit d'antenne est nuisible en raison de la résistance qu'il oppose au passage du courant. De plus, l'accord est loin d'être précis et l'on risque fort

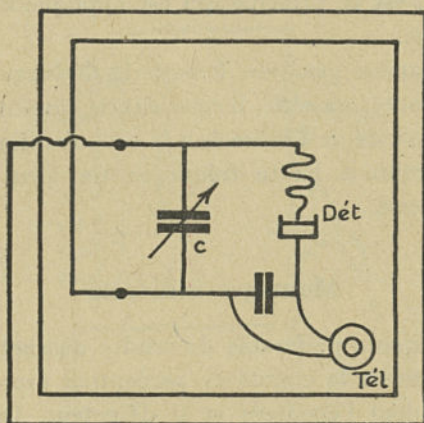


Fig. 59. — Montage récepteur simple au moyen d'un cadre.

d'être troublé par les postes émettant sur des longueurs d'onde de même ordre de grandeur que celle du poste écouté.

Dans le montage (fig. 57) l'antenne est reliée à la terre au moyen d'une self d'accord montée en variomètre (fig. 57). un condensateur fixe permet, comme dans le montage direct, de recevoir les ondes courtes ; un second circuit comportant le détecteur, le casque et son condensateur shunt est monté aux deux extrémités de la self d'accord. Dans le domaine des montages simples on peut encore signaler pour mémoire un artifice qui consiste à employer respectivement pour antenne et pour terre une conduite

d'eau et une conduite de gaz lorsque celles-ci voisinent dans le même immeuble (fig. 58). On peut à la rigueur se dispenser d'employer une bobine d'accord lorsqu'on est placé près du poste émetteur.

La figure 59 représente un montage récepteur simple, mais efficace, au moyen d'un cadre. On a vu dans le chapitre consacré aux cadres que la longueur d'onde propre du système d'accord pouvait être réglée soit au moyen d'un condensateur variable  $C_s$ , soit au moyen d'une self bobinée placée en série ou en dérivation aux bornes du cadre. C'est ce principe qui est appliqué dans ce dernier montage.

D'une manière générale, lorsque le détecteur et l'écouteur sont montés en série, il convient de shunter l'écouteur par une capacité de l'ordre de  $1/1.000$  microfarad laissant passer le courant haute fréquence qui peut être ainsi mieux redressé.

### Montages indirects

Il est toujours préférable de rendre distincts le circuit antenne-terre et le circuit de perception proprement dit dont dépendent l'écouteur et le détecteur. Dans ce cas, il est nécessaire, si l'on veut obtenir une réception sélective, de prévoir également l'accord du second circuit.

Les divers montages qui utilisent ce principe ont reçu le nom de montages indirects. L'énergie captée par l'antenne engendre, en traversant une self-inductance, un flux variable capable d'induire un courant dans un second enroulement couplé avec le premier. Un tel système se comporte comme un transformateur dans lequel on aurait supprimé le noyau magnétique. Ces transformateurs se présentent en pratique sous deux formes bien distinctes :

1° Le montage dit *Oudin* dans lequel on ne fait usage que d'une seule bobine munie de deux curseurs, et dont les circuits primaire et secondaire ont généralement un certain nombre de spires communes. Si la totalité

de la self était commune aux deux circuits, ceux-ci seraient *couplés* au maximum (fig. 60). Si au contraire on choisit des réglages tels que le nombre de spires communes est très petit par rapport à l'enroulement total, on dit que le couplage est « lâche » (fig. 61). Dans de tels montages, la syntonie est bonne, mais jamais très aiguë.

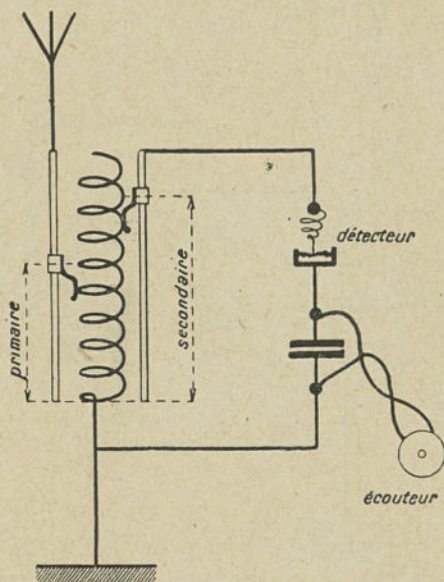


Fig. 60. — Montage « Oudin » à couplage serré.

On peut l'améliorer en montant un condensateur variable aux bornes de la self secondaire (fig. 62).

2° Le montage dit *Tesla* dans lequel les deux circuits n'ont aucun point commun et dont le type classique est représenté (fig. 63).

Le couplage peut varier dans de grande limites, de zéro à une valeur maximum qui serait égale à 1 si les deux circuits étaient communs, comme dans le cas du montage Oudin. Il est déterminé par l'éloignement et la position des deux circuits l'un par rapport à l'autre.

En pratique, chacun d'eux est constitué par un enroule-

ment distinct dont l'un est fixe et l'autre mobile par rapport au premier.

Dans le montage de la figure 63 le circuit secondaire est apériodique. En le rendant périodique à l'aide d'un condensateur variable, connecté à ses bornes, on améliore

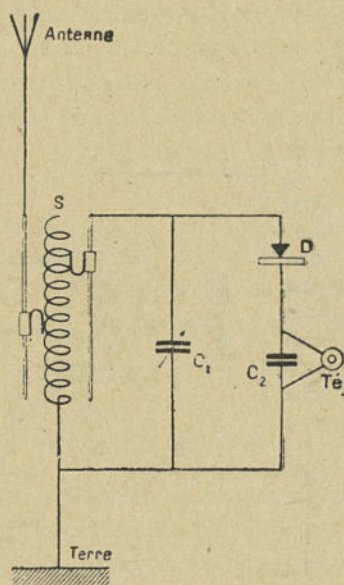


Fig. 61. — Montage « Oudin » à couplage lâche.

beaucoup le rendement. On a ainsi deux circuits distincts, couplés par induction, qui doivent être tous deux accordés sur l'onde reçue. Il faudrait se garder de croire que le rendement maximum correspond au couplage le plus serré qui puisse être — et cela surtout si le circuit d'antenne est médiocre, c'est-à-dire résistant, le circuit secondaire pouvant être peu amorti.

On peut donc chercher à améliorer un peu la réception en découplant plus ou moins les circuits, mais il faut prendre soin que, à chaque variation du couplage, corresponde une rectification de l'accord.

Lorsque les circuits sont peu couplés, on obtient une meilleure syntonie, c'est-à-dire que grâce à une résonance plus aiguë on a moins à craindre d'être brouillé par une émission voisine.

Signalons que l'emploi généralisé des ondes entretenues

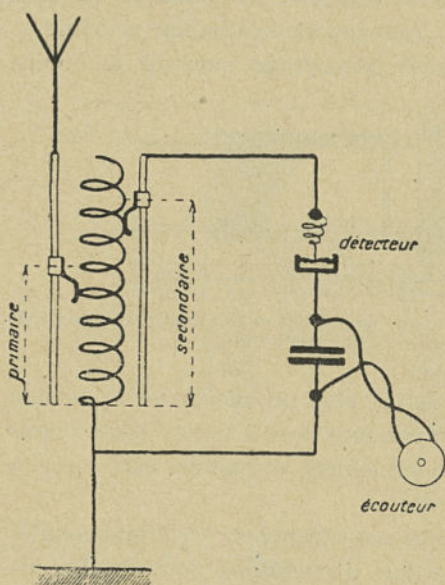


Fig. 62. — Montage « Oudin » avec accord secondaire par condensateur variable.

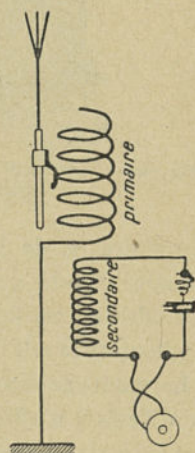


Fig. 63. — Montage de principe d'un récepteur « Tesla ».

a amélioré la syntonie par rapport aux résultats obtenus avec les ondes amorties.

Les divers dispositifs décrits plus haut pour la construction des variomètres peuvent s'appliquer au couplage des circuits indépendants, avec cette différence cependant que la connexion de liaison n'a plus de raison d'être et qu'en général les self-inductances des circuits de réception sont plus importantes que celles des variomètres. Aussi est-on conduit dans ce cas à modifier quelque peu les dimensions et la forme des bobines employées et

à recourir de préférence aux enroulements en nid d'abeilles. On peut également faire usage du dispositif classique (fig. 64) comportant deux bobines allongées à une seule couche de fil dont le primaire est généralement réglable par curseur, tandis que le secondaire, ou circuit induit, est bobiné sur un cylindre de diamètre tel qu'il puisse rentrer avec un léger jeu dans la bobine primaire.

Un système de guide permet de mouvoir la bobine

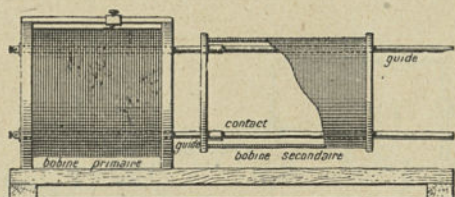


Fig. 64. — Dispositif classique employé pour le couplage de deux selfs cylindriques (montage « Tesla »).

secondaire et de l'éloigner plus ou moins de la bobine primaire, tandis qu'un commutateur à 6 ou 8 plots réunis aux dérivations de l'enroulement secondaire sert à régler la valeur de la self induite.

Le montage électrique des récepteurs à circuits couplés en « Tesla » n'offre aucune particularité nouvelle. Le circuit primaire comprend l'antenne reliée à la terre à travers une bobine de self, réglable par curseur ou par plots, avec ou sans condensateur variable en série, selon qu'on se propose ou non de recevoir des ondes courtes.

Le circuit secondaire comporte essentiellement une self variable par plots, quelquefois par curseur, et un condensateur variable ou fractionné. Aux bornes de ce condensateur est branché le circuit de l'écouteur qui comprend le détecteur et le casque d'écoute.



### Recherche de l'accord

Avec les postes récepteurs à montage indirect la recherche d'une émission de longueur d'onde indéterminée est assez délicate, car il est nécessaire en effet d'obtenir simultanément l'accord du circuit primaire et du circuit secondaire. On est amené à opérer par tâtonnement, c'est-à-dire à donner arbitrairement au circuit primaire un accord quelconque puis à faire passer le circuit secondaire par toutes les valeurs d'accord que lui permettent sa self et son condensateur ; si

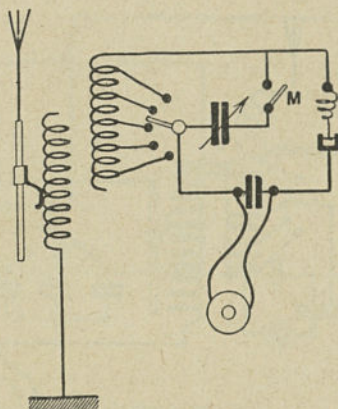


Fig. 65. — Montage « Tesla ».

L'interrupteur M permet de rendre aperiodique le circuit secondaire.

(Les deux selfs sont mobiles l'une par rapport à l'autre.)

l'on n'entend rien on modifie l'accord primaire, puis on recommence à explorer les divers accords secondaires et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on entende le poste recherché.

Pour abrégé ces manœuvres, on a recours à un artifice consistant à rendre le secondaire aperiodique, c'est-à-dire capable d'osciller pour une période quelconque ; pour cela il suffit de mettre momentanément hors-circuit le condensateur variable, au moyen d'un petit interrupteur M (fig. 65).

La recherche d'une émission se réduit alors au seul réglage du circuit primaire ; lorsqu'il est obtenu on remet

en circuit le condensateur secondaire sans toucher au circuit primaire, et l'on manœuvre le condensateur et la self secondaires jusqu'à ce qu'on obtienne le maximum d'intensité d'audition. Pour faciliter la recherche du poste correspondant, on peut placer les circuits pour ces diverses opérations à leur position de couplage maximum. Si l'écoute est gênée par un poste perturbateur on diminue l'accouplement et au besoin on désaccorde les circuits jusqu'à ce que le poste brouilleur disparaisse ou devienne nettement plus faible que le poste recherché, ce qu'il est presque toujours

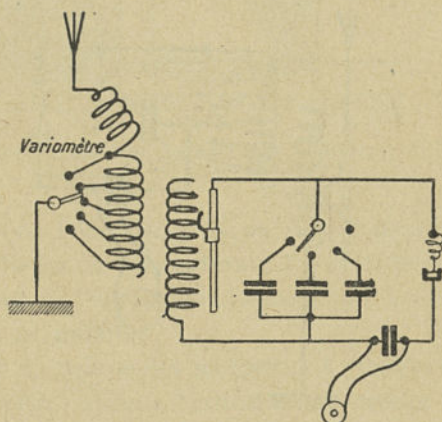


Fig. 66. — Montage « Tesla ». Le secondaire est réglable par le jeu d'un curseur et d'un commutateur de capacités.

possible d'obtenir, sauf si le poste brouilleur est puissant et peu éloigné.

On peut, à l'aide de condensateurs fixes de capacités différentes et en complétant l'accord à l'aide d'une bobine à curseur, créer un montage tel que celui de la figure 66. Il est possible aussi d'utiliser des selfs fractionnés ou mieux des interchangeables que l'on choisit selon l'onde à recevoir ; on parfait alors l'accord à l'aide d'un condensateur variable (fig. 67 et 68). Dans le même ordre d'idées, l'emploi de selfs différentes mises séparément en service par le moyen d'un commutateur est aussi réalisable. Ces derniers dispo-

sitifs seront exposés dans l'étude qui suit, concernant les montages à ampes.

On observera que dans les montages en Oudin et Tesla (à secondaire accordé) il est possible de trouver, tant pour le primaire que pour le secondaire, plusieurs combinaisons de selfs et de capacité réalisant l'accord. Dans tous les montages (fig. 60 à 66) on pourra chercher en manœuvrant

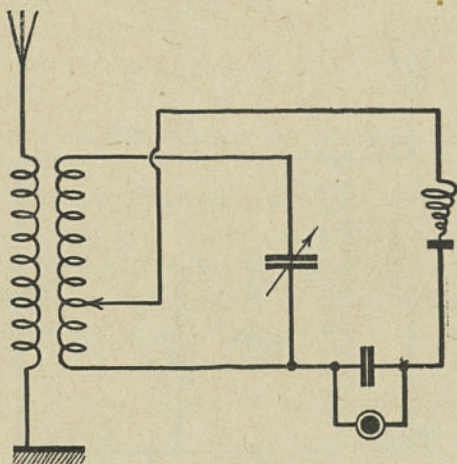


Fig. 67. — Montage en Tesla  
Le secondaire étant accordé par un condensateur variable.

le curseur du secondaire à améliorer le rendement. Quand le couplage est assez serré, l'accord de l'un des circuits réagit sur celui de l'autre circuit et l'on peut se contenter d'accorder le circuit fermé (fig. 67).

Souvent, on aura intérêt à avoir un enroulement secondaire assez faible, correspondant à un amortissement moins accusé du système de réception par le fait du détecteur. Les montages représentés figures 67 et 68 sont plus particulièrement à recommander car ils pourront donner un bon rendement avec une bonne sélectivité. Dans ces montages, le branchement détecteur-écouteur au lieu d'être disposé aux bornes de la self totale l'est aux bornes d'une partie seulement de cette self. L'amortissement, dû à

l'antenne d'une part, au circuit détecteur d'autre part, s'y trouve très réduit.

Signalons enfin que l'indépendance relative de l'accord secondaire vis-à-vis du circuit primaire (quand le couplage est faible) permet d'étalonner approximativement le circuit secondaire soit à l'aide d'un ondemètre, soit en se basant sur des émissions de longueur d'onde connue.

L'intérêt de ces montages est surtout d'ordre rétrospectif,

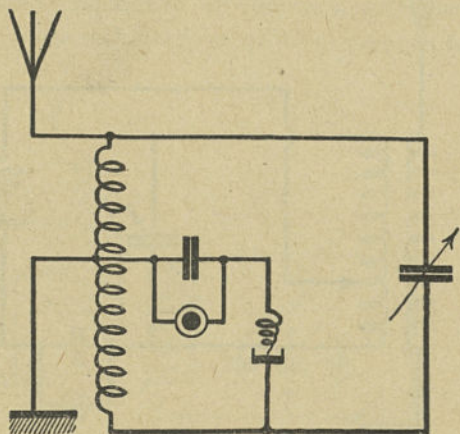


Fig. 68. — Montage en Oudin.

les postes à galène étant aujourd'hui bien abandonnés. Mais certaines considérations que leur étude nous a values trouveront leur emploi dans les postes à lampes.

\* \* \*

#### BIBLIOGRAPHIE :

*Les montages fondamentaux de la T. S. F.* — Cette brochure, 8<sup>e</sup> fascicule de la collection A. B. C. de la T. S. F. de conception particulièrement heureuse, conduit progressivement le lecteur des montages les plus simples au schémas les plus complexes.

*Les postes à galène.* — 2<sup>e</sup> fascicule de la collection A. B. C. de la T. S. F. Étude détaillée théorique et pratique de différents récepteurs à galène et de leur construction.

*Comment construire un poste à galène simple et économique,* par l'abbé R. Darman.

## DEUXIÈME PARTIE

---

### LES RÉCEPTEURS A LAMPES

---

#### CHAPITRE VI

#### *La lampe à 3 électrodes et ses applications.*

Les lampes à trois électrodes, appelées aussi « tubes à vide », ou « audion » ont, dès leur apparition, modifié profondément la technique radioélectrique et lui ont ouvert de nouveaux horizons, inconnus au début et encore incomplètement explorés aujourd'hui.

On peut dire qu'en T. S. F. il n'est point de montage où la lampe à trois électrodes ne puisse être avantageusement employée. Avec elle, il n'est plus besoin d'antenne, le cadre y supplée le plus souvent, en apportant à l'ensemble récepteur son pouvoir directif et sélecteur.

La galène lui cède le pas et va bientôt rejoindre aux musées l'antique détecteur magnétique. Grâce encore à la lampe magique, la réception graphique des signaux devient un jeu, et les haut-parleurs lui empruntent leur voix puissante. Enfin, mille autres applications étrangères à la T. S. F., et dont l'énumération sortirait du cadre de ce manuel, ont vu le jour avec elle.

#### **Théorie**

• Lorsqu'on porte au rouge blanc, au moyen d'un courant électrique (fourni par un accumulateur par exemple), le filament d'une lampe à incandescence, ce filament est susceptible d'engendrer des particules immatérielles électri-

sées négativement et douées d'une très grande mobilité. Ces particules, qui ont reçu des physiciens le nom d'électrons, se comportent comme tous les corps électrisés, c'est-à-dire qu'elles tendent à équilibrer les charges électriques des corps environnants soumis à un potentiel de signe différent du leur. Le pouvoir d'émission électronique du filament augmente avec la température à laquelle on le porte. Il dépend aussi pour une grande part de la nature de ce filament. L'expérience a montré que l'emploi du tungstène ou d'alliage de tungstène et de

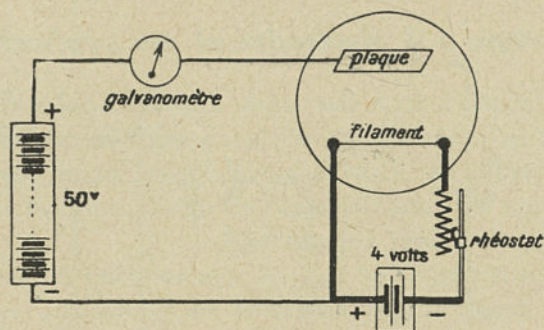


Fig 69. — Montage mettant en évidence le pouvoir d'émission électronique d'une lampe « audion ».

thorium était très avantageux à ce point de vue, mais on utilise de plus en plus maintenant des filaments en métal recouvert d'oxyde (alcalino-terreux) qui donnent une émission intense sans qu'il soit nécessaire de trop les chauffer.

On peut mettre en évidence l'apparition du courant électronique au moyen d'une lampe appelée valve thermoïonique, et comportant un filament de forme quelconque disposé en regard et à petite distance d'une plaque métallique.

On porte le filament au rouge blanc au moyen d'une batterie d'accumulateurs de 4 volts, par exemple, et on maintient la plaque à un potentiel positif (+ 50 volts) par rapport au filament, en la reliant à une source de courant continu appropriée (fig. 69).

Si, en un point quelconque du circuit extérieur filament-plaque, on place un appareil de mesure sensible, un galvanomètre ou un milliampèremètre, on constate le passage d'un courant, issu évidemment de la batterie de piles et circulant de la plaque au filament à l'intérieur de la lampe, c'est-à-dire du filament à la plaque dans le circuit extérieur. Il faut donc imaginer que les électrons émis par le filament se comportent comme un conducteur et favorisent le passage du courant. On peut en outre constater qu'à chaque augmentation, soit du chauffage du filament (réglé

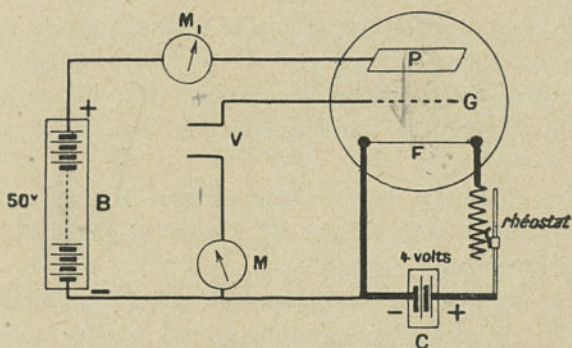


Fig. 70. — Rôle de la grille dans une lampe à 3 électrodes.

à l'aide d'un petit rhéostat), soit du potentiel de la plaque (si l'on augmente le nombre d'éléments de la batterie de piles), correspond un accroissement de courant dans le circuit extérieur, mais on observera aussi qu'il n'y a pas proportionnalité entre les diverses valeurs de chauffage ou de tension plaque et le courant résultant, et qu'une limite est bientôt atteinte après laquelle le courant n'augmente plus. On dit alors qu'on a atteint la *saturation*.

Le courant résultant demeurera constant, pour une de ces valeurs, tant que les conditions de passage des électrons du filament à la plaque ne seront pas modifiées ; mais si, dans l'espace compris entre le filament et la plaque, on intercale une petite grille métallique, faite soit d'un réseau de fils à mailles fines, soit d'un fil tournant en hélice autour

du filament sans le toucher, et qu'on donne à cette grille des charges électriques variables, les conditions de fonctionnement vont immédiatement se modifier ; les électrons ne traverseront plus l'espace filament-plaque avec la même intensité, et le courant dans le circuit extérieur prendra de nouvelles valeurs. C'est ce qui ressort du montage (fig. 70).

Soit un filament F chauffé par une batterie d'accumulateurs, une plaque P placée à quelques millimètres du filament et maintenue au potentiel + 50 volts par batterie de piles B, puis enfin une grille G placée entre la plaque et le filament et susceptible de recevoir en V des charges variables au moyen d'un potentiomètre. On complète le montage en plaçant, dans chacun des circuits filament-grille et filament-plaque, un milliampèremètre témoin, soit M et  $M_1$ .

Si l'on chauffe le filament sans charger la grille, celle-ci sera neutralisée immédiatement et tout se passera à peu près comme si elle n'existait pas, c'est-à-dire que les électrons se rendront sur la plaque et que le milliampèremètre  $M_1$  accusera le passage d'un courant. Si, à ce moment, on soumet la grille à une charge négative — 30 volts, le courant cesse de passer : en effet, la charge négative de la grille équilibre à peu près la charge positive de la plaque. En ramenant progressivement cette charge au potentiel zéro, puis en lui donnant des valeurs positives croissantes, on observera qu'à chaque valeur du potentiel de grille correspondent des déviations particulières de chacun des deux milliampèremètres.

On notera, par exemple, qu'aux environs de — 20 volts le milliampèremètre  $M_1$  commence à dévier tandis que le milliampèremètre M n'accuse le passage d'aucun courant, puis que, pour un potentiel de grille voisin de — 4 volts, le milliampèremètre M dévie à son tour, tandis que l'appareil  $M_1$  indique le passage d'un courant appréciable. Pour des potentiels positifs de grille croissants, les courants de grille et de plaque croissent régulièrement, jusqu'à ce



qu'enfin le courant plaque devienne constant lorsque la saturation est obtenue.

En réunissant par une courbe les points relevés par cette méthode, on obtient un graphique comparable à celui de la figure 71. Ces courbes constituent la caractéristique de la lampe.

En examinant ces courbes on constate que celle du cou-

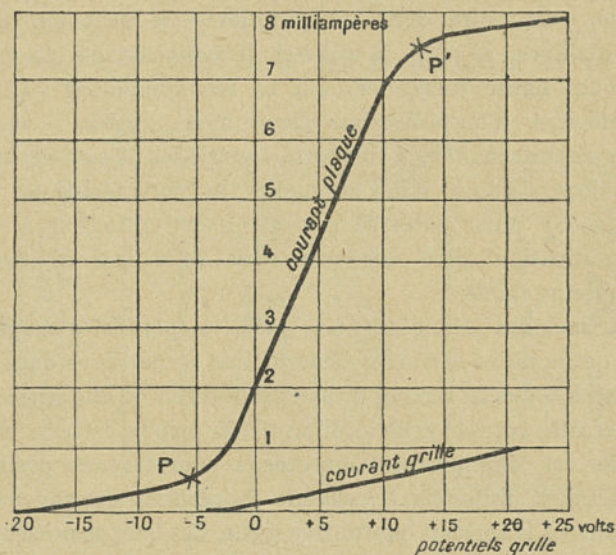


Fig. 71. — Caractéristiques d'une lampe à 3 électrodes indiquant les valeurs des courants plaque et des courants grille en fonction des potentiels grille. (Chauffage sous 4 volts, plaque à + 80 volts.)

rant plaque possède en P et P' des points d'inflexion assez accentuée. Cette particularité précieuse a été mise à profit pour produire un effet détecteur.

Pour d'autres valeurs de chauffage ou de tension plaque, la courbe conserverait encore la même allure mais ses points d'inflexion seraient plus ou moins décalés sur les axes.

Cette même allure générale de la courbe serait exacte encore pour les nombreux types de lampes à 3, 4 et même 5 électrodes que l'on trouve aujourd'hui. La base théorique

de leur emploi n'est pas différente. Mais la lampe, nous le verrons, peut jouer au choix le rôle de détecteur, d'amplificateur de tension haute et basse fréquence, et d'amplificateur de puissance. Or selon ces fonctions il y a des qualités qu'il est plus intéressant de développer en agissant sur sa construction.

La caractéristique que nous avons donnée (fig. 71) peut être considérée comme se rapportant à une lampe universelle, c'est-à-dire dont les propriétés ne sont pas bien spécialisées. A côté de celle-ci il convient de citer les triodes haute fréquence, qui se recommandent par un coefficient d'amplification élevé avec, corrélativement, une résistance interne très forte, les triodes basse fréquence et de puissance dans lesquelles la caractéristique est beaucoup plus redressée correspondant cette fois à une amplification plus modeste mais avec une résistance intérieure faible.

L'insertion d'une seconde grille a permis d'exagérer ou de modifier certaines des qualités recherchées dans les lampes. Dans les lampes dites à grille-écran, où elle se trouve intercalée entre la grille ordinaire et la plaque, cette seconde grille est simplement connectée à une tension positive (inférieure toutefois à celle de la plaque) et nullement soumise à la tension laternative reçue. Ces lampes possèdent l'avantage d'avoir un très gros coefficient d'amplification mais ont aussi une très forte résistance intérieure, telle que leur emploi exige certaines précautions complémentaires (fig. 72).

Enfin il existe aussi des lampes dans lesquelles la grille auxiliaire est insérée entre le filament et la grille ordinaire. Essayées autrefois comme amplificatrices — leur utilisation pouvant s'accommoder d'une faible tension plaque — elles se trouvent aujourd'hui employées surtout dans les changeurs de fréquence (dits bigrilles) ainsi que nous le verrons.

Il ne faudrait pas déduire de cette énumération une déchéance complète de la lampe dite universelle — qui a

conservé jusqu'à présent l'avantage d'un prix moins élevé — mais il convient de se rendre compte que les lampes spécialement construites pourront donner mieux en rendement et en qualité pour la fonction visée. Nous donnerons d'ailleurs quelques autres renseignements supplémentaires sur les propriétés à rechercher dans les lampes, au fur et à mesure des développements à l'occasion desquels le lecteur pourra se rendre compte plus clairement de ces avantages.

Nous avons utilisé, sans les avoir définis, les termes

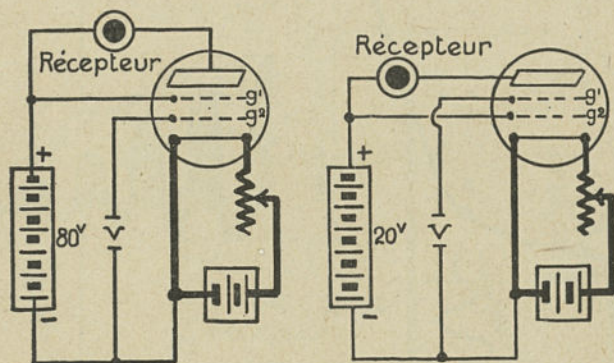


Fig 72. — Lampe à grille-écran. Fig. 73. — Lampe à grille accélératrice.

coefficient d'amplification et résistance intérieure, que l'on trouve d'ailleurs indiqués sur les fiches accompagnant les lampes pour préciser leurs qualités. Mais nous reviendrons un peu plus loin sur ce sujet au cours du fonctionnement en amplificateur.

### Emploi de la lampe comme détecteur

Si, dans le montage de la figure 70, on règle le potentiel de grille à une valeur telle que le courant plaque constant corresponde au point P de la courbe, et qu'on applique ensuite à la grille des charges de signe variable, provenant des oscillations électriques de l'antenne réceptrice, on

pourrait constater que chaque demi-oscillation négative produit une légère diminution du courant plaque, tandis que les demi-oscillations positives provoquent au contraire un fort accroissement de ce courant.

Cela se vérifie par l'examen de la projection des points de la courbe, de part et d'autre du point P (fig. 74).

Le courant résultant étant dissymétrique par rapport à l'axe zéro du courant moyen, la demi-oscillation positive prédomine et il est possible d'exciter un écouteur télépho-

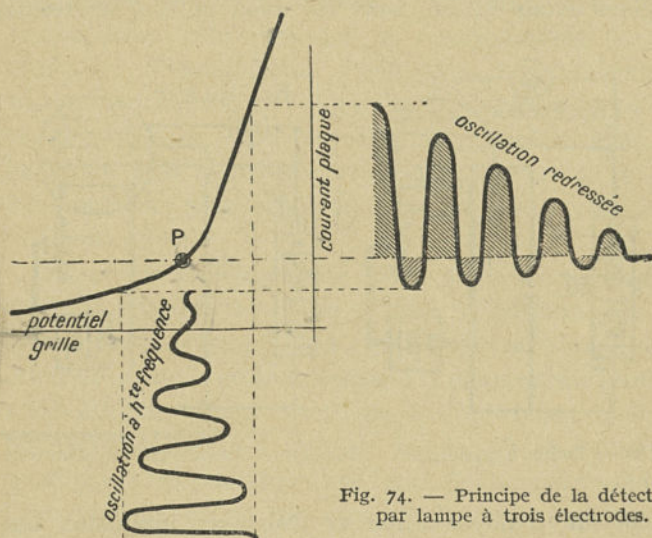


Fig. 74. — Principe de la détection par lampe à trois électrodes.

nique placé dans le circuit de plaque. La lampe fonctionne en détecteur.

Pour maintenir la grille au potentiel d'équilibre désirable on se sert d'une batterie de piles et d'un rhéostat de grande résistance monté en potentiomètre. Pendant longtemps abandonnée au profit de la détection par « condensateur shunté » que nous exposons ensuite, la détection par caractéristique de plaque a retrouvé depuis peu une certaine faveur. C'est qu'elle offre l'avantage de suivre très fidèlement la modulation et l'on préfère, aujourd'hui, abandonner un peu de la puissance au profit de la qualité.

Au lieu d'utiliser une batterie débitant sur le potentiomètre il est plus pratique d'utiliser une batterie fixe ne débitant aucun courant et de parfaire le réglage à l'aide d'un potentiomètre disposé aux bornes de la batterie de chauffage (fig. 125).

On peut agir aussi sur la tension de plaque mais ce mode de réglage est peu employé.

Dans le montage par « condensateur shunté » d'un

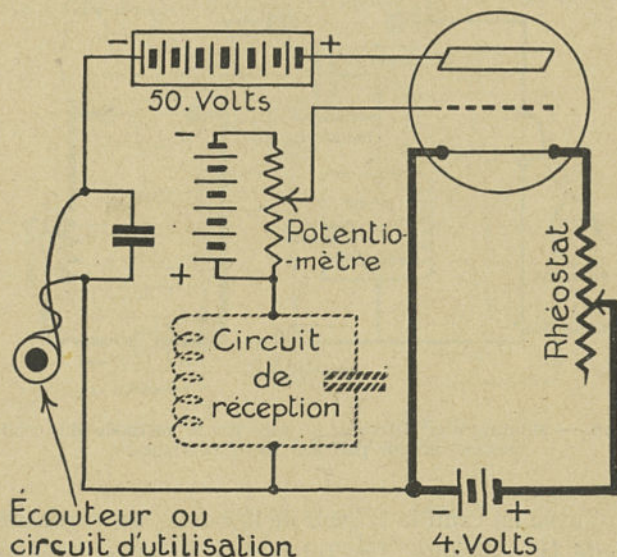


Fig 75. — Montage à détection par la caractéristique de plaque.

rendement meilleur, on utilise le point de fonctionnement de la caractéristique de grille à sa naissance, c'est-à-dire en un point où les charges positives seules créent un courant grille.

Ce montage (fig. 76) supprime l'emploi des piles et du potentiomètre, il exige que la grille soit réunie au pôle + du filament, le potentiel de la grille est défini par une résistance de 3 à 4 mégohms, montée en dérivation aux bornes d'un condensateur de très faible capacité (0,1 à 0,2/10.000 microfarad). Ces valeurs doivent être observées avec une

assez grande exactitude ; à défaut d'appareils de mesure, on peut les définir par tâtonnement, en construisant une série de condensateurs et de résistances que l'on essaye en fonctionnement jusqu'à ce que l'on obtienne satisfaction. La résistance peut être constituée par une bande de papier fort que l'on imprègne d'encre de Chine (fig. 77). En dimi-

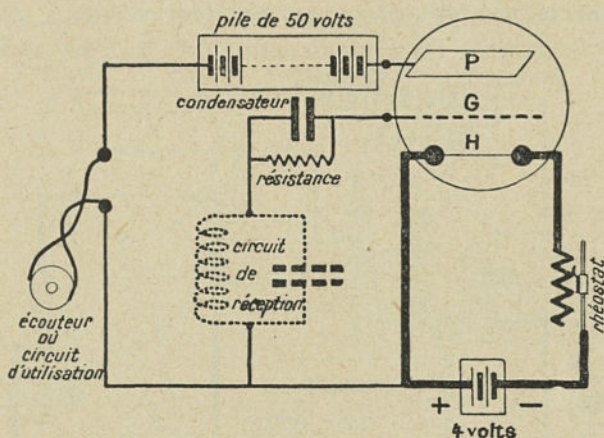


Fig. 76. — Montage d'un détecteur à lampe par la méthode du condensateur shunté par une forte résistance.

nuant avec un canif la largeur de la bande, on augmente à volonté la résistance. Les prises de contact ont une très grande importance ; il est nécessaire qu'elles soient aussi bonnes que possible et invariables.

On peut y parvenir en donnant une grande surface aux extrémités de la bande de papier et en la serrant fortement entre deux plaquettes de laiton, soit directement, soit en interposant au préalable entre le papier et les plaquettes une feuille de papier d'étain. On peut aussi remplacer l'encre de Chine par un trait de crayon tendre tracé sur une bande de papier de 3 à 4 cm. de long. Le condensateur de 0,1 à 0,2 / 10.000 correspond à des armatures de 1 à 2 cm. carrés de surface en employant comme diélectrique du papier huilé ou du mica mince.

Enfin, pour éviter l'action de l'air humide qui pourrait modifier considérablement la résistance de ces organes, il est recommandé de les protéger par une enveloppe isolante enrobée de paraffine.

Les détecteurs à lampes, on le conçoit, ne sont pas influencés et dérégés par les décharges atmosphériques, et leur sensibilité est égale et même supérieure à celle des meilleurs échantillons de galène.

En outre, si l'on examine la figure 74, on peut observer

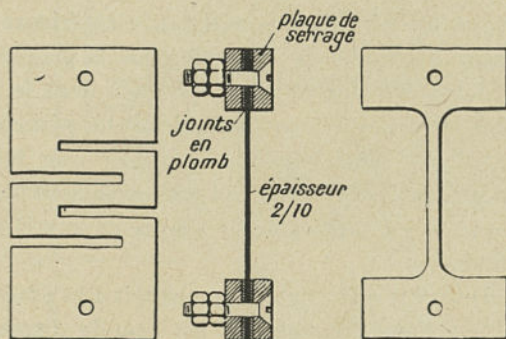


Fig. 77. — Résistances de détection en carton  
R = 3 mégohms. Profils grandeur naturelle.

que non seulement les oscillations sont redressées, mais aussi que l'amplitude des oscillations détectées est plus grande que celle des oscillations appliquées à la grille. On dit qu'elles sont amplifiées.

La lampe joue, en effet, le double rôle de lampe détectrice et de lampe amplificatrice. Cette dernière fonction peut être encore accrue en faisant fonctionner la lampe dans des conditions particulières utilisant l'existence dans le circuit plaque d'un courant de haute fréquence amplifié et non détecté, superposé au courant de basse fréquence (réaction). Il est facile de se rendre compte (fig. 74) que la détection est d'autant plus efficace que les amplitudes reçues sont plus importantes, ce qui souligne l'avantage qu'il peut y avoir à disposer une autre lampe haute fré-

quence avant la détectrice qui permet en plus un accroissement de la sélectivité.

Le choix de la lampe sera surtout fixé selon l'organe auquel elle se trouve associée par son circuit de plaque qui se trouve parcouru par un courant basse fréquence, quelquefois, dans les changeurs de fréquence, par un courant moyenne fréquence. Lorsqu'il s'agit de montage basse fréquence à transformateur, il convient de ne pas favoriser plus spécialement une fréquence, ce qui aboutirait à des résonances désagréables à l'oreille ; dans ce but il importe que la lampe utilisée ait une résistance intérieure assez faible. Il n'en n'est plus de même lorsque la plaque de la détectrice débite sur une résistance, organe dont le rendement, moins élevé par ailleurs, se satisfait de périodes très différentes. Il est alors possible d'utiliser une lampe à forte résistance intérieure ayant un gros coefficient d'amplification ; mais il est préférable de s'en tenir aux lampes à trois électrodes.

Dans tous ces cas où la détection aboutit à la production de courant de basse fréquence, il est bon de disposer un condensateur de l'ordre de 0,5/1.000 microfarad entre la plaque et le filament. Ce condensateur trop faible pour laisser passer la basse fréquence constituera un court-circuit pour la haute fréquence ; il contribuera à la stabilité par le fait que la plaque ne se trouvera pas ainsi soumise aux oscillations haute fréquence non détectées dont l'influence par la capacité grille-plaque est parfois cause d'accrochages intempestifs, suffisants pour empêcher toute réception. Dans le cas de détection par caractéristique de plaque, ce condensateur améliorera même le rendement, les variations de la grille étant d'autant plus efficaces vis-à-vis du courant plaque, que la résistance totale (plus exactement l'impédance) opposée à celui-ci est moins élevée.

La polarisation positive de la grille — dans la détection par condensateur shunté — peut entraîner une consommation inutile du courant continu de plaque avec une saturation du transformateur engendrant des déformations.



Ce phénomène a lieu surtout dans les montages à plusieurs lampes où, la détectrice exceptée, les grilles sont généralement polarisées négativement.

C'est pourquoi on dispose souvent, en série avec le primaire du transformateur inséré sur la plaque de la détectrice, une résistance de l'ordre de 10 à 20.000 ohms et, pour que la tension détectée fournie au transformateur ne soit pas de ce fait altérée, ou shunte cette résistance

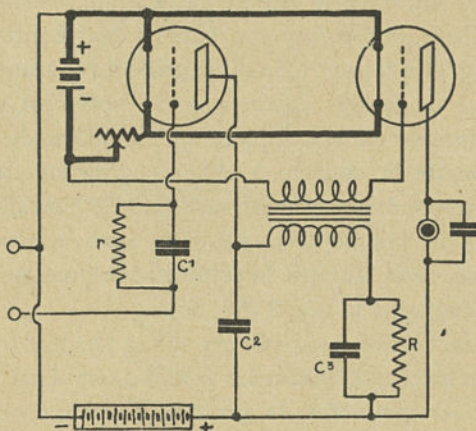


Fig. 78. — Détection par condensateur shunté suivie d'amplification en basse fréquence.

par un gros condensateur de l'ordre de 1 à 2 microfarads qui sera suffisant pour dériver sans pertes notables le courant basse fréquence.

Soulignons enfin que les lampes à chauffage indirect (voir chapitre VIII), par suite de l'avantage qu'elles ont de n'avoir aucune chute de tension le long de la cathode, ont des caractéristiques plus coudées fournissant une détection plus accusée. Il ne faudrait pas cependant exagérer leur avantage à ce sujet.

### Emploi de la lampe comme amplificatrice

Si l'on considère la courbe caractéristique d'une lampe (fig. 71), on remarque qu'au delà et à droite du point P elle devient sensiblement rectiligne et se rapproche de la verticale. C'est cette partie de la courbe qui est employée pour le fonctionnement de la lampe en amplificatrice.

Soit par exemple le point A, correspondant à un courant à peu près nul dans le circuit de la grille, c'est-à-dire au cas où celle-ci est directement réunie à l'extrémité négative du filament. En faisant agir sur la grille un courant variable présentant de faibles différences de potentiel entre ses valeurs limites, on remarquera qu'en raison de la faible inclination de la courbe, à chaque variation de tension grille correspond une grande variation de courant dans le circuit de la plaque (fig. 79). On aura non seulement transformé, mais amplifié le courant d'origine, en empruntant de l'énergie à la pile B (fig. 80).

Il convient de bien s'expliquer sur ce résultat fondamental pour tout ce qui suivra. Le fait d'avoir dans la lampe deux anodes distinctes, la grille et la plaque, conduit à envisager 2 circuits bien distincts que nous avons désignés par circuit de grille et circuit de plaque selon les courants qui les parcouraient. Mais il y a un lien étroit entre ces deux circuits qui est tel que tout se passe comme si l'insertion entre le filament et la grille d'une tension donnée correspondait à l'insertion dans le circuit de plaque d'une force électromotrice qui lui est proportionnelle, le coefficient de proportionnalité étant désigné sous le nom de coefficient d'amplification.

On sait qu'une pile, en même temps qu'elle fournit une certaine tension, présente une résistance intérieure qui vient s'ajouter aux résistances extérieures opposées au courant produit par la pile. Il en est de même dans la lampe. L'étude du circuit plaque exige que l'on tienne compte non seulement de la force électromotrice dépendant de la tension grille mais aussi d'une résistance intérieure qui en est insé-

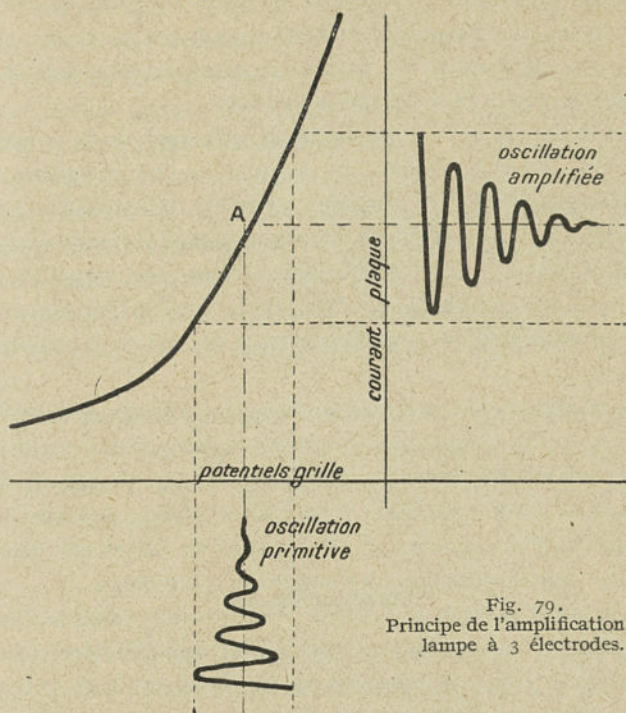


Fig. 79.  
Principe de l'amplification par  
lampe à 3 électrodes.

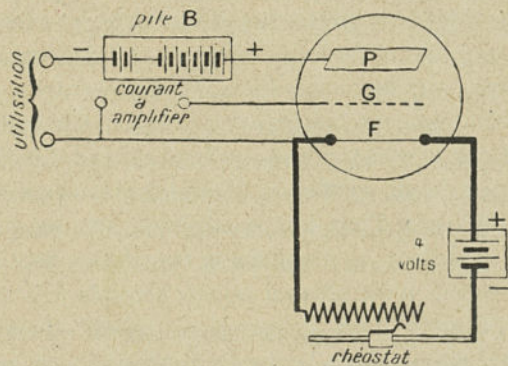


Fig. 80. — Principe du montage d'une lampe amplificatrice.

parable. Sans doute il faut bien se rendre compte que cette comparaison ne saurait être étendue sans précautions mais elle nous permettra de saisir les principes essentiels des montages que nous étudierons plus loin.

Un avantage très appréciable de la lampe est de constituer un relais ne présentant aucune inertie et pouvant fonctionner aux plus grandes vitesses, telles celles qui affectent les variations de courants téléphoniques ou les oscillations, si faibles et si rapides soient-elles, parcourant un récepteur radiotélégraphique. De là l'utilisation, suivant les cas, d'amplification en basse fréquence et en haute fréquence.

Le coefficient d'amplification est très variable suivant le type de lampe ; c'est ainsi que dans la lampe universelle il est voisin de 10, dans les lampes basse fréquence et de puissance il est inférieur à ce chiffre alors que dans les triodes haute fréquence il est souvent de 20 et est élevé jusqu'à 100 et plus dans les lampes à grille-écran.

Cela nous amène à préciser l'expression amplification et anticiper un peu sur ce qui suivra afin d'éviter toute équivoque. Dans les lampes haute fréquence où on se préoccupe essentiellement de transmettre, toujours à une lampe suivante, organe sensible à la tension, la plus forte tension possible, on recherchera particulièrement les lampes à gros coefficient d'amplification (leur forte résistance intérieure permettra d'accroître la sélectivité). Dans les amplificateurs basse fréquence à transformateurs, un meilleur résultat en rendement et surtout en qualité sera obtenu avec une lampe à faible résistance intérieure, propriété que la construction des lampes rend difficilement compatible avec un coefficient d'amplification très élevé.

Lorsqu'il s'agit d'une lampe débitant sur un écouteur ou un haut-parleur, le problème se transforme tout à fait ; car le récepteur n'est plus un organe sensible à la tension, mais à l'énergie dont l'expression dépend du courant modulé qui circule dans le circuit de plaque : on utilisera alors la lampe de puissance dont la caractéristique est très

peu inclinée, qui offre un coefficient d'amplification médiocre mais une résistance intérieure faible. Nous verrons que dans ce cas on peut réaliser aussi des lampes à plusieurs grilles ayant une résistance intérieure élevée mais un gros coefficient d'amplification.

On voit, par ce qui précède, qu'il ne faut pas se laisser guider dans le choix d'une lampe, par le seul coefficient d'amplification, mais qu'il convient avant toute utilisation de réfléchir un peu à son emploi, les tableaux donnés par les principales maisons fournissant les lampes, indiquant d'ailleurs en vue de quelle spécialité telle lampe a été créée.

D'une manière générale — dans les développements qui suivront — nous supposerons que l'on utilise des lampes universelles, à moins que des explications indiquent qu'il n'en est pas ainsi.

### Amplificateurs

Rien ne s'oppose à ce qu'on amplifie à son tour le courant variable parcourant le circuit plaque de la première lampe en la faisant agir, par un montage analogue, sur une seconde et celle-ci sur une troisième, etc.

Toutefois, il y a lieu de remarquer que les variations du courant plaque sont fonction des variations de potentiel appliquées à la grille ; il y a donc intérêt, dans le cas d'amplifications successives, à ne pas utiliser directement les variations de courant plaque, mais à élever leur tension avant de les faire agir sur la lampe suivante.

On utilise pour cela des transformateurs, c'est-à-dire des petites bobines d'induction comportant deux enroulements bobinés généralement sur un noyau magnétique qui sert d'organe de couplage entre les circuits inducteurs et induits.

L'un des deux enroulements, appelé *primaire*, est intercalé dans le circuit plaque de la première lampe, l'autre enroulement, dit *secondaire*, est intercalé dans le circuit

grille de la lampe suivante. Le transformateur fonctionne presque toujours en élévateur de tension, c'est-à-dire que l'enroulement secondaire possède un nombre de spires  $n$  fois plus grand que l'enroulement primaire,  $n$  est alors le rapport de transformation.

Les caractéristiques des transformateurs diffèrent selon qu'on utilise l'amplificateur avant ou après avoir détecté les oscillations. Dans le premier cas, l'amplification et le transformateur sont dits de « haute fréquence », plus fréquemment désignés sous l'abréviation H F ; dans le second cas ils sont de « basse fréquence » ou B F. Les différents montages propres à chacun de ces cas seront examinés plus loin. Dans la pratique on enferme sous un même appareil des combinaisons plus ou moins simples d'étages amplificateurs à haute et à basse fréquence, avec détection intermédiaire.

Il semblerait, à priori, que l'on puisse augmenter indéfiniment le nombre des amplifications successives, soit en haute, soit en basse fréquence.

L'expérience montre qu'il est difficile de dépasser 6 ou 7 étages d'amplification, soit 3 étages haute fréquence et 3 étages basse fréquence.

Les figures 81, 82, 83 donnent respectivement les schémas de principe d'un amplificateur H F à 3 lampes, d'un amplificateur B F à 2 lampes, précédées par 1 lampe détectrice et enfin d'un amplificateur combinant les deux premiers, soit 2 étages haute fréquence, 1 lampe détectrice et 2 étages basse fréquence.

La construction des amplificateurs à transformateurs ne présente de difficulté qu'en ce qui concerne les transformateurs eux-mêmes. L'amateur leur préfère souvent les amplificateurs à résistances dont le rendement et surtout la stabilité sont un peu moins bons, surtout pour longueurs d'ondes au-dessus de 1.000 mètres, mais dont la construction est des plus simples.

Le fonctionnement des amplificateurs à résistances est basé sur la différence de potentiel créée aux bornes d'une

forte résistance (de l'ordre de 80.000 ohms) intercalée dans le circuit plaque d'une lampe amplificatrice.

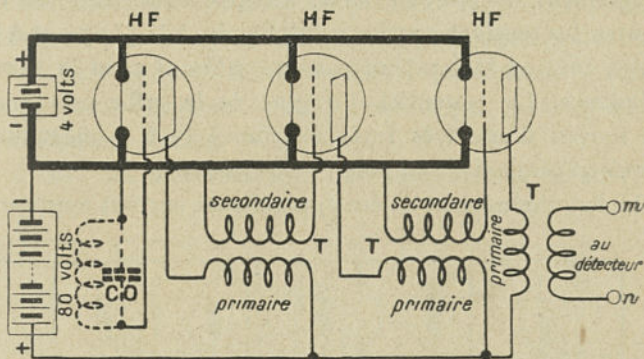


Fig. 81. — Schéma de principe d'un amplificateur haute fréquence à transformateurs.

C O = Circuit d'accord relié à l'antenne. T = Transformateurs de liaison.

Cette différence de potentiel varie évidemment comme

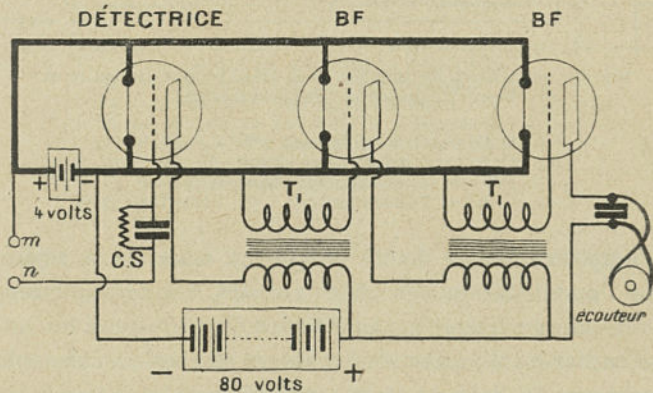


Fig. 82. — Schéma de principe d'un amplificateur basse fréquence.

m, n = Bornes de liaison à l'amplificateur HF.

CS = Condensateur shunté pour détection.

T<sub>1</sub> = Transformateur à fer, basse fréquence.

les potentiels appliqués à la grille, elle est de même sens, de même forme, mais elle est amplifiée.

On l'applique à son tour à la grille de la lampe suivante

par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison de petite capacité (quelques millièmes de microfarad). Son rôle est simplement de pouvoir fixer, indépendamment l'une de l'autre, les tensions continues appliquées à la plaque et à la grille, tout en laissant un passage suffisant pour la haute fréquence. Le potentiel d'origine de la grille est défini au moyen d'une très forte résistance (3 à 5 mégohms) réunie généralement au pôle + du filament.

Le fonctionnement de ces appareils est surtout approprié

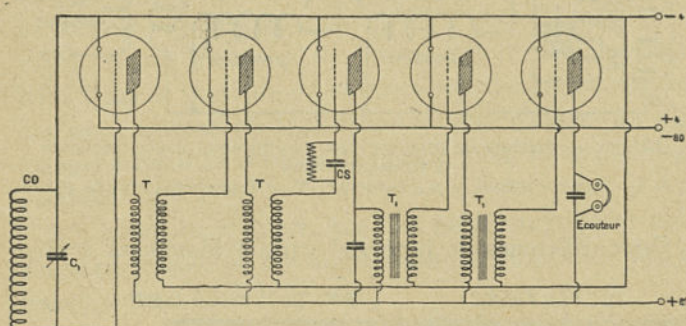


Fig. 83. — Schéma de principe d'un amplificateur de haute et basse fréquence à transformateurs.

- C O = Circuit d'accord relié à l'antenne.  
 C S = Condensateur shunté de détection.  
 T = Transformateur haute fréquence.  
 T<sub>1</sub> = Transformateur à fer, basse fréquence.

à l'amplification de haute fréquence mais est à rejeter pour l'amplification des ondes courtes, car le rendement s'avère alors extrêmement médiocre. On peut aussi les utiliser en basse fréquence sous la réserve d'employer des condensateurs de liaison à forte capacité (20/1.000 microfarad environ). Etant apériodique, cet amplificateur offre l'avantage de ne pas provoquer de déformation sérieuse, mais son rendement est inférieur au montage par transformateur bien que pouvant être amélioré avec des lampes spéciales.

Les résistances sont construites suivant le même procédé que les résistances de circuit grille de la lampe détectrice.



La figure 84 donne le montage d'un amplificateur à résistances à 3 trois étages haute fréquence, suivis d'une lampe détectrice. On peut en pratique supprimer l'étage détecteur en utilisant pour la dernière lampe un condensateur de liaison de faible capacité, qui assimile le fonctionnement détecteur à celui produit par le montage à condensateur shunté.

A coté des amplificateurs que nous venons de citer, il

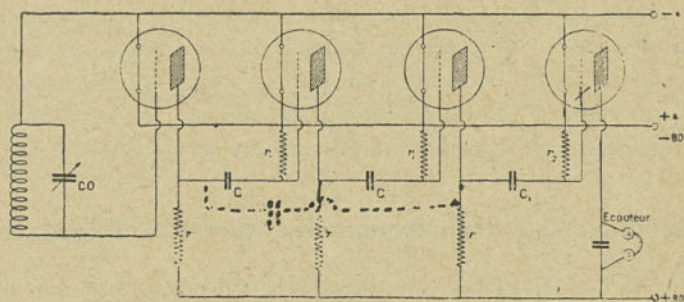


Fig. 84. — Schéma de principe d'un amplificateur HF à résistances avec lampe détectrice.

- $r$  = Résistance fixe de 70.000 ohms.
- $r_1$  = Résistance fixe de 3 mégohms.
- $r_2$  = Résistance fixe de 4 à 5 mégohms.
- CO = Circuit d'accord relié à l'antenne.
- C = Condensateur fixe de 0,5 à 1/1.000 mf.
- $C_1$  = Condensateur fixe de 0,05 à 1/1.000 mf.

existe ensuite des montages dits à résonance, spéciaux pour la haute fréquence, qui offrent l'avantage d'accroître la sélectivité et de donner un excellent rendement. Toutefois il est bon de ne pas dépasser plus de 2 étages pour conserver une stabilité suffisante et ne pas compliquer les réglages. Nous nous expliquerons plus loin sur ce mode d'amplification.

Quel que soit le montage et le type d'amplificateur employés, il est nécessaire de prévoir le chauffage des filaments et de maintenir la plaque à un potentiel constant. Ces questions seront exposées dans le dernier chapitre auquel nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter.

## Transformateurs

Les transformateurs jouent un rôle primordial dans la construction des amplificateurs ; ils présentent des caractéristiques très différentes suivant le rôle qui leur est assigné. En règle générale, ils ont pour but d'amener la tension d'un courant à une valeur mieux appropriée à leur utilisation. Ils servent en même temps d'organes de liaison entre deux circuits.

Ainsi qu'on l'a vu, on utilise, en pratique, deux catégories assez distinctes de transformateurs : les uns parcourus par des courants non redressés sont appelés transformateurs de haute fréquence, les autres placés après le détecteur sont appelés transformateurs de basse fréquence.

### Montage des transformateurs de basse fréquence

Les transformateurs de basse fréquence servent à élever la tension du courant dans le circuit plaque d'une première lampe (lampe détectrice par exemple) avant de l'appliquer à la grille de la lampe suivante, ils jouent alors le rôle de transformateurs de couplage (fig. 83). Leur rapport de transformation, c'est-à-dire le rapport de la tension appliquée au circuit primaire à celle de la tension mesurée aux bornes du secondaire, varie en moyenne de 3 à 5. Cela revient à dire que l'enroulement primaire comporte 3 à 5 fois moins de spires que l'enroulement secondaire. Lorsqu'on fait usage de plusieurs étages basse fréquence, il est préférable d'employer des transformateurs à rapports de transformation décroissants, en réservant le rapport 5 au transformateur de la lampe détectrice et le rapport 3 ou 2 à celui de la dernière lampe.

En se reportant aux montages standard des amplificateurs (fig. 82), on voit que l'écouteur téléphonique ou le casque est monté en série sur le circuit plaque de la dernière lampe.

Dans ces conditions, il est parcouru non seulement par le courant variable dû aux signaux, mais aussi par le

courant constant de la lampe. Ce courant, bien que très faible, n'est pas négligeable et est capable, si la polarité de l'écouteur n'a pas été observée, de produire un flux de désaimantation tel que l'écouteur perdra rapidement sa sensibilité. On peut parer à cet inconvénient de diverses façons, mais la plus efficace et la plus rationnelle consiste à faire usage d'un transformateur basse fréquence de sortie, appelé transformateur téléphonique. Le rapport de transformation est déterminé par la résistance des écouteurs qu'on utilise. Si ces écouteurs sont de grande

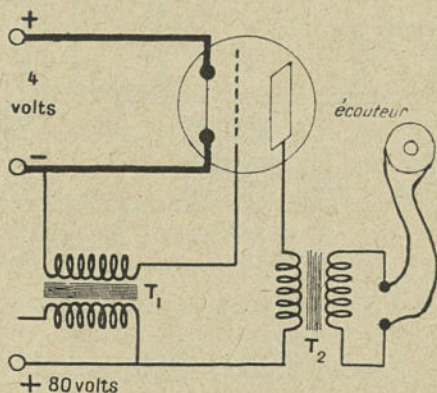


Fig. 85. — Montage d'un écouteur par l'intermédiaire d'un transformateur de sortie.

T<sub>1</sub> = Transformateur BF (rapport 3).

T<sub>2</sub> = Transformateur téléphonique de sortie (rapport 1).

résistance (3.000 à 4.000 ohms), on utilise le rapport 1, c'est à-dire que les spires primaires et secondaires seront en nombre égal. Si, au contraire, les écouteurs ont des résistances faibles, soit 200 à 500 ohms, on fait fonctionner le transformateur en abaisseur de tension et l'on utilisera le rapport 0,3 ou 0,2.

Dans tous les cas, l'écouteur est monté en série aux bornes du circuit secondaire (fig. 85).

Par opposition, les transformateurs basse fréquence peuvent encore être utilisés comme transformateurs d'en-

trée, c'est-à-dire servir d'organe de liaison entre un détecteur à cristal, par exemple, et la première lampe amplificatrice basse fréquence, et permettre ainsi d'appliquer à la grille des variations de potentiel  $n$  fois plus élevées que celles existant réellement aux bornes du détecteur. Le rapport de transformation  $n$  est dans ce cas voisin de 5 à 6.

En réalité, on monte le primaire du transformateur en série dans le circuit de détection à la place qu'occuperait le casque téléphonique si l'on faisait de l'écoute directe.

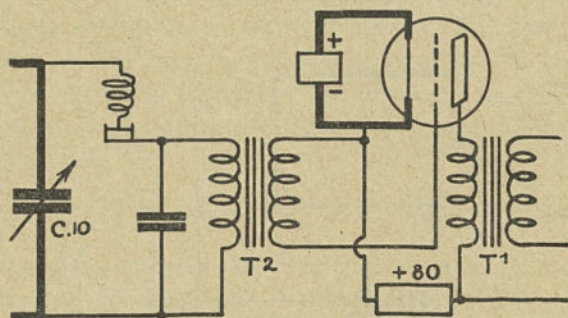


Fig. 86. — Montage d'un transformateur d'entrée aux bornes d'un détecteur.

C/O = Circuit d'accord relié à l'antenne.

T<sub>1</sub> = Transformateur normal BF (rapport 4).

T<sub>2</sub> = Transformateur d'entrée (rapport 6).

Il est avantageux de maintenir aux bornes du primaire un petit condensateur de 1 ou 2/1.000 microfarad (fig. 86).

Il importe aussi que le courant filament-grille à travers le secondaire soit nul, sa présence étant susceptible de créer des déformations. Dans ce but il faut avoir soin de connecter le secondaire au pôle négatif de la batterie de chauffage, en intercalant le rhéostat de chauffage entre cette connexion et la batterie (fig. 78). La grille se trouve ainsi à un potentiel moyen négatif par rapport au filament. Il est même préférable, surtout en ce qui concerne la dernière lampe dont les variations de la tension grille sont souvent assez élevées, d'abaisser encore cette tension moyenne de quelques volts, par exemple à l'aide d'une pile de lampe de poche.

### Construction d'un transformateur de basse fréquence

La construction des transformateurs basse fréquence, comme celle d'ailleurs de tous les transformateurs à noyau magnétique, est sinon difficile, du moins peu praticable pour l'amateur qui, le plus souvent, ne dispose que d'un outillage rudimentaire et de peu de matériaux.

D'excellents transformateurs se trouvent dans le commerce à des prix suffisamment bas pour que l'amateur n'ait aucun intérêt à entreprendre lui-même la fabrication de ces appareils. Voici toutefois un moyen simple de les construire :

Dans tous les transformateurs basse fréquence le circuit magnétique est fermé, c'est-à-dire que le flux magnétique, issu du noyau, n'a aucun espace d'air à franchir, il se referme sur lui-même, à l'extérieur de la bobine, par un chemin magnétique qui lui est imposé.

On choisit comme support de l'enroulement une bobine ayant un diamètre égal à sa longueur, soit 35 à 40 mm., et possédant un trou axial de 15 à 18 mm.

Après avoir pris les précautions d'isolement d'usage on bobine d'abord un premier enroulement, soit le primaire, que l'on recouvre d'une double couche de papier ou de fine toile isolante, puis on procède au bobinage du secondaire, et on termine la bobine en la recouvrant d'une gaine protectrice et isolante. Les extrémités d'enroulement sont sorties en temps opportun à travers des trous pratiqués dans les joues de la bobine. Les fils de sortie sont généralement faits en câble souple et fin, bien isolé, connecté et soudé intérieurement au fil de l'enroulement.

Le circuit magnétique est en fil de fer. On utilise pour le constituer du fil de 4 à 6/10 de mm. que l'on trouve chez les quincailliers spécialistes par bobines de 100 à 200 grammes.

On l'étire légèrement pour le rendre bien droit et on le coupe en bouts à peu près égaux, de 12 à 15 cm. de long,

qu'on entre dans le trou de la bobine en les faisant dépasser d'une égale longueur de chaque côté des joues, de façon à constituer un faisceau aussi serré que possible (fig. 87). Il suffit alors de rabattre les bouts dépassant en les répartissant à peu près également sur tout le pourtour de la bobine.

Si la longueur des brins de fil de fer a été bien calculée, ceux-ci doivent se raccorder et même se chevaucher un peu vers le milieu de la bobine. On achève le transformateur en immobilisant les fils de fer contre la bobine au moyen d'un

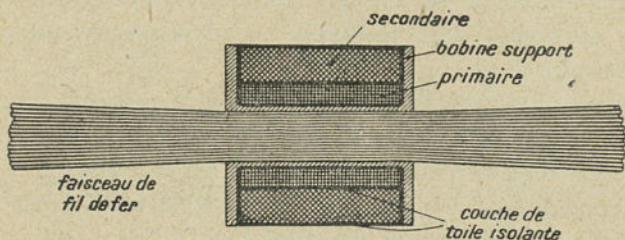


Fig. 87. — Construction d'un transformateur basse fréquence.

frettage et en plongeant le tout dans de la paraffine en fusion, jusqu'à ce qu'il n'apparaisse plus de bulles d'air à l'extérieur du transformateur (fig. 88). Ne pas employer de fil de fer galvanisé, lui préférer, au contraire, du fil de fer oxydé et au besoin l'oxyder légèrement en le chauffant.

La présence d'oxyde à la surface du fer a, en effet, pour objet d'empêcher la formation de contacts d'un fil à l'autre et la création de courants parasites dans la masse magnétique.

Le fil employé pour le bobinage peut être, sans inconvénient, de même section au primaire qu'au secondaire.

Afin de ne pas être conduit à donner de trop grandes dimensions aux bobines, on emploie du fil très fin, de 6 à 10/10 de millimètre, isolé par un guipage de soie, ou par une couche d'émail.

Le nombre de spires varie suivant la nature des transformateurs, il est en moyenne de 4.000 à 5.000 spires

pour le primaire des transformateurs à rapport 5, et de 5.000 à 6.000 spires pour ceux à rapport 3. Les transformateurs de sortie ont un bobinage primaire de 6.000 à

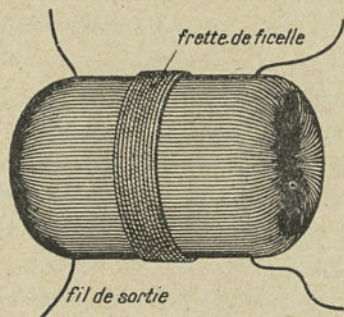


Fig. 88. — Transformateur basse fréquence terminé.

8.000 spires, tandis que les transformateurs d'entrée n'en ont guère plus de 3.000. Connaissant le rapport de trans-

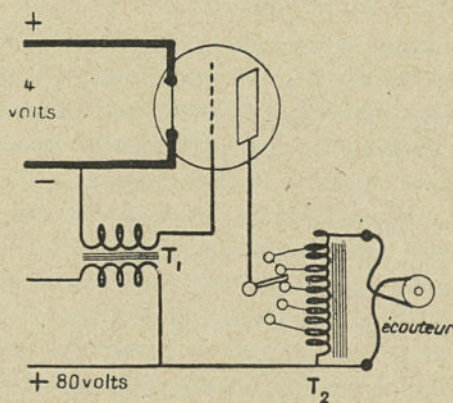


Fig. 89. — Montage d'un auto-transformateur de sortie à rapport variable selon le type d'écouteur.

formation il est facile de trouver le nombre de spires du secondaire.

Les montages à transformateurs basse fréquence peuvent donner une amplification de l'ordre de 25 à 30 par étage.

L'emploi de lampes à faible résistance intérieure améliore la fidélité de la reproduction.

Enfin, dans la catégorie des transformateurs de basse fréquence, on peut aussi ranger les auto-transformateurs à fer dont l'emploi est assez commode dans les montages d'étude et qui peuvent, en particulier, remplacer les transformateurs de sortie.

Ces auto-transformateurs se composent d'un enroulement unique de 10.000 spires, par exemple, avec des sorties toutes les 1.000 spires. Le circuit magnétique est établi de même façon que celui des transformateurs ordinaires basse fréquence.

Ils sont montés, soit en abaisseur, soit en élévateur de tension, suivant le type d'écouteur employé. On détermine par tâtonnement, au moyen de prises variables, le rapport de transformation qui convient le mieux (fig. 89).

### Transformateurs de haute fréquence

Le montage, le fonctionnement et, jusqu'à un certain point, la construction des transformateurs de haute fréquence sont identiques à ceux des transformateurs de basse fréquence, avec cette différence, cependant, qu'ils fonctionnent moins en transformateurs qu'en organe de couplage. On peut utiliser, dans ce but, des transformateurs, soit à circuit magnétique, soit sans fer. Les premiers sont de construction d'autant plus difficile qu'ils exigent l'emploi de tôle extra-mince ou de fil de fer de très faible section, aussi leur préfère-t-on le plus souvent les transformateurs sans fer pour la construction des postes d'amateurs. On peut également faire usage de transformateurs à noyau magnétique rectiligne, possédant deux circuits distincts, primaire et secondaire.

Enfin, on peut imposer, soit au primaire, soit au secondaire des transformateurs, une période propre d'oscillation en montant à leurs bornes un condensateur variable. On réalise par ce procédé des amplificateurs à réso-



nance, à un ou plusieurs étages, dont l'effet sélectif très marqué augmente la syntonie des ensembles récepteurs, jusqu'à permettre de séparer très facilement deux émissions de longueurs d'onde différant seulement de 1 % de la valeur de l'une d'elles.

### Transformateurs sans fer

Ils sont constitués en principe par deux enroulements fortement couplés montés sur le même axe. Le plus souvent ces enroulements sont faits de deux bobines plates enroulées soit en vrac, soit en fond de panier, soit en nid d'abeilles. Ces derniers types de bobinage sont évidemment recommandables en raison de leur faible capacité répartie. Ce type de transformateur n'est pas très sélectif, mais cependant la gamme d'onde, propre à chacun d'eux, est assez limitée. Aussi est-on conduit à employer soit des transformateurs à prises multiples, reliées à des plots, soit mieux des bobines interchangeables dont les fils de sortie se terminent par des fiches (fig. 90). Sur ces bases, on peut réaliser, par exemple, un jeu de bobines pour la réception des ondes de 200 à 4.000 mètres et comportant approximativement au primaire :

LONGUEUR D'ONDE	DIAMÈTRE MOYEN	LARGEUR	NOMBRE DE SPIRES
200 à 500	50 mm.	20 mm.	90
450 à 1.100	50 mm.	20 mm.	180
1.000 à 1.900	50 mm.	20 mm.	300
1.800 à 2.800	50 mm.	20 mm.	400
2.700 à 4.000	50 mm.	20 mm.	550

La bobine secondaire comporte environ 2 à 2,5 fois plus de spires que la bobine primaire.

Il existe encore un procédé de couplage des lampes amplificatrices qui, par son principe, se rapproche plus

des amplificateurs à résistances que des amplificateurs à transformateurs.

Ce procédé consiste à remplacer la résistance de 80.000

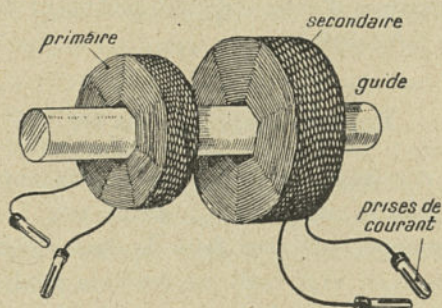


Fig. 90. — Montage d'un transformateur HF sans fer par bobines interchangeables.

ohms, propre aux montages des amplificateurs à résistances, par une self de blocage assez forte qui se comporte de même façon, avec cette différence, cependant, que,

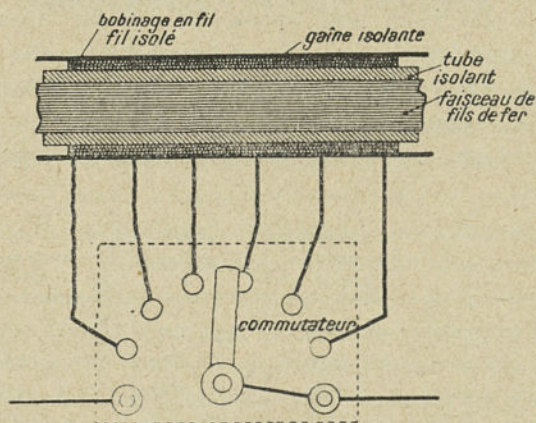


Fig. 91. — Construction d'une self variable à plots, remplaçant les résistances des amplificateurs.

la résistance apparente d'une self variant avec la fréquence du courant qui la parcourt, on devra donner à cette self une valeur d'autant plus faible que la longueur d'onde sera plus petite.

Le circuit magnétique est fait d'un faisceau de fil de fer fin oxydé, de 1 à 1,2 mm. de diamètre et de 10 à 12 cm. de longueur, recevant environ 1.800 spires de fil réparties en trois ou quatre couches sur toute la longueur. Des sorties pratiquées toutes les 300 spires environ sont réunies aux plots d'un commutateur (fig. 92). On peut également obtenir le même résultat en pratiquant le bobinage sur un

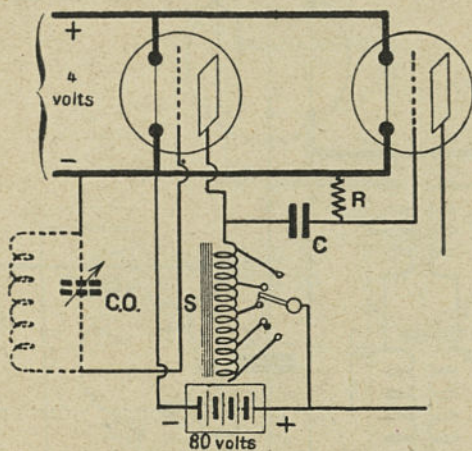


Fig. 92. — Montage d'une self à fer à prises variables au lieu et place de la résistance d'un amplificateur HF.

C/O = Circuit d'accord relié à l'antenne.

C = Condensateur fixe de 0,1 à 0,2/1.000 mf.

R = Résistance fixe de 3 à 5 mégohms.

S = Self à fer avec sorties intermédiaires reliées aux plots d'un commutateur.

tube de carton, et en faisant mouvoir, à l'intérieur de ce tube, le faisceau magnétique, jusqu'à ce qu'on obtienne une amplification convenable.

Nous avons dit que, en disposant un condensateur variable aux bornes du primaire ou du secondaire d'un transformateur haute fréquence sans fer, on pouvait obtenir un appareil très sélectif. Ce montage offre encore l'avantage de donner un bon rendement, aussi est-il très utilisé.

Le principe de ces montages n'est pas très différent de ceux que nous venons de voir ; le circuit oscillant constitué par le condensateur et l'un des bobinages du transformateur

se présente au regard du circuit plaque comme une résistance de très forte valeur pour la longueur d'onde correspondant à l'accord réalisé. Ce résultat sera obtenu dans des conditions très satisfaisantes au double point de vue du rendement et de la sélectivité, si ce circuit est peu

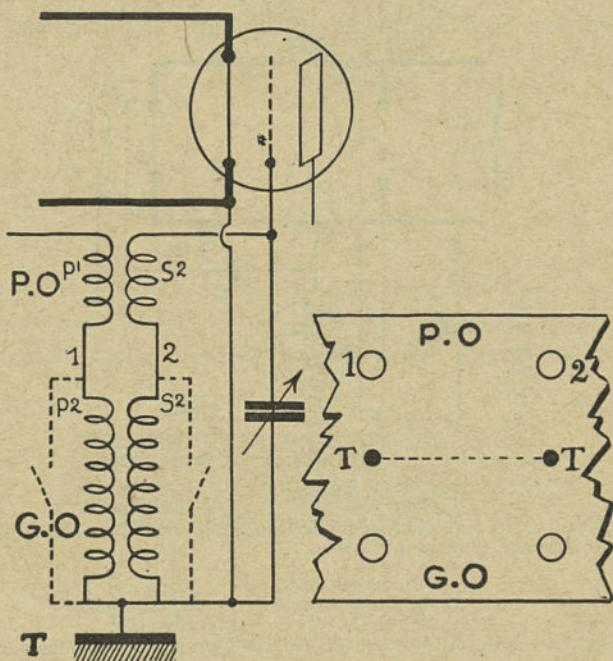


Fig. 93. — Exemple de commutateur P.O., G.O.

amorti ce qui implique qu'il faut soigner tout particulièrement son bobinage et le choix du condensateur. Le rapport entre la tension aux bornes du secondaire et celle reçue peut être, dans ces conditions, supérieur au coefficient d'amplification de la lampe, chiffre qui n'est jamais atteint dans les montages à résistance ou à bobine de self.

La construction de bobinages convenant à la fois aux grandes ondes de l'ordre de 1.500 mètres et aux petites ondes comprises entre 200 et 600 mètres n'est pas pratiquement réalisable dans de bonnes conditions. Pour obvier

à cet inconvénient on utilise généralement 2 (ou même 3) transformateurs de caractéristiques différentes que l'on utilise séparément selon les ondes reçues, le même condensateur pouvant servir pour les petites ondes et les grandes ondes.

On se sert parfois de transformateurs amovibles se fixant à l'aide de broches et qu'il est très facile de changer. Les broches sont reliées aux extrémités des enroulements

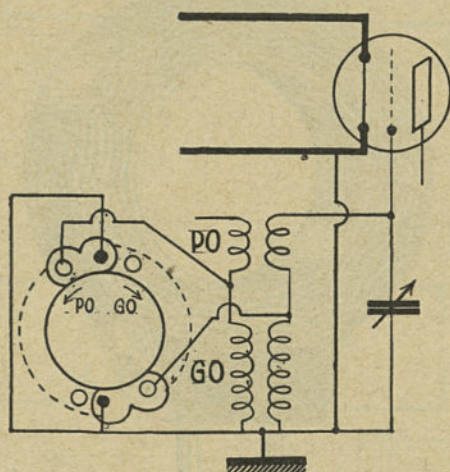


Fig. 94. — Exemple de commutateur rotatif.

et s'adaptent d'autre part sur des supports appropriés.

On emploie très souvent aussi des commutateurs pour mettre en circuit l'organe désiré. Considérons le montage de la figure 93 dans laquelle  $p_1$  et  $s_1$  désignent le primaire et le secondaire du transformateur petites ondes, tandis que  $p_2$  et  $s_2$  représentent le primaire et le secondaire du transformateur grandes ondes. Lorsque les primaires et les secondaires sont en série l'appareil peut servir à la réception des grandes ondes ; pour passer aux petites ondes il suffit très simplement de court-circuiter le primaire et le secondaire du transformateur  $p_2$   $s_2$ . On peut réaliser cette disposition à l'aide d'un commutateur à 2 couteaux se

manceuvrant simultanément. Il est possible aussi de constituer un commutateur tournant qui donne le même résultat (fig. 94 ; voir aussi la fig. 124 qui fournit une solution un peu différente).

Bien que (fig. 94) les enroulements grandes ondes soient court-circuités dans la position petites ondes qui supprime les bouts morts, il est préférable de prendre des précautions

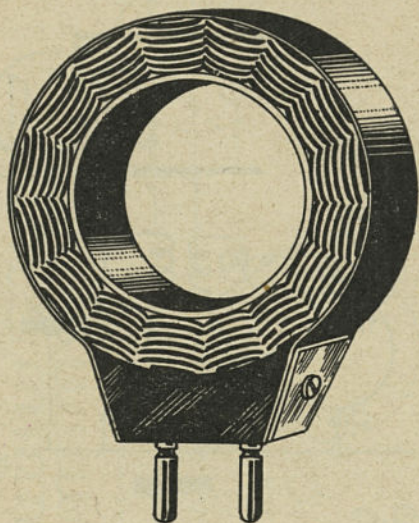


Fig. 95. — Exemple de bobine interchangeable.

pour que les transformateurs n'aient aucune induction mutuelle entre eux.

Les enroulements grandes ondes auront environ 300 spires de 5 centimètres de diamètre intérieur au secondaire et 150 au primaire. Pour les enroulements petites ondes on prendra 70 spires au secondaire et 35 spires au primaire toujours de 5 cm de diamètre environ. Le condensateur d'accord aura alors 1/1.000 microfarad.

A côté des montages à transformateur accordé existent des montages dits à résonance qui s'en rapprochent beaucoup. Le transformateur est simplement remplacé par

une self sans fer aux bornes de laquelle est dérivé un condensateur variable dont le réglage permet une excellente sélectivité.

La tension obtenue aux bornes de la self est reportée sur la grille de la lampe suivante à l'aide d'un condensa-

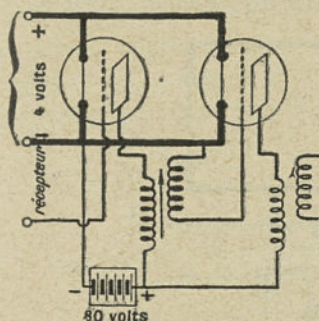


Fig. 96. — Principe de montage d'un transformateur HF sans fer.

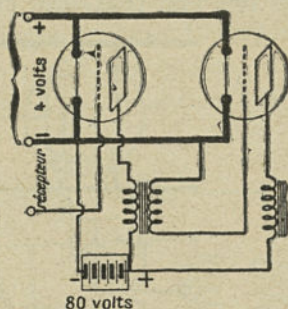


Fig. 97. — Principe de montage d'un transformateur HF à fer.

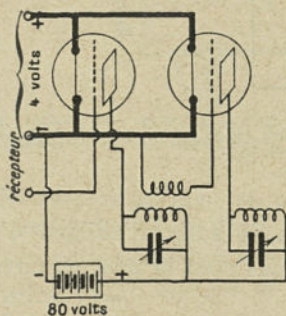


Fig. 98. — Principe de montage d'un transformateur HF à résonance.

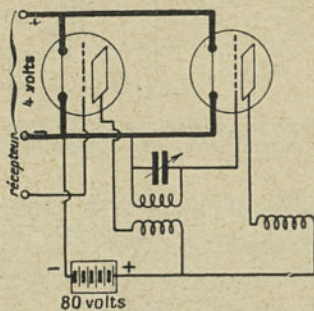


Fig. 99. — Principe d'un transformateur de montage HF à résonance (variante).

teur de liaison de l'ordre de  $1/1.000$  microfarad exactement comme dans les montages à résistances.

Les selfs auront 300 spires (de 5 cm.) pour les grandes ondes et 70 spires pour les petites ondes, le condensateur variable étant toujours de  $1/1.000$  microfarad.

Ces montages ont retrouvé une certaine vogue depuis l'apparition des lampes à écran avec lesquelles ils s'adaptent parfaitement. Ils permettent de faire valoir dans de bonnes

conditions le coefficient d'amplification élevé atteint par ces lampes en même temps que leur forte résistance intérieure contribue à accroître la sélectivité. Naturellement ces résultats ne peuvent être atteints en dehors d'un condensateur à faible amortissement et d'une bobine de self très peu résistante et à faible capacité répartie, ce

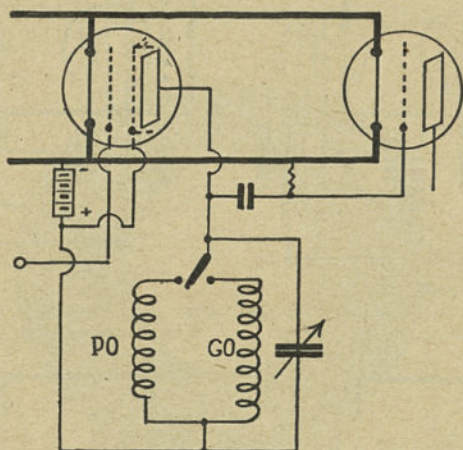


Fig. 100. — Montage à résonance avec lampe à écran (on donne souvent à l'écran une tension inférieure à celle appliquée à la plaque).

qui implique encore l'utilisation de selfs différentes selon la catégorie des ondes reçues. Il suffit d'ailleurs d'un simple commutateur à 2 directions pour la mise en circuit de la self voulue (fig. 100).

### Emploi de la lampe comme oscillatrice

Une oscillation électrique peut être comparée aux mouvements d'un pendule qui a reçu une première impulsion. Si l'on abandonne ce pendule à lui-même, il ne tarde pas à s'arrêter en raison des résistances qu'il rencontre dans sa course. Pour entretenir son mouvement, il faut périodiquement communiquer au pendule une impulsion nouvelle, il pourra alors continuer à osciller, en empruntant à une source étrangère l'énergie qu'il perd



à chaque déplacement. C'est le cas du balancier d'horloge auquel un ressort moteur communique, par l'intermédiaire d'un échappement, l'énergie nécessaire à l'entretien du mouvement. C'est encore le cas de la balançoire qu'une main secourable renvoie en avant à chaque course.

On peut reproduire un mécanisme analogue et entretenir des oscillations électriques de haute fréquence dans un circuit approprié, ou une antenne, en faisant agir sur la grille d'une lampe à vide une oscillation initiale, et en disposant les circuits de telle façon que le courant plaque

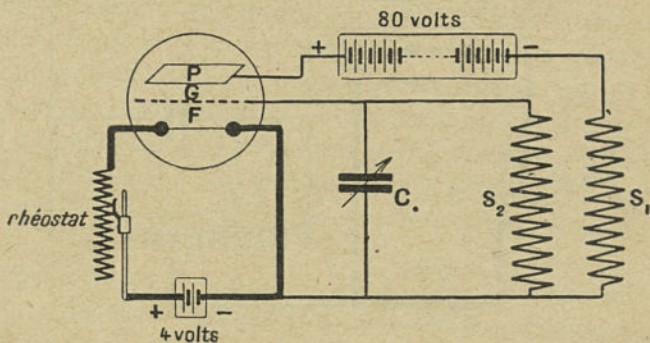


Fig. 101. — Montage d'un générateur d'oscillations (Couplage par réaction des selfs  $S_1$  et  $S_2$ ).

résultant réagisse à son tour sur la grille de la même lampe et donne naissance à une nouvelle oscillation. Le phénomène étant amorcé se reproduit périodiquement.

L'énergie nécessaire à l'entretien des oscillations est fournie par une batterie de piles ou d'accumulateurs placée dans le circuit plaque.

L'action du circuit plaque sur le circuit grille ou *couplage* peut être faite de plusieurs façons :

Soit au moyen de deux bobines de self-induction, l'une  $S_1$ , disposée dans le circuit plaque en série avec la batterie de piles ou d'accumulateurs, l'autre  $S_2$ , placée dans le circuit grille et comportant à ses bornes un condensateur  $C$ .

L'ensemble C et  $S_2$  constitue un véritable circuit oscillant dont la période propre d'oscillation dépendra des valeurs de la self et de la capacité qui le composent (fig. 101).

Le circuit oscillant peut également être disposé dans le circuit plaque ; dans ce cas le circuit grille ne comporte qu'une simple self-inductance de couplage.

On peut enfin obtenir le couplage des deux circuits au moyen d'un condensateur. Dans ce cas le montage est celui

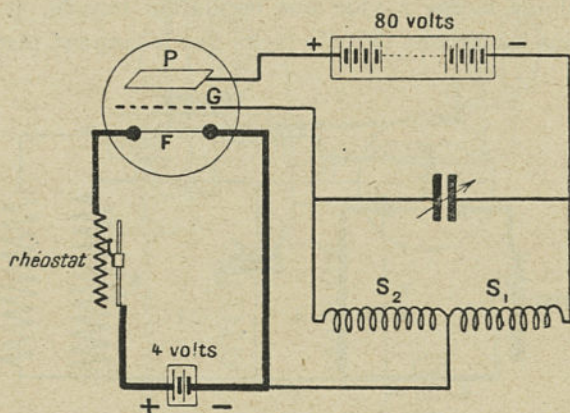


Fig. 102. — Montage d'un générateur d'oscillations (Couplage des circuits par condensateur).

de la figure 102. Le circuit oscillant est alors formé d'une capacité C et des deux self-inductances  $S_1$  et  $S_2$  qui peuvent être ou non couplés entre elles. Dans ce dernier cas le couplage a lieu uniquement par la capacité du circuit oscillant que forme le condensateur avec les 2 selfs. C'est le couplage électrostatique. La tension alternative reçue aux bornes de  $S_1$  dans le circuit plaque provoque un courant dans la dérivation du condensateur et de la self  $S_2$  tel que la tension obtenue aux bornes de  $S_2$  se trouve renversée par rapport à celle existant aux bornes de  $S_1$ .

### Hétérodynes

En utilisant, pour ces divers montages, un condensateur variable, il est possible de donner aux oscillations du circuit une période quelconque, réglable et de même ordre de grandeur que celles employées par les postes émetteurs.

On aura ainsi réalisé un petit émetteur local, ayant évidemment un faible rayonnement, mais qui pourra se comporter comme un vibreur étalonné, et le remplacer avantageusement. Cet appareil a reçu le nom d'*hétérodyne*.

On a vu que la réception des ondes entretenues n'était possible qu'à la condition, soit de les fractionner, soit de les renforcer périodiquement en superposant aux oscillations de fréquence  $f$  de l'onde à recevoir, d'autres oscillations de fréquence  $f'$  plus grandes ou plus petites que  $f$ , et telles que la fréquence des battements résultants soit égale à  $f - f'$  ou  $f' - f$ .

Il apparaît tout de suite que l'hétérodyne constitue un moyen commode non seulement d'engendrer des oscillations locales, mais aussi, par le jeu du condensateur variable, de les produire à telle fréquence qu'on désire.

On est donc maître de faire varier la fréquence des battements rendus audibles après détection et par conséquent la hauteur de son des signaux suivant les facultés auditives de chacun.

Ce procédé a, sur le tikker, l'avantage d'être d'un fonctionnement plus constant et surtout de renforcer considérablement l'intensité des signaux reçus, car il y a apport d'énergie. C'est aussi un moyen supplémentaire de sélection puisque la même onde peut être perçue en interférant avec les oscillations soit de fréquence supérieure, soit de fréquence inférieure à celle de l'onde reçue, et qu'on peut ainsi éviter de produire des battements avec un poste brouilleur émettant sur une longueur d'onde très voisine.

Il faut remarquer que les longueurs d'onde employées

en T. S. F. vont, en pratique, de 150 ou 200 mètres jusqu'à 2.000 ou 3.000 mètres. Il ne peut être question d'obtenir une gamme d'ondes aussi étendue avec un condensateur variable de capacité normale (1/1.000 microfarad). Aussi, en pratique, a-t-on recours à l'emploi de selfs variables, ou mieux d'un jeu de selfs fixes qu'on intercale dans le circuit oscillant au moyen d'un commutateur à plots ou à fiches.

Le nombre et la grandeur de ces bobines de self dépendent à la fois de la capacité du condensateur utilisé et de la gamme de fréquences qu'on veut obtenir.

### Construction d'une hétérodyne

Si l'on désire seulement faire un essai et se contenter de recevoir les petites et moyennes longueurs d'onde, on peut utiliser une simple bobine à deux curseurs, montée suivant le schéma (fig. 103). La self-inductance de la bobine aura une valeur quelconque, aussi grande que possible, soit par exemple 200 spires de 10 cm. de diamètre (bobine de type courant). Le condensateur variable aura une capacité d'environ 1/1.000 microfarad. Le réglage de ce condensateur est très précis et la moindre variation du faisceau d'armatures mobiles entraîne une variation de la note et même la disparition du phénomène de battements ; aussi, très souvent, le condensateur variable est-il doublé d'un second condensateur également réglable, mais dont les variations de capacité en fonction du déplacement des armatures sont beaucoup plus petites. Ce condensateur sert à parfaire le réglage et à amener la note à la hauteur de son désirée, sa capacité est environ dix fois plus petite que celle du condensateur principal. Enfin, le pouvoir rayonnant du circuit oscillant étant limité au voisinage immédiat de l'hétérodyne, et l'appareil étant généralement peu maniable, on fait volontiers usage d'une self montée électriquement dans le circuit de plaque, mais extérieure à l'appareil auquel elle est réunie par un double

conducteur, assez long pour atteindre l'ensemble récepteur. Cette self dite « bobine d'exploration » ne comporte que 15 à 20 spires de 10 cm. de diamètre. Elle se place dans le champ électrique des selfs d'accord primaire ou secondaire du récepteur.

La construction d'une hétérodyne est relativement simple et son fonctionnement assuré ; aussi l'amateur a-t-il intérêt à réaliser définitivement un appareil permettant la réception de toutes les ondes, petites et grandes, condi-

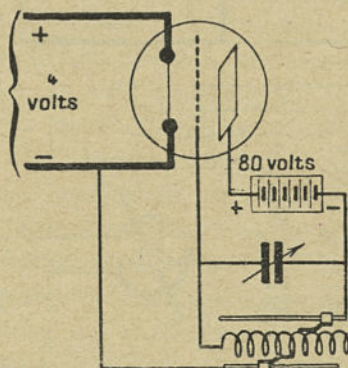


Fig. 103. — Montage d'une hétérodyne simple au moyen d'une bobine ordinaire à 2 curseurs.

tion à laquelle le montage par bobine à curseurs, décrit plus haut, ne satisfait qu'à demi.

Soit une hétérodyne pour ondes de 300 à 25.000 mètres.

Le montage employé est du type de la figure 104 dans lequel le couplage entre les deux circuits de grille et de plaque se fait au moyen d'un condensateur variable de 2,5/1.000 microfarad. La totalité des gammes d'ondes ne pouvant être obtenue par le seul jeu du condensateur, on fait usage de bobines de self de valeurs croissantes, soit quatre bobines de grille et quatre bobines de plaque. Si l'on se reporte au schéma, on voit qu'en réalité les bobines de grille et de plaque ont un point commun, aussi est-il plus simple, pour faciliter la construction et le montage général, de réunir ces deux bobines en une

seule, en ayant soin de pratiquer une dérivation en cours de bobinage. La partie de la bobine placée dans le circuit plaque doit avoir environ trois fois moins de spires que la self intercalée dans le circuit grille. Le type de bobine

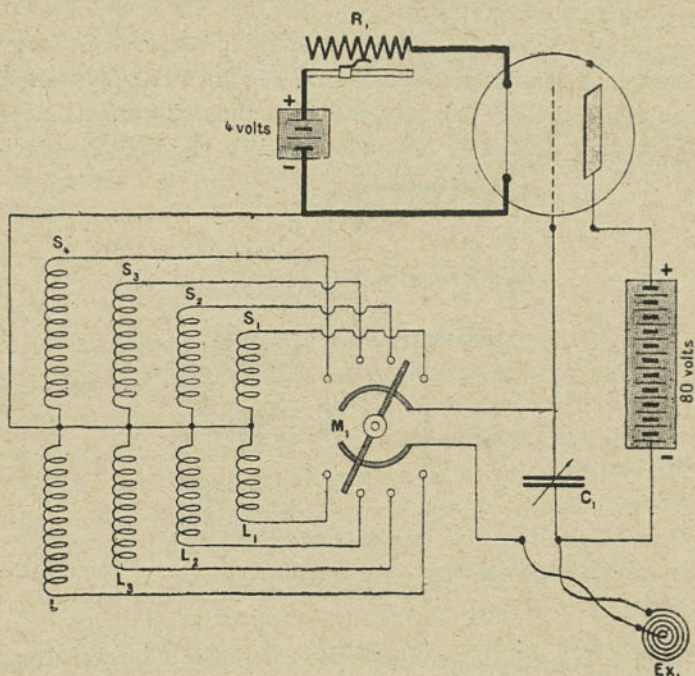


Fig. 104. — Montage d'une hétérodyne à grande gamme de longueurs d'onde.

a assez peu d'importance, il est cependant préférable d'employer l'enroulement en nid d'abeilles.

Dans ce cas les bobines auront approximativement les caractéristique ci-dessous :

Bobine	I	=	diamètre intérieur	40 mm.	=	30	spires
—	II	=	—	40 mm.	=	120	—
—	III	=	—	55 mm.	=	380	—
—	IV	=	—	55 mm.	=	1.400	—

La position respective des quatre selfs dans l'appareil est indifférente.

L'appareil peut fonctionner dans de bonnes conditions en employant seulement une tension plaque de 40 à 50 volts, mais, au-dessous de cette tension, l'amorçage des oscillations devient incertain.

### Montage autodyne

La réception des ondes entretenues par hétérodyne exige le double réglage des circuits de réception d'une part et du circuit oscillant de l'hétérodyne d'autre part.

On peut imaginer un montage tel que ces deux circuits soient communs. Il suffit pour cela de placer la lampe oscillatrice sur la boîte d'accord et d'utiliser les circuits de réception comme circuits oscillants.

L'entretien des oscillations est alors produit par une self  $S_2$ , placée dans le circuit plaque et qui réagit par induction sur la self  $S_1$  du circuit oscillant (cas général, fig. 105).

Ajoutons à ce sujet la règle pratique suivante qui peut faciliter le montage : les connexions relatives de  $S_1$  et  $S_2$  doivent être telles que le flux produit par le courant continu grille-filament (sens positif) à travers  $S_1$  soit de sens contraire à celui provoqué par le courant continu plaque-filament à travers le même enroulement  $S_1$ .

Dans le cas envisagé la lampe fonctionne en détectrice. Si l'on désire augmenter l'intensité de la réception, l'écouteur peut être remplacé par un amplificateur de basse fréquence. On a ainsi réuni sur le même appareil : un récepteur, un détecteur, une hétérodyne et même un amplificateur, si l'on tient compte du renforcement dû à la lampe détectrice d'une part, et à l'apport d'énergie de l'hétérodyne, d'autre part. Ce type de montage, qui se prête à un grand nombre de variantes, a reçu le nom d'*autodyne*.

Le plus souvent les circuits récepteurs d'accord (cadre, Tesla, Oudin) sont indépendants du détecteur à lampe, suivi ou non d'un amplificateur. Dans ce cas, il suffit de ménager une coupure dans le circuit plaque de la lampe

déTECTRICE et, au moyen de deux bornes, d'un conducteur double et d'une bobine appropriée, de réagir sur la self de circuit d'accord du récepteur.

Lorsque la self d'accord est constituée par le cadre lui-même, on place en série dans le circuit une petite self de 15 à 20 spires ; c'est sur cette self que l'on couple la bobine du circuit plaque (fig. 106). L'amorçage des oscillations

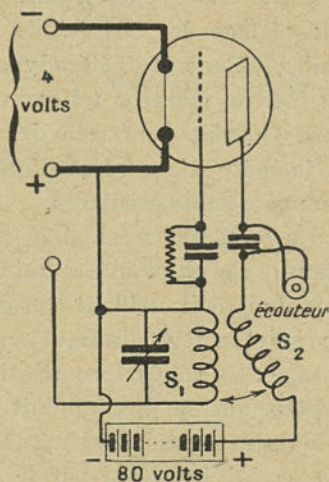


Fig. 105. — Principe d'un montage à réaction.  $S_1$  et  $S_2$  sont couplés entre eux.

dépend des caractéristiques du circuit et plus particulièrement du degré de couplage des deux bobines. On recourra, pour réaliser ce couplage, à l'un des dispositifs déjà décrits (fig. 38 à 41).

Enfin, on peut également coupler deux circuits au moyen d'un simple condensateur variable reliant le circuit plaque d'une lampe à la grille de l'une des lampes précédentes (fig. 107).

Il y a lieu de remarquer que les courants de réaction sont de haute fréquence et que l'écouteur placé normalement dans le circuit plaque oppose une forte résistance au passage de ces courants ; aussi, dans tous ces montages,



met-on en dérivation aux bornes de l'écouteur un condensateur de 3 à 5/1.000 microfarad (fig. 107 excepté).

Le fonctionnement d'un système autodyne reste inchangé si l'on intercale avant le détecteur à lampes, un ou plusieurs étages amplificateurs de haute fréquence ; l'effet de réaction est alors beaucoup plus puissant.

Les montages normaux autodynes présentent cependant quelques inconvénients sérieux. En effet, dans la réception des ondes entretenues, comme l'onde locale se trouve déter-

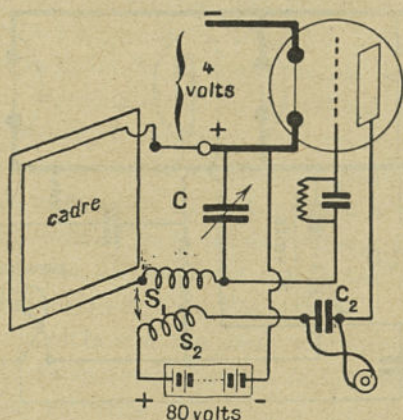


Fig. 106. — Montage d'une réaction sur un récepteur par cadre.  
 $S_1$  et  $S_2$  = Sels de couplage.  
 $C_2$  = Condensateur fixe de 3 1.000 mf.

minée par l'accord du circuit de réception et que cette onde doit être un peu différente de l'onde reçue avec laquelle elle doit interférer, il en résulte que le circuit de réception n'est pas exactement accordé sur l'émission reçue. Cette nécessité fait rejeter l'emploi de l'autodyne pour les ondes longues.

Au-dessus de 3.000 à 4.000 mètres on a avantage à utiliser une hérérodyne séparée.

D'autre part, lorsque dans un circuit à réaction on resserre le couplage jusqu'à provoquer l'amorçage des oscillations locales (accrochage), le circuit d'accord du récepteur devient le siège d'oscillations qu'il transmet à son tour

à l'antenne. Le poste récepteur est devenu émetteur. L'énergie mise en jeu est évidemment très faible, mais suffisante cependant pour rayonner et impressionner tous les postes récepteurs placés dans un rayon de quelques centaines de mètres et même davantage.

L'emploi d'un cadre réduit dans une certaine mesure le rayonnement de l'énergie perturbatrice ; on peut aussi, et plus sûrement, employer le montage de la figure 108 qui consiste à réagir non pas sur le récepteur, mais sur la

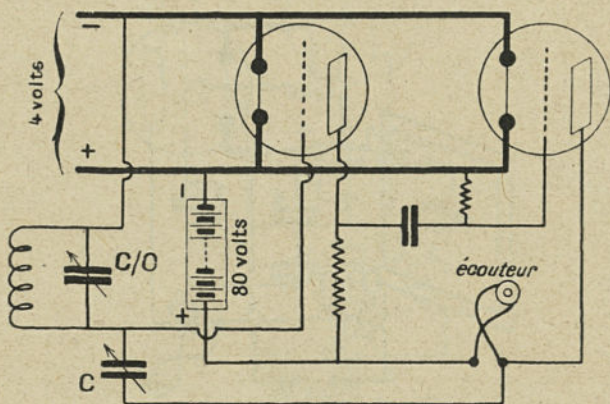


Fig. 107. — Principe de montage d'une réaction par couplage au moyen d'un condensateur variable C.

seconde lampe de l'amplificateur. Ce montage n'est évidemment applicable qu'aux amplificateurs comportant au moins un étage de haute fréquence.

Toutes ces explications se réfèrent à la réception de la télégraphie sans fil en ondes entretenues.

### La réaction

Lorsque grâce à un montage haute fréquence on a amplifié une tension reçue, on dispose dans le circuit de plaque d'une tension de même forme que la tension initiale et sensiblement plus élevée. Afin d'accroître l'amplification ainsi obtenue, on peut, dans une certaine mesure, reporter

sur la grille une partie de la tension amplifiée dans le circuit plaque de telle sorte que ce renforcement de la tension initiale permette une augmentation appréciable du rendement. C'est ce principe qui a reçu le nom de réaction. Le peu que nous venons d'en dire, suppose déjà l'obligation d'un couplage entre plaque et grille comme dans les dispositifs oscillateur et autodyne.

Le principe du montage se trouve clairement appliqué dans le dispositif à résistances que nous avons décrit (fig. 84). La tension, obtenue aux bornes de la résistance montée sur la plaque de la troisième lampe se trouve ramenée sur la grille de la deuxième par le moyen d'un condensateur variable dont les variations servent à en doser l'importance. Il convient dans ce genre d'amplificateur de ne pas reporter la tension de la plaque d'une lampe donnée sur la grille de la même lampe car il y a à chaque étage un renversement de la tension entre le filament et la plaque en sorte que, au lieu d'une augmentation, on obtiendrait une diminution de l'amplification.

Ce dispositif, où la réaction prend une forme un peu spéciale mais est d'une compréhension facile, n'est plus guère employé ; son efficacité n'est pas si élevée qu'il puisse sembler au premier abord et d'ailleurs les amplificateurs à résistances, pour les raisons données lors de leur étude, se trouvent aujourd'hui très délaissés.

On utilise beaucoup plus le montage par induction, dont la figure 105, déjà citée dans l'étude de l'autodyne, fournit un bon exemple de montage. C'est que la réaction exige des éléments que l'on retrouve dans les dispositifs autodynes comme aussi dans les dispositifs oscillateurs ; de sorte que les mêmes montages, disposés de même façon, peuvent, sous réserve de réglages appropriés, être utilisés en vue de résultats différents.

Ici l'efficacité de la réaction (fig. 105) réside dans ce fait que la tension amplifiée dans le circuit plaque vient renforcer la tension initiale par le jeu des bobines  $S_2$  et  $S_1$  convenablement couplés. Ce couplage doit être plus

faible pour la réaction que lorsqu'il s'agit d'oscillations entretenues.

Si nous nous reportons à la comparaison déjà faite avec le pendule d'une horloge, nous dirons que l'entretien des oscillations correspond à une action suffisante du moteur de l'horloge pour que soient vaincues les résistances qui s'opposent à son mouvement continu, alors que la réaction correspond bien à un effort du moteur mais insuffisant pour vaincre les résistances passives. Et il faut bien qu'il en soit ainsi car on ne saurait concevoir de réception sans

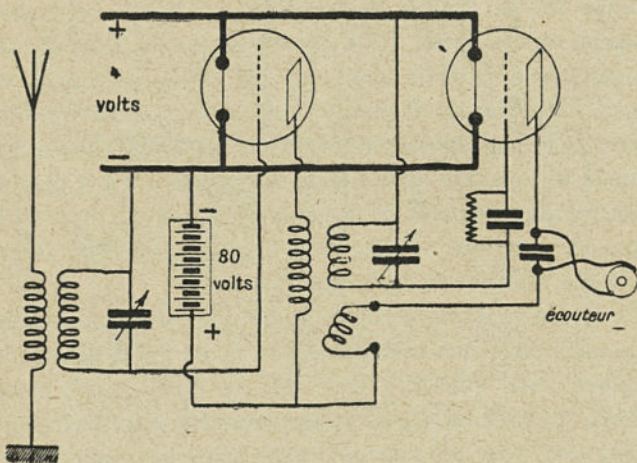


Fig. 108. — Principe de montage d'une réaction ; variante de la fig. 107. (Les oscillations ne réagissent pas sur l'antenne.)

l'amortissement nécessaire des oscillations permettant de suivre les variations de la modulation.

On traduit ce résultat en assimilant, dans le circuit, l'effort moteur à une résistance négative de sorte que tout se passe comme si le circuit considéré comportait une « résistance négative » qui vient compenser les résistances positives inhérentes aux éléments du circuit. Si cette compensation existe sans être complète, la résistance effective du circuit demeure positive et l'on a un effet de réaction. Si la compensation est dépassée, ce qui exige un accroisse-

ment du couplage, la résistance effective du circuit est négative et l'on a un entretien des oscillations. Précisons que ces différents fonctionnements correspondent à un apport d'énergie qui est fournie par la batterie de plaque.

Il demeure de ces considérations que, sauf à modifier l'importance du couplage, les principes directeurs cités pour l'établissement des oscillateurs pourront servir de base à la production des effets de réaction. De fait, il existe des dispositifs à réaction par induction, par capacité (ces derniers étant toutefois peu répandus) et des dispositifs à réaction à la fois par induction et par capacité.

Les appareils déjà décrits à l'occasion des montages autodynes (fig. 105 à 108) peuvent parfaitement servir comme amplificateur de téléphonie sans fil avec réaction, et cela sans aucune modification. Il n'est pas sans intérêt de signaler que l'effet de réaction, vis-à-vis de l'onde reçue, subsiste dans ces montages lorsque l'appareil fonctionne en autodyne (pour télégraphie), ce qui améliore le rendement.

Le rôle de la réaction étant de compenser les résistances du circuit, son efficacité relative sera d'autant plus sensible que le circuit sera plus résistant, en quelque sorte plus mal construit. C'est même ce qui permet la réception des ondes courtes avec des appareils médiocres provoquant un fort amortissement. Mais elle présente l'inconvénient, en général, de ne pas être complètement indépendante de l'accord des circuits sur lesquels elle vient agir, en sorte que la variation du couplage appelle une modification de l'accord rendant celui-ci assez délicat.

La réaction est peu utilisée avec les ondes longues où d'ailleurs les pertes sont plus faciles à éviter. A l'importance de la self nécessitée par ces ondes correspond une certaine inertie, telle que pour bien suivre la modulation il importe que la résistance positive du circuit ne soit pas trop compensée. Mais elle est d'un emploi très courant avec les ondes courtes, tant par suite des résistances plus élevées qui se révèlent alors que par suite de la plus faible valeur exigée pour la self du circuit.

Il ne faudrait pas croire que le fait de ramener une tension amplifiée par 2 lampes successives (fig. 107) sur le circuit oscillant de réception serait plus efficace qu'une lampe à réaction précédée d'une haute fréquence par exemple. Car pour se tenir à la limite fixée impliquant une résistance effective positive au circuit de réception on serait obligé de coupler moins fort la réaction. Aussi c'est presque tou-

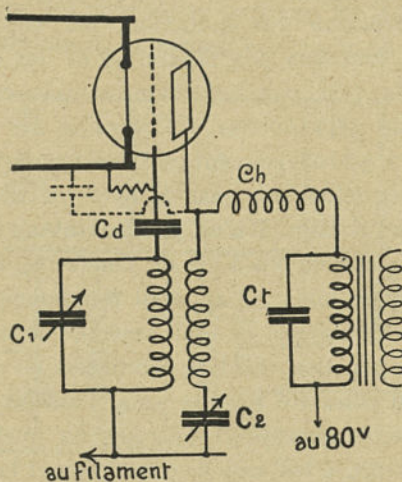


Fig. 109. — Déteçtrice à réaction avec réglage par condensateur variable  $C_1$ . —  $C_d = 0,05/1.000$ ;  $C_t = 0,5/1.000$ . La bobine de choc à environ 1.000 spires.

jours le circuit plaque d'une lampe que l'on fait agir sur le circuit de grille de la même lampe.

Au lieu d'utiliser la réaction sur la première lampe, on peut l'utiliser, par exemple, sur une seconde lampe, montée en déteçtrice succédant à une lampe haute fréquence (fig. 108).

Quel que soit le mode de déteçtion employé, il reste toujours dans le circuit plaque, superposé au courant déteçté, un courant haute fréquence amplifié dont l'utilisation à la réaction est parfaitement réalisable. Ce procédé, très souvent employé, offre l'avantage de compenser

l'amortissement dû à la détection lorsque l'on utilise le procédé du condensateur shunté.

Dans le schéma de la figure 109, la tension est ramenée sur le circuit de grille par le moyen d'un couplage électromagnétique fixé une fois pour toutes, le réglage s'effectuant par le jeu d'un condensateur variable. Une bobine de choc contribue à séparer les courants de haute fréquence et de

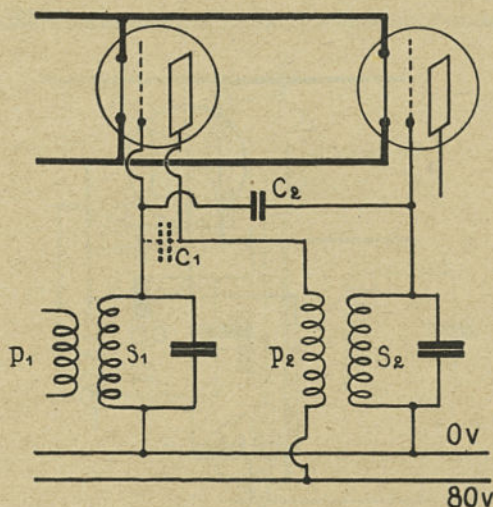


Fig. 110. — Exemple de montage neutrodyne. Le sens du couplage de  $P_2$  avec  $S_1$  doit être tel que les tensions ramenées sur  $S$  soient opposées.  
 $C_1$  = Capacité grille-plaque ;  $C_2$  = Condensateur neutrodyne.

basse fréquence dans le circuit de plaque. Parfois on dispose un condensateur de petite capacité entre la bobine de choc et le filament (en pointillé) pour empêcher les accrochages encore possibles, par la capacité grille-plaque quand le condensateur variable est vers son minimum. Une disposition particulièrement souple est celle qui utilise un compensateur (v. fig. 126).

Si le lecteur veut bien se reporter à la figure 122, il y trouvera un dispositif de réaction à la fois électromagnétique et électrostatique. La réaction y est réalisée, d'une part, par le couplage entre les deux parties de la self à cheval

à la fois sur le circuit de grille et sur le circuit de plaque, d'autre part par le condensateur variable C qui sert d'accord en même temps au circuit oscillant.

Pour passer au couplage électrostatique (employé seul), il suffirait de supprimer tout couplage entre les 2 parties de la self déterminées par le point les rattachant au filament. Il y aurait encore, dans ces conditions, des possibilités de réaction par le condensateur C (fig. 102).

Cela nous amène à signaler l'importance de la capacité

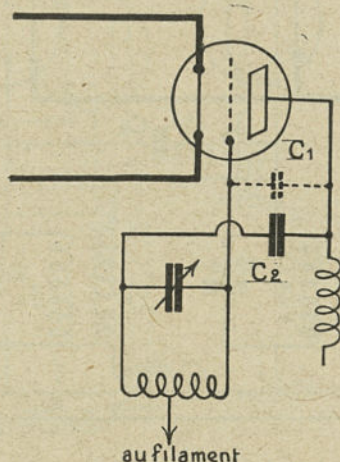


Fig. 111. — Autre exemple de montage neutrodyne.  $C_1$  = Capacité grille-plaque;  $C_2$  = Condensateur neutrodyne.

entre la grille et la plaque. Ces deux électrodes forment en effet un condensateur, fort petit certes, mais dont la capacité accrue par celle existant entre les connexions correspondantes peut avoir une grosse influence.

Nous avons vu qu'en poussant la réaction on entrerait dans un régime se caractérisant par l'entretien d'oscillations rendant la réception impossible en téléphonie. Or le couplage par capacité grille-plaque peut être suffisant pour provoquer ces accrochages, rendant le réglage très délicat, parfois même impossible. C'est ainsi qu'il est pratiquement très difficile de monter en série plus de 2 étages haute



fréquence à résonance, à self ou à transformateur accordé. Sans doute, on peut atténuer cet effet en augmentant l'amortissement des circuits, soit par des résistances soit en créant des effets d'anti-réaction, c'est-à-dire correspondant à un couplage en sens inverse de la bobine de réaction électromagnétique. Mais tout cela suppose bien des complications de mise au point et peut correspondre à un rendement médiocre.

Un palliatif parfois utilisé est le montage neutrodyne ; il

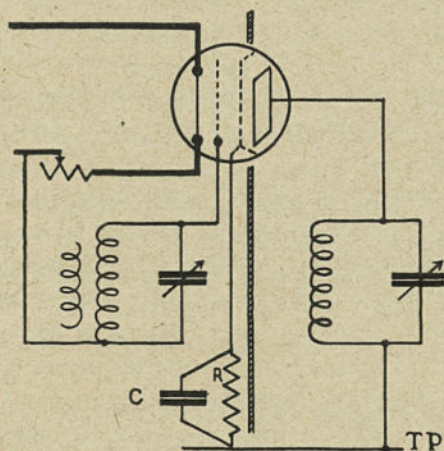


Fig. 112. — Schéma de montage d'une lampe à écran avec son blindage. Le dispositif CR a pour but d'abaisser la tension moyenne de l'écran.  $C = 0,5 \text{ mf}$  ;  $R = 50.000 \text{ ohms}$ .

consiste à créer un dispositif symétrique tel que ceux représentés figures 110 et 111 où l'on reporte sur le circuit de grille, d'une part, par la capacité plaque grille, d'autre part, par un petit condensateur auxiliaire de même capacité, des tensions opposées se faisant équilibre.

A cet artifice dont l'exécution appelle quelques complications on substitue souvent aujourd'hui un montage utilisant une lampe à 4 électrodes, la grille auxiliaire située entre la grille de contrôle et la plaque formant écran. Cet écran, relié directement au filament (souvent par un condensateur de grosse capacité car sa tension moyenne doit être

pratiquement supérieure à celle du filament), diminue dans des proportions énormes la capacité entre la plaque et la grille ordinaire, ce qui fournit une solution directe au problème.

Mais, pour que ce résultat prenne toute sa valeur il convient d'éviter toute influence entre les circuits de plaque et de grille. Dans ce but on dispose ainsi qu'il est indiqué sur la figure 112 un écran extérieur à la lampe et prolongeant l'effet de séparation ébauchée par la grille auxiliaire. Cet écran peut être une simple cloison en métal (aluminium par exemple) que l'on reliera au filament. On peut voir d'autre part que les bornes de la lampe se trouvent ainsi chacune dans des compartiments différents, grâce au fait que celle correspondant à la plaque se trouve située à l'opposé du culot.

Non seulement on obtient ainsi d'excellents résultats au point de vue de la stabilité mais la lampe écran offre un autre avantage remarquable : son coefficient d'amplification atteint en effet un chiffre très élevé pouvant dépasser 100. Toutefois, pour obtenir un bon rendement, il convient d'éviter soigneusement les pertes dans les circuits et d'utiliser de préférence des montages à résonance dont la sélectivité se trouvera aussi améliorée.

Malheureusement, le prix d'une lampe écran est assez élevé mais il ne faut pas oublier qu'elle permet de remplacer au moins 2 lampes universelles sans exiger un appareillage aussi compliqué.

### **Construction et montage des appareils récepteurs à lampes**

La construction d'un amplificateur ou d'une façon générale d'un récepteur à lampes n'offre pas de difficultés telles qu'elle ne puisse être entreprise avec succès par un amateur possédant quelque outillage, beaucoup de patience et, bien entendu, tous les organes et matériaux accessoires désirables.

Cependant, il serait téméraire, sur la vue d'un simple schéma, d'entreprendre le montage d'un appareil un peu complexe sans s'entourer de quelques garanties et sans observer quelques règles fondamentales. Il est d'ailleurs fort rare de pouvoir donner en un jour, à un appareil, sa forme définitive et d'atteindre la perfection. Il faut, le plus souvent, procéder par étapes.

Une assez bonne méthode consiste à effectuer le montage de l'appareil « sur table », c'est-à-dire à étaler sur un même plan tous les organes : transformateurs, selfs, condensateurs, lampes, résistances, bornes, etc., sans souci d'esthétique ou d'encombrement.

Si l'on compare entre eux divers montages très dissemblables d'appareils à lampes, on remarque que ces montages ont entre eux de nombreux points communs. Il est donc possible d'établir à demeure sur la table d'essais un certain nombre de circuits qui resteront immuables en dépit des modifications, des tâtonnements ou des mises au point ultérieures, et de prévoir, en outre, pour relier les organes entre eux, un grand nombre de bornes facilement accessibles.

Sur ces bases, on peut établir, par exemple, une table d'expérience à 5 lampes nécessitant le montage, sur isolant (ébonite de préférence), de 5 supports de lampes. Le circuit de chauffage de ces lampes sera établi à demeure et commandé par un rhéostat de réglage. Chacune des douilles (filament — 4 volts, filament + 4 volts, grille, plaque) sera reliée par une connexion fixe à une borne isolée, soit :  $5 \times 4 = 20$  bornes placées en avant de la tablette. On pourra également prévoir 2 bornes pour l'arrivée des fils d'alimentation plaque + et — 80 volts, ainsi que 2 bornes d'écouteur et 2 bornes d'arrivée haute fréquence. Deux autres bornes peuvent encore être affectées à la réaction, et, enfin, 1 borne libre sera prévue par étage, à toute fin utile (fig. 113).

On utilisera autant que possible des bornes fortes et larges, telles qu'elles puissent recevoir plusieurs connexions

ou cosses terminales. Il est aisé de constater que n'importe quel montage classique d'amplificateur peut rentrer dans le cadre de la tablette d'essai. Les éléments étant immédiatement accessibles, il est facile de les déplacer, de les supprimer, d'isoler telle ou telle partie d'un circuit qu'on ne veut pas utiliser, en un mot, de mettre au point l'appareil.

Bien entendu ce montage ne peut être que provisoire, il permet cependant de prédéterminer exactement l'encom-

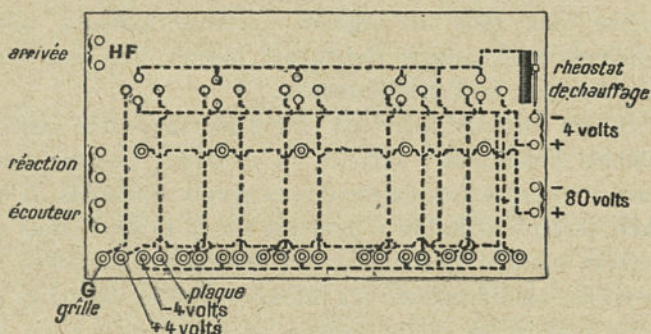


Fig. 113. — Montage d'une table d'essais à 5 lampes.

brement total de l'appareil, ainsi que la forme, les caractéristiques et les positions relatives des organes nécessaires à son fonctionnement.

Il reste à construire le coffret sous sa forme définitive.

Dans ce domaine, l'imagination et la fantaisie ont libre cours, mais il est difficile de s'écarter de quelques règles dictées par le bon sens.

C'est ainsi que presque toujours le panneau latéral avant recevra les bornes, les commutateurs et tous les organes de manœuvre. Ces plateaux seront en matière isolante, bakélite, ébonite ou composition similaire. Le bois n'est pas un isolant et de plus il retient la poussière ; il doit être prohibé de tout appareil sérieux, pour le montage des organes électriques, et réservé seulement à la construction du coffret.

Dans les anciens postes, les lampes étaient placées à

l'extérieur sur le plateau supérieur. On préfère aujourd'hui les enfermer à l'intérieur du poste. On a ainsi plus de liberté pour donner au coffret telle forme artistique que l'on désire. Au point de vue électrique, le rapprochement des lampes et des organes permet de raccourcir les connexions dont on a signalé les effets de réaction à redouter. Entre électrodes de lampes différentes comme entre leurs connexions et leurs

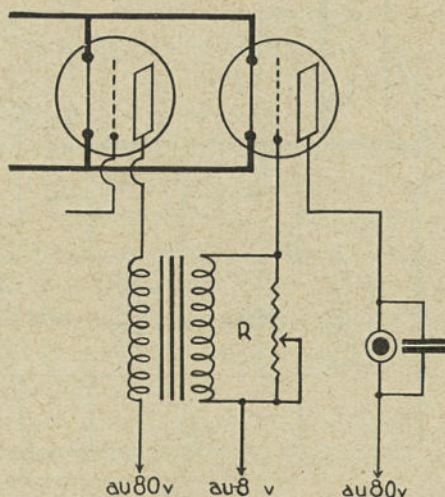


Fig. 114. — Réglage de l'amplification dans la partie basse fréquence.  
 $R = 100.000$  ohms.

organes on peut avoir des effets du même genre. Cependant ceux-ci ne sont pas à craindre entre lampes et circuits parcourus par des courants de fréquences très différentes surtout si les précautions indiquées pour l'élimination du courant haute fréquence après la détectrice ont bien été remplies. C'est pourquoi on intercale souvent, par exemple, une lampe basse fréquence entre deux lampes haute fréquence ce qui permet d'utiliser toute la place sans avoir à redouter des accrochages intempestifs ou des altérations dans le rendement.

Le montage d'essai sur table pourra d'ailleurs fixer sur

les rapprochements et positions respectives qu'il est possible de donner aux appareils.

Il vaut mieux, en général, choisir un coffret de dimensions plutôt larges qui se prêtera mieux aux réparations possibles.

Les liaisons électriques entre les organes seront faites soit en fil isolé, soit en fil nu rigide. Cette dernière solution est de

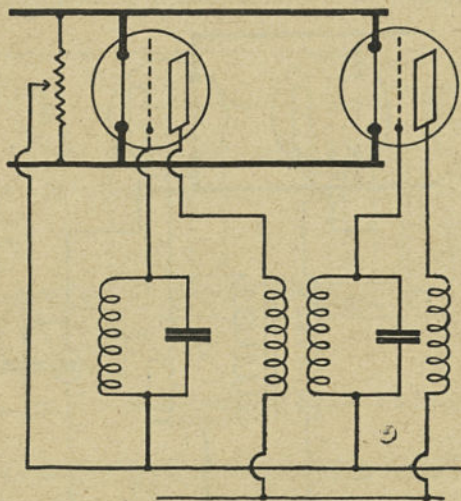


Fig. 115. — Réglage de l'amplification dans la partie haute fréquence à l'aide d'un potentiomètre. La résistance du potentiomètre ne doit pas être trop élevée: (environ 200 ohms).

beaucoup préférable, car en cas de dérangement un simple coup d'œil permet de vérifier le bon état des connexions, tandis qu'un fil isolé peut, sous son guipage, cacher une rupture du conducteur que rien ne décèle à la vue ou au toucher. Chaque fois que cela sera possible, le cheminement des connexions se fera en ligne droite et en laissant 10 à 15 mm. entre deux connexions parallèles. Cette partie du montage est assez délicate, mais il est possible presque toujours de trouver, après quelques tâtonnements, une disposition satisfaisante des connexions. On devra également éviter de réunir trop de fils sous une même queue de borne; lorsqu'on ne peut y parvenir, on

recourra à un artifice qui consiste à utiliser une connexion collectrice sur laquelle viennent se fixer, par une soudure à l'étain, les autres connexions. Cette disposition est souvent employée pour réunir au + 80 volts et au - 4 volts les multiples connexions qui s'y rattachent. La soudure doit être faite avec de la résine, à l'exclusion de tout autre produit acide qui risquerait d'oxyder et de couper les fils.

Dans la réalisation du montage on doit supprimer aussi, autant que possible, les couplages parasites entre bobines ou transformateurs haute fréquence montés sur des lampes différentes. Dans ce but on les disposera par exemple dans des plans perpendiculaires.

Une autre précaution importante, concernant les mêmes organes, est d'éviter que le flux qui les traverse ne rencontre des masses ou surfaces métalliques importantes, ce qui engendrerait des pertes par courants de Foucault. C'est ainsi que l'on ne devra pas disposer les lames d'un condensateur variable perpendiculairement à l'axe d'une bobine de self et surtout de telle sorte que les axes des deux appareils coïncident.

Il est courant aussi de disposer à l'intérieur du poste, contre le panneau avant une feuille conductrice, largement percée pour laisser passer sans contact les axes des boutons de commande et les connexions ; cette feuille reliée à la terre forme écran et supprime les dérèglages dus à l'approche de la main dans la réception des ondes courtes qui exigent une grande précision de l'accord.

L'énergie fournie au haut-parleur, dépendant de celle reçue dans le collecteur d'ondes, il est évident que selon la puissance et la distance du poste émetteur reçu on aura des auditions plus ou moins fortes. Très souvent celles-ci seront plus puissantes que l'on ne désire et accompagnées alors de déformations.

Il faut donc, et de plus en plus, prévoir des appareils permettant de régler l'importance de l'amplification.

Ce serait une mauvaise solution que d'agir sur le chauffage des filaments ou sur la valeur de la tension plaque, ces

éléments ne pouvant être diminués au-dessous de valeurs bien déterminées sans engendrer d'importantes déformations.

On peut parfois désaccorder un peu les circuits, sans faire apparaître d'autres postes ; mais ce n'est pas le plus souvent ce qui se passe avec l'encombrement actuel de l'éther.

Une disposition assez intéressante consiste à shunter le haut-parleur ou un transformateur basse fréquence (généralement le secondaire) en disposant à leurs bornes une forte résistance variable qui atténuera d'autant plus l'audition qu'elle sera plus faible. On a même ainsi l'avantage d'améliorer la qualité de la réception sans altérer la sélectivité en rendant plus apériodique le fonctionnement des appareils cités (fig. 114, voir aussi fig. 126).

Cependant il ne faudrait pas pousser trop loin ce palliatif ; et, dans le cas où la station envisagée serait proche et puissante, il pourrait exister une amplification haute fréquence exagérée sur laquelle il serait préférable d'agir pour que la détectrice ne se trouve pas surchargée. C'est ce que l'on réalise en amortissant les circuits haute fréquence dans les montages à résonance ou à transformateurs accordés : pour cela on fixe le potentiel moyen de la grille à l'aide d'un potentiomètre monté aux bornes de la batterie de chauffage. En réglant le curseur du potentiomètre, on peut élever la tension de la grille par rapport à celle du filament et provoquer ainsi un courant filament-grille qui amortit le circuit oscillant et par suite abaisse le rendement. Il en résulte toutefois une diminution de la sélectivité (fig. 115).

Ce dispositif est souvent utilisé dans les amplificateurs moyenne fréquence des montages superhétérodyne où il permet d'éviter aussi les accrochages intempestifs dénoncés au chapitre de la réaction.

Signalons enfin que, avec les lampes à grille-écran, il est possible de régler l'amplification en faisant varier la tension de l'écran.



## CHAPITRE VII

---

### *Étude de quelques montages*

Les grands principes qui président à la construction et au fonctionnement des appareils récepteurs étant posés, il reste à examiner de plus près les différents montages qui s'offrent à l'amateur et à les commenter.

#### **Lecture et interprétation des schémas**

(tableau fig. 116).

Avant toutes choses, l'amateur doit savoir lire et surtout comprendre un schéma ; en effet, un montage n'a par lui-même rien d'absolu ; si complexe soit-il, il peut toujours être ramené à une forme générale simple. Ainsi, par exemple, l'adjonction ou la suppression du circuit de réaction tout en modifiant profondément le fonctionnement d'un récepteur ne change rien à son principe ; ses organes essentiels restent inchangés. De même, la suppression ou l'adjonction d'un étage amplificateur en partant d'un schéma de base est presque toujours possible ; même observation en ce qui concerne la substitution, sur un schéma, d'un cadre à une antenne ou vice versa.

En fait, tous les problèmes de réceptions radiotéléphonique peuvent s'énoncer sous la forme suivante :

« Entendre des postes éloignés et peu puissants sans être gêné par un poste voisin très puissant, les entendre fort, quelle que soit leur longueur d'onde, avec des appareils simples et peu coûteux. »

Toute la science du constructeur doit tendre à réaliser des appareils satisfaisant à la fois à ces diverses conditions.

1<sup>o</sup> Pour entendre des postes éloignés de longueur d'onde quelconque, il faut de préférence une antenne bien dégagée

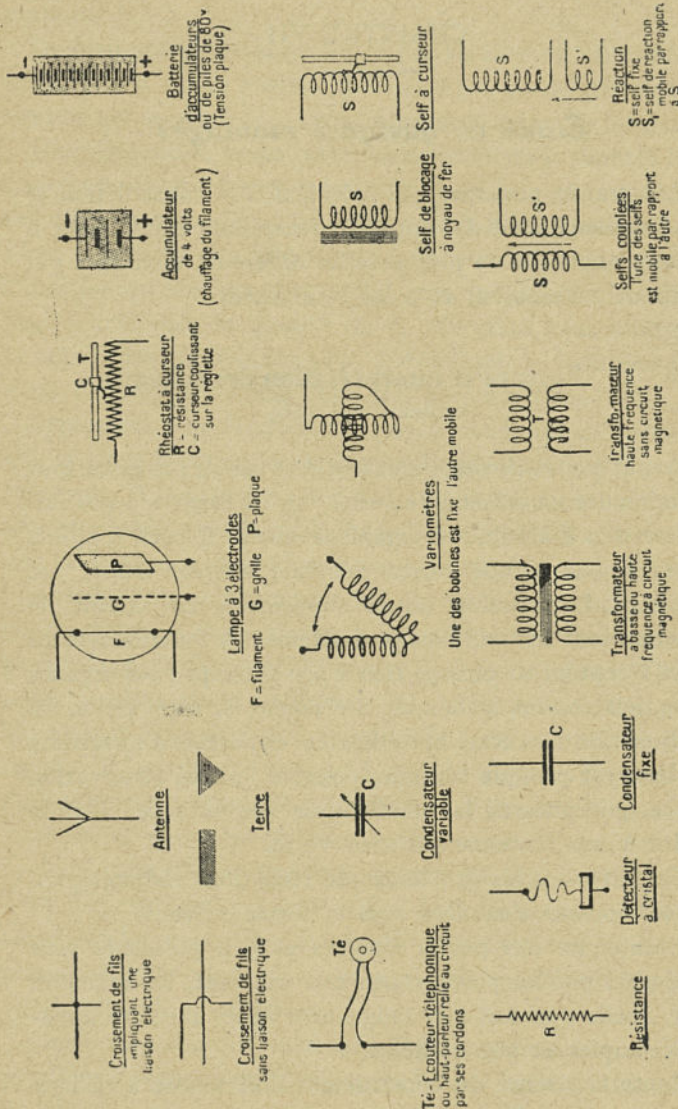


Fig. 116. — Représentation conventionnelle des organes électriques sur les schémas de montage de T. S. F.

et assez élevée ainsi qu'une amplification puissante. La seconde condition est d'autant plus nécessaire que la première est moins bien remplie et il convient d'en tenir compte avec les préférences actuelles qui vont aux collecteurs d'ondes de petites dimensions tels que les cadres.

2° Pour entendre un de ces postes sans être gêné par les postes voisins, il faut un récepteur à grande syntonie : couplage par lampe, amplificateurs à circuits résonnants, etc.

L'emploi d'un tel récepteur est assez délicat, mais très efficace. La sélection peut encore être accrue par l'emploi d'un cadre orientable au lieu et place de l'antenne.

3° Pour entendre fort, il est, en outre, nécessaire de prévoir une amplification élevée.

L'emploi d'étages amplificateurs de basse fréquence s'impose à la suite de l'amplification en haute fréquence. Les mêmes résultats peuvent être obtenus par l'emploi de montages dits super-régénérateurs au moins en ce qui concerne les petites longueurs d'onde.

4° Pour déterminer le prix de revient d'un appareil, il ne faut pas oublier de tenir compte de la qualité du matériel employé. On vérifie, en effet, ce paradoxe que les appareils les plus coûteux sont souvent les moins chers.

Nous allons décrire quelques montages simples puis nous fixerons des idées générales qui doivent guider dans l'établissement des appareils plus compliqués, dont nous expliquerons plusieurs schémas.

### Quelques montages simples

Le plus simple de tous les postes est le récepteur à galène que nous avons déjà étudié. Mais son emploi en radiotéléphonie est réservé aux usagers habitant à faible distance d'un poste émetteur et à la réception par écouteur, à moins que l'on ne consente à utiliser à la suite une amplification basse fréquence à lampes.

Si l'on rejette le détecteur à galène, sensible mais capri-

cieux, et qu'on adopte le détecteur à lampe, la bobine réceptrice Oudin peut encore servir.

Dans ce cas le montage devient celui de la figure 117. Dans ce montage l'accord du circuit secondaire est facilité par un condensateur variable  $C_1$  de 1/1.000 microfarad qui rend ce circuit périodique. Aux bornes de ce condensateur est montée la lampe détectrice, suivant la dispo-

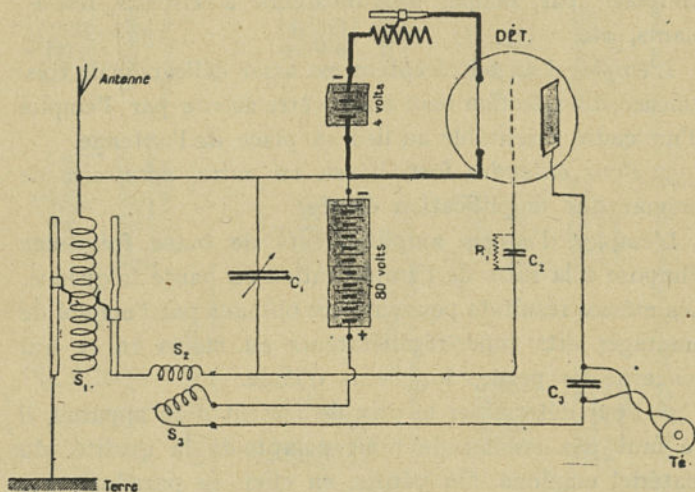


Fig. 117. — Montage d'un récepteur à une lampe.

sition indiquée figure 76. On remarquera aussi la présence d'un dispositif de réaction constitué par 2 petites selfs à couplage variable, composées chacune de 20 à 25 spires de 60 mm. environ de diamètre. La seule difficulté de réalisation que présente cet appareil réside dans la construction et l'étalonnage de la résistance  $R_1$ , de 3 à 5 mégohms, et du petit condensateur placé à ses bornes. Bien observer les polarités. Évidemment, un tel récepteur peut être suivi d'un ou plusieurs étages amplificateurs de basse fréquence.

Toutefois, l'usage exclusif d'étages amplificateurs de basse fréquence n'est pas recommandable. L'amplification devient, certes, très puissante, mais nullement sélective ;

toutes les perturbations qui atteignent l'antenne réceptrice (décharges atmosphériques, induction due aux lignes électriques ou téléphoniques, etc.) sont également amplifiées et rendent parfois la réception impossible.

Aussi, dans un poste bien calculé, on fait souvent précéder la lampe détectrice d'un étage haute fréquence, exigeant un accord supplémentaire à résonance ou à transformateur accordé,

Ce dispositif offre de plus l'avantage d'amener une tension importante sur la grille de la détectrice ce qui lui permet de fonctionner dans de meilleures conditions.

Lorsque l'on se satisfait d'une amplification plus forte sans rechercher une sélectivité meilleure on peut recourir à des dispositifs plus simples tels que résistances, selfs, ou transformateurs apériodiques avec ou sans fer.

Dans ce qui suit immédiatement, nous allons donner quelques indications sur des montages dont l'intérêt principal réside dans une extrême simplicité.

Les transformateurs à fer étant de construction peu pratique doivent être écartés, du moins par l'amateur, à moins d'acheter ces transformateurs dans le commerce. Les transformateurs sans fer, au contraire, sont de construction facile, ils présentent cependant l'inconvénient, qu'ils partagent d'ailleurs avec tous les transformateurs haute fréquence, de ne bien fonctionner qu'à la fréquence moyenne pour laquelle ils ont été établis. Cette fâcheuse propriété conduit à prévoir, pour l'amplification de haute fréquence, une série de transformateurs interchangeables dont chacun est adapté à une certaine gamme de longueurs d'onde.

On peut encore obtenir le même résultat en employant des transformateurs à prises variables, ou dont la self est réglable par curseur. C'est cette dernière solution qui fait l'objet du schéma représenté figure 118.

On remarquera que le montage indiqué ne comporte aucun condensateur variable. Il est donc essentiellement simple et de construction peu coûteuse.

L'accord primaire est obtenu avec précision au moyen d'un variomètre V' soit deux bobines plates couplées, de 60 à 70 mm. de diamètre, comportant chacune une cinquantaine de spires. L'une des bobines est fixe, l'autre mobile.

Le sens d'enroulement de l'une des galettes peut être inversé en intervertissant les connexions de sortie. Lorsque les enroulements sont en sens contraire, la self résultante est très faible et le variomètre permet l'accord sur les petites longueurs d'onde. Au contraire, lorsque les enroulements sont de même sens, les flux de self-induction s'ajoutent et l'on peut s'accorder sur de plus grandes longueurs d'onde. On peut également dans le même but faire usage d'un condensateur fixe  $C_3$ , placé à la base de l'antenne.

Le transformateur haute fréquence se compose de deux selfs, bobinées chacune sur un cylindre, de diamètres tels qu'ils puissent rentrer l'un dans l'autre et coulisser avec un faible jeu. La bobine extérieure a un diamètre de 60 mm., elle constitue le *primaire* et reçoit 50 à 60 spires de fil de 6 à 8/10. Elle est pourvue d'un petit curseur monté de même façon que les curseurs des bobines d'accord.

La bobine intérieure ou *secondaire* reçoit de 120 à 140 spires de fil plus fin.

On pourrait, sur ce principe, établir des transformateurs de couplage aperiodiques aptes à recevoir une très grande gamme de longueurs d'onde, il suffirait d'augmenter la self des deux bobines ; en fait, on s'aperçoit que la fraction non utilisée de la self primaire ou « bout mort » devient, si elle est trop grande, le siège d'oscillations nuisibles. Il faut donc éviter cette tendance et recourir à des bobines interchangeable. Le type de bobine décrit ci-dessus convient pour les petites longueurs d'onde depuis 200 mètres jusqu'à 1.000 mètres environ.

Dans le schéma (fig. 118), on remarquera la présence d'une bobine de réaction couplée avec le variomètre ; son emploi est évidemment facultatif. Il ne faut demander à ce récepteur que ce qu'il peut donner. Avec un seul circuit

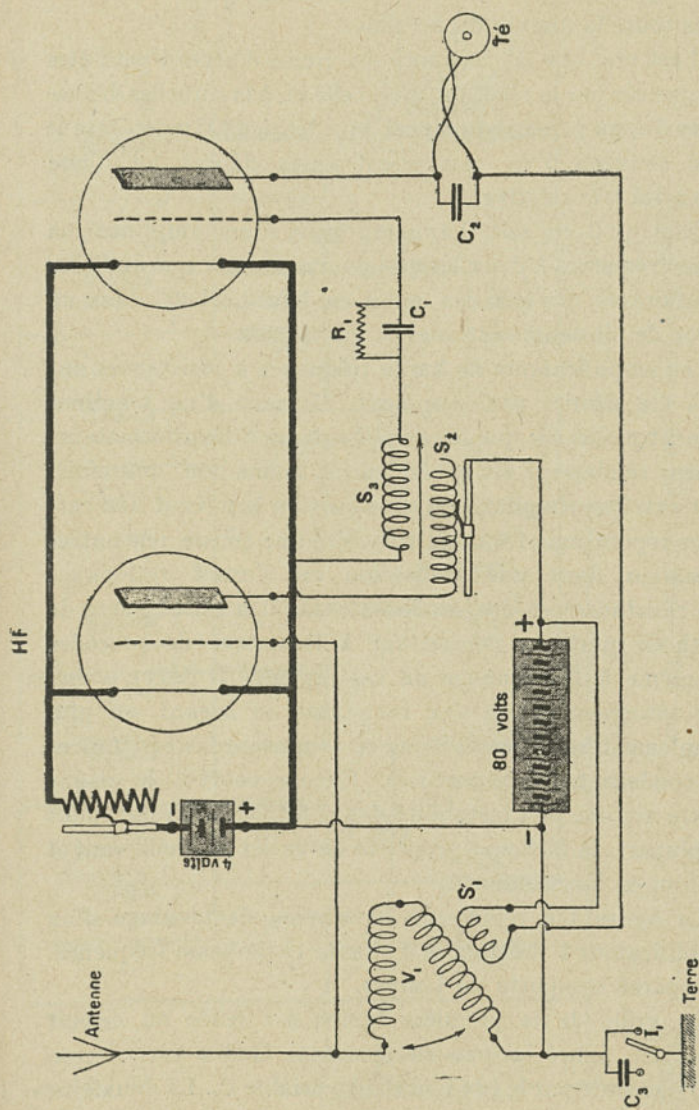


Fig 118. — Montage d'un récepteur amplificateur avec lampe haute fréquence et transformateur de liaison à self primaire réglable.

d'accord, il ne saurait être très sélectif, aussi il sera bon de soigner ce circuit et d'en diminuer l'amortissement dans toute la mesure du possible.

Il est vrai que la résistance du circuit d'accord peut être compensée par la réaction, mais celle-ci, à la suite des déphasages dus au passage du signal dans les deux lampes, sera le plus souvent d'un maniement assez délicat ou d'une efficacité très relative.

Quoi qu'il en soit, l'appareil suivi d'une amplification basse fréquence à deux lampes pourra donner une audition satisfaisante des grandes ondes en haut-parleur, dans un rayon de plusieurs centaines de kilomètres.

Les amplificateurs de haute fréquence à résistances ont déjà été décrits précédemment. Ils sont d'un fonctionnement moins sûr que les amplificateurs à transformateurs et leur rendement est généralement moins bon ; toutefois, leur extrême simplicité de construction leur vaut une certaine réputation. La seule difficulté que puisse rencontrer l'amateur dans une réalisation est l'exact étalonnage des résistances et des condensateurs. Il n'existe guère de méthode pratique permettant à l'amateur de procéder lui-même à l'étalonnage de ces organes. Il devra opérer par tâtonnement, en s'en remettant au hasard, ou plus simplement se procurer dans le commerce les résistances et condensateurs nécessaires. Encore court-il le risque d'être victime de l'instabilité des résistances qui ont, pour la plupart, la fâcheuse propriété de varier en vieillissant et surtout en fonctionnant.

La figure 119 représente le schéma de montage d'un amplificateur à résistances de haute et de basse fréquence. L'appareil comporte six lampes.

La grille de la première lampe est reliée au circuit d'accord, figuré ici par un récepteur Oudin avec secondaire accordé par le condensateur variable  $C_1$ . La deuxième lampe fonctionne en haute fréquence et est montée suivant le principe exposé figure 84. La troisième lampe qui fonctionne en détectrice est équipée de façon identique,



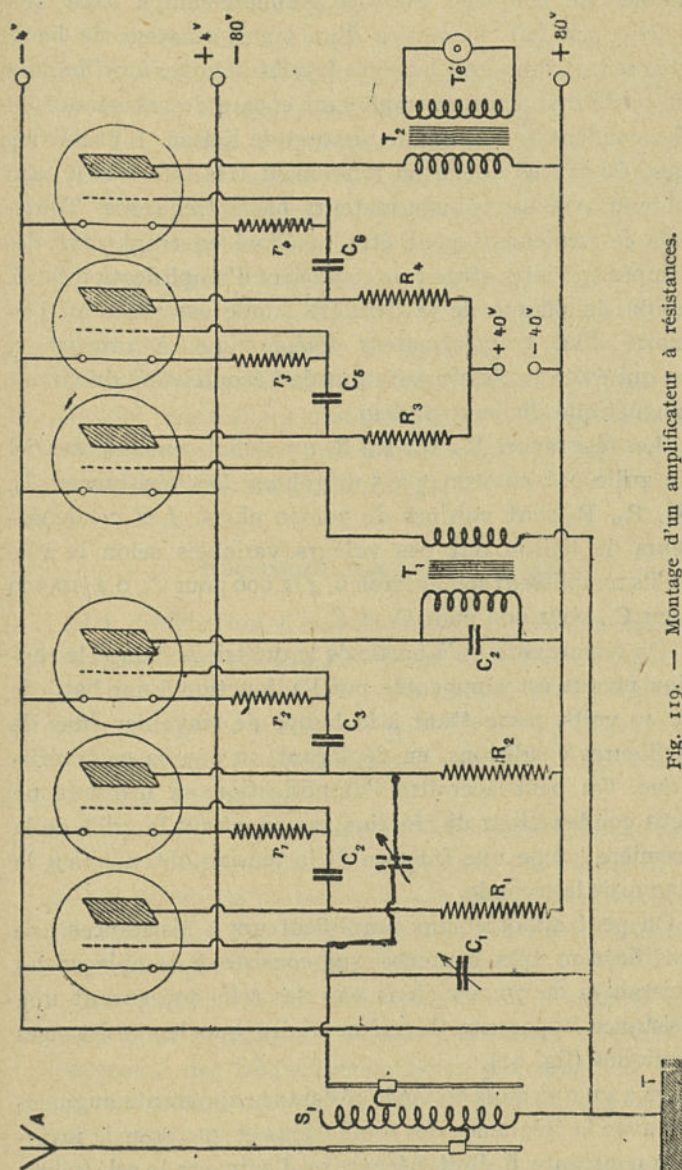


Fig. 119. — Montage d'un amplificateur à résistances.

mais le condensateur de liaison a une capacité beaucoup plus faible. Le couplage avec la première lampe basse fréquence est fait au moyen d'un transformateur de basse fréquence à rapport 5, les deux dernières lampes fonctionnent en basse fréquence en employant encore des résistances et des condensateurs comme organes de liaison. L'utilisation des résistances donne un rendement très inférieur à celui obtenu avec les transformateurs basse fréquence. Toutefois ce rendement peut être amélioré en employant des lampes spéciales offrant un coefficient d'amplification élevé. Enfin, la plaque de la dernière lampe est reliée au primaire d'un transformateur téléphonique à rapport 1, ce qui évite la désaimantation de l'écouteur ou du circuit magnétique du haut-parleur.

Les résistances  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  qui définissent le potentiel de grille ont environ 3 à 5 mégohms. Les résistances  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$  sont voisines de 70.000 ohms. Les condensateurs de liaison ont des valeurs variables selon le rôle qu'ils remplissent soit environ 0,4/1.000 pour  $C_2$ , 0,2/10.000 pour  $C_3$ , 20/1.000 pour  $C_4$  et  $C_5$ .

On remarquera qu'à partir de la quatrième lampe la tension plaque est augmentée par l'adjonction d'une batterie de 40 volts, permettant à la lampe de travailler dans de meilleures conditions, en déplaçant un peu sa caractéristique. On peut accroître l'amplification en utilisant un petit condensateur de réaction ramenant sur la grille de la première lampe une fraction de la tension obtenue sur la plaque de la seconde.

On peut apporter aux amplificateurs à résistances une modification très heureuse qui consiste à remplacer les résistances de 70.000 ohms par des selfs présentant une résistance apparente de même ordre que les résistances ohmiques (fig. 91).

On a vu que dans ce cas la résistance apparente augmentait avec la fréquence des oscillations et que pour la maintenir constante il était nécessaire d'agir sur la self-inductance. Cette condition conduit à employer les selfs soit

variables par plots ou par déplacement du circuit magnétique, soit interchangeables.

Tous ces montages ont pour eux l'avantage de la plus extrême simplicité ; mais ils ne sont ni sélectifs, ni d'un bon rendement régulier pour une vaste étendue de longueurs d'ondes. Seules les grandes ondes sont bien reçues mais déjà vers 1.000 mètres l'amplification est très atténuée.

Nous nous réservons d'exposer plus loin quelques montages modernes dans lesquels aux résistances de 70.000 ohms on a substitué des dispositifs à résonance ou à transformateurs accordés, donnant un bon rendement avec une nette sélectivité. Comme les appareils décrits alors seront susceptibles de recevoir les petites ondes aussi bien que les grandes, nous allons d'abord donner quelques indications sur la réception des ondes courtes et expliquer quelques exemples de montages très simples.

### Réception des ondes courtes

La désignation d'ondes courtes, purement arbitraire, s'applique, en matière radiotélégraphique, aux ondes dont la longueur est inférieure à 400 ou 500 mètres. C'est dans cette catégorie que se rangent les ondes réservées aux amateurs par la réglementation actuelle, et qui sont inférieures à 200 mètres.

Les essais transatlantiques ont révélé l'extraordinaire pouvoir propagateur que possèdent les ondes courtes, et ont provoqué parmi les amateurs et les professionnels des recherches fort intéressantes tant dans le domaine de l'émission que dans celui de la réception.

La technique de la réception des ondes courtes est en tout point comparable à celle des ondes longues, mais l'énormité des fréquences mises en jeu rend plus difficile la construction des appareils récepteurs et exige quelques précautions particulières.

La principale source de difficultés que l'on rencontre réside dans les effets de capacité, créés entre fils conduc-

teurs appartenant à des circuits différents, entre bobines même éloignées, entre bornes, et surtout entre spires d'un même bobinage.

Il faut y ajouter aussi les effets d'induction mutuelle entre conducteurs et surtout entre bobines.

Plus que jamais les enroulements massifs ou à spires jointives doivent être proscrits de tous les circuits parcourus par la haute fréquence et remplacés par les enroulements croisés (fond de panier, flanc de panier, nid d'abeilles, etc.) d'assez grand diamètre. Les bouts morts des

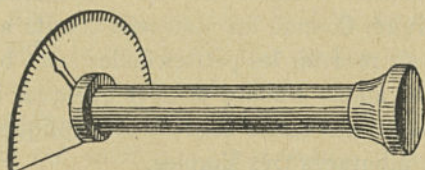


Fig. 120. — Manœuvre d'un condensateur variable au moyen d'un long manche isolant.

bobines doivent également être prohibés. Les connexions de montage doivent être en fil nu et rigide, elles seront aussi courtes que possible et éloignées les unes des autres en évitant les coudes et les cheminements parallèles. La commande de tous les organes réglables : variomètres, réaction, condensateurs variables, sera faite à distance, en employant de longs manches isolants fixés sur les manettes (fig. 120).

Si l'on se reporte à l'abaque (fig. 23), on voit que, pour les ondes courtes, une très faible variation de capacité entraîne, pour une même self, de grands écarts de fréquence. Cette particularité oblige à un réglage très précis du condensateur variable et rend délicat l'usage du récepteur ; aussi est-on amené à employer des artifices mécaniques permettant, telle la vis tangente (fig. 121), de produire de faibles variations de capacité pour un grand déplacement de l'organe de commande. Dans le même ordre d'idées on peut faire usage de] condensateurs

variables ne comportant que quelques lames largement espacées et ayant par conséquent une faible capacité. On peut également obtenir le même résultat en montant en série un condensateur variable normal de  $1/1.000$  microfarad et un condensateur fixe de capacité dix fois plus petite par exemple ; on sait que la capacité résultante sera égale à  $\frac{0,001 \times 0,0001}{0,001 + 0,0001} = 0,09/1.000$  microfarad, il devient

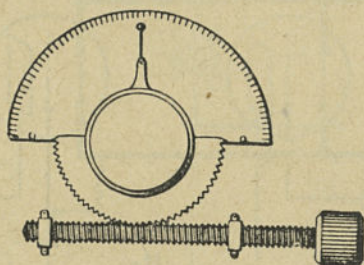


Fig. 121. — Réglage précis d'un condensateur variable au moyen d'une vis tangente

donc possible, par ce procédé, d'obtenir une variation continue de capacité de 0 à  $0,09/1.000$  de microfarad.

Enfin, si l'on veut soustraire les organes du poste aux influences extérieures, on peut essayer de les enfermer dans une cage métallique de grande dimension, reliée électriquement au sol.

Dans cet ordre d'idées signalons que l'on emploie aujourd'hui des coffrets métalliques.

Par suite des capacités parasites plaque-grille et grille-filament, les montages à résistances ne conviennent pas aux ondes courtes pour lesquelles on emploie presque exclusivement des circuits résonnants qui compensent automatiquement la capacité filament-grille. Par contre, la réaction qui est peu efficace avec les grandes ondes donne d'excellents résultats lorsqu'il s'agit d'ondes courtes. Toutefois nous rappelons qu'il y a toujours une certaine dépendance entre l'accord et la réaction qui oblige à rectifier l'un lorsque l'on agit sur l'autre,

La gamme d'accord pratique d'un récepteur à ondes courtes est assez restreinte ; elle est limitée par la capacité résiduelle du condensateur et les capacités réparties dans les bobines en même temps que par la nécessité d'employer des selfs sans bouts morts. Cependant il est possible, avec des appareils soignés, de recevoir les ondes comprises entre 200 et 600 mètres en utilisant dans les montages

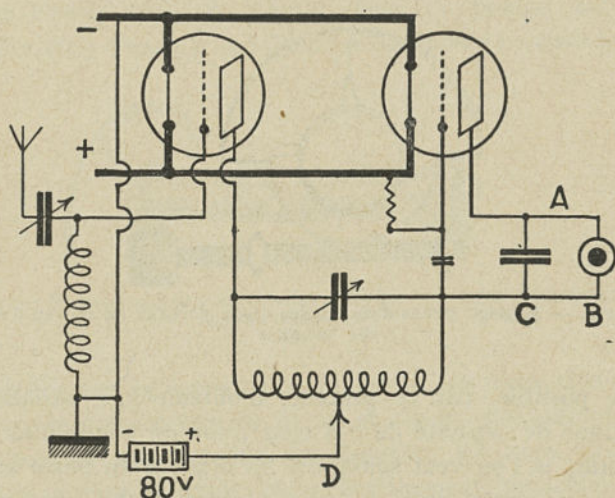


Fig. 122. — Montage pour ondes courtes. Pratiquement ajouter une bobine de choc en A et joindre l'autre extrémité de l'écouteur en D et non en C

accordés une self fixe unique avec un condensateur variable de 1/1.000 microfarad.

Les figures 122 et 123 représentent deux exemples de montages applicables aux ondes courtes et qui donnent d'excellents résultats. Dans l'exemple donné figure 123 il faut se garder de shunter le téléphone par une capacité à moins d'utiliser une bobine de choc en série entre l'écouteur et la plaque.

L'amplification en basse fréquence est en tous points semblable à celle des autres amplificateurs.

Par suite de l'importance, avec les ondes courtes, de la

capacité plaque-grille, il semble qu'il y ait intérêt à utiliser les montages neutrodynes. Mais on se contente le plus souvent d'utiliser un étage haute fréquence suivi d'une détectrice dans laquelle la réaction de la plaque sur la grille est généralement assez faible.

Aussi bien, la lampe à écran de grille, dont nous avons

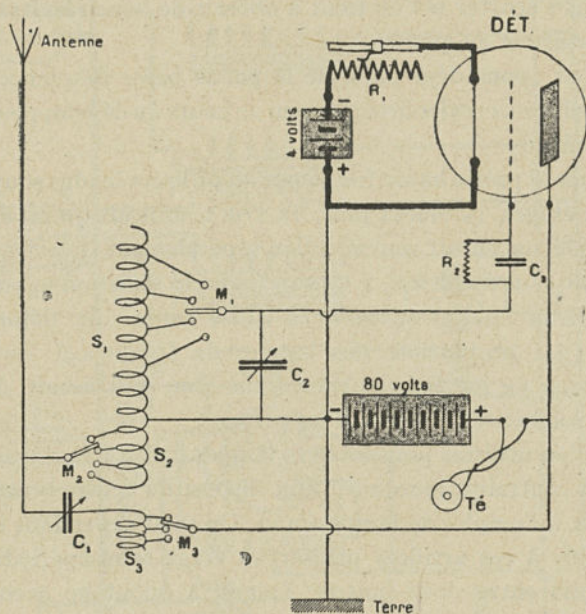


Fig. 123. — Montage spécial pour ondes courtes, à une lampe.

exposé le principe du montage, permet avec une amplification élevée de réduire dans une mesure énorme (de l'ordre de 100 à 1) la capacité plaque-grille.

### Récepteurs pour grandes et petites ondes

La réunion dans un même appareil d'organes permettant une bonne réception des grandes et des petites ondes va retenir maintenant notre attention.

D'une manière générale cette amplification comprendra une partie haute fréquence et une partie basse fréquence

liées par une détectrice. Les appareils super-hétérodynes qui font appel à une partie moyenne fréquence seront exposés plus loin.

Il serait vain de vouloir exposer toutes les combinaisons possibles dont le nombre semble illimité. Cependant on peut donner quelques indications générales dont il vaudra mieux ne pas s'écarter si l'on tient à obtenir de bons résultats en puissance et en qualité.

Nous avons déjà parlé de la partie basse fréquence sur laquelle nous reviendrons un peu au cours du développement qui suit.

Dans la partie haute fréquence on utilisera le plus souvent deux étages, rarement plus. Si l'on n'utilisait qu'un étage accordé, on aurait une sélection généralement insuffisante ; remarquons d'ailleurs, à ce sujet, que la sélection apportée par deux lampes successives cause moins de déformation (par mutilation des bandes de fréquence) qu'une sélection de même importance due à un seul circuit, dont on a soigneusement réduit les pertes.

Si l'on utilisait plus de deux lampes haute fréquence, on serait contraint de recourir aux dispositifs neutrodynes ou mieux à l'emploi de lampe écran. On peut cependant sans recourir à ces artifices utiliser un étage semi-apériodique compris entre deux autres étages à montage accordé.

D'une manière générale, on préfère ne pas utiliser de réaction sur le circuit d'entrée ; on l'applique plutôt sur le circuit résonnant précédant la détectrice.

Nous rappelons que la détectrice par caractéristique de plaque a retrouvé certaine faveur, mais il est bon de souligner qu'elle est sensiblement moins efficace que la détection par condensateur shunté ; son emploi suppose de plus une amplitude assez forte des oscillations reçues donc une bonne amplification de haute fréquence.

Voici maintenant quelques indications sur les trois exemples d'appareils que nous avons donnés.

Le premier (figure 124), qui est alimenté à l'aide de courant continu, n'utilise que des lampes universelles. Il comprend



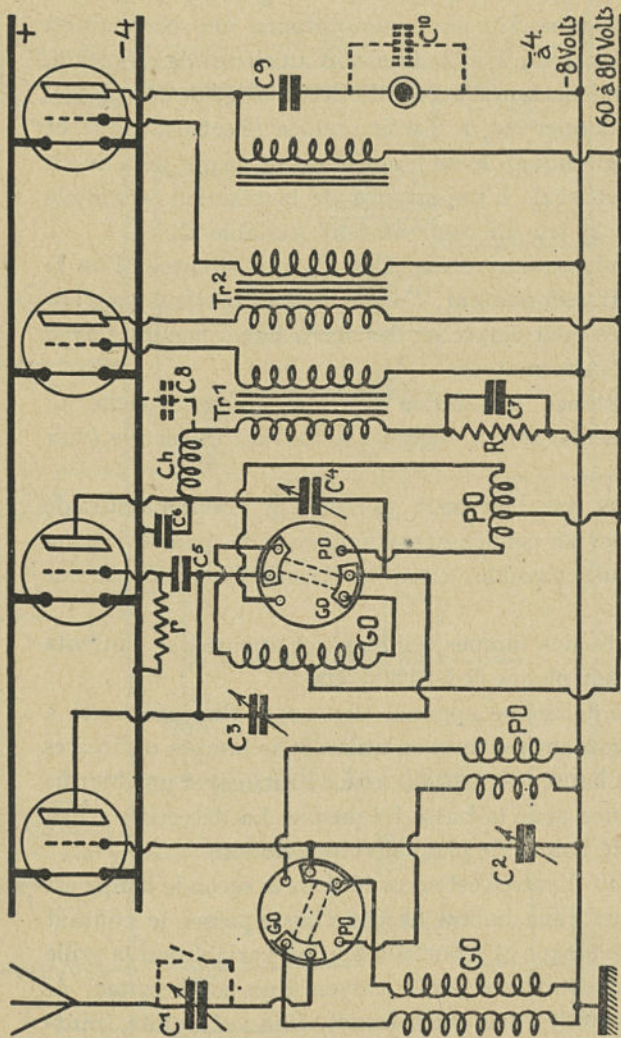


Fig. 124. — Récepteur à 4 lampes universelles, avec commutateurs et réaction.

$C_1$  = Condensateur pour grande antenne et petites ondes (1/1.000 mf.) variable;  $C_2$  = Condensateur du circuit d'entrée (1/1.000 mf.) variable;  $C_3$  = Condensateur du circuit de réaction (0,05/1.000 mf.) variable;  $C_4$  = Condensateur de réaction (0,5/1.000 mf.) variable;  $C_5$  = Condensateur de détection (0,05/1.000 mf.) fixe;  $r$  = 2 mégohms;  $C_6$  = 0,25/1.000 mf.;  $C_7$  = 1 mf.;  $R$  = 10.000 ohms;  $C_8$  et  $C_{10}$  = 1/1.000 mf. (environ);  $C_9$  = 0,5 mf.;  $T_1$  = Transformateur basse fréquence (rapport 5);  $T_2$  = Transformateur basse fréquence (rapport 3).

une lampe haute fréquence, une détectrice et deux lampes basse fréquence à transformateurs. La détection a lieu par condensateur shunté. Le passage des grandes ondes aux petites ondes se fait par commutateurs. On reconnaît en  $C_2$  le condensateur d'accord servant au circuit de réception, en  $C_3$  le condensateur d'accord du circuit de grille de la détectrice. Ce dernier est à réaction mixte (électrostatique et électromagnétique), le montage étant du genre déjà décrit (fig. 109 et 122). L'importance de la réaction se trouve dosée par le jeu du condensateur variable  $C_4$ .

Les condensateurs fixes  $C_8$  et  $C_{10}$  qui shuntent l'un le premier transformateur, l'autre le haut-parleur peuvent être ajoutés pour empêcher des accrochages possibles avec certains transformateurs.

La résistance  $R$  shuntée par une grosse capacité  $C_7$  (2 microfarads) sert à diminuer le courant de plaque (voir détection).

Ajoutons que l'on peut doubler le condensateur de réaction par un condensateur fixe, en série, pour éviter un court-circuit possible entre les lames du condensateur variable.

Par suite des lampes utilisées, cet appareil se contente d'une tension plaque de 60 à 80 volts.

Dans le deuxième appareil (fig. 125), alimenté aussi à l'aide de courant continu, on utilise trois lampes ordinaires (soit deux haute fréquence et une détectrice) et une bigrille de puissance pour la basse fréquence. La détection a lieu par caractéristique de plaque (voir détection).

Le circuit d'entrée est accordé mais la seconde lampe est apériodique; une bobine de choc laisse passer le courant continu de plaque et reporte la tension variable sur la grille de la lampe suivante par le moyen d'un condensateur de liaison  $C_2$  (0,25 / 1.000 microfarad). Une self à plots, court-circuitant les bouts morts, permet un accord relatif (S). Pour éviter les accrochages possibles on règle le potentiel moyen de grille sur un potentiomètre (voir « La réaction » ainsi que fig. 115).

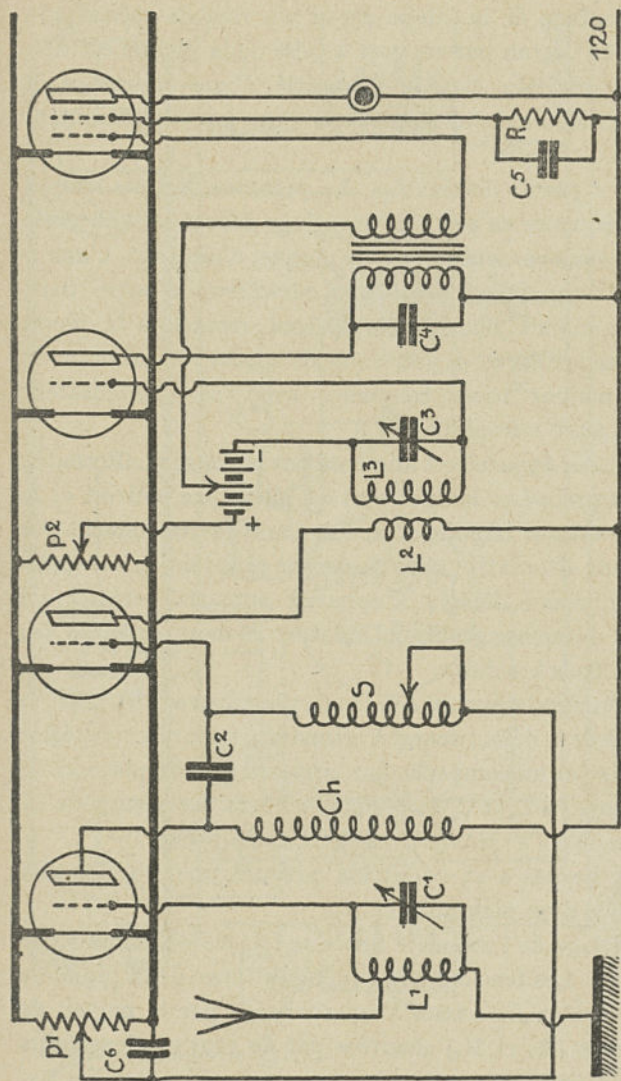


Fig. 125. — Récepteur à trois lampes haute fréquence avec détection par caractéristique d'anode.  
 $C_1$ ,  $L_1$  = Circuit accordé d'entrée; Ch = Bobine de choc;  $C_2$  = Condensateur de liaison (0,25/1.000 mf.);  
 $S_1$  = Self semi-périodique à plots;  $L_2$ ,  $L_3$  = Transformateur haute fréquence accordé par le condensateur  $C_3$ ;  
 $C_3$  = 2 mf;  $R$  = 10 000 ohms; B = Batterie de polarisation;  $P_1$  = Potentiomètre évitant les accrochages;  
 $P_2$  = Potentiomètre permettant le réglage de la détectrice;  $C_4$  = 4/1.000 shunte le potentiomètre haute fréquence.

La troisième lampe est montée avec un transformateur accordé sur son circuit de grille.

Le montage de la lampe écran n'a rien de spécial : la tension de l'écran par rapport à celle de la plaque est simplement abaissée par le dispositif d'une résistance  $R$  (10.000 chms environ) shuntée par un gros condensateur  $C_5$  (2 microfarads).

Il n'y a pas ici de réaction. La présence de trois lampes haute fréquence en rendrait le réglage délicat ; d'ailleurs la détection par caractéristique de plaque, d'une part, n'amortit pas le circuit qui précède la détectrice, d'autre part, exige un circuit plaque libre de tout obstacle à la haute fréquence ; aussi est-il préférable de shunter le primaire du transformateur basse fréquence avec un condensateur  $C_4$  (0,5/1.000 microfarad).

Le dernier appareil est alimenté par le courant alternatif, les deux premières lampes sont « à chauffage indirect » ; la dernière est une trigrille ordinaire chauffée directement par le courant alternatif ; nous parlerons plus loin de ces questions (chapitre VIII). L'appareil suppose l'emploi de bobines interchangeables : les unes à deux broches, les autres à trois broches.

La première lampe est à écran de plaque avec blindage ; le montage de la détectrice est à résonance, avec réaction réglée cette fois par un compensateur, appareil qui remplace ici les condensateurs  $C_1$  et  $C_6$  du premier schéma. Ce réglage de la réaction offre l'avantage d'une grande souplesse.

Deux bornes a et b ont été prévues pour l'utilisation éventuelle d'un pick-up.

Le réglage de l'intensité finale se fait sur la partie basse fréquence. Les tensions appliquées à l'écran de la première lampe et à la détectrice sont abaissées par le moyen de résistances ( $R_1$  et  $R_2$ ) shuntées par de gros condensateurs ( $C_6$  et  $C_7$ ). On peut modifier un peu ces données et relier par exemple la grille de la première lampe au 0 au lieu de — 8.

Dans le montage de la figure 126, le circuit de réception se trouve fort simplifié. On peut améliorer le rendement et la

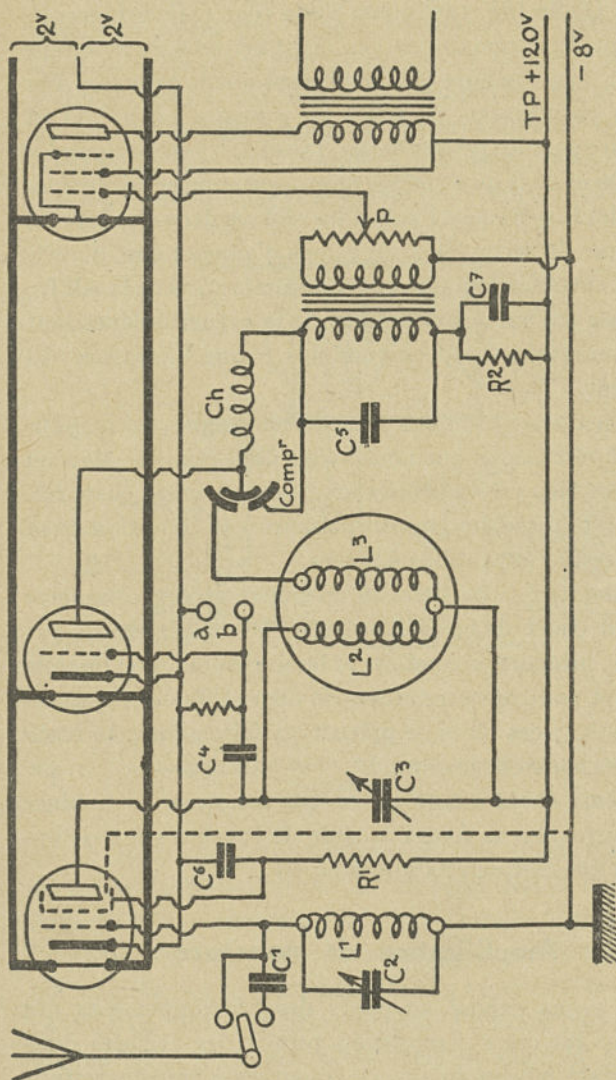


Fig 126 — Récepteur avec lampe à écran, et alimenté par courant alternatif.  
 $L_1, C_1$  = Circuit accordé d'entrée;  $L_2, C_2$  = Circuit accordé de résonance; Ch = Bobine de choc; Comp<sup>r</sup> = Compensateur dosant la réaction;  $L_3, C_3$  = Bobine de réaction couplée avec  $L_1, R_1$  et  $R_2$  = Résistances abaissant les tensions correspondantes shuntées par  $C_3$  et  $C_4$  (environ 15.000 ohms d'une part et 2 mf d'autre part a b : = Borne pour pick-up; P = Potentiomètre, réglant le volume du son. (Au lieu de relier  $C_3$  à TP on peut le relier directement à la cathode.)

sélectivité qui en dépendent en recourant aux mêmes dispositifs que pour les postes à galène, c'est-à-dire aux montages en Oudin (fig. 125) ou en Tesla (fig. 124). Seulement, ici, comme le secondaire est peu résistant, on aura avantage à utiliser un secondaire plus important que le primaire. Par exemple on utilisera 35 spires au primaire contre 60 au secondaire pour les petites ondes, 150 et 200 pour les grandes ondes. On évitera un couplage trop serré et on se contentera d'accorder le système à l'aide d'un seul condensateur monté aux bornes du secondaire. Signalons d'ailleurs que, dans le circuit d'entrée de la figure 126, une diminution de la self  $L_1$ , compensée par un accroissement de la capacité dépendant du condensateur  $C_2$ , peut conduire à une altération du rendement.

Nous n'avons pas, dans ces schémas, employé d'amplificateurs à résistances que nous avons déjà étudiés. Mais on aurait fort bien pu les utiliser ici dans les parties basse fréquence, à la place des transformateurs à la condition de se conformer aux indications données.

Signalons que, actuellement, on trouve dans le commerce un grand choix de blocs d'accord ; ils comprendront par exemple : primaire, secondaire et bobine de réaction (mobile ou non) et pourront être munis de dispositifs de commutation PO-GO ; ces blocs se prêtent parfaitement à la réalisation des appareils décrits.

Le même choix existe en ce qui concerne les bobines interchangeables se fixant à l'aide de broches sur des supports en vue desquels ils sont adaptés.

### Amplification de puissance

Nous avons exposé au cours des développements qui précèdent les deux dispositions principales utilisées dans l'amplification basse fréquence : montage à transformateur et montage à résistance. Nous avons, à cette occasion, indiqué les lampes spéciales qu'il convenait d'utiliser pour obtenir de bons résultats en rendement et en qualité.

Remarquons d'ailleurs que l'on peut fort bien employer des étages différents, par exemple un montage à transformateur après un étage à résistance ou inversement. Dans tous les cas il faut avoir soin de polariser négativement les grilles principales des lampes de façon qu'elles ne débitent aucun courant ce qui provoquerait des déformations. On est ainsi conduit à utiliser pour les dernières lampes — et d'autant plus que la réception est puissante —

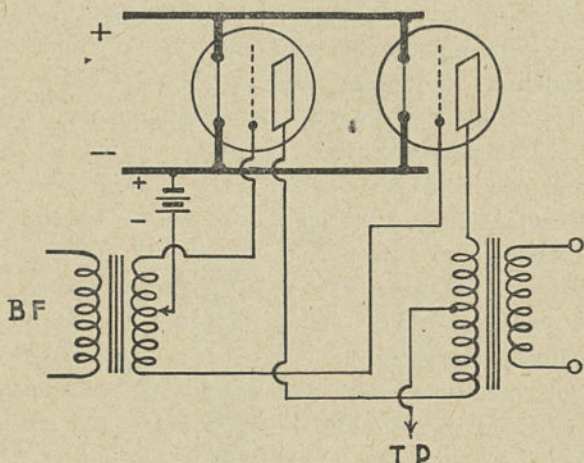


Fig. 127. — Amplification basse fréquence par montage en opposition (push-pull).

une batterie de forte tension plaque. C'est absolument nécessaire si l'on désire avoir une réception de qualité.

Lorsque l'on arrive à la dernière lampe le problème de l'amplification n'est plus le même. La lampe étant toujours, par sa grille, un élément sensible à la tension, il convient en partant de cette condition initiale d'obtenir dans le circuit plaque non plus une forte tension, mais la plus forte énergie utilisable possible.

Sans doute un tel problème ne saurait être résolu rigoureusement (et encore) en dehors de certaines indications concernant le récepteur envisagé ; cependant en s'en tenant

à quelques considérations générales on peut dire que la puissance obtenue dépend de la « qualité » de la lampe expression qui caractérise le produit de son coefficient d'amplification par la pente de la caractéristique.

Les lampes de puissance dont la pente est forte donneront de très bons résultats. Mais on peut obtenir mieux avec les lampes trigridles (pentodes) qui offrent l'avantage supplémentaire d'un coefficient d'amplification très élevé.

Dans cette lampe, la grille principale soumise à la tension à amplifier est la plus rapprochée du filament. La grille extérieure est au potentiel du filament et s'y trouve reliée à l'intérieur de la lampe tandis que la grille située entre les deux autres est au potentiel de la plaque mais ne débite pas sur le haut-parleur (fig. 131).

Cette lampe a une certaine tendance à exagérer les notes aiguës ce que l'on peut corriger en shuntant le haut-parleur par un condensateur de 1/1.000 microfarad environ ; son rendement en puissance et en qualité est excellent.

Une recommandation s'impose si l'on utilise une self de sortie aux bornes de laquelle se branche le haut-parleur : ne pas déconnecter le haut-parleur pendant une émission ; la forte tension plaque qui en serait la conséquence risquerait de faire claquer la lampe.

Il existe enfin des dispositifs dits « va-et-vient » (push-pull) dans lesquels ainsi qu'il est exposé sur la figure 127 on reporte sur les grilles de deux lampes montées en parallèle des tensions opposées à l'aide de deux transformateurs, ou mieux d'un seul transformateur spécial ayant un primaire à prise médiane. On recombine ensuite les tensions amplifiées par un procédé tout à fait analogue.

Ce dispositif a connu une certaine vogue par le fait qu'il diminuait les déformations provoquées par les courbures des caractéristiques. D'autre part il se prête avec les lampes ordinaires à une compensation des ronflements produits, lorsque l'on utilise directement le courant alternatif pour le chauffage des filaments.

Nous verrons plus loin — à ce sujet — que lorsqu'il s'agit



d'audition en haut-parleur il n'y a aucun inconvénient à utiliser le courant alternatif pour le chauffage du filament de la dernière lampe.

### La reproduction phonographique

Dans un grand nombre de postes on trouve aujourd'hui des bornes spéciales destinées à recevoir la force électromotrice émanant d'un pick-up. Cet appareil a pour but de

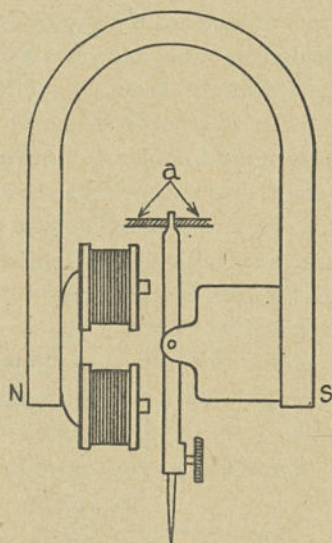


Fig. 128. — Pick-up. a, cale élastique.

permettre l'audition de disques de phonographe par le haut-parleur après amplification basse fréquence.

Il est possible, par ce moyen, d'obtenir une netteté et une puissance supérieures à ce que donnent les diaphragmes ordinaires.

Pour arriver à ce résultat, il faut transformer la réception, obtenue par le frottement de l'aiguille, en courant électrique modulé. Le plus souvent on a recours, dans ce but, aux

principes si souvent appliqués des forces électromotrices d'induction.

On sait que les premiers téléphones de Bell étaient simplement composés à l'émission comme à la réception de ce que nous avons l'habitude de désigner sous le nom d'écouteurs téléphoniques. La force électromotrice était créée, à l'émission, par les vibrations de la plaque d'écouteur, provoquées par la voix ou le son à transmettre. Ce mouvement créait en effet, dans une bobine traversée par un aimant, une variation du flux qui engendrait la force électromotrice produisant le courant de transmission.

On imagine facilement que la réalisation d'un pick-up serait possible en utilisant un écouteur ordinaire. Pratiquement, dans le pick-up, une petite masse de fer est reliée à l'aiguille dont elle reproduit fidèlement tous les mouvements dus aux sinuosités du disque. Cette masse en se déplaçant dans le champ d'un électro-aimant modifie la perméabilité et par suite le flux qui le traverse. Il en résulte dans les enroulements de l'électro-aimant une force électromotrice d'induction que l'on pourra à l'aide de connexions convenables, suivant le bras qui guide l'appareil, reporter aux bornes de l'amplification basse fréquence (entre le filament et la grille de la détectrice, voir fig. 126).

La figure 128 représente un bon modèle de pick-up.

### Réception dite par super-hétérodynation

La réception des ondes courtes, on le sait, présente quelques difficultés provenant pour une part des effets nuisibles dus aux capacités entre les circuits ou les électrodes des lampes, et à la résistance des conducteurs qui, aux très hautes fréquences, se traduisent par une perte d'énergie.

Ces inconvénients n'apparaissent pas ou sont très atténués sur les récepteurs à lampes adaptés aux grandes longueurs d'onde. Il semblerait donc plus commode, à ce point de vue, de « manier » les ondes longues que les ondes courtes,

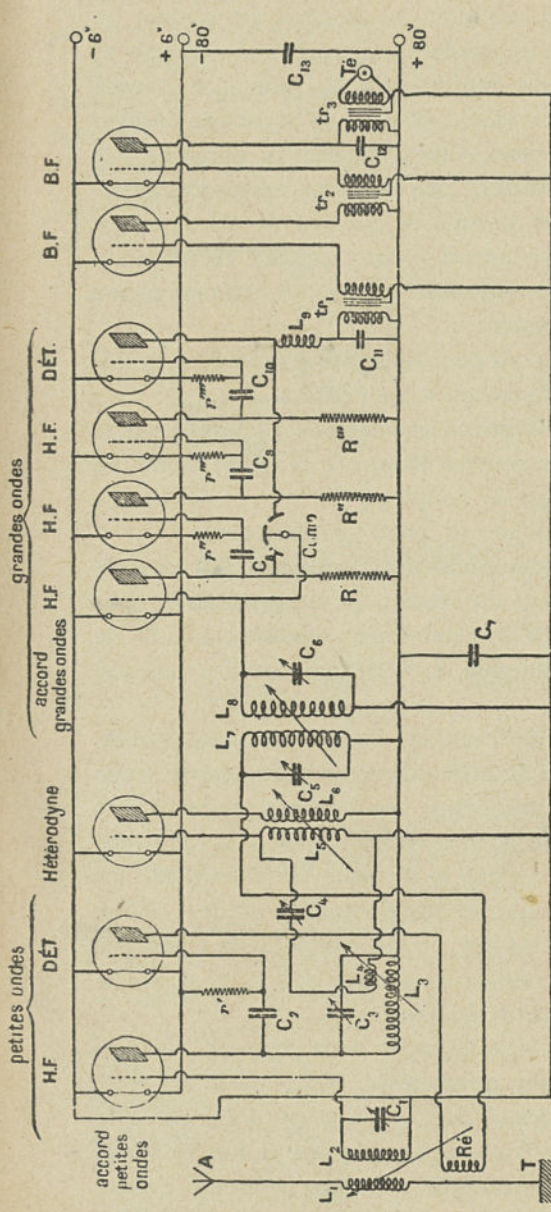


Fig. 129. — Montage d'un récepteur à double hétérodynamie.

- $L_1$  = 6 spires.  
 $L_2$  = Inductance d'accord pour petites longueurs d'ondes.  
 $R\acute{E}$  = Bobine de réaction appropriée.  
 $L_3$  = Inductance d'accord du circuit de plaque choisie suivant longueur d'onde à recevoir.  
 $L_4$  = Bobine exploratrice .6 spires.  
 $C_1$  = 0,5/1.000 mf.  
 $C_2$  = 0,5/1.000 mf.  
 $C_3$  = 0,2/1.000 mf.  
 $C_4$  = 0,5/1.000 mf.  
 $r'$  = 3 $\Omega$   
 $C_1$  = 0,5/1.000 mf.

- $L_6$  = Bobine de grille de l'hétérodyne, 25 spires,  
 $L_7$  = Bobine de plaque de l'hétérodyne, 20 spires,  
 $C_5$  = 0,5/1.000 mf.  
 $C_6$  = 0,5/1.000 mf.  
 $L_7$  = Inductance d'accord sur une longueur d'onde de 3.000 mètres.  
 $L_8$  = Inductance d'accord sur une longueur d'onde de 3.000 mètres.  
 $C_7$  = 10/1.000 mf.  
 $r''$ ,  $r'''$  = 4 $\Omega$ .  
 $R$ ,  $R''$  = 80.000  $\Omega$ .

- $r''''$  = 3 $\Omega$ .  
 $R''''$  = 70.000  $\Omega$ .  
 $C_8$ ,  $C_9$  = 0,5/1.000 mf.  
 $C_{10}$  = 0,1/1.000 mf.  
 $Comp$  = Compensateur d'accrochage.  
 $L_9$  = Résistance inductive de 4.000 $\Omega$ .  
 $C_{11}$ ,  $C_{12}$  = 4/1.000 mf.  
 $C_{13}$  = 2 mf.  
 $Tr_1$  = Transformateur B. F. Rapport 5.  
 $tr_2$  = — — — téléphonique. — — 3.  
 $tr_3$  = — — — téléphone ou Haut-Parleur. — — 1.  
 $T\acute{e}$  = Téléphone ou Haut-Parleur.

ce qui reviendrait à transformer la fréquence des ondes reçues avant de les amplifier. Ce résultat est obtenu au moyen d'un artifice appelé la « super-hétérodynation » et dont le principe a été indiqué par M. Lévy. Ce procédé de réception est assez délicat et exige de la part de l'utilisateur une certaine expérience ; mais il donne, au point de vue amplification et sélection, des résultats vraiment remarquables qui semblent, jusqu'à ce jour, n'avoir été dépassés, ni même égalés par aucun autre système récepteur.

Un ensemble de réception par super-hétérodynation comporte essentiellement :

1° Un circuit d'accord pour les ondes courtes bien syntonisé relié à une antenne ou à un cadre ;

2° Un ensemble amplificateur-détecteur, établi pour la réception des ondes courtes (lampe à réaction seule ou précédée d'une lampe de couplage) ;

3° Un dispositif d'accord pour grandes ondes ;

4° Un ensemble amplificateur-détecteur, établi et réglé une fois pour toutes, au maximum de sensibilité pour une longueur d'onde arbitrairement choisie : l'onde de 3.000 mètres, par exemple, dont la fréquence  $F = 100.000$  n'est pas audible ;

5° Une hétérodyne capable d'engendrer des oscillations  $f'$ , telles qu'en interférant avec l'onde courte reçue de fréquence  $f$ , la fréquence des battements résultants  $f - f'$  ou  $f' - f$  soit rigoureusement égale à la fréquence  $F = 100.000$  imposée par le système amplificateur.

Étant donné que, par le jeu du condensateur variable ou de selfs de l'hétérodyne, on est maître de la fréquence  $f'$ , il est toujours possible, quelle que soit  $f$ , de satisfaire à la condition d'accord imposée.

La réception de la téléphonie sans fil peut se faire ainsi sans déformation appréciable. Si l'on désire recevoir des ondes entretenues, il faut faire usage d'une seconde hétérodyne, indépendante de la première et fonctionnant normalement, d'où le nom de « double hétérodynation » donné quelquefois à ce procédé de réception.

Différents montages peuvent être établis suivant les principes exposés ci-dessus.

Le schéma de la figure 129 indique un des procédés de montage les plus rationnels et qui donne d'excellents résultats.

Le circuit d'accord sur ondes courtes peut être d'un type quelconque, il suffit qu'il soit bien syntonisé. L'appareil

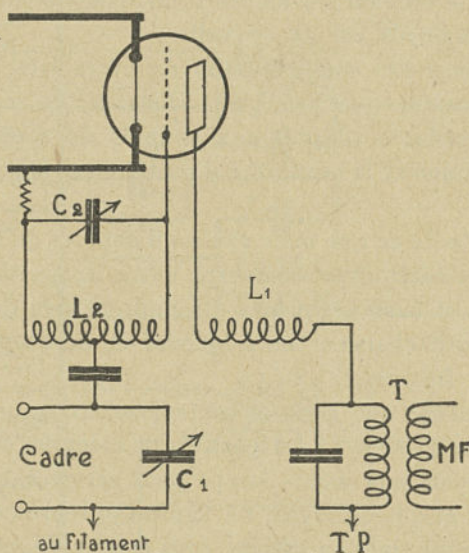


Fig. 130. — Montage: « auto-hétérodyne » dit « tropadyne ». — C. = Condensateur du circuit de réception;  $L_1, C_2$  = Circuit hétérodyne; T = Tesla pour la moyenne fréquence.

reil représenté sur la figure 129, qui à première vue semble très compliqué, n'est autre qu'un amplificateur à résonance à deux lampes (une lampe de couplage suivie d'une lampe détectrice à réaction) dans lequel le téléphone a été remplacé par le primaire d'un Tesla réglé sur l'onde de 3.000 mètres ( $F = 100.000$ ). Le secondaire, également réglé sur l'onde de 3.000 mètres, est branché aux bornes d'un amplificateur haute fréquence à résistances suivi de deux lampes amplificatrices basse fréquence à transformateurs, une hétérodyne élémentaire génératrice d'ondes

courtes est couplée au circuit de plaque de la première lampe par une petite bobine exploratrice  $L_4$ . Il est à remarquer que ces trois appareils sont alimentés par les mêmes sources.

La chute de tension créée par un ensemble de 6 ou 8 lampes étant importante, il est nécessaire d'employer pour le chauffage du filament un accumulateur de 6 volts et de régler le courant au moyen d'un rhéostat. La tension plaque employée est de 80 volts.

Le réglage des condensateurs doit être très précis et effectué autant que possible à distance, au moyen de manches isolants adaptés aux boutons de manœuvre.

La syntonie et la sensibilité d'un tel poste sont considérables.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer qu'un récepteur super-hétérodyne comporte, entre les parties haute fréquence et basse fréquence qui n'offrent rien de spécial, un dispositif changeur de fréquence et un amplificateur moyenne fréquence.

Le montage que nous avons exposé exige une lampe hétérodyne spéciale ; il est possible de créer des dispositifs dans lesquels une même lampe peut servir à la fois de détectrice et d'hétérodyne. La figure 130 représente un de ces montages que l'on désigne sous le nom de tropadyne. Les circuits de réception et d'hétérodyne sont montés en série sur la grille.

A ce dispositif on substitue le plus souvent aujourd'hui le changement de fréquence par lampe bigrille qui exige moins de précautions (fig. 131). Dans cette lampe la grille auxiliaire se trouve située entre le filament et la grille principale qui est soumise à la tension reçue. Sur la grille auxiliaire est disposée un circuit oscillant  $L_1 C_2$  couplé avec une bobine  $L_2$  montée dans le circuit de plaque absolument comme dans les dispositifs d'entretien d'oscillation par lampe triode. On peut d'ailleurs recourir au couplage par capacité ou mieux au couplage mixte.

Dans tous ces montages le réglage se fait pratiquement

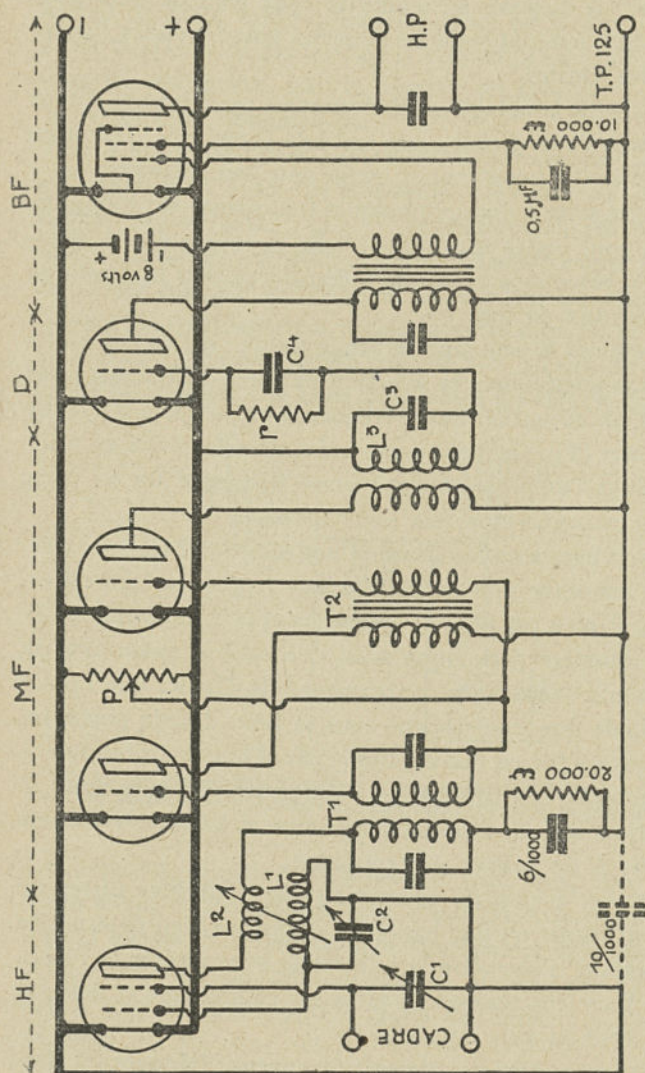


Fig. 131. — Super-hétérodyne avec Radiomodulateur bigrille.  
 $T_1$  = Tesla moyenne fréquence, même accord que pour  $L_0$   $C_3$ ;  $T_2$  = Transformateur haute fréquence amorti;  
 $P$  = Potentiomètre réglant l'accrochage de la moyenne fréquence;  $r$  =  $2 \Omega$ ;  $C_1$  =  $0,2 / 1.000$  mf. (Détection moyenne fréquence);  $T_3$  = Transformateur basse fréquence de rapport  $1/3$ .

par variation du condensateur d'hétérodyne. Il convient donc, pour que la gamme de réception soit suffisamment étendue, de disposer au moins de deux jeux de selfs pour le circuit d'hétérodyne, l'un pour les grandes ondes, l'autre pour les petites.

Lorsque le couplage est fixé une fois pour toutes, il faut avoir soin de le choisir assez serré de façon que l'entretien ait lieu sans discontinuité, quelle que soit la fréquence.

Il nous reste à donner quelques indications sur l'amplification pour ondes moyennes ; celle-ci pourra être à résistance, à résonance ou même à transformateur apériodique avec noyaux de fer.

Pendant il convient de souligner que si l'on utilise un montage apériodique la sélection provient uniquement des circuits de réception haute fréquence et du Tesla moyenne fréquence ( $T_1$ ). On peut accroître cette sélectivité en utilisant dans l'amplification moyenne fréquence un ou deux étages, accordés une fois pour toutes.

Il vaut mieux ne pas abuser d'une sélectivité trop accusée, car si une onde non modulée a une fréquence bien déterminée, il n'en est plus de même lorsque l'amplitude varie d'une manière périodique ainsi que cela se passe avec la téléphonie. Nous nous contenterons de dire ici que l'onde principale que l'on désigne sous le nom d'onde porteuse, se trouve dans ce cas accompagnée d'ondes de fréquence très voisines constituant les bandes de fréquence dont la réception est absolument nécessaire si l'on ne veut pas aboutir à de graves déformations.

Certains dispositifs constituant de véritables filtres ne laissant passer qu'une bande de fréquence bien déterminée permettent d'accroître la sélectivité sans altérer la réception. Mais leur réalisation est assez compliquée et délicate aussi sont-ils peu répandus.

La construction des dispositifs moyenne fréquence à résonance exige de fortes selfs ; il résulte de ce fait une certaine « inertie » du circuit oscillant ainsi constitué qui s'accommode mal des variations de l'amplitude dues à la modulation.



Lorsque l'on emploie des lampes à écran, il convient d'utiliser, pour bénéficier de leur forte amplification, des impédances de haute valeur. Mais, par suite de la grande résistance intérieure de ces lampes, la sélectivité pourrait devenir exagérée, entraînant, avec la coupure des fréquences élevées, de regrettables déformations.

On a été amené, dans ces conditions, à rechercher un élargissement de la bande de fréquences, rappelant les résultats donnés par les filtres, tout en ne mettant en jeu que des moyens simplifiés. La solution qui est universellement adoptée fait appel aux deux résonnances peu écartées que fournit un système de transformateur à deux circuits accordés et faiblement couplés. L'un d'eux est branché à la plaque tandis que l'autre est connecté à la grille de la lampe qui suit (V. fig. 132).

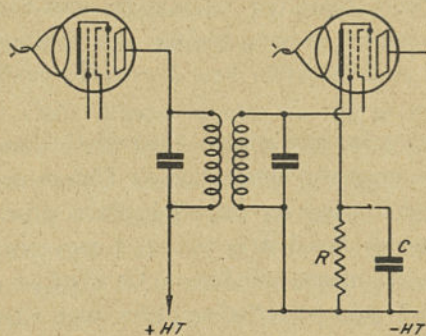


Fig. 132. — Amplification moyenne fréquence avec filtre. Les lampes sont des pentodes à chauffage indirect. RC résistance et condensateur de polarisation.

Ce dispositif permet de transmettre ainsi, avec une sensibilité élevée et presque constante, l'onde porteuse et les principales bandes de fréquences que détermine la modulation.

Nous retrouverons cette disposition au chapitre IX, que l'on a consacré aux appareils munis des derniers perfectionnements.

Les amplificateurs moyenne fréquence des super-hétérodynes de modèle ancien, équipés de nombreuses triodes, sont souvent troublés par les accrochages des oscillations entretenues qui sont susceptibles de s'y développer. Pour les éviter,

les grilles y sont reliées à un potentiomètre (P) fixé aux bornes de la batterie de chauffage. On règle ainsi le courant filament-grille qui amortit les circuits et qui permet soit de diminuer l'amplification (mais en abaissant aussi la sélectivité, ce qui est souvent regrettable, parfois préférable), soit de l'augmenter en se tenant au voisinage mais au-dessous de l'entretien.

Les avantages respectifs de l'amplification directe et du changement de fréquence ont donné lieu à de nombreuses discussions. On a d'abord vanté l'amplification et la sélectivité élevées que permettait le super-hétérodyne sans recourir à plus de deux réglages dans la recherche des postes. Puis le réglage unique, appliqué aux appareils à résonance avec lampes à écran a rendu un moment — à ces appareils — un regain de faveur. Mais par la suite le super-hétérodyne a bénéficié également du monoréglage, son fonctionnement a été amélioré et la situation s'est à nouveau modifiée à son avantage.

On peut reprocher aux anciens appareils à changement de fréquence une mauvaise élimination de l'image de fréquence qui correspond à l'une des deux fréquences principales que la combinaison de l'oscillatrice et de la moyenne fréquence amplifie dans les mêmes conditions. Ce système, ainsi qu'il a été expliqué, peut en effet amplifier tout aussi bien les ondes de fréquence  $f-F$  que celle de fréquence  $f+F$ , et c'est d'ailleurs en vertu de cette particularité que le même poste apparaît en deux points différents lorsque l'on tourne le bouton de l'oscillateur dans les appareils où cet accord se trouve effectué séparément. La réception simultanée des deux ondes se traduit par un brouillage et des sifflements qu'il convient naturellement d'éviter — et la situation actuelle caractérisée par un nombre élevé des postes émetteurs, permet, moins que jamais, de négliger cette question sur les deux gammes principales de la radiodiffusion.

Comme on ne peut compter que sur les circuits de haute fréquence pour éliminer le poste brouilleur, il est indispensable que ceux-ci fournissent une sélectivité suffisante. Dans ce but

certaines récepteurs comportent une amplification préalable directe avant le changement de fréquence. La tendance actuelle est cependant dans l'emploi d'une combinaison de simples circuits, faiblement couplés entre eux, et établis avec beaucoup de soin, de façon à posséder une haute sélectivité. On notera comme suite à ce qui vient d'être dit, que l'adjonction d'un ou plusieurs circuits (voire d'un piège à ondes) — intercalés entre l'antenne ou le cadre et le poste — permettront d'améliorer d'anciens récepteurs où l'image de fréquence était insuffisamment éliminée. Des constructeurs ont établi des dispositifs basés sur cette remarque; bien entendu, le réglage est alors un peu plus compliqué.

Une valeur plus élevée de la fréquence intermédiaire — en augmentant l'écart de l'image — facilite son élimination. Aussi emploie-t-on maintenant des moyennes fréquences réglées sur 120 kilocycles environ et même parfois sur 400 kilocycles.

Lorsqu'il s'agit d'ondes courtes, on ne se préoccupe pas beaucoup, en général, de l'image de fréquence; il existe même des récepteurs où la tension portée aux bornes de la modulatrice est prise directement aux extrémités d'une bobine de choc connectée entre l'antenne et la terre. La sélection directe en onde courte est, d'abord, assez difficile à réaliser de manière efficace; mais surtout le nombre des postes émetteurs y est faible au regard de tous ceux qu'il est possible de situer entre deux longueurs d'ondes relativement voisines. Entre 130 et 140 mètres, on peut placer autant de postes radiotéléphoniques n'interférant pas entre eux, qu'entre 1.000 et 2.000 mètres.

Un dernier reproche que l'on a adressé au changement de fréquence a trait au bruit de fond qu'il engendre. Mais, là encore, ainsi que nous le verrons plus loin, la technique moderne a apporté de sérieuses améliorations grâce à l'emploi de nouvelles lampes modulatrices, donnant une forte amplification tout en n'exigeant qu'un courant plaque modéré (octode, triode-hexode).

Les perfectionnements que nous venons de signaler justifient la vogue dont le superhétérodyne est aujourd'hui l'objet.



## CHAPITRE VIII

---

### *Dispositions particulières aux Montages Modernes*

---

Les montages que nous avons décrits dans les chapitres qui précèdent sont plus anciens mais aussi plus simples que ceux que nous allons étudier maintenant.

Le progrès a suivi un ordre tel, que les principes fondamentaux sont restés à peu près les mêmes et c'est par un perfectionnement sans cesse poussé que l'on est arrivé aux résultats supérieurs que l'on obtient aujourd'hui. Les lampes en fournissent d'ailleurs un exemple typique: à la lampe à 2 électrodes de Fleming, simplement détectrice, a succédé la triode également amplificatrice, puis l'adjonction de l'écran a amélioré l'amplification en conduisant à une meilleure sélectivité grâce à l'accroissement parallèle de la résistance intérieure; une cinquième électrode et c'est la penthode de haute et de basse fréquence avec des caractéristiques plus poussées; et voici les hexodes, les heptodes, les octodes, sans parler des lampes à pente variable et des triodes-penthodes, tandis que, d'autre part, la matière active de la cathode était l'objet d'améliorations successives.

Ainsi l'ordre chronologique s'impose comme celui que doit suivre l'étude des lampes et on pourrait montrer qu'il en est de même en ce qui concerne la plupart des organes, entre lesquels, d'ailleurs, il existe une étroite dépendance. Il est donc logique de suivre l'ordre dressé par les perfectionnements successifs, en évitant d'insister sur les essais sans lendemain, pour saisir, avec le fonctionnement des appareils modernes, les raisons qui ont dicté l'évolution constatée.

### Les Lampes à pente variable

Dans les chapitres qui précèdent nous avons décrit et exposé le fonctionnement de nombreux montages comprenant des lampes triodes, tétraodes et pentodes de basse fréquence.

La lampe à écran de haute fréquence a connu, sous le nom de lampe à pente variable, un premier perfectionnement dans l'utilisation d'une grille de contrôle créée spécialement en vue d'obtenir, suivant la polarisation qui lui est appliquée, une amplification plus ou moins élevée.

Nous avons déjà expliqué que le réglage de l'intensité sonore devait être opéré, par préférence, dans l'amplification en haute fréquence, afin d'éviter dans tous les cas une surcharge de la détectrice. Les dispositions qui tendaient à augmenter l'amortissement des circuits sont déjà peu recommandables en ce qu'elles entraînent un abaissement de la sélectivité. Mais d'autres raisons encore militent en faveur de lampes dont les caractéristiques se trouvent spécialement étudiées.

En premier lieu, il se produit souvent, avec les lampes à écran ordinaires, et comme conséquence de la faible étendue de la partie droite de la caractéristique, une transmodulation, c'est-à-dire une détection à la suite d'interférence, qui a pour résultat de provoquer la modulation de l'onde que l'on veut recevoir par une autre que l'on cherche à éliminer. C'est surtout la première lampe qui est le siège principal de ce phénomène parce que la sélection qui la précède est généralement peu poussée, de sorte que l'émission à éliminer s'y présente avec une forte valeur, souvent plus élevée que celle de l'onde que l'on veut recevoir. Dans les postes-secteur un ronflement ayant son origine dans un filtrage insuffisant, peut, par déplacement du point de fonctionnement, s'incorporer dans l'amplification en haute fréquence. Ce qui est grave, c'est que l'interpénétration qui se produit ainsi rend illusoires toutes les dispositions prises à la suite en vue d'améliorer la sélectivité.

Un autre défaut qui, lui aussi, a son origine dans la courbure des caractéristiques insuffisamment étudiées, consiste

dans la surmodulation qui est une exagération de la modulation affectant la fidélité de la reproduction.

C'est pour obvier à ces inconvénients que l'on a créé les lampes à pente variable où des modifications dans l'allure des caractéristiques ont été obtenues en espaçant inégalement les spires de la grille principale, serrées à une extrémité, lâches à l'autre. Ces lampes présentent un recul de grille important, offrant d'abord une pente faible mais étendue, propice aux émissions puissantes et qui se relève ensuite pour permettre une amplification importante des oscillations faibles sur la fraction de longueur restreinte qui leur suffit (fig. 133).

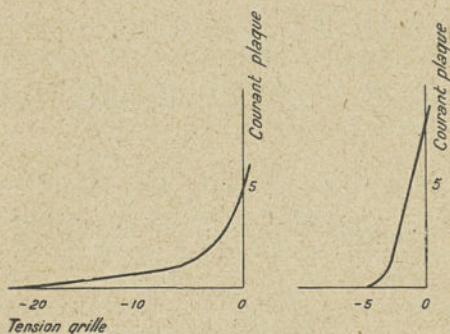


Fig. 133. — Caractéristiques d'une lampe à pente variable (à gauche) et d'une lampe à pente fixe (à droite).

On doit noter d'ailleurs que la plupart des lampes modernes — des pentodes aux octodes — ont été constituées en tenant compte de ces considérations.

Certaines lampes, telle que la hexode à pente variable (E 449) sont même constituées de façon à permettre une atténuation considérable de l'amplification, mais il faut alors agir simultanément sur deux des grilles que cette lampe comporte. Ces lampes sont d'ailleurs construites avec un soin particulier en ce qui concerne la capacité interne qu'il faut aussi réduite que possible afin qu'elle ne soit pas susceptible de transmettre les oscillations de haute fréquence.

Pour utiliser correctement les lampes à pente variable, il convient d'employer un dispositif potentiométrique. Les deux

extrémités en seront jointes aux bornes de la tension d'alimentation auxquelles seront reliés, d'autre part, la grille et la plaque; le filament qui doit être positif par rapport à la grille sera donc relié à la prise intermédiaire. La figure 134 donne un exemple de montage. Comme la tension entre le filament et la plaque doit être beaucoup plus élevée, on

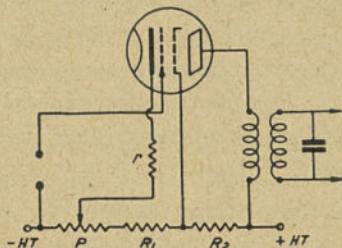


Fig. 134. — Montage d'une lampe à pente variable. — P potentiomètre. — Pratiquement il faut ajouter des condensateurs pour découpler les résistances.

a ajouté de ce côté des résistances fixes qui permettent, par ailleurs, de fixer le potentiel de l'écran. La résistance ajoutée entre le potentiomètre et la cathode est de faible valeur; sa

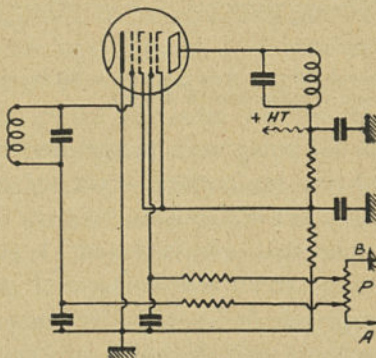


Fig. 135. — Schéma de montage avec une hexode à pente variable. P polarisation variable des grilles, commandée par un courant de régularisation parcourant le potentiomètre (environ 500.000 ohms). — A à l'anode de la diode; B à la cathode.

présence a pour but d'empêcher la grille d'être soumise au même potentiel que le filament, ce qui entraînerait un courant de plaque exagéré.



L'exemple donné se rapporte au cas de lampes à chauffage indirect; quelques maisons ont créé des lampes à pente variable pour poste batterie. Leur emploi peut d'ailleurs imposer l'adjonction d'une petite batterie spéciale.

On se reportera à la figure 135 pour trouver un exemple d'application d'une hexode à pente variable, dont l'emploi cependant ne s'est pas beaucoup répandu.

Nous verrons à nouveau, en étudiant les régulateurs, qu'il est désirable de posséder un moyen de réduction d'une efficacité suffisante. C'est pourquoi, dans beaucoup de montages, on agit à la fois sur les grilles de plusieurs lampes de haute ou de moyenne fréquence; lorsque les lampes sont identiques, les électrodes respectives de chacune d'elles sont connectées aux mêmes bornes du dispositif potentiométrique.

Dans tous ces montages, des condensateurs et parfois des résistances sont nécessaires pour assurer un découplage convenable. C'est une question qui sera traitée un peu plus loin.

### **Les Pentodes de haute fréquence**

Le fonctionnement des lampes à écran (tétrodes) a été sensiblement amélioré par l'adjonction d'une troisième grille située entre l'écran et la plaque et maintenue au potentiel du filament comme dans les pentodes de basse fréquence. Cette grille a pour but de supprimer ou tout au moins de régulariser l'émission secondaires provoquée sur la plaque et qui se manifeste par un flux d'électrons allant de l'anode vers l'écran (1). Au point de vue du fonctionnement, ce phénomène est susceptible de provoquer dans certains cas une instabilité avec même parfois des effets de résistance négative qu'il faut s'efforcer d'éviter. C'est pour cette raison, d'ailleurs, que le potentiel d'écran des tétrodes doit être nettement inférieur à celui de l'anode et fixé à l'aide d'un dispositif potentiométrique et non au moyen d'une simple résistance chutrice de tension ainsi qu'on le fait pour la plaque; de telles précautions sont inutiles avec les pentodes.

(1) Suppressor.

On doit ajouter que les pentodes haute fréquence bénéficient en général de caractéristiques poussées; une forte pente avec un gros coefficient d'amplification ainsi qu'une résistance élevée, condition qui, nous l'avons déjà dit, favorise la sélectivité.

### Les binodes et les diodes

Plus encore que les lampes amplificatrices, celles destinées spécialement à la détection ont subi de très importantes modifications.

Nous ne reviendrons sur les modes de détection par plaque et par grille, réalisés avec les triodes (comme avec les lampes à écran) que pour signaler les défauts qui les caractérisent. Dans le premier cas, l'allure de la caractéristique qui est une courbe et non une droite brisée à l'origine, ne permet pas une détection linéaire et introduit ainsi certaines déformations. Avec la détection par la grille ce défaut est moins prononcé, à condition de redresser des amplitudes suffisantes, mais comme, d'autre part, dès que les amplitudes sont un peu fortes, le recul de grille consécutif à la détection entraîne une déformation de l'amplification en basse fréquence qui lui succède dans la lampe même, la marge de fonctionnement dans des conditions satisfaisantes se trouve comprise entre des limites trop rapprochées. C'est surtout l'impossibilité de rendre convenablement les fortes amplitudes qui est regrettable parce que l'on est souvent obligé d'employer avant l'électrodynamique au rendement assez faible, une amplification en basse fréquence dont le résultat, surtout avec les transformateurs, n'est pas toujours heureux.

Ces inconvénients justifient l'apparition de la binode dans laquelle on a séparé nettement la fonction détectrice de la fonction amplificatrice. L'organe détecteur, fort simple, est réduit à deux électrodes: une petite anode faisant face à une faible longueur de la surface active de la cathode. Le prolongement de cette dernière constitue, d'autre part, avec un système de grilles et de plaque, une lampe amplificatrice que l'on emploiera en basse fréquence suivant les procédés clas-

siques le plus souvent avec une résistance comme impédance de liaison.

Le montage du détecteur — bien qu'il n'en paraisse rien au premier abord — a beaucoup de points communs avec celui de la détection par grille. On sait que dans ce dernier montage le système du condensateur shunté est habituellement inséré entre l'impédance de haute fréquence (généralement un circuit accordé) et la grille. Remarquons tout de suite que l'on aurait pu, sans rien enlever aux propriétés détectrices du système (stabilité mise à part dans ce cas) insérer le condensateur shunté entre la cathode et le circuit de haute fréquence (à condition que la grille et la cathode n'aient pas d'autre connexion commune).

Imaginons alors que la plaque soit supprimée; la rectification par la grille n'en subsiste pas moins. Dès lors, nous pouvons fort bien reporter la tension détectée obtenue sur la grille aux bornes d'une autre lampe. La simple jonction des points A et B (fig. 136) suffirait pour assurer la transmission. Pratiquement, on ajoute cependant quelques organes pour éviter que la haute fréquence, susceptible d'exister aux bor-

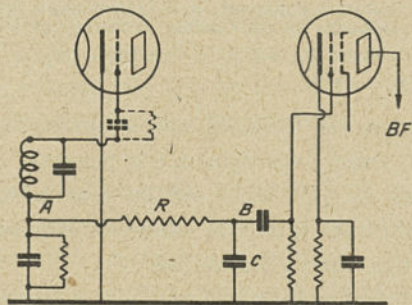


Fig. 136. — Détection par diode. — On a figuré une triode (à plaque déconnectée) pour montrer l'analogie de ce montage avec celui donnant la détection par grille. — Le condensateur C doit être de très faible capacité. — Au lieu de la résistance R, on peut utiliser une self de choc.

nes du condensateur shunté (de capacité relativement faible) puisse troubler le fonctionnement en se propageant dans l'amplification de basse fréquence du récepteur. C'est ainsi que

la résistance  $R$  (que l'on aurait pu remplacer par une bobine d'arrêt) a pour but de s'opposer au passage de la haute fréquence que le condensateur  $C$ , d'autre part, dérive vers la cathode.

Bien qu'il existe des diodes — ne comportant que des électrodes détectrices — on emploie beaucoup la binode qui, ainsi que nous l'avons expliqué, renferme en plus, sous une même ampoule, les éléments d'une lampe amplificatrice à écran.

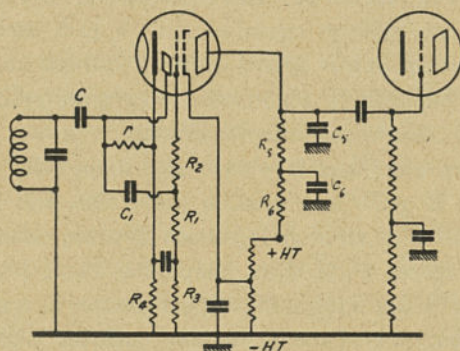


Fig. 137. — Exemple de détection et amplification par binode. —  $C$  r, condensateur et résistance de détection. —  $C_1$  condensateur de liaison. —  $R_2$  résistance s'opposant à la transmission de la haute fréquence. —  $R_4$  résistance de polarisation (2.000 ohms). —  $R_3$  résistance de découplage (200.000  $\Omega$ ). —  $R_5 = 100.000$ . —  $C_5 = \frac{1}{10.000}$  MF. —  $R_6 = 6.000$ . —  $C_6 = 1$  MF.

La séparation des fonctions qui y est maintenue permet une détection linéaire des signaux très puissants, et l'ensemble des électrodes amplificatrices qui lui sont adjointes, monté avec résistance, confère à cette lampe un excellent rendement en amplification comme en fidélité.

Nous ajouterons qu'il existe aussi des redresseurs à oxyde de cuivre qui se prêtent particulièrement bien à la détection des oscillations de moyenne fréquence (voir fig. 148).

### Les lampes de sortie et l'amplification Classe B

Nous ne reviendrons pas sur l'amplification en basse fréquence, la binode étant presque toujours suivie directement par la lampe de sortie.

En ce qui concerne cette dernière, les préférences vont aujourd'hui à la penthode, mais la triode conserve cependant des partisans. On doit s'attacher à choisir une lampe de puissance suffisante, surtout avec les diffuseurs électrodynamiques dont le rendement est assez faible; rappelons à ce sujet qu'ils fournissent, par contre, une reproduction bien plus fidèle que les électromagnétiques.

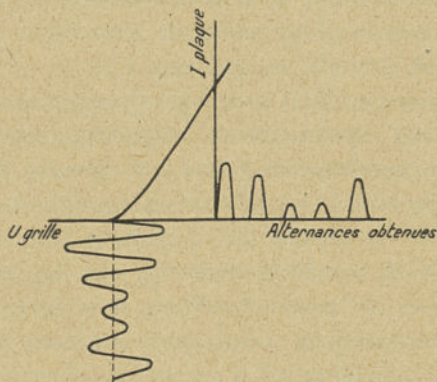


Fig. 138. — En amplification Classe B chaque lampe ne fournit qu'une alternance.

Pratiquement, avec des lampes dissipant une puissance de 3 à 4 watts, chiffre sensiblement égal au produit du courant par la tension appliquée, on est assuré de pouvoir obtenir une bonne réception de moyenne ampleur.

Une solution très originale est intervenue avec les montages dits « quiescent push-pull » et « amplification classe B ».

Nous avons déjà eu l'occasion de donner à la page 165 le schéma de principe d'un montage push-pull. Chacune des deux lampes, composant l'étage, s'y trouve traversée par un courant continu de plaque que module la tension alternative portée sur la grille. De sorte que chaque lampe — prise séparément — restitue la basse fréquence correctement amplifiée.

Dans le quiescent push-pull, on a augmenté la polarisation des grilles des deux lampes jusqu'à leur donner des

valeurs exactement suffisantes pour annuler le courant plaque en période de repos. Lorsque les grilles se trouvent soumises à l'action de la basse fréquence, le courant de plaque ne passe — dans chaque lampe — que pendant les instants où la tension *d'attaque* est positive, c'est-à-dire, pour une oscillation donnée, pendant une demi-période. Par suite des valeurs opposées, portées sur les grilles, chaque lampe travaille donc à son tour, et la combinaison correcte de leurs effets, obtenue à la suite, permet de reconstituer une modulation semblable à celle qui est reçue.

Cette disposition offre l'avantage de ne nécessiter que le courant plaque indispensable à la reproduction; la partie continue de ce courant est nulle (ou tout au moins très faible), et le débit reste donc nul tant que le haut-parleur est silencieux. C'est là un résultat fort intéressant lorsque le récepteur est alimenté par des batteries de piles auxquelles on ne peut demander un service important et prolongé. La puissance modulée devenant une fraction beaucoup plus élevée de la puissance dissipée sur la plaque, le volume sonore peut aussi être augmenté dans de notables proportions.

Sur le secteur, par contre, ce montage est sans grand intérêt et il exige d'ailleurs certaines précautions qui se réfèrent aux fortes variations de débit suivant l'importance des amplitudes de basse fréquence. Comme les lampes de sortie absorbent, malgré tout, une proportion élevée de courant et que, d'autre part, les redresseurs sont des appareils à forte résistance intérieure, la tension redressée prise aux bornes du montage se trouve sujette à des variations importantes; les conditions du fonctionnement se modifient, la reproduction en souffre, quand ce n'est pas la sécurité des organes. Au surplus, on ne peut songer à employer les dispositifs de polarisation automatique et on se trouve — à ce sujet — en face de différentes complications.

Au point de vue de la fidélité, le montage ne provoque pas de déformations sérieuses parce que l'on agit sur des amplitudes du courant, toujours assez élevées, qui actionnent directement le haut-parleur.

Les montages dits à amplification classe B se rapprochent beaucoup du précédent; ils ont ceci de particulier qu'ils s'accommodent, sans déformations sérieuses, d'une polarisation positive de la grille correspondant à l'apparition du courant.

Pour qu'il puisse en être ainsi, l'impédance insérée sur la grille ne doit présenter qu'une très faible résistance ohmique au courant qui la traverse, afin de réduire, dans toute la mesure du possible, la chute de tension consécutive à ce courant. Cette particularité implique l'emploi d'un transformateur et spécialement créé en vue de cet usage.

Les conditions habituellement imposées au fonctionnement de la lampe de sortie se trouvent complètement modifiées. Il n'y a plus à se préoccuper d'une polarisation à la mesure des oscillations à amplifier et les constructeurs n'éprouvent plus la même difficulté à réaliser des lampes de sortie, triodes ou pentodes, à forte amplification pour une pente donnée.

Le transformateur qui précède la lampe sera choisi d'un rapport au plus égal à 1 car il faut prévoir l'influence de l'amortissement occasionné par le courant de grille; le rendement sera donc assez faible, aussi il est bon d'utiliser dans ce cas une lampe intermédiaire de basse fréquence.

A l'exemple du quiescent push-pull, l'amplification classe B fait appel à deux lampes montées en opposition et ne tra-

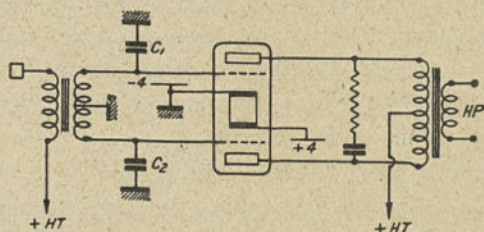


Fig. 139. — Dispositif d'amplification classe B. — La polarisation des grilles est nulle. —  $C_1 = C_2 = \frac{1}{1000}$  Mf, condensateurs contribuant à l'équilibrage.

vailant chacune que pendant une alternance sur deux, la reconstitution de la modulation initiale s'opérant toujours

par les mêmes moyens. Mais le montage est très simple car, avec la plupart des lampes établies pour cet usage, la polarisation de grille doit être réduite à zéro (fig. 139).

Cette dernière question mise à part, les propriétés du quiescent push-pull, en ce qui concerne le fonctionnement sur postes-batterie et sur postes-secteur, se retrouvent ici. Il faut ajouter toutefois que grâce à l'étendue du domaine de l'attaque de grille, le volume sonore peut être très important avec une tension de plaque assez faible, ce qui facilite l'emploi des haut-parleurs dynamiques sur les postes-batterie ou sur secteur continu (110 v.).

### Les lampes changeuses de fréquence

Nous avons déjà eu l'occasion de constater, dans les alinéas qui précèdent, l'accroissement du nombre des électrodes dans les lampes modernes; celles destinées au changement de fréquence n'ont pas échappé à cette tendance et l'apparition des hexodes, heptodes, octodes ou même des triodes-pentodes et triodes-hexodes, en est un frappant témoignage. En fait, on doit se rappeler que la bigrille était déjà promue à cet office quand les autres fonctions restaient encore tenues par des triodes.

On ne doit pas oublier non plus que cette lampe remplit à la vérité un rôle assez complexe, qu'elle doit provoquer une oscillation qu'il faut faire interférer — ou mélanger si l'on préfère — avec l'oscillation reçue, effectuer parallèlement une détection, le tout étant accompagné d'une amplification plus ou moins importante.

Des attributs aussi variés justifient l'époque où les montages en faveur comportaient une oscillatrice (triode) et une modulatrice séparée. Cette dernière lampe était alors une tétrode sur l'écran ou la cathode de laquelle on appliquait les oscillations entretenues dans la triode. La disposition conduisait à l'emploi d'une lampe supplémentaire mais, d'une part, la lampe à écran offrait un bon rendement en sélectivité et en amplification, et d'autre part, le montage ainsi



constitué se révélait d'un fonctionnement beaucoup plus régulier.

Les montages récents avec lampes triode-penthode (6F7) ou triode-hexode ne sont d'ailleurs qu'une adaptation de ces dispositions au cas où les électrodes composant les deux lampes sont insérées ensemble sous une même ampoule (V. fig. 143).

On est revenu aussi, cependant, à la conception d'une seule lampe avec électrodes concentriques pour remplir les différentes fonctions que nous avons énumérées. Pour déterminer sans confusion le rôle de chaque électrode, nous allons considérer tout d'abord le cas particulièrement simple d'une

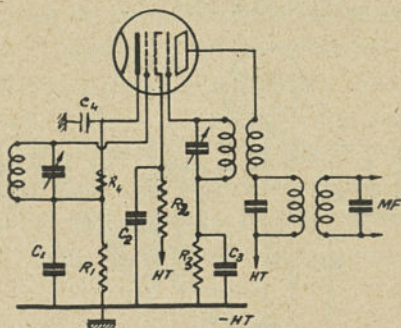


Fig. 140. — Changement de fréquence par penthode américaine. —  $C_1$   $C_2$   $C_3$   $C_4$  condensateurs de découplage. —  $R_1$   $R_2$   $R_3$  résistances fixant les polarisations des grilles. —  $R_5$  résistance chutrice de l'écran.

penthode qui peut être aussi employée comme oscillatrice-modulatrice. Nous passerons ensuite aux lampes plus complexes en indiquant chaque fois les modifications qui résultent de l'adjonction d'une nouvelle électrode et des nouvelles dispositions qui l'accompagnent.

La figure 140 donne le montage avec lampe penthode (1). Il se rapproche beaucoup de ceux qui sont indiqués en vue de l'amplification et on s'explique qu'il participe des avantages obtenus dans ces conditions. La principale modification résulte de la présence des bobinages de l'oscillateur qui sont insérés l'un sur la plaque, l'autre sur la grille extérieure.

L'électrode qu'il faut ajouter pour passer à l'hexode chan-

(1) Penthode américaine avec suppressor connecté à une broche.

geuse de fréquence est reliée à l'oscillatrice (1). Elle est placée entre l'écran et la plaque, de sorte que nous trouvons successivement en partant de la cathode: une électrode de contrôle qui reçoit le signal, suivie d'un écran qui scinde en quelque sorte la lampe en deux parties lorsqu'on la considère au point de vue électrostatique, puis les deux électrodes branchées l'une au circuit oscillateur, l'autre à la bobine de réaction du dit circuit, enfin l'anode connectée à l'impédance de fréquence intermédiaire. En suivant le chemin qui, de la plaque et de chaque grille, ramène à la cathode, on vérifiera la séparation des bobinages et qu'il n'y en a pas deux en série dans un même circuit (fig. 141).

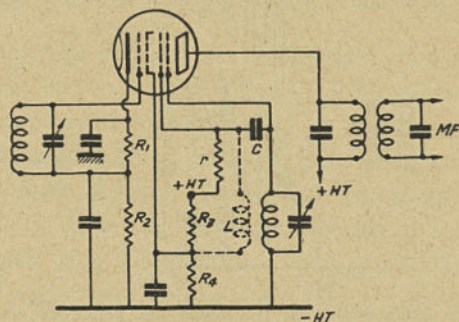


Fig. 141. — Montage d'une lampe hexode utilisant l'effet dynatron, grâce au système C r qui fournit le même résultat que la bobine de réaction d'un oscillateur normal dont le sens de couplage a été inversé (avec quelques modifications aux valeurs de  $R_2$  et  $R_3$ ).

Les principes de cette séparation étant respectés dans les lampes plus complexes, les modifications apportées ne concernent pas cependant que l'adjonction de grille écran, mais aussi l'ordre dans lequel le flux d'électrons les traverse. Alors que précédemment la grille de contrôle était la plus rapprochée du filament, de sorte que le flux d'électrons, affecté par les variations de son potentiel, était ensuite soumis à l'influence de l'oscillation locale, cette fois ce sont les électrodes oscillatoires qui modulent d'abord le flux d'électrons sur lequel l'action du signal viendra par la suite interférer.

(1) Quelques constructeurs ont employé l'hexode à pente variable à la production du changement de fréquence.

Ainsi donc nous aurons pour l'heptode, en partant de la cathode, les deux électrodes oscillatrices, puis une grille écran, la grille de contrôle, une grille écran et la plaque. On voit que le cloisonnement qui entoure la grille reliée au circuit de réception, se trouve sévèrement effectué.

L'amélioration obtenue ne porte pas seulement sur l'indépendance des électrodes jointe à celle des différents circuits; elle se complète par une pente de conversion élevée, c'est-à-dire une amplification véritable en ce sens que l'amplitude de l'oscillation moyenne fréquence qui est obtenue se trouve beaucoup plus élevée que celle du signal.

Nous reviendrons un peu plus loin sur les qualités de cette lampe, près avoir signalé ce qui la différencie de l'octode qui présente cependant, avec elle, beaucoup d'analogie.

La façon dont on passe de l'une à l'autre rappelle beaucoup celle dont on passe de la tétrode à la penthode; une grille (suppressor), connectée au filament, est ajoutée à proximité de la plaque toujours pour s'opposer à un retour sur les autres électrodes du flux secondaires provoqué sur la plaque (fig. 142).

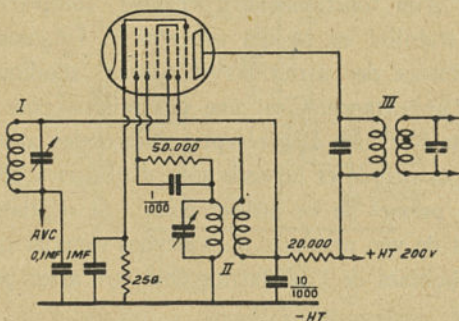


Fig. 142. Changement de fréquence par octode. — I. Circuit de réception; II. Circuit de l'oscillatrice; III. Moyenne fréquence.

On voit ainsi que dans cette lampe, d'aspect si complexe, les quatre électrodes extérieures sont celles que l'on retrouve dans une penthode et rangées dans le même ordre; trois électrodes situées à l'opposé, c'est-à-dire la cathode et les deux premières grilles, la seconde jouant le rôle d'anode oscilla-

trice, correspondent à une triode oscillatrice. Entre ces groupes extrêmes, une grille-écran forme une nette séparation.

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, les lampes heptode et octode bénéficient d'avantages appréciables parmi lesquels le fait de remplacer plusieurs lampes tient peu de place. A la pente de conversion élevée — bonne amplification avec forte résistance intérieure — on doit encore joindre une mention spéciale en ce qui concerne le bruit de fond qui est très réduit, grâce surtout à la faible valeur du courant anodique au regard de l'amplification obtenue (effet Schottky, particules de gaz et ionisation). Cette question prend toute son importance dans le fait que le bruit de fond dépend surtout des premières lampes parce que les troubles qu'elles provoquent se trouvent soumis à des amplifications ultérieures.

Aussi bien, pour un même résultat, cette amplification globale sera moins poussée si la lampe changeuse de fréquence opère avec un rendement particulièrement élevé.

Ces qualités se retrouvent dans l'heptode et l'octode mais à un degré supérieur dans la dernière nommée qui, au surplus, jouit d'un fonctionnement régulier, complété par une excellente stabilité en ce qui concerne la fréquence sur laquelle l'influence des variations du courant anodique n'a que très peu d'importance. C'est une des raisons pour lesquelles elle se prête fort bien à la réception des ondes courtes.

Les lampes octode et heptode sont d'ailleurs à pente variable, ce qui permet de les utiliser aussi à la régulation.

Au point de vue pratique, nous devons signaler que le couplage des bobines de l'oscillatrice doit être assez poussé.

Les différentes lampes que nous venons de voir, par suite du nombre élevé de leurs électrodes, se prêtent à des essais nombreux et variés.

En particulier plusieurs montages ont été proposés qui utilisent les propriétés de résistance négative pouvant exister entre certaines électrodes. Dans la plupart des montages oscillateurs, on emploie deux bobines couplées en sens inverse

(en suivant l'ordre habituel des connexions), de façon que les tensions développées à leurs bornes soient en sens contraire; ainsi dans une triode oscillatrice lorsque le potentiel de la plaque s'élève, celui de la grille diminue, et c'est là une condition indispensable à l'entretien des oscillations.

Mais, à l'opposé, il peut se présenter aussi, entre certaines électrodes, des lampes à plusieurs grilles, une dépendance mutuelle telle que, pour entretenir des oscillations, il faut que les potentiels de deux électrodes s'élèvent ou diminuent simultanément. Des effets de ce genre seront obtenus, par exemple, avec la seconde grille et la première (servant d'anode) d'une simple bigrille.

Dans les conditions ainsi définies, pour entretenir les oscillations, on peut choisir un système de deux bobines couplées de même sens; on peut, plus simplement, supprimer l'une des bobines et relier les électrodes l'une à l'autre par l'inter-

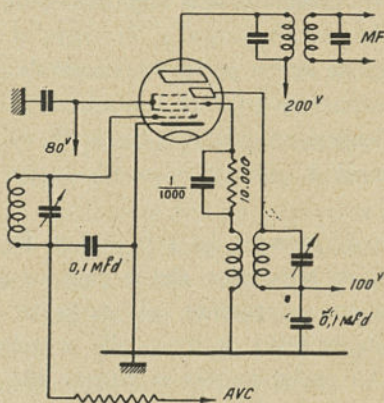


Fig. 143. — Triode-hexode utilisée au changement de fréquence.

médiaire d'un condensateur qui permettra de fixer les potentiels aux valeurs désirables par l'entremise de bobines de choc ou de simples résistances (v. fig. 141).

Bien que les montages créés à partir de ces données présentent une simplification intéressante, ils ne se sont pas encore répandus, la régularité du phénomène ou la position des élec-

trodes possédant les propriétés désirées, ne se prêtant pas toujours aisément à leur réalisation pratique.

En dépit du succès des lampes à grilles multiples créées en vue du changement de fréquence, d'autres types ont vu le jour qui possèdent deux anodes et correspondent alors à deux lampes encloses sous une même ampoule. Telles sont la triode-penthode et la triode-hexode que nous avons déjà signalées.

La première de ces lampes, ainsi que son nom l'indique, équivaut à une triode plus une penthode. Bien entendu elle peut être l'objet d'applications diverses, mais il nous paraît surtout intéressant d'utiliser la triode comme oscillatrice et la penthode comme modulatrice, la grille de la première lampe étant connectée à la grille écran de la seconde (par l'intermédiaire d'un condensateur fixe). On retrouve ici, nous le répétons, une copie fidèle de la disposition qui fut un moment très en faveur lorsque l'on employait deux lampes séparées.

La triode-hexode est un perfectionnement de la précédente; ici, un écran sépare la grille de contrôle de la grille oscillatrice dans l'élément modulateur. La grille de la triode est reliée directement à celle de la penthode qui provoque la modulation.

Cette lampe, à l'exemple des heptodes et des octodes, possède une pente de conversion élevée pour un faible courant anodique; elle est avantageuse, par suite, au point de vue de la réduction du bruit de fond; elle se prête fort bien à la réception des ondes courtes et comme elle est établie à pente variable, elle peut aussi servir à la régulation.

### **La polarisation des électrodes et l'équipement des lampes**

Si l'examen des montages modernes est souvent déconcertant pour le lecteur peu expérimenté, la raison en est surtout dans le nombre élevé des condensateurs et des résistances qui est exigé pour la fixation des diverses tensions ainsi que pour le découplage des circuits.

La complexité qui en résulte est plus apparente que réelle. Avec un peu d'habitude, il est très aisé de s'expliquer le rôle de tel ou tel organe, en un mot de « disséquer » le montage.

On doit d'ailleurs remarquer, avant tout autre détail, que les résistances et condensateurs auxquels nous venons de faire allusion ne participent pas au réglage de l'accord, et qu'ils ont des valeurs fixes pouvant être comprises entre des limites assez écartées (10 % au minimum) sans que le rendement du récepteur en soit sensiblement affecté.

On sait que l'utilisation correcte d'une lampe exige, pour chaque électrode, une tension moyenne indiquée par le constructeur, qui détermine d'ailleurs ce que l'on appelle le point de fonctionnement autour duquel se développe les oscillations à amplifier ou à détecter. Nous avons eu à le signaler dans les montages déjà décrits aussi bien lorsqu'il s'agissait de la triode que des lampes plus complexes. En se reportant à la figure de la page 118, le lecteur pourra constater que l'on y trouve déjà, avec les lampes à écran, des tubes exigeant trois tensions différentes.

Bien entendu on peut obtenir ces tensions à l'aide d'une batterie avec prises intermédiaires ou encore — sur le secteur — avec un diviseur de tension (résistance à colliers dont les sections sont shuntées par de gros condensateurs), combinaison heureuse dans certains cas. Mais il est plus élégant en général de dégager toutes les tensions à partir d'une seule, qui sera d'ailleurs la plus forte que l'on puisse trouver dans le poste et en équipant les lampes séparément.

Voici les moyens classiques qui, en vue de ce résultat, sont universellement employés dans les postes secteur.

D'abord, en ce qui concerne la tension plaque, il y a souvent lieu de l'abaisser par rapport à celle qui est donnée. Pour cela, on dispose en série dans le circuit plaque une résistance dite chutrice de tension; le courant anodique qui la traverse provoquera l'abaissement de potentiel recherché (fig. 144).

Si le courant anodique doit être de 4 milliampères et que

l'on dispose d'un excédent de 80 volts, la résistance devra avoir:  $\frac{80}{4/1.000} = 20.000$  ohms.

Pour éviter l'action de cette résistance sur les courants de haute ou de basse fréquence, il conviendra d'ajouter un condensateur de valeur suffisante pour leur offrir un chemin les dérivant sans atténuation prononcée ( $C_2$ ).

D'une manière générale, nous le rappelons, la grille de contrôle doit être négative par rapport à la cathode chaque fois qu'il s'agit d'amplification en haute ou en basse fréquence. Cette simple remarque est importante car elle conduit (lorsque l'on n'utilise pas des lampes à pente variable) à relier toutes les grilles au pôle négatif de la haute tension — souvent connecté lui-même à la terre. Le schéma prend ainsi un aspect assez particulier où ce ne sont plus les cathodes, mais

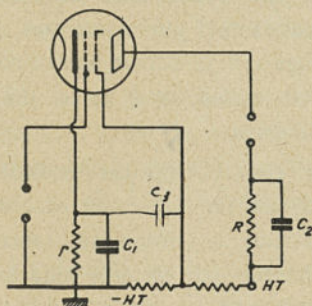


Fig. 144. — Equipement d'une lampe. — R résistance chute; r, résistance de polarisation. — Il peut être parfois préférable de connecter  $C_2$  à la cathode, au lieu de la haute tension.

les grilles qui, au point de vue des tensions moyennes appliquées, servent de système de référence.

Naturellement cette disposition suppose que l'on est libre de fixer à son gré les tensions de chaque cathode rendue indépendante, ainsi que cela a lieu dans les lampes à chauffage indirect.

Pour que la cathode soit positive par rapport à la grille, on utilisera encore la chute de tension obtenue dans une



résistance parcourue par le courant qui traverse la lampe. Cette résistance sera insérée entre le pôle négatif de la tension plaque et la cathode. Le courant qui la traverse provoque la polarisation désirée. En suivant sur la figure le chemin parcouru par le courant anodique, on vérifiera que la tension baisse à partir de la borne positive de la source, qu'elle est plus faible sur la plaque, plus encore sur la cathode, à son minimum à la borne négative et donc à la grille.

La valeur de la résistance de polarisation se calculera encore en faisant le quotient de la tension à obtenir par le courant anodique. Si, par exemple, il s'agit d'une polarisation de 4 volts avec une lampe de courant plaque égal à 4/1.000 ampère, on aura:  $\frac{4}{4/1.000} = 1.000$  ohms; souvent aussi il faut prendre garde à ce que dans le cas de grille écran, le courant d'écran entre en compte dans la valeur du courant qui part de la cathode. Dans tous les cas, on ajoutera un condensateur en dérivation qui évitera les couplages entre les circuits de grille et de plaque.

Bien entendu, ces dispositions « d'équipement individuel » peuvent être fréquemment modifiées, suivant les montages; par exemple on n'utilisera parfois qu'une résistance chutrice pour plusieurs lampes, le courant qui la traverse étant alors la somme de ceux qui traversent ces lampes.

Pratiquement les lampes haute fréquence exigent souvent des tensions de grille et de plaque plus faibles que les lampes de basse fréquence qui reçoivent d'ailleurs des amplitudes beaucoup plus importantes.

La méthode de la résistance chutrice n'est pas applicable directement aux écrans des tétrodes; les courants qui en dépendent sont en effet assez mal définis et se modifient même souvent avec l'usure de la lampe. Il vaut mieux employer, dans ce cas, un dispositif potentiométrique (fig. 144).

Par contre, cette méthode, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, donne de bons résultats avec les écrans des lampes

munies de suppressors, telles que les penthodes, dont le montage est ainsi simplifié.

En ce qui concerne la polarisation, on remarquera la différence qui existe entre la disposition que nous venons de décrire et celle qui a été indiquée pour les lampes à pente variable (V. fig. 134). Il ne serait pas pertinent, dans ce dernier cas, de choisir une résistance de polarisation variable, la chute de courant anodique contrariant exagérément le résultat à attendre de l'accroissement ou de l'affaiblissement de la résistance.

Tous ces montages sont établis facilement, avec les lampes à chauffage indirect, grâce à l'autonomie de la cathode. Au contraire, avec les lampes à chauffage direct (poste batterie), on préfère parfois recourir encore à l'emploi d'une petite batterie pour la polarisation.

Les dispositions mettant en jeu des résistances de polarisation sont d'ailleurs intéressantes sur les postes secteur, en ce sens qu'elles ont tendance à rectifier d'elles-mêmes les anomalies de tension qui se présentent trop souvent. En effet, si par exemple la tension augmente, le courant anodique tend bien à croître, mais la tension de polarisation, en augmentant également, restreint l'accroissement du courant anodique.

Lorsque l'on emploie des lampes oscillatrices telles que les heptodes et octodes, la grille oscillatrice se trouve fréquemment polarisée au moyen d'un condensateur shunté par une résistance. L'action des oscillations appliquées à cette grille provoque, en effet, une détection qui a pour but de faire circuler un courant *moyen* que le condensateur contribue à régulariser. Ce courant moyen allant de la grille vers la cathode (sens positif), détermine, aux bornes de la résistance, un abaissement de la tension analogue à celui que provoque la résistance chutrice dans le circuit d'anode. Dans ces conditions, le potentiel *moyen* de grille doit être considéré comme négatif par rapport au filament, ce qui implique une réduction du courant de grille (exemple fig. 143).

### Les découplages

Les organes appelés à découpler les divers circuits ont pour but principal de s'opposer aux oscillations entretenues qui sont susceptibles de se développer spontanément dans les appareils amplificateurs.

On sait que celles-ci prennent naissance sous l'action d'une impédance commune à deux circuits, impédance qui peut être une self, un condensateur, voire une simple résistance, ou une liaison telle qu'une induction mutuelle ou de nature électrostatique.

La réaction et les montages hétérodynes ne sont d'ailleurs qu'une forme spéciale de ce phénomène (voir pages 121 et 128). Nous avons décrit des montages où le couplage des circuits de grille et de plaque d'une même lampe et aussi de lampes différentes, permettait la génération d'oscillations entretenues susceptibles de recevoir diverses applications. Mais leur éclosion spontanée — sans but défini — est tout aussi capable de rendre la réception impossible ou profondément déformée (sifflements d'interférence, motor-boating).

Les précautions qui doivent être prises à cet égard sont d'autant plus nécessaires qu'il s'agit d'appareils plus sensibles; il en est ainsi dans les récepteurs modernes où les étages sont très soignés et où chacun d'eux produit une amplification élevée.

La source d'alimentation anodique fournit — par sa résistance intérieure — un exemple typique de couplage entre divers circuits. Même avec les batteries, on sait que quand cette résistance vient à croître sous l'action d'un usage prolongé, il est recommandé de disposer à ses bornes un condensateur de forte capacité (au moins 2 MFD) pour éviter la production de sifflements regrettables. Ce condensateur correspond à un découplage parce que sa faible impédance court-circuite en quelque sorte la batterie pour les courants de haute et de basse fréquence.

Les sources mettant en jeu un courant redressé sont, de la même façon, toujours shuntées à leurs bornes par un fort

condensateur qui participe aussi, d'ailleurs, au filtrage destiné à étouffer les ronflements.

Après ce que nous venons de dire, il est assez facile de comprendre la raison d'être de chacun des organes habituellement employés. Sur les chemins où peuvent s'égarer, sans profit aucun, les courants de haute ou de basse fréquence, on intercalera des fortes selfs, des bobines de choc ou encore des résistances destinées à s'opposer à leur propagation; puis ces dispositions seront complétées par l'insertion de condensateurs dont le rôle consistera à dériver les courants, d'une manière générale, à abréger leur parcours.

Nous trouverons des applications de ces procédés dans les montages décrits dans le dernier chapitre. Aussi bien, nous reviendrons un peu plus loin sur l'élimination de la haute fréquence après la détectrice. A signaler que, en ondes courtes, les condensateurs devront être du type non-inductif.

Si, par ailleurs, le lecteur veut bien examiner la liaison entre la binode (fig. 137) qui sert de détectrice et amplificatrice, et la lampe de sortie, il y retrouvera encore les dispositions énoncées ci-dessus, appliquées au courant de basse fréquence. Des résistances sont encore insérées sur la plaque d'une part et la grille de l'autre; et ici encore on retrouve à leurs bornes des condensateurs destinés à rejeter, sur les cathodes respectives, les courants de basse fréquence qui traversent les deux lampes (1).

Ces dispositions, qui visent à donner au récepteur une stabilité accrue, doivent être complétées, en haute fréquence, par des blindages qui évitent, entre les circuits, des couplages parasites, électrostatiques ou magnétiques, susceptibles de produire les mêmes effets. L'influence — l'un sur l'autre — de deux organes inclus dans un récepteur, est d'ailleurs de même nature que celle qui existe entre deux antennes, plus volumineuses sans doute, mais combien plus distantes.

Les premiers blindages étaient indépendants des organes (exemple fig. 112), mais dans les montages modernes, les

(1) La réduction de la capacité du condensateur de liaison contribue aussi à éviter le motor-boating.

bobinages et même les condensateurs variables possèdent leurs blindages particuliers qui font corps avec eux.

La séparation en deux groupes d'étages amplificateurs, de constitutions bien différentes, qui caractérisent tous les récepteurs, l'un pour la haute fréquence, l'autre pour la basse fréquence — sans préjudice d'une amplification en fréquence intermédiaire — est une conjoncture heureuse en ce sens qu'elle contribue à la stabilité; encore faut-il éviter autant que possible la propagation de la haute-fréquence dans les étages qui suivent la détection. Des précautions doivent être prises en conséquence.

Dans la détection par plaque et par grille, un condensateur shuntant l'impédance de basse fréquence insérée dans le circuit anodique permet déjà une atténuation prononcée de la haute fréquence. Mais le résultat se révèle parfois médiocre en ce qu'il conduit, avec un condensateur de capacité assez élevée, à une reproduction affaiblie des notes aiguës.

Aussi on recourt souvent au dispositif de filtrage qui est presque toujours appliqué dans le cas de la binode (fig. 136 et 137). Il consiste dans une résistance (ou une bobine de choc) qui, ici encore, s'oppose à la propagation de la haute fréquence, tandis que les petits condensateurs qui sont branchés à ses bornes dérivent la haute fréquence vers la cathode. Par suite de la forte réactance présentée par les petits condensateurs au courant de basse fréquence, celui-ci est transmis sans altération sensible.

Nous signalerons enfin que dans les montages dits « réflexes », où une même lampe sert à la fois d'amplificatrice en haute et en basse fréquence, il faut attacher une importance particulière aux dispositions ayant trait au maintien de la stabilité.

## CHAPITRE IX

---

### *Les régulateurs anti-fading et le réglage unique*

#### **Les régulateurs anti-fading**

*(Le Réglage automatique du volume sonore)*

La très grosse majorité des récepteurs modernes comportent des régulateurs anti-fading encore désignés sous le nom de « volume-contrôle-automatique ».

Ces dispositifs ont été créés surtout en vue de rendre l'audition insensible au fading qui se manifeste dans la réception des petites ondes et des ondes courtes et qui est par ailleurs plus accusé la nuit que le jour.

Ce phénomène, qui a son origine dans certains troubles affectant la propagation, se traduit par une variation extrêmement fréquente dans la puissance de l'audition provenant d'un poste donné; ainsi la réception s'atténue parfois complètement pour reprendre, peu de temps après, une valeur normale; ou s'exagérer en ampleur puis s'atténuer à nouveau, etc., tout ceci suivant un rythme impossible à définir comme à prévoir. De telles irrégularités rendent l'écoute peu agréable et comme il s'agit de faits bien connus, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu d'insister plus longuement sur l'intérêt des appareils destinés à y parer.

Nous ferons seulement remarquer, sans plus attendre, que loin de limiter pour un seul poste reçu le niveau sonore qui n'en reste pas moins réglable, le dispositif fixera à peu près au même niveau tous les postes reçus avec une puissance suffisante (1); ainsi se justifie le second vocable donné à ces appareils (contrôle automatique de volume).

Enfin, comme le fading affecte surtout les émissions des

---

(1) Le niveau dépend cependant de la profondeur de la modulation, qui n'est pas la même pour tous les émetteurs.

postes assez éloignés et que la régulation ne peut agir efficacement que si le récepteur possède une réserve de sensibilité qui implique un réglage inférieur à la sensibilité maximum, il importe que celle-ci soit assez élevée et il serait sans grand intérêt de posséder un régulateur sur un récepteur à faible amplification.

Pour obtenir le contrôle automatique, et de même que pour le contrôle manuel, on utilise surtout les propriétés des lampes à pente variable. Le moyen, universellement employé, consiste à régler la polarisation de ces lampes à l'aide d'un courant détecté. Toutefois, comme il ne s'agit pas de ramener sur les étages qui précèdent un courant modulé en basse fré-

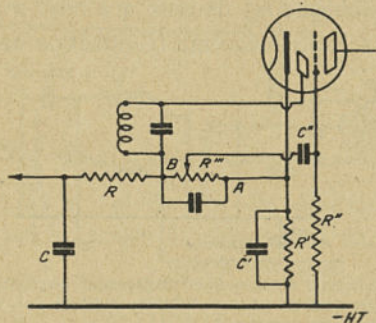


Fig. 145. — Régulation anti-fading simple. La tension de régulation s'obtient aux bornes de AB, puis la basse fréquence est éliminée par CR. — C' R', polarisation automatique. — C'' R'', amplification basse fréquence à résistance.

$$R=0,5\Omega \quad R'=5.000 \text{ ohms} \quad R''=300.000 \text{ ohms} \quad R'''=0,5\Omega$$

$$C=0,1 \text{ MF.} \quad C'=1 \text{ MF} \quad C''=\frac{5}{1000} \text{ MF}$$

quence, l'élément détecteur sera équipé de façon à ne ramener qu'une tension moyenne variant beaucoup moins vite que les fréquences audibles; en fait, elle ne dépendra que de l'amplitude qui caractérise l'onde porteuse, sans égard pour la modulation, et le système devra avoir, dira-t-on, une forte constante de temps.

Les dispositifs de régulation ont donné lieu à de nombreuses réalisations.

Voici d'abord la plus simple (fig. 145). Le détecteur est à deux électrodes (un détecteur genre Westector admettrait une





C'est pourquoi, dans certains montages, dits à régulation amplifiée, la tension reportée en vue de la polarisation subit une amplification préalable.

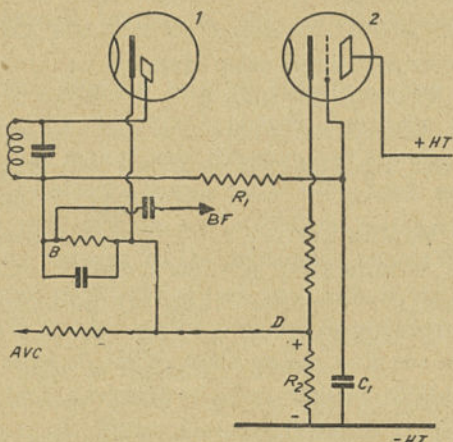


Fig. 147. — Régulation amplifiée simple.

Les figures 147 et 148 donnent des exemples de montage; sur la figure 146 la tension de polarisation recueillie en B est

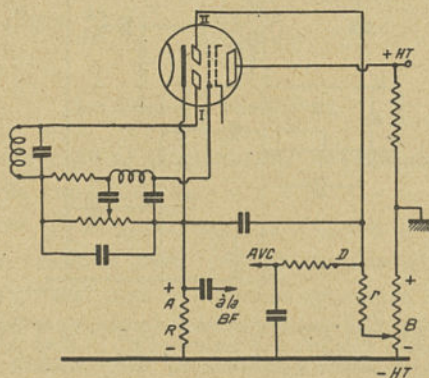


Fig. 148. — Régulation amplifiée et retardée (avec une seule lampe). Entre A et B on a la tension de retard qui dépend du courant plaque et, par suite, de l'anode I. — La cathode suit les variations de tension de l'anode II dès que celle-ci laisse passer le courant, car  $r$  est très élevée. — A partir de ce moment, le point D suit sensiblement les variations de potentiel du point A (tension amplifiée de l'anode I).

amplifiée par la lampe (2) qui suit après élimination par R, C, de la basse fréquence. C'est la tension obtenue aux bornes

de la résistance  $R_2$ , parcourue par le courant anodique ramené sur la cathode, et de sens convenable, qui est utilisée à la régulation. Il est facile de vérifier que la tension en D est d'autant moins positive que le courant détecté est plus important.

On voit que ce procédé entraîne quelques complications; aussi il est assez peu répandu. On préfère en général faire agir la régulation sur plusieurs des lampes qui précèdent, voire sur les deux grilles d'une hexode à pente variable.

La compensation imparfaite, que suppose toute régulation, peut être d'ailleurs complétée, ici, en agissant sur l'amplification qui suit la détection: c'est la régulation corrigée. Dans ce cas, le procédé le plus souvent adopté consiste dans l'emploi d'une lampe (ou d'un groupe d'électrodes) de basse fréquence à pente variable aussitôt après la détectrice dont la polarisation dépendra encore du courant rectifié (fig. 149). L'atténuation peut être alors intégralement supprimée.

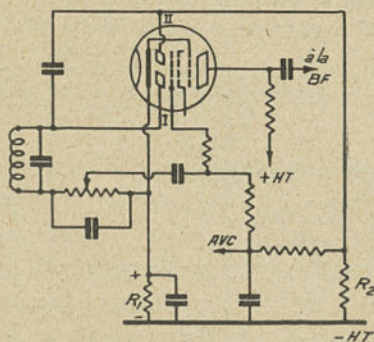


Fig. 149. — Montage avec régulation retardée et corrigée. — La tension de régulation s'obtient aux bornes de  $R_2$ . — C'est la résistance  $R_1$  qui provoque la tension de retard

Un autre perfectionnement qui a été apporté aux régulateurs anti-fading se réfère à l'atténuation superflue apportée à la réception des postes faibles ou éloignés. Afin que, dans ce cas, la sensibilité n'éprouve aucune réduction, on a imaginé le régulateur différé. Le principe est toujours le même, mais avec cette particularité que l'élément détecteur n'entre

en action qu'à partir d'une certaine valeur de la puissance reçue.

Pour aboutir à ce résultat, il suffit d'ajouter, dans le circuit détecteur, une force électromotrice continue, de sens convenable; tant que les amplitudes haute fréquence n'atteindront pas la valeur de cette force électromotrice, la rectification n'aura pas lieu. Par contre, on obtiendra, avec des valeurs supérieures, une force électromotrice susceptible de servir encore à la régulation.

Un tel dispositif exige — de par son principe — un système détecteur différent de celui qui fournit la modulation de basse fréquence. On pourra employer, par exemple, une duo-diode; l'une des deux diodes alimentant la basse fréquence et l'autre la régulation différée.

On trouvera (fig. 149 et aussi fig. 148), un montage réalisé suivant ces directives. C'est l'anode II qui sert à la régulation différée. La force électromotrice s'opposant à la détection, et donc à la régulation au-dessous d'une certaine valeur, est obtenue aux bornes de la résistance  $R_1$  parcourue par le courant anodique.

### Le réglage silencieux

Voici encore d'autres améliorations intéressantes, toujours au sujet de la régulation.

Lorsqu'avec un récepteur muni de l'un des dispositifs qui précèdent on modifie l'accord pour passer d'une station à une autre, on s'aperçoit que le récepteur se trouve sujet à des troubles aussi bruyants que désagréables. Là où il n'y a pas de station, aucune onde porteuse n'agit pour accroître la polarisation des lampes, et le récepteur prend ainsi sa sensibilité maximum. Or, celle-ci se manifeste alors — le plus souvent — au bénéfice de bruits parasites (atmosphérique, du secteur, ou de fond) dont l'écoute est plus à éviter qu'à rechercher. Bien entendu, il est facile de pallier à cet inconvénient en abaissant le niveau — toujours réglable — de l'intensité sonore; mais pour ceux qui désirent esquiver ces

manœuvres, un peu fastidieuses, il existe le réglage silencieux qui réduit considérablement l'intensité sonore en l'absence de réception suffisamment puissante.

Il est assez curieux de remarquer que le but de ce dispositif apparaît — dans une certaine mesure — comme l'inverse de celui que l'on attend de l'anti-fading! La sensibilité, nous venons de le voir, doit cette fois diminuer avec l'intensité reçue; on ne peut guère songer à appliquer des conditions aussi contradictoires aux mêmes lampes; aussi est-ce généralement sur la première lampe de basse fréquence que l'on agit par un blocage énergétique.

La figure 150 donne un exemple de montage appliqué en vue de ce résultat (1). Le système des électrodes c g P sert

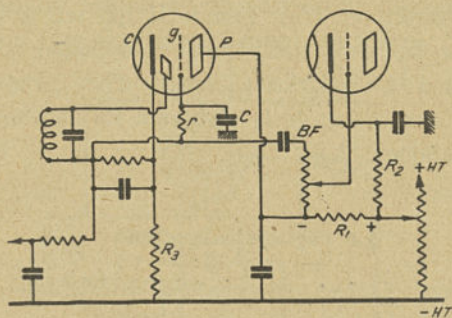


Fig. 150. — Régulation avec réglage silencieux. —  $r$  c, organes éliminant la basse fréquence. — La régulation est amplifiée et s'obtient aux bornes de  $R_2$ .

exclusivement au réglage silencieux. Le courant plaque, par suite de la polarisation plus faible appliquée à la grille en l'absence de toute émission, prend une forte valeur. On aura donc une tension plus élevée aux bornes de la résistance  $R$ . Or, cette tension ajoutée à celle que l'on recueille aux bornes de  $R_2$  (et qui ne varie que dans d'étroites limites) détermine la polarisation de la basse fréquence. En l'absence d'émission, cette polarisation devenue très négative bloquera la lampe dont le débit anodique sera alors insignifiant.

### Le contrôle visuel de résonance

Un dernier perfectionnement, dont la parenté avec le régulateur automatique est plus étroite qu'il ne semble du premier abord, concerne le contrôle visuel de résonance.

Lorsque l'on cherche l'accord exact d'une émission avec un appareil doté d'un régulateur, on éprouve une certaine difficulté à déterminer ce réglage qui correspond au minimum de déformation. Le fonctionnement tend, on le sait, à fixer un niveau de l'intensité sonore qui varie par suite fort peu dans une marge importante autour de l'accord exact.

Les appareils fournissant le contrôle visuel de résonance sont insérés là où la recherche de l'accord provoque une forte variation de courant, c'est-à-dire en général dans le ou les circuits de plaque des lampes régulatrices. Le courant qui y circule est, en effet, d'autant moins important que l'onde est plus puissante, donc que l'accord est plus précis. L'indication se traduira au contrôle visuel par un maximum (voire un minimum) qu'il s'agisse de la déviation d'une aiguille, des dimensions d'une colonne lumineuse ou de tout autre procédé.

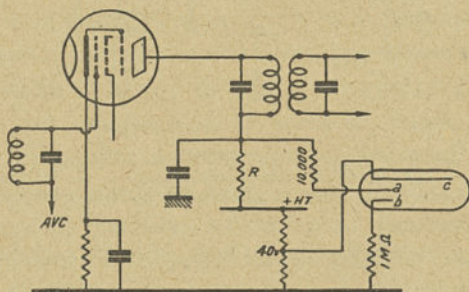


Fig. 151. — Indicateur de résonance avec tube au néon. — C, cathode. — a, anode. — b, cathode auxiliaire. —R, 5.000 à 1.000 ohms.

Si le lecteur veut bien se reporter à la figure 156 il verra que le schéma comporte un indicateur de résonance qui est constitué par un milliampèremètre. La graduation ordinaire n'y a pas de signification à ce point de vue; l'accord exact correspond au minimum de déviation de l'aiguille.

D'autres formes d'indicateurs ont été réalisés; parfois basés sur les mêmes phénomènes électromagnétiques, d'autrefois mettant en jeu un tube au néon dont la colonne lumineuse s'allonge sous l'action du courant, d'autrefois utilisant les propriétés des rayons cathodiques.

Sur la figure 151 on trouvera un exemple d'application avec tube au néon. La lampe spéciale porte trois électrodes, une grande (cathode) et deux petites, l'une servant d'anode. La seconde, servant de cathode auxiliaire, connectée à une forte résistance, entretient en tout temps une légère ionisation destinée à faciliter l'amorçage du courant entre les deux autres électrodes. Suivant la tension développée entre l'anode et la cathode, une colonne lumineuse, plus ou moins

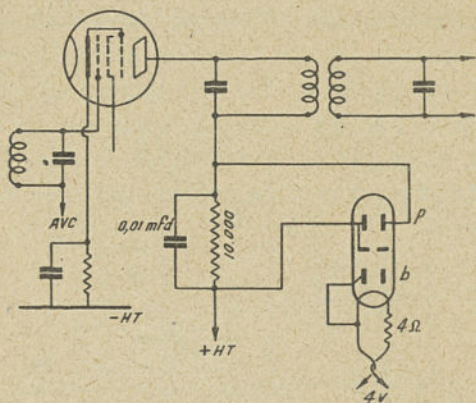


Fig. 152. — Indicateur à rayon cathodique. — b, blindage concentrant le faisceau. — p, plaques déviatrices servant aussi d'anode.

allongée, se développe dans le tube. Avec le courant le moins fort correspondant à la résonance, on a, dans la résistance R, la chute de tension la plus faible, ce qui relève la tension de l'anode.

La figure 152 illustre le fonctionnement d'un indicateur à rayon cathodique. Le rayon émis par la cathode vient frapper un écran fluorescent situé à l'autre extrémité du tube, après passage entre des électrodes dont les tensions provoquent sa concentration, puis sa déviation. Les déplacements de la tache

lumineuse jouent le rôle de l'aiguille du milliampèremètre dans la détermination de l'accord exact.

Dans quelques montages le rayon est dévié au rythme de la haute fréquence; l'indication se traduit alors par un trait lumineux dont on scrutera la longueur.

### Le réglage unique

Il y a déjà de nombreuses années que le réglage unique est appliqué — de façon courante — sur des montages à amplification directe. Il a succédé de peu à l'apparition des lampes à écran qui, en permettant de séparer nettement les circuits, évitent les systèmes complexes formés par le jeu des couplages parasites.

La solution simple qui fut d'abord adoptée consistait dans l'utilisation d'étages identiques composés chacun d'une impédance à un seul accord, de sorte que la manœuvre simultanée des rotors des condensateurs, montés sur un même arbre, suffisait pour concilier une sélectivité déjà intéressante avec la simplicité du réglage.

Bien entendu, il était essentiel de posséder des bobinages semblables — soigneusement établis et rigoureusement étalonnés — ainsi que des condensateurs de bonne qualité, donnant des variations régulières et identiques. Un petit condensateur ajustable (trimmer) était adjoint en parallèle à chacun d'eux (soit aux condensateurs variables ou, mieux, à chaque bobinage), permettant de compenser une fois pour toutes les petits écarts provenant des lampes — des conducteurs — de faibles capacités parasites inhérentes au montage. Sur les lames extérieures du rotor, fendues radialement, on pouvait, par de légères torsions, compenser encore quelques irrégularités qui se manifestaient lorsque l'on faisait défiler les stations (procédé qui, d'ailleurs, se révélait parfois avantageux pour une gamme d'onde et nocif pour l'autre!) On doit observer enfin que la self d'entrée, faisant partie du circuit de réception, se trouve dans une situation particulière, ce qui implique toujours, malgré un couplage très lâche avec l'antenne, une capacité à compenser.

Lorsque l'on a appliqué aux postes à amplification directe les principes des filtres de bande, un étage comportant alors deux circuits coupés, le problème n'a pas rencontré de difficultés beaucoup plus sérieuses. D'ailleurs, la solution se trouve facilitée par ce fait que le couplage entre les circuits — choisis identiques — doit être très faible. La même méthode — avec condensateur ajustable aux bornes de chaque circuit — permet de satisfaire aux conditions du réglage unique, même si le récepteur comprend aussi un ou plusieurs étages avec circuit bouchon.

Le problème du réglage unique s'est révélé d'une résolution plus délicate avec les appareils à changement de fréquence.

La création de condensateurs spéciaux à profil étudié en vue de satisfaire aux conditions posées, est une solution qui

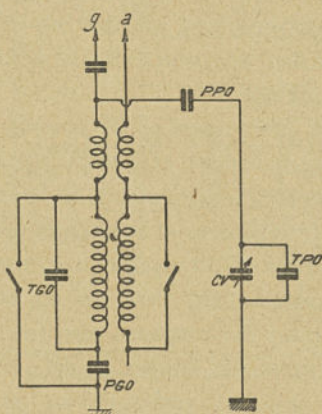


Fig. 153. — Exemple de bobinages d'un oscillateur avec trimmers et paddings. TGO Trimmer grandes ondes. TPO Trimmer petites ondes. PGO Padding grandes ondes. PPO Padding petites ondes.

présente beaucoup de difficultés d'ordre pratique. Qu'il nous suffise de dire qu'elle conduit à des variations différentes pour les deux condensateurs, l'usage des trimmers n'en restant pas moins indispensable.

Les deux circuits déterminant l'accord — les circuits de réception ou présélecteurs, d'une part, qui doivent être suffi-



samment sélectifs pour éliminer franchement l'image de fréquence — et le bloc oscillateur d'autre part — ne sont, en effet, ni identiques, ni appelés à résonner simultanément sur une longueur d'onde commune. Du moins, on sait que, du fait de l'invariabilité de la fréquence intermédiaire, le décalage des deux fréquences doit rester constant, de sorte que les deux capacités doivent varier dans le même sens.

Il existe cependant une solution qui permet d'obtenir le réglage unique au moyen de condensateurs égaux et semblables par la simple adjonction de trimmers et d'autres condensateurs ajustables (que l'on appelle paddings).

La fréquence de l'onde hétérodyne étant choisie, en général, d'une valeur supérieure à celle qui est fixée pour l'onde cherchée (on sait que l'on peut obtenir des résultats identiques avec une fréquence inférieure à celle reçue), l'égalité des capacités implique une self un peu moins importante pour le bobinage du circuit hétérodyne.

A l'encontre des trimmers, insérés en parallèle, les condensateurs dits paddings — d'assez forte valeur (1) — sont disposés en série dans les circuits oscillants, positions qui indiquent le rôle correctif de chacun de ces accessoires. L'action des trimmers sera surtout sensible sur les fréquences les plus élevées de la gamme considérée; au contraire, celle des paddings s'exercera principalement sur les fréquences les plus basses. On dispose ainsi de deux moyens assez indépendants l'un de l'autre d'agir sur le circuit.

Pratiquement le circuit de réception (et le système présélecteur) doivent comporter des trimmers, l'oscillatrice comprenant à la fois des trimmers et des paddings.

On a indiqué différentes méthodes pour effectuer le réglage des trimmers et des paddings afin d'obtenir « l'alignement » des circuits : certaines font appel à des débranchements divers, à l'emploi d'un condensateur supplémentaire de profil identique, presque toutes à l'utilisation d'une hétérodyne modulée à fréquence musicale. En fait, l'énoncé des

(1) Ils sont souvent composés d'une partie fixe et d'une partie variable montées en parallèle.

principes essentiels, si souvent laissés dans l'ombre, suffira pour guider l'amateur un peu habile.

Ayant donné aux trimmers et aux paddings de l'oscillatrice des capacités voisines du minimum pour les uns, du maximum pour les autres, de façon à ce que leur influence soit assez faible, on s'attachera à réaliser l'accord vers le milieu de la gamme d'onde visée (en se rapprochant pourtant des ondes les plus courtes) en réglant les trimmers de l'accord direct sur lesquels on n'aura plus à revenir. Puis en bas de la gamme (longueur d'onde minimum) on rectifiera le désaccord en serrant le trimmer de l'oscillatrice, tandis qu'en haut on aura à diminuer la capacité du padding (1). Quelques petites retouches sur le trimmer et le padding de l'oscillatrice permettront d'avoir un monoréglage précis.

On devra commencer en général par les petites ondes, après quoi on refera la même opération pour les grandes ondes, chaque gamme devant posséder des éléments d'appoint suffisamment indépendants les uns des autres, grâce à quelques précautions dans la commutation.

---

(1) Cette opération revient à diminuer l'étendue de la gamme couverte par l'oscillatrice qui, avec un même condensateur, tend à être plus élevée que celle de l'accord.

## CHAPITRE X

---

### *Quelques montages modernes*

Les explications que nous avons données dans les chapitres qui précèdent sont suffisantes pour permettre au lecteur de comprendre le fonctionnement d'un récepteur moderne de constitution complexe et la raison d'être de chacun de ses organes.

Nous avons choisi comme application trois montages modernes; le premier, le plus simple, qui est à amplification directe, peut fonctionner indifféremment sur le secteur continu ou sur le secteur alternatif. Suivant l'expression adoptée, c'est un poste tous courants. Le second est un superhétérodyne avec présélection et octode dont la formule est devenue tout à fait classique. Le dernier est aussi un superhétérodyne, mais il est appelé à recevoir, en plus des deux gammes habituelles de longueurs d'ondes, une troisième gamme dite d'ondes courtes (inférieures à 200 mètres).

Nous avons déjà donné aux chapitre VI et VII des exemples de montage. Ceux qui vont retenir notre attention sont assurément plus compliqués. Cependant, le lecteur se rendra compte, assez rapidement, que la structure générale des récepteurs n'a évolué que progressivement; les perfectionnements concernent, par contre, un nombre important de détails qu'il est aisé de distraire du reste du montage et sur lesquels nous venons de nous expliquer.

Ainsi la somme des connaissances acquises maintenant nous permettra d'éviter de longs commentaires; nous aurons surtout à signaler, dans chaque montage, les points particuliers qui ont été l'objet d'améliorations récentes et à montrer qu'ils sont une application de ce qui a été déjà exposé.

### Poste tous courants à amplification directe

Cet appareil comporte un étage haute fréquence, une détectrice et une lampe de sortie. Il ne s'agit pas d'un récepteur doté des plus brillantes qualités, mais il est intéressant parce que l'on a cherché à lui donner un rendement et une sélectivité aussi élevée que possible, tout en ne faisant appel qu'à des moyens fort simples et que, d'autre part, il possède, comme poste tous-courants, des avantages appréciables d'ordre pratique.

Tel que, il est capable de donner une audition excellente des postes qui ne sont ni trop faibles ni trop éloignés. Des dispositions du même genre ont d'ailleurs connu un certain succès au moment où la vogue était aux postes miniatures.

Voyons d'abord les particularités dérivant du montage.

Les deux premiers étages du récepteur comportent chacun un circuit accordé. Plutôt que d'utiliser un système de filtre de bande qui se recommande surtout dans les postes ayant au moins trois étages accordés, on a fait appel à la réaction. Le gain en amplification et sélectivité est, dans ce cas, assez appréciable.

En ce qui concerne la détection et la basse fréquence, nous attirons l'attention du lecteur sur ce fait qu'il ne s'agit pas d'un appareil destiné à sortir une puissance modulée importante, mais plus simplement à satisfaire les auditeurs installés dans une pièce de dimensions ordinaires. La faible tension dont on dispose sur la plaque de la dernière lampe ne permet guère d'obtenir mieux, à moins de recourir à d'autres procédés. Comme la détection ne doit s'exercer, dans ces conditions, que sur des amplitudes modérées, il est tout à fait logique de recourir à la détection par grille qui se prête, bien mieux que la binode et sans complications, au jeu de la réaction.

Le réglage unique s'obtient aisément à l'aide de trimmers et le dosage de l'intensité sonore, en agissant sur la polarisation de la première lampe qui est à pente variable. Il n'y a pas de régulateur anti-fading; ainsi que nous l'avons indi-



qué, son emploi n'est que d'un intérêt médiocre sur les postes dont la sensibilité est modérée.

Passons maintenant aux particularités relatives à l'alimentation. Les lampes correspondent à une série spéciale, ainsi que la valve de redressement. Elles sont toutes établies pour laisser passer un courant de 0,30 ampère, ce qui permet leur alimentation en série. Comme, aux bornes des deux premières, la tension absorbée est de 6,3 volts, tandis qu'aux bornes de la lampe de sortie et de la valve elle est de 25 volts, une résistance est nécessaire pour assurer le complément permettant d'atteindre 110 volts, tension supposée du secteur. La valeur de cette résistance sera :

$$\frac{110 - 62}{0,30} = 175 \text{ ohms environ.}$$

Remarquez que l'on a disposé les conducteurs du chauffage de façon que le filament de la détectrice soit à la masse. Viennent ensuite la lampe haute fréquence, la lampe de sortie, puis la valve. C'est un ordre qu'il faut respecter pour éviter certains ronflements.

Le problème de l'alimentation des plaques mérite de retenir l'attention par suite de la faible différence de potentiel dont on dispose sans transformateur. Il a été résolu en utilisant une valve — à chauffage indirect — et une self de filtrage dont les résistances relativement faibles n'entraînent pas une perte sérieuse de la tension. Corrélativement, il a fallu, pour obtenir un filtrage suffisant (que le redressement d'une seule alternance exige d'ailleurs plus important), choisir des condensateurs de filtrage élevés: 15 et 25 microfarads.

L'excitation du haut-parleur est prise en dérivation aux bornes de la valve. Remarquer aussi le condensateur de 50/1.000 (aux bornes du secteur) parfois nécessaire pour éviter certains ronflements, notamment ceux dits de modulation, et dériver les parasites véhiculés par le secteur.

Sur courant alternatif comme sur courant continu, le châssis métallique du poste pourra être sous tension. Il doit être placé, par suite, dans une ébénisterie — ou un coffret isolé — et

la borne terre, ainsi qu'il est souligné, doit être, elle aussi, isolée de la masse (condensateur 10/1.000).

Sur le secteur continu, la valve laisse passer le courant (dans le sens positif anode cathode) comme une simple résistance, la chute de tension étant de l'ordre de 15 volts.

### **Montage à changement de fréquence avec octode et présélection**

Ce récepteur correspond à une formule générale qui est aujourd'hui très en faveur.

Le nombre croissant des postes émetteurs de forte puissance a conduit les constructeurs à établir des récepteurs particulièrement sélectifs, et c'est ce qui explique la vogue des superhétérodynes dont nous avons eu l'occasion de signaler les avantages. Cependant, comme il faut éliminer franchement l'image de fréquence, on a ajouté ici un étage d'amplification directe avant l'oscillatrice-modulatrice, de sorte que ce type de récepteur correspond, dans une certaine mesure, à un genre mixte.

Bien que ne comportant que cinq lampes, cet appareil est remarquable, tant au point de vue de la sensibilité que de la qualité. Deux circuits indépendants en haute fréquence, tout en assurant l'élimination de l'image de fréquence, ébauchent une sélection que complètent le filtre et le transformateur de fréquence intermédiaire. Le choix des lampes, toutes à forte pente, contribue à donner une amplification élevée et la qualité est garantie aussi bien par le choix judicieux des impédances de haute et de moyenne fréquence que par celui des détails que, chemin faisant, nous allons signaler.

Le changement de fréquence s'effectue au moyen d'une lampe octode; nous nous sommes étendus sur les avantages de cette lampe, tant au point de vue de l'amplification de conversion que de la stabilité et du bruit de fond.

Des pentodes, en moyenne comme en haute fréquence, fournissent une amplification importante, et la détection est assurée par une binode suivant un schéma qui est devenu

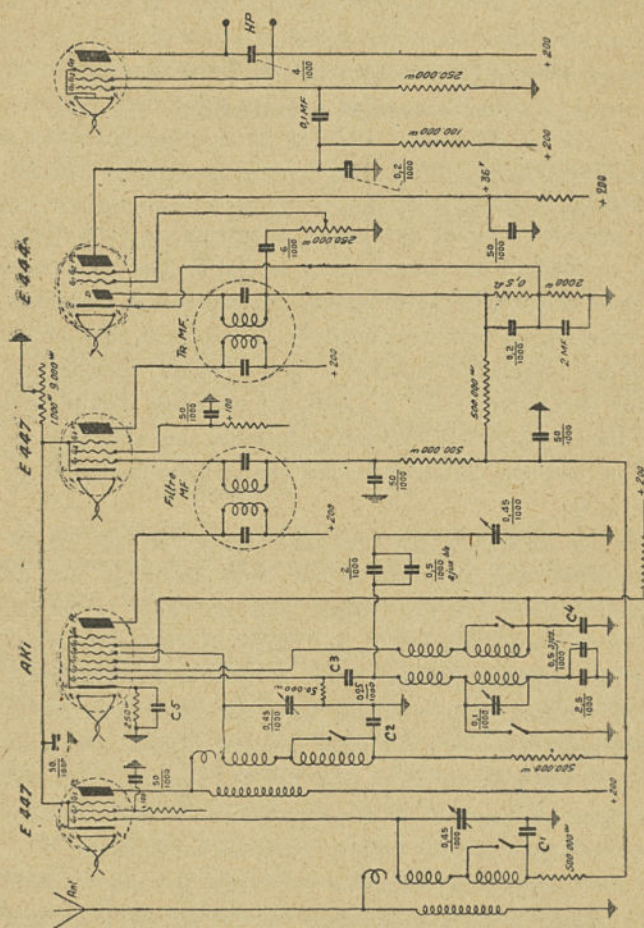


Fig. 155. — Schéma de principe du Superhétérodyne avec octode et préamplification.  
 $C_1 = C_0 = C_4 = C_6 = 0.1 \text{ MF.}$



tout à fait classique. Un montage à résistance constitue, avant la lampe de sortie, la liaison idéale au point de vue aperiodique.

En dépit des nombreuses électrodes que compte chaque lampe, le montage est relativement simple et ne fait appel qu'à des procédés aussi souples que robustes. On remarquera les bobinages de l'amplification directe qui simplifient la commutation; en petites ondes, le primaire joue en quelque sorte le rôle d'une bobine de choc, la transmission de la haute fréquence s'effectuant par capacité.

Aux bobinages de l'oscillatrice sont associés deux paddings et deux trimmers qui permettent d'obtenir le réglage unique suivant la méthode que nous avons décrite. Un potentiomètre de 250.000 ohms, connecté à la binode, sert au réglage du volume sonore, tandis qu'un système de régulation — dont l'utilisation s'impose sur un poste aussi sensible — agit tout à la fois sur les grilles de contrôle des trois lampes qui précèdent.

Enfin l'emploi simultané d'une binode et d'un électrodynamique — sous réserve de choisir une lampe de sortie de puissance suffisante — autorise une reproduction à la fois ample et correcte.

### Récepteur « Toutes ondes »

Le schéma de cet appareil offre une certaine complexité par suite de la présence des bobinages supplémentaires affectés à la réception des ondes courtes.

Il s'agit, cette fois encore, d'un superhétérodyne dont les principes apportent, dans ce cas, des avantages particulièrement appréciables.

Nous avons signalé, déjà, les difficultés de l'amplification et de la sélection directe en ondes courtes. Pour aboutir à de bons résultats, il faut d'abord des appareils à très faibles pertes établis avec beaucoup de soins, aussi bien en ce qui concerne les bobinages et les condensateurs que les blindages et les découplages des circuits. Mais on ne satisfait jamais

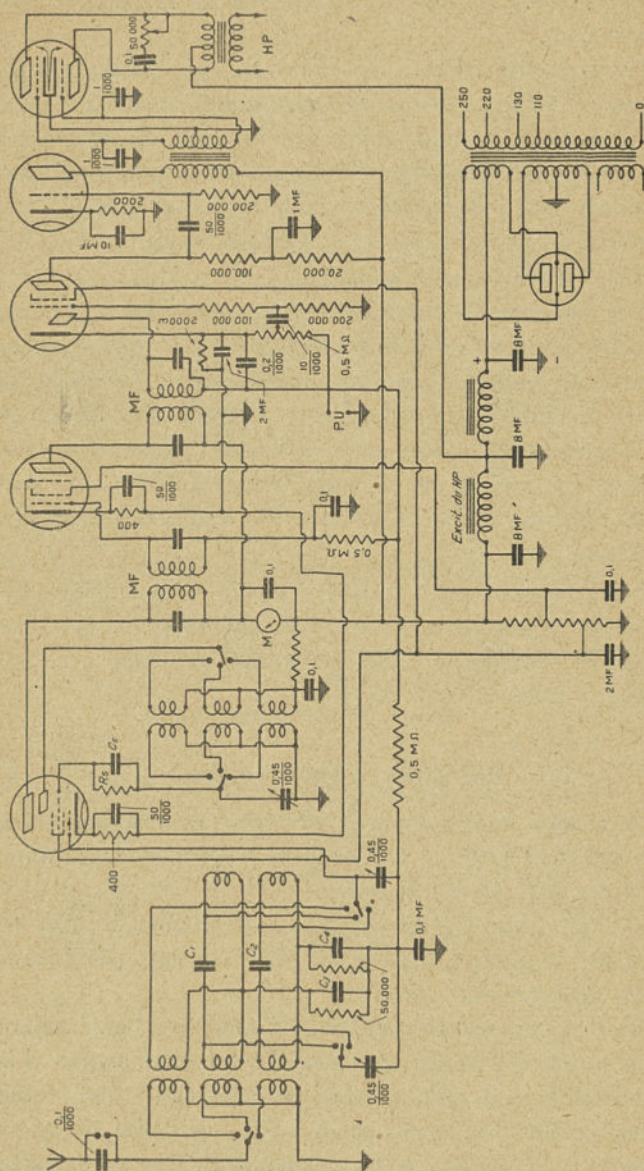


Fig. 156. — Récepteur Toutes Ondes. — M, milliampèremètre servant de contrôle visuel de résonance.

assez à ces exigences et pratiquement le rendement en amplification et sélectivité par lampe s'avère très inférieure à celui que procure un étage de fréquence intermédiaire. Le réglage de l'accord, beaucoup plus délicat, soulève aussi quelques difficultés dès que l'on veut passer à plus de deux circuits en ligne.

A un autre point de vue, l'établissement de plusieurs étages à amplification directe pour plusieurs gammes de fréquences entraînerait de nombreuses complications, tant en ce qui concerne le nombre des bobinages que leur commutation.

Non seulement le changement de fréquence est très en faveur dans les récepteurs « toutes ondes », mais l'amplification préalable directe n'y est pas souvent employée (1). Et lorsque celle-ci existe pour les grandes et petites ondes, comme mode d'élimination de l'image de fréquence, le bénéfice n'en est presque jamais étendu aux ondes courtes qui sont reportées directement sur la lampe modulatrice. Nous avons déjà vu que le problème de l'image de fréquence ne se posait pas de la même façon parce que, en l'état actuel des émissions, celles sur ondes courtes étaient beaucoup moins denses au regard des fréquences disponibles, et que la probabilité d'y être gêné par l'image de fréquence se trouvait considérablement abaissée.

Nous devons enfin attirer l'attention sur l'importance de la régulation automatique dans ce genre de récepteur. La réception des ondes courtes, plus encore que celle des petites ondes, est sujette à des troubles occasionnés par le fading qui se manifeste d'ailleurs souvent par des variations d'intensité à fréquence assez élevée. Le régulateur antifading devient ainsi un organe essentiel dont l'action doit être suffisamment énergique.

Dérivant de ces remarques générales, le récepteur que nous étudions possède un système présélecteur pour grandes et petites ondes, alors qu'un simple circuit accordé est utilisé pour les ondes courtes. Pour le changement de fréquence on

(1) Son absence est toutefois regrettable au point de vue du bruit de fond dans la réception des postes éloignés ou faibles.

a choisi une triode-hexode qui (à l'exemple des octodes), séparant bien les circuits, donne de bons résultats en ondes courtes. Le monoréglage a été facilité par le concours de trimmers et paddings indépendants pour chaque gamme de longueurs d'onde. Enfin, l'appareil comporte un régulateur automatique qui agit sur les deux premières lampes.

Voici maintenant quelques indications concernant les détails du montage.

En grandes et petites ondes, l'antenne attaque le système présélecteur formé de deux circuits très faiblement couplés par les capacités  $C_1$  (ou  $C_2$ ) de très faibles valeurs, et  $C_3$  (ou  $C_4$ ) de fortes valeurs, au contraire. (Les capacités de  $C_2$  et  $C_4$  correspondant aux grandes ondes étant respectivement plus élevées que celles de  $C_1$  et  $C_3$ ). Une résistance shunte  $C_1$  (une autre  $C_2$ ) pour permettre la fixation du potentiel de la grille de contrôle.

En ondes courtes, ainsi que nous l'avons indiqué, un seul circuit résonant reporte sur la grille les ondes reçues. Il est pratiquement peu sélectif, mais du moins le monoréglage s'en trouve facilité.

La lampe changeuse de fréquence comprend deux groupes d'électrodes dont l'un fournit l'oscillation locale, tandis que l'autre joue le rôle de modulatrice suivant un schéma que nous avons déjà étudié (fig. 143). Nous rappelons que le système  $C_5 R_5$  a pour but d'abaisser le potentiel moyen de la grille oscillatrice et de limiter le courant qui en dépend.

Pour obtenir le monoréglage, il a fallu ajouter des trimmers et des paddings; ceux-ci n'ont pas été figurés sur le schéma afin d'éviter les complications qui en résulteraient. Sur le système présélecteur, il est bon d'avoir, pour chaque gamme, un trimmer aux bornes de chacun des deux bobinages composant les circuits accordés. Un trimmer aux bornes du bobinage secondaire pour ondes courtes est indispensable.

Dans les divers circuits de l'oscillatrice, on a de même un trimmer en parallèle aux bornes de chaque bobinage, mais, de plus, un padding est ajouté en série.

On voit que les condensateurs ajustables d'une même gamme

seront complètement indépendants de ceux d'une autre gamme quelconque.

Rien à signaler de particulier en ce qui concerne l'amplification en moyenne fréquence établie avec une lampe pentode à pente variable et des filtres de bande.

La polarisation de la grille de cette lampe, ainsi que celle de la grille de l'élément modulateur de la triode-hexode, est prise aux bornes de la résistance de régulation dans laquelle circule le courant détecté par la binode. On a simplement complété cette polarisation en insérant sur chaque cathode une résistance d'assez faible valeur shunté par un condensateur.

La tension d'écran de ces lampes et celle de la binode sont fixées par la méthode potentiométrique.

Nous ne reviendrons pas sur l'équipement de la binode; son fonctionnement a déjà été exposé en détail et une application en ayant été faite dans le montage qui précède.

A l'amplification en basse fréquence qui s'y trouve jointe, succède un étage amplificateur qui attaque la lampe de sortie constituée par deux groupes d'électrodes montés en opposition suivant les principes de l'amplification « Classe B ». La lampe triode intermédiaire ne fournit pas une amplification en tension très élevée, mais, par contre, un bon rendement en puissance et satisfait aux conditions posées par le dernier étage, tant en ce qui concerne la faible résistance de l'impédance de grille que la puissance exigée par l'apparition intermittente du courant qui la traverse.

Cette disposition contribue à autoriser un volume sonore important.

Le système formé par le condensateur et la résistance variable, branché aux bornes du transformateur de sortie, a pour but de corriger la tonalité en affaiblissant plus ou moins les notes aiguës de la modulation qu'il dérive partiellement. Le bruit de fond et différents parasites composés surtout de fréquences élevées peuvent être, par ce moyen aussi, légèrement atténués.

On remarquera, traversé par le courant plaque des deux

premières lampes commandées par le régulateur anti-fading, le milliampèremètre servant de contrôle visuel de résonance en conformité avec les indications que nous avons données.

L'alimentation se fait suivant le procédé classique; le schéma est même simplifié par ce fait que toutes les lampes sont à chauffage indirect. Le secondaire servant au chauffage des cathodes est ainsi complètement indépendant.

Pour l'alimentation anodique, les alternances de la tension provoquées aux bornes de l'enroulement élévateur de tension sont tour à tour redressées entre chaque plaque et la cathode de la valve, la haute tension se trouvant finalement recueillie entre le filament et la terre. Un système de filtrage formé de selfs s'opposant à la propagation des ondulations et de condensateurs les dérivant, assure la continuité du débit. La seconde cellule de filtrage est constituée avec la bobine d'excitation du haut-parleur électrodynamique. On trouve à l'extrémité le potentiomètre donnant les tensions d'écran.

Ce récepteur, toujours dans un but de simplification du schéma, n'a été prévu que pour une gamme d'ondes courtes. Mais il est facile d'imaginer comment on aurait pu accroître l'étendue des fréquences couvertes, en ajoutant les bobinages convenables et en développant la commutatin. Pratiquement, il faut compter trois séries de bobinages pour couvrir la gamme allant de 15 à 200 mètres.

---

# TABLE DES MATIÈRES

## PREMIÈRE PARTIE

### LA RÉCEPTION ET LA PERCEPTION DES ONDES

#### CHAPITRE PREMIER

Généralités et définitions .....	7
----------------------------------	---

#### CHAPITRE II

Rôle et construction des antennes et des cadres.....	13
Excitation d'un système récepteur .....	13
Emploi d'un cadre .....	14
Emploi d'une antenne .....	17
Forme et construction des antennes .....	19
Prises de terre .....	25
Forme et construction des cadres .....	26

#### CHAPITRE III

Rôle et construction des organes d'accord .....	35
Action sur la self-inductance.....	35
Action sur la capacité .....	35
Construction des selfs-inductances .....	37
Selfs cylindriques .....	37
Selfs fractionnées .....	39
Selfs en fond de panier .....	41
Selfs en nid d'abeilles .....	42
Selfs en flanc de panier .....	44
Variomètres.....	45
Condensateurs.....	48
Remarque sur le rôle des selfs et des condensateurs.....	53

#### CHAPITRE V

Perception des sons .....	55
Récepteurs téléphoniques .....	55
Détecteur.....	64
Réception des ondes entretenues .....	68

#### CHAPITRE V

Montage des circuits récepteurs .....	71
Montages directs .....	71
Montages indirects .....	74
Recherche de l'accord .....	79

## DEUXIÈME PARTIE

### LES RÉCEPTEURS A LAMPES

#### CHAPITRE VI

La lampe à 3 électrodes et ses applications.....	83
Théorie.....	83

Emploi de la lampe comme détecteur.....	89
Emploi de la lampe comme amplificateur.....	96
Transformateurs. . . . .	104
Montage des transformateurs de basse fréquence..	104
Construction d'un transformateur de basse fréquence.	107
Transformateurs de haute fréquence.....	110
Transformateurs sans fer .....	111
Emploi de la lampe comme oscillatrice.....	118
Hétérodynes. . . . .	121
Construction d'une hétérodyne .....	122
Montage autodyne .....	125
La réaction .....	128
Construction et montage des appareils récepteurs à lampes. . . . .	136
CHAPITRE VII	
Etude de quelques montages .....	143
Lecture et interprétation des schémas .....	143
Quelques montages simples .....	145
Réception des ondes courtes .....	153
Récepteurs pour grandes et petites ondes.....	157
Amplification de puissance .....	164
La reproduction phonographique .....	167
Réception dite par « super-hétérodynation » .....	168
CHAPITRE VIII	
Dispositions particulières aux montages modernes ....	179
Les lampes à pente variable .....	180
Les pentodes de HF .....	183
Les binodes et les diodes .....	184
Les lampes de sortie et l'amplification Classe B....	186
Les lampes changeuses de fréquence .....	190
La polarisation des électrodes et l'équipement des lampes. . . . .	196
Les découplages .....	201
CHAPITRE IX	
Les régulateurs anti-fading et le réglage unique.....	204
Les régulateurs anti-fading (Le réglage automatique).	204
Le réglage silencieux .....	209
Le contrôle visuel de résonance .....	211
Le réglage unique .....	213
CHAPITRE X	
Quelques montages modernes .....	217
Postes tous courants à amplification directe.....	218
Montage à changement de fréquence avec octode et présélection. . . . .	221
Récepteur « Toutes Ondes » .....	223



VIENT DE PARAITRE

# L'ART DU DÉPANNAGE ET DE LA MISE AU POINT DES POSTES DE T. S. F.

par Lucien CHRÉTIEN

---

## AVANT PROPOS

---

Ne parle-t-on pas de l'Art du Médecin? Pourquoi ne dirait-on pas l'Art du Dépanneur?

Un appareil en panne, c'est un malade qu'il faut guérir. Entre la Médecine et le dépannage, on pourrait établir un étonnant parallèle.

Pour prétendre à la Médecine, il faut connaître à fond l'anatomie. De même, le dépanneur doit connaître tous les schémas des récepteurs qu'il prétend faire fonctionner. Dans les deux cas, il faut, d'abord, poser un diagnostic avant de songer au traitement.

Il y a une médecine empirique qui se borne à traiter le symptôme. Elle peut amener des résultats illusoires.

Vous pouvez avoir la migraine parce que votre foie est malade. L'absorption d'aspirine vous soulagera peut-être, mais n'arrangera guère votre foie. De même, il serait vain de vouloir tout simplement changer le haut-parleur d'un appareil sous prétexte qu'il est absolument silencieux.

Un appareil dont les lampes sont survoltées est comme un surmené qui consomme avec rapidité ses forces vitales. Un condensateur qui claque, c'est une artère qui éclate... Le danger est grave dans les deux cas. Rien n'est désespéré si le traitement est appliqué à temps et si le mal n'a pas lésé certains organes importants.

On peut toujours sauver un appareil en panne. On peut en dire autant d'un malade... Un appareil qui a des oscillations, c'est un malade déséquilibré. Que faut-il faire? Là encore, ne pas vouloir traiter le symptôme, mais remonter à la cause du mal. En cherchant bien, on trouvera un estomac ou un intestin qui fonctionne mal, une glande interne dont le travail est mal fait ou, de l'autre côté, un

couplage parasite, un circuit dérégulé, un condensateur en mauvais état.

Un appareil peu sélectif, c'est un malade qui assimile mal. Les différents organes laissent filtrer des toxines qui compromettent l'équilibre de l'ensemble.

Le sens du diagnostic n'est pas donné à tout le monde. Certains esprits de peu d'envergure pourront le posséder et des intelligences d'élite ne l'auront pas. S'il ne peut toujours s'acquérir, il peut toutefois se cultiver. Il est fait d'un tas de choses : mémoire, esprit d'observation, imagination, sens critique et... flair... Cette culture est facile : méditez sur un schéma et posez-vous des questions.

Si telle résistance doublait de valeur, que se passerait-il? Quel effet produirait le claquage de tel condensateur? Comment se comporterait l'appareil si tel circuit était coupé?

Lorsque le médecin ne voit pas du premier coup de quoi souffre le malade, il entreprend un examen méthodique. Il tâte le pouls, il mesure la tension artérielle; il ausculte. Il a recours au besoin à des analyses et à des examens microscopiques. Il examine les organes aux rayons X : poumons, estomac, foie, intestin, etc... Aussi, il finira sans doute par dépister la maladie. Il n'est pas donné à tout le monde d'avoir du génie et de pouvoir dire après quelques secondes d'examen : « Vous avez un ulcère de l'estomac... »

On peut contester que le génie soit une « longue patience », mais il est certain qu'une longue patience peut tenir lieu de génie. Celui qui n'a pas le sens du diagnostic instantané pourra remplacer cela par un examen méthodique. Il remplacera les éclairs du génie par les indications des appareils de mesure. C'est en cela que notre travail pourra être d'un grand secours pour l'usager.

Cet ouvrage pourra guider le professionnel, comme le simple auditeur. Certaines pannes peuvent être trouvées et réparées par un auditeur sans compétence spéciale.

En suivant une méthode logique, on doit automatiquement dépister la cause du mal dans la majorité des cas. Lorsque la panne est trouvée, la réparation est généralement facile : il ne s'agit que de remplacer un organe défectueux, s'il s'agit d'une panne franche.

S'il s'agit d'un fonctionnement mauvais, c'est une question de réglage sans doute ou peut-être, plus simplement encore, une lampe fatiguée.

Dans l'Art du Dépannage, il faut distinguer s'il s'agit d'un appareil neuf qui a fonctionné normalement ou s'il s'agit d'un appareil neuf qui sort des mains du monteur. Dans le premier cas, il est évident que le nombre des pannes est limité, puisqu'il ne peut pas y avoir d'erreur de connexion.

Dans le second cas, la recherche peut être beaucoup plus laborieuse. Il se peut en effet *qu'il y ait plusieurs causes*

*de panne*, ce qui complique beaucoup la situation. La panne peut n'être qu'apparente et être due, en réalité, à un dérèglement complet de tous les circuits.

Nous examinerons successivement les deux cas. Mais, avant d'entrer dans cette étude, il faut décrire l'outillage nécessaire au dépanneur. Celui-ci peut être réduit... selon les nécessités budgétaires et d'autres circonstances. Il n'en est pas moins vrai qu'un travail de précision demande des outils de précision...

La mise au point d'un récepteur est encore une question que nous traiterons dans un chapitre spécial. Il ne faut pas confondre « *dépannage* » et « *mise au point* ».

Lorsqu'un technicien étudie un prototype nouveau, le premier problème qui se pose est d'obtenir le fonctionnement de l'appareil. Il faut d'abord que « *ça marche* ».

Après quoi, on cherche à améliorer le fonctionnement en agissant sur les différentes valeurs de résistances, de capacités, sur le nombre de spires des bobinages, sur les couplages entre enroulements, etc., etc.

Toutes ces questions seront traitées d'une manière aussi simple que possible. La théorie ne sera rappelée d'une façon sommaire que lorsque ce sera indispensable. Nous chercherons avant tout à donner des renseignements pratiques.

LUCIEN CHRETIEN.

---

## SOMMAIRE GÉNÉRAL

---

### AVANT-PROPOS.

#### *1<sup>re</sup> Partie. — L'Art du Dépannage.*

CHAPITRE 1<sup>er</sup>. — Les Outils du Dépanneur.

CHAPITRE 2. — Méthodes générales.

CHAPITRE 3. — Les Pannes de l'Alimentation.

CHAPITRE 4. — Les Pannes de l'Etage final.

CHAPITRE 5. — Les Pannes de l'Amplificateur basse fréquence.

CHAPITRE 6. — Les Pannes de la Détection.

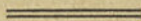
CHAPITRE 7. — Les Pannes de l'Antifading ou du VCA.

- a) Régulation simple.
- b) — différée.
- c) — amplifiée.
- d) Lampe de silence.

- CHAPITRE 8. — Les Pannes de l'Amplificateur moyenne fréquence.
- CHAPITRE 9. — Les Pannes du Changement de fréquence. Lampes complexes (Octode-Heptode ou Triode-Hexode).  
Oscillatrice séparée.  
Décalage des stations.
- CHAPITRE 10. — Les Pannes de la haute fréquence.
- CHAPITRE 11. — Les Pannes du Circuit d'accord ou du Prérélecteur.
- CHAPITRE 12. — Recherche des mauvais contacts.
- CHAPITRE 13. — Recherche des ronflements de secteur.

*2<sup>e</sup> Partie. — L'Art de la Mise au Point.*

- CHAPITRE 14. — Les Outils du Metteur au point.
- CHAPITRE 15. — Devant le Châssis muet.
- CHAPITRE 16. — Mise au point de l'Amplificateur de basse fréquence.
- CHAPITRE 17. — Mise au point du Détecteur et du Régulateur.
- CHAPITRE 18. — Mise au point de l'Amplificateur de moyenne fréquence.
- CHAPITRE 19. — Mise au point du changement de fréquence.
- CHAPITRE 20. — Mise au point des Circuits d'accord et de haute fréquence.
- CHAPITRE 21. — L'Alignement des Circuits.



LIBRAIRIE CHIRON, 40, Rue de Seine, 40 - PARIS-VI<sup>e</sup>

*Veillez m'adresser* ..... *exemplaires de l'ouvrage* «L'ART DU DÉPANNAGE  
ET DE LA MISE AU POINT DES POSTES DE T. S. F.», par Lucien CHRÉTIEN  
au prix de 15 francs l'exemplaire que je vous adresse inclus en mandat ou chèque  
ou que je verse à votre Compte chèques postaux Paris 53-55.

Nom .....

Adresse .....

Ville .....

Signature :

# ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS 2<sup>e</sup>

---

## TOUTES LES PRÉPARATIONS

### Professionnelles :

Radiotélégraphistes des Ministères et Grandes Administrations : Ingénieurs, Sous-Ingénieurs Radio-électriciens, Chefs - Monteurs, Opérateurs des Stations de T.S.F. Coloniales, Radio Aéronautique Civile.

### Militaires :

GÉNIE - Chefs de Poste et Elèves Officiers de Réserve.

AVIATION - Breveté Radio.

MARINE - Breveté Radio.

---

Durée des Études : de 5 à 10 mois.

---

L'école s'occupe du placement et de l'incorporation de ses Élèves.  
Cours du Jour et du Soir et par Correspondance.

M. ADAM  
Ingénieur E. S. E.

# ENCYCLOPEDIE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ

DICTIONNAIRE FORMULAIRE DE  
LA T. S. F. ENTIÈREMENT A JOUR  
PARAISSANT EN FASCICULES  
PÉRIODIQUES, ET DONNANT LA  
DÉFINITION, L'EXPLICATION DE  
TOUS LES TERMES ET LEUR  
TRADUCTION EN LANGUES  
ANGLAISE ET ALLEMANDE.

LA RÉUNION DES FASCICULES  
PERMETTRA AUX SOUSCRIPTEURS  
D'AVOIR

=====  
TOUTE LA T. S. F.  
=====  
SOUS LA MAIN

---

Souscription à la totalité des fascicules qui sont envoyés  
dès leur parution.

France : 50 francs — Étranger : 55 fr. et 60 fr.

La souscription garantit contre toute augmentation de prix ou de  
durée de la publication et assure l'ouvrage complet sans versement  
supplémentaire.

---

Étienne CHIRON, Éditeur, 40, Rue de Seine - PARIS-6°

# ENCYCLOPÉDIE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ

paraissant par fascicules périodiques

## Abonnement

France ..... 50 fr.  
Etranger, prix faible ..... 55 fr.  
— prix fort ..... 60 fr.

Etienne CHIRON, éditeur  
40, Rue de Seine, PARIS (6<sup>e</sup>)

Téléphone : DANTON 47-56  
CHEQUES POSTAUX :  
FRANCE : Paris 53-35  
BELGIQUE : Compte n° 1644 60  
SUISSE : I 33-57

LA SOUSCRIPTION A L'ABONNEMENT garantit le souscripteur contre toute augmentation de prix ou de durée de la publication et lui garantit l'ouvrage complet pour le prix de l'abonnement payé.

## BULLETIN DE SOUSCRIPTION

*Ayant acheté le premier fascicule de l'Encyclopédie de la Radioélectricité, je vous prie de m'inscrire pour un abonnement à la totalité des fascicules qui restent à paraître au prix spécial réduit de 46 francs que je vous adresse à votre Compte courant postal Paris 53-35.*

Nom : .....

Adresse : .....

Ville : .....

Le .....

Signature : .....



# CATALOGUE DES EDITIONS ETIENNE CHIRON

---

AUTOMOBILE

T. S. F. — LOIS

LITTERATURE

ELECTRICITÉ

PHOTO & DESSIN

COUTURE

EDUCATION PHYSIQUE

OUVRAGES SUR LA  
GRANDE GUERRE

PERIODIQUES

---

TOUTES NOS NOUVEAUTÉS SONT MARQUÉES  
D'UN ASTÉRIQUE SUR LE CATALOGUE

---

---

Etienne CHIRON, éditeur

40, rue de Seine — PARIS

Téléphone : DANTON 47-56

COMPTES DE CHÈQUES POSTAUX :

FRANCE : Paris 53-35 — BELGIQUE : 1644-60 — SUISSE : 1-33-57

---

---

# La Collection d'Ouvrages sur l'Automobile de la Librairie CHIRON

**E**N constituant cette collection d'ouvrages sur l'automobile, l'éditeur a voulu présenter à tous, — depuis ceux qui veulent simplement obtenir leur permis de conduire jusqu'aux mécaniciens qui doivent étudier l'automobile dans tous ses détails, — une série d'ouvrages absolument hors de pair répondant exactement à leur besoin; le tirage des ces volumes qui a atteint des centaines de mille est le plus sûr garant de leur valeur, d'ailleurs, à chaque nouvelle édition, ils sont entièrement remis à jour.

Avec l'ABC de l'Automobile (5) le débutant aura sur l'automobile une première vue d'ensemble merveilleusement simple et claire, et il pourra ensuite pousser plus loin son étude avec Le Manuel de l'Automobiliste (6) le célèbre volume de Razaud adopté pour la formation de dizaines de milliers d'automobilistes militaires et qui est aujourd'hui devenu classique dans toutes les écoles.

Pour passer l'examen du permis de conduire, ce volume contient tout ce qu'il faut savoir de la voiture elle même, mais pour se familiariser avec les questions susceptibles d'être posées à l'examen, l'on consultera avec fruit le Guide du Candidat au permis de conduire les automobiles (1) ouvrage écrit par un examinateur d'un centre important; avec cela il faudra avoir étudié le texte officiel du Code de la Route (2) dont notre édition est toujours tenue scrupuleusement à jour.

Voilà pour le débutant.

L'automobiliste qui voudra connaître plus à fond les organes de sa voiture et posséder quelques aperçus mécaniques sur leur fonctionnement aura à sa disposition: L'automobile expliquée (11), de même que dans l'ouvrage Les Pannes d'automobile (7) il pourra apprendre la façon de remédier à tous les accidents de fonctionnement que la petite plaquette Aide-Mémoire pour la recherche des pannes (8) lui permettra de découvrir facilement.

\* Pour connaître à fond tous les secrets de la conduite et de l'entretien, la lecture de l'Auto sans Chauffeur de L. Picard (23) servira grandement, surtout à ceux qui n'ont pas de chauffeur.

L'Electricité joue un grand rôle dans l'automobile; après avoir lu l'Équipement électrique des automobiles par Rosaldy et Touvy (12) cette délicate question n'aura plus de secrets pour le lecteur qui pourra également consulter avec fruit L'Équipement électrique expliqué par Gory et Gielfrich (14) ainsi que l'ABC de l'Équipement électrique des Automobiles (27) et le petit volume Comment soigner votre accumulateur des mêmes auteurs (19).

\* Les garagistes et les techniciens trouveront tous les détails utiles dans le Guide Professionnel de l'Équipement électrique par Cl. Dunoyer.

Enfin, La Magnéto (20) contient non seulement la description des différents modèles, mais également toutes les indications pratiques concernant l'entretien et le dépannage.

Beaucoup de voitures sont munies d'un allumage tout à fait spécial, le Delco; le volume de Rosaldy et Touvy, L'Allumage Delco (13) est le manuel officiel publié par les constructeurs et contient par conséquent tout ce qui peut être dit sur cet ingénieux dispositif.

\* La question de la carburation est traitée dans deux ouvrages de M. Apolit : L'A B C du Carburateur (25) et Les Carburateurs modernes.

Ceux qui possèdent des automobiles Ford auront à leur disposition deux ouvrages spéciaux : L'Automobile Ford par Bardin (15) et Pour bien conduire une automobile Ford par Dumas (16). Les chauffeurs de taxi trouveront tous les détails sur cette profession dans le Guide du Chauffeur de Taxi par Louvrier secrétaire du syndicat (18), enfin les fervents de la moto ont dans le Manuel du Motocycliste un guide parfait et sûr.

Le moteur Diesel, de plus en plus employé dans les automobiles, navires et même avions, n'aura plus de secret pour celui qui lira Le moteur Diesel expliqué, l'excellent ouvrage de Percheron (22).

Enfin pour prouver que rien n'a échappé aux éditeurs pour constituer un ensemble de toutes les connaissances nécessaires aux usagers de l'automobile, il vient d'être ajouté à cette collection une étude de Lucien Chrétien, Comment installer la T. S. F. sur une automobile, question beaucoup moins simple qu'il ne le paraît.

## Automobile

1. DARMAN. — Guide du candidat au permis de conduire les automobiles.....	3	»
2. MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. LE CODE DE LA ROUTE. Textes officiels 1933.....	3	»
5. RAZAUD. — ABC de l'automobile.....	3	»
6. — Nouveau manuel de l'automobiliste Edition 1933.....	12	»
7. — Les pannes d'automobile.....	7	50
8. PERCHERON. — Aide-mémoire pour la recherche des pannes	2	»
9. — Manuel pratique pour la conduite et l'entretien des moteurs à explosion.....	7	»
10. GROSSELIN. — L'automobile et son moteur.....	6	»
11. GIELFRICH. — L'automobile expliquée.....	18	»
* 26. ROSALDY et TOUVY. — L'équipement électrique des automobiles.....	15	»
13. — L'allumage Delco Edition 1933.....	15	»
14. GORY et GIELFRICH. — L'équipement électrique expliqué.....	9	»
15. BARDIN. — L'automobile Ford.....	5	40
16. DUMAS. — Pour bien conduire une automobile Ford.....	6	»
17. JACQUES. — Manuel du motocycliste.....	9	»
18. LOUVRIER. — Guide du chauffeur de taxi.....	6	»
19. GORY et GIELFRICH. — Comment soigner votre accumulateur	7	50
20. PERCHERON. — La magnéto d'automobile Edition 1933.....	15	»
21. LE NOUVEAU CODE DE LA ROUTE EXPLIQUÉ. (Textes officiels : tableau en couleurs de la nouvelle signalisation des routes ; guide illustré du candidat au permis de conduire).....	5	»
22. PERCHERON. — Le moteur Diesel expliqué.....	12	»

257.	L. CHRETIEN. — Comment installer la T. S. F. dans les automobiles.....	6	>
*23.	L. PICARD. — L'Auto sans chauffeur.....	12	>
*24.	M. APOLIT. — A B C du Carburateur.....	5	>
*25.	— Les Carburateurs modernes.....	18	>
*	Cl. DUNOYER. — Guide technique professionnel de l'équipement électrique automobile.....	26	>

## Électricité

201.	MICHEL. — Pour poser soi-même la lumière électrique.....	6	>
202.	— Pour poser soi-même les sonneries.....	6	>
203.	— Pour poser soi-même les téléphones privés.....	6	>
204.	BARDIN. — La pratique des moteurs électriques.....	5	40
205.	BARRE. — Eléments d'électrotechnique générale.....	43	20
206.	BARDIN. — A B C des moteurs électriques.....	5	40
	WHITEHEAD. — Diélectriques et isolants.....	30	>
	AGUILLON. — L'onde électromotrice.....	24	>
	F. MARTIN et C. GUILLON. — Grandeurs et unités.....	9	>
	LEJAY. — Les Perturbations orageuses du champ électrique.....	10	80
	PERIDIER. — Les Sous-stations automatiques.....	14	40
	GUILBERT. — Le Circuit magnétique déformable.....	30	>
	J.-B. POMEY. — Elasticité des plaques (Introduction à l'étude du récepteur téléphonique).....	3	50
	M. COLLET. — Le champ magnétique au voisinage d'une ligne électrique à courants alternatifs.....	4	>
	L'électricité et la foudre.....	15	>
	R. BUREAU. — Nouvelles recherches sur la propagation des ondes courtes dans l'atmosphère.....	6	>

## La collection d'ouvrages sur la T.S.F. de la Librairie CHIRON

Cette collection de plus de 100 titres a été constituée en vue de répondre aux besoins de tous ceux qui s'occupent de la technique radioélectrique, depuis le novice désireux s'initier aux lois élémentaires de la radio jusqu'à l'ingénieur étudiant des problèmes scientifiques.

Le profane ne possédant aucune notion d'électricité et désireux de comprendre le but et le fonctionnement de différents appareils de T.S.F. lira avec fruit La T.S.F. sans mathématique, l'ouvrage que vient d'écrire à cette intention Lucien Chrétien et aussi Le manuel pratique de T.S.F. par Gérard, ouvrage qui vient d'être mis à jour des derniers progrès de la T.S.F.

Dans La T.S.F. et les phénomènes radioélectriques expliqués sans formules (107), le lecteur trouvera un guide précieux qui lui fera connaître aisément tous les mystères de la théorie. Ce livre a été adopté pour l'enseignement dans nombre d'écoles ; si le lecteur veut se contenter des notions générales, il en trouvera une étude à larges traits dans La T.S.F. expliquée par questions et réponses de Vallier et Maurice (102), ou dans Les Premiers Principes de la T.S.F. (124), ou encore dans la Théorie élémentaire de la T.S.F. (152).

Après avoir acquis les principes élémentaires de la radio-électricité, on en trouvera un développement plus profond dans La T.S.F. en 30 leçons (123), ouvrage devenu classique et ayant pour auteurs les spécialistes les plus qualifiés ; cet ouvrage contient le cours complet de radioélectricité professé au Conservatoire des Arts et Métiers. Enfin, les personnes possédant des connaissances mathématiques, liront avec fruit Théorie et pratique de la T.S.F. (137).

Voilà pour la théorie.

Quant aux ouvrages traitant de la pratique, il faut mentionner encore l'excellent Manuel pratique de T.S.F. (171) dans lequel l'amateur trouvera, après un exposé très clair de la théorie, une étude pratique de différents éléments des appareils de T.S.F. et des principaux montages utilisés, ainsi que le livre de Michel, Manuel Pratique du Radio-Monteur (\* 259). Cet ouvrage est constamment tenu à jour au fur et à mesure des nouveaux progrès, de même que tous les ouvrages cités ici.

Le rôle de chaque organe, ses différentes réalisations et modes d'utilisation sont précisés dans Le poste de l'amateur de T.S.F. (103) et une étude détaillée de différentes familles de montages utilisés dans la réception radioélectrique est contenue dans le volume Les Récepteurs modernes de T.S.F.

L'amateur trouvera dans l'album de Tous les Montages de T.S.F. (104) un recueil toujours soigneusement mis à jour de schémas expliqués de récepteurs les plus modernes, d'émetteurs, de dispositifs d'alimentation, etc...]

Enrichies successivement par plus de dix ans de spécialisation dans la T.S.F., les collections de la Librairie Chiron contiennent des descriptions pratiques de tous les montages qu'un amateur puisse vouloir exécuter. Ces descriptions abondamment illustrées par de nombreux schémas, croquis, photographies et plans de réalisation, mettent le montage des appareils les plus compliqués à la portée du débutant.

Parmi ces ouvrages viennent en tête de liste, les dix recueils de La T.S.F. pour Tous (139 à 146) universellement connus pour le choix soigné et la belle présentation des montages dont ils contiennent de nombreuses descriptions.

Sont ensuite à mentionner les monographies suivantes décrivant la construction des :

POSTES A GALÈNE. — Les postes à galène (153), La construction des appareils de T.S.F. (110), ainsi que l'ouvrage magistral du Dr P. Corret, La bonne construction en T.S.F. appliqué à la construction de l'Hôpitalodyne (189) contenant la description détaillée du meilleur récepteur à galène.

POSTES A 4 LAMPES. — Le merveilleux poste A.B. 4 (115).

SUPERHÉTÉRODYNES. — Mon Superhétérodyne (114), Le Superhétérodyne (158), Le Superhétérodyne et la Superréaction (165), ainsi que le fascicule consacré aux Filtrodynes.

Les différents accessoires et leur construction par l'amateur sont étudiés dans de nombreuses monographies telles que : Les Condensateurs (125); Les bobinages de T.S.F. (128); Les Résistances en T.S.F. (132); Les Ondemètres (131); Pour construire soi-même un redresseur de courant (133); en outre, dans Les Fiches techniques de T.S.F. (167), le lecteur trouvera des indications très pratiques pour la construction facile de la plupart des pièces utilisées en T.S.F.

Le problème si important de l'alimentation est traité dans plusieurs ouvrages parmi lesquels il convient de mentionner :

Piles et Accumulateurs (155), ce fascicule contenant en particulier toutes les précisions concernant la charge sur le secteur. Comment soigner votre accumulateur (19).

Les Solutions modernes du Problème de l'Alimentation des Postes de T.S.F. par le Secteur (166), contenant une étude très détaillée de différents modèles de redresseurs; et enfin, Les Postes de T.S.F. alimentés par le Secteur (106), ouvrage entièrement "up-to-date" exposant la théorie du poste-secteur et contenant de nombreux exemples d'applications pratiques.

Mentionnons également Méthodes pratiques pour l'Alimentation par le secteur (160), ouvrage de lecture facile et instructive, ainsi que Les Redresseurs (251).

La lampe de T.S.F., cet âme de la technique radioélectrique, est traitée d'une façon élémentaire dans Les Lampes modernes de T.S.F. (192) et d'une façon plus approfondie dans Les Lampes à plusieurs Electrodes (150), et Théorie et Pratique des Lampes de T. S. F. par Kiriloff (\*193).

Aux pannes des postes-récepteurs, l'amateur remédiera facilement en se guidant du Manuel Pratique de Dépannage des Postes de T.S.F. (169).

Enfin, le lecteur désirant faire de l'émission, après avoir appris le morse dans L'Alphabet Morse en dix minutes (117), pourra consulter avec fruit L'Emission sur ondes courtes à la Portée de Tous (130) et L'Emission en T.S.F. (134).

Le profane voulant se servir de la T.S.F. sans se soucier des principes de son fonctionnement, puisera dans le Radio-Guide (164) des conseils pour l'installation, la manœuvre et le dépannage de son poste de T. S. F., il trouvera aussi pour l'achat d'un poste des conseils dans l'ouvrage de Gérard, Avant d'acheter un poste de T. S. F. (\*258).

Un ouvrage fondamental, Les Ondes courtes et très courtes (252) par Lucien Chrétien contient une documentation abondante sur ce sujet d'actualité.

La lecture de différents ouvrages et publications radioélectriques sera grandement facilitée par L'Encyclopédie de la Radio-Électricité (105). Cet ouvrage fondamental contient la définition détaillée de tous les termes de radioélectricité et

constitue un véritable trésor pour toute personne s'intéressant à la T.S.F. quel que soit son degré de culture technique.

Les problèmes de la transmission des images étant à l'ordre du jour, on trouvera dans les Tomes I et II de La Télévision (168), (169), un recueil d'articles sur la télévision, la phototélégraphie et le cinéma sonore. D'autre part, une étude très documentée sur les cellules photo-électriques et la phototélégraphie, préfacée de M. Edouard Belin, est publiée sous le titre La Télévision et la Phototélégraphie (113).

Enfin, un ouvrage fondamental, Théorie et Pratique de la Télévision (191) expose toute la théorie de la télévision et montre la façon de construire soi-même différents récepteurs d'images du plus simple au plus perfectionné. Les principes théoriques de cette science sont exposés dans Les Bases physiques de la Télévision (253). Enfin les personnes qui doivent installer un poste de T. S. F. à bord de leur voiture pourront consulter avec fruit La T. S. F. en Automobile de Lucien Chrétien, car il faut observer que cette installation pose des problèmes spéciaux qui ne sont pas aussi simples à résoudre qu'on serait tenté de le croire.

A tous ces livres qui pour la plupart sont à la portée de tous, il convient d'ajouter une série d'ouvrages de haute technique, écrits par des auteurs dont les noms figurent en tête des spécialistes de la radio-électricité.

Le plus important de ces ouvrages est La Radio-Électricité Générale par R. Mesny, œuvre attendue par tous les savants et qui comprendra 3 volumes qui feront autorité. Voici ensuite La Radiogoniométrie du même auteur, L'Electro-Acoustique de Le Corbeiller.

---

## T. S. F.

102.	VALLIER et MAURICE. — La T.S.F. expliquée (questions et réponses) .....	6 »
103.	HEMARDINQUER. — Le poste de l'amateur de T.S.F. .... Le même volume, relié (rouge), fers spéciaux .....	20 » 25 »
104.	TOUS LES MONTAGES DE T.S.F. (Nouvelle édition entièrement remise à jour 1935) .....	12 »
105.	ADAM. — Encyclopédie de la Radio .....	50j »
107.	ANSELME (d'). — La T.S.F. et les phénomènes radioélectriques expliqués sans formules .....	16 »
109.	La réception sur galène des radio-concerts .....	2 40
110.	MICHEL. — La construction des appareils de T.S.F. ....	6 »
111.	BOURSIN. — Les montages puissants en T.S.F. ....	6 »
112.	— Un montage simple et puissant: le T.P.T. 8 .....	3 »
114.	— Mon superhétérodyne .....	5 »
115.	— Le merveilleux poste de T.S.F. à 4 lampes A B 4 .....	5 »
116.	LAFOND. — La zincite et les montages cristadynes .....	1 80
117.	LAROCHÉ. — L'alphabet Morse en dix minutes .....	2 »
187.	ROY-POCHON. — Les Cellules photo-électriques .....	8 »

* 188	P. BAIZE. — La loi de protection contre les Parasites en T.S.F.	8
*	— Guide de l'électricien pour l'élimination des parasites industriels	5 »
* 189	Docteur CORRET. — Principes de bonne construction en T.S.F. — L'Hopitodyne	12 »
190.	DROUIN. — Les Amplificateurs pour bandes de fréquence.	18 »
192.	HEMARDINQUER. — Les Lampes de T.S.F. modernes	10 »
193.	KIRILOFF. — Théorie et pratique des Lampes de T.S.F.	15 »
195.	VELLARD. — Le Cinéma sonore et sa technique	30 »
* 261	KOSSOWSKY. — ABC de la technique du Cinéma	15 »
164.	BOURSIN. — Radio-Guide — Comment installer et régler un poste de T.S.F.	3 50
165.	HEMARDINQUER. — Le superhétérodyne et la super réaction	22' »
166.	— Les solutions modernes du problème de l'alimentation des postes de T.S.F. par le secteur	15 »
182.	HEMARDINQUER. — Les Progrès des Superhétérodynes	7 50
167.	Fiches techniques de T.S.F.	10 »
168.	La Télévision — Tome I	20 »
169.	La Télévision — Tome II	20 »
170.	HÉMARDINQUER ET DUMESNIL. — Le livre du disque et du phonographe	15 »
171.	GÉRARD (H.). — Nouveau manuel pratique de téléphonie sans fil	12 »
180.	HEMARDINQUER. — Comment perfectionner un poste de T.S.F.	5
181.	Annuaire International de la T.S.F.	30 »
186.	La Construction des meilleurs postes de T.S.F. à la portée de tous	15 »
183.	30 Appareils de T.S.F. à construire soi-même	6 »
183 bis	30 Nouveaux postes de T.S.F. à construire soi-même	8 »
169.	AVRIL. — Manuel pratique de Dépannage des postes de T.S.F.	5 »
194.	BRANCARD. — Emission sur ondes courtes	5 »
136.	CUSY ET GERMINET. — Le théâtre radiophonique	18 »
137.	BERARD. — Théorie et pratique de la T.S.F.	25 »
138.	ARMSTRONG. — La superreaction	3 60
257.	L. CHRÉTIEN. — Comment installer la T. S. F. dans les automobiles	6 »
183.	61 Postes de T.S.F. à construire soi-même	10 »
183 ter	Construire soi-même un récepteur de T.S.F. — Les 12 meilleurs Postes de T.S.F.	8 » 4 »
258.	GÉRARD. — Avant d'acheter un poste de T. S. F.	6 »
259.	E. MICHEL. — Manuel pratique du Radio-monteur	6 »
	R. MESNY. — Radio-électricité générale	50 »
	— Usage du cadre et Radiogoniométrie	30 »
251.	DE BAGNEUX. — Les Redresseurs	10 »
147.	BELLESCIZE. — Le superhétérodyne ; Principe Invention. Evolution	15 »
148.	HEMARDINQUER. — Les montages modernes en radiophonie	
	Tome I...	24 »
149.	Tome II...	24' »
	Les deux volumes reliés en un seul. (reliure pleine toile)	50 »
184.	HEMARDINQUER, — Les Récepteurs Modernes de T.S.F.	
	N° 1 - Evolution et choix des Radio-Récepteurs ..	5 »
	- 2 - Organes de réception et accessoires modernes	5 »
	- 3 - Les Récepteurs simples	5 »
	- 4 - Les Récepteurs sensibles	5' »
	- 5 - Les Postes à super-résonance et les superhétérodynes	5 »
	- 6 - Postes Secteur et Postes tous courants	5] »
150.	TEYSSIER. — Les lampes à plusieurs électrodes	40 »
151.	Conventions Internationales Radioélectriques (Washington, Prague, Rome)	8 »



	PLANE et GOUDONNET. — Guide du candidat opérateur radiotélégraphiste.....	5 »
252.	CHRETIEN. — Les Ondes courtes et très courtes.....	20 »
196.	HEMARDINQUER. — La Surdité et l'acoustique moderne.....	10; »
	LE-CORBEILLER. — Electro-acoustique.....	15 »

#### A. B. C. de la T. S. F.

152.	A. B. C. de la T. S. F. N <sup>o</sup> 1. Théorie élémentaire de la T. S. F.	4 50
153.	— N <sup>o</sup> 2. Les postes à galène.....	4 50
154.	— N <sup>o</sup> 3. Les collecteurs d'ondes.....	4 50
155.	— N <sup>o</sup> 4. Piles et accumulateurs.....	4 50
156.	— N <sup>o</sup> 5. Les postes à une lampe.....	4 50
157.	— N <sup>o</sup> 6. Les postes à 2 et 3 lampes.....	4 50
158.	— N <sup>o</sup> 7. Le Superhétérodyne.....	4 50
159.	— N <sup>o</sup> 8. Les montages fondamentaux.....	4 50
160.	— N <sup>o</sup> 9. Méthodes pratiques pour l'alimentation par le Secteur.....	4 50
161.	— N <sup>o</sup> 10. Petit lexique de la T. S. F.....	5 »
162.	A. B. C. de la T. S. F., volume broché comprenant les dix fascicules ci-dessus.....	30 »
	Même volume relié.....	35 »

#### JE CONSTRUIS MON POSTE DE T. S. F.

	1 Le Champion III - IV.....	3 50
	2 Comment recevoir les Ondes Courtes avec tout poste de TSF.....	3 50
	3 Comment monter soi-même un poste à galène économique.....	3 50
	4 Comment monter un bon poste secteur Le Sectady III.....	2 50
	5 Le Filtrodyne Secteur V-VII.....	3 50
	6 L'Orbis, récepteur ultra-moderne à 4 lampes.....	5 »
	7 Le nouvel AB-4-secteur et batterie.....	4 »
	8 L'Octophone 5.....	4 »
	<i>Les fascicules 1, 2, 3, 5 et 6 reunis sous le titre :</i>	
200.	Je construis mon poste de T. S. F. — 1 <sup>re</sup> série.....	8 »

#### LA T. S. F. EN TRENTE LEÇONS

118.	I. CHAUMAT ET LEFRAND. — Electrotechnique générale préparatoire à la T. S. F.....	9 »
119.	II. C <sup>t</sup> METZ. — Principes généraux de la Radiot�l�graphie et applications générales.....	9 »
120.	III. MESNY. — Mesures, Radiogoniometrie, propagation des ondes.....	9 »
121.	IV. JOUAUST. — Les lampes à plusieurs électrodes théorie et applications (non vendu séparément).....	9 »
122.	V. CLAVIER. — Radiot�l�phonie et applications diverses des lampes à trois électrodes (non vendu séparément).....	9; »
123.	LA T. S. F. EN 30 LEÇONS (réunion en un s�ul volume broché des cinq fascicules ci-dessus).....	45 »
119.	Premières Leçons de T. S. F.....	12 »
250.	Cours élémentaire de T. S. F. � l'usage des Radio-Amateurs.....	6 »
	Le même avec questionnaire.....	15
	Dix ans de T. S. F.....	15 »

#### LES CAHIERS DE LA T. S. F.

Collection de monographies de vulgarisation.

124.	I. LAGARDE. — Premiers principes de T. S. F.....	7 50
125.	II. LUGNY. — Les condensateurs.....	4 50
126.	III. TEYSSIER. — Les lampes de T. S. F. et leur utilisation rationnelle.....	6 »
127.	IV. H�MARDINQUER. — Les lampes bigrilles (�puis�).....	6; »
128.	V. LUGNY. — Les bobines de T. S. F.....	4; 50

130.	VII.	LUGNY. — L'émission sur ondes courtes à la portée de tous.....	4 50
131.	VIII.	LUGNY. — Les ondemètres.....	6 »
132.	IX.	LUGNY. — Les résistances en T.S.F.....	4 50
133.	X.	CHÉHÈRE. — Pour construire soi-même un redresseur de courant.....	3 50
134.	XI.	TEYSSIER. — L'émission en T.S.F.....	6 »
135.	XII.	RAVEN-HART. — Les réceptions pures en T.S.F.....	6 »
254.	XIII.	CHRÉTIEN. — La Détection en T.S.F.....	10 »

#### LA T.S.F. POUR TOUS

(Volumes reliés en pleine toile). (La meilleure initiation à la T.S.F. et le guide le plus sûr pour construire soi-même tous les postes de T.S.F.).

139.	Tome I.	348 pages. 650 figures.....	30 »
		Les meilleurs postes à galène. — Théorie élémentaire et attrayante de la T.S.F. — Deux excellents montages : l'Auto-R.A. et le T.P.T. 8. — 24 postes à construire soi-même sans connaissances spéciales.	
140.	Tome II.	388 pages. 825 figures.....	30 »
		Les mille et un montages du sans-filiste. — La T.S.F. expliquée par les schémas disséqués. — Le T.P.T.-Sélecteur et le T.P.T.-Accord. — 30 postes à construire soi-même sans connaissances spéciales.	
141.	Tome III.	312 pages. 924 figures.....	30 »
		Les tables d'essai, la meilleure école de montage. — L'alimentation des postes de T.S.F. par le secteur. — Le Strobodéne. — Le T.P.T.-Auto. — Les postes portatifs. — 27 postes à grand rendement à construire soi-même.	
142.	Tome IV.	384 pages. 855 figures.....	30 »
		Pour réaliser soi-même tous les montages fondamentaux. — La lampe à grille-écran. — Les changeurs de fréquence. — La lampe trigridde. — Les tableaux d'alimentation. — Les récepteurs pour ondes courtes. — Phono et T.S.F.	
143.	Tome V.	369 pages. 890 figures.....	30 »
		Les merveilleux montages A.B. 2. — « A.B. 4 et Pere Noël ». — Le haut-parleur RA6. — Le super « Tour du Monde ». — Tableaux d'alimentation de moyenne et de grande puissance. — Récepteurs pour ondes courtes. — Les postes portatifs.	
144.	Tome VI.	444 pages. 1028 figures.....	30 »
		Les récepteurs à grand rendement. — Le Champion III et le Champion IV. — Un Superhétérodyne à filtre de bande : Le Filtrodyne VII. — Les amplificateurs à grande puissance. — Théorie et pratique de l'alimentation par le secteur.	
145.	Tome VII.	432 pages 989 figures. 4 planches en couleurs.	30 »
		Les postes-secteur modernes. — Le Filtrodyne-secteur. — Le Champion-secteur. — L'Omniposte. — Un alimenteur-universel : le Dynogène. — 227 transformateurs en un seul : Le Polyformer. — Le Super pour Tous et l'Excelsior-Secteur. — Deux récepteurs en un seul : Le Super-B.S. poste Caméléon.	
146.	Tome VIII.	432 pages, 978 figures.....	30 »
		Pour réaliser soi-même les meilleurs récepteurs alimentés par secteur ou par batteries. — L'Orbis 1933 et L'Orbis 4-160, récepteurs à amplification directe H. F. et à réglage unique. — Le Cathodyne, amplificateur à liaison directe. L'Étherovox, superhétérodyne de haute sensibilité et musicalité. — Méthodes modernes de détection.	
147.	Tome IX.	372 pages, 950 figures.....	30 »
		Les meilleurs postes et amplificateurs. — Trois récepteurs de grande classe : Le Minimum, Le Maximum, Le nouvel AB4. — Le régulateur antifading. — Pentodes et Hexodes. — Poste-secteur ondes courtes — Amplificateur-récepteur pour courant continu.	
148.	Tome X.	450 pages, 1000 figures.....	30 »
		Le petit poste secteur Ping-pong. — Les Hexodes. — Les 12 meilleurs postes. — L'Étude raisonnée d'un récepteur. — Le maximum tous courants. — L'Octophone 5. — Les parasites. — Le Radio-camping. — Les postes-auto. — Le petit super 400 Kc. — L'Octophone TC. — Les ondes courtes. — L'adaptateur ondes courtes. — La T.S.F. sans mathématiques.	
		L'ONDE ELECTRIQUE. Tomes I à XI. — Chaque volume broché.....	80 »
		Chaque volume relié.....	100 »

## Télévision

168.	Télévision Tome I .....	20 »
169.	— Tome II .....	20 »
	Théorie et pratique de la Télévision .....	30 »
713.	La Télévision et la Phototélégraphie .....	18 »
253.	KWAL. — Les Bases physiques de la Télévision .....	15 »

## Cours de l'École Supérieure d'Électricité

H. BETHENOD.	— Les Alternateurs à haute fréquence .....	25 »
H. ARMAGNAT et Léon BRILLOUIN.	— Les Mesures en haute fréquence .....	30 »
L. DRIENCOURT.	— Emploi de la T. S. F. pour la détermination des longitudes et l'unification de l'heure .....	7 20
R. JOUAUST.	— La Télégraphie par le sol et les moyens communication spéciaux .....	14 40
A. PÉROT.	— Phénomènes magnétiques et électriques terrestres .....	6 »
A. PÉROT.	— Principes d'acoustique .....	9 60
Commandant FRANCK.	— La T. S. F. et l'Aéronautique (Nouvelle édition) .....	15 »
R. MESNY.	— Radio-électricité générale.	
	I. — Etude du circuit et de la propagation .....	50 »
	Usage des cadres et radiogoniométrie .....	30 »
P.-M. VIEILLARD.	— Les Antennes de T. S. F. .....	10 80
P.-M. VIEILLARD.	— L'Émission en ondes amorties .....	10 80
M. DE BELLESCIZE.	— Les Atmosphériques .....	10 80
E. BLOCH.	— Les Procédés d'enregistrement des signaux de T.S.F. .....	6 »

## Technique - (Divers)

C. DENIER	— Réception des combustibles liquides, fuel oils et gas oils, broché .....	16 »
	relié .....	20 »
R. SOREAU	— Nomographie ou le traité des Abaques (2 forts volumes in-4° de 502 et 284 pages.)	
	Relié .....	144 »
VIGNERON.	— Les Colloïdes et leurs applications .....	6 »
BOCHET.	— Les Moteurs thermiques .....	24 »
A. FINK.	— Le Chauffage des chaudières au charbon pulvérisé .....	30 »
OTTO.	— L'Ozone et ses applications .....	10 »
PH. SCHERESCHESKY et PH. WEHRLÉ.	— Les Systèmes nuageux- préface de M. le Général DELCAMBRE. En 3 volumes. Complet .....	120 »

## Lois

301.	Loi des Assurances sociales (textes officiels des 5 avril 1928 et 30 avril 1930) .....	3 »
302.	Commentaire officiel de la Loi sur les Assurances sociales .....	3 »
303.	Pour être en règle avec la Loi des Assurances sociales .....	1 50
304.	Loi sur la Propriété commerciale .....	2 »
305.	Loi des Loyers (texte officiel de la Loi du 29 juin 1929) mis à jour en 1931 .....	1 50
306.	Loi Loucheur (texte officiel de la loi du 13 Juillet 1928) .....	1 50
307.	Loi sur les Habitations à bon marché (Loi Ribot) .....	3 60
308.	PETIT. — Comment on peut acheter ou vendre un lotissement .....	4 50
309.	BACQUIÉ. — Loi de huit heures dans le travail des métaux .....	2 40
310.	— Loi de huit heures dans l'industrie textile .....	3 60
311.	Code des médecins chirurgiens, sages-femmes et dentistes .....	6 »
312.	Code des domestiques .....	1

313.	Code des Chemins de fer.....	2 40
314.	ROUÉ. — Annulation du mariage religieux.....	3 60
315.	VINCENT. — Guide du contribuable pour le calcul des impôts.....	5 40
316.	DAUZIÉ. — Guide des pensionnés civils et militaires.....	7 20
317.	DARROZE ET MOLIERAC. — La propriété commerciale. Commentaire.....	7 20
318.	Les droits des inscrits aux allocations familiales et aux assurances sociales.....	2 50
322.	Commentaires des décrets du 20 juillet 1934 portant la réforme fiscale.....	5 «
320.	Loi sur le renouvellement et la réduction des baux à loyer.....	2 »
321.	Texte officiel des décrets des 19 et 24 juillet 1934 sur la réforme fiscale en matière d'impôts indirects et sur le chiffre d'affaire.....	3 »
	Guide pratique pour souscrire les déclarations d'impôts sur les revenus.....	3 »
324.	Paris sous les gaz.....	0 50
319.	TAXIS (de). — La propriété commerciale expliquée.....	5 »

## Education Physique

407.	Mag. VINCELO. — Femme, cultive ton corps.....	9 »
401.	BELLEFOND ET MARUL. — Méthode française d'éducation physique.....	9 »
402.	BRUEL (Mlle). — 400 jeux pour jeunes filles et enfants.....	9 »
403.	— 150 nouveaux jeux pour jeunes filles et enfants.....	6 »
404.	— 70 jeux de balle et ballon pour tous.....	5 »
405.	PAGES (D <sup>r</sup> ). — A.B.C. de l'éducation physique.....	7 50
406.	ICARD. — Manuel de camping.....	5 »

## Couture

451.	BERTRAND (Mme). — Pour faire soi-même une layette.....	7 50
452.	— Pour faire soi-même un trousseau.....	7 50
453.	PETIT — Manuel pratique de couture et montage des vêtements.....	12 »
454.	— La coupe des vêtements pour hommes et garçons.....	16 »
455.	— La coupe des vêtements pour dames et fillettes.....	15 »

## Photographie et Dessin

501.	GÉRARD. — Comment on débute en photographie.....	4 50
502.	— Comment on retouche un cliché photographique.....	4 50
503.	— Comment on retouche un agrandissement photographique.....	4 50
504.	BORDIER. — L'aquarelle.....	7 50
506.	LIBMAN. — Pour apprendre soi-même le dessin industriel.....	25 »
507.	BOLL (A.). — Le décor de théâtre.....	18 »
505.	— La perspective expliquée.....	5 »

## Littérature et Philosophie

636.	LORENZI DE BRADI. — Le Grand Bouc.....	6 »
601.	Aventures Corses. La Sirène Bleue. Histoire de Tégla.....	7 50
602.	AUBERT. — Briand.....	10 »
603.	Jaurès par ses contemporains.....	9 »
604.	Edmond Rostand, son œuvre.....	6 »
605.	RABAUD. — Fabre et la Science.....	7 20
606.	HINZELIN. — L'Alsace sous le Joug.....	7 50
607.	PHÉLIP. — Voix d'Alsace et de Lorraine.....	7 50
608.	GUIZARD. — L'idéal social.....	10 »
609.	BOCAYUVA. — Latins et Anglo-Saxons.....	12 »

610	ATRI (d'). — L'Etat de Saô-Paulo .....	20 »
611.	SUBERVILLE. — L'Homme qui fait sauter le monde .....	12 »
612.	BOUGLE. — Proud'hon et son Temps .....	9 »
613.	BERTHOD. — Proud'hon et l'Enseignement du Peuple .....	2 40
614.	SÉAILLES. — Proud'hon moraliste .....	2 40
646.	O. V. de LMILOSZ. — Contes lithuaniens de ma Mère l'Oye ..	20 »
615.	RODRIGUES. — Bergsonisme et moralité .....	6 »
616.	ROUGIER. — En marge de Curie, de Carnot et d'Einstein .....	9 »
617.	METZ. — Les nouvelles théories scientifiques et leurs adversaires .....	10 80
618.	BOLL. — Les tendances actuelles de la Philosophie française .....	9 »
619.	MAURIE. — Impressions d'un simple .....	10 »
620.	— Testament d'un Pauvre .....	10 »
621.	TORAU-BAYLE. — Introduction à l'Etude de la Philosophie ..	9 »
622.	LAPLACE. — Etude sur les Probabilités .....	9 »
623.	CRESSON. — L'Invérifiable .....	12 »
624.	BARRÉ. — Exposé général du principe de relativité [et des théories d'Einstein .....	6 »
625.	BOURNAC. — Le Bréviaire de la gloire .....	5 »
626.	LANDEVIN. — Le principe de la relativité .....	3 60
627.	POINCARÉ (Henri). — Les Fondements de la géométrie .....	3 60
628.	GUYE. — L'évolution physico-chimique .....	6 »
629.	AUDRA. — La vision et l'expression plastique .....	18 »
630.	RABAUD. — L'adaptation et l'évolution .....	18 »
631.	LUMIERE. — Théorie colloïdale de la biologie et de la pathologie .....	19 20
632.	DROSNE. — La Structure de la matière .....	9 »
633.	ENRIQUES. — L'évolution de la logique .....	18 »
634.	BUTAVAND. — Glozel et ses inscriptions néolithiques .....	3 »
635.	— La véritable histoire de l'Atlantide .....	9 »
	CÉLÉRIER. — La Doctrine de l'Evolution .....	9 »
	PAPINI. — Le Crépuscule des Philosophes .....	9 »
	COLLIARD. — Les deux Ethers .....	14 40
	A. ROUX. — La Pensée d'Auguste Comte .....	18 »
	E. TASSY. — La Philosophie constructive .....	9 »
	Gabriel VICAIRE. — Le Miracle de St-Nicolas édition tirée à 290 exemplaires sur pur fil Lafuma et illustrée de 25 aquarelles au pochoir .....	100 »
	Henri AMIC. — L'Amant marié .....	10 »
	Henri AMIC. — L'Inassouvie .....	10 »
	ATIS. — L'entretien sous l'olivier .....	3 60
	LEBEY. — Dans l'atelier maçonnique .....	9 »
	G <sup>ral</sup> NETCHVOLODOFF. — Nicolas II et les juifs .....	18 »
	ATIS. — Brisés] .....	10 »
	CHEVRILLON. — Les Heures du berger .....	7 50
	Olivier BOURNAC. — Quand j'avais une marraine .....	4. »
	J. ROCHE. — En plein vol, pièce en 5 actes .....	9 »
	Jeanne MARVIG. — Les Tisserands de Gloire .....	3 50
	J. AUBLÉ — Bagdad .....	12 »
	D'AURIAC. — Napoléon raconté par lui-même, broché .....	45 »
	Relié .....	50 »
	W. BERTEVAL. — Vingt petits métiers de Paris, avec vingt bois gravés par Alder .....	12 »
	D'ATRI. — L'Etat de Saô-Paulo .....	20 »
646.	O.-V. de MILOSZ. — Contes lithuanien de la Mère l'Oie .....	20 »
645.	De CHABOT. — Mystère de la pluie de sang .....	10 »
647.	SURIER. — Notre Corse .....	15 »
	DARD. — L'onde énergie gratuite .....	15 »
	CARVALLO. — La Théorie d'Einstein démentie par l'expérience .....	6 »
	ZUCCANI. — Trisection de l'angle, et quatrième dimension. ..	4 »
912.	S. SILVANI. — Les Frères Bonelli .....	15 »

## Classification Décimale

Index alphabétique de tous les termes concernant la science de l'ingénieur avec leur classification décimale .....	14 40
Manuel général de la classification décimale dressé par l'Institut international de bibliographie (Fascicule 62. Art. de l'ingénieur) .....	14 40

### Yachting

Règlement général de police pour les voies de navigation intérieure .....	3 »
Commentaire illustré des Règles de Course à la mer .....	7 50
Commentaire illustré des Règles de Course en rivière .....	7 50
Règlement international illustré des Courses de canots automobiles .....	7 50
Guide du Yachtsman et Annuaire officiel du Yacht-Motor Club de France .....	20 »
Yachts et Yachting. — La plus luxueuse et la plus artistique des revues françaises de yachting. Collections reliées (reliure de luxe, pleine toile, fers spéciaux). Tome I. 610 pages illustrées de 2.000 gravures et de 12 hors-textes en couleurs .....	200 »
Tome II. 532 pages illustrées de 1850 gravures et de 12 hors-textes en couleurs; ce volume contient l'ouvrage "La Seine" de M. Rondet-Saint .....	150 »
Tome III - 418 pages, illustré de 1000 gravures et de 12 hors-textes en couleurs .....	150 »
Tome IV - 606 pages, illustré de 2000 gravures et de 12 hors-textes dont 9 en couleurs .....	150 »
Manfred CURRY. — L'Aérodynamique de la voile et l'Art de gagner les régates (traduit de l'anglais par P. Budker) relié pleine toile .....	60 »
Edition brochée en deux volumes séparés :	
I. — Aérodynamique de la voile .....	30 »
II. — Tactiques de courses .....	30 »
Manfred CURRY. — Pour gagner les courses à la voile) Tactiques de course par demandes et réponses (traduit de l'anglais par Paul Budker) un album de 160 pages .....	50 »
RONDET-SAINT. — La Seine, Croquis et souvenirs .....	30 »
904. SLOCUM. — Seul autour du monde sur un voilier de 11 mètres (traduit de l'anglais par Paul Budker) .....	15 »
PITANCE. — Le Bateau de plaisance .....	30 »

### Histoire Naturelle

FERTON. — La Vie des abeilles et des guêpes .....	24 »
E. RABAUD. — Fabre et la Science .....	7 20
La Feuille des Naturalistes, collection des années 1924, 1925, 1926, chaque année formant un volume de 180 pages .....	15 »

### Ouvrages sur la Grande Guerre

801. JOFFRE. — La préparation de la Guerre et la conduite des opérations .....	10 »
802. FOCH. — Discours de réception à l'Académie Française .....	2 40
803. ISAAC. — Joffre et Lanrezac .....	9 »
804. HOFF (Capitaine) La Bataille décisive .....	3 60
805. LAMOTTE (Commandant) La marche à la victoire .....	6 »
806. POIRIER. — La bataille de Verdun .....	18 »
807. CALONI (Général). — Comment Verdun fut sauvé .....	7 20

808.	BIZE (Colonel). — La vérité sur la perte des Hauts de Meuse.....	5 40
809.	BUJAC (Lieutenant-Colonel). — Namur.....	7 20
810.	ROUQUEROL (Général). — La Brigade active de Belfort.....	1 80
811.	PILANT. — La Gazette des Ardennes.....	6 »
812.	MARUL. — Les trois guerres prochaines.....	3 60
813.	WELLS (H.). — La guerre qui tuera la guerre.....	8 40
814.	GOT. — L'avenir des relations franco-allemandes.....	6 »
815.	VIAL MAZEL. — Vers une république rhénane.....	5 40
816.	RENAUD. — Aux pays occupés.....	3 60
817.	DARCY. — La République pangermaniste et l'Autriche.....	4 20
818.	LAMZUS. — L'abattoir humain.....	3 »
819.	JURION (Lieutenant). — L'heure H.....	3 »
820.	BONNAMY. — La saignée.....	3 60
821.	WHITTE. — La mise en accusation de l'Allemagne par l'Amérique.....	4 20
822.	BOS. — Les hécatombes de la guerre prochaine.....	6 »
823.	RANC. — Les ingénieurs et la guerre.....	5 40
824.	DUBOIN. — La France malade financièrement peut et doit guérir.....	1 80
825.	TORAU-BAYLE. — La campagne des Dardanelles.....	6 »
826.	— Salonique, Monastir et Athènes.....	6 »
827.	ROUSSEL (Pol.). — Salonique au temps de la Campagne d'Orient.....	6 »
828.	LARCHER (Commandant). — La Campagne des Dardanelles.....	6 »
829.	DUFESTRE (Commandant). — Les Français en Albanie.....	3 »
830.	KUNTZ (Capitaine). — La psychologie du G. Q. G. italien sous le Général Cadorna.....	3 »
831.	PERRIN DE BRICHAMBAUT. — Aviation de Guerre.....	3 60
832.	CHAVAGNES (de). — De Guynemer à Fonck.....	36 »
833.	MARUL. — Les Robinsons de la Bavière.....	14 40
834.	TROTZKY. — L'avènement du Bolchevisme.....	5 40
835.	AUERBACH. — La dictature du prolétariat en Hongrie.....	5 40
837.	Les Archives de la Grande Guerre. Coll. de 17 volumes.....	250 »
836.	Catalogue du fond de la guerre de la Bibliothèque de Lyon.....	200 »
838.	SUBERVILLE. — Le Dieu inconnu.....	3 60
839.	— Cyrano de Bergerac aux tranchées.....	3 60
840.	— La victoire de Noël.....	6 »
841.	BOYER D'AGEN. — Les sept paralipomènes de la divine comédie.....	3 »
842.	— BUTAVAND. — Inflation, vie chère et mauvais change.....	4 50
	Commandant LARCHER. — La Guerre Turque dans la Guerre mondiale, 1 vol. de 682 pages avec 100 cartes ou tableaux.....	60 »
	Amiral Sir PERCY SCOTT. — De la marine à voile au sous-marin.....	18 »
	Capitaine de vaisseau POIDLOUE. — La Bataille navale du Skagerrak.....	3 60
	DOMBROWSKY. — Les Empires centraux et la lutte pour le recrutement polonais.....	30 »
	O. DUPONT. — Les Causes du développement maritime de l'Allemagne.....	1 80

## Divers

901.	DURIEUX ET VOVARD. — Les décorations françaises.....	6 »
902.	ENSLÉN ET AUGÉ. — Ce que chacun doit savoir de la Méthode Taylor.....	3 60
903.	GILBRETH. — A. B. C. de l'organisation scientifique du travail.....	7 30
905.	RAMAT. — Précis de technologie.....	16 »
* 914	MILLAUD. — La Chambre des députés.....	15 »
* 915	INGELBRECHT. — Diabolus in Musica.....	15 »

# PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

## T. S. F.

LA T.S.F. POUR TOUS, revue mensuelle de vulgarisation technique richement illustrée. Prix du n°.....	4. —
Abonnement d'un an France.....	36. —
— — — Etranger.....	45. — et 50. —
L'ONDE ELECTRIQUE, revue mensuelle de documentation scientifique. Prix du n°.....	6. —
Abonnement d'un an France.....	60. —
— — — Etranger.....	70. — et 80. —
LA TELEVISION, revue de phototélégraphie de télévision et de cinéma sonore. Prix du n° double.....	4.50
Abonnement (6 n° doubles) France.....	25. —
— — — Etranger.....	30. — et 35. —

## Yachting

YACHTS ET YACHTING, revue mensuelle de tourisme nautique. Prix du n°.....	10. —
Abonnement un an (12 n°), France.....	100. —
— — — — — Etranger.....	140. — et 180. —

## Collection

### «Je construis mon poste de T. S. F.»

Monographie de vulgarisation pratique  
(Abonnements non acceptés)

1. Le Champion III et le Champion IV, deux récepteurs à grand rendement.....	3.50
2° Comment recevoir les ondes courtes avec tout poste de T.S.F.....	3.50
3° Comment monter un poste à galène économique.....	3.50
4° Comment monter un bon poste secteur.....	2.50
5° Le Filtrodyne VII-V - Secteur.....	3.50
6° L'Orbis.....	6. —
7° Le Nouvel AB-4-Secteur et batterie.....	4. —
8° L'Octophone.....	4. —
Je Construis mon poste de T.S.F. 1 <sup>re</sup> série.....	8. —

## Aéronautique

TOUS NOS OUVRAGES SUR  
**LA NAVIGATION AERIEENNE**

ont été groupés en un fonds spécial

**7, Boulevard Victor, 7**

En face le Ministère de l'Air  
et l'Ecole Supérieure de l'Aéronautique

**Téléph. : Vaugirard 13-64**

DEMANDER LE CATALOGUE SPÉCIAL FRANCO



*Un livre qui permet à chacun,  
quelles que soient ses connaissances,  
d'étudier et de comprendre tous les  
phénomènes radio-électriques*



236 pages — 127 figures

Prix : 15 francs

EN VENTE DANS TOUTES LES LIBRAIRIES

Envoi franco contre 16 francs, adressés à l'Éditeur  
**Etienne CHIRON, 40, Rue de Seine - PARIS-6<sup>e</sup>**

MUSEE U  
3 JUIN 1942  
VILLE de LILLE  
Etienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS-6°

## EXTRAIT DU CATALOGUE

### Automobile

LE NOUVEAU CODE DE LA ROUTE EXPLIQUE. (Textes officiels; tableau en couleurs de la nouvelle signalisation des routes; guide illustré du candidat au permis de conduire).....	5 »
MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS. LE CODE DE LA ROUTE. Textes officiels 1934 .....	3 »
DARMAN. — Guide du candidat au permis de conduire les automobiles .....	3 »
RAZAUD. — A. B. C. de l'automobile .....	3 »
— Nouveau manuel de l'automobiliste .....	12 »
— Les pannes d'automobile Nouvelle édition 1935 .....	12 »
PICARD — L'Auto sans Chauffeur .....	12 »
PERCHERON. — Aide-mémoire pour la recherche des pannes .....	2 »
GIELFRICH. — L'automobile expliquée .....	18 »
ROSALDY et TOUVY. — L'équipement électrique des automobiles .....	15 »
ROSALDY et TOUVY. — L'allumage Delco Edition 1933 .....	15 »
GORY ET GIELFRICH. — L'équipement électrique expliqué .....	9 »
GORY ET GIELFRICH. — Comment soigner votre accumulateur .....	7 50
PERCHERON. — La magnéto d'automobile Edition 1933 .....	15 »
PERCHERON. — Le moteur Diesel expliqué .....	12 »
APOLIT. — A.B.C. du carburateur .....	6 »
— Carburateurs et carburation .....	18 »

### Cinéma

KOSSOWSKI. — A.B.C. du Cinéma .....	15 »
VELLARD. — Le Cinéma Sonore et sa technique .....	30 »

### Education Physique

FELDENKRAIS. — Manuel pratique de Jiu-Jitsu .....	12 »
BRUEL (Mlle). — 400 jeux pour jeunes filles et enfants .....	9 »
— 150 nouveaux jeux pour jeunes filles et enfants .....	6 »
— 70 jeux de balle et ballon pour tous .....	5 »
Mag. VINCELO. — Femme, cultive ton corps .....	9 »
BELLEFON ET MARUL. — Méthode française d'éducation physique .....	9 »
PAGES (D <sup>r</sup> ). — A.B.C. de l'éducation physique .....	7 50
ICARD. — Manuel de camping .....	5 »

### Couture

BERTRAND (Mme). — Pour faire soi-même une layette .....	7 50
— Pour faire soi-même un trousseau .....	7 50
PETIT. — Manuel pratique de couture et montage des vêtements .....	12 »
— La coupe des vêtements pour hommes et garçonnets .....	16 »
— La coupe des vêtements pour dames et fillettes .....	15 »

### Photographie et Dessin

GÉRARD. — Comment on débute en photographie .....	4 50
— Comment on retouche un cliché photographique .....	4 50
— Comment on retouche un agrandissement photographique .....	4 50
BORDIER. — L'aquarelle .....	7 50
LIBMAN. — Pour apprendre soi-même le dessin Industriel .....	25 »
BOLL (A.). — La perspective expliquée .....	5 »

### Electricité

MICHEL. — Pour poser soi-même la lumière électrique .....	6 »
— Pour poser soi-même les sonneries .....	6 »
— Pour poser soi-même les téléphones privés .....	6 »
BARDIN. — La pratique des moteurs électriques .....	5 40
— A B C des Moteurs Electriques .....	5 40

Ajouter 10 % pour envoi franco contre mandat adressé à l'éditeur

Catalogue complet franco sur demande