

H. DENIS

—□—

Précis de
T.S.F.
à la portée de tous

—□—

**Ouvrage adopté par les Administrations,
les Écoles, les Radio-Clubs et les Bibliothèques**

—□—

Exposé complet de la Radio
Choix d'un récepteur commercial
Construction d'appareils
Dépannage méthodique des postes
L'Antenne antiparasite

PRIX : 30 francs

VERDUN

Éditions Henri DENIS, 7, rue Saint-Maur

Voir en première page

H. DENIS

—+—
Précis de
T. S. F.
à la portée de tous
—*—

*Ouvrage adopté par les Administrations,
les Ecoles, les Radio-Clubs et les Bibliothèques*

.....
HUITIÈME ÉDITION
.....

ADRESSER LES COMMANDES :

Editions H. DENIS, 7, rue Saint-Maur,
VERDUN-SUR-MEUSE (Meuse)

Prix : 30 fr.; franco : 34 fr. - Chèq. post. Paris 2731-01

Envoi recommandé : 2 fr. en sus.

DEPOTS

FRANCE ET COLONIES :

Librairies, Gares, Messageries, Journaux
(Exigez un dépôt chez votre libraire habituel)

POUR LA BELGIQUE :

Messageries de la Presse (Agence Dechenne)
16, rue du Persil, BRUXELLES

POUR LA SUISSE :

Librairie Delachaux et Niestlé, NEUCHÂTEL

—♦—
EDITIONS SCIENTIFIQUES H. DENIS
7, rue Saint-Maur, VERDUN
(Meuse)

DU MÊME AUTEUR

La T. S. F. à la portée de tous

(Édition générale)

TOME I. — *Le Mystère des Ondes.*

Notions préliminaires d'électricité. — Emission, propagation et réception des diverses ondes radioélectriques. — Organes d'un poste de réception. — Alimentation : piles, accus. secteur. — Montages fondamentaux : amplification, détection et oscillation. — Comment on achète un récepteur.
Nouvelle édition en préparation.....

TOME II. — *Les meilleurs Postes.*

Construction de tous appareils. — Lecture d'un schéma. — Réalisation. — Postes « batteries » de 1 à 8 lampes. — Fonctionnement d'un poste secteur. — Montages à amplification directe. — O.C. — Changeurs de fréquence. — L'art de dépanner un récepteur. — Dispositifs antiparasites. — Lexique.
Nouvelle édition en préparation.....

La Télévision pratique

Anatomie de l'œil humain. — La cellule photoélectrique. — Transmission des photographies et images. — Exposé complet de la télévision. — Emission : vision directe, télécinéma. — Réception : l'oscillateur cathodique. — Construction d'un poste téléviseur. — Quelques récepteurs commerciaux.
160 pages, 116 schémas..... 18 francs

PRÉFACE

Lorsque, en 1926, parut la première édition de cet ouvrage, la T.S.F. en était encore à la période des tâtonnements. Mais, grâce à l'application des chercheurs, grandement encouragés par l'enthousiasme des masses populaires, cette passionnante découverte a fait des pas de géant.

La technique des récepteurs a évolué d'une façon rapide et continue; les stations d'émission se sont perfectionnées chaque jour davantage; entre temps, l'élaboration judicieuse des programmes a fait entrer la téléphonie sans fil dans sa véritable voie.

Cette science est devenue à la fois la source la plus saine des distractions familiales et le procédé le plus puissant d'éducation populaire.

Aussi, n'est-il pas étonnant qu'à peine naissante, elle étende déjà son rayon d'action dans toutes les branches de l'activité sociale.

Hygiène, œuvres d'assistance, agriculture, industrie, commerce, littérature, linguistique, sports, sciences et arts trouvent en elle un merveilleux instrument de propagande et de vulgarisation.

Bien plus, dans son élan irrésistible, la radio a entraîné d'autres sciences qui ne semblaient relever que de l'imagination.

C'est ainsi que l'étude récente des radiations des corps dits radioactifs est de nature à faire reprendre sur des bases scientifiques les recherches empiriques des sourciers; que les progrès réalisés par la télépathie tendent à faire passer les problèmes psychiques du domaine de la métaphysique dans celui des sciences concrètes...

A mesure que s'affirmaient les perfectionnements de la radio, nous nous sommes efforcé, dans nos éditions successives, de renseigner nos lecteurs sur le chemin parcouru.

L'ouvrage initial a pris, chaque fois, un peu plus d'ampleur, et le modeste opuscule qui était primitivement destiné

aux Membres du Radio-Club Montmédien, est devenu progressivement le guide préféré des amateurs de France et des Colonies.

Ce traité semblait devoir continuer sa marche ascendante... Mais survinrent les désastres de 1940, l'ordre d'évacuation de certaines régions de l'Est, l'exode du mois de juin et les jours pénibles qui suivirent...

Lorsque, quelques mois après l'armistice, la vie économique sembla vouloir renaître; lorsque chacun, à l'aube d'une France nouvelle, se remit au travail, des centaines d'amis et de correspondants nous demandèrent de poursuivre notre œuvre de vulgarisation.

Notre désir personnel rencontra le leur... Mais il fallut reconstituer textes, dessins, schémas; tenir compte de la pénurie du papier... Nous avons alors résolu de limiter la nouvelle édition au « Précis » actuel, en nous efforçant de condenser le texte sans lui enlever de sa clarté.

Cet ouvrage reçut le même accueil sympathique que les volumes précédents, ainsi qu'en témoignent d'innombrables lettres d'étudiants, d'amateurs, d'artisans, de techniciens et de collectivités...

Les mêmes raisons d'économie subsistant à l'heure présente, nous avons résolu d'en continuer l'édition, après épuisement du tirage primitif, tout en nourrissant l'espoir, cependant, de reconstituer prochainement l'édition générale en deux tomes, refondue et mise à jour.

Que nos correspondants et lecteurs de toutes régions qui ont bien voulu nous encourager dans cette voie par leurs bienveillantes appréciations trouvent ici l'expression de notre vive gratitude.

H. D.

PREMIÈRE PARTIE

Généralités

Le « miracle » de la radio, qui a suscité dans ces derniers temps l'enthousiasme général, ne constitue cependant qu'une infime partie d'un problème beaucoup plus vaste. À mesure que se multiplient, en effet, les découvertes de la science, il apparaît que nous sommes environnés d'un réseau d'ondes infiniment complexe et varié, et que le fonctionnement de l'univers est un jeu d'émissions et de réceptions de toutes sortes.

Certaines de ces vibrations sont transmises par l'air (ondes sonores); d'autres sont propagées par un fluide immatériel, l'éther, qui baigne non seulement l'atmosphère, mais les espaces interstellaires (ondes radioélectriques, calorifiques, lumineuses, etc.).

Nous ne pouvons d'ailleurs capter qu'un petit nombre de ces phénomènes vibratoires, car, pour chacun d'eux, il faut une « antenne » spéciale, et nous ne disposons pour tout bagage que de cinq sens, capables d'enregistrer seulement les cinq catégories d'ondes les plus indispensables à la vie.

De tout temps, les savants se sont évertués à étendre le champ de réception de notre système nerveux et de suppléer à son impuissance, en imaginant des appareils spéciaux, susceptibles de lui révéler l'existence d'ondes jusqu'alors insoupçonnées.

C'est ainsi, dans le cadre qui nous intéresse, que notre éminent compatriote, Edouard Branly, nous a procuré un *sens auxiliaire*, le « détecteur d'ondes », qui nous permet de percevoir les vibrations radioélectriques au même titre que notre tympan perçoit les vibrations sonores et notre rétine les vibrations lumineuses. Dès ce jour, la T.S.F. était née.

Afin de faciliter l'étude des ondes radioélectriques, nous donnerons préalablement quelques notions sur les ondes liquides et les ondes sonores.

Formation d'une onde liquide. — Si nous jetons une pierre dans un bassin d'eau tranquille, des rides circulaires se dessinent à la surface en ondes régulières autour du point de chute et se propagent jusqu'au bord du bassin avec une vitesse constante. Le profil des petites vagues produites est sensiblement le même que celui d'une tôle ondulée (fig. 1). La longueur d'onde est représentée par la distance qui sépare une crête de la crête voisine.

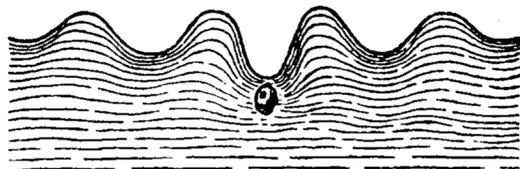


Fig. 1.

Profil d'une onde liquide
formée par la chute d'une pierre dans l'eau.

Toutefois, à mesure que les ondes se propagent, leurs cercles s'élargissent, ce qui explique pourquoi leur relief diminue : les crêtes s'affaissent, tandis que les fossés se combent.

Formation des ondes sonores. — Les ondes sonores sont formées par un phénomène tout à fait analogue. Frappons sur une cloche; celle-ci, en produisant un son, prend un mouvement d'oscillation : on dit qu'elle *vibre*. Il suffit, pour s'en rendre compte, de placer la main sur le métal; on ressent une impression de frémissement bien caractéristique.

Ces mouvements vibratoires et l'échelle des ondes sonores audibles peuvent être mis en évidence par une lame d'acier

assez longue fixée dans un étau et dont on raccourcit progressivement la partie libre oscillante. Cette expérience permet également de constater que plus cette dernière partie est courte, plus les allées et venues sont nombreuses, ce qui peut se traduire ainsi en langage technique : la *fréquence* du mouvement vibratoire augmente à mesure que son *amplitude* diminue. Cette notion nous sera utile dans l'étude des longueurs d'onde.

Propagation des ondes sonores. — La cloche et la tige d'acier communiquent leurs vibrations à l'air avoisinant et ces perturbations se transmettent de proche en proche aux couches d'air successives jusqu'à l'oreille de l'observateur, à la vitesse de 340 mètres à la seconde.

Jusqu'où se répercuteront ces ondes sonores? Ici entre en jeu une propriété de l'air : sa grande *compressibilité*. On sait qu'un litre d'air soumis à une certaine pression se réduit à un demi-litre, un quart de litre, un dixième de litre... Par suite de cette propriété, chaque couche, en heurtant sa voisine, ne lui transmet qu'une partie de l'énergie reçue, de même qu'un choc produit dans un morceau de laine, n'ébranle que la partie directement frappée.

L'air absorbe donc progressivement l'énergie dépensée, et cette dernière n'intéresse qu'une zone très limitée : on dit que le choc initial *s'amortit*. Ceci nous explique la faible portée de la voix humaine et des sons transmis par l'air en général.

Mais alors la question suivante se présente à l'esprit :

« Pourquoi les sons ainsi produits se propagent-ils à la vitesse réduite de 340 mètres à la seconde pour s'éteindre à quelque distance du centre de perturbation, tandis qu'ils atteignent une vitesse formidable et inondent la totalité de l'atmosphère lorsqu'ils sont transmis par un poste émetteur? »

C'est qu'ils empruntent des moyens de transmission différents.

Propagation des ondes radioélectriques. — Lorsqu'une personne parle dans un auditorium, les vibrations produites par sa voix constituent des ondes sonores jusqu'à leur arrivée au microphone. Mais, à partir de ce moment, elles entrent dans le domaine de l'électricité.

Or, les ondes radioélectriques n'utilisent pas l'air comme véhicule, mais un milieu impondérable, nous dirions presque hypothétique, l'éther, dont les propriétés sont toutes différentes au point de vue vibratoire.

Ce fluide se comporte à leur égard de la même façon que l'air devant les ondes sonores. Mais, d'une part, sa vitesse de transmission est de 300.000 kilomètres par seconde, c'est-à-dire pratiquement instantanée; d'autre part, l'éther est *incompressible*, et le plus petit choc produit en un point quelconque se répercute intégralement dans toute sa masse. Les perturbations produites sur lui par le poste émetteur sont donc instantanément et intégralement transmises dans la totalité de l'espace.

ÉMISSION

Pour être complet, il nous faut dire comment le poste d'émission parvient à ébranler cet élément et à créer les ondes radioélectriques.

L'antenne de ce poste reçoit d'un dispositif spécial un courant très puissant dont le sens varie plusieurs milliers de fois par seconde, c'est-à-dire devient successivement positif, négatif, 100.000 fois, 200.000 fois, 1.000.000 de fois par seconde. On sait qu'un tel courant porte le nom de *courant alternatif*.

Or, les lois de l'électricité nous apprennent qu'un fil conducteur, représenté ici par l'antenne d'émission, parcouru par un courant alternatif, provoque autour de lui des radiations qui se propagent dans l'espace sous le nom d'*ondes radioélectriques*, encore appelées ondes hertziennes, du nom du célèbre professeur allemand Hertz qui décela le premier leur nature particulière.

Une expérience élémentaire, faite par le physicien Faraday, nous familiarisera avec ce phénomène d'induction à distance qui constitue la base même de la T.S.F.

Disposons en A et en B deux boucles de fil de cuivre. Faisons communiquer les premières avec les deux pôles d'une batterie de piles P; les secondes avec un galvanomètre G, petit appareil dont le rôle est d'indiquer l'existence des courants électriques par des déviations d'aiguille.

Le premier circuit peut être à volonté fermé ou rompu par un interrupteur I.

Lorsque nous mettons en contact les branches de l'interrupteur, un courant prend naissance dans les spires A; nous constatons au même moment que l'aiguille du galvanomètre dévie brusquement et revient au point zéro. Si nous coupons le circuit en écartant les branches de l'interrupteur, l'aiguille dévie de nouveau, mais en sens contraire, et reprend immédiatement sa position de repos.

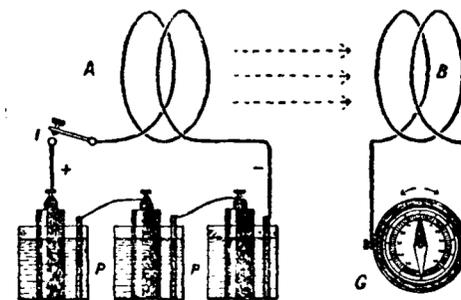


Fig. 3.

L'induction à distance.
Dispositif élémentaire d'émission et de réception.

Il apparaît ainsi que chaque variation du courant A produit à l'extérieur du fil de véritables lignes de force, ayant quelque analogie avec celles d'un aimant qui agit sur la limaille de fer. Cet ensemble de forces extériorisées constitue « le champ magnétique ».

Nous pouvons déduire de ces constatations :

1° Que le circuit A est capable d'influencer à distance le circuit B. Le premier constitue le circuit *inducteur*; le second, le circuit *induit*;

2° Que chaque variation du champ magnétique de A détermine un courant électrique momentané dans les spires B;

3° Que le courant induit ne peut être qu'*alternatif*;

4° Qu'un courant continu n'a aucun pouvoir inducteur, puisqu'en dehors des instants de fermeture et d'ouverture du circuit A, l'aiguille du galvanomètre demeure au zéro.

A l'origine, la distance entre A et B était limitée à quelques centimètres. Mais des expériences ultérieures ont permis d'établir que cette distance pouvait être d'autant plus grande que le courant A était plus puissant et que le manipulateur I était actionné un plus grand nombre de fois pour un temps donné.

On a été ainsi amené à supprimer le manipulateur et à faire parcourir les spires A par un courant alternatif, ce qui est la solution idéale pour obtenir des variations régulières et constantes du champ magnétique : un courant de même nature se produisait en B, et on avait ainsi créé en miniature, d'une part une station d'émission, d'autre part un organe de réception.

Tout poste émetteur produit, en effet, un courant alternatif identique à celui du circuit A, mais beaucoup plus puissant et de fréquence plus élevée (nous expliquerons ce terme dans quelques instants). Chaque alternance, c'est-à-dire chaque changement de sens, est un véritable choc électrique qui rompt l'équilibre de l'éther et produit une oscillation, une bourrasque générale dans toute sa masse.

Nous verrons ultérieurement que les courants alternatifs ainsi diffusés sont impropres à faire mouvoir la plaque vibrante de l'écouteur ou du haut-parleur. Ils constituent seulement l'onde entretenue, le *fil invisible* qui joue le rôle de câble téléphonique entre l'antenne d'émission et le poste récepteur, et le long duquel courent à une vitesse vertigineuse tous les bruits de l'auditorium.

Rôle du microphone. — Le microphone a pour rôle de recueillir les ondes sonores de l'auditorium et de les transformer en ondes radioélectriques, qui sont ensuite transmises à distance par l'onde porteuse dont nous venons d'indiquer l'origine.

Pour comprendre le fonctionnement de ce petit appareil, examinons tout d'abord le dispositif d'une transmission par fil que nous avons schématisé à la fig. 5.

Le microphone est constitué par une mince plaque métallique M qui peut vibrer sous l'influence des ondes sonores. Contre cette membrane est encastrée une cellule à grenaille de charbon dont chacune des extrémités communique aux pôles d'une petite pile électrique.

A droite, nous distinguons les parties essentielles d'un haut-parleur : un électro-aimant E, formé d'un noyau de fer magnétique (aimanté) autour duquel existent deux enroulements de fil de cuivre très fin; une plaque vibrante P, placée dans le champ permanent de l'électro, et le pavillon amplificateur H.

Lorsque le microphone est au repos, le courant de la pile traverse sans difficulté la grenaille qui fait bloc et le noyau aimanté attire d'une façon constante la membrane P, qui reste immobile. Mais il n'en est plus de même lorsque la plaque M frémit sous l'influence d'ondes sonores.

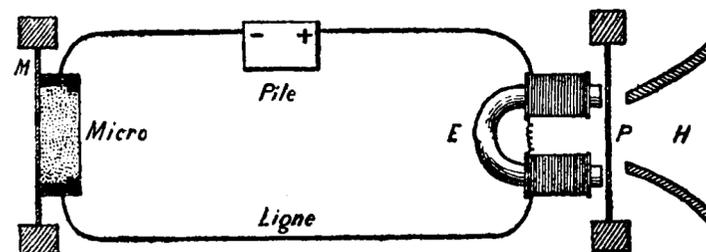


Fig. 5.

Schéma théorique d'une transmission téléphonique par fil.

Prenons un fait précis : une personne exécute sur un violon une note de musique, le *la* par exemple. En produisant cette note, la corde du violon vibre 435 fois par seconde; elle produit donc 435 ondes sonores qui provoquent 435 vibrations de la plaque microphonique M. Les oscillations de cette dernière mettent la grenaille en mouvement. Or, chacun de ces mouvements rompt plus ou moins les contacts qui existaient entre les grains de charbon et crée une résistance plus ou moins grande au passage du courant électrique, qui est *haché* 435 fois.

Chaque variation d'intensité de ce courant modifie le flux magnétique de l'électro-aimant qui attire brusquement la membrane P. Dans l'exemple choisi, cette membrane vibrera donc 435 fois par seconde : la note de musique se trouvera ainsi reconstituée en ondes sonores et la communication téléphonique réalisée.

Dans les transmissions par radio, le problème est un peu plus compliqué. Le courant microphonique ne dispose plus

d'un fil conducteur pour atteindre l'appareil de réception, mais d'un câble immatériel que nous savons être le courant alternatif lancé dans l'éther par le poste émetteur.

En fait, le courant haché, issu du microphone, est d'abord amplifié, puis superposé à cette onde porteuse qu'il diminue ou renforce selon les ondulations mêmes de la voix ou de la corde vibrante.

On dit alors que le courant alternatif originel est modulé.

La *modulation* est donc le procédé qui permet de faire varier l'amplitude de l'onde-support en fonction des variations de résistance du circuit microphonique.

Champ d'une émission. — A mesure que l'on s'éloigne du poste émetteur, l'intensité des radiations électriques diminue progressivement.

Il en résulte que plus on est éloigné du poste d'émission, plus il faut donner de longueur à l'antenne réceptrice ou plus puissant doit être l'appareil amplificateur. A une certaine distance, les ondes émises n'ont plus aucune action sur le fil aérien.

L'espace dans lequel se manifeste d'une manière sensible l'action des ondes radioélectriques se nomme *champ*. On dira que telle émission de faible intensité a un champ restreint de 200 à 300 kilomètres, tandis que telle autre de grande puissance a un champ de 8 à 10.000 kilomètres.

Nous avons dit précédemment que cette portée est d'autant plus étendue que : 1° la puissance du courant alternatif originel est plus considérable; 2° le nombre des périodes plus élevé. C'est pour permettre à l'énergie émanant de l'antenne d'émission de se propager à grande distance que les stations émettrices utilisent des courants alternatifs à haute fréquence.

Longueur d'onde. — Fréquence. — Nous aurons recours à un exemple concret pour donner une idée aussi exacte que possible de ce que l'on entend par « longueur » et « fréquence » des ondes.

Observons un monsieur qui se rend à un village voisin, éloigné de 4 kilomètres, en tenant son jeune enfant par la main. Le pas du premier a une longueur de 80 centimètres; celui du bambin, de 40 centimètres.

L'un et l'autre atteignent le village en une heure, mais dans des conditions différentes. L'enfant a déplacé les jambes deux fois plus *fréquemment* que le père : on dit que son pas a une *fréquence* double. En réalité, le père a fait $4.000 : 0,80 = 5.000$ pas, et l'enfant $4.000 : 0,40 = 10.000$.

Nous nous rendons compte, dès maintenant, que plus la longueur du pas est réduite, plus la fréquence augmente et inversement.

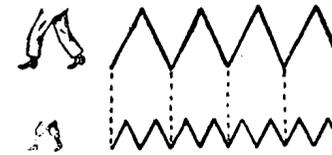


Fig. 7.

Pas schématisés.

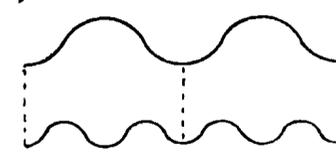


Fig. 8.

Ondes profilées.

Dans les deux cas, lorsque la longueur diminue de moitié, la fréquence est doublée.

Toutes les ondes radioélectriques parcourent, elles aussi, la même distance (300.000 kilomètres) pendant l'unité de temps, qui est ici la seconde. Mais certaines font des enjambées d'ogre : ce sont les grandes ondes; d'autres font des pas de petit Poucet : ce sont les petites ondes et les ondes courtes.

Si une station émet 500.000 ondes par seconde, chacune d'elles aura $300.000 : 500.000 = 0 \text{ km. } 600$. On dit alors que ce poste a une longueur d'onde de 600 mètres. D'autre part, une station qui a une longueur d'onde de 150 mètres émet $300.000.000 : 150 = 2.000.000$ d'ondes pendant ce même temps.

RÉCEPTION

Les ondes ainsi diffusées à travers l'espace arrivent au voisinage des antennes de réception, qui sont influencées de la même façon que le circuit B de Faraday.

Mais ces fils aériens ne captent pas indistinctement toutes les ondes qui leur parviennent : ils ont leurs préférences et n'entrent en vibration qu'au contact des oscillations qui ont la même longueur d'onde qu'eux.

Il faut donc que la longueur de l'antenne soit appropriée à la longueur d'onde à recevoir. On estime que la longueur d'onde propre d'une antenne extérieure classique est égale à environ quatre fois sa longueur matérielle. Ainsi, une antenne unifilaire de 50 mètres a une longueur d'onde d'environ 200 mètres. Mais ce calcul n'a rien d'absolu, car la longueur d'onde est également fonction de la hauteur du fil aérien.

LES APPAREILS D'ACCORD. — En principe, il faudrait donc une antenne spéciale par émission à recevoir. On conçoit que cette modification continue de l'aérien ne serait ni pratique ni économique et exigerait des exercices d'acrobatie qui décourageraient bien des sans-filistes. Un ingénieux artifice permet heureusement de tourner la difficulté.

BOBINES. — Si l'on adapte à la base de l'antenne, c'est-à-dire à l'entrée de l'appareil de réception, un enroulement spécial de fil de cuivre (fond de panier, nid d'abeille, etc.), on remarque que chaque spire augmente sensiblement la longueur d'onde de l'antenne. Cet allongement électrique est d'environ 10 mètres pour les bobinages en nids d'abeille de moyen diamètre.

Dès lors, le problème de la réception se simplifie. Vou-lons-nous recevoir une émission ayant 300 mètres de longueur d'onde, sur une antenne de 25 mètres? Un simple calcul nous en donne le moyen. On sait que la longueur d'onde de cet aérien est de $25 \times 4 = 100$ mètres, il reste à couvrir une différence de $300 - 100 = 200$ mètres. Chaque spire augmentant la longueur d'onde d'environ 10 mètres, il faudra donc utiliser une bobine de $200 : 10 = 20$ spires, pour recevoir l'émission précitée.

CONDENSATEURS. — D'après ce qui précède, il faudrait une bobine particulière, avec un nombre de spires bien déterminé, pour chaque émission, ce qui serait encore très compliqué. Mais, en réalité, on se contentait, avec les anciens récepteurs, d'un jeu de 6 ou 7 bobines, ayant respectivement 15, 25, 50, 75, 100, 150 et 200 spires. L'accord étant complété à l'aide d'un autre organe, appelé condensateur, dont le

rôle est également d'agir sur la longueur d'onde de l'antenne. Si une émission nécessitait 115 spires, on utilisait une bobine de 100 spires, et on tournait légèrement le bouton du condensateur jusqu'à ce que l'audition soit maximum.

Par la suite, dans le but de simplifier les manipulations, les constructeurs se sont efforcés de réduire le nombre des bobines d'accord en renforçant la puissance inductive de leurs enroulements : c'est ainsi qu'on emploie une seule bobine pour les ondes courtes, une seconde pour les petites ondes; une troisième est ajoutée à cette dernière pour la réception des grandes ondes. Tous ces bobinages sont placés à demeure dans le coffret de l'appareil, et un simple bouton-commutateur permet de les mettre à volonté en circuit.

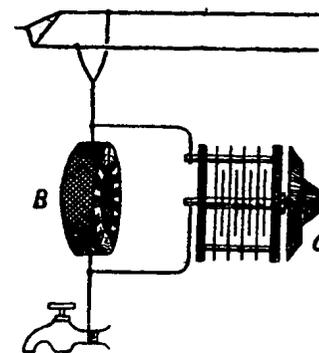


Fig. 11.
Dispositif d'accord d'antenne :
bobine B et condensateur C.

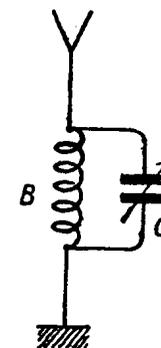


Fig. 12.
Représentation sché-
matique.

La figure 11 représente une antenne de réception complétée par un dispositif d'accord : une bobine B du type « nid d'abeille » et un condensateur variable C.

Le détecteur. — Voici le récepteur accordé sur l'onde à recevoir. Si nous appliquons directement à la membrane de l'écouteur le courant alternatif de 100.000, 200.000 ou 1.000.000 de périodes reçu par l'antenne, la plaque vibrante ne pourra suivre ces alternances dans leur mouvement trop rapide, car elle ne peut se déplacer mécaniquement plus de quelques milliers de fois par seconde. Elle ne vibrera donc pas.

Et d'ailleurs, si elle vibrait, l'ouïe ne pourrait percevoir des fréquences de cet ordre. Le courant alternatif originel, même modulé par le microphone, est ainsi inutilisable au poste récepteur; du reste, il a terminé son rôle d'agent transmetteur.

Qu'allons-nous en faire? Le supprimer tout simplement, pour en extraire la composante basse fréquence qui correspond à la modulation microphonique.

C'est le rôle du *détecteur*. Autrefois, cette opération était assurée par un morceau de pierre à reflets métalliques, appelé galène ou sulfure de plomb. Ce corps jouit, en effet, de la propriété de se laisser traverser par les courants positifs et d'arrêter les courants négatifs.

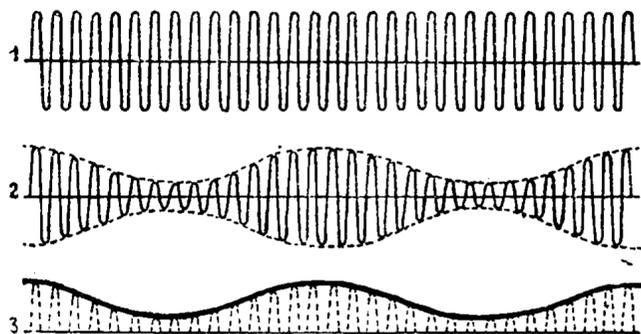


Fig. 13.

Modifications successives de l'onde porteuse.

I. Courant alternatif originel. — II. Courant alternatif modulé par le microphone. — III. Courant continu ondulé issu du détecteur.

Il s'ensuit qu'un tel corps, placé dans le circuit d'un courant alternatif, réduit ce dernier à ses phases positives et le transforme en une multitude de portions de courant de même sens ayant toutes les propriétés d'un courant continu, lequel, avons-nous dit, est d'intensité variable, par suite de la modulation microphonique.

Actuellement, la détection s'effectue surtout par lampe; nous étudierons cette fonction dans un chapitre suivant.

La figure 13 schématise les modifications successives subies par le courant initial, depuis le moment où il est produit par l'alternateur à haute fréquence jusqu'à l'instant où il sort du détecteur.

L'écouteur. — L'écouteur téléphonique a pour rôle de reconstituer au poste récepteur des ondes sonores identiques à celles de l'auditorium.

Cet organe est le frère cadet du haut-parleur. La fig. 14 en donne la représentation schématique.

Chaque variation du courant ondulé, qui parcourt le bobinage DT, augmente ou diminue l'aimantation de l'électro A. Celui-ci attire brusquement la membrane métallique M placée dans son champ et produit une vibration.

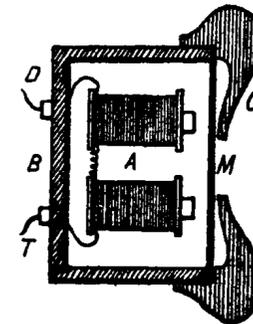


Fig. 14.

Coupe d'un écouteur téléphonique : A, électro-aimant. — B, boîtier. — M, membrane. — C, couvercle fixant la membrane sur le boîtier.

C'est ainsi, par exemple, que le *la*, qui a été exécuté devant le microphone, produit 435 variations dans le flux de l'électro-aimant et 435 attractions de la plaque vibrante. La note de musique se trouve ainsi reconstituée en ondes sonores.

Récepteur à galène. — L'étude du fonctionnement d'un de ces récepteurs primitifs nous permettra de récapituler ce qui précède.

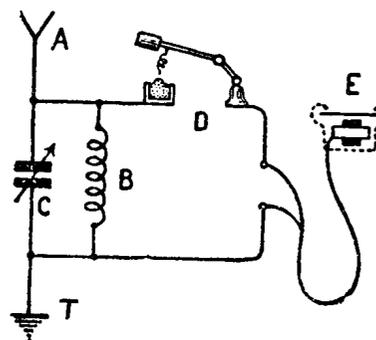


Fig. 15.

Récepteur à galène : A, antenne. — B, bobine d'accord. — C, condensateur variable. — D, détecteur. — E, écouteur. — T, terre.

Le courant alternatif modulé, lancé dans l'éther par le poste émetteur, est capté par l'antenne A, qui est accordée par la bobine B et le condensateur C; puis il est canalisé vers la terre.

En dérivation, se trouve le détecteur D qui en extrait un courant continu modulé, dont les variations actionneront la plaque vibrante de l'écouteur E.

Veut-on nous permettre une comparaison, peut-être un peu triviale, pour résumer cette première partie de l'ouvrage?

Un certain nombre de personnes se disposent à entreprendre un long voyage. Elles prennent un moyen de transport de fortune pour se rendre à la gare la plus proche. Après les formalités d'usage, elles montent dans le rapide qui les transporte à vive allure vers la gare d'arrivée. Là elles descendent du train et gagnent enfin, à l'aide d'une carriole, la localité destinataire.

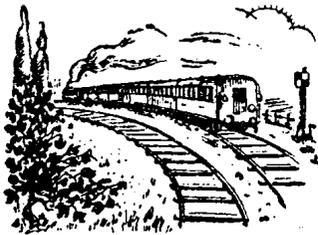
Pourquoi n'ont-elles pas utilisé constamment la voiture? Parce que ce moyen de transport est lent et n'a qu'un rayon limité.

Essayons de créer une analogie entre ce voyage et une transmission radiotéléphonique.

L'air, comme la voiture, est un véhicule peu rapide et de faible portée. Aussi, ne lui demande-t-on de transporter les voyageurs (ondes sonores) que jusqu'à la gare de départ (microphone).

Pour des raisons de service, les passagers doivent changer d'identité (ondes électriques). Cette opération est à peine terminée qu'ils sont happés par le rapide (courant alternatif) et déposés presque instantanément à la gare d'arrivée (poste récepteur).

Ici un personnage important, le haut-parleur, rend aux voyageurs leur « nationalité » d'origine (ondes sonores) et met à leur disposition une nouvelle carriole (air) qui les transporte nonchalamment jusqu'à leur nouveau domicile (oreille des auditeurs).



La lampe Audion

Généralités

Bien longtemps on a dû se contenter de la réception sur galène, mais les récepteurs à cristaux ne sont vraiment efficaces que dans un rayon limité du poste émetteur. A une certaine distance, les signaux deviennent imperceptibles.

Au cours de la guerre de 1914-1918, sous l'influence des nécessités de la défense nationale et de l'organisation scientifique des recherches, la T.S.F. s'orienta vers des voies nouvelles. L'apparition et les perfectionnements incessants des tubes à vide ont bouleversé toute la télémécanique et considérablement accru la portée des communications radio-électriques. Etudions brièvement la constitution et le fonctionnement de ces organes.

Le filament. — Comme les ampoules électriques, les lampes de T.S.F. possèdent un filament qui rougit lorsqu'il est traversé par un courant d'une certaine intensité.

Si nous examinons ce fil ténu avec un puissant microscope, il ne nous apparaît pas, contrairement à ce que l'on pourrait croire, comme un cylindre homogène; mais comme un tissu spongieux, une agglomération de cavernes, au milieu desquelles s'agitent des corpuscules infinitésimaux, appelés « électrons ».

Chaque atome du filament est un véritable système solaire, dont le noyau central est formé de « ions », particules portant une charge d'électricité positive, et dont les satellites, les électrons, sont chargés d'électricité négative. Ces derniers peuvent très facilement se mouvoir au travers de l'édifice moléculaire.

Chauffons maintenant ce filament, avant de quitter le microscope. Un vent de folie semble souffler sur les électrons qui vont, viennent, se heurtent, rebondissent dans des valse éperdues. A ce moment, ils s'éloignent des noyaux centraux et forment comme une mince atmosphère gazeuse autour du fil incandescent.

La plaque. — Ces particules resteront à proximité du filament tout le temps qu'une source extérieure ne les attirera pas en dehors de leur centre de gravitation.

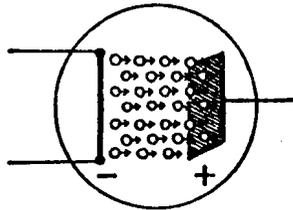


Fig. 19.

Le bombardement électronique.

Mais si nous plaçons à quelque distance de là une petite plaque métallique communiquant à une source d'électricité positive, les électrons négatifs sont aspirés par la plaque et se précipitent sur elle par milliards, à une vitesse vertigineuse, obéissant à la loi d'attraction des électricités de signes contraires.

Nous retrouvons ces deux organes dans la lampe classique de T.S.F., primitivement appelée « Audion ». Celle-ci contient en plus une grille dont nous préciserons plus loin le rôle capital.

LA LAMPE A TROIS ÉLECTRODES

Le filament de cette lampe, appelée lampe à trois électrodes, est en tungstène, métal qui peut dégager une grande quantité d'électrons; la plaque est en molybdène indéformable et la grille en fil de nickel.

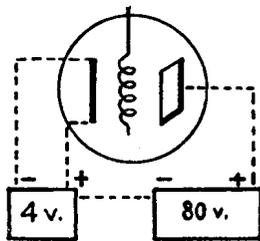


Fig. 20.

Schéma de l'Audion.

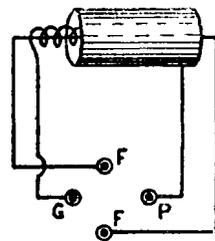


Fig. 21.

Figuration réelle.

La figure 20 montre ces différentes parties telles qu'on les représente dans les schémas ordinaires. La figuration de la grille est souvent réduite à une ligne pointillée. La figure 21 indique les connexions de ces organes avec les broches extérieures de la lampe.

CIRCUIT DE FILAMENT. — Avant d'aborder le fonctionnement de cette lampe, il est nécessaire de connaître la nature des courants qui constituent la vie même de cet organe.

Le circuit de filament est identique à celui des ampoules électriques ordinaires, avec cette différence qu'il était fourni primitivement par une pile ou un accumulateur de 4 volts. Le secteur a peu à peu remplacé ces derniers.

Le contact étant établi, voici nos milliards d'électrons en effervescence. Comment allons-nous les utiliser ?

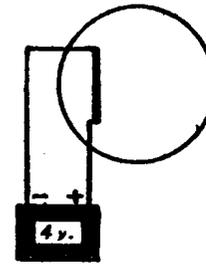


Fig. 22.

Circuit de filament.

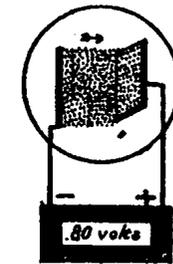


Fig. 23.

Circuit de plaque.

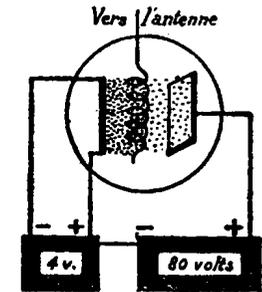


Fig. 24.

Circuit de grille.

CIRCUIT DE PLAQUE. — Remarquons dans la figure 23 que le pôle positif de la pile de haute tension est connecté à la plaque, et le pôle négatif au filament, non pas directement, mais par l'intermédiaire du +4 de la pile de chauffage (fig. 24).

Nous sommes donc en présence d'un véritable circuit électrique, interrompu brusquement entre le filament et la plaque. Les électrons sont l'organe de liaison, le pont électrique qui unit ces deux organes. Grâce à eux, le courant de 80 volts passe dans la lampe, mais sans aucun conducteur solide ni liquide. Le courant ainsi établi par ce circuit est appelé courant de plaque.

CIRCUIT DE GRILLE. — Si la lampe ne contenait que le filament et la plaque, les électrons passeraient continuellement de l'un à l'autre, dès l'allumage, créant ainsi un courant continu dont on ne pourrait tirer aucun profit.

Mais entre les deux se trouve la grille. Or, cette dernière reçoit les oscillations du circuit émetteur : son potentiel, c'est-à-dire son état électrique, est infiniment variable.

Si elle reçoit une tension négative inférieure à celle du filament, les électrons négatifs ne voleront plus vers la plaque avec autant d'enthousiasme, car deux électricités de même nom se repoussent. Si, au contraire, elle devient positive, elle favorise l'aspiration et les électrons arriveront en plus grand nombre sur la plaque.

La grille constitue donc un véritable régulateur qui commande le débit du courant de plaque : c'est un robinet qui dose constamment l'intensité de ce circuit, selon les variations de potentiel transmises par le poste émetteur et captées par l'antenne de réception.

L'importance du rôle de cette électrode a incité les techniciens à augmenter la sensibilité des lampes de T.S.F. en les dotant d'une ou plusieurs grilles supplémentaires ayant une fonction bien définie : c'est ainsi qu'on a vu apparaître successivement la bigrille, la lampe à écran de grille, la trigrille, l'hexaode, l'heptaode et l'octode.

Ces dernières créations ont détrôné peu à peu les triodes classiques, car leurs qualités exceptionnelles permettent d'obtenir une audition de meilleure qualité avec un nombre d'étages plus réduit.

Son rôle théorique. — Il nous reste à préciser comment les réactions mutuelles des trois circuits de l'Audion concourent au fonctionnement de la lampe.

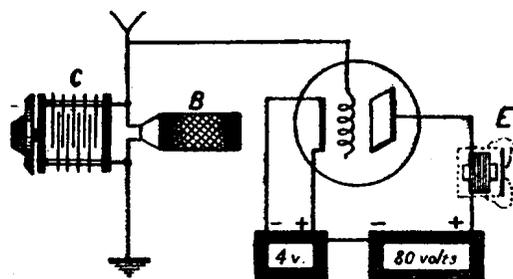


Fig. 25.

Représentation théorique d'un récepteur à lampe.

Dans la figure 25, nous reconnaissons le circuit antenne-terre avec son dispositif d'accord : la bobine B et le condensateur variable C.

A droite, se trouve le récepteur proprement dit ou circuit d'utilisation : lampe, piles, écouteur.

Nous retrouvons dans la lampe les organes précédemment décrits, mais notons, au sujet de la plaque, que le positif de la batterie de 80 volts est relié à cette électrode, non pas directement, mais par l'intermédiaire de l'écouteur E.

Allumons la lampe. Le filament, porté à l'incandescence, émet des milliards d'électrons qui établissent un courant électrique dont l'itinéraire est le suivant : filament, plaque, écouteur, batterie, pile de 4 volts, filament, etc.

En l'absence de toute émission, la grille reste neutre. Il en résulte que le courant de plaque est parfaitement régulier : le champ magnétique de l'électro-aimant de l'écouteur reste invariable et la plaque vibrante demeure immobile.

Lorsque le poste émetteur fonctionne, la grille reçoit, par l'intermédiaire de l'antenne, le courant de haute fréquence modulé par le microphone, c'est-à-dire constamment modifié dans son intensité, à une cadence qui est celle de la voix ou de la note de musique émise.

Selon qu'elle est plus ou moins positive ou négative, elle augmente, réduit ou même supprime le passage des électrons et favorise ou limite le courant de plaque qui se trouve être, de ce fait, une copie fidèle, mais agrandie, du courant de grille.

Or, chaque variation du courant de plaque provoque une attraction de la membrane de l'écouteur. Il s'ensuit que cette dernière suit les ondulations du courant microphonique et, comme nous l'avons vu pour le récepteur à galène, reconstitue dans tous leurs détails les ondes sonores produites dans l'auditorium.

Selon les conditions électriques dans lesquelles on place sa grille, la lampe peut jouer le rôle de « détectrice », d'« amplificatrice » ou d'« oscillatrice ». Pour le moment, nous ne parlerons que des deux premières fonctions.

Fonctionnement en détectrice. — Nous avons dit précédemment que le potentiel de la grille était infiniment variable, par suite des oscillations du circuit émetteur, qui lui sont appliquées par l'antenne.

Dans les phases négatives, elle interrompt le passage des électrons négatifs, par suite de la répulsion qu'éprouvent

deux électricités de même nom, et le courant de plaque se trouve suspendu (fig. 26). Dans les phases positives, au contraire, l'attraction de la grille s'ajoute à celle du haut

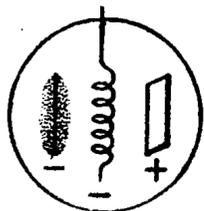


Fig. 26.

Grille négative.
Courant interrompu.

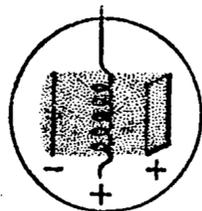


Fig. 27

Grille positive.
Courant rétabli.

voltage de la plaque, et les électrons vont en grand nombre bombarder cette dernière : le courant de plaque est rétabli (fig. 27).

Il en résulte, lorsque la lampe fonctionne en détectrice, que les courants alternatifs transmis à la grille sont réduits à leurs alternances positives et acquièrent des propriétés à peu près semblables à celle d'un courant continu ondulé. C'est ce que nous avons appelé la *détection*.

Fonctionnement en amplificatrice. — L'expérience montre qu'à de faibles variations de la tension grille correspondent de grandes variations d'intensité du courant plaque. La lampe peut donc également agir en amplificatrice.

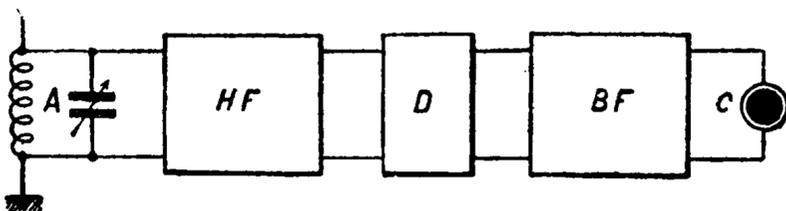


Fig. 28.

Suite normale des organes d'un poste récepteur.

A, dispositif d'accord. — HF, amplification haute fréquence. — D, détection. BF, amplification basse fréquence. — C, casque ou haut-parleur.

Lorsque l'amplification a lieu avant la détection, elle est dite en « haute fréquence » ; lorsqu'elle a lieu après la détection, elle est dite en « basse fréquence ».

Dans le premier cas, elle augmente la *sensibilité* du récepteur, ainsi que sa portée ; dans le second cas, elle influe sur la *puissance* de l'audition.

NOTIONS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

ÉLECTRICITÉ

Un grand nombre de nos lecteurs ont manifesté le désir d'approfondir davantage les phénomènes de radioélectricité et nous ont demandé d'ajouter à ce premier chapitre, destiné aux débutants, quelques notions techniques leur permettant de connaître les grandes lois qui régissent cette science nouvelle et d'aborder avec une meilleure compréhension la construction, le fonctionnement et le perfectionnement des récepteurs.

C'est avec plaisir que nous avons fait droit à leur demande, dès notre précédente édition générale divisée en deux volumes. Dans ce Précis, nous nous limiterons toutefois aux notions d'électricité qui acheminent directement vers la T.S.F., car il ne faut pas oublier que la radio n'est qu'un des nombreux chapitres de l'Electricité générale.

LE COURANT ÉLECTRIQUE

Nous savons que l'atome, considéré jusqu'alors comme le plus petit élément des corps, est formé d'un noyau central contenant des « ions » (ou protons) représentant une charge d'électricité positive, autour duquel gravitent des électrons, chargés d'électricité négative. Le nombre des protons, dans l'atome, détermine la nature de la substance.

Dans toute parcelle élémentaire d'un corps, il y a donc deux sortes d'électricités : l'électricité positive, substance mystérieuse qui se confond avec la matière même de l'atome, et l'électricité négative, poussière impalpable qui constitue les minuscules planètes de ce « système solaire ».

Lorsque les charges se compensent, on dit que l'atome est à l'état neutre. Si, par un procédé quelconque, on diminue le nombre des électrons, le corps est chargé positivement (signe +) ; si, au contraire, ce nombre augmente, une charge négative apparaît (signe -).

Ainsi, lorsqu'on frotte un bâton de verre avec un chiffon de laine, les électrons du verre passent sur la laine : le bâton se charge positivement et peut attirer des corps légers (bouts de papier, balle de sureau). Chacun connaît les expériences classiques des bâtons de cire et de verre, et de la balle de sureau.

LOI DE COULOMB. — Ces constatations nous permettent de tirer la conclusion suivante qui traduit l'une des lois fondamentales de l'Électricité, dite loi de Coulomb : « Deux charges électriques de même nom se repoussent; deux charges électriques de noms contraires s'attirent. »

Supposons maintenant que nous avons pu obtenir un excès d'électrons à l'extrémité N d'un fil de cuivre, et un manque d'électrons à l'autre extrémité P. Comme les électrons sont nomades, ils passent facilement dans les atomes voisins et les rendent à leur tour négatifs; ceux-ci agissent de même sur les atomes suivants, jusqu'à ce que les charges négatives en excès viennent neutraliser les atomes positifs, à l'autre bout du fil. L'équilibre se trouve ainsi rétabli.

Mais si, par un procédé quelconque, on remplace constamment en N, à mesure de leur émigration, les électrons disparus, on crée à travers le fil un « écoulement » continu d'électrons.

Ce transport interatomique constitue *un courant électrique*.

Comment donc renouveler sans cesse en N la provision d'électrons?

Une simple pile électrique nous en fournit le moyen.

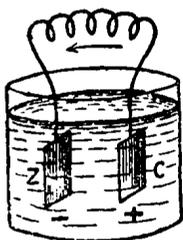


Fig. 30.

Pile électrique.

Plongeons dans une solution d'acide sulfurique une lame de cuivre C et une lame de zinc Z (fig. 30).

L'acide attaquant le zinc produit sur cette plaque un excédent d'électrons, tandis que le phénomène contraire a lieu sur le cuivre.

Si l'on réunit les deux lames par un fil conducteur, les électrons en excès sur le zinc passent d'atome en atome le long du fil et se rendent vers la plaque de cuivre : un courant continu est ainsi établi. Celui-ci se manifestera tant que l'acide attaquera le zinc.

Les explications qui précèdent semblent indiquer que le courant électrique se rend du — au +, extérieurement à la source. Mais les physiciens sont loin d'être d'accord sur ce point, et l'on a convenu arbitrairement que le courant va du + au —. Nous adopterons donc nous-même ce dernier sens que l'on qualifie de *classique*.

Différence de potentiel. — Lorsqu'un conducteur est ainsi traversé par un courant, son équilibre est rompu; les deux pôles ne sont plus au même « niveau électrique ». L'un contient des électrons en excédent (pôle négatif ou cathode); dans l'autre, ce sont les protons qui dominent (pôle positif ou anode). Scientifiquement, on dit qu'il existe entre eux une différence de potentiel.

On peut donner une image approchée de cette dénivellation créatrice du courant électrique, en réunissant deux entonnoirs par un tube de caoutchouc, l'un étant placé plus haut que l'autre, et en versant de l'eau dans le premier.

a) Ses Caractéristiques

PUISSANCE D'UN COURANT. — La puissance d'un courant électrique dépend de deux facteurs : son intensité et sa tension.

L'intensité est la quantité d'électricité débitée en une seconde. Elle s'exprime en « ampères ». On dit, par exemple, que telle lampe a un débit de 10 à 15 ampères.

La tension résulte de la différence de potentiel (niveau électrique) qui existe entre les deux pôles de la source. Elle s'exprime en volts. On dira qu'un accumulateur a une tension de 4 volts.

La puissance d'un courant électrique est indiquée par le produit de l'intensité par la tension. Ainsi, un courant de 10 ampères sous 100 volts a une puissance de 1.000 watts ou d'un kilowatt.

Ajoutons que l'on doit également tenir compte de la « résistance électrique » des circuits, phénomène dû à la résistance qu'oppose le fil conducteur au passage des électrons. La valeur de celle-ci varie selon le diamètre et la conductibilité du fil employé.

Les résistances de faible valeur s'expriment en « ohms »; les fortes résistances en « mégohms » (un million d'ohms).

L'ohm est la résistance que l'on doit intercaler dans un circuit parcouru par un courant de 1 ampère pour provoquer une chute de tension de 1 volt.

Loi d'Ohm. — La loi d'Ohm nous donne les différentes relations qui lient ces trois unités de mesure.

Examinons les deux vases communicants de la figure 33. Nous nous rendons compte que plus la différence de niveau *ab* sera grande, plus la pression de l'eau sera forte et plus le courant sera important.

D'autre part, plus le tuyau de communication sera de grand diamètre, moins il opposera de résistance à l'écoulement.

Comparativement, le courant électrique produit par la pile P sera d'autant plus puissant que la différence de potentiel entre + et — sera plus élevée et que la résistance du fil conducteur représentée par R sera moins importante.

La loi d'Ohm formule ainsi ces constatations : « L'intensité d'un courant *I* (exprimée en ampères) est égale à la différence de potentiel *E* (en volts) divisée par la résistance du conducteur *R* (en ohms) » :

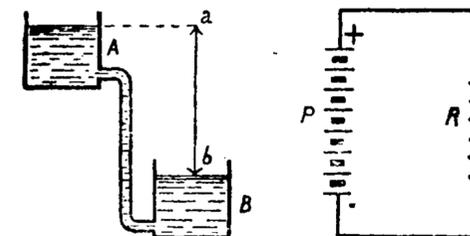


Fig. 33.

Deux vases communicants peuvent être comparés à un circuit électrique.

$$I = E : R.$$

D'autre part, en multipliant les deux termes de l'égalité ci-dessus par R, on obtient l'expression suivante :

$$E = I \times R,$$

ce qui revient à dire que la différence de potentiel E produite aux extrémités d'une résistance R, par le passage d'un courant d'intensité I, est égale au produit de la résistance par l'intensité du courant.

Enfin, en divisant les deux termes par I, nous avons :

$$R = E : I,$$

ce qui signifie que la résistance est égale à la tension divisée par l'intensité du courant.

Prenons un exemple numérique en application de la première formule : quelle est l'intensité d'un courant de 110 volts traversant une résistance de 440 ohms ?

$$I = E : R = 110 : 440 = 0,25 \text{ A ou } 250 \text{ milliampères.}$$

Nous avons dit qu'en T.S.F. la résistance propre du circuit n'est pas seule à intervenir : on utilise comme résistances supplémentaires des enroulements ou bâtonnets d'aggloméré, de valeurs bien définies, qui créent les chutes de tension nécessaires.

Lorsque plusieurs résistances sont *en série*, la résistance totale est égale à la somme de chacune d'elles. Ainsi, deux résistances de 20 et 10 ohms mises bout à bout correspondent à une résistance de 30 ohms.

Lorsqu'elles sont *en parallèle* ou en dérivation, leur action se contrarie au lieu de s'ajouter.

LOI DE KIRCHOFF. — L'intensité du courant dans chaque dérivation sera d'autant plus grande que la résistance propre de cette dérivation sera moins forte, ce qui revient à dire, en hydraulique, que le débit sera d'autant plus grand que la branche sera plus large.

Si, par exemple, un accumulateur de 4 volts débite sur deux résistances en parallèle de 10 et 16 ohms, l'intensité du courant I sera, selon la loi d'Ohm, dans la première, $4 : 10 = 0,400$ ampère, et dans la seconde, $4 : 16 = 0,250$ A ou 250 millis.

La loi de Kirchoff résume ainsi ces constatations : *les intensités du courant dans les branches d'une dérivation sont inversement proportionnelles aux résistances de ces branches.*

b) Ses effets

Les effets du courant électrique sont multiples :

1° *Effets lumineux* : le filament d'une lampe d'éclairage devient incandescent lorsqu'il est porté à une température convenable par le courant qui le traverse.

2° *Effets magnétiques* : l'aiguille d'une boussole ou d'un galvanomètre dévie quand elle est placée à proximité d'un courant.

3° *Effets chimiques* : un certain nombre de liquides subissent une décomposition chimique lorsqu'ils sont traversés par un courant.

4° *Effets calorifiques* : un fil métallique plongé dans un calorimètre augmente la température du liquide.

LOI DE JOULE. — Le physicien Joule a établi la formule suivante pour calculer la quantité de chaleur W en fonction de la résistance R en ohms du conducteur, et de l'intensité I (en ampères) en une seconde :

$$W = RI^2.$$

La même formule pour un certain nombre de secondes t devient RI^2t , et la loi peut s'énoncer ainsi : *la quantité de chaleur dégagée est proportionnelle à la résistance du conducteur, au carré de l'intensité du courant et au temps de passage de celui-ci.*

W s'exprime en *joules*. Le joule est l'unité d'énergie; il vaut 0,24 calorie. Quant à la *calorie*, qui est l'unité de quantité de chaleur, elle est égale à la chaleur nécessaire pour augmenter d'un degré la température d'un gramme d'eau.

c) Sa production

Les sources d'énergie électrique peuvent se classer en deux catégories : d'une part, les piles et accumulateurs; d'autre part, les machines magnéto et dynamo-électriques.

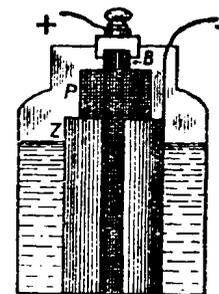


Fig. 40.
Pile Leclanché
au sel ammoniac.

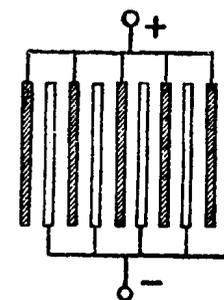


Fig. 41.
Schéma d'un élément
d'accumulateur.

PILES. — Nous avons décrit précédemment un genre de pile, connue sous le nom de pile de Volta, et nous avons dit que ces appareils transforment l'énergie chimique en courant électrique.

Toutefois, cette action ne serait que momentanée si l'on n'avait soin de placer autour de l'électrode positive une substance « dépolarisante » avide d'hydrogène.

ACCUMULATEURS. — Un accumulateur n'est autre chose qu'une pile réversible capable de restituer en partie le courant de charge.

Principe. — Dans un vase contenant de l'eau légèrement acidulée, plaçons deux lames de plomb que nous relierons aux deux pôles d'une source électrique : un courant s'établit et donne naissance, d'une part, à un dégagement d'oxygène le long de la lame positive (anode), d'autre part, à un dégagement d'hydrogène le long de la lame négative (cathode); de plus, la première s'oxyde et se transforme en bioxyde de plomb.

Au bout d'un certain temps, ces électrodes sont polarisées; mais la polarisation, si gênante lorsqu'il s'agit de piles, constitue le principe même des accumulateurs.

Si à ce moment, en effet, on éloigne la source d'électricité qui a chargé les lames et on réunit celles-ci par un fil extérieur, un courant inverse au premier prend naissance et ne cesse que lorsque cette dépolarisation a disparu : c'est le courant de décharge ou d'utilisation.

Pour obtenir un courant de décharge suffisamment puissant, il faut disposer d'électrodes à surface poreuse, permettant une polarisation énergique. La mousse de platine répond à cette nécessité.

La force électromotrice d'un élément d'accumulateur chargé à bloc est de 2,5 volts; mais elle tombe assez vite à 2 volts, lorsque l'appareil débite. Une batterie de T.S.F. de 4 volts est donc constituée par deux éléments.

La quantité d'électricité (évaluée en ampères-heure) qu'un accumulateur peut restituer à la décharge est ce qu'on appelle sa *capacité*.

On admet, en général, qu'un accumulateur a une capacité égale à dix fois le poids de ses plaques. Un élément de 3 kilos présenterait donc une capacité d'environ 30 Ah (ampères-heure).

Plusieurs accumulateurs peuvent être placés en série, ce qui augmente le voltage. La mise en parallèle augmente l'intensité.

d) Sa condensation

Lorsque nous « coupons » le courant d'une batterie, si les fils conducteurs restent en présence, ceux-ci conservent respectivement une charge positive et une charge négative. Cette accumulation peut être considérablement accrue si on dispose une plaque métallique à l'extrémité de chacun d'eux (condensateur).

Lorsqu'on enlève la batterie, en réunissant les extrémités libres, on constate un courant de décharge de courte durée.

La capacité d'un condensateur s'exprime en *microfarads*. Elle dépend du nombre de lames, de leur rapprochement et de la nature du diélectrique. Certains constructeurs l'expriment en centimètres. Nos lecteurs feront facilement la conversion en sachant que 900 centimètres équivalent à 1 microfarad.

MAGNÉTISME

Le magnétisme n'est pas étranger à la T.S.F., car les ondes transmises à distance par les postes d'émission ne sont autres que des ondes électromagnétiques.

AIMANTS NATURELS. — On trouve les aimants naturels sous forme d'un minerai de fer appelé oxyde magnétique de fer.

Si l'on suspend un barreau aimanté par son point milieu, il prend lui-même la direction nord-sud.

Nous avons vu, dans le premier chapitre de cet ouvrage, que l'aimant envoie autour de lui des radiations dont l'ensemble constitue son *champ magnétique*.

Un morceau de fer doux placé dans ce champ s'aimante lui-même; si on écarte le barreau, l'aimantation disparaît. La même expérience faite avec un morceau d'acier montre que celui-ci, au contraire, conserve une partie de son aimantation.

ELECTROMAGNETISME. — L'aimant n'est pas seul à pouvoir créer autour de lui un champ magnétique. Si l'on place une aiguille aimantée au voisinage d'un courant, celle-ci subit une déviation : on doit donc conclure que le courant électrique, comme l'aimant, est créateur de lignes de force.

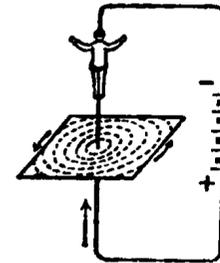


Fig. 51.
Expérience d'Ampère.

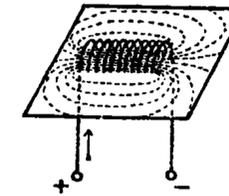


Fig. 52.
Champ d'une bobine.

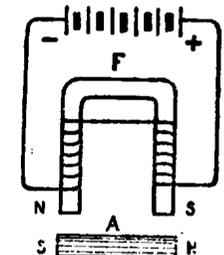


Fig. 53.
Electro-aimant.

Ampère a démontré que, pour un observateur placé dans le sens du courant, le pôle nord de l'aimant est dévié vers sa gauche.

Quand au sens de ce champ, il est déterminé par la règle de Maxwell, dite règle du tire-bouchon : si l'on visse un tire-bouchon dans le sens du courant électrique, les lignes du champ magnétique tournent dans le même sens que la poignée du tire-bouchon. Les flèches de la figure 51 indiquent le sens du courant et du champ.

Ajoutons que l'unité de flux est le « maxwell », représenté par une ligne de force. L'intensité s'exprime en « gauss »; le gauss a la valeur d'une ligne traversant une surface de 1 centimètre carré.

Solénoïdes. — Lorsque le circuit électrique est constitué, non plus par une seule spire, mais par une bobine, les champs magnétiques créés par chaque spire s'ajoutent l'un à l'autre et les lignes de force se ferment à l'intérieur de l'enroulement (fig. 52). Une telle bobine est appelée solénoïde et possède toutes les propriétés des aimants.

On a utilisé celles-ci pour la réalisation d'électro-aimants.

Electro-aimants. — Ces appareils sont constitués par un noyau de fer doux F généralement recourbé en fer à cheval et entouré à chacune de ses extrémités d'une bobine de fil isolé; les deux enroulements sont reliés entre eux (fig. 53).

Lorsque le courant passe, le fer est aimanté : il peut alors attirer une armature métallique A. L'aimantation cesse dès que le courant est interrompu.

Lorsque le courant est interrompu dans un électro-aimant, la désaimantation n'est pas intégrale et l'aimantation résiduelle oppose une certaine résistance à la réaimantation du noyau. Ce phénomène porte le nom d' « hystérésis magnétique ».

Induction électromagnétique

Nous ne reviendrons pas sur l'expérience de Faraday (fig. 3) qui parvint à créer un courant dans le circuit B placé à quelque distance du circuit A à champ magnétique variable.

Nous nous bornerons à formuler la loi qui régit cette induction à distance, base même de la T.S.F.

LOI DE LENZ. — « Le courant induit qui prend naissance tend toujours à s'opposer à la variation du flux qui le produit. » En d'autres termes, au moment de la fermeture du circuit, on observe un courant induit *inverse*; tandis qu'au moment de la rupture, apparaît un courant induit *direct*. C'est ce qu'accuse avec précision l'aiguille du galvanomètre qui se trouve placé en série dans le circuit B (fig. 3).

Self-Induction

Lorsqu'une bobine est parcourue par un courant électrique, le champ magnétique qu'elle produit n'agit pas seulement sur les circuits extérieurs, mais aussi sur la bobine même qui le crée.

Quand le courant prend naissance, le champ magnétique provoque dans les spires un flux en sens contraire qui s'oppose, pour ainsi dire, au passage du courant de la pile. Le courant inverse prend le nom d'*extra-courant de fermeture*.

Inversement, lorsqu'on interrompt le courant de la pile, la suppression du flux produit dans le circuit un *extra-courant de rupture*, mais, cette fois, de même sens que le courant qu'on supprime.

Il a pour effet de renforcer momentanément le courant primitif, ce qui se traduit généralement par une étincelle à l'interrupteur.

Les effets d'induction d'un courant sur lui-même sont appelés phénomènes de self-induction. Ceux-ci jouent un rôle capital dans les courants alternatifs.

Ces courants sont à peu près nuls sur un fil rectiligne. Dans un circuit muni d'une bobine, la « self » se trouve presque entièrement localisée à l'intérieur de l'enroulement (fig. 56); enfin, ils augmentent considérablement d'intensité lorsque la bobine contient un noyau de fer doux.

Le coefficient de self-induction s'exprime en henrys. Cette unité a pour sous-multiple le millihenry (millième) et le microhenry (millionième partie du henry).

Les amateurs de calcul pourront trouver eux-mêmes la « self » d'un nid d'abeille (bobine fréquemment employée) en appliquant la formule du Japonais Nagaoka

$$L^2 = N^2 a^2 : (18,5 a + 31 b + 35 c) \text{ microhenrys,}$$

dans laquelle N est le nombre de tours, a le rayon moyen, c la hauteur de la bobine et b son épaisseur (a, b et c étant exprimés en centimètres).

Induction mutuelle. — Deux bobinages placés à proximité l'un de l'autre exercent une induction mutuelle l'un sur l'autre.

Si le sens du champ magnétique de ces enroulements coïncide (cas de deux selfs placées parallèlement sur le même axe), leur self-induction commune est plus grande que la somme de leurs coefficients de self-induction propre. Le coefficient peut être positif ou négatif, selon que les bobinages sont faits dans le même sens ou en sens inverse.

Lorsque les sens des champs magnétiques sont perpendiculaires (cas d'une bobine placée horizontalement à côté d'une autre verticalement), l'action réciproque est à peu près nulle.

Courants de Foucault. — Des courants induits prennent naissance dans toute masse métallique soumise à des variations de flux; ils tendent à s'opposer au phénomène qui les produit, échauffent la masse et constituent une perte d'énergie appréciable.

On diminue leur importance en constituant la carcasse métallique par des feuillettes ou des faisceaux de fil de fer isolés les uns des autres. Cette précaution s'impose, en particulier, dans la confection des transformateurs.

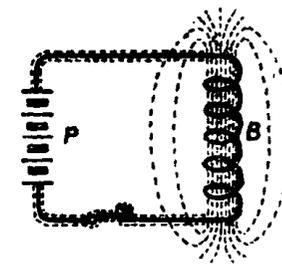


Fig. 56.
Phénomènes
de self-induction.

COURANT ALTERNATIF

Nous n'avons envisagé jusqu'alors que le courant électrique continu, semblable à un filet d'eau coulant toujours dans le même sens.

Nous allons maintenant porter notre attention sur un courant de nature différente, le courant alternatif, ainsi appelé parce qu'il change périodiquement de direction. Ici, les électrons vont et viennent dans le circuit conducteur d'une façon ininterrompue et à des intervalles de temps égaux.

a) Ses Caractéristiques

Dans tout courant alternatif, on distingue :

La période : temps pendant lequel les électrons effectuent un aller et retour complet.

La fréquence : nombre de périodes par seconde.

L'amplitude : puissance maximum du courant.

Pour avoir une idée assez précise du courant alternatif, faisons une comparaison hydraulique (fig. 57).

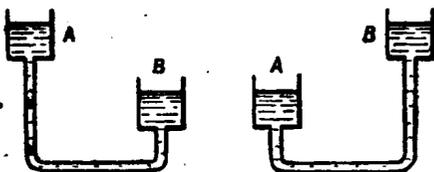


Fig. 57.

Réalisation d'un courant alternatif hydraulique.

Considérons les deux vases communicants A et B qui peuvent être portés alternativement plus haut l'un que l'autre. Quand A commence à monter, le courant va vers B. Mais à peine cette direction est-elle prise que B remonte à son tour et qu'un courant de sens opposé s'établit. Entre ces deux mouvements, il existe un instant où la circulation est arrêtée dans le tuyau : c'est au moment où les deux vases sont sur le même niveau horizontal.

On représente graphiquement le courant alternatif par la courbe de la figure 58. L'intensité en ampères (ou en milliampères, selon le cas), est indiquée sur la ligne verticale; la ligne horizontale marque le temps.

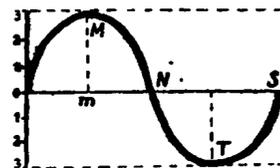


Fig. 58.

Représentation graphique d'un courant alternatif.

L'intensité 0 correspond au moment où les vases sont sur le même plan. Le courant s'accroît ensuite dans un sens, pour atteindre sa puissance maximum au point M; puis il décroît, redevient nul en N et prend insensiblement la même intensité dans le sens négatif. La ligne *Mm* indique l'intensité maximum du courant.

La portion OS représente une période. Chaque période comprend deux alternances.

La fréquence des courants alternatifs est très variable; elle s'étend de 25 ou 50 périodes (distribution d'énergie et d'éclairage) à 30 000 000 et plus (courants de très haute fréquence utilisés en radio).

De même que pour le courant continu, la tension du courant alternatif s'exprime en volts, l'intensité en ampères, et sa puissance réelle en watts.

b) Sa production

Nous avons dit précédemment que pour obtenir un courant électrique continu, on utilisait des piles et des accumulateurs. Mais ces appareils ne peuvent fournir qu'un courant de faible intensité.

Pour créer une énergie électrique de grande puissance, on se sert industriellement de machines *génératrices*. Celles-ci peuvent être à courant continu ou à courant alternatif. Notons que dans ces deux catégories, le courant produit est toujours alternatif; il est ensuite *redressé*, grâce à un dispositif spécial, dans les machines à courant continu.

ALTERNATEURS. — Dans l'industrie, on utilise couramment les alternateurs, qui peuvent produire une force électromotrice de 5 à 10.000 volts, avec des fréquences variant de 25 à 50.000 périodes. L'inducteur est un électro-aimant dont la puissance est très grande et dont le grand nombre de pôles permet d'obtenir une fréquence élevée. L'induit est constitué par des bobines groupées en série, en face desquelles les électro-aimants tournent à grande vitesse.

Le principe sur lequel repose le fonctionnement des alternateurs est le même que celui sur lequel repose le fonctionnement des dynamos à courant continu. Il est le suivant : variation de flux pénétrant dans un circuit de fils conducteurs. L'inducteur peut être fixe ou mobile.

LAMPES. — On conçoit que les alternateurs sont insuffisants pour produire les courants de très haute fréquence utilisés dans la transmission des ondes courtes. Aussi, a-t-on recours à un générateur d'oscillations beaucoup plus souple : la lampe à trois électrodes ou ses dérivés, organes merveilleux qui remplissent avec une perfection remarquable les multiples fonctions que nous décrirons dans le chapitre suivant.

c) Sa transformation

Pour transmettre à distance l'énergie électrique, le courant alternatif est préférable au courant continu, car il se prête beaucoup plus facilement aux transformations de tensions et permet de réduire les pertes (énergie transformée en chaleur) qui, selon la *loi de Joule*, sont proportionnelles à l'intensité du courant transmis.

On se sert donc de courants à intensité réduite, mais de tension très élevée, atteignant souvent 100.000 et 200.000 volts, la puissance *P* restant toujours la même :

$$P \text{ (en watts)} = E \text{ (en volts)} \times I \text{ (en ampères)}.$$

Cette possibilité de transformation, qui est l'un des gros avantages du courant alternatif, s'effectue à l'aide de transformateurs.

TRANSFORMATEURS. — Un transformateur est constitué d'un noyau magnétique autour duquel sont bobinés deux enroulements indépendants, ayant respectivement *N* et *N'* tours.

Le bobinage qui reçoit le courant inducteur se nomme le *primaire P*; celui dans lequel prend naissance le courant induit s'appelle le *secondaire S* (fig. 61).

Le rapport du nombre de tours (*N' : N*) se nomme rapport de transformation. Si ce rapport est 30, le secondaire possède 30 fois plus de spires que le primaire; il a, en principe, une tension 30 fois plus forte et un débit (intensité) 30 fois plus faible.

Ainsi, un tel organe donnerait, avec un courant alternatif primaire de 15 ampères et 120 volts, un courant secondaire de 0,5 ampère sous 3.600 volts.

Pour répondre à une question qui nous a été souvent posée au sujet de l'alimentation des récepteurs, ajoutons qu'un transformateur pour courant de 50 périodes ne peut être utilisé sur un

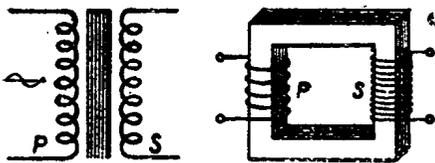


Fig. 61.

Transformateur.

Représentation symbolique.

Représentation schématique.

secteur de 25 périodes, car la résistance inductive de son primaire est insuffisante. Par contre, on peut, sans autre inconvénient qu'une diminution de puissance, lancer un courant de 50 périodes dans un transformateur construit pour 25 périodes.

Lorsqu'on commande un transformateur d'alimentation, il faut avoir soin d'indiquer la tension primaire (secteur 110 ou 220 volts), la tension désirée au secondaire (en volts) et le débit maximum (en ampères ou milliampères).

d) Ses propriétés

Examinons maintenant comment se comporte le courant alternatif dans différents circuits contenant une résistance, une self et une capacité.

CIRCUIT AVEC RESISTANCE. — Dans ce premier cas, l'intensité et la force électromotrice conservent leur maximum; elles croissent, s'annulent, changent de sens au même moment et sans décalage : on dit qu'elles sont en phase (fig. 62). Ces deux facteurs sont toujours liés par la loi d'Ohm : $E = I \times R$.

CIRCUIT AVEC SELF. — La présence d'une bobine dans un circuit, même lorsque sa résistance ohmique, représentée par R_1 , est négligeable, provoque l'effet de self-induction et diminue l'amplitude de ce courant, et ceci d'autant plus que la self est plus forte et la fréquence plus élevée. Nous en avons dit la raison.

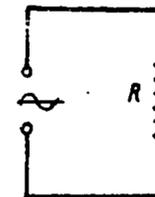


Fig. 62.
Circuit avec résistance.

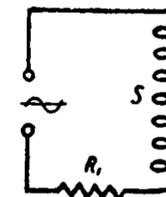


Fig. 63.
Circuit avec self.

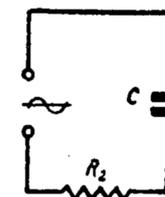


Fig. 64.
Circuit avec capacité.

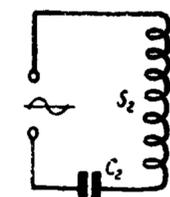


Fig. 65.
Circuit avec self et capacité.

CIRCUIT AVEC CAPACITE. — Un condensateur placé dans le circuit d'un courant alternatif en diminue également l'amplitude; mais le décalage est en sens inverse (fig. 64).

Contrairement à ce qui se passe avec la self, cette action est d'autant plus marquée que le condensateur est plus faible et la fréquence du courant moins élevée.

CIRCUIT AVEC SELF ET CAPACITE. — Les propriétés d'un circuit contenant une self *S* et une capacité *C* (fig. 65) découlent des remarques précédentes.

DECHARGE OSCILLANTE D'UN CONDENSATEUR

Il nous faut compléter ici les notions précédemment données sur le condensateur, organe qui joue un rôle de premier plan dans l'émission et la réception.

Considérons un circuit contenant une bobine S et un condensateur chargé. Si nous fermons l'interrupteur I, il se produit un courant de décharge à travers la bobine.

Cette décharge est-elle définitive et instantanée? Evidemment non, car le courant est prolongé par un courant induit de même direction. Le condensateur sera donc *rechargé*.

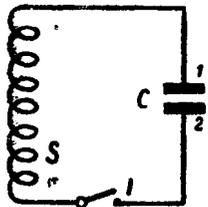


Fig. 66.
Circuit oscillant
Self et condensateur.

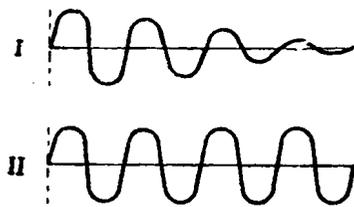


Fig. 67.
Oscillations de décharge
I. Amorties. — II. Entretenues.

Et alors les phénomènes contraires se reproduisent. Les électrons oscillent entre les deux plaques, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Mais ces oscillations diminuent rapidement d'amplitude, par suite de la résistance du circuit : on dit qu'elles *s'amortissent*. L'ensemble de ces décharges successives prend le nom de train d'oscillations amorties (fig. 67-I).

Il devient alors nécessaire de recharger le condensateur : on obtiendra ainsi un nouveau train d'oscillations semblable au premier. Nous verrons ultérieurement comment on peut obtenir ces oscillations *entretenues*.

CIRCUIT OSCILLANT

Le circuit que nous venons de décrire est appelé « circuit oscillant ». Il constitue la base fondamentale des problèmes de T.S.F.

Le rythme de charge et de décharge du condensateur donne à ce circuit une fréquence qui lui est propre, et, par voie de conséquence, une longueur d'onde déterminée.

On peut calculer ces facteurs à l'aide de la *formule de Thomson*. Si la résistance du circuit est négligeable, comme cela se produit dans les montages bien établis, la période propre d'oscillation T (en fraction de seconde) est égale à $2\pi\sqrt{LC}$, L représentant la self du circuit (exprimée en henrys); C, la capacité du condensateur (en farads); π ayant la valeur connue 3,14.

La fréquence *f* du circuit, qui est inversement proportionnelle au temps de la période, est donnée par l'inverse de ladite formule, soit $f = 1 : 2\pi\sqrt{LC}$

Quant à la longueur d'onde, en mètres, elle découle de la formule

$\lambda = 1,885 \sqrt{LC}$. L étant exprimée, cette fois, en microhenrys et C en micromicrofarads. Ainsi lorsqu'un circuit oscillant est constitué par une bobine de 50 spires, dont la self est de 200 microhenrys, et un condensateur de 200 micromicrofarads (0,2/1000 de microfarad), la longueur d'onde est de :

$$\lambda = 1,885 \sqrt{200 \times 200} = 377 \text{ mètres}$$

Le problème de la réception consiste à donner aux circuits oscillants du récepteur la même fréquence, et partant la même longueur d'onde, que celles de la station d'émission choisie. On dit qu'il y a *résonance* entre les deux circuits.

SELECTIVITE D'UN CIRCUIT OSCILLANT. — Le propre d'une émission est de faire paraître aux bornes du circuit oscillant de réception LC une différence de potentiel aussi élevée que possible.

L'idéal, pour un récepteur, serait de reproduire cette émission avec puissance et de n'être influencé par aucune autre.

En fait, ce résultat est assez difficile à obtenir, car, si le circuit oscillant de réception vibre avec enthousiasme pour l'onde de son choix, il est également influencé par les émissions de fréquences voisines : d'où ces brouillages et interférences qui se manifestent avec plus ou moins d'intensité, selon la nature du montage.

On dit que l'appareil a une bonne ou une mauvaise *sélectivité*. Cette qualité est subordonnée à un certain nombre de facteurs que nous étudierons par la suite.

Les efforts des constructeurs ont tendu, depuis de longues années, à donner aux circuits de résonance une courbe pointue. Mais on ne peut exagérer dans ce sens, car si l'onde porteuse possède une fréquence nettement déterminée, la modulation microphonique crée de part et d'autre de celle-ci une « bande » de fréquence musicale qu'il convient de respecter, si l'on veut éviter l'altération de l'audition.

Il a été convenu que chaque émetteur occuperait, avec ses deux bandes latérales, 9.000 pér./sec. ou 9 kilocycles. Les récepteurs doivent donc pouvoir reproduire cette bande passante.

Ils sont généralement dotés, à cet effet, d'organes de liaison spéciaux, dits « filtres de bande », composés de deux circuits oscillants faiblement couplés et accordés sur la même fréquence.

COURANTS DE HAUTE FREQUENCE. — Nous ne nous attardons pas sur les différentes fréquences des courants alternatifs, seuls ceux de haute fréquence, de 15.000 à 30.000.000 de périodes, offrant un réel intérêt en T.S.F. Nous avons dit qu'ils étaient produits, à la station émettrice, par une lampe oscillatrice.

Ajoutons enfin que plus la fréquence d'un courant est élevée, plus les pertes d'énergie sont nombreuses dans les divers circuits (effet pelliculaire extérieur, pertes dans les isolants, capacités parasites, etc.). L'emploi de matériaux de qualité dans les montages et le soin apporté dans les réalisations peuvent pallier à cet inconvénient.

T. S. F.

PRINCIPES GÉNÉRAUX

La T.S.F. a pour but d'établir une communication entre deux postes sans aucun fil conducteur.

Dans la télégraphie sans fil, le problème consiste à transmettre l'énergie électrique du poste d'émission pendant des durées plus ou moins longues et à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés à la cadence du Morse.

En radiophonie, les courants de haute fréquence émanant du poste *émetteur* sont modulés par les courants microphoniques, puis rayonnés à travers l'éther jusqu'aux postes *récepteurs* qui reconstituent les signaux (parole et musique) produits dans l'auditorium.

ÉMISSION

EMETTEUR A ONDES AMORTIES. — Les courants d'émission utilisés pour les premières communications radiotélégraphiques étaient produits par les étincelles d'un éclateur.

Le dispositif, imaginé par Hertz et modifié par Tesla, comprenait une bobine d'induction, parcourue par le courant d'électricité et aux extrémités de laquelle se trouvaient les branches de l'éclateur, un manipulateur et un interrupteur.

Les extra-courants produits périodiquement par la fermeture du circuit donnent naissance à une série d'oscillations. Par suite de la décharge oscillante d'un condensateur, chaque train d'ondes est transmis par une self à l'antenne.

EMETTEUR A ONDES ENTRETENUES. — L'arc électrique fut utilisé à partir de 1892 comme émetteur d'ondes.

Ces émetteurs, très employés en télégraphie, à un certain moment, avaient malheureusement de nombreux harmoniques et encombraient une large plage de longueurs d'onde.

Vinrent ensuite les alternateurs, dont nous avons parlé.

Emetteurs radiotéléphoniques. — L'apparition de la lampe à trois électrodes fit faire de rapides progrès à l'émission et permit l'établissement de communications radiotéléphoniques.

On connaît le mécanisme de ces dernières : un courant de haute fréquence, produit par un oscillateur, joue le rôle de véhicule, de fil invisible, destiné au transport à distance de la parole et de la musique.

Le microphone A, qui reçoit les ondes sonores de l'auditorium, transforme celles-ci en courants électriques d'intensité variable, qui

sont amplifiés par l'amplificateur microphonique B et dirigés vers l'appareil modulateur. Cet organe superpose le courant de basse fréquence du microphone au courant de haute fréquence de l'oscillateur, et donne ainsi un courant de haute fréquence *modulé*.

Ce dernier est amplifié de nouveau par des amplificateurs intermédiaires et par un étage final que nous avons condensé en un seul meuble pour simplifier la gravure.

Le courant de grande puissance ainsi obtenu parcourt la self L_1 , couplée inductivement à la self d'antenne L_2 , qui transmet les oscillations à l'aérien, en vue de leur radiation dans l'espace.

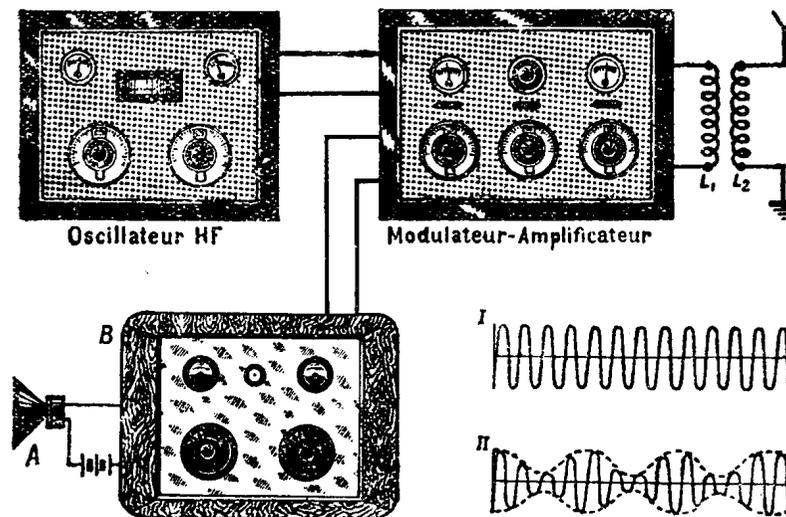


Fig. 76.

Dispositif moderne pour émission radiotéléphonique.

Nous représentons à la figure 76-I le courant de haute fréquence tel que le produit l'oscillateur. En II, nous voyons ce même courant modulé par le courant issu du microphone. C'est ce dernier qui, après amplification, produit les bourrasques de l'éther qui, sous forme d'ondes électromagnétiques, impressionnent à distance les antennes réceptrices.

Nous parlerons ultérieurement du fonctionnement de la lampe montée en oscillatrice. Disons dès maintenant que, dans les stations d'émission puissantes, on utilise des lampes à gros filaments pouvant absorber plusieurs ampères. Il s'y produit un grand dégagement de chaleur. Pour empêcher les organes d'atteindre une température trop élevée, on établit une circulation d'eau, comme pour le refroidissement des moteurs d'automobiles.

Avant d'aborder le chapitre de la réception, nous allons donner quelques précisions sur la propagation de ces ondes.

PROPAGATION

Jusqu' alors, nous avons supposé que les ondes radioélectriques, créées dans l'éther par le champ électromagnétique de l'antenne d'émission, venaient impressionner directement les antennes de réception. Le moment est venu de donner quelques précisions sur la propagation de ces ondes.

Certaines d'entre elles suivent la courbure de la terre et atteignent ainsi directement les organes récepteurs : ce sont les *ondes directes*. Mais on conçoit qu'une partie de l'énergie est absorbée par le sol et surtout par les grandes surfaces métalliques. Cette absorption est d'autant plus importante que les ondes sont plus courtes.

Il est maintenant établi qu'une grande partie des ondes émises par les stations de radiodiffusion se dirigent vers la haute atmosphère, à des hauteurs variant de 100 à 250 kilomètres et rencontrent à cet endroit une couche conductrice, qui les renvoie vers la terre, comme le ferait un miroir : ce sont les *ondes indirectes*. Cette couche porte le nom du physicien américain Heaviside.

En ce qui concerne les grandes ondes, la réception directe est à peu près la seule existante.

La propagation des ondes moyennes s'effectue par les ondes directes et indirectes. Mais comme le chemin parcouru par ces ondes n'est pas le même, il en résulte des déphasages qui produisent des renforcements ou des évanouissements. C'est le phénomène du fading.

Quant aux ondes courtes, elles utilisent la propagation indirecte. Mais les chemins suivis sont très variés, la couche ionisée étant en perpétuelles variations, et le fading est très violent.

RÉCEPTION

Nous connaissons le principe général de la réception : les ondes électromagnétiques créées par l'antenne d'émission se propagent dans toutes les directions à la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde.

Sous l'influence des torsions de l'éther, les électrons de chaque antenne réceptrice se déplacent alternativement de haut en bas et de bas en haut, tantôt s'accumulant à la partie supérieure de l'aérien, tantôt se précipitant vers la terre.

L'antenne idéale se présente donc sous forme d'un fil vertical. Mais généralement, pour permettre aux électrons de s'accumuler en plus grand nombre à sa partie supérieure, on dispose des fils horizontaux qui augmentent la capacité de l'aérien.

Ainsi, l'antenne possède une self-induction et une capacité, ce qui lui permet de vibrer comme un circuit oscillant et de posséder une longueur d'onde propre. On comprend dès lors pourquoi elle ne capte pas indifféremment toutes les émissions.

Cette propriété particulière de l'antenne permet donc de l'assimiler à un tel circuit dont la période est donnée par la relation de Thomson : $T = 2\pi\sqrt{LC}$, et la longueur d'onde propre par la formule $\lambda = 1.885\sqrt{LC}$ (L exprimé en microhenrys et C en microfarads).

CIRCUIT D'ACCORD

Comme l'antenne doit être adaptée à la réception de toutes les ondes radiophoniques, on doit pouvoir varier sa *self* et sa *capacité*, de manière que l'expression $1.885\sqrt{LC}$ soit égale à la longueur d'onde que l'on désire recevoir : tel est le rôle de la bobine et du condensateur variable qu'on place à sa base et qui constituent le circuit d'accord.

Résonance. — Lorsque ce dispositif vibre à l'unisson de l'antenne d'émission, on dit qu'il y a résonance. Mais les effets de cette résonance peuvent être plus ou moins prononcés selon les montages réalisés.

Sélectivité. — La sélectivité varie, elle aussi, selon la réalisation des circuits d'accord. Lorsqu'on intercale, par exemple, le circuit oscillant dans le circuit antenne-terre, cette réception, dite « en direct », diminue la sélectivité de l'appareil, car elle augmente l'amortissement de l'ensemble.

MODES DE COUPLAGE. — Un premier procédé consiste à intercaler entre l'antenne et le circuit oscillant un condensateur C de

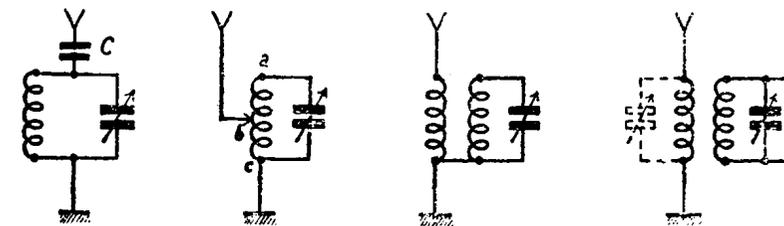


Fig. 80.
Couplage
électrostatique.

Fig. 81.
Couplage
en Oudin.

Fig. 82.
Couplage
en Bourne.

Fig. 83.
Couplage
en Tesla.

faible capacité (0,15/1000). Ce couplage, dit *électrostatique*, accroît la hauteur de la courbe de résonance (fig. 80).

Les autres montages sont dits *électromagnétiques* (ou inductifs).

La réception en « Oudin » est une amélioration (fig. 81). En effet, le circuit primaire *bc* ne s'identifie pas avec le circuit secondaire *ac* sur toute sa longueur.

Dans le couplage Bourne, représenté par la figure 82, les selfs primaire et secondaire n'ont plus qu'un point commun.

La réception en Tesla (fig. 83) est évidemment la plus sélective, car lesdites selfs sont complètement indépendantes et permettent d'obtenir, selon leur écartement plus ou moins prononcé, une sorte d'effet de filtre de bande.

Présélecteurs. — Au cours de ces dernières années, les constructeurs ont porté leurs efforts sur le problème de la sélectivité, devenu très aigu du fait de l'augmentation du nombre des stations d'émission. Ils ont ainsi été amenés à créer les « présélecteurs ».

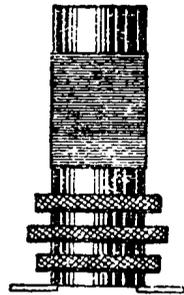


Fig. 84.

Elément d'un bobinage présélecteur.

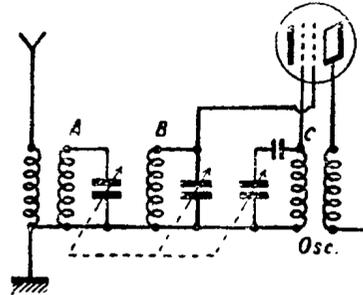


Fig. 85.

Représentation schématique d'un présélecteur-oscillateur.

Ces organes filtrent l'énergie radiante à travers des circuits oscillants successifs. Ils se placent entre l'antenne et la première lampe. La figure 84 donne la représentation réelle d'un présélecteur et la figure 85, le dispositif couramment employé devant les supers : un circuit d'entrée en Bourne, un circuit de grille, à la suite desquels vient le circuit de l'oscillateur.

Certains fabricants enferment dans le même blindage les circuits d'accord et le bloc oscillateur. Le même bouton commande les deux organes dans la commutation G.O. - P.O. - O.C.

DETECTION

Les explications qui précèdent nous ont permis d'établir que les courants de haute fréquence captés par l'antenne de réception créent une différence de potentiel alternative aux bornes de la self d'antenne.

Comment utiliser cette tension? Il semblerait qu'il suffise de connecter un écouteur à cet endroit. Mais nous avons dit précédemment que la membrane de cet appareil, étant donnée son inertie, ne peut se déplacer à la cadence des oscillations de haute fréquence. D'ailleurs, le pourrait-elle que notre oreille ne percevrait rien, car la limite des fréquences audibles est de 40.000.

Ces fréquences élevées n'étant plus d'aucune utilité, puisque leur fonction d'onde porteuse a pris fin, il ne reste plus qu'à les supprimer pour en extraire la composante basse fréquence qui correspond à la modulation : c'est le rôle du détecteur.

Nous savons que le détecteur le plus simple se compose d'un cristal de galène sur lequel repose un chercheur métallique. La conductibilité unilatérale de ce petit bloc de sulfure de plomb « redresse » le courant alternatif et ne laisse subsister que les ondulations de fréquence musicale produites au départ par le microphone. Les voyageurs se trouvent alors séparés de leur véhicule.

REPRODUCTION SONORE

Ces ondulations de basse fréquence font varier à leur cadence le champ magnétique de l'électro-aimant de l'écouteur. La plaque vibrante est attirée sur le même rythme et les bruits de l'auditorium se trouvent reconstitués en ondes sonores.

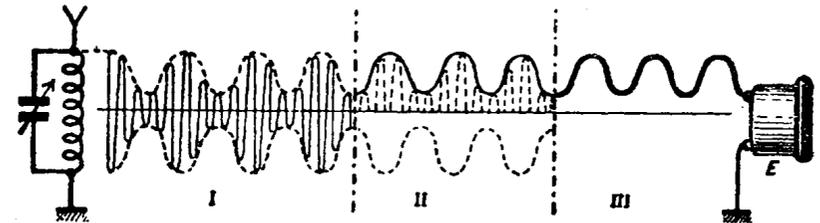


Fig. 86.

Transformation des courants à la réception.
I. Courants HF modulés. — II. Courants détectés. — III. Courant BF modulé.

La figure 86 schématise les diverses modifications que nous venons de décrire. Nous voyons successivement les oscillations modulées de haute fréquence (I) recueillies par l'antenne, puis ces mêmes courants détectés (II) et enfin la composante basse fréquence (III) qui agit sur l'écouteur E.

Il est bien certain que des courants ainsi utilisés ne peuvent fournir qu'une intensité d'audition très réduite. Nous étudierons, dans le chapitre suivant, le moyen de les amplifier.

LA LAMPE TRIODE

HISTORIQUE. — Pendant de longues années, les chercheurs ont tenté d'obtenir une amplification confortable des signaux.

Ce fut tout d'abord une cascade de microphones, qui augmentaient bien la puissance des courants, mais donnaient d'innombrables bruits parasites. Vers 1905, le physicien anglais Fleming, reprenant les expériences d'Edison et de Thomson, constata le pouvoir « redresseur » de la lampe à deux électrodes.

Deux ans plus tard, l'Américain de Forest eut l'idée d'ajouter à ce tube une troisième électrode, la grille, modification qui ne donna des résultats vraiment positifs qu'en 1912. Dès lors, la T.S.F. était née, avec la « lampe Audion ».

Nous ne citerons ici que pour mémoire la lampe diode, dont la conductibilité unilatérale fait un excellent détecteur, et nous aborderons immédiatement l'étude des caractéristiques de la lampe classique à trois électrodes.

COURBE CARACTERISTIQUE. — Les variations d'intensité du courant filament-plaque, par rapport au potentiel de grille, constituent la principale caractéristique d'une triode, car c'est d'elles que dépendent son pouvoir amplificateur et son emploi comme détectrice ou comme amplificatrice.

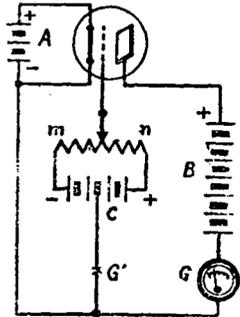


Fig. 88.

Montage permettant de relever les caractéristiques d'une triode.

Le filament est chauffé par la pile A de 4 volts, le — 4 étant réuni au — HT; la tension-plaque est fournie par la batterie B, de 80 v. par exemple.

Dans le circuit de grille, on intercale une pile C permettant de faire varier le potentiel de grille de — 10 à + 10. Pour cela, on connecte le point milieu de cette pile au point commun — 4 — 80 et on shunte C par un potentiomètre *mn* de 2.000 ohms.

Le curseur du potentiomètre est réuni à la grille. Placé au point *m*, il donne à celle-ci une tension de — 10 volts; ramené progressivement vers le point *n*, il la rend de moins en moins négative, puis neutre, lorsqu'il occupe la position médiane (celle indiquée sur la figure), et enfin de plus en plus positive, de 0 à + 10 volts.

Un galvanomètre G, inséré dans le circuit filament-plaque, indique à tous moments le débit du courant anodique (ou de plaque).

Prenons maintenant une feuille de papier sur laquelle nous traçons un trait vertical OH, dont les graduations indiquent l'intensité

du courant de plaque en milliampères. Sur une ligne horizontale, dont le milieu correspond au point O, nous portons les différentes tensions de grille, de — 10 à + 10.

Plaçons alors le curseur du potentiomètre au point *m* : la grille est polarisée à — 10 volts. Nous remarquons que l'aiguille de G reste immobile : aucun courant de plaque ne passe. Cela s'explique par le fait que la grille étant très négative, repousse les électrons négatifs du filament et leur interdit le chemin de la plaque. Nous plaçons un premier jalon *a* qui sera le point de départ de notre graphique.

A — 8 volts, l'aiguille dévie quelque peu (0,2 mA) : les premiers électrons atteignent la plaque. Nous notons le point *b* à la hauteur correspondante.

A — 6, le galvanomètre indique un courant de 0,5 mA : nous portons un nouveau point *c* à l'intersection des lignes menées verticalement de — 6 et horizontalement de 0,5 mA.

A — 4, le débit du courant anodique est de 1 mA : nous marquons le point *d* (afin d'éviter la surcharge du dessin, nous avons indiqué en pointillé, pour ce point seulement, les lignes de construction).

Pour une polarisation de — 2 volts, le courant est de 2,2 mA; pour 0 volt, nous avons 4 mA; ensuite, pour + 2 volts, 5,5 mA; pour + 4 volts, 7,1 mA; pour + 6 volts, 7,8 mA; pour + 8 volts, 8 mA; pour + 10 volts, 8 mA.

A ce moment, nous remarquons que le débit reste stationnaire : il y a saturation. La totalité des électrons émis par le filament atteint la plaque.

Il nous suffit de joindre par une ligne tous les points notés et nous obtenons la courbe caractéristique de la triode expérimentée. Pour toute valeur donnée du potentiel de grille, cette courbe nous permet de trouver immédiatement la valeur correspondante du courant d'anode.

Ajoutons que si nous avons placé un second galvanomètre au point G', nous aurions remarqué une déviation de l'aiguille de plus en plus accentuée, à mesure que la grille devient plus positive, ce qui indique l'existence d'un courant de grille. La courbe D qui le caractérise peut être établie par le même procédé que la précédente.

On voit que ce courant est beaucoup moins important que le premier.

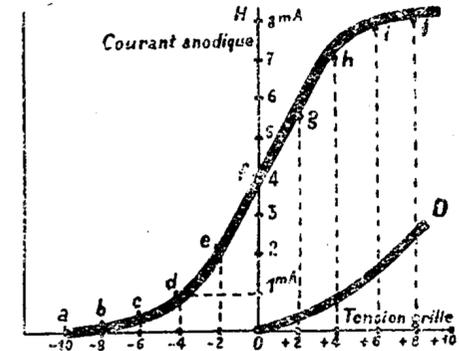


Fig. 89.

Tracé de la courbe caractéristique.

Mais si le potentiel de grille augmentait considérablement et devenait voisin du potentiel de plaque, la grille capterait une grande partie des électrons et le courant de plaque baisserait; la lampe fonctionnerait alors dans des conditions tout à fait défectueuses : forte consommation, faible amplification.

On se rend compte dès maintenant du rôle capital que joue le potentiel de grille dans le fonctionnement de la triode.

La courbe que nous avons établie correspond à un chauffage normal de 4 volts et à une tension anodique de 80 volts. Il est bien certain qu'elle subira des variations si nous modifions soit le chauffage, soit la haute tension. Nous pourrions ainsi, par le même procédé, construire des courbes complémentaires.

I. Fonction amplificatrice

Dans la première partie de l'ouvrage, nous avons dit qu'il suffisait d'une simple tension appliquée à la grille d'une lampe pour obtenir une forte variation du courant de plaque : d'où ce merveilleux pouvoir amplificateur des tubes à vide.

Connaissant le fonctionnement général de ceux-ci, il nous est facile d'étudier ce phénomène avec plus de précision.

Reprenons, avec un autre tube, l'expérience indiquée à la figure 88, et notons attentivement les variations du courant de plaque pour chaque variation de la tension grille.

A cet effet, prenons une feuille de papier et portons sur un trait horizontal, ou axe des abscisses, les volts appliqués à la grille, tandis qu'un trait vertical, ou axe des ordonnées, indique le débit du courant de plaque en milliampères (mA).

Pour une tension anodique de 50 volts, nous remarquons que le courant de plaque est nul à -4 volts grille; il en est de même à -3 volts. Lorsque le potentiomètre est placé à -2 volts, ce courant apparaît et le milliampèremètre indique 0,1 mA.

Continuons à manœuvrer le curseur : pour -1 volt grille, le courant anodique est de 1 mA; pour 0 volt grille, il est de 2 mA; puis successivement pour $+1$ volt, 3 millis; pour $+2$ volts, 4 millis, etc. En résumé, le courant de plaque croît de 1 milliampère pour chaque augmentation de 1 volt de la tension grille (fig. 92-I).

Si nous avons pris une tension anodique plus forte, 80 volts par exemple (ligne en traits mixtes), le courant de plaque apparaîtrait beaucoup plus tôt, à -4 volts, mais, comme dans le cas précédent, il croîtrait de 1 milliampère par volt. En effet, élevons une verticale de la division -2 volts : le point d'intersection *m* avec la courbe se trouve à hauteur de la division 2 mA; le courant anodique est donc de 2 millis. Cherchons le point de correspondance pour -1 volt : nous trouvons *n*, correspondant à 3 mA, et ainsi de suite. Il en serait de même pour des tensions plaque de 100 et de 150 volts.

Reprenons maintenant cette expérience, mais en faisant varier uniquement la tension anodique, le potentiel de grille restant à 0. Portons les résultats sur une autre feuille de papier où nous avons indiqué horizontalement les tensions de plaque successivement envisagées et verticalement le débit du courant anodique.

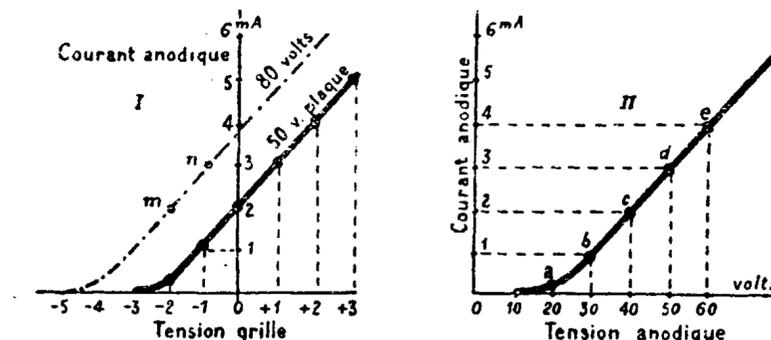


Fig. 92.

Courbes comparatives permettant de connaître le pouvoir amplificateur d'une triode.

Nous constatons que pour 0 volt plaque, le courant est nul; pour 10 volts également; il s'amorce à 20 volts (point *a*). A 30 volts (point *b*), il correspond à 1 milliampère; à 40 volts (*c*), il est de 2 mA; à 50 volts (*d*), de 3 mA; à 60 volts (*e*), de 4 mA, etc., avec un accroissement de débit de 1 mA pour chaque augmentation de 10 volts appliquée à la plaque. Nous obtenons ainsi la courbe de la figure 92-II.

Si nous comparons les deux courbes 92-I et 92-II, nous voyons que la même variation du courant anodique (1 milliampère dans le cas qui nous intéresse) est obtenue, soit en augmentant le potentiel de grille de 1 volt, soit en augmentant celui de plaque de 10 volts.

Pour ladite lampe, les variations de débit anodique sont donc dix fois plus fortes pour une variation de tension appliquée à la grille que pour cette même variation de tension appliquée à la plaque.

Nous pouvons déduire de ce qui précède les propriétés générales de la lampe triode, ou, plus précisément, ses caractéristiques électriques. Celles-ci dominent également l'étude de toute lampe à grilles multiples. Nous envisagerons successivement le coefficient d'amplification, la résistance interne et la pente.

Valeurs fondamentales

Coefficient d'amplification. — Dans l'exemple précité, nous avons vu que la lampe amplifie dix fois les variations de potentiel appliquées à la grille. On dit que son coefficient d'amplification est égal à 10.

Nous dirons que ce coefficient d'amplification est le rapport qui existe entre les variations de potentiel qu'il faut appliquer à la plaque et celles qu'il faut appliquer à la grille pour obtenir la même variation du courant de plaque.

Ici, le coefficient d'amplification en volts, généralement désigné par la lettre k , est égal à $10 : 1 = 10$. Il peut varier, selon les lampes, de 3 à 200 et au delà.

Résistance interne. — La résistance interne Q d'une lampe est la résistance que les électrons ont à vaincre pour se rendre du filament à la plaque. Elle est d'autant plus grande que ces électrodes sont plus éloignées l'une de l'autre. Pour la déterminer, on divise les variations de tension anodique, en volts, par les variations d'intensité du courant de plaque, en ampères; soit pour le cas présent : $Q = 10 : 0,0001 = 10.000$ ohms.

Pente. — La pente, encore appelée inclinaison, permet d'apprécier le pouvoir amplificateur d'un tube. On se rend compte que plus la courbe caractéristique de la figure 92-I est verticale, plus grand est le pouvoir amplificateur de la lampe.

La pente S indique l'accroissement du courant de plaque par volt-grille et s'exprime en mA/volt. On l'obtient en divisant le coefficient d'amplification par la résistance interne. Ainsi une lampe dans laquelle $k = 10$ et $Q = 10.000$ a une pente égale à $10 : 10.000 = 0,001$, soit 1 mA/volt. Si la résistance interne n'était que de 5.000 ohms, la pente serait égale à $10 : 5.000 = 0,002$ ou 2 mA/volt.

MECANISME DE L'AMPLIFICATION

Nous schématisons, à la figure 93, une triode montée en amplificatrice à la suite du circuit oscillant d'antenne. Nous distinguons la pile de chauffage A , de 4 volts, la batterie de plaque P , de 80 volts, et une pile de grille G , de 2 volts, dont nous décrirons le rôle.

Nous représentons, d'autre part, à la figure 94, la courbe caractéristique de cette lampe ainsi montée. La ligne horizontale porte les différentes tensions de la grille (tensions négatives à gauche du O , et tensions positives à droite); la ligne verticale indique celles du courant anodique en milliampères.

La grille ayant une tension négative permanente de -2 volts assurée par la pile G , son point de fonctionnement est en F , point situé sur la verticale élevée de -2 . Donc, au repos, le courant de plaque est de 4 mA, division de la ligne OR qui correspond horizontalement au point F .

Appliquons maintenant à la grille les variations de potentiel du circuit oscillant d'antenne LC . Ces tensions alternatives sont assez faibles et représentent des fractions de volt. Pour faciliter le raisonnement, supposons qu'elles sont de l'ordre de 1 volt.

Au cours de l'alternance positive, la tension de grille passe de -2 à -1 ; au cours de l'alternance négative, elle va de -2 à -3 . Cette tension alternative d'attaque est représentée par la ligne sinusoïdale cd .

Or, la tension de grille de -1 volt correspond verticalement au point m de la courbe et à un courant anodique de 6 mA; celle de -3 volts correspond au point n et à un courant de 2 mA.

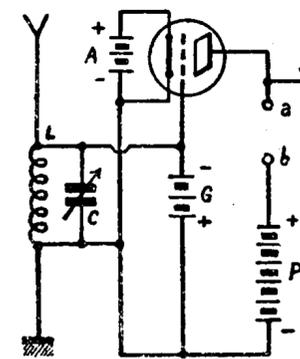


Fig. 93.
Triode amplificatrice
en premier étage HF.

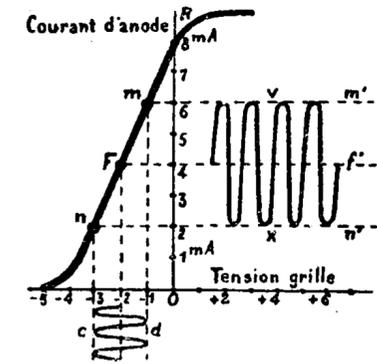


Fig. 94.
Courbe de fonctionnement
d'une triode amplificatrice.

Nous voyons que les deux alternances de grille font périodiquement varier le courant de plaque de 4 à 6 mA et de 4 à 2 mA, variations qu'indique la seconde ligne sinusoïdale vx , obtenue à l'aide des horizontales mm' et nn' .

Ces variations du courant de plaque ont la même fréquence que les variations de la tension de grille qui les provoquent. Il en résulte que la lampe transforme les variations de tension en variations d'intensité.

Pour utiliser ces dernières, il faut les transformer à leur tour en variations de potentiel (ou de tension) : c'est le rôle de l'organe de liaison (circuit oscillant, self, résistance, transformateur) que l'on insère dans le circuit d'anode en ab .

Ainsi donc, si le coefficient d'amplification de la lampe est égal à 10, les tensions alternatives produites en L par le poste d'émission se retrouvent aux bornes de ab avec une puissance dix fois plus grande.

Il suffit maintenant d'appliquer ces dernières à la grille d'une autre lampe pour obtenir une nouvelle amplification de 10, c'est-à-dire une résultante définitive (théorique) de 100. Nous disons « théorique », car les organes ne sont pas parfaits et les pertes de courant par fuites ou par induction sont inévitables, surtout en haute fréquence, les courants de L ayant une tendance à gagner la sortie S

par la capacité parasite grille-plaque. C'est pourquoi, dans la technique actuelle, on n'utilise plus la triode que comme amplificatrice basse fréquence, classe A ou classe B.

Les techniciens rangent dans la classe A le montage de la triode tel que nous venons de le présenter : la lampe travaille sur la partie rectiligne de sa courbe.

La méthode d'amplification classe B n'utilise, au contraire, qu'une seule alternance d'attaque et repose sur une polarisation de grille telle que le courant d'anode soit pratiquement nul lorsque la grille est au repos. Ce procédé trouve son emploi dans l'émission et dans les montages en push-pull.

La distorsion. — L'amplification idéale doit donner une reproduction exacte et amplifiée des oscillations d'entrée. Si cette condition n'est pas remplie, il y a distorsion. Généralement, ce phénomène est dû à ce que la grille ne travaille pas dans de bonnes conditions.

Si, par exemple, le point de fonctionnement F était placé beaucoup plus haut par une insuffisance de polarisation de grille, la lampe travaillerait dans sa courbe supérieure; la portion $m'f$ serait très réduite par rapport à $f'n'$. Il y aurait une détection indésirable et une déformation des sons.

On se rend compte, par ce qui précède, qu'une bonne polarisation de grille est extrêmement importante.

II. Fonction détectrice

Nous savons que le problème de la détection revient à redresser les courants de haute fréquence de manière à ne laisser subsister que la modulation, sous forme de courant de basse fréquence, capable d'agir sur la membrane du haut-parleur.

Ce redressement peut être obtenu de deux manières : soit en utilisant la conductibilité unilatérale du circuit filament-plaque (la lampe travaille alors comme une simple valve à deux électrodes, ou *diode*); soit en montant la triode en détectrice amplificatrice (c'est le cas de la détection par caractéristique de grille ou par caractéristique de plaque).

DETECTION PAR DIODE. — La présente étude se rapportant à la triode, nous nous étendrons peu sur le premier procédé. Celui-ci est d'ailleurs d'une extrême simplicité.

Nous savons que dans un tube à deux électrodes, un courant ne peut s'établir que lorsque la plaque est positive par rapport au filament. Si donc nous intercalons une diode dans le circuit d'antenne, chaque alternance positive déclenchera un courant entre la plaque et le filament, et comme ce courant « redressé » est modulé selon les variations du microphone d'émission, l'écouteur reproduira les sons de l'auditorium.

Nous représentons à la figure 96 un détecteur diode monté avec une triode dans laquelle la plaque et la grille ont été réunies.

Cet appareil possède la même sensibilité qu'un bon détecteur à galène. Il assure un parfait redressement, sans distorsion, et avec une grande stabilité, des courants de haute fréquence.

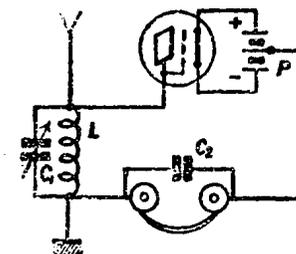


Fig. 96.
Détecteur diode
utilisant une lampe triode.

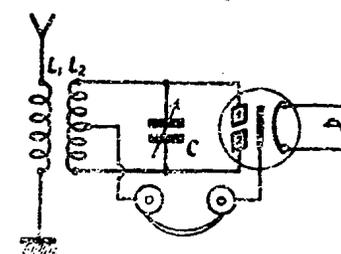


Fig. 97.
Diode biplaque
assurant une détection intégrale.

Toutefois, ce détecteur n'utilise qu'une seule alternance et l'on doit faire usage d'une diode à deux anodes (fig. 97) pour le redressement intégral des deux demi-périodes.

DETECTION PAR LA GRILLE. — La détection par la caractéristique de grille a été la seule employée jusqu'à l'apparition des supers. La triode se comporte comme un relais détecteur-amplificateur.

Le procédé indiqué à la figure 98 est dit : *détection grille par condensateur shunté*. On voit que la grille est reliée au pôle positif de la pile de chauffage par R_1 , résistance de forte valeur, shuntée par C_1 , condensateur de faible capacité.

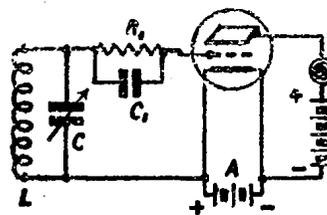


Fig. 98.
Triode montée en détectrice.
Procédé du condensateur shunté.

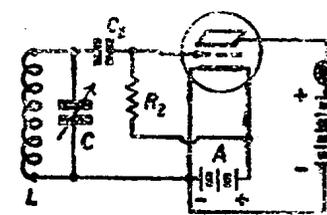


Fig. 99.
Autre méthode de détection
par caractéristique de grille.

Dans la variante indiquée par la figure 99, le retour de grille se fait au —4 (point commun) et la résistance R_2 est reliée au +4.

Ce mode de détection est surtout utilisé lorsqu'on ne dispose que de signaux faibles. Le redressement linéaire n'est pas parfait; le courant anodique est assez intense et le courant de grille provoque un certain amortissement.

DETECTION PAR L'ANODE. — La détection par courbure de caractéristique de plaque est plus recommandable que la précédente pour les oscillations d'une certaine amplitude.

Dans ce genre de détection, on polarise fortement la grille à l'aide de la pile B ou par tout autre moyen, afin que le point de fonctionnement F de la lampe se trouve au début de la courbure inférieure de la caractéristique, ce qui fait que le courant anodique est presque nul au repos.

Le montage à réaliser est indiqué par la figure 100. Dans la grille se trouve le circuit oscillant LC (qui peut être le secondaire d'un transformateur HF ou d'un Tesla) ainsi que la pile de polarisation B.

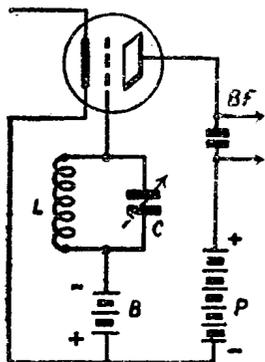


Fig. 100.

Détection par l'anode.

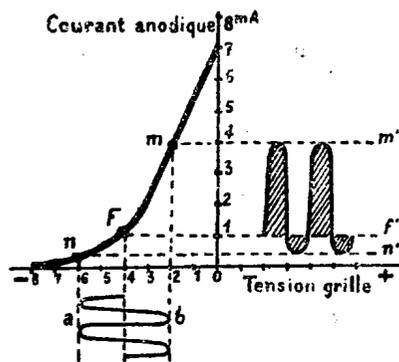


Fig. 101.

Mécanisme du redressement.

L'examen de la courbe (fig. 101) montre le mécanisme de la détection. La ligne horizontale inférieure indique les tensions de grille en volts; la ligne verticale, le courant anodique.

La grille est polarisée à -4 volts (valeur très variable selon le type de lampe); son point de fonctionnement est donc en F.

Les variations de potentiel *ba* produites par le circuit oscillant LC déplacent alternativement ce point en *m* et en *n*.

Les horizontales correspondantes *mm'*, *Ff'* et *nn'* montrent que, pendant les alternances positives, le courant de plaque passe de 1 à 4 mA, tandis que dans les alternances négatives, il diminue de 1 à 0,3 mA. Il y a donc beaucoup plus grande amplification des premières que des secondes.

Ces variations dissymétriques du courant anodique jouent le rôle d'un courant redressé dont la modulation basse fréquence fait vibrer le récepteur téléphonique.

L'idéal serait de supprimer la partie *f'n'*; mais cela est impossible, car il ne peut y avoir de coude brusque en F. Comme dans le cas précédent, la détection n'est pas unilatérale; mais elle présente néanmoins des avantages sur la détection par grille pour les signaux relativement puissants.

La grille étant toujours négative, aucun courant de grille ne peut apparaître; il n'y a donc aucune perte d'énergie dans le circuit, ni conséquemment aucun amortissement, et le récepteur y gagne en sélectivité.

D'autre part, l'amplification croît en raison du carré des tensions à détecter, au lieu d'être proportionnelle à ces tensions, comme dans un détecteur diode. Les signaux de forte amplitude peuvent donc être reçus avec une grande puissance. Ces particularités, jointes à la simplicité de sa réalisation, le font réserver aux récepteurs présentant une amplification HF assez importante ou aux changeurs de fréquence simplifiés.

DETECTION DE PUISSANCE. — Lorsque l'amplitude des signaux à détecter dépasse une certaine limite, la détection par l'anode provoque néanmoins une distorsion plus ou moins accentuée.

On utilisait alors couramment, il y a un certain nombre d'années, la détection dite de *puissance*. Le schéma est à peu près le même que celui de la détectrice classique. Mais, si le condensateur conserve sa valeur de 0,1/1000, la résistance qui le shunte doit être réduite à 250.000 et même quelquefois 100.000 ohms, la tension plaque étant portée à 200 ou 250 volts.

Comme le courant anodique est important et risquerait de saturer le transformateur, le circuit de plaque est constitué par une résistance et le transformateur, s'il est maintenu, placé en parallèle et séparé de celui-ci par un condensateur.

DETECTION PAR TRIODES COMBINÉES. — Ce dispositif, très recommandable par lui-même, présente cependant l'inconvénient d'exiger deux lampes, et, par voie de conséquence, un encombrement et une dépense supplémentaires. Aussi, les constructeurs se sont-ils évertués à placer les éléments de deux lampes dans la même ampoule, et c'est ainsi que l'on a vu successivement l'apparition des diodes-triodes, des diodes-tétraodes, binodes, doubles diodes-triodes, doubles diodes-pentodes, etc.

III. Fonction oscillatrice

La troisième fonction de la lampe, après l'amplification et la détection, est l'entretien des oscillations.

C'est grâce à cette faculté que possède la lampe de T.S.F. de pouvoir fournir des oscillations entretenues de toutes fréquences qu'on a pu réaliser des postes émetteurs de grande puissance, ainsi d'ailleurs que des récepteurs très sensibles.

On peut considérer cette troisième fonction comme un cas particulier de l'amplification.

Pour avoir une idée assez exacte de cet entretien d'oscillations, considérons un pendule simple, puis un balancier d'horloge.

Déplacé de sa position d'équilibre et abandonné à lui-même, le pendule décrit autour de celle-ci des déplacements réguliers, amples tout d'abord, puis de plus en plus faibles, et revient à sa position première. La courbe que l'on pourrait tracer est semblable à celle d'une oscillation amortie.

Pourquoi le balancier de l'horloge ne se comporte-t-il pas de même? Parce qu'à chaque déplacement, un ressort communique au mécanisme d'échappement, et par suite au balancier, une petite impulsion qui compense la perte d'énergie due au frottement, et entretient le mouvement oscillatoire.

Nous pourrions citer d'autres exemples et constater, dans tous ces générateurs d'oscillations, une source d'énergie (ressort, vapeur, électricité, etc.) et un organe de commande (roue d'échappement, vibreur de sonnette électrique, piston de moteur, etc.).

Cette comparaison va nous permettre de comprendre, par analogie, comment on peut entretenir des oscillations électriques dans un circuit à l'aide d'une triode.

Nous trouvons dans ce tube l'organe de commande auquel nous avons fait allusion : la grille. La source d'énergie est constituée par la batterie de plaque. Cette lampe est montée selon le schéma 105.

La grille est réunie au point commun O (pôles négatifs des deux batteries A et B) par l'intermédiaire d'une self S.

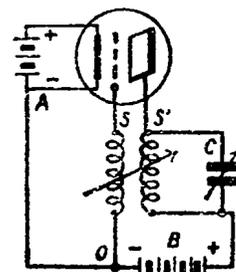


Fig. 105.

Montage d'une triode en oscillatrice.

La plaque est reliée à la haute tension par le circuit S'C dans lequel il s'agit d'entretenir les oscillations. L'amorçage de celles-ci est produit soit par l'allumage du filament, soit par le branchement de la pile B.

Comment va s'effectuer l'entretien? En voici la théorie élémentaire. Puisque S'C oscille, il y a variation de courant de la batterie B (les courbes précédentes nous en ont donné l'explication). Par suite du couplage SS', ces variations produisent, à leur tour, des variations du potentiel de grille.

Ces dernières provoquent de nouvelles variations du courant de plaque, qui réagissent sur le circuit de grille, etc.

En résumé, pour qu'il y ait entretien des oscillations, il suffit de monter une lampe en amplificatrice et de coupler son circuit de plaque, non à la grille de la lampe suivante, mais à sa propre grille.

Précisons toutefois que ce couplage ne suffit pas à lui seul. Il faut observer un certain sens dans l'induction des selfs : leurs bobinages doivent être disposés en sens inverse, et présenter ce que l'on appelle un coefficient de couplage négatif (simple question de connexions).

Un couplage nul ou insuffisant ne permet pas l'entretien des oscillations : on dit que l'oscillateur « n'accroche pas ». Un couplage exagéré fait disparaître toute oscillation. Il faut donc observer le

couplage optimum, capable d'entretenir le mouvement oscillatoire avec une amplitude normale.

Ajoutons que, dans la réception des ondes courtes, le couplage de la grille et de la plaque par capacité interne suffit pour faire osciller la lampe sans qu'il soit besoin de coupler les selfs. C'est pourquoi on s'est trouvé longtemps dans l'impossibilité d'amplifier les petites ondes en haute fréquence. On a remédié, par la suite, à cet inconvénient, en annulant cette capacité parasite (montages neutrodynes) ou en interposant un obstacle entre les deux électrodes (lampes à écran).

Le dispositif de la figure 105 n'est pas le seul qui puisse être réalisé. Ainsi, on peut placer le circuit S'C dans la grille.

La réaction. — Nous venons de voir qu'en couplant d'une façon convenable les bobinages de grille et de plaque, la lampe fonctionne en génératrice d'oscillations.

Si l'on diminue le couplage entre les deux selfs, on fait cesser le mouvement oscillatoire et la détectrice peut recevoir les émissions radiophoniques; mais on remarque que l'audition est beaucoup plus forte que si l'on recevait en supprimant la self de plaque.

Cette augmentation de puissance s'explique par l'effet de *réaction* dû au couplage de la bobine de plaque L_2 et de la bobine de grille L_1 , lequel couplage compense l'amortissement du circuit L_1C ; il en résulte, en outre, une augmentation de la sélectivité.

La figure 107 montre un récepteur Bourne avec réaction électromagnétique.

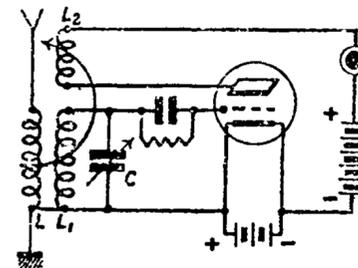


Fig. 107.

Montage permettant d'obtenir l'effet de réaction.

Le courant détecté, qui a subi une première amplification, revient dans L_1 et influence plus fortement la grille.

Il en résulte des modifications plus intenses dans le courant de plaque qui, revenant une nouvelle fois au circuit d'accord, produit des radiations de plus en plus amples de la tension de grille.

Un bon récepteur radiophonique avec détectrice à réaction exige un couplage minutieusement étudié. Si celui-ci est exagéré, la lampe oscille et devient un véritable émetteur : non seulement les qualités d'audition disparaissent, mais des sifflements se produisent dans les appareils récepteurs du voisinage, qui reproduisent également des sons altérés.

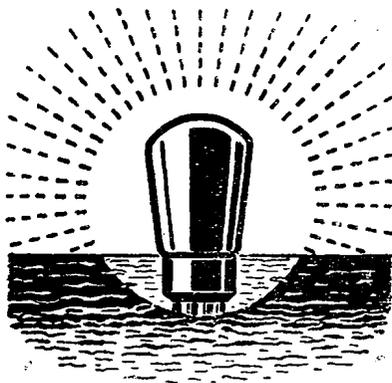
Nous verrons ultérieurement comment on peut utiliser les propriétés oscillatrices de la lampe, soit à l'émission (production de courants à haute fréquence), soit à la réception (fonctionnement en hétérodyne).

Applications

Après avoir étudié dans leurs détails les différentes fonctions de la triode, il nous resterait à décrire les montages qui viennent en application de chacune d'elles.

Ces réalisations, figurant dans notre Edition Générale en deux volumes, sous la dénomination de « montages fondamentaux », ne peuvent faire l'objet d'un chapitre spécial dans ce Précis, où la place est limitée. Mais nos lecteurs les trouveront décrits dans la partie consacrée aux « constructions d'appareils ».

Auparavant, afin de bien saisir le fonctionnement de ces différents montages, il nous faut parler des organes de réception (antennes, bobines, condensateurs, diffuseurs, etc.), des lampes dérivées de la triode (bigrilles, lampes à écran, pentodes, hexaodes, heptaodes, octodes, etc.), ainsi que des différents procédés d'alimentation des récepteurs (piles, accus, secteur).



DEUXIÈME PARTIE

Organes de réception

Signes conventionnels employés en T. S. F.

125		129		133		137	
126		130		134		138	
127		131		135		139	
128		132		136		140	

125. Antenne. — 126. Terre. — 127. Bobine d'accord. — 128. Condensateur fixe. — 129. Condensateur variable. — 130. Circuit oscillant. — 131. Transformateur. — 132. Transformateur à fer. — 133. Détecteur à galène. — 134. Source 4 volts. — 135. Batterie haute tension. — 136. Rhéostat. — 137. Potentiomètre. — 138. Résistance fixe. — 139. Résistance variable. — 140. Ecouteur, casque ou haut-parleur.

Antenne

L'antenne jouait un rôle capital avec les postes anciens; mais elle a perdu beaucoup d'importance depuis l'apparition des récepteurs modernes, sensibles et puissants.

Rappelons qu'une antenne extérieure, pour être efficace, doit être bien dégagée, soigneusement isolée, éloignée des murs et des masses métalliques et constituée, autant que possible, en fils à brins multiples. Elle peut comporter un, deux ou trois fils. L'antenne prismatique est particulièrement recommandable pour la réception des ondes courtes.

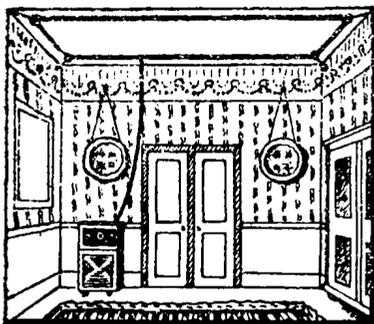


Fig. 143.

Antenne intérieure établie dans une pièce d'appartement.



Fig. 144.

Antenne intérieure utilisant un long couloir.

Les dispositifs intérieurs, qui étaient une exception il y a quelques années, sont généralement suffisants avec les appareils actuels. Ici encore, un isolement soigné est recommandable. Les figures 143 et 144 donnent des exemples d'installation de bon rendement.

Prise de terre

Une prise de terre rationnelle se réalise à l'aide d'une plaque métallique (zinc ou tôle) enfouie à 80 centimètres dans un sol humide. De nos jours, cet organe a également perdu de son importance et on se contente la plupart du

temps d'enrouler le fil de terre autour de la conduite d'eau ou de gaz préalablement décapée.

Lorsque les circonstances empêchent de faire une prise de terre convenable, on y supplée en disposant au-dessous de l'antenne, à quelque distance du sol, un fil ou mieux un treillage métallique également isolé. Ce « contrepoids » est particulièrement recommandable lorsque la réception est brouillée par des parasites industriels.

Bobines d'induction

Les bobines d'induction, encore appelées bobines de self, se présentaient autrefois sous forme de « nids d'abeille » ou de « fonds de panier » d'assez grandes dimensions.

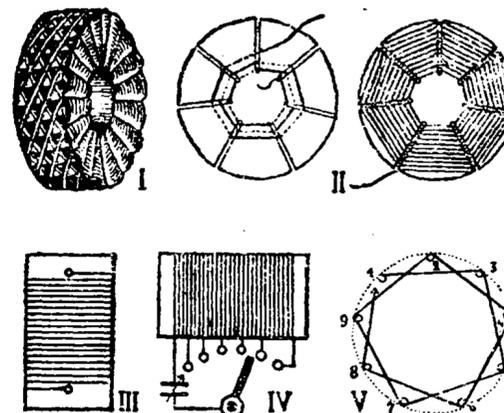


Fig. 152.

Bobines d'accord.

1. Nid d'abeille. — II. Fond de panier. — III. Bobinage cylindrique. — IV. Bobine à prises. — V. Gabion.

Pour les petites ondes, on recommandait l'emploi des bobines à une seule couche et des bobinages en gabion. La figure 152 représente ces différents selfs.

Dans les appareils modernes, les enroulements sont de faibles dimensions et ont une présentation se rapprochant de celle du présélecteur représenté à la figure 84. Nous avons dit qu'ils étaient placés à demeure dans le coffret et mis à volonté en service par un commutateur.

Condensateurs

Le complément indispensable de la bobine d'induction est le condensateur variable qui agit, lui aussi, sur la longueur d'onde de l'antenne. Placé en parallèle, il l'augmente; placé en série, il la diminue.

Condensateurs fixes. — Les condensateurs fixes sont établis pour avoir une capacité déterminée. Ils sont généralement constitués par des feuilles de papier d'étain et de mica superposées. Certains ont la forme tubulaire.

A cette catégorie de condensateurs appartient également les « électrochimiques » qui sont à liquide libre ou semi-immobilisé et jouissent d'une capacité élevée sous un poids et un volume réduits.

Condensateurs variables. — Les condensateurs variables sont constitués par une série de lames métalliques fixes entre lesquelles peuvent coulisser des lames mobiles manœuvrées par un bouton moleté. L'air joue le rôle d'isolant.

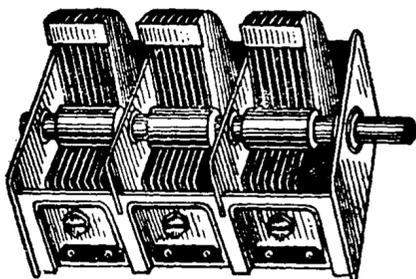


Fig. 159.
Condensateur triple
pour commande unique.

Autrefois, chaque circuit d'accord avait son condensateur variable indépendant. Dans les appareils modernes, pour simplifier les réglages, les condensateurs sont montés sur un même arbre et la commande s'effectue à l'aide d'un bouton unique (fig. 159).

Comme il est difficile de réaliser des selfs et des condensateurs rigoureusement identiques, l'« alignement des circuits » est assuré par des capacités correctrices nommées « trimmers » et « paddings » (fig. 160).

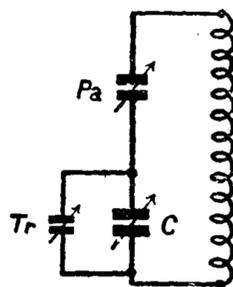


Fig. 160.
Trimmer Tr
et padding Pa.

Transformateurs

Dans la partie théorique, nous avons défini la constitution et le rôle des transformateurs (fig. 61), ainsi que le rapport de transformation. On distingue les transformateurs sans fer et les transformateurs à fer.

Les premiers sont constitués simplement par les enroulements primaire et secondaire. Ils sont principalement employés dans l'amplification en haute fréquence. Fonctionnant avec l'aide d'un condensateur d'accord, ils permettent d'obtenir l'effet de *résonance* et donnent une grande sélectivité à la réception.

Les transformateurs à noyau de fer sont plus généralement utilisés en basse fréquence ou dans les dispositifs d'alimentation. Cette adjonction d'une masse métallique étend d'une manière très sensible la gamme des longueurs d'onde que ces organes permettent de recevoir et les rend plus *apériodiques*, mais par contre moins sélectifs. Ainsi, en basse fréquence, ils amplifient sans fractionnement toutes les fréquences acoustiques.

Ajoutons que dans les récepteurs modernes, l'amplification BF à résistances tend à remplacer de plus en plus l'amplification par transformateur, car elle seule permet d'obtenir une très grande pureté.

Lampes

Nous avons exposé antérieurement le fonctionnement des lampes de T.S.F., encore appelées « tubes à vide ». Nous avons mis en relief leurs précieuses qualités. Il nous reste à décrire les types les plus couramment employés.

Lampes radio-micro. — Depuis 1924, ce type a remplacé progressivement les lampes à forte consommation. Non seulement ces valves consomment 8 à 12 fois moins que les précédentes, mais elles possèdent des propriétés électroniques bien supérieures. Caractéristiques : chauffage, 4 volts; débit, 0,06 à 0,08 ampère; tension anodique, 80 à 150 volts, avec débit de 2 à 3 millis; résistance intérieure, de 8.000 à 25.000 ohms.

Lampes bigrilles. — Cette catégorie possède les avantages des lampes précédentes et permet une réduction sensible de la tension plaque (10 à 45 volts selon le cas).

Les broches de filament et de grille extérieure sont disposées comme celles de la triode (fig. 21); mais la broche de plaque est au centre du culot et celle de grille intérieure lui succède (cercle P de ladite figure).

Dans les montages normaux, la grille interne, très rapprochée du filament, possède une tension sensiblement égale à celle de la plaque et provoque la libération d'un grand nombre d'électrons; d'où son nom de « grille accélératrice ». Dans les changeurs de fréquence, les deux grilles sont négatives; la résistance interne de la lampe est plus grande et une tension anodique plus élevée (40 volts) est nécessaire.

Lampes à écran. — Les lampes à grille-écran ont marqué un grand progrès dans la technique des lampes de réception. Elles permettent, en effet, d'obtenir une amplification

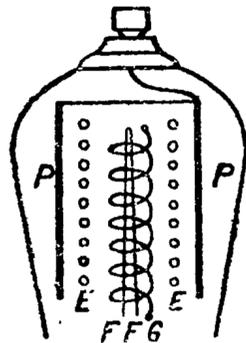


Fig. 169.
Coupe d'une
lampe à écran.

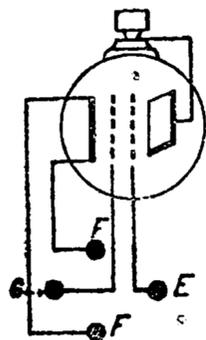


Fig. 170.
Correspondance
des broches.

très importante par étage et d'augmenter la sélectivité des postes récepteurs.

La figure 170 en donne la représentation schématique et les connexions avec les broches extérieures.

Interposée entre le filament

et la plaque, la grille-écran place le premier hors du champ électrostatique de la seconde et supprime les accrochages spontanés, si désagréables avec la triode. D'autre part, en permettant d'éloigner la plaque du filament, l'écran augmente considérablement la sélectivité, ainsi que le coefficient d'amplification.

Caractéristiques : tension de chauffage, 4 volts; intensité de chauffage, 0,07 ampère; tension anodique, 50 à 150 volts; intensité de courant anodique, 3 milliampères; tension

d'écran, 25 à 75 volts; résistance interne, 100 à 150.000 ohms.

Lampes de puissance. — Les lampes de puissance sont employées comme dernier étage BF. La lampe finale doit contrôler l'énergie fournie par les étages précédents; il en résulte, avec les lampes ordinaires, un effet de saturation qui occasionne une distorsion des sons. Les lampes de puissance, à faible résistance intérieure, évitent cet inconvénient et permettent d'obtenir un grand volume de son joint à une remarquable pureté.

On utilise à cet effet, soit des triodes à résistance intérieure de 1.500 à 6.000 ohms, avec débit de 10 à 20 milliampères, soit des trigrids d'une tension anodique de 120 à 250 volts, d'une résistance intérieure de 50.000 à 65.000 ohms et d'un coefficient d'amplification élevé.

Lampes secteur. — Le remplacement des accumulateurs par le courant alternatif a constitué un réel progrès dans l'alimentation des récepteurs. Mais il a fallu résoudre un grave problème : la tension alternative du secteur appliquée au filament entraîne des variations dans l'émission électronique et provoque un ronflement continu qui rend toute réception impossible. On doit avoir recours, en haute fréquence tout au moins, à un stratagème pour obtenir la constance de la température du filament.

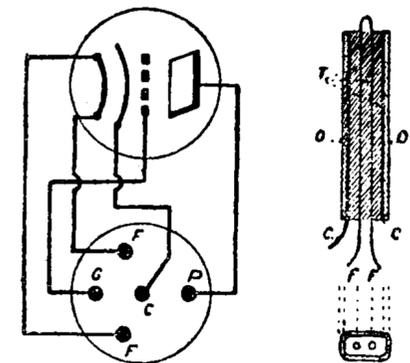


Fig. 171.

Lampe secteur à chauffage indirect. A droite, coupe du dispositif de chauffage : FF, filament chauffant. — C, cathode. — O, couche d'oxyde. — T, quartz isolant.

Les lampes de cette série comportent un filament auxiliaire qui joue uniquement le rôle d'élément chauffant (fig. 171).

Ce dernier, qui est replié sur lui-même, est enfilé dans un bâtonnet de quartz. Le tout est introduit dans un cylindre de nickel C, sur lequel se trouve déposée une couche O émettrice d'élec-

trons. Le quartz isole le filament chauffant du cylindre émetteur.

La chaleur dégagée par le premier se propage au second et provoque l'émission électronique. On conçoit ainsi que la température du cylindre reste constante : ces lampes sont dites à « *chauffage indirect* ».

En basse fréquence, les lampes de puissance ont des filaments assez gros pour que leur inertie calorifique ne s'oppose pas au chauffage par l'alternatif brut : de telles lampes sont dites à « *chauffage direct* ».

LAMPES A GRILLES MULTIPLES. — Dans la série à chauffage indirect, il y a eu, au cours de ces dernières années, toute une floraison de lampes à grilles multiples, depuis la trigrille HF, utilisée comme amplificatrice haute et moyenne fréquence, jusqu'à l'octode, qui est une parfaite oscillatrice, en passant par l'hexaode et l'heptaode. Leur emploi sera décrit dans les « *Constructions d'appareils* ».

Ajoutons enfin les lampes dites « à pente variable », dont la pente et le pouvoir amplificateur sont variables par suite de la modification de la polarisation de grille.

Lampes américaines. — Les lampes américaines diffèrent des lampes européennes en ce que l'électrode qui correspond au sommet de l'ampoule est non plus l'anode, mais la grille de commande. De plus, les broches sont en forme de cercle et le pouvoir amplificateur de ces tubes, plus réduit. Leur vulgarisation en Europe s'est trouvée facilitée par leurs prix relativement modiques.

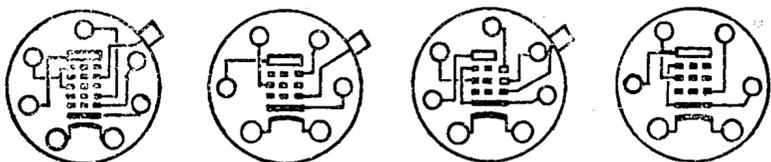


Fig. 176.

Culots de quelques lampes américaines, vus par dessous.
2A7 et 6A7 77 et 78 2B7 et 6B7 42 et 43

Les fabrications de 1940 ont apporté cependant des tubes de grandes performances qui peuvent rivaliser en puissance

et en sensibilité avec les lampes européennes. Nous en citons quelques-unes à la fin du chapitre des constructions.

Lampes transcontinentales. — Après s'être affrontées pendant plusieurs années, les techniques américaine et européenne se sont cependant fondues, dans certains cas, pour donner naissance à des lampes participant de leurs avantages respectifs. Dès 1935, on vit ainsi apparaître les séries dites « *transcontinentales* » dont les qualités électriques furent rapidement appréciées.

Les avantages de ces tubes sont les suivants : dimensions réduites, culots à contacts latéraux très efficaces, caractéristiques régulières, limitation des phénomènes parasites secondaires, métallisation accessible, grille de commande au sommet de l'ampoule.

L'année suivante, bénéficiant de l'expérience acquise sur ces derniers, apparurent les tubes de la série « rouge », qui présentent encore des améliorations considérables, inspirées de deux grandes directives : économie et sécurité.

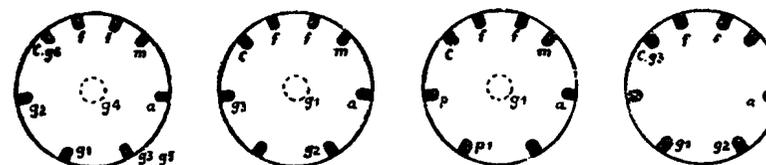


Fig. 178.

Culots de quelques lampes rouges très utilisées.
EK2 EF5 EBC3 EL5

Ces lampes consomment 1,26 watts au lieu de 2,6 et leur filament est chauffé à 6,3 volts.

LAMPES A PENTE VARIABLE. — Afin de conserver aux sons toute leur pureté, il est indispensable, dans certains récepteurs, de placer, au moins au second étage MF, une lampe à forte pente pour les signaux faibles, et de remplacer celle-ci par une lampe à faible pente pour les signaux puissants.

L'étude des caractéristiques des lampes a permis de trouver une solution beaucoup plus pratique. Les techniciens ont mis au point une lampe à pente variable, qui n'est autre qu'une lampe à écran dans laquelle une variation lente de

la polarisation réduit progressivement la pente de 1,2 à 0,005 mA/V (milliampère-volt).

Ce phénomène s'explique ainsi : lorsque la polarisation augmente, le courant de plaque diminue et la pente se trouve réduite. L'inverse se produit lorsqu'on diminue ou supprime la polarisation.

Lampes universelles. — Les lampes secteur continu étaient jusqu'alors peu employées, surtout avec le secteur à 110 volts, car leur tension anodique réduite ne fournissait qu'une amplification basse fréquence insuffisante. L'apparition des lampes américaines à chauffage indirect de la série 0,3 ampère, qui permettent d'obtenir d'excellents résultats dès 95 volts (jusqu'à 200) a donné la solution du problème.

De plus, leurs éléments chauffants ayant tous la même intensité, celles-ci peuvent être montées en série; il suffit que la somme des tensions de chauffage ne dépasse pas 110 volts. C'est ainsi qu'un récepteur à 5 lampes chauffées sous 20 volts fonctionnera dans d'excellentes conditions avec une faible résistance R absorbant 10 volts.

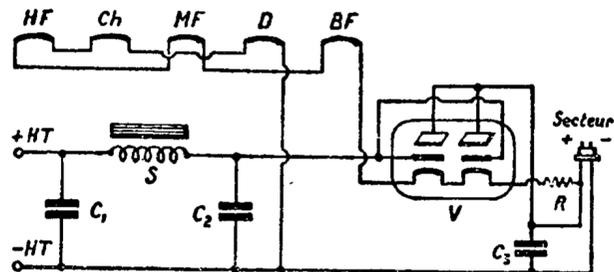


Fig. 180.
Dispositif d'alimentation tous courants permettant le fonctionnement sur secteurs continus et alternatifs.

Enfin, nouvel avantage, un poste réalisé avec ces lampes peut être alimenté sans modification par l'alternatif. On dispose donc, en définitive, d'un poste « tous courants ».

La valve biplaque V est une 25 Z 5; elle redresse l'alternatif sans transformateur. Si le secteur est continu, elle se comporte comme une simple résistance. La self de filtrage S est de faible résistance.

Les premières lampes européennes de ce type ont fait leur apparition au début de 1934. Elles consomment généralement 200 ou 300 millis sous 13, 20, 25 ou 30 volts.

Quelques types très utilisés

Types accumulateurs. — Haute fréquence : A 409. — A 410. — B 25. — R.O. 4125. — DZ 2222. — HL 410. — R.36. — HF à écran : A 442. — R.O. 4142. — C 150. — S 410. — DZ 2. — R. 81. — Bigrille : A 441 N. — R.O. 4141. — MX 40. — BG 4. — DZ 1. — TA 31. — Détectrice : A 415. — A 424. — R.O. 4324. — D 15. — DZ 1508. — R 76. — L 410. — BF intermédiaire : A 409. — A 424. — C 9. — L 410. — R.O. 4109. — DZ 908. — R. 75. — TA 09. — L 410. — BF finale : B 405. — B 406. — R.O. 4206. — D 9. — D 5. — P 415. — DX 502. — TB 05. — P 414. — Trigrille BF : B 443. — R.O. 4243. — D 100. — DX 3. — R. 79. — PT 425.

Types secteur. — Haute fréquence : E 435. — RS 4230. — S 440 N. — MH 4. — TE 38. — DW 4023. — HF à écran : E 442. — E 445 (pente var.). — RS 4142. — RS 4145 (p. v.). — TE 52. — TE 45 (p. v.). — T 4500. — S 4150 (p. v.). — MS 4. — Bigrille : E 441. — RS 4341. — TM 4. — DW 1 B. — TE 41. — Détectrice : E 424. — RS 4324. — TE 24. — TB 1 (duo-diode). — T 425. — GHL 4. — BF triode : E 409. — RS 4309. — T 410. — DW 1003. — ML 4. — BF de puissance : E 408. — RS 4404. — F 10. — DW 302. — PX 4. — R 80. — Trigrille BF : C 443. — RS 4343. — F 100. — DW 3. — TC 43. — Nouvelle série : Octode AKI (p. v.). — Pentode HF : AF 2 (p. v.). — ABI, double diode détectrice.

Lampes américaines. — SÉRIE 2,5 VOLTS : 2 A 7, heptode oscillatrice. — 24 A, tétraode à écran. — 2 A 6, duo-diode détectrice. — 77, 78, 57 et 58, pentodes HF. — 47, triode BF. — 82, valve biplaque. — SÉRIE 6,3 VOLTS : 6 A 7, heptode osc. — 6 C 6, pentode ampl. — 6 B 7, duo-diode pentode. — 36, tétraode à écran. — 37, détectrice. — 42, pentode BF de puissance. — 85, duo-diode triode détectrice. — Séries diverses : 5 VOLTS, pilaques 80 et 83. — 5 Z 3, triplaque. — 12 VOLTS : 12 A 7, pentode. — 12 Z 3, valve. — 25 VOLTS : trigrille 43 et valve biplaque 25 Z 5. — Série récente : 6 E 8, triode-hexode osc. — 6 K 7, pentode HF (p. v.). — 6 M 7, pentode universelle. — 6 Q 7, double diode-triode, et 6 H 8, double diode-pentodé, détectrices. — 6 M 6 et 6 Y 6, pentodes de puissance. — 5 Y 3 et 5 Y 4, valves biplaques. — 6 AF 7 (œil).

Lampes transcontinentales. — SÉRIE 4 VOLTS : A K 2, octode. — AF 3, pentode (p. v.). — AF 7, pentode. — AB 2, double diode. — ABC 1, double diode-triode. — AL 1 et AL 3, pentodes de sortie. — SÉRIE 13 VOLTS (tous courants) : CK 1, octode. — CF 1, CF 2 (p. v.), CF 3 et CF 7, pentodes HF. — CB 1 et CB 2, duo-diodes détectrices. — CBC 1, double diode-triode. — CL 2, pentode de sortie. — SÉRIE 2 VOLTS (postes batteries), comme précédente : KK 2, KF 3, etc. — VALVES : CY 1, 20 volts, monoplaque tous courants. — CY 2, monoplaque double. — AZ 1, 30 volts, biplaques. — LAMPES ROUGES, 6,3 volts : EK 2, octode osc. — EF 5 (p. v.) et EF 6, pentodes. — EB 4, double diode. — EBC 3, double diode-triode. — EL 2, EL 3 et EL 5, pentodes BF. — EZ 3 et EZ 4, valves.

Rhéostats

Le rhéostat est un petit appareil généralement destiné à régler la tension de chauffage.

Cet organe est constitué par un enroulement de fil métallique présentant une forte résistance électrique, c'est-à-dire peu conducteur de l'électricité : alliage de ferro-nickel ou maillechort. La résistance est d'autant plus grande que le fil est plus long et plus fin. Un curseur permet de prendre tout ou partie de l'enroulement.

REMARQUE. — Il est facile de calculer soi-même la valeur du rhéostat à adopter, connaissant le débit du filament, la tension de la batterie de chauffage et le nombre de lampes utilisées.

Exemple : avec une batterie donnant en pleine charge 5 volts et 2 lampes « micro » absorbant chacune 0,06 ampère (soit 0,12) sous 3,8 volts, quel rhéostat intercaler ?

Le voltage à absorber est de $5 - 3,8 = 1,2$ volt sous 0,12 ampère. On connaîtra la résistance utile en divisant 1,2 par 0,12, soit 10 ohms. Pour une seule lampe, nous aurions obtenu $1,2 : 0,06 = 20$ ohms. Pratiquement, on prendrait des rhéostats de 15 et 30 ohms.

Résistances

Les résistances proprement dites procèdent du même principe que les rhéostats, mais elles ont une valeur ohmique beaucoup plus grande. Elles s'échelonnent, en effet, de 1.000 ohms à 10 mégohms (10.000.000 d'ohms).

Ces résistances sont généralement constituées soit par un fil très fin, soit par une matière peu conductrice de l'électricité. Il en existe un très grand nombre de modèles : résistances au graphite, résistances tubulaires, résistances en bâtonnets, résistances bobinées.

Pour assurer le rendement maximum d'un appareil, l'utilisation de *résistances variables* est souvent nécessaire (tensions de polarisation, circuit de grille-écran, volume-contrôle du son, etc).

MESURE DES RÉSISTANCES. — Il est facile de vérifier la valeur d'une résistance à l'aide d'un milliampèremètre ou d'un voltmètre.

Admettons que nous disposons d'un accumulateur donnant 4,5 volts. Plaçons la résistance en série avec le milliampèremètre et mesurons le courant débité. L'appareil indique 5 millis, par exemple. Il suffit de diviser le voltage par l'intensité en ampère et on obtient la valeur de la résistance, soit $4,5 : 0,005 = 900$ ohms.

Potentiomètres

Nous terminons l'étude des circuits résistants par quelques mots sur le potentiomètre (fig. 137).

Cet organe sert à doser le potentiel, c'est-à-dire la tension qui doit être appliquée à une ou plusieurs électrodes.

Il est constitué, ainsi que le rhéostat, par un enroulement de fil résistant, mais beaucoup plus fin et plus long, car la résistance totale du circuit varie de 200 à 50.000 ohms. De plus, il comporte trois bornes.

Dans les appareils anciens, le potentiomètre était généralement branché entre le + 4 et le -- 4 (voir fig. 365 et 366). Le curseur était relié à la grille détectrice ou amplificatrice que l'on désirait polariser.

Après avoir été délaissé lors de l'apparition des lampes à écran de grille, moins susceptibles d'« accrochages » et permettant des montages plus stables, le potentiomètre a retrouvé un emploi courant dans la plupart des postes secteur.

C'est, en effet, à l'aide de cet organe que l'on règle les tensions de polarisation des lampes IIF, les tensions de grilles-écrans, les voltages cathodiques des lampes à pente variable, le volume de son des récepteurs, etc.

Cristaux détecteurs.

Nous ne parlerons que pour mémoire des cristaux détecteurs, car ils ont été peu à peu suppléés par des lampes, qui donnent autant de pureté et plus de stabilité dans la détection.

On sait que, parmi eux, la galène ou sulfure de plomb était le plus couramment employée. Ce corps se trouve en masses granuleuses aux environs des anciens volcans. On utilisait également des galènes artificielles.

Ecouteurs - Haut-parleurs

CASQUES TÉLÉPHONIQUES. — Le casque téléphonique comporte deux écouteurs réunis par un serre-tête. Nous ne reviendrons pas sur le fonctionnement de l'écouteur qui a été exposé dans la partie théorique (fig. 14).

Nous distinguerons deux types principaux de haut-parleurs : les H.P. électromagnétiques et les H.P. électrodynamiques.

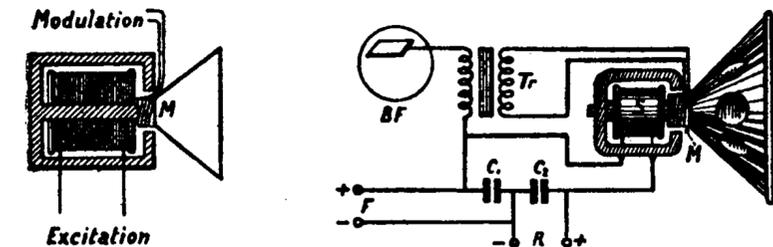
Haut-parleurs électromagnétiques. — Les premiers reposent sur le même principe que l'écouteur téléphonique; mais leurs diaphragmes sont plus grands et leurs aimants permanents plus puissants. L'espace qui sépare ces deux parties, et que l'on nomme « entrefer », peut être réduit ou augmenté par un bouton de réglage, amélioration qui augmente la sensibilité et la puissance de ces appareils. La mise au point doit toujours être faite de telle façon que les pièces polaires ne soient jamais en contact avec les électro-aimants.

L'amplificateur acoustique était autrefois un pavillon métallique. Celui-ci a été remplacé par une membrane en forme de cône. Un diffuseur ainsi constitué comprend essentiellement un électro-aimant dont le flux commande une « palette » mobile fixée à la pointe du cône par une armature métallique. Une vis permet de rapprocher à volonté l'électro de la palette, déplacement qui a pour effet de régler la puissance de l'audition. L'ensemble porte le nom de « moteur ».

Diffuseurs électrodynamiques. — Les diffuseurs électrodynamiques étaient à peu près inconnus en France il y a une quinzaine d'années, mais leur vogue a grandi de jour en jour, et celle-ci est pleinement justifiée, car ces organes ont pour eux leur timbre spécial, la perfection avec laquelle ils reproduisent les différentes fréquences du spectre sonore et la grande puissance qu'ils permettent d'atteindre sans surcharge ni déformation.

Ajoutons toutefois que le « dynamique » exige une grande amplification et nécessite une source auxiliaire d'excitation.

Il comprend essentiellement une bobine de modulation M, commandée par le circuit anodique de la dernière BF et sertie au cône lui-même. Cette bobine se meut dans le champ de la self d'excitation S (électro-aimant) qui, par son attraction, la maintient dans une position d'équilibre. Toute variation du circuit de modulation agit sur ce champ et provoque une attraction différente.



Circuits d'excitation et de modulation. Utilisation de la bobine d'excitation comme self de filtrage.

Fig. 184.

Diffuseur électrodynamique.

La bobine d'excitation est parcourue par un courant continu fourni, soit par un accumulateur débitant de 0,5 à 1 ampère sous 6 volts, soit par le courant du secteur; dans ce dernier cas, on adopte une intensité de 30 à 45 millis sous 110 volts. L'alternatif est préalablement redressé par l'un des moyens indiqués dans la troisième partie de l'ouvrage.

Autrefois, pour donner aux fréquences basses leur amplitude normale, on adjoignait à ce dispositif une planche en bois de forme carrée ayant 80 cm. de côté. Dans les récepteurs modernes, l'ébénisterie joue elle-même le rôle d'écran.

En vue de simplifier le montage et de réduire le poids du poste, il est maintenant d'usage courant d'utiliser l'enroulement d'excitation du dynamique comme self de filtrage.

La partie droite de la figure 184 indique la manière de procéder. Le courant redressé arrive en R; il se trouve filtré par la bobine d'excitation S et les condensateurs C₁ et C₂ et se dirige vers le poste en F. Nous avons représenté, dans ce schéma, la lampe BF et le transformateur de liaison Tr, de rapport 20-1 ou 30-1.

Diffuseur magnétodynamique. — La nécessité d'une source auxiliaire apporte une certaine complication dans l'emploi de l'électrodynamique.

L'idéal serait certainement de pouvoir disposer d'un dynamique sans excitation. Cet appareil existe et porte le nom de diffuseur magnétodynamique : le courant d'excitation de l'appareil précédent est remplacé par un puissant aimant permanent SN qui donne des résultats à peu près équivalents.

La figure 185 représente une coupe schématique d'un magnétodynamique.

Deux petites masses d'acier A et B sont calées sur la tige T solidaire du cône H. Cette tige est maintenue en place par deux ressorts R et R'. La distance AB est un peu plus grande que celle qui sépare les pièces polaires C et D, de sorte que les deux petites masses sont légèrement décalées vers l'extérieur des entrefers CC' et DD'.

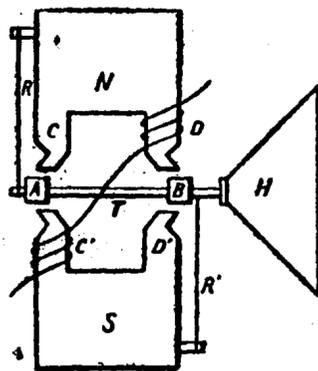


Fig. 185.

Diffuseur magnétodynamique.

Un enroulement en fil fin est disposé autour de C' et se continue autour de D. Il est parcouru par le courant de plaque de la dernière lampe. Ce courant, changeant de sens à fréquence acoustique, augmente alternativement le flux de CC' et de DD' et diminue simultanément celui de l'entrefer opposé.

Tantôt l'armature A est attirée vers CC', tantôt l'armature B subit l'attraction de DD'. Il en résulte que la tige T est mue de gauche à droite et de droite à gauche à la fréquence acoustique; elle attaque l'air ambiant à cette même fréquence et assure la reproduction fidèle des sons.

Un transformateur est nécessaire pour coupler la lampe de sortie au diffuseur magnétodynamique; son absence provoquerait des harmoniques et une distorsion.

La simplicité de montage et le bon rendement de cet appareil font croître rapidement sa popularité.

TROISIÈME PARTIE

Sources d'électricité

Les postes récepteurs modernes exigent trois sources d'électricité ou, plus exactement, trois sortes de tension :

- 1° Une source de chauffage, destinée à porter les filaments des lampes à la température convenable;
- 2° Une source de tension plaque, qui a été pendant de longues années la batterie classique de 80 volts, mais qui varie actuellement de 40 à 300 volts selon le type de lampes employées;
- 3° Une source de polarisation de grille couramment utilisée en basse fréquence et dont la valeur est comprise entre — 2 et — 40 volts.

On peut utiliser, à cet effet, les piles, les accumulateurs ou le courant du secteur.

Ces divers modes d'alimentation ont leurs avantages et leurs inconvénients : les piles sont fort pratiques, mais se polarisent assez rapidement; les accumulateurs ont un débit très régulier, mais exigent des soins fréquents; le secteur est une source inépuisable d'énergie, mais il « ronfle » si on ne lui inculque les principes de civilité sous forme de filtrages et d'épuration.

Ce dernier procédé, qui paraît le plus logique, a pris définitivement le pas sur les autres.

Piles

PILES DE CHAUFFAGE. — On utilise pour le chauffage des filaments trois grandeurs de piles dont les sacs positifs mesurent respectivement : 6 centimètres (diamètre) \times 13 centimètres (hauteur), 8×16 et 8×21 . La capacité respective de ces éléments est de 100, 250 et 300 ampères-heure. Les charges en sel ammoniac sont de 200, 350 et 500 grammes. Chaque élément donne 1,5 volt.

Il est avantageux d'utiliser des éléments de grande capacité, car non seulement on évite des manipulations fréquentes, mais on obtient de ces piles un service relativement plus long, parce que la dépolarisation est d'autant plus rapide que les surfaces en contact sont plus importantes.

BATTERIES DE HAUTE TENSION. — La question de la source à haut voltage destinée à fournir ce que l'on appelle le courant de plaque est facile à résoudre, car le débit de ce circuit n'est que de quelques milliampères.

On peut employer des piles analogues à celles que nous venons de décrire pour le chauffage, mais de dimensions très réduites et de faible capacité. Trente éléments fournissent une tension de 45 volts; soixante éléments donnent 90 volts.

Mais les amateurs utilisent généralement des « piles sèches », plus pratiques et plus maniables. Ces piles contiennent les mêmes éléments que les précédentes, mais de diamètres très petits; de plus, leur électrolyte liquide est remplacé par un électrolyte pâteux dont la composition est généralement la suivante : eau, 1.000 gr.; sel ammoniac, 100 gr.; chlorure de zinc, 50 gr.; coke en poudre, 100 gr.; bioxyde de manganèse, 200 gr.

PILE DE POLARISATION. — Les batteries de polarisation sont constituées par des blocs de piles sèches dont la tension totale atteint, selon le type, 6, 9, 12, 15 ou 18 volts, avec prises de 1,5 en 1,5 ou de 3 en 3 volts. Pour les faibles valeurs de polarisation, on se contente d'une ou deux piles de poche mises en série (négatif de l'une soudé au positif de l'autre).

Accumulateurs

Un accumulateur n'est autre chose qu'une pile réversible, c'est-à-dire capable de restituer en partie le courant de charge qu'elle a emmagasiné.

UTILISATION. — Les accumulateurs atteignent, par élément, 2,5 volts en fin de charge. Dès que le courant est coupé, le voltage tombe à 2,2. Il ne faut jamais pousser la décharge au delà de 1,8 volt, sous peine de sulfater et de détériorer gravement les électrodes.

Les accumulateurs de *chauffage* sont formés de deux éléments en série (4 volts); les capacités couramment adoptées sont de 20, 30 et 40 ampères-heure.

Les accumulateurs de *tension plaque* sont constitués par des éléments de capacité beaucoup plus faible que celle des précédents : 1 ampère suffit pour les postes à 4 lampes et 2 ou 3 ampères pour les appareils plus puissants.

ENTRETIEN. — Certaines précautions sont indispensables pour conserver un accumulateur en bon état :

- 1° Prendre une intensité de charge au plus égale au 1/10 de la capacité indiquée en AH (ampères-heure);
- 2° Eviter de laisser la batterie longtemps déchargée (sulfatation);
- 3° Maintenir les plaques constamment recouvertes par l'addition périodique d'eau distillée;
- 4° Vérifier de temps en temps le degré d'acidité de l'électrolyte à l'aide d'un pèse-acide (28° Baumé).

Lorsque l'accumulateur est légèrement sulfaté, l'acide se trouve en partie dans les plaques sous forme de sulfate de plomb. La densité de l'eau acidulée est alors réduite. Il faut recharger et décharger plusieurs fois au 1/10 de l'intensité normale, jusqu'à ce que la densité soit revenue à 28°.

La charge des accumulateurs doit donc durer, en principe, une dizaine d'heures; mais en cas de forte sulfatation, on procédera plutôt à une *charge lente*, en réduisant le débit du chargeur à l'aide d'un rhéostat.

INDICES DE FIN DE CHARGE. — On en reconnaît la fin :

- 1° Par la grande intensité du bouillonnement;
- 2° Par la différence de potentiel aux bornes de la batterie, qui atteint 2 v. 5 à 2 v. 75 par élément, pour tomber à 2 v. 10 ou 2 v. 15 dès que le courant est interrompu;
- 3° Par la densité de l'électrolyte (28° Baumé);
- 4° Par la couleur des plaques : négatives, teinte gris ardoise (plomb); positives, teinte chocolat (peroxyde de plomb).

Charge sur courant continu. — La charge des accumulateurs sur le courant continu s'effectue, sinon à bon compte, du moins avec grande facilité. Il suffit d'absorber à l'aide

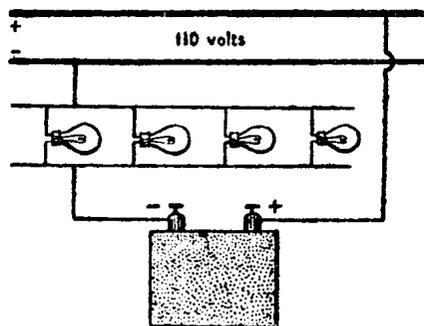


Fig. 200.

Dispositif de recharge d'accumulateurs sur courant continu du secteur.

d'une résistance appropriée, le voltage non utilisé. Si l'on dispose d'une tension de 110 volts, il faut ramener cette tension à 4 volts, s'il s'agit d'une batterie de chauffage; opération désastreuse qui fait perdre 95 % de l'énergie totale.

Un procédé beaucoup moins coûteux consiste à se servir comme résistances de lampes utilisées pour l'éclairage de l'appartement (fig. 200).

Supposons qu'on ait à charger normalement une batterie de 40 ampères-heure sous 4 volts. Le courant de charge devra être le 1/10, soit 4 ampères. Une lampe de 16 bougies à filament de charbon laissant passer environ 0,5 ampère, il faudra employer 8 de ces lampes pour obtenir 4 ampères.

Les lampes à filaments métalliques ont un débit plus faible (0,2 ampère); avec elles, l'opération devrait donc se prolonger plus longtemps.

CHARGE SUR COURANT ALTERNATIF. — La charge sur le secteur alternatif est moins onéreuse, car il n'y a pas d'énergie perdue, un transformateur permettant d'abaisser la tension au voltage convenable. Mais une seconde opération est nécessaire : celle du redressement du courant. On peut réaliser celle-ci de diverses manières.

Redresseurs à lampes. — On retrouve dans les redresseurs à lampes tous les principes du fonctionnement de la pompe à incendie, manœuvrée à bras d'hommes, dont le problème est celui-ci : redresser une force alternative et la rendre parfaitement continue.

La figure 202 montre un dispositif utilisant une seule alternance du courant, analogue à une pompe n'ayant qu'un seul piston. La figure 203 représente un appareil utilisant les deux alternances.

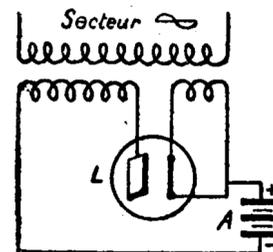


Fig. 202.

Redresseur utilisant une seule alternance.

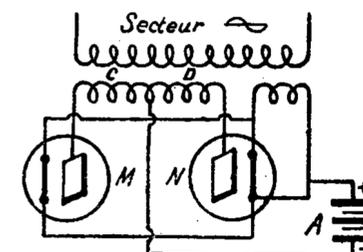


Fig. 203.

Redresseur utilisant les deux alternances.

Le primaire du transformateur d'alimentation est branché directement sur le secteur, à l'aide d'une simple prise de courant. Les lampes utilisées ne possèdent que deux électrodes : un filament et une plaque.

Dans le premier cas, le courant, qui ne peut passer que dans le sens plaque-filament, est bloqué pendant une alternance et non utilisé. Il est donc haché, mais néanmoins de

qualité suffisante pour remplir sa fonction. Dans le redresseur de la figure 203, au contraire, où l'une des parties du secondaire possède une prise médiane, chaque portion d'enroulement redresse une alternance du courant et on obtient un écoulement continu de sens unique.

LAMPES BIPLAQUES. — La plupart des redresseurs électroniques modernes utilisent des lampes biplaques et permettent ainsi de redresser les deux alternances du courant avec une seule valve. Ces lampes dites « à gaz ionisé » peuvent débiter 2 ampères; elles sont généralement complétées par une lampe « régulatrice » composée d'un filament de fer enfermé dans une atmosphère d'hydrogène. Son rôle est de limiter le courant à l'intensité indiquée.

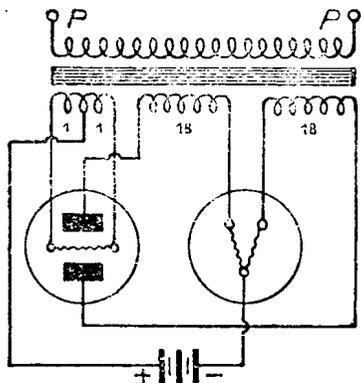


Fig. 204.

Redresseur de courant avec lampe biplaque et régulatrice.

Le transformateur a deux sectionnements au secondaire : la partie qui alimente le filament donne 2 volts et possède une prise médiane; celle qui communique aux plaques donne deux fois 18 volts. La lampe régulatrice est intercalée dans le circuit de charge (fig. 204).

Le montage en tableau de cet appareil est d'une grande simplicité : la figure 205 montre le dispositif à adopter et les connexions à établir. Le transformateur est fixé à la partie supérieure d'un tableau de chêne de 210 mm. de hauteur sur 170 mm. de largeur. Une prise amène le courant du secteur aux bornes primaires PP.

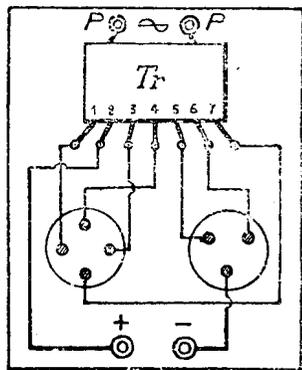


Fig. 205.

Réalisation pratique du redresseur ci-contre.

La recharge des batteries de haute tension se fait exactement dans les mêmes conditions, mais avec un transformateur possédant au secondaire un enroulement-plaque beaucoup plus important.

Un grand nombre d'appareils commerciaux permettent de charger alternativement les accumulateurs de 4 à 6 volts et les batteries de 40 à 120 volts, par le jeu d'un inverseur.

Avant de parler des redresseurs à oxydes, citons pour mémoire les soupapes électrolytiques au Titane ou au Tantale qui jouissent d'une conductibilité unilatérale.

Redresseurs secs à oxydes. — Ces redresseurs sont actuellement la seule formule pratique d'alimentation des filaments. Chaque élément comprend une rondelle de cuivre, oxydée sur l'une de ses faces. Voici comment s'explique le phénomène du redressement.

Lorsqu'on fait passer un courant à travers la rondelle oxydée, l'intensité est plus faible dans le sens cuivre-oxyde que dans le sens contraire. Le rapport des intensités, qui était de 1 à 3 au début, a pu être porté de 1 à 1.000 et même au delà. On voit que le débit inverse, appelé courant de fuite, est pratiquement négligeable.

La cellule redresseuse tient donc lieu d'une lampe; le cuivre joue le rôle du filament et l'oxyde celui de l'anode (plaque). Le côté métal donne le + ; le côté oxyde le —.

La figure 206 (I) représente deux éléments complets de cellule redresseuse. Ces éléments sont perforés au centre pour permettre le passage d'un boulon B revêtu d'un manchon isolant T. Lorsque toutes les cellules sont en place, l'ensemble est bloqué par un écrou placé à chaque extrémité E.

Nous distinguons successivement une rondelle isolante R, un disque de cuivre C, la couche d'oxyde O, une rondelle de plomb P permettant par sa malléabilité d'assurer un contact parfait entre cette cellule et la suivante, etc.

L'intensité maximum que peut débiter un élément est de 0,1 à 0,2 ampère par centimètre carré. Le montage de plusieurs cellules « en parallèle » augmente l'intensité; la mise « en série » augmente le voltage.

Le mode de groupement de ces éléments redresseurs est le même que pour les cellules électrolytiques : on peut adopter soit un montage simple, n'utilisant qu'une alter-

nance; soit un montage conjugué avec transformateurs à prise médiane utilisant les deux alternances; soit enfin un montage « en pont » de Wheastone utilisant également les deux alternances, mais ne nécessitant qu'un transformateur à secondaire unique.

Le redressement d'une alternance ne convient que pour des puissances faibles (charge de batteries de 80 ou 120 volts). Le redressement des deux alternances est nécessaire, dès que le débit atteint 30 milliampères.

La figure 206 (II) montre un ensemble redresseur n'utilisant qu'une alternance. Nous avons dit précédemment que la continuité rigoureuse du courant n'était pas indispensable dans la charge des accumulateurs.

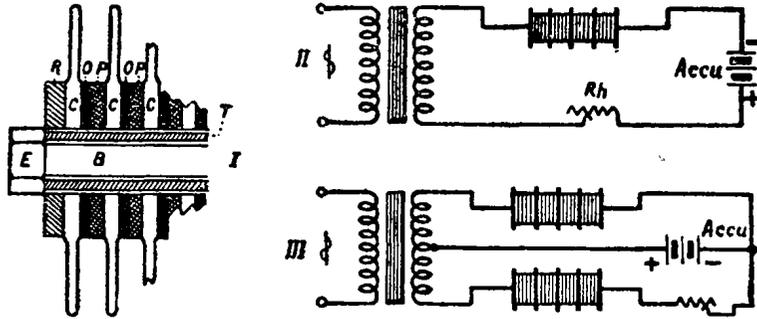


Fig. 206.

Redresseurs oxymétal.

- I. Constitution des cellules redresseuses cuivre-oxyde.
- II. Chargeur oxymétal utilisant une seule alternance.
- III. Chargeur oxymétal utilisant les deux alternances.

La figure 206 (III) représente un chargeur plus perfectionné utilisant les deux alternances. Dans ce montage, un transformateur à prise médiane et deux groupes redresseurs sont nécessaires.

Dans les deux cas, une résistance variable R_h de 8 à 20 ohms permet de faire varier le régime de charge.

Ajoutons que l'action redresseuse s'effectue en l'absence de toute modification chimique de l'oxyde et de toute action électrolytique : la cellule cuivre-oxyde a donc une durée illimitée.

Secteur

Nous envisagerons de nouveau deux cas pour l'alimentation directe des postes par le secteur : réseau à courant continu, réseau à courant alternatif.

Courant continu

Les secteurs d'alimentation à courant continu tendent de plus en plus à céder la place aux courants alternatifs, car ces derniers sont plus simples à produire et leur transport se fait dans de meilleures conditions. Mais ils sont encore nombreux à l'heure actuelle.

Le courant produit n'est pas absolument « continu » au sens rigoureux du mot. Il présente l'allure générale d'un courant ondulé constitué par un courant continu auquel se superposent des courants alternatifs dus à la constitution même de la dynamo génératrice.

L'alimentation des filaments peut se faire sans grand inconvénient en intercalant simplement dans le circuit une résistance convenable; mais il n'en est plus de même pour la haute tension.

Tension de plaque. — Si l'on appliquait directement ce courant polyphasé aux plaques du récepteur, il en résulterait un bruit désagréable correspondant à l'ensemble des composantes du secteur.

Pour obtenir une audition pure, il est indispensable de supprimer par un filtre les alternances parasites et de ne conserver que le courant continu. Pour cela, on utilise une self qui arrête les ondulations et un condensateur qui les absorbe.

Nous donnons ci-contre le schéma d'un filtre donnant diverses tensions, y compris celle de 45 volts, utilisée dans certains montages.

On se procurera dans le commerce la self ainsi que les condensateurs C_1 et C_2 de 6 microfarads. Pour l'alimentation d'un poste à 3 ou 4 lampes, la self aura 50 henrys avec une résistance propre de 300 ohms environ; pour des appareils plus puissants, 20 ou 30 henrys suffisent, afin de laisser passer 20 à 30 milliampères.

La tension de 100 volts est donnée directement (le circuit de la self absorbant environ 10 volts). Celle de 80 s'obtient par l'interposition d'une résistance R_1 , dont la valeur variera de 15.000 ohms (cas d'un poste à une lampe) à 1.200 ohms (cas d'un poste à 7 ou 8 lampes).

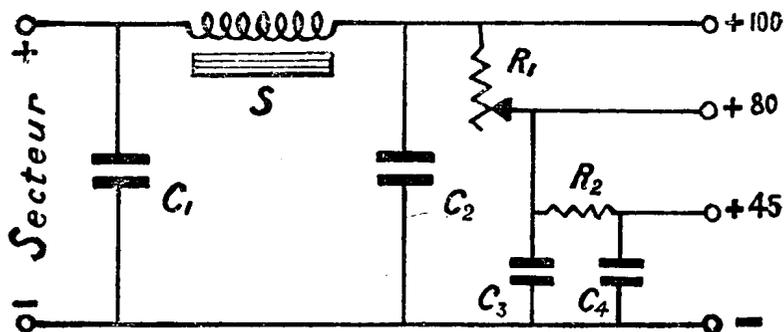


Fig. 207.

Filtre d'alimentation plaque sur secteur continu.

On obtient ces variations en utilisant une résistance de 15.000 ohms en ocellite, crayon d'aggloméré sur lequel on fait glisser une bague de cuivre : on peut ainsi prendre très facilement la fraction convenable de cette résistance. Un voltmètre, utile en la circonstance, indique le voltage précis.

Quant à la résistance supplémentaire R_2 , elle sera également constituée en ocellite, mais aura une valeur fixe de 15 à 20.000 ohms pour abaisser la tension à 40/45 volts, ou de 30 à 40.000 ohms pour l'alimentation d'une bigrille ancien type (15/20 volts). Les condensateurs C_3 et C_4 ont respectivement des capacités de 4 et 2 microfarads.

Dans le chapitre suivant (courant alternatif), nous indiquerons la manière de calculer la valeur exacte des résistances R_1 et R_2 , les chiffres qui précèdent ne pouvant fournir que des tensions intermédiaires approximatives.

Chauffage. — Nous avons dit plus haut que l'alimentation des filaments pouvait se faire directement sur le courant initial du secteur par la simple interposition d'une résistance convenable. Là encore la présence d'un voltmètre est indispensable, si l'on veut éviter des déboires.

Cette résistance doit pouvoir varier de 1.800 à 200 ohms selon l'appareil et les lampes utilisés. Comme un rhéostat de cette force coûterait assez cher, on se contente souvent d'intercaler dans le circuit une lampe à incandescence d'intensité convenable et de parfaire la résistance avec un rhéostat variable monté sur porcelaine. Ce dispositif n'exclut pas naturellement l'emploi des rhéostats ordinaires sur l'appareil récepteur.

A titre d'indication, voici les résistances de divers types de lampes de 50 bougies : monowatt, 220 ohms; demi-watt, 440; carbone, 60. Des lampes de 25 bougies de mêmes types ont des résistances respectivement doubles.

Il est indispensable de disposer en série dans la prise de terre un condensateur fixe d'au moins 6/1000, bien isolé.

Courant alternatif

Il est évident que l'alimentation des récepteurs par l'alternatif est le mode le plus rationnel et le moins coûteux.

Avant de décrire les réalisations les plus recommandables, nous croyons devoir dire quelques mots sur le rôle des organes utilisés : transformateurs, condensateurs, selfs.

Sa transformation. — Nous avons dit que le courant alternatif pouvait être facilement transformé : on utilise cette propriété pour abaisser sa tension, en vue du chauffage des filaments, et pour l'élever, dans le but d'alimenter les circuits d'anodes.

A cet effet, on emploie des *transformateurs*, organes constitués par deux ou plusieurs enroulements sur noyau métallique.

La construction de ceux-ci présente d'assez grandes difficultés pour l'amateur, car elle exige des calculs complexes et une connaissance parfaite des propriétés magnétiques des tôles utilisées. Ces difficultés sont encore accrues lorsque les bobinages primaire et secondaire sont superposés.

Il peut néanmoins tenter une réalisation dans laquelle les circuits primaire et secondaire sont distincts. Le rendement est un peu moins bon, mais la construction plus facile (fig. 61).

Dans ce cas, l'armature rectangulaire peut avoir 3 cm. 8 sur 6 cm. 3, avec section carrée de 2 cm. 5. Les enroulements sont isolés du noyau. Pour obtenir 6 volts sur secteur de 110, bobiner 500 spires fil 6/10 isolé au primaire et 27 spires fil 2 m/m. au secondaire. Pour obtenir 300 volts sur le même secteur, bobiner 330 tours de fil 16/10 et 960 tours fil 3/10 sur carcasse de 6,5×10 cm.

Le filtrage. — L'utilisation de l'alternatif ne nous est pas totalement inconnue, puisque nous avons examiné dans le chapitre précédent les différentes méthodes de redressement en vue de la charge des accumulateurs.

Mais nous savons qu'à la sortie du redresseur, le courant est loin d'être parfaitement continu : il se présente sous la forme de succession d'à-coups.

Les accumulateurs se contentent facilement de ce courant pulsatoire, mais les récepteurs sont beaucoup plus difficiles et les lampes exigent un débit très régulier, tant pour le chauffage des filaments que pour la tension anodique.

Il faut avoir recours à des organes de *filtrage*. Pour le moment, nous passons volontairement sous silence les lampes secteur.

Considérons la partie inférieure des figures 202 et 203 qui schématisent l'allure d'un courant redressé (une ou deux alternances). Il faut tout d'abord « combler les vides », c'est-à-dire employer un organe faisant office du réservoir de pression de la pompe à incendie. Les vides étant plus grands dans le premier cas que dans le second, nous pouvons dire dès maintenant que l'opération est plus facile lorsqu'on redresse les deux alternances.

L'organe devant faire office de réservoir pendant les interruptions est un condensateur fixe de forte capacité.

ROLE DU CONDENSATEUR. — On sait que cet organe est composé de feuilles d'étain ou d'aluminium séparées par un isolant, les feuilles paires étant réunies entre elles, les feuilles impaires également, chaque groupe formant un pôle ou armature.

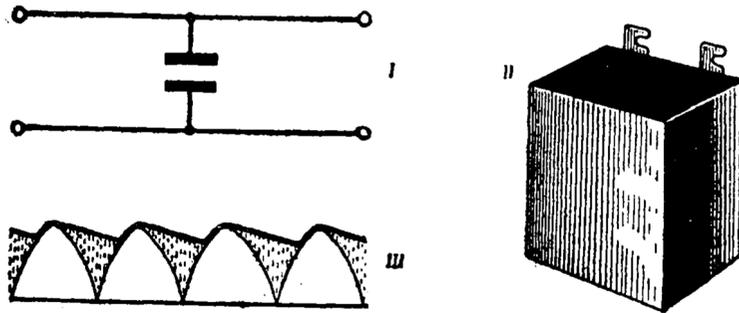


Fig. 209.

Condensateur de filtre.

I. Représentation schématique. — II. Aspect extérieur. — III. Croquis théorique indiquant le rôle de cet organe.

L'énergie électrique emmagasinée par un condensateur croît avec sa capacité et suivant le carré de la tension appliquée. On se rend compte facilement que le filtrage de la basse tension (filaments) nécessite des capacités considérables (5 à 10.000 microfarads), tandis que celui de la haute tension demande seulement 4 à 8 microfarads pour 100 à 200 volts.

Ces organes doivent être parfaitement isolés.

De quelle façon se comporte un condensateur de filtre?

A chaque alternance, il se charge au maximum et, pendant l'intervalle de deux alternances consécutives, il se décharge dans la résistance selfique dont nous allons parler.

La tension aux bornes varie constamment sans jamais devenir nulle. Le condensateur supprime donc les interruptions, c'est-à-dire comble les « creux », mais donne un courant *ondulé*.

Il reste à supprimer les « bosses »; ce sera le rôle d'un second organe : la self de filtrage.

ROLE DE LA SELF. — Celle-ci se compose d'un circuit magnétique fermé sur lequel se trouve un enroulement en fil de cuivre isolé. Lorsqu'un courant parcourt ce fil, il se produit une aimantation du fer, phénomène qui a pour résultat de faire naître un courant inverse tendant à s'opposer au premier.

La self joue donc le rôle d'un amortisseur qui a pour effet d'atténuer les ondulations. Elle tend à maintenir constante la tension aux bornes d'un deuxième condensateur qui complète généralement les organes de filtrage.

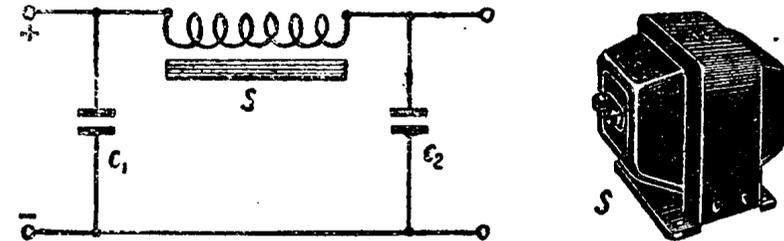


Fig. 210.

Self de filtre.

La figure 210 indique les emplacements respectifs de la self S et des condensateurs C_1 et C_2 . La première se place dans le circuit positif.

Tous les filtres ne présentent d'ailleurs pas obligatoirement cette même disposition. Lorsque l'épuration du secteur est particulièrement difficile, on peut placer deux selfs à la suite en utilisant un condensateur supplémentaire : on obtient ainsi un filtre à deux cellules.

D'autre part, lorsque le redresseur doit alimenter un appareil puissant, on peut disposer une seconde self dans le circuit négatif; mais il est plutôt recommandé d'employer une self double dont l'efficacité est plus grande. Les deux enroulements sont bobinés en sens inverse et les ondulations du courant de l'un annulent celles de l'autre (fig. 212).

Cette question du filtrage étant mise au point, nous allons examiner les systèmes d'alimentation directe les plus utilisés, en distinguant, comme nous l'avons fait pour le courant continu, la haute et la basse tension. Nous terminerons par la description d'un tableau d'alimentation totale.

Alimentation totale d'un poste « Batteries »

Le schéma 212 donne le montage à réaliser pour l'alimentation totale d'un récepteur « batteries ».

Le transformateur de chauffage débite au secondaire 1,5 ampère sous 9 volts. Le redresseur oxymétal est approprié à ce débit; il est monté en « pont de Wheastone » et redresse les deux alternances. Au sujet de la polarité, rappelons que le côté cuivre donne le positif, et le côté oxyde, le négatif.

La self double S est de 0,5 à 2 henrys. Les condensateurs électrochimiques C₁ et C₂ de 5 à 10.000 MFD sont respectivement isolés à 6 et 4 volts. Le rhéostat a une résistance de 10 ohms. Le voltmètre est facultatif, mais recommandé.

La tension plaque est fournie par un transformateur, une valve redresseuse biplaque et un filtre self-condensateurs.

Le transformateur peut être commun pour le chauffage et la haute tension; dans ce cas, le secondaire est sectionné en trois parties. Nous l'avons représenté distinct. Un rhéostat de 300 ohms permet de régler la tension au point optimum.

Les enroulements du secondaire donnent respectivement 300 + 300 avec débit de 60 mA et 2 + 2 avec 1 ampère.

Les condensateurs C₃ et C₄ ont tous deux une capacité de 6 MFD et sont isolés à 750 volts. La self S₂ est de 50 à 60 henrys.

Nous donnerons la technique, un peu plus loin, du diviseur de tension et de la polarisation.

Les condensateurs C₅ et C₆ ont une capacité de 1 MFD, avec isolement à 500 volts.

On peut sans inconvénient relier le —4 ou le +4 au —HT, mais dans ce dernier cas la polarisation doit être augmentée de 4 volts.

La mise au point est très facile. Lorsque les lampes du récepteur sont allumées, on déplace lentement les prises de a, b et c jusqu'à ce que le résultat soit satisfaisant.

Nous avons dit que le redressement par oxymétal est le seul procédé pratique, en l'état actuel de la science, pour l'alimentation des filaments.

Il n'en est pas de même pour l'alimentation anodique. Au lieu d'utiliser la valve biplaque, comme l'indique le schéma ci-dessous, on peut employer le redresseur à oxyde de cuivre en « doubleur de tension » qui n'exige pas de prise médiane au transformateur.

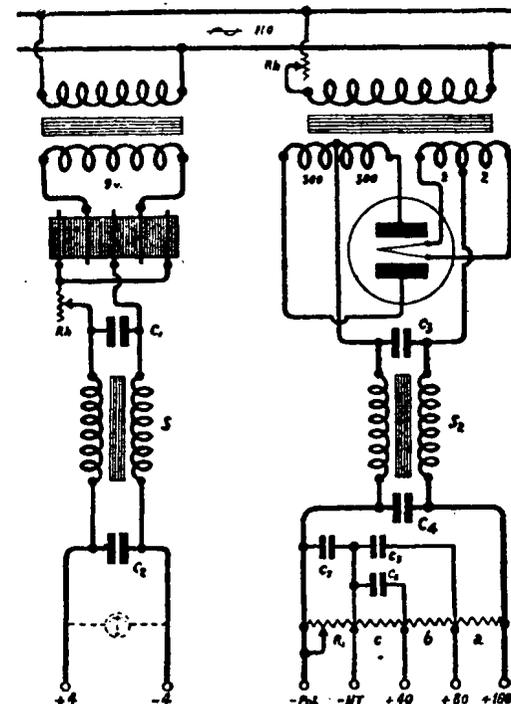


Fig. 212.

Tableau d'alimentation totale fournissant les différentes tensions utiles au récepteur.

Pour un changeur de fréquence à 6 ou 7 lampes, par exemple, on portera son choix sur un bloc oxymétal pouvant débiter 40 milliampères sous 160 volts.

Une self de filtrage est placée sur le circuit positif de la haute tension. Les condensateurs de filtrage ont une capacité de 4 microfarads; ceux du diviseur de tension, de 1 microfarad. Câble en fil à fort isolement.

Tensions intermédiaires. — La description qui précède, en ce qui concerne la tension anodique, indique la manière de procéder pour obtenir les tensions extrêmes, par exemple — HT et 160 volts. Il nous reste à donner la marche à suivre pour obtenir les tensions intermédiaires utilisées par les récepteurs.

Deux méthodes s'offrent à nous : celle des résistances fixes et celle des diviseurs potentiométriques.

Les premières ont une valeur bien déterminée et appropriée au montage utilisé. Elles remplacent, en somme, les secteurs *a*, *b* et *c* de la figure 212.

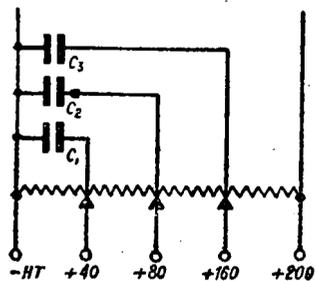


Fig. 213.

Diviseur potentiométrique.

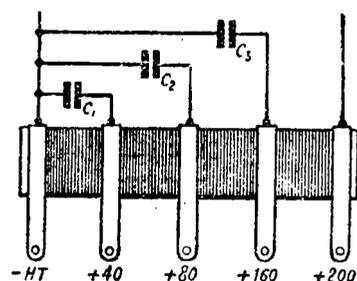


Fig. 214.

Résistance à colliers mobiles.

La seconde méthode est basée sur l'emploi d'un potentiomètre à curseurs multiples (fig. 213). Celui-ci peut d'ailleurs être remplacé par une résistance à colliers mobiles, représentée par la figure 214.

La résistance bobinée du potentiomètre doit pouvoir débiter 30 milliampères. Les condensateurs-shunt valent 1 ou 2 microfarads. Ils sont isolés à 600 volts.

Le calcul des résistances fixes ou des secteurs potentiométriques à utiliser est facile à effectuer. La loi d'Ohm, dont nous avons parlé, nous indique la manière de procéder.

EXEMPLE. — Prenons un exemple simple pour fixer les idées. Un redresseur donnant 120 volts doit alimenter un poste classique à 4 lampes (HF + D + 2 BF), les trois premières sous 80 volts, la BF de puissance sous 120. Calculer la résistance à employer pour obtenir la prise de 80 volts.

Cette résistance doit absorber $120 - 80 = 40$ volts.

Le courant de plaque de la HF est de 2,5 millis; celui de la détectrice, 3,5 millis, et celui de la première BF, 4 millis. Total : 10 mA.

Valeur de la résistance, $40 : 0,010 = 4.000$ ohms.

Tension de polarisation. — Avec les anciens postes, les quelques volts de tension négative de polarisation étaient fournis par une pile de poche. Mais les tubes actuels exigent des polarisations de — 20 et — 30 volts. Il est plus rationnel et plus économique de les demander au secteur.

Le problème consiste à placer dans le — HT une résistance fixe ou variable le long de laquelle le passage du courant-plaque crée une chute de tension. C'est la différence de potentiel ainsi obtenue que l'on utilise à la polarisation.

On peut prévoir une ou deux tensions négatives, selon que le récepteur comporte une ou deux lampes BF, la première de celle-ci étant toujours moins polarisée que la seconde. Nous donnons ci-après les schémas se rapportant à ces deux cas.

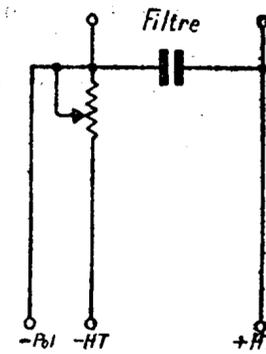


Fig. 215.

Montage donnant une seule tension de polarisation.

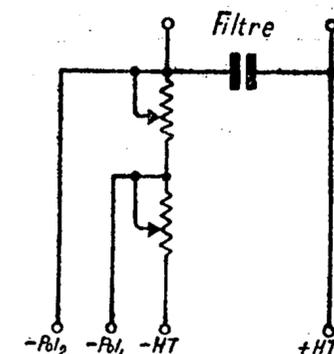


Fig. 216.

Dispositif permettant d'obtenir deux tensions différentes.

La figure 215 représente l'extrémité du filtre d'alimentation. Dans le circuit négatif, se trouve intercalé un potentiomètre de 600 ohms monté en rhéostat et permettant d'obtenir une tension approximative de 0 à — 15 volts.

Dans le schéma 216 se trouvent deux potentiomètres de même valeur, la borne — *Pol*₁ devant polariser la grille de la première BF du récepteur; la borne — *Pol*₂, la grille de la lampe de sortie. Les curseurs permettent d'obtenir de 0 à — 15 et de — 15 à — 30 volts (données approximatives qui varient selon le débit total du poste).

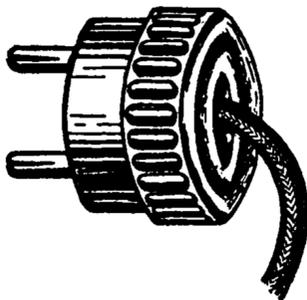
Ces potentiomètres peuvent être remplacés par des résistances variables avec condensateurs-shunt de 1 MFD.

Alimentation des Postes Secteur

L'alimentation des récepteurs équipés avec des lampes secteur ne présente pas plus de difficultés que celle des postes « batteries ». Elle comporte même une simplification, car leurs filaments, avons-nous dit, peuvent être chauffés par l'alternatif brut. Il suffit donc d'abaisser la tension au point voulu, à l'aide d'un transformateur.

La haute tension s'obtient par un procédé analogue à celui que nous avons décrit pour les postes « batteries ». Les deux enroulements secondaires du transformateur commandent le filament et les deux plaques de la redresseuse. L'importance des bobinages varie selon les tensions extrêmes qu'on désire obtenir. Celles-ci sont généralement de 300 à 400 volts. Des résistances « de chute » permettent d'obtenir les tensions intermédiaires.

Certains récepteurs peuvent fonctionner à la fois sur le secteur continu et sur l'alternatif : ce sont les postes « tous courants ». Nous en parlerons ultérieurement.



QUATRIÈME PARTIE

Construction d'appareils

Postes « Batteries »

Conseils aux débutants

Avant d'aborder le chapitre des montages, nous croyons utile de donner aux débutants quelques notions essentiellement pratiques qui leur permettront de réaliser l'appareil de leur choix sans aucun secours étranger.

Nous nous excusons par avance d'entrer dans certains détails que les « as » vont trouver fastidieux; mais les débutants ont droit à quelques attentions : ils sont, en effet, les dernières recrues de la grande famille des sans-filistes.

La construction du coffret est plutôt du ressort du menuisier; mais l'amateur bien outillé peut faire une ébénisterie à peu de frais. Il peut envisager deux méthodes pour faire ce travail, selon que les lampes seront placées extérieurement ou intérieurement, la seconde étant un peu plus luxueuse.

Dans le premier cas, la plaque isolante d'ébonite, portant les principaux organes, formera le dessus du coffret; dans le second cas, elle en constituera la partie avant.

Un petit outillage est naturellement nécessaire. Il comprendra en particulier : une chignole avec mèches variées, une lime ronde, une lime plate, une pince à mâchoires plates, une autre à mâchoires rondes, un petit fer à souder, etc.

Il y aura lieu de se procurer ensuite les principales pièces de décolletage : douilles, broches, bornes de diverses grosseurs, vis et, éventuellement, manettes et plots.

Si certains montages doivent se faire sur bois, il est recommandé d'isoler les organes qui nécessitent cette précaution à l'aide de rondelles spéciales du type « Iso ».

Lecture d'un schéma. — Pour entreprendre une construction, il faut, avant toutes choses, s'initier à « lire » un schéma. Examinons donc le schéma ci-dessous n° 333.

Pour suivre avec plus de facilité le circuit de chauffage, isolons-le des autres circuits. Nous obtenons la figure 334-I. Le courant part du +4, traverse les rhéostats et retourne au -4, après avoir parcouru et chauffé les filaments.

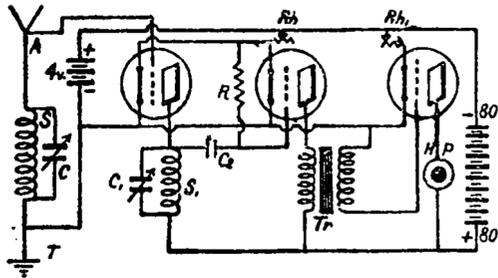


Fig. 333.
Schéma à réaliser.

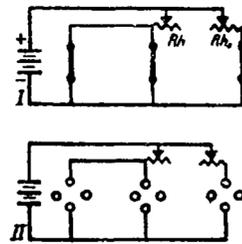


Fig. 334.
Circuit de chauffage.

Si nous nous souvenons de la disposition des broches des lampes (fig. 21), nous traduisons facilement 334-I par la figure 334-II.

En ce qui concerne la haute tension, constatons que les plaques communiquent au +80 par la self S_1 , le primaire de Tr et l'enroulement du haut-parleur.

Il reste ensuite à observer les circuits de grille et de polarisation, la première recevant une tension négative du -4 par le circuit antenne-terre, la seconde (détectrice) une tension positive par la résistance R reliée au +4, et la dernière, une tension négative par le secondaire de Tr branché au -4.

Réalisation du schéma. — Supposons que nous voulons monter un poste avec lampes extérieures. La plaque d'ébonite sera donc placée au-dessus du coffret. La figure 335 nous la montre percée.

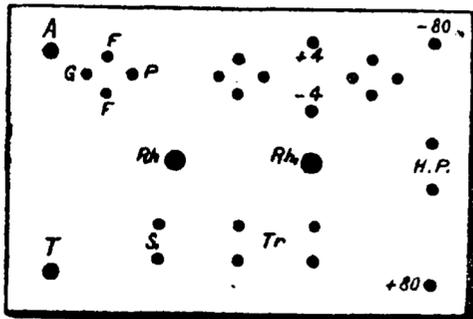


Fig. 335.
Plaque d'ébonite percée.

Les lettres indiquent clairement la destination de chaque trou. Il reste ensuite à mettre la cuivrie en place et à câbler.

CIRCUIT DE CHAUFFAGE. — Nous commençons la mise en place des fils de connexion par l'établissement du circuit de chauffage. Pour des raisons de commodité, nous plaçons les rhéostats sur le négatif, au lieu du positif, comme l'indique le schéma.

Nous remarquons dans la figure 333 qu'un côté des filaments communique avec le +4 et le -80; nous en avons dit la raison dans la partie théorique. Réalisons d'abord cette liaison.

Dès maintenant, nous devrions donner une gravure inversée de la figure 334-2, car les fils se placent en dessous de la plaque d'ébonite, qu'il faut nécessairement retourner. Mais comme cette nouvelle présentation apporterait quelque confusion dans l'esprit de nos lecteurs, nous conserverons la première. Ils devront donc bien se rendre compte que les fils apparaîtront comme par transparence et supposer pour un instant que la platine est une plaque de verre.

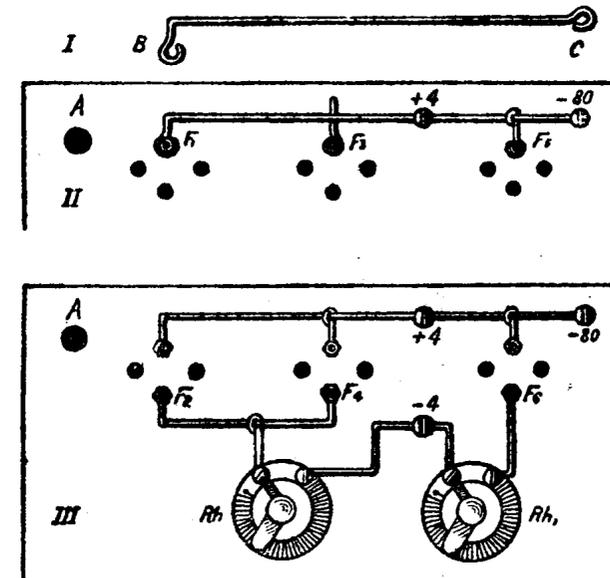


Fig. 336.
Mise en place du circuit de chauffage.

Avec une pince, réalisons la branche BC, en fil de 15 ou 16/10 (fig. 336-I). Puis mettons-la en place entre la douille F et la borne -80 (fig. 336-II). Relions-la ensuite par de petits bouts de fil (qui seront ensuite soudés) aux douilles des deux autres filaments F_3 et F_5 . La figure 336-III nous montre ce fil, définitivement mis en place.

Le circuit négatif sera un peu plus long à établir, car il doit emprunter l'enroulement des rhéostats. Deux fils, ayant chacun un coude, partent de la prise -4 et aboutissent à l'une des bornes de Rh et Rh_1 . Les extrémités de l'enroulement sont reliées aux filaments correspondants. Mais comme le rhéostat de gauche doit alimenter

deux lampes, les douilles F_2 et F_4 de celles-ci auront été préalablement réunies par un fil à double coude que nous distinguons sur la gravure. Le point de liaison sera obligatoirement soudé.

Dès maintenant, en connectant l'accumulateur aux bornes $+4$ -4 , les lampes doivent s'allumer : premier résultat.

CIRCUIT DE HAUTE TENSION. — Les circuits de haute tension relient, avons-nous dit tout récemment, la plaque de chaque lampe à la borne $+80$ par l'intermédiaire d'un enroulement approprié (self S_1 pour la première lampe, primaire P du transformateur Tr pour la seconde, circuit du haut-parleur H.P. pour la troisième).

Ces différentes connexions s'effectuent de la manière suivante : Un premier fil joint la douille de plaque P_1 à la douille d'entrée de la self S_1 ; la douille de sortie de cette dernière est connectée directement au $+80$.

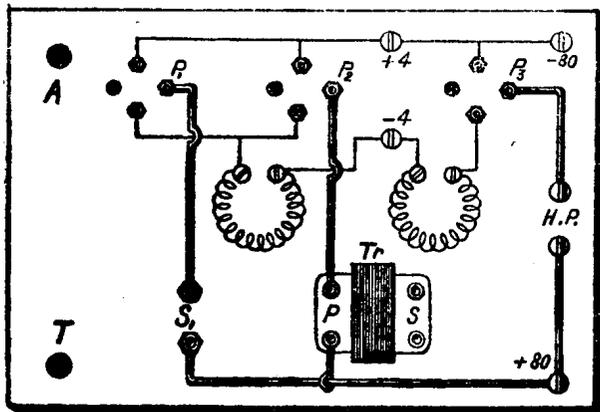


Fig. 337.

Circuits de plaque ou de haute tension.

La plaque P_2 est réunie à l'entrée du primaire du transformateur Tr ; un fil plus court unit la sortie au circuit $+80$ déjà établi (soudure).

Enfin, les deux bornes du haut-parleur servent de point de liaison entre la plaque P_3 et le positif de la haute tension.

Remarque importante : Lorsque deux fils se croisent, il est indispensable de maintenir entre eux un éloignement d'au moins deux centimètres, soit en surélevant un des circuits, soit en effectuant à l'endroit voulu un double coude perpendiculaire à la plaque d'ébonite. Ces croisements sont indiqués sur les schémas par une courbure en forme d'arceau (circuit P_1S_1 de la fig. 337).

CIRCUITS DE GRILLE. — Pour terminer le câblage, il nous reste à établir les circuits de grille et de polarisation dont nous avons donné précédemment la technique. Celui de la première lampe fait partie intégrante du circuit d'accord d'antenne, car il comprend non seulement la liaison directe AG_1 , mais la mise à la terre T du -4 ,

par la connexion FT qui, par l'intermédiaire de la bobine S , fixée sur le panneau gauche du coffret, va polariser négativement cette grille amplificatrice.

Un fil joint la borne d'antenne A à l'une des douilles de la self; un second réunit l'autre douille à la terre T .

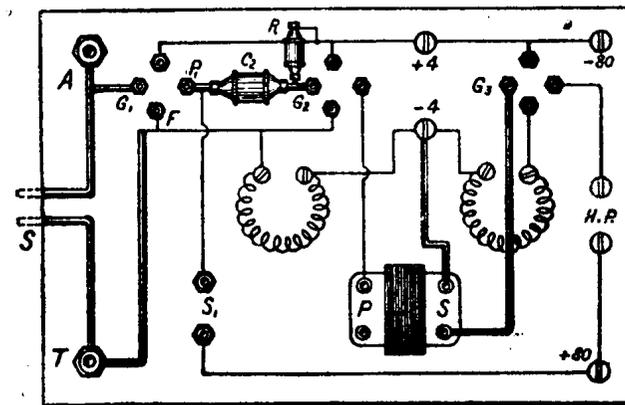


Fig. 338.

Circuits de grille et de polarisation.

Le petit condensateur fixe C_2 peut être d'un modèle quelconque (nous ne parlerons pas pour le moment de sa valeur); la gravure représente un modèle tubulaire. Chaque extrémité était terminée par une vis, rien n'est plus facile que de relier ce condensateur, d'une part, à la plaque de la première lampe P_1 ; d'autre part, à la grille G_2 . A cette grille aboutit aussi, par le même mode d'attache, la résistance de polarisation R dont l'autre extrémité se rend à un point quelconque du circuit positif de chauffage.

Enfin, la dernière grille G_3 communique à l'une des extrémités du secondaire du transformateur, tandis que l'autre extrémité est reliée au -4 .

La plaque d'ébonite ainsi équipée, est prête à être fixée sur le coffret.

Montage en coffret. — Au moment du perçage, on a dû prévoir des trous pour la mise en place de cette dernière; car il va falloir démonter un ou deux panneaux du coffret pour terminer le câblage. De cette façon, au moment de la fermeture définitive, les points de repère seront facilement retrouvés.

Le dispositif de la plaque d'ébonite dont nous avons parlé s'entend pour un coffret à lampes extérieures. Ladite plaque constituera donc la partie supérieure du coffret.

Avant de la fixer, on monte sur le panneau avant les deux condensateurs, et sur le panneau de gauche (avec rondelles isolantes) les douilles S . Pour cela, on enlève le panneau arrière ainsi que le fond.

On visse ensuite la plaque, équipée comme nous l'avons laissée, on relie A à une borne de S, et T à l'autre borne. On fait également aboutir aux bornes S les pôles du condensateur d'antenne, et à S₁ celles du condensateur de résonance.

On soude les dernières connexions; on met selfs et lampes en place, on branche les piles et le poste est en état de marche.

La figure 341 montre, d'autre part, un coffret monté avec lampes intérieures; nous avons dit que cette présentation était moins démodée que la précédente.

La platine d'ébonite forme ici le panneau avant. Elle porte obligatoirement les condensateurs, les rhéostats et l'inverseur P.O.-G.O., qui doivent rester accessibles.

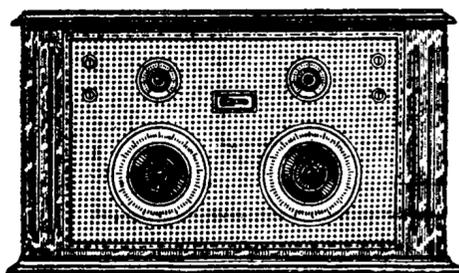


Fig. 341.

Vue de face d'un récepteur avec lampes et selfs intérieures.

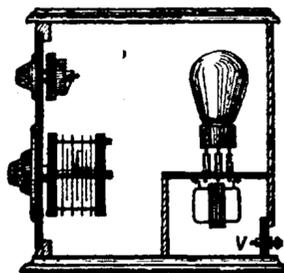


Fig. 342.

Profil et coupe du même appareil.

Quant au dispositif intérieur, il peut être conçu de deux manières : ou bien les lampes et accessoires sont fixés sur le fond du coffret, à l'aide de supports isolants présentant l'aspect général de la figure 363, ou bien les lampes sont placées sur une plaque d'ébonite surélevée, au-dessous de laquelle ont été établies la plupart des connexions (fig. 342).

Les selfs peuvent être placées à l'intérieur (éloignées l'une de l'autre), ou facultativement à l'extérieur, S à gauche et S₁ à droite de la plaque d'ébonite.

Certains appareils présentent les bornes d'attache sur l'avant; cette vue est disgracieuse. Nous préférons disposer en V une petite plaquette d'ébonite de 4 cm. de hauteur et portant les connexions suivantes : — 4, + 4, — 80, + 80, H.P.

Le câblage relatif à ces bornes ne se fait qu'en dernier lieu, lorsque le panneau arrière a été remis en place.

La borne d'antenne peut être placée en avant ou en arrière du coffret, à proximité du premier circuit d'accord; au-dessous d'elle se trouve la borne de terre. Tout cela n'a d'ailleurs rien d'impératif et est laissé au gré de l'amateur.

Il est bien entendu que le couvercle du coffret est mobile et monté sur charnières, ce qui donne toute facilité pour les modifications éventuelles du câblage, le changement de lampes et de selfs.

I. Montages pour débutants

Postes à galène

Le poste à galène constitue l'appareil idéal pour l'amateur qui ne possède aucune notion de T.S.F. Sa manœuvre ne nécessite pas d'apprentissage spécial. Les frais d'entretien sont absolument nuls.

Mais sa portée est relativement faible, malgré la puissance actuelle des stations d'émission, et il permet difficilement d'entendre des stations de moyenne puissance, Radio-Paris, par exemple, au delà de 200 kilomètres, avec une bonne antenne de 50 mètres. Cette portée est d'ailleurs variable et dépend beaucoup des conditions locales (altitude, proximité de forêts, de collines, etc.).

Avec de très longues antennes, on a pu entendre ces postes à 500 kilomètres; mais la réception était troublée, en été, par les parasites atmosphériques.

Avec un bon cadre, on reçoit très bien les émissions locales. Naturellement, l'audition n'est possible qu'à l'écouteur ou au casque.

Nous ne reviendrons pas longuement sur les notions théoriques qui ont été exposées dans la première partie de l'ouvrage. Rappelons seulement que le circuit antenne-terre est accordé par une bobine d'accord B et un condensateur variable C. En dérivation de ce dispositif se trouve le détecteur D qui transforme les courants alternatifs en un courant ondulé d'apparence continu, capable d'agir utilement sur l'électro-aimant de l'écouteur E.

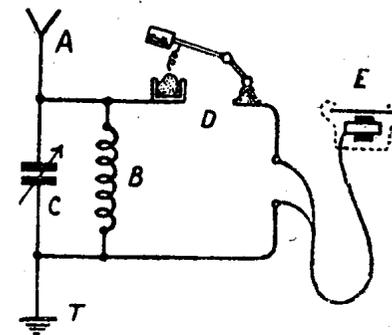


Fig. 343.

Poste à galène.

A, antenne. — B, bobine d'accord. — C, condensateur variable. — T, terre. — D, détecteur. — E, écouteur.

Le montage peut s'effectuer tout d'abord « sur table ». Lorsqu'on a obtenu le meilleur rendement, il est alors possible de faire la mise en coffret.

Postes à une lampe

Beaucoup d'amateurs se contentent d'un récepteur miniature à galène pendant quelques mois. Mais un beau jour, las de tendre l'oreille, de fulminer contre les bruits de la rue et d'imposer un silence absolu à bébé qui gesticule, ils décident de monter un poste à lampe.

GALENE ET BASSE FREQUENCE. — La première idée qui leur vient à l'esprit est d'amplifier l'audition fournie par la galène en plaçant à la suite du détecteur une lampe à basse fréquence.

Cette modification consiste à connecter au lieu et place de l'écouteur le primaire d'un transformateur à basse fréquence de rapport 1-10. Le secondaire est relié, d'une part, au négatif de la pile de polarisation P et, d'autre part, à la grille de la lampe, qui se trouve ainsi polarisée par cette pile.

Nous avons expliqué, dans l'étude du transformateur, que l'importance de l'enroulement secondaire augmente la force électromotrice du courant initial, lequel, appliqué à la grille, donne une réception beaucoup plus forte.

Le +4 est relié au -80 et à la borne positive de chauffage, le -4 à l'autre broche-filament; le +80, à la plaque par l'écouteur. Un petit condensateur shunte le primaire du transformateur et permet l'écoulement des courants de haute fréquence non détectés.

Un dispositif d'accord en Tesla augmenterait la sélectivité, qui laisse à désirer avec le montage en direct.

Pour la réalisation sur ébonite ou la mise en coffret, nous engageons les amateurs à s'inspirer des indications générales qui ont été données dans le chapitre précédent.

Le matériel nécessaire se réduit à un jeu de selfs, un condensateur variable de 1/1000, un condensateur fixe de

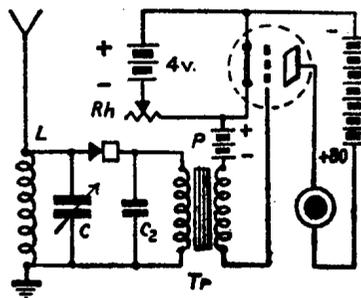


Fig. 349.

Amplificateur à une lampe basse fréquence après galène.
Tr, transformateur de rapport 1-10.

2/1000, un détecteur à galène, un transformateur de rapport 1-10, une pile ou un accumulateur de chauffage de 4 volts, un rhéostat de chauffage (30 ohms pour lampe micro), une batterie de 80 volts, un écouteur ou un casque de 4.000 ohms, une lampe, 8 bornes téléphoniques, 4 douilles de lampe et 2 douilles de selfs.

La figure 350 donne l'aspect réel de ces accessoires et indique les connexions à effectuer. La lampe est représentée par les quatre broches du culot : G (grille), P (plaque), FF (filament).

On peut placer avantageusement en C₂ une capacité de 2/1000 et utiliser, le cas échéant, une pile de polarisation.

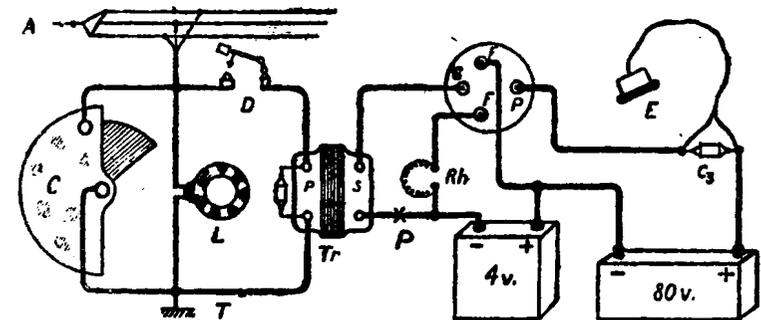


Fig. 350.

Figuration réelle des accessoires utilisés.

Lors de la mise en coffret, le condensateur C, le support de self L, le détecteur et le rhéostat, qui doivent être sous la main, seront placés sur le panneau d'ébonite. Le jeu de selfs pourra être remplacé par un bloc d'accord PO-GO à commutateur.

Pureté d'audition; sélectivité passable; puissance huit à dix fois plus grande que celle d'un montage à galène seule.

DETECTRICE A REACTION. — Un grand nombre de sans-filistes préfèrent abandonner la galène dès qu'ils se servent de lampes, prétextant que le point de galène est instable et se dérègle facilement. Ils montent alors une lampe en détectrice.

Ce montage n'est pas plus compliqué que le précédent; mais il jouit d'une plus grande sensibilité et permet de

Postes à deux lampes

Les appareils à une seule lampe sont rarement employés, par leur force et leur portée sont insuffisantes pour les réceptions ordinaires, lorsqu'on se trouve assez éloigné de la station émettrice.

Nous donnons ci-après les moyens de leur adjoindre une seconde lampe, en rappelant à nos lecteurs qu'une lampe haute fréquence donne de la sensibilité et de la portée, qu'une lampe basse fréquence donne de la puissance.

DETECTRICE A REACTION ET BASSE FREQUENCE. — Ce montage découle des montages 107 et 352 auxquels on ajoute un étage BF à transformateur.

Si l'on désire mettre les accessoires en coffret, on dispose les selfs sur un support triple dont la partie centrale est fixe et les parties extérieures mobiles, le tout disposé sur la platine avant de l'appareil ou sur l'un des panneaux de côté. Le transformateur est placé à l'intérieur du coffret.

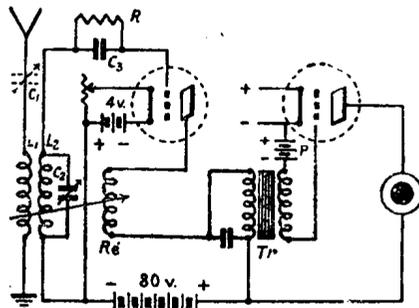


Fig. 355.

Déetectrice à réaction suivie d'une basse fréquence à transformateur. Accord Tesla.

Matériel nécessaire : un jeu de 7 ou 8 selfs, un support triple, deux

condensateurs variables de 0,5/1000, C_1 et C_2 , un condensateur C_3 de 0,15 et une résistance de 4 mégohms R pour détection, un condensateur-shunt C_4 de 2/1000, un transformateur BF de rapport 1-5, une pile ou un accumulateur de 4 volts, une batterie de 80 volts, une pile de polarisation P de 6 ou 12 volts selon la lampe utilisée, deux lampes, un casque de 4.000 ohms.

Dans le schéma ci-contre, nous avons adopté le système d'accord en Tesla, afin d'augmenter la sélectivité du poste. C_1 , qui accorde le primaire, peut être mis en parallèle pour la réception des GO.

Les propriétés de ce montage sont identiques à celles d'une déetectrice à réaction; comme cette dernière, il permet de recevoir les signaux de toutes longueurs d'onde, mais avec une puissance accrue.

Toutefois, l'absence d'étage haute fréquence ne permet d'obtenir qu'une sélectivité relative.

Puissance, pureté et sélectivité acceptables; possibilité de réception des ondes de toutes longueurs.

DETECTRICE ET BASSE FREQUENCE BIGRILLES. — Ce montage à deux lampes bigrilles ne nécessite qu'une faible tension anodique et convient aux sans-filistes dépourvus du secteur électrique ou amateurs d'appareils portatifs; mais il ne donne qu'une audition relativement faible, car les bigrilles amplifient peu en BF. L'audition serait grandement améliorée par l'adjonction d'un second étage BF alimenté sous 30 ou 40 volts.

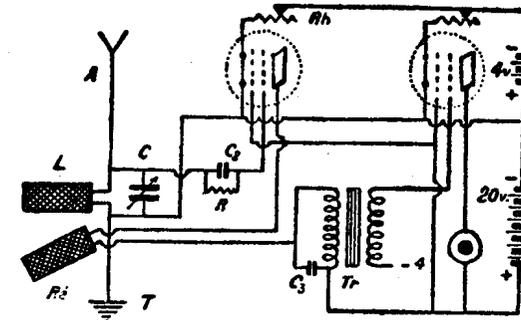


Fig. 356.

Montage à deux lampes bigrilles comprenant une déetectrice à réaction et une basse fréquence à transformateur.

Le chauffage peut être assuré par trois éléments au sel ammoniac et la haute tension fournie par cinq piles de poche montées en série.

Un rhéostat très progressif doit commander la déetectrice. Dans certains cas, la self $Ré$ est inutile.

Sensibilité supérieure à celle des triodes, mais puissance réduite; suppression de la batterie de haute tension; réception de toutes ondes. Montage assez capricieux.

GALENE ET DEUX BASSE FREQUENCE. — Une autre combinaison à deux lampes consiste à ajouter un second étage BF au montage « galène-basse fréquence » (fig. 349). Cette addition est tellement facile que nous ne croyons pas utile d'en faire le schéma.

Sensibilité insuffisante; puissance; sélectivité médiocre que peut améliorer un montage en Tesla; forte amplification des parasites atmosphériques.

HAUTE FREQUENCE ET DETECTRICE. — Jusqu'alors, nous nous sommes occupés de l'amplification à basse fréquence après galène ou lampe détectrice, et nous avons dit maintes fois que cette amplification donne de la puissance aux récepteurs, mais aucune augmentation de sensibilité ni de portée.

L'amplification en haute fréquence, au contraire, permet d'entendre les émissions faibles ou éloignées.

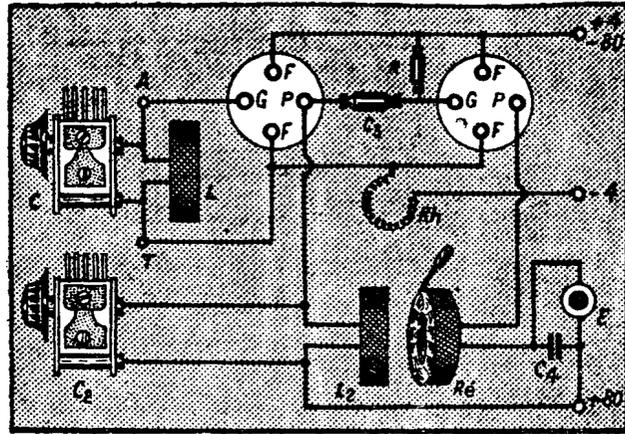


Fig. 357.

Haute fréquence à résonance et détectrice à réaction.

L, C, circuit d'antenne. — L_2 , C_2 , circuit de résonance. — Ré, réaction. — C_3 , condensateur fixe de 0,1. — R, résistance de détection de 4 még. — C_4 , condensateur de 2/1000. — Rh, rhéostat 15 ohms. — E, écouteur.

Dans les montages « à résonance », c'est-à-dire dans lesquels la self du circuit de plaque L_2 est accordée par un condensateur, elle donne également de la sélectivité. Il n'en est pas de même lorsque le circuit de cette lampe est « apériodique ».

RÉALISATION. — Nous donnons ci-contre le montage sur table d'un poste à deux lampes composé d'un étage à haute fréquence à résonance et d'une détectrice à réaction : c'est la réalisation de la première partie du schéma 369 (inverseur supprimé), montage autrefois très populaire et connu sous le nom de C. 119.

La plaque est accordée par le circuit oscillant L_2C_2 , qui caractérise le montage à résonance.

Le premier étage est relié par le condensateur fixe C_3 de 0,1/1000 à la grille détectrice qui reçoit un potentiel positif par la résistance R de 2 à 4 mégohms.

La réaction peut se faire sur la bobine d'antenne L ou sur la self de résonance L_2 ; nous avons adopté ce second procédé qui a l'avantage d'éviter toute radiation.

Bonne sensibilité; puissance réduite; sélectivité assez bonne (résonance) ou médiocre (apériodicité); réception des ondes très courtes impossible.

HAUTE FREQUENCE, GALENE ET BASSE FREQUENCE.

— Nous terminons cette série par l'étude d'un petit poste à deux lampes d'une merveilleuse pureté et d'une grande facilité de manœuvre.

Pour la réception des petites ondes de faible intensité, nous recommandons toutefois la détection par lampe.

Suivons le schéma n° 358 et nous constaterons que ce montage est d'une grande simplicité.

Comme dans le cas précédent, la grille de la première lampe reçoit les courants alternatifs de l'antenne et une tension négative du circuit antenne-terre connecté au —4.

Elle provoque un courant de plaque amplifié. Ce dernier est transformé par la galène en courant de basse fréquence.

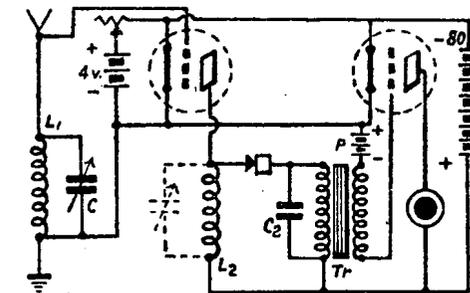


Fig. 358.

Poste comprenant une lampe à haute fréquence, un détecteur à galène et une lampe BF.

La grille de la seconde lampe, polarisée par P, recueille ce courant détecté dont le voltage a été préalablement augmenté par le transformateur *Tr* de rapport 1-10. Le courant de plaque qui en résulte est appliqué à l'écouteur.

Remarquons de nouveau que la self L_2 peut être montée : 1° en *semi-apériodique*, si elle est à plots; 2° à *résonance*, avec condensateur variable figuré en pointillé. Dans ce dernier cas, nous savons que la sélectivité est beaucoup plus grande.

Voyons maintenant comment on peut faire la mise en coffret. La platine d'ébonite constituera le panneau avant ou la partie supérieure du coffret. Personnellement, nous adoptons ce dernier mode et nous donnons comme dimensions extérieures au coffret : 24 centimètres de long \times 18 (largeur) \times 16 (hauteur).

Le matériel nécessaire comprend en outre : un condensateur variable à vernier de 1/1000; un second de 0,5/1000; un jeu de selfs de 15 à 300 spires; un condensateur fixe C_2 de 2/1000; un détecteur à galène; un transformateur BF d'excellente qualité; deux lampes, huit douilles de lampes; quatre douilles de selfs; huit bornes téléphoniques; un rhéostat de 20 à 30 ohms; un écou-teur de 4.000 ohms.

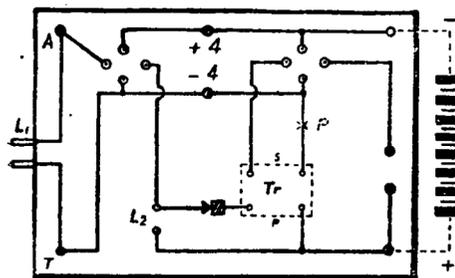


Fig. 359.

Plan de la platine d'ébonite avec indication des connexions à effectuer intérieurement.

Le perçage terminé on met la cuivrerie en place et on effectue les liaisons avec du fil de 15 ou 16 dixièmes de millimètre. Les circuits différents doivent se couper à angle droit et être espacés d'au moins trois centimètres.

Si l'on veut réduire les frais au minimum, il est possible de remplacer les circuits d'accord et de résonance par deux selfs formant variomètre (condensateurs supprimés).

Suivi d'une ou deux basse fréquence judicieusement montées (fig. 372), il donne avec une grande pureté une réception puissante en haut-parleur.

Variante moderne. — Il est possible d'apporter encore quelques perfectionnements à cet excellent montage et d'augmenter en particulier sa puissance, tout en conservant la même pureté. Examinons le schéma ci-contre.

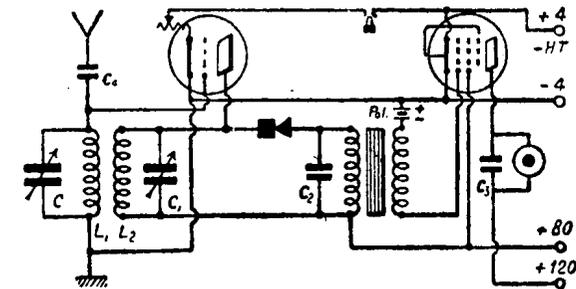


Fig. 360.

Haute fréquence, galène et trigrille de puissance.

Une capacité fixe C_4 de 0,5/100 est placée dans l'antenne. L'accord se fait en direct, Bourne ou Tesla. On peut tenter un couplage réactif des selfs de grille L_1 et de plaque L_2 qui apporte, lorsqu'il est bien conditionné, un renforcement notable de l'audition.

L'étage BF est équipé avec une trigrille de puissance alimentée sous 120 volts. Le secondaire du transformateur est branché au négatif d'une pile de polarisation de 15 volts qui donne à la grille principale la tension convenable.

La grille moyenne, reliée au + 80 peut, en fait, être portée à une tension de 80 à 100 volts (inférieure à celle de la plaque). Quant à la troisième grille, nous savons qu'elle ne nécessite aucune connexion extérieure.

Ainsi monté, ce petit appareil permettra aux fervents de la galène d'utiliser leur cristal avec le maximum de rendement.

Grande netteté d'audition; puissance; absence complète de bruit de fond; facilité de manœuvre; sélectivité variable selon le dispositif d'accord adopté.

TABLEAU INDIQUANT LA VALEUR DES SELFS à EMPLOYER

avec antenne de 40 mètres.

Longueurs d'onde	Self d'antenne L_1 ou primaire de Tesla	Résonance L_2 ou secondaire de Tesla	Réaction $Ré$
150 à 200 CVS (1).	15 spires	35 spires	25
200 à 300 CVS (1).	25 —	50 —	35
300 à 400.....	35 —	50 —	50
400 à 600.....	50 —	100 —	75
600 à 1000.....	75 —	150 —	100
1000 à 1400.....	100 —	200 —	150
1400 à 1900.....	150 —	250 —	150

Fig. 361.

Ces indications ne sont qu'approximatives et doivent être vérifiées par la pratique. Le nombre de spires à utiliser dépend, en effet, du genre de bobinage, du diamètre des bobines et de la nature du fil. Le nombre des tours de la réaction, en particulier, est à déterminer empiriquement, car son importance varie dans de grandes proportions selon le montage employé.

Dans tous les cas, la self L_2 sera toujours plus forte que L_1 : sa longueur d'onde propre doit être approximativement égale à la somme des longueurs d'onde de l'aérien et de la self d'antenne L_1 .

Nos lecteurs ont trouvé dans la première partie de l'ouvrage, au chapitre « Bobines d'accord », toutes les indications utiles pour la construction et l'emploi des selfs utilisées en radiophonie.

Ils se souviendront en particulier, pour ce qui concerne les ondes courtes, que les bobinages cylindriques à une seule couche donnent de meilleurs résultats que les enroulements massés généralement adoptés pour les grandes ondes.

(1) L'indication CVS signifie « Condensateur variable en série ».

II. Montages classiques

Postes à trois lampes

DETECTRICE ET DEUX BASSE FREQUENCE. — Ce montage, connu depuis de longues années, est puissant, mais il manque de sélectivité et de sensibilité, puisqu'il ne comporte pas d'amplification en haute fréquence.

Dans le schéma 362, qui le représente, l'antenne peut être branchée en B (Bourne) ou en D (direct), selon le degré de sélectivité qu'on désire obtenir. Dans le premier cas, la partie L_1 joue le rôle de circuit primaire (non accordé) et de circuit de réaction.

Le condensateur C_1 a une valeur de 0,5/1000. Les organes de détection comprennent le condensateur C_2 de 0,15 et la résistance R qui peut varier de 1 (puissance) à 4 mégohms (sensibilité).

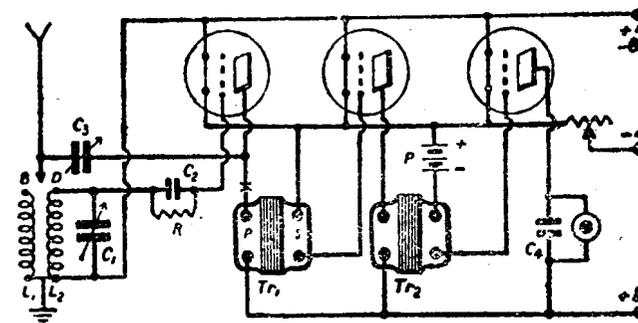


Fig. 362.

Déctrice à réaction électrostatique suivie de deux étages à basse fréquence.

Le schéma 355, dont cet appareil dérive, comportant une réaction électromagnétique, nous avons adopté ici la réaction à commande électrostatique, dispositif très souple et recommandable sur un montage de ce genre.

Les courants de haute fréquence non détectés sont reportés sur le circuit d'antenne par le condensateur C_3 , de 0,2/1000 et s'ajoutent aux courants captés par l'aérien.

Si l'effet réactif est insuffisant, on peut placer une bobine de choc au point indiqué X.

La dernière grille seule est polarisée dans le croquis ci-dessus. Il serait rationnel de polariser également la seconde, en utilisant une prise intermédiaire. On sait que la première BF, dont la résistance interne est plus forte, doit être moins polarisée que la seconde.

Le haut-parleur est shunté par un condensateur C_4 de 2 à 4/1000 selon la tonalité désirée.

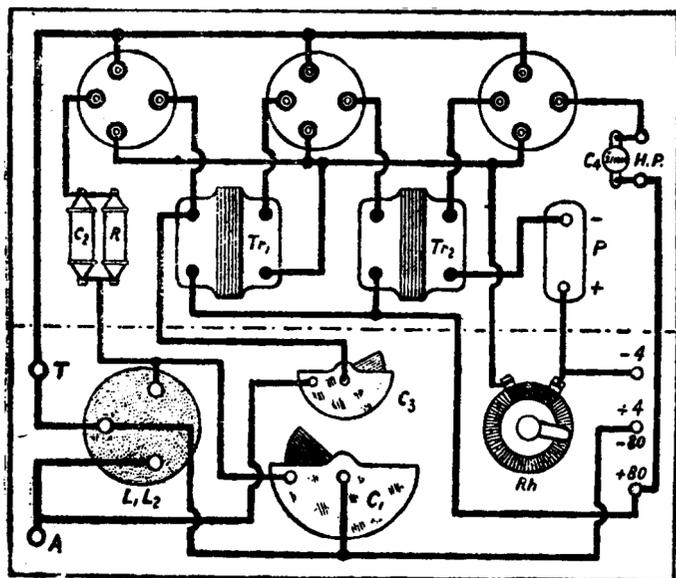


Fig. 363.

Plan de câblage d'un poste comprenant une détectrice à réaction électrostatique et deux étages à basse fréquence.

Nous avons limité la haute tension à 80 volts, afin de ne pas compliquer le montage; mais rien ne s'oppose à alimenter la dernière plaque sous 120 et même 150 volts, si l'on désire augmenter la puissance de l'audition. Il suffit d'ajouter une pile supplémentaire ou un accumulateur de 40 ou 80 volts, selon le procédé indiqué au schéma 377.

On peut enfin remplacer les deux BF par une trigrille de puissance, avec tension minimum de 120 volts.

Tous les modes d'alimentation sont applicables à ce récepteur.

Nous donnons à la figure 363 le plan de câblage de ce poste, le panneau avant supposé rabattu suivant l'axe en pointillé.

Il est bien entendu que si l'on emploie des selfs PO et GO séparées, un inverseur bipolaire devra être monté au lieu et place du bloc et les selfs disposées à proximité.

Le panneau avant porte le condensateur C_1 , le bloc L_1L_2 , le rhéostat (de 10 ohms) et le condensateur C_3 de réaction.

Bonne puissance; portée réduite; sélectivité variable selon le mode d'accord; réception de toutes ondes.

HAUTE FREQUENCE, DETECTRICE ET BASSE FREQUENCE. — Ce montage donne une audition sensiblement plus faible que le précédent, mais supérieure en qualité.

Nous avons indiqué un montage en direct; mais rien ne s'oppose à une réception en Bourne, pour les PO en particulier.

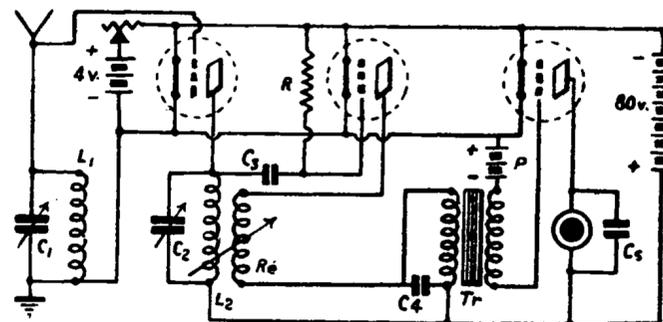


Fig. 364.

Montage constitué par une lampe HF, une détectrice et une BF. Réaction sur la self de résonance.

Dans le schéma ci-contre, nous avons fait « réagir » la bobine de réaction $Ré$ sur la self de résonance L_2 et non sur la self d'antenne L_1 .

Les bornes de l'écouteur seront shuntées avantageusement par un condensateur de 2 à 4/1000. D'autre part, la lampe BF peut être remplacée par une trigrille, avec tension anodique minimum de 120 volts.

Sélectivité; bonne portée; puissance moyenne; réception des petites ondes limitée à 180 mètres environ.

MEME MONTAGE AVEC BGRILLES. — Un montage analogue peut être réalisé avec des lampes bigrilles; mais la BF ne lui donnera qu'une puissance réduite pour les raisons maintes fois indiquées.

Le schéma indique l'accord en Bourne. L_1 et L_2 ont les valeurs courantes. Le retour de grille extérieure de la première lampe se fait sur potentiomètre de 400 ohms, ce qui évite les accrochages.

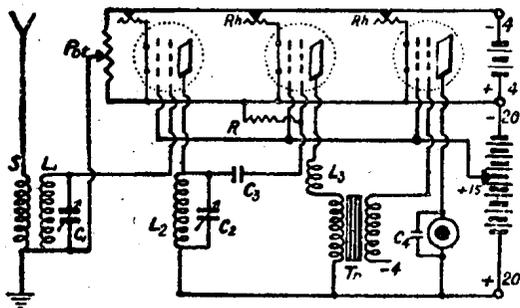


Fig. 365.

Montage à lampes bigrilles comprenant une haute fréquence, une détectrice à réaction et une basse fréquence. Dispositif d'accord en Bourne.

Les grilles intérieures pourraient être portées à la tension de 20 volts; mais il est prudent de se limiter à 15 volts, afin d'éviter une aspiration électronique trop brutale. L_3 doit être couplée d'une manière variable avec L_2 . Un rhéostat spécial est à recommander pour chaque lampe bigrille.

Bonne sensibilité; sélectivité acceptable; puissance médiocre, renforçable par l'emploi d'une BF triode; débit anodique assez important par suite de la consommation des grilles intérieures.

HAUTE FREQUENCE, GALENE ET DEUX BF. — Ce montage conserve tous les avantages du petit appareil à deux lampes n° 358. La seconde BF amplifie l'audition.

L'adjonction se fait par le procédé habituel: le primaire du transformateur se branche aux lieux et places du casque téléphonique (voir fig. 362).

Pureté; sensibilité; puissance; assez bonne sélectivité.

RECEPTEUR A GRAND RENDEMENT. — En terminant ce chapitre des montages à 3 lampes, nous donnons la description d'un poste de haute qualité qui constitue un excellent récepteur à étages réduits.

Ses avantages sont nombreux: stabilité, puissance, absence de déformations, amplification des ondes courtes.

L'accord peut se faire en direct, en Bourne ou en Tesla. Les condensateurs C et C_1 valent 0,5/1000. C_2 vaut 0,15/1000 et C_3 1/1000. Ici, le potentiomètre, dont nous connaissons les inconvénients, a été supprimé, car aucun accrochage n'est à craindre avec la lampe à écran, dont la capacité interne est pour ainsi dire nulle.

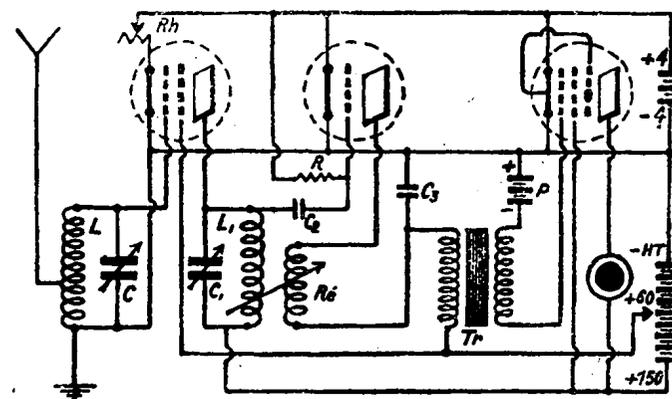


Fig. 366.

Récepteur moderne à trois lampes comprenant un étage haute fréquence avec lampe à écran, une détectrice à réaction et une triode de puissance.

On fera utilement acquisition d'un bloc d'accord comportant à la fois les circuits de résonance L_1 et de réaction $Ré$.

Le secondaire du transformateur est relié au négatif de la pile P qui polarise la grille principale de la BF.

La première grille auxiliaire de cette dernière est portée à une tension de 150 volts, égale à celle de la plaque. On n'a pas à s'intéresser de la seconde, dont la connexion est intérieure. La plaque est réunie à la haute tension par le circuit du haut-parleur.

Grande pureté; puissance de cinq triodes; sensibilité; sélectivité; absence d'accrochages et de bruit de fond.

Postes à quatre ou cinq lampes

C. 119 CLASSIQUE : HF A RESONANCE, D ET 2 BF. —

Ce montage a été universellement connu : c'est le type d'appareils à résonance qui avait le plus de vogue auprès des amateurs il y a une quinzaine d'années.

Mais sa sélectivité s'est révélée insuffisante depuis la multiplication des stations émettrices.

Bien qu'il n'offre qu'un intérêt rétrospectif, nous en donnons le schéma à la figure 369.

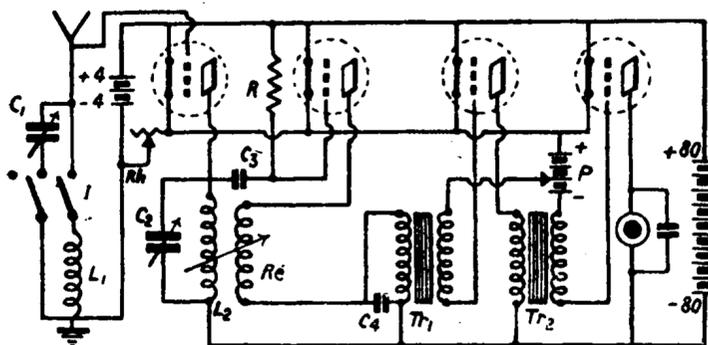


Fig. 369.

Montage comprenant un étage à résonance, une détectrice à réaction et deux étages BF à transformateurs. — L_1 , C_1 , circuit d'antenne. — L_2 , C_2 , circuit de résonance. — I, inverseur. — Ré, réaction. — C_3 et R, organes de détection. — C_4 , condensateur fixe. — Tr_1 , transfo BF rapport 1-5. — Tr_2 , transfo rapport 1-3. — P, pile de poche de polarisation.

L'inverseur permet de placer le condensateur C_1 en série (petites ondes) ou en dérivation (grandes ondes).

Nous retrouvons dans ce montage des organes connus : un condensateur d'antenne C_1 , un condensateur de résonance C_2 , tous deux de 0,5/1000; un dispositif détecteur C_3R de 0,15/1000 et 3 mégohms; deux transformateurs BF de bonne qualité; un rhéostat de 10 ohms.

Les selfs ont les valeurs connues. L_2 et Ré feront de préférence partie du même bloc.

Montage de rendement passable, insuffisamment sélectif depuis la multiplication des stations d'émission.

C. 119 AMELIORE : HF A ECRAN, D ET 2 BF. — Voici, par contre, un montage à peu près analogue, mais répondant aux nécessités actuelles et permettant d'obtenir des résultats nettement supérieurs. D'autre part, la présence d'une lampe à écran en haute fréquence augmente la stabilité, la sélectivité et supprime les accrochages.

Le circuit d'entrée LS est constitué par un bloc d'accord à commutateur. L'antenne peut être branchée en A_1 , A_2 , A_3 ou A_4 , selon sa longueur et la sélectivité qu'on désire obtenir. Les condensateurs C_3 et C_4 valent 0,25/1000. La résistance R_1 est de 30.000 ohms, avec débit de 5 millis.

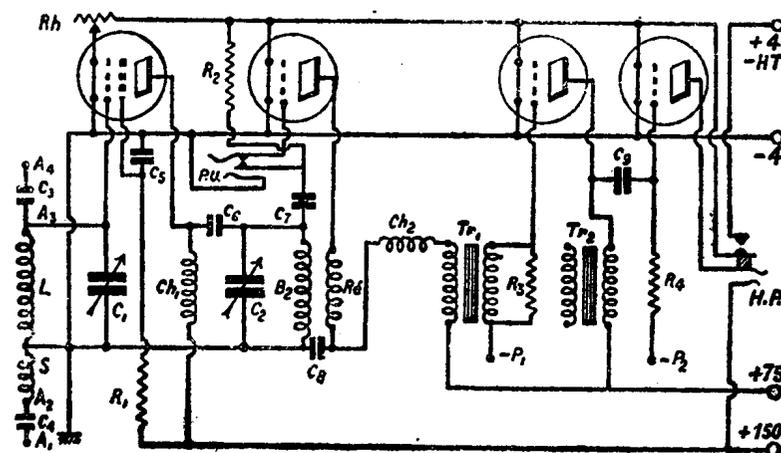


Fig. 370.

Montage moderne à résonance. Haute fréquence à écran, détectrice à réaction, deux basse fréquence. C_1 et $C_2 = 0,5/1000$. — $C_3 = 10/1000$. — $C_6 = 0,15/1000$. — $C_8 = 2/1000$. — C_7 et $R_2 = 0,15$ et 2 mégohms. — $C_9 = 10/1000$. — $R_h = 40$ ohms. — B_2 et Ré, bloc d'accord. — Ch_1 et Ch_2 , selfs de choc.

Un jack P.U. permet l'utilisation d'un pick-up. On éteint la première lampe à l'aide du rhéostat et l'appareil fonctionne en amplificateur phonographique.

S'il y a des sifflements ou des bruits parasites, on les supprime en ajoutant une résistance R_3 de 80.000 ohms. Quant à la résistance R_4 , de 100 à 300.000 ohms, selon la lampe utilisée, elle est branchée à la pile de polarisation. La branche P_1 reçoit également une tension réduite de polarisation.

HAUTE FREQUENCE, GALENE ET TROIS BF. — Une telle réalisation ne figure sur aucun ouvrage de T.S.F. C'est cependant un montage à la fois puissant et pur que nous recommandons aux amateurs de détection par galène.

Les BF qui déforment généralement l'audition, quand on utilise des transformateurs, sont étudiées dans cet appareil pour amplifier les sons avec leur pureté naturelle.

Il s'agit d'ailleurs du petit appareil n° 358 auquel sont ajoutées une BF à résistances et une BF à impédance.

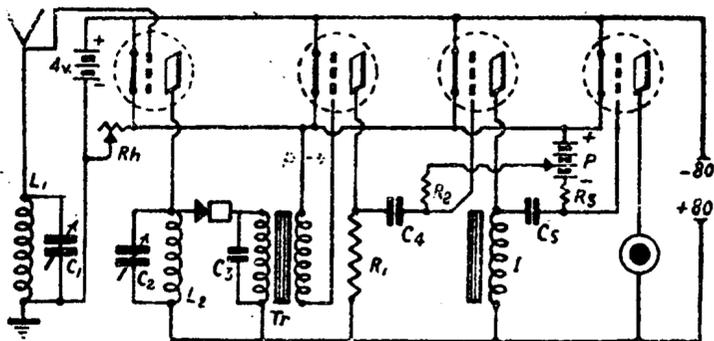


Fig. 372.

Poste constitué par un étage HF à résonance, un détecteur à galène, un étage BF à transformateur, un étage à résistance et un étage à impédance. Tr. transfo 1-10. — R_1 , résistance de 70.000°. — C_4 et C_5 , condensateurs de 6 et 10 millièmes. — I , impédance. — R_2 , résistance de 4 mégohms. — R_3 , résistance de 300.000° à 1 mégohm. — P , pile de polarisation.

L'impédance I est une bobine à fer de 10.000 tours; mais elle peut être avantageusement remplacée par le secondaire d'un transfo BF rapport 1-5 dont on néglige le primaire. Nous retrouverons ce dernier dispositif au n° 377.

L'audition gagnerait en puissance et en pureté en appliquant une tension de 120 volts aux deux dernières lampes. Ainsi qu'on s'en rend compte, la pile P assure la polarisation des deux dernières grilles.

L'AMPLIFICATION HF A PLUSIEURS LAMPES. — Connaissant les avantages de l'amplification HF, il vient naturellement à l'esprit de réaliser des montages comprenant plusieurs lampes HF à résonance; mais on se heurte à des « accrochages » spontanés, au moment de l'accord des circuits de grille et de plaque, dus à la « capacité interne » des triodes.

Plusieurs palliatifs ont été préconisés : emploi du potentiomètre, procédé qui augmente l'amortissement du circuit de grille, mais qui fait perdre à l'appareil ses qualités de puissance et de sélectivité; emploi d'une bigrille HIF dans laquelle on met en opposition les circuits de grille intérieure et de plaque (formule Isodyne); enfin, en neutralisant le couplage électrostatique grille-plaque (méthode neutrodyne).

L'ISODYNE : HF BIGRILLE, DETECTRICE, DEUX BF. —

Pour être logique, il nous faudrait présenter ce montage avec deux lampes HF; mais nous voulons seulement en donner le principe, car après avoir connu la vogue, l'Isodyne a perdu tout son intérêt depuis l'apparition des lampes à écran.

Voici la technique en quelques mots : les variations de potentiel de la grille extérieure, commandée par le circuit oscillant, déterminent des variations d'intensité de courant de plaque et de courant de grille intérieure. Pour qu'elles induisent un flux de sens unique, on dirige ces courants contraires vers les extrémités opposées du primaire d'un transformateur dont la prise médiane communique à la haute tension.

Les deux portions de l'enroulement se trouvent ainsi avoir une action identique sur le secondaire.

NEUTRODYNAGE. — La méthode courante consiste à dédoubler la bobine de plaque, une partie jouant son rôle habituel, l'autre étant connectée au circuit de grille par l'intermédiaire d'un petit condensateur, dit de neutralisation. Les deux flux étant inversés, la capacité grille-plaque est neutralisée et tout accrochage est supprimé.

UN MONTAGE NEUTRODYNE RECOMMANDABLE. — La figure 377 représente une réalisation qui donne d'excellents résultats, surtout au point de vue de la pureté

Nous distinguons dans l'étage HIF les cinq broches du transformateur neutrodyne Tr utilisé; les trois de gauche constituent le primaire, les deux autres, le secondaire. Avant la guerre, on trouvait assez facilement dans le commerce de ces transfos à prise médiane.

L'accord d'antenne se fait en Bourne ou à l'aide de toute autre méthode appropriée.

Le condensateur neutrodyne C_n peut être une capacité variable de 0,02; mais on peut réaliser cet organe à l'aide d'un procédé peu coûteux : on soude sur le circuit de grille un bout de fil de cuivre isolé, du fil de sonnerie par exemple; on fixe un autre bout à la borne primaire inférieure du transformateur; on réunit ensuite ces deux fils en les torsadant, comme nous l'avons indiqué sur le schéma. Après quelques tâtonnements, on obtient la neutralisation parfaite du circuit; généralement 4 ou 5 spires suffisent.

Il est prudent d'enduire de cire chaque extrémité libre des fils, afin d'éviter de malencontreux court-circuits.

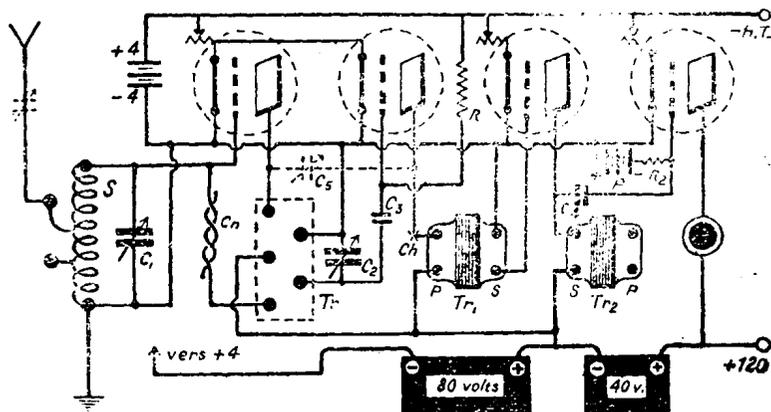


Fig. 377.

Montage neutrodyne à quatre lampes comprenant une lampe HF, une détectrice, une BF intermédiaire et une BF de puissance avec tension de plaque de 120 volts.

Le dispositif de détection C_2R_1 vaut 0,15 et 3 mégohms. Si l'on veut créer l'effet de réaction, on place en C_5 un petit condensateur variable de 0,02/1000 entre les deux premières plaques et on bloque la HF à l'aide d'une bobine de choc de 2.400 tours placée en Ch .

Les autres organes ont les valeurs habituelles. Notons toutefois que le second transformateur BF est employé en impédance (secondaire seul utilisé), la liaison avec l'étage suivant s'effectuant par le condensateur C_4 de 8 à 10/1000.

R_2 , de 300.000 ohms, se rend à la pile de polarisation.

Cette méthode neutrodyne permet, comme nous l'avons dit, le montage de deux ou plusieurs étages HF sans crainte d'accrochages.

DEUX HF A GRILLE-ECRAN, D ET TRIGRILLE. — Voici enfin une réalisation moderne utilisant la méthode la plus rationnelle pour le montage de plusieurs étages HF. Les lampes employées sont des amplificatrices à grille-écran dont nous connaissons les qualités. La détectrice et la trigrille sont des valves d'usage courant.

L'accord peut se faire en direct, avec un petit condensateur de 0,15 en série dans l'antenne (qui augmente en outre la sélectivité); en Bourne, avec primaire apériodique et secondaire accordé (voir schéma); ou enfin à l'aide d'un bloc commercial de bonne fabrication.

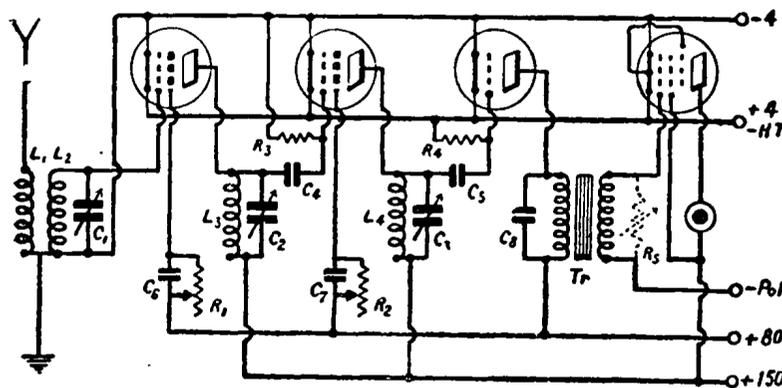


Fig. 378.

Montage comprenant deux HF à grille-écran, une détectrice et une trigrille.

Il est bien entendu que les circuits de haute fréquence seront montés à résonance (accordés), condition exigée par la résistance interne élevée des lampes à grille-écran. Avec des bobinages bien étudiés, on peut établir la commande unique. La liaison peut se faire par transformateurs ou par condensateurs avec selfs. C'est ce dernier procédé que nous avons adopté; les condensateurs C_4 et C_5 valant 0,15/1000.

La tension convenable est fournie aux écrans par les résistances variables R_1 et R_2 , de 50.000 ohms.

La trigrille peut être remplacée par une triode. Une résistance R_5 , de 10.000 ohms, augmente la pureté.

L'accrochage est commandé par la manœuvre des résistances variables R_1 et R_2 , ou par des rhéostats.

UNE RÉALISATION PERFECTIONNÉE. — Nous complétons cette documentation par le plan d'un récepteur commercial pourvu de blocs d'accord et de commande unique, remplaçant les circuits des selfs interchangeables.

Le condensateur CV.1 accorde le secondaire du Bourne d'entrée BE; les capacités CV.2 et CV.3 accordent les transformateurs de liaison Tr₁ HF et Tr₂ HF.

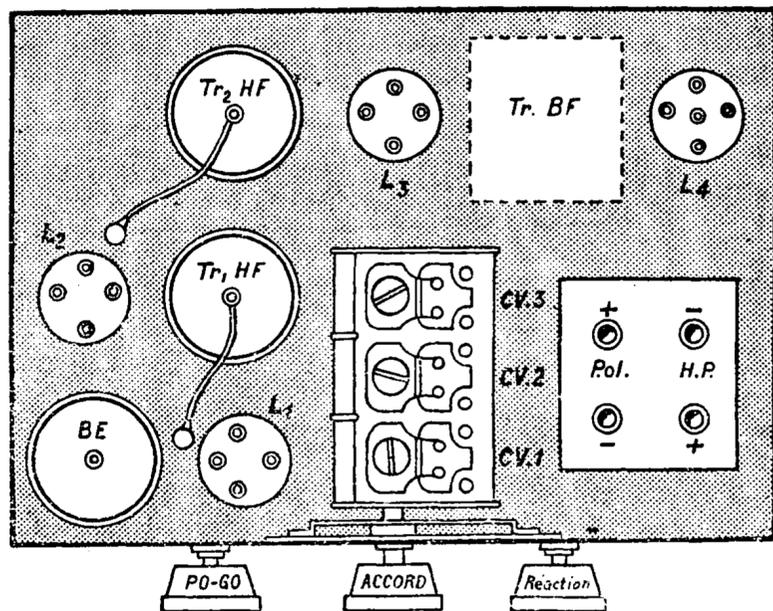


Fig. 380.

Même montage sur châssis moderne avec commande unique et inverseur P.O.-G.O.

L₁ et L₂ sont les lampes à écran; L₃, la détectrice, et L₄, la pentode BF. Les connexions souples qui partent des transformateurs aboutissent à la borne supérieure des lampes HF. La plaquette de droite porte les prises de la polarisation et du H.P. Les autres sont placées sur la face arrière. Le câblage et le transfo BF se trouvent en-dessous.

Sensibilité d'un super; bonne sélectivité; puissance; pureté absolue; commande unique; simplicité de construction; possibilité de recevoir sur antenne réduite.

III. Montages pour ondes courtes

Les appareils que nous avons décrits jusqu'alors permettent en général de recevoir les émissions radiophoniques de 150 à 3.000 mètres de longueur d'onde. Nous étudions dans ce chapitre quelques montages susceptibles de « descendre » beaucoup plus bas et de capter les ondes courtes.

Mais avant d'aborder ces montages spéciaux, nous dirons comment on peut utiliser les appareils courants pour recevoir une partie de cette plage.

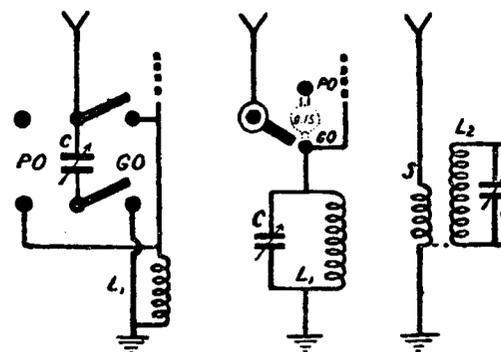


Fig. 385.
Inverseur
bipolaire.

Fig. 386.
Condensateur
auxiliaire.

Fig. 387.
Antenne
désaccordée.

UTILISATION DES APPAREILS CLASSIQUES. — Il est tout indiqué, en premier lieu, de placer le condensateur d'accord en série dans le circuit d'entrée, à l'aide d'un inverseur (fig. 385). La longueur d'onde de l'antenne se trouve réduite; nous en avons indiqué la raison.

Ou, plus simplement, on dispose dans ce circuit une petite capacité de 0,15/1000 (fig. 386), le condensateur d'accord restant en parallèle. Pour la réception des petites ondes, l'antenne est branchée à PO.

Enfin, un troisième procédé consiste à recevoir en « antenne désaccordée » (fig. 387). Le primaire apériodique comporte une petite self non accordée. Le secondaire (Bourne ou Tesla) n'a plus ainsi à compter avec la longueur d'onde de l'antenne.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Les modifications indiquées ci-dessus ne confèrent pas cependant aux appareils anciens la possibilité de recevoir toutes les plages des ondes courtes. Des montages spéciaux sont nécessaires pour obtenir ce résultat. Avant de les décrire, nous donnerons quelques indications générales sur ces récepteurs.

Voici les principales précautions à observer : réduction du montage au strict minimum; utilisation de bobinages « dans l'air » sans isolant matériel, connexions courtes et peu nombreuses, isolement parfait des condensateurs d'accord, douilles de lampes d'un modèle réduit, toutes choses réduisant les « fuites » qui ont toujours tendance à se produire avec les oscillations de haute fréquence.

DETECTRICE BOURNE. — Le montage le plus simple à adopter pour la réception des ondes courtes est la détectrice à réaction que nous avons décrite dans les postes à une lampe, mais avec système d'accord en Bourne pour les raisons que nous venons d'indiquer.

La self de réaction est couplée avec le secondaire, comme dans le schéma 388. Le rhéostat joue un rôle important et permet de réaliser un réglage précis. Les organes du poste doivent être de toute première qualité.

Pour ondes de 25 à 200 mètres, la self d'antenne a de 1 à 5 spires de fil 10/10 isolé au coton; la self secondaire, de 5 à 20 spires de fil semblable. De 200 à 600 mètres, prendre 12 tours en 10/10 et 20 à 50 en 6/10 isolé.

Par sa réaction magnétique, le récepteur Bourne est moins facile à régler que le Schnell.

Sur antenne moyenne, réception au casque de tout le broadcasting européen.

RECEPTEUR SCHNELL. — Ce montage, dû à l'opérateur américain F. Schnell, se montre supérieur à beaucoup d'autres dans la réception des ondes inférieures à 25 mètres. Il n'est autre qu'une détectrice à réaction présentant les particularités suivantes : accord en Bourne; réaction couplée de manière fixe au secondaire L_2 ; condensateur C_2 shuntant la batterie de plaque. Ce dernier provoque l'accrochage et le décrochage.

C_1 vaut 0,2/1000 (modèle à faible perte); C_2 0,5/1000; C_3 , modèle fixe à air, environ 0,15/1000; $R = 4$ mgh.

Pour recevoir les ondes de 20 à 50 mètres, donner à L_1 un à trois tours; à L_2 , cinq tours; à $Ré$, quatre à six. Bobinage gabion 8 cm. de diamètre.

L_1 et L_2 sont montées parallèlement à une distance de 4 cm. $Ré$ fait un angle de 40 à 50° par rapport à L_2 .

Pour la bande de 50 à 200 m., L_1 a de 4 à 12 spires; L_2 de 6 à 30; $Ré$ de 7 à 10.

Si l'antenne est un peu longue, on met en série C_4 formé de deux fils torsadés isolés sur 4 à 8 centimètres.

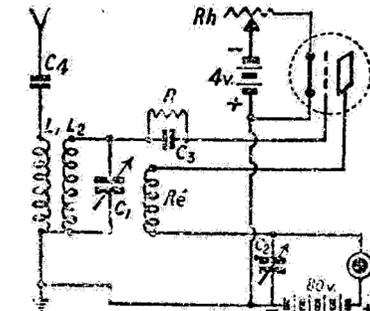


Fig. 388.
Schnell à portée mondiale pour ondes de 10 à 600 mètres.

SCHNELL AVEC AMPLI HF. — Nous savons que les triodes ne se prêtent pas à l'amplification HIF des ondes courtes; mais les lampes à écran donnent d'excellents résultats.

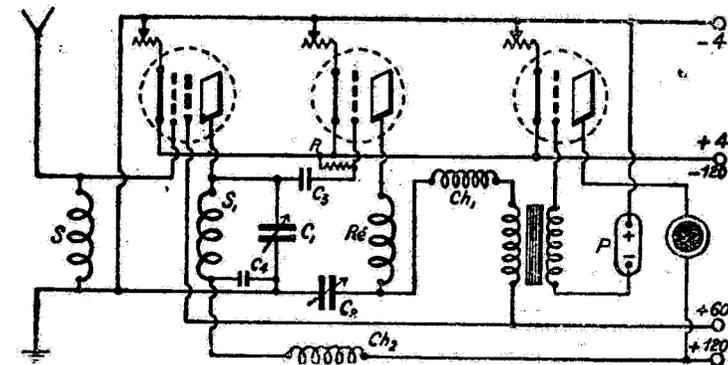


Fig. 339.
Montage Schnell précédé d'une amplificatrice HF à écran.

Voici un montage Schnell qui emprunte à cette valve un accroissement de puissance et de sensibilité (fig. 389).

La self d'entrée S agit en bobine de choc; elle a 3 ou 4 spires pour la plage de 10 à 60 mètres. Elle peut être remplacée par une résistance de 100.000 ohms à 3 mgh.

La self d'accord S₁ comporte de 4 à 6 tours et celle de réaction Ré, de 6 à 8 pour la même bande.

Le condensateur d'accord C₁ a une capacité de 0,33/1000. Une capacité fixe C₄, de 3/1000, livre passage aux courants HF entre le négatif de chauffage et le positif de la haute tension. Sa présence permet en outre d'utiliser la réaction électromagnétique, Ré étant couplée d'une manière fixe avec S₁. C₂ doit posséder des lames à grand écartement : un faux contact déchargerait la batterie de haute tension.

La lampe à écran gagne à être munie d'un blindage, même partiel, correspondant à l'écran. Pour éviter toute induction parasite, on peut supprimer les douilles en la plaçant horizontalement dans un petit étai en bois et en soudant les connexions aux broches.

La self Ch₁ comporte 18 tours jointifs en 6/10 isolé, sur mandrin de 6 cm. de diamètre. La seconde self de choc Ch₂ est constituée de la même manière.

C₃R valent 0,15/1000 et 5 mégohms. Chaque lampe a son rhéostat particulier (15, 25 et 15 ohms).

Le réglage consiste à manœuvrer les condensateurs d'accord et de réaction. Si des grognements se manifestent, shunter le secondaire du transfo BF par 300.000 ohms.

Grande sensibilité; bonne sélectivité; grande puissance; atténuation des parasites; réception des stations mondiales sur antenne intérieure.

Une réalisation recommandable : l'Océdyne 2 L. — Voici une réalisation commerciale du montage Schnell, très simple à construire, qui permet de recevoir les ondes de 10 à 100 mètres.

En voici les principales caractéristiques : S₁ non accordée; secondaire S₂ accordé par C₁, de 0,15/1000 au quartz; bloc détecteur courant R₁ C₃, de 4 mégohms et 0,15 (à air).

C₂ parfait l'effet réactif de la self S₃. Les selfs de choc Ch₁ et Ch₂, de 800 et 100 spires (fils 2/10 et 14/10) permettent de recevoir les ondes jusqu'à 500 mètres. La seconde agit pour les fréquences élevées (ondes au-dessous de 20 mètres); au-dessus, la self Ch₁ opère le blocage.

En principe, ce récepteur ne comporte que deux lampes, une détectrice et une trigrille, mais si l'on désire augmenter sa puissance, il est possible d'y adjoindre une première BF. Nous avons représenté celle-ci en pointillé, ainsi que les circuits correspondants. Pour n'utiliser que deux lampes, il suffit de relier, sur le schéma, les points a, b, c, d aux points a', b', c', d'. Le rhéostat-interrupteur Rh est de 40 ohms.

Le premier transformateur est de rapport 1-5; le second, de rapport 1-3 ou 1-2,5. C₄ a une valeur de 2/1000.

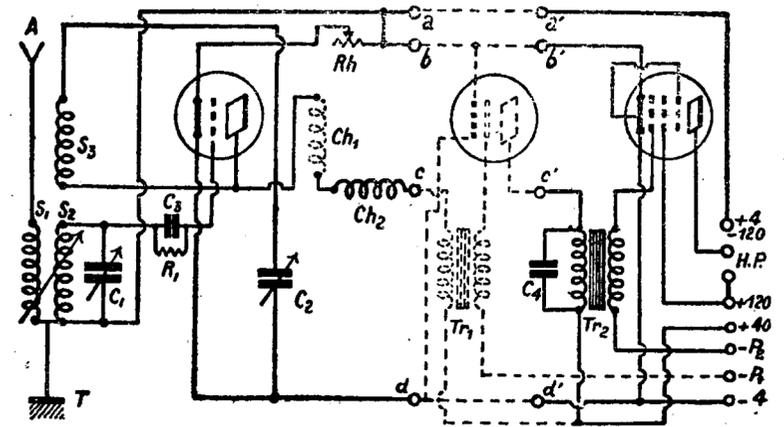


Fig. 390.
Le récepteur Océdyne à 2 et 3 lampes.

L'antenne normale a de 20 à 25 mètres. Les selfs bobinées « dans l'air » pour présenter un parfait isolement sont faites en fil de 15/10 sous coton, à l'aide d'un mandrin de 85 m/m. de diamètre. Elles sont maintenues rigides par des plaquettes d'ébonite. Les spires sont écartées l'une de l'autre de 4 millimètres.

Le primaire S₁ se place sur un support mobile (fig. 391); le secondaire et la réaction font partie d'un même bloc à 4 broches qu'on place sur les douilles S₂ S₃; ces enroulements sont interchangeables.

On fera cinq bobinages : un de 2 spires et l'autre de 3 spires pour le primaire S₁; un troisième, constitué par deux spires pour S₂ et trois pour la réaction S₃, permet la réception des ondes de 18 à 24 mètres; un quatrième, comprenant respectivement quatre (S₂) et quatre (S₃) spires, est destiné à la plage 24-35 mètres; le cinquième, de 8 et 10 spires, assure la réception de 32 à 50 mètres. Pour recevoir de 50 à 90 mètres, il faudra bobiner une autre self de 15 tours (accord) et 12 tours (réaction) sur mandrin de 60 millimètres de diamètre : fil de diamètre 6/10 isolé coton.

Pour le fonctionnement, on place sur les supports fixe et mobile les selfs correspondant à la longueur d'onde à recevoir. Les lampes sont allumées et le chauffage de la détectrice réglé par le rhéostat. Le réglage est obtenu par la manœuvre des condensateurs C_1 et C_2 .

On peut limiter la haute tension à 80 volts, si l'on a soin de placer comme BF une lampe fonctionnant normalement sous ce voltage. La tension normale recommandée est de 120 volts.

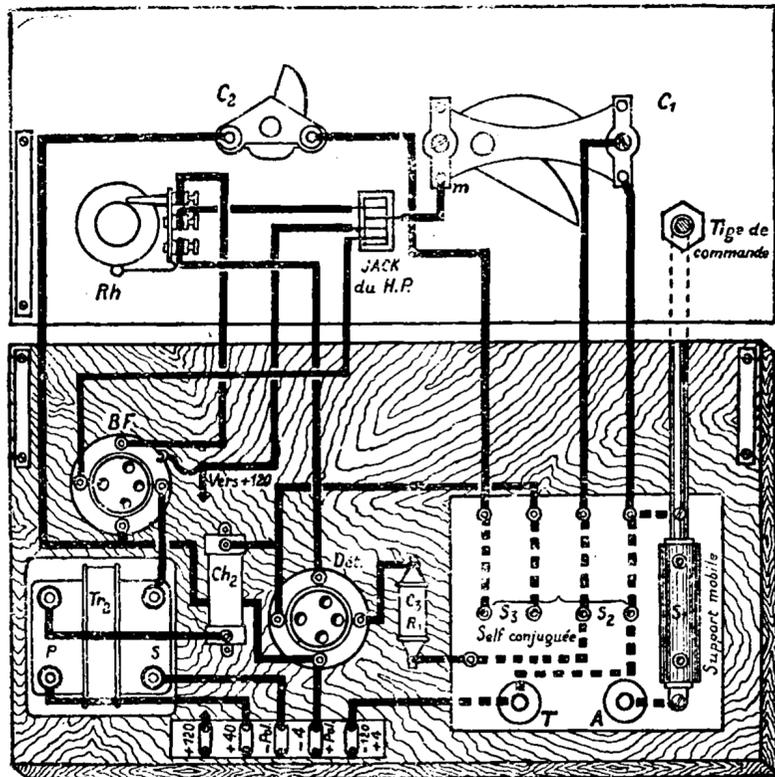


Fig. 391.

Plan de câblage, vu de l'arrière.

L'ensemble des pièces avec jeux de selfs et deux lampes des types B 424 et B 443 revient à 500 francs environ. Ce poste permet de recevoir en plein Paris : New-York, Schenectady, Vatican, ainsi que les amateurs d'Europe et de l'Afrique du Nord.

Il existe un montage perfectionné de ce poste, l'Océdyne-Ecran, avec lampe à écran, qui reçoit le monde entier sur O.C.

MONTAGE REINARTZ. — Les récepteurs Reinartz, également imaginés par un amateur américain, ont pour caractéristiques principales de fonctionner sur antenne non accordée. Ils présentent donc le grand avantage de recevoir les ondes courtes sur antennes assez longues.

Le Reinartz est essentiellement constitué par une détectrice à réaction présentant les originalités suivantes : circuits fortement couplés faisant partie du même bobinage, alimentation plaque en parallèle (batterie haute tension en dehors des circuits de plaque et de réaction).

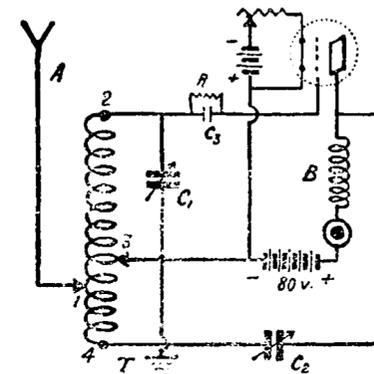


Fig. 393.

Reinartz pour ondes courtes.

Certains ouvrages préconisent l'emploi d'une self unique avec manettes et plots permettant la réception de toute la gamme des petites ondes. Mais nous conseillons de construire plusieurs bobines spéciales dont nous donnons plus loin les caractéristiques. On peut adopter les genres à fond de panier ou gabion, mais l'enroulement cylindrique en fil de 20/10 est préférable et plus pratique.

Les prises 1, 2, 3, 4 s'effectuent à l'aide de pinces : elles correspondent respectivement à l'antenne, à la grille, à la terre et au circuit de plaque.

C_1 est le condensateur d'accord d'une capacité maximum de 0,15/1000. Cet organe doit être électriquement et mécaniquement très soigné afin d'éviter tout crachement pendant la réception. Les plaques mobiles sont réunies au +4, les plaques fixes au circuit de grille.

C_2 est le condensateur d'accrochage de 0,25/1000. Il est commandé à distance par un manche isolant.

C_3 est un condensateur fixe à air de 0,1/1000, et R, la résistance fixe de détection de 4 mégohms.

B est une bobine de choc qui barre le chemin de la batterie de plaque aux oscillations de haute fréquence. Cette self peut être constituée par un circuit d'écouteur ou mieux par une bobine semi-apériodique à prises.

L'audition est quelquefois meilleure avec 40 ou 50 volts sur la plaque. On peut naturellement faire suivre ce dispositif d'une seconde lampe basse fréquence.

ONDES DE 20 MÈTRES. — Pour les ondes de 20 mètres, les selfs du commerce bobinés en gros fil nu, sans support, sont en tous points recommandables. On peut les réaliser soi-même en faisant un enroulement de 12 tours de 9 centimètres de diamètre en fil nu 20/10, spires écartées d'axe en axe de 1 centimètre. On donne une rigidité convenable à l'ensemble à l'aide de planchettes ou de plaquettes d'ébonite dans lesquelles on a pratiqué des encoches. Les prises se font avec des pinces métalliques spéciales. On laissera 4 spires entre 4 et 1; 1 entre 1 et 3; 7 entre 3 et 2.

ONDES DE 30 A 50 MÈTRES. — La réception des ondes de 30 à 50 mètres se fait sur selfs cylindriques avec support en carton laqué ou en ébonite. On enroule 20 tours de fil 12/10 nu ou isolé au coton, espacés l'un de l'autre de 5 mm. Laisser 8 spires entre 4 et 1, une seule entre 1 et 3 et onze entre 3 et 2. Les prises sont soudées.

ONDES DE 50 A 80 MÈTRES. — Pour les ondes de 50 à 80 mètres, le bobinage se fait à tours jointifs sur une carcasse analogue, avec du fil de 10/10. Le nombre de tours est de 30, avec prises aux 9° et 10° (en 1 et 3).

Des bobinages plus importants permettent d'atteindre les ondes de 400 mètres. L'accrochage se fait par la manœuvre de C_2 . Prise de terre facultative.

Réception des ondes courtes sur grande antenne; facilité de réglage; action réduite des influences extérieures.

IV. Changeurs de fréquence

Après avoir parcouru le cycle des récepteurs à amplification directe, nous allons décrire les principaux types de « changeurs de fréquence », appareils qui présentent de réels avantages sur les premiers : sensibilité, sélectivité, simplicité, puissance. Aussi les ont-ils supplantés peu à peu depuis une douzaine d'années.

PRINCIPE. — Primitivement conçus pour transformer les ondes courtes en ondes longues, plus facilement amplifiables, ils ont conservé leur vogue après l'apparition des lampes multigrilles, qui permettent plus facilement l'amplification des P.O. et des O.C.

Supposons que nous voulons recevoir une émission sur 200 mètres de longueur d'onde. Le nombre des oscillations par seconde est de $300.000.000 : 200 = 1.500.000$. Ces oscillations sont appliquées à la première grille.

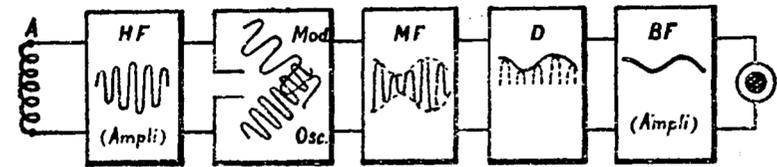


Fig. 395.

Schéma général d'un changeur de fréquence et représentation graphique des courants.

Faisons agir sur ce même circuit une hétérodyne réglée sur la fréquence de 1.600.000 périodes. L'interférence entre ces deux ondes produit un « battement » dont la fréquence est de $1.600.000 - 1.500.000 = 100.000$ périodes, ce qui correspond à une longueur d'onde de 3.000 mètres. L'onde initiale de 200 mètres a donc été transformée en une onde de 3.000, très facile à amplifier.

Ces oscillations, dites de moyenne fréquence, sont amplifiées, détectées, puis enfin amplifiées en BF.

Les changeurs de fréquence comportent donc les organes suivants : une antenne A, éventuellement un ampli HF, un

dispositif oscillateur-modulateur, un amplificateur MF, un étage détecteur, un amplificateur BF et un haut-parleur.

La simplicité de ces appareils s'affirme du fait que l'amplificateur MF est réglé une fois pour toutes.

Radiomodulateurs

Primitivement, la conversion de fréquence s'effectuait par deux lampes, une modulatrice, une oscillatrice. L'apparition de la bigrille a permis d'économiser une lampe. La figure 396 donne le schéma d'un radiomodulateur bigrille qui est resté longtemps le « changeur » classique.

Radiomodulateur bigrille. — L'antenne ou le cadre est accordé par le condensateur variable C, de 1/1000. Les oscillations de ce circuit sont appliquées à la grille extérieure de la bigrille. La grille intérieure de celle-ci est commandée par le circuit oscillant C₁ et self connectée, qui « module » les oscillations du premier. Il en résulte un courant moyen de plaque qui est transmis à l'amplificateur MF par le Tesla d'entrée Te. Un rhéostat de 30 ohms donne au chauffage sa valeur optimum.

Les selfs de grille et plaque Osc. sont couplées d'une manière fixe et forment l'ensemble oscillateur. Un commutateur donne les différentes gammes d'ondes.

Les transformateurs moyenne fréquence Tr₁ et Tr₂ sont accordés une fois pour toutes, avons-nous dit, sur une longueur d'onde choisie et de valeur constante. Ces organes sont vendus dans le commerce avec l'oscillatrice.

Les lampes MF étaient généralement au nombre de trois (nous en avons figuré deux). Les retours de grille se font sur le potentiomètre Pot., qui permet de rester maître de l'accrochage. La capacité C₃ vaut 4/1000; elle livre passage aux courants HF vers le — 4.

L'étage détecteur comporte les organes courants C₆R, de 0,15/1000 et 3 mégohms. Un inverseur permet d'utiliser une ou deux BF, qui sont polarisées par la pile P.

On peut augmenter la puissance de ce récepteur en portant la tension anodique des lampes BF à 120 volts.

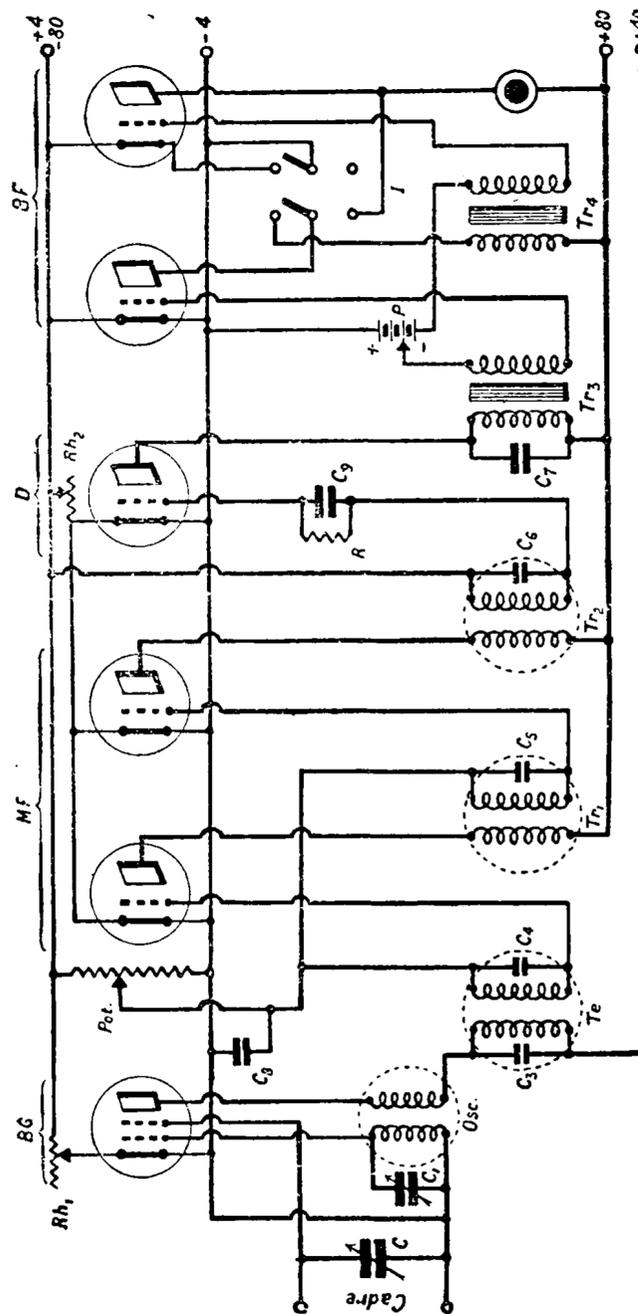


Fig. 396.

Changeur de fréquence par modulation.

BG, bigrille oscillatrice. — MF, moyenne fréquence. — D, détectrice. — BF, basse fréquence. — C, condensateur d'accord. — C₁, condensateur d'hétérodyne. — Pot, potentiomètre. — RC₁, dispositif de détection. — Osc, oscillatrice. — Te, tesla d'entrée. — Tr₁, Tr₂, transformateurs moyenne fréquence. — Tr₃, Tr₄, transformateurs basse fréquence. — P, pile de polarisation. — I, inverseur. — C₃, condensateur de fuite. — C₂, C₄, C₅, C₆, C₇, condensateurs d'accord généralement placés par le constructeur dans le boîtier des bobinages.

Nous avons indiqué un rhéostat pour chaque groupe de lampes; mais ces organes sont inutiles et quelquefois même dangereux lorsqu'on utilise des lampes à oxyde. Il suffit de régler la tension à 4 volts. Seule la seconde lampe à écran peut être munie d'un rhéostat de 30 ohms dont la manœuvre commande l'accrochage et l'intensité de l'audition.

Ces résultats peuvent encore être obtenus en reliant l'écran des MF à la haute tension à l'aide d'une résistance variable de 100.000 ohms avec condensateur-shunt de 2 MFD (fig. 378). Dans ce cas, la prise +80 ne commande plus que le circuit de la plaque détectrice.

Réalisation d'un BGP à 4 lampes. — Le montage que nous venons de décrire est extrêmement sensible et puissant. Beaucoup d'amateurs estimeront sans doute qu'une seule MF suffit; cette simplification réduit la dépense. Nous donnons le plan d'un tel montage à la figure 399. On peut, naturellement, adopter une toute autre disposition, à la condition d'observer les principes de bon isolement.

Le coffret mesurera environ 45 × 25 cm., avec une hauteur de 26 cm. Le panneau vertical avant supporte les deux condensateurs, le ou les rhéostats.

Dans le cas où on utiliserait une oscillatrice *Osc.* à commutateur PO-GO, cet organe devrait également être fixé sur ledit panneau, afin de rester sous la main de l'opérateur et de faciliter les manœuvres.

Une plaque d'ébonite intérieure, maintenue par des tasseaux à une hauteur de 8 cm. environ, occupe toute la longueur du coffret, mais laisse en avant un espace vide suffisant pour l'emplacement des condensateurs : elle aura donc environ 45 cm. de longueur sur 15 à 16 de largeur.

Sur ces plaques seront placées les douilles des lampes, celles de l'oscillatrice *Osc.*, du Tesla *Te* et du transformateur *Tr₁*. Les connexions se font en-dessous; le transfo BF est également fixé sur la face inférieure.

On pourrait, comme nous l'avons déjà dit, placer la plaque d'ébonite presque au fond du coffret ou, mieux, la supprimer et employer des supports spéciaux; mais les connexions étant visibles, le montage est moins coquet; les bornes sont également moins accessibles.

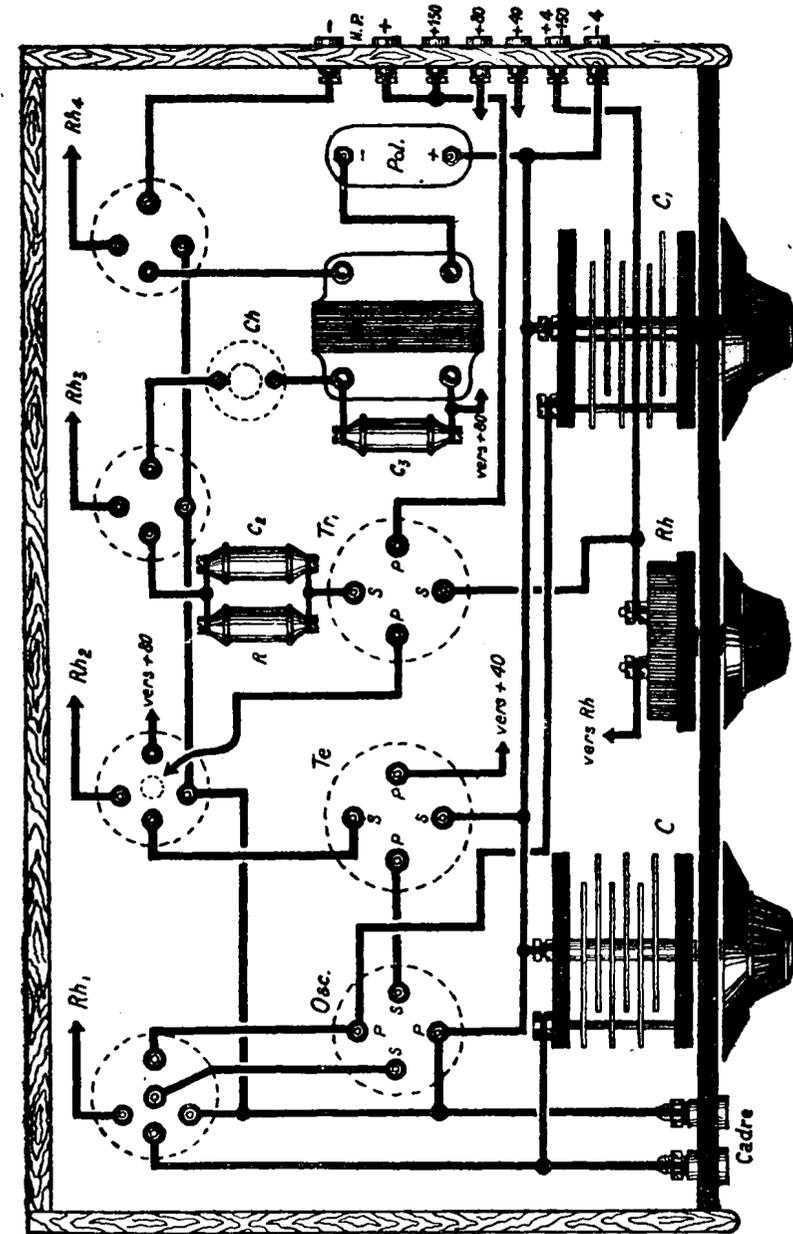


Fig. 399.

Plan de câblage d'un supradyne BGP.

Rh_1 , Rh_2 et Rh_4 doivent être supprimés avec des lampes à oxyde.
 Rh_3 est seul maintenu pour commander l'accrochage.

Si l'on utilise la réaction électrostatique, le condensateur de commande doit naturellement être fixé sur le panneau avant. Il est bon, dans ce cas, de disposer les différents organes sur deux rangs.

Nous n'entreprendrons pas les descriptions détaillées du câblage qui ressort nettement de la figure 399. Notons seulement que la connexion partant du primaire de Tr_1 et se terminant par une flèche, se rend à la borne plaque de la lampe à écran, borne placée au-dessus de l'ampoule. On utilise généralement un fil souple isolé pour la réaliser.

Les cinq bornes -4 , $+4$ — HT, $+40$, $+80$ et $+150$ peuvent recevoir une fiche spéciale ou un dispositif unique muni d'un cordon d'alimentation à cinq conducteurs qui se rendent aux diverses sources.

Il est possible, avons-nous dit, de réduire leur nombre et de le limiter, en ce qui concerne la haute tension, à la borne « $+150$ » ; il suffit de mettre en circuit des résistances convenables qui ramènent ce voltage maximum aux tensions intermédiaires utilisables.

L'idéal serait de posséder une boîte d'alimentation permettant de disposer des trois voltages désirés (fig. 212).

La pile de polarisation est placée de préférence au-dessus de la plaque d'ébonite, afin d'être accessible lorsque son remplacement est jugé nécessaire. Cet organe devient inutile lorsque la tension de polarisation est fournie par la boîte d'alimentation.

Le câblage se fait en fil de 15 ou 16/10. On évitera le rapprochement et le parallélisme des circuits qui provoqueraient des inductions nuisibles.

Reste maintenant la mise au point du montage. Tous les organes étant en place, on met la manette de la self apériodique sur le plot convenable (manipulations à supprimer dans le cas de l'emploi d'une simple self de choc). On allume les lampes et on règle l'audition avec les deux condensateurs C et C_1 .

Réalisation d'un BGP à 5 lampes. — Si l'on désire ajouter une seconde MF à écran, les extrémités du secondaire de Tr_1 , au lieu d'être reliées au dispositif détecteur et au $+4$, sont connectées à la grille principale de cette lampe et au -4 (fig. 399).

RECEPTION DES ONDES COURTES. — Les changeurs de fréquence que nous venons de décrire étaient établis primitivement pour recevoir les ondes de 200 à 2.000 mètres. Seuls des montages spéciaux permettaient de capter les ondes courtes. Nous indiquons toutefois à la figure 401 un adaptateur qui, placé avant l'appareil (les bornes m et n étant reliées aux bornes prévues pour le cadre), permet la réception des ondes de 20 à 200 mètres.

Le cadre spécial pour O.C. ne devant couvrir que la gamme ci-dessus, est établi pour cette plage et accordé par le condensateur C, de 0,25.

On peut confectionner soi-même le Tesla, qui comporte au primaire un nid de 175 spires accordé par C_2 de 0,5/1000 et au secondaire un bobinage semblable de 200 spires.

Ainsi que l'indique le schéma, l'oscillatrice est une lampe bigrille.

Toutefois, si l'on désire se spécialiser dans la réception des ondes courtes, mieux vaudrait établir un récepteur spécial dont les constantes répondent à la gamme d'ondes envisagée.

Voici quelles conditions à réaliser pour être assuré du succès.

Réception sur cadre approprié ou en Bourne sur antenne désaccordée. Primaire : 3 spires ; secondaire : 5 spires, en fil 10/10 deux couches coton, bobiné en tours jointifs sur carcasse cylindrique de 8 cm. Les deux bobinages peuvent être faits sur le même carton avec un espacement de 2 centimètres.

L'oscillatrice sera de préférence à enroulements toroïdaux, ainsi d'ailleurs que le Tesla et les transformateurs moyenne fréquence.

Un seul étage BF suffit généralement. On peut l'équiper au besoin avec une trigrille de puissance.

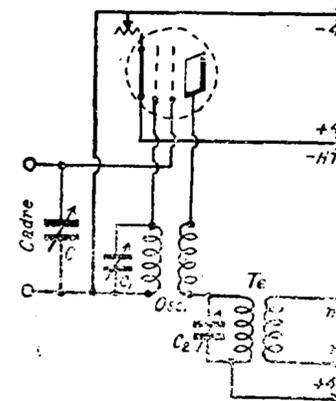


Fig. 401.

Dispositif spécial précédant un changeur de fréquence pour la réception des ondes courtes.

Technique nouvelle

Le Super "Batteries" moderne

Changeur de fréquence à 6 lampes, très musical et sélectif avec commande unique et bobinages perfectionnés

Nous avons dit précédemment que le changement de fréquence par bigrille ne représentait pas le montage idéal et n'était pas sans inconvénients. Cela tient à ce que cette lampe doit remplir à la fois les fonctions d'oscillatrice et de modulatrice.

Les excellents résultats obtenus en matière de postes secteur par le couple triode-hexaode ont prouvé que ces fonctions doivent être nettement séparées et ont remis en faveur le changement de fréquence par deux lampes.

C'est sur ces données qu'est établie la réalisation commerciale que nous allons décrire et qui peut être considérée comme la meilleure formule actuelle des postes « batteries ».

Le schéma de principe est donné à la figure 402.

L'oscillatrice L_2 est une triode du type A 409 et la modulatrice L_1 une tétraode à écran genre B 442.

Un présélecteur permet d'obtenir une sélectivité poussée et dispense de l'emploi d'une préamplification HF.

La plaque de l'oscillatrice module l'écran de L_1 dont le circuit d'anode recueille la moyenne fréquence.

Les bobinages sont réunis dans un même boîtier métallique et sont constitués par le bloc D 11 N Gamma qui fournit la totalité des plages P.O. et G.O.

L'amplification moyenne fréquence est assurée par un seul étage équipé par une B 442 (L_3) dont la tension d'écran à commande potentiométrique *Pot.* règle le volume de son.

La détection se fait par une triode L_4 du type B 424. Quant à l'amplification BF, elle s'effectue par une triode L_5 amplificatrice de tension, suivie d'une pentode L_6 , genre D 443, amplificatrice de puissance.

La tonalité de l'audition est assurée par une résistance variable R_7 de 50.000 ohms et un condensateur C_9 de 0,04 MFD mis en parallèle sur le circuit du haut-parleur.

Réalisation. — La disposition générale du câblage est donnée par la figure 403. De même que pour les postes secteur, on utilise un châssis métallique.

La partie avant de ce dernier porte le bloc D 11 N, le potentiomètre *Pot.* et la résistance variable de tonalité R_7 , qui fait également fonction d'interrupteur.

Sur la face arrière, figurée horizontalement, comme la précédente, aboutissent les prises d'antenne A et de terre T, celle de pick-up *PU* et la plaquette portant les douilles d'alimentation.

Les condensateurs variables sont fixés de telle sorte que les trimmers soient accessibles pour faciliter l'alignement.

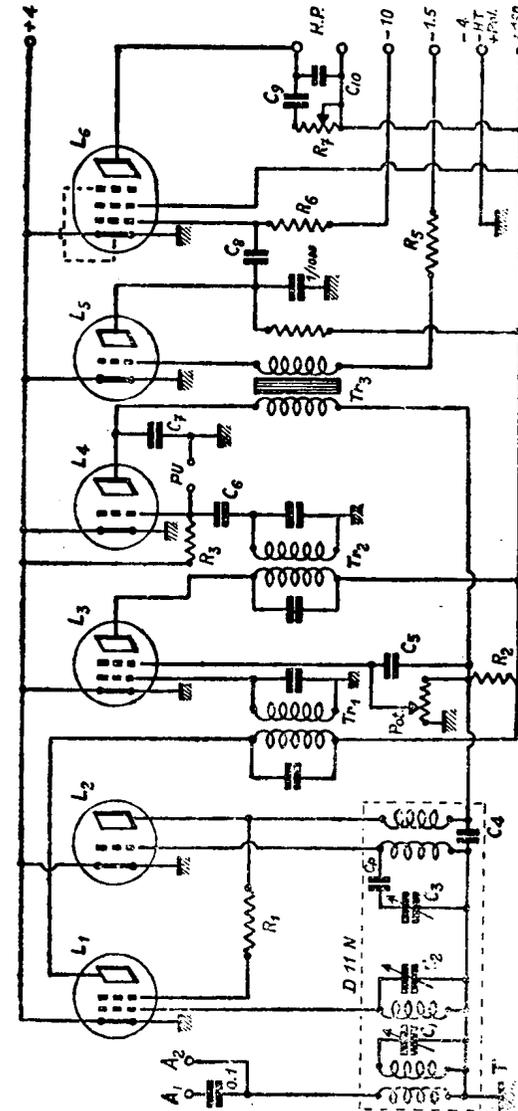


Fig. 402. LE SUPER « BATTERIES » MODERNE.

D 11 N, bloc d'accord-oscillateur. — C_1, C_2 et C_3 , condensateurs variables à commande unique. — C_4 , condensateur padding. — $C_4 = 0,25/1000$. — $C_5 = 0,25/1000$. — $C_6 = 0,1/1000$. — $C_7 = 1/1000$. — $C_8 = 10/000$. — $C_9 = 0,04$ Mfd. — $C_{10} = 3/1000$. — $R_1 = 4.000$ ohms. — $R_2 = 10.000$ ohms. — $R_3 = 500.000$ ohms. — $R_4 = 50.000$ ohms. — $R_5 = 500.000$ ohms. — $R_6 = 500.000$ ohms. — R_7 , résistance variable de 50.000 ohms. — Tr_1 et Tr_2 , transformateurs MF types T 21 E. — Tr_3 , transformateur basse fréquence rapport 1-3. — Les différentes tensions sont indiquées à droite. La HT peut varier de 120 à 160 volts.

Les connexions figurant en pointillé se rendent de la borne supérieure des lampes à écran (plaque) au primaire du transformateur MF correspondant.

Un électrodynamique à aimant permanent peut compléter avantageusement l'ensemble.

Avant la guerre, la valeur des pièces détachées, haut-parleur non compris, s'établissait aux environs de 600 francs.

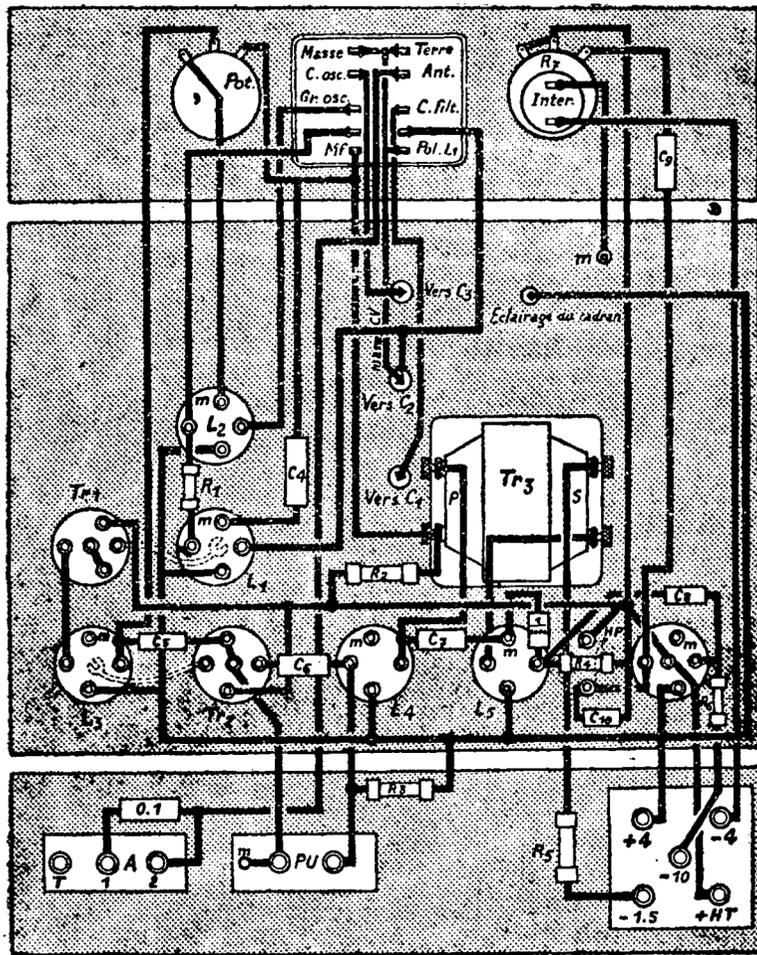


Fig. 403.

Plan de câblage.

Le — de chaque filament (m) est relié à la masse.
Les connexions amorcées de CV passent de l'autre côté du châssis.

Une autre réalisation, un peu simplifiée, comportant le châssis complet, mis au point, ne nécessitait qu'une dépense voisine de 400 francs.

Postes Secteur

Généralités

Les postes alimentés directement par le secteur alternatif constituent le dernier progrès de la science radioélectrique.

AVANTAGES. — Ces récepteurs présentent une supériorité incontestable sur les appareils du type « batteries » :

Simplicité de mise en marche : le poste se branche à une simple prise de courant ;

Simplification de l'alimentation et absence de tout entretien ;

Augmentation de rendement et qualité de reproduction, dues à l'émission électronique intense des lampes secteur et à la forte tension anodique de la lampe finale.

INCONVÉNIENTS. — Ces postes présentent toutefois quelques inconvénients que l'on ne peut passer sous silence :

Les lampes secteur qu'ils utilisent sont d'un prix assez élevé ;

Les résultats sont médiocres ou mauvais lorsque le secteur présente des variations de voltage ou véhicule des parasites. Mieux vaut conserver les anciens procédés d'alimentation que brancher un poste sur un secteur présentant des sautes de 20 et 30 volts ;

Certaines précautions doivent être prises pour éviter les phénomènes d'induction et donner à l'audition toute la pureté désirable.

DIRECTIVES GÉNÉRALES. — Avant d'abord, les réalisations d'appareils, nous croyons utile de résumer brièvement celles de ces précautions qui s'appliquent à tous les types d'appareils-secteur.

Etant donnée l'intensité élevée du courant de chauffage, les conducteurs de ce circuit doivent être bien isolés et avoir une section suffisante pour éviter toute chute de tension importante;

L'emploi d'un cordon à deux conducteurs isolés torsadés permet d'annuler le rayonnement électrique du circuit de basse tension;

Une polarisation convenable est indispensable pour toutes les lampes. Même en haute fréquence, la grille doit avoir une tension inférieure à celle de la cathode. Cette polarisation joue, d'autre part, un rôle important dans le réglage du volume du son et de la sélectivité. On l'obtient en créant une chute de tension dans le circuit cathodique à l'aide d'une résistance de 3 à 800 ohms shuntée par un condensateur.

Enfin, un système de blindage évitera toute action du transformateur d'alimentation et de la self de filtrage sur les autres organes du récepteur. Primitivement, on enfermait le dispositif d'alimentation dans un carter métallique; mais on s'est orienté, par la suite, vers les blindages particuliers des lampes et des bobinages.

Toute négligence dans cet ordre d'idées provoquerait infailliblement un ronflement très désagréable.

Si, malgré toutes ces précautions, ce ronflement se produit, il est souvent possible de l'éliminer en disposant un condensateur de 4 MFD à la sortie du filtre.

Ajoutons que l'emploi de rhéostats n'est pas utile avec les lampes secteur. L'allumage se produit directement par la mise en place de la prise de courant. Notons toutefois que le poste n'entre en fonctionnement que 20 ou 30 secondes après cette opération, car la cathode doit être amenée à la température voulue pour donner une émission électronique normale.

Nous ne parlerons pas de nouveau de la haute tension; celle-ci est obtenue par le procédé que nous avons déjà indiqué : redressement généralement par valve, filtrage, diviseur de tension approprié aux caractéristiques de l'appareil et dispositif de polarisation.

Les mesures de tension se feront avec un voltmètre de précision à très forte résistance. Un voltmètre ordinaire donnerait des indications absolument fausses.

Collecteur d'ondes. — Le collecteur d'ondes utilisé dépendra de la sensibilité de l'appareil. Un bilampe devra nécessairement fonctionner sur antenne, si l'on désire capter les émissions autres que celles des stations locales.

Par contre, un changeur de fréquence se contentera d'une antenne intérieure ou d'un cadre.

Dans certains cas, la prise de terre utilisée comme antenne donne des résultats satisfaisants.

L'idéal pour beaucoup d'amateurs serait d'utiliser le secteur comme antenne. Ce procédé de réception, essentiellement pratique, peut être adopté lorsque le courant lumière ne véhicule pas trop de parasites susceptibles de hacher ou de dénaturer l'audition.

Il suffit de relier la borne d'antenne A à l'un des fils du secteur, en ayant bien soin de mettre en série un condensateur fixe C de 0,1 à 0,25/1000. La borne G est connectée à la grille et la borne T à la terre (accord Bourne).

Dispositifs d'accord. — Les dispositifs d'accord des postes secteur sont les mêmes que ceux des postes fonctionnant sur accumulateurs.

Le cadre est à peu près abandonné. L'antenne est accordée par une self et un condensateur variable. L'accord peut se faire en direct, en Bourne ou en Tesla. On emploie exclusivement des blocs avec commutateur.

Il y a quelques années, la réception des petites ondes était généralement limitée à 180 ou 200 mètres de longueur d'onde. Actuellement, la plupart des blocs d'accord comportent une self spéciale O.C. et les récepteurs qui en sont dotés peuvent recevoir 3 ou 4 gammes d'ondes. Pour capter les ondes courtes, un inverseur met en court-circuit les selfs P.O. et G.O., constituant le présélecteur, et l'antenne attaque directement l'enroulement correspondant aux ondes courtes. Il en est de même pour les bobinages oscillateurs.

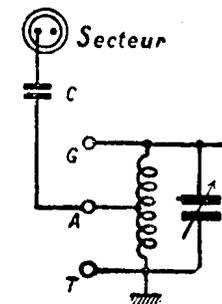


Fig. 408.
Utilisation du secteur
comme antenne.

Comment fonctionne un poste secteur

Avant d'aborder les montages d'appareils, nous dirons quelques mots sur le fonctionnement des postes secteur. Un grand nombre d'amateurs, qui se désintéressent des « constructions », nous ont demandé, en effet, de leur faire connaître succinctement le poste commercial qu'ils possèdent et dont ils ne savent que manœuvrer les boutons.

C'est avec plaisir que nous leur donnons satisfaction. Les bricoleurs trouveront d'ailleurs dans ce chapitre une sorte de synthèse des notions contenues dans les différentes parties de l'ouvrage et cet aide-mémoire ne leur sera pas inutile. Et nous ajoutons que les dépanneurs eux-mêmes gagneront à en prendre connaissance : ils s'assimileront plus rapidement les directives qui leur seront données ultérieurement et leur travail en sera grandement facilité.

Examinons le schéma simplifié que représente la figure 411. Il nous permettra de comprendre la technique des postes secteur en général.

Tout d'abord, à quoi servent les lampes, nous ont demandé quelques amateurs débutants? Leur rôle a été exposé longuement dans la première partie de l'ouvrage; elles se classent en trois grandes catégories : amplificatrices, détectrices, oscillatrices.

Les premières jouent à l'égard des courants électriques le même rôle que la loupe à l'égard des objets examinés; elles constituent, pour employer une expression imagée, des appareils d'agrandissement en tous genres. Les secondes se bornent à transformer les courants alternatifs modulés, seuls transmissibles à longue distance par l'éther, en courants continus ondulés, capables d'agir sur la membrane du haut-parleur. Les dernières sont destinées à produire des oscillations dont nous parlerons plus loin.

Nous avons dit, à maintes reprises, que le fonctionnement d'une lampe exigeait une source électrique de 4 volts destinée à chauffer le filament et une autre source de 80 volts réservée à la plaque. Ces voltages, immuables au début, sont devenus très variables par la suite : c'est ainsi que certains filaments sont chauffés à 2, 6, 12, 25 volts, tandis que la haute tension est passée de 80 à 150, 200 et 300 volts, depuis l'apparition des postes secteur.

Comment sont obtenues ces tensions de chauffage et de plaque?

Alimentation. — Le principal organe utilisé à cet effet est un transformateur d'alimentation Tr. A. L'enroulement primaire P est relié à une prise du secteur d'éclairage (*mn* pour 110 volts, *mr* pour 130, *mt* pour 220, *mu* pour 250).

Supposons que ce bobinage P possède 500 tours pour une tension de secteur que nous arrondissons à 100 volts, afin de faciliter les calculs.

Si l'on effectue sur lui un enroulement secondaire S_1 ayant vingt-cinq fois moins de tours, soit 20, on obtiendra, en principe, un voltage de $100 : 25 = 4$ volts, susceptible d'être utilisé pour le chauffage des filaments. Il suffira donc de relier les extrémités *ff* de ce secondaire aux filaments *ff* des lampes, et voilà notre chauffage assuré. Ces connexions se font généralement en fils torsadés.

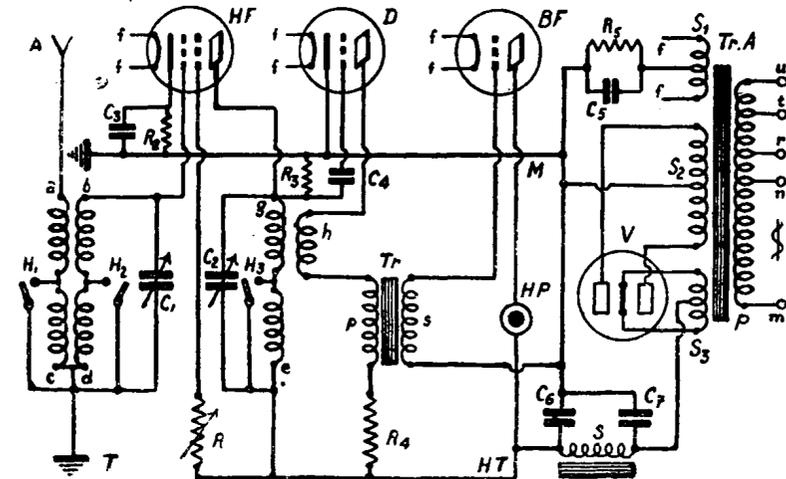


Fig. 411.

Schéma de principe d'un poste secteur à trois lampes.

En faisant un autre bobinage S_2 ayant trois fois plus de spires que le primaire, soit 1.500, on dispose d'une tension trois fois plus forte que celle du secteur, soit $100 \times 3 = 300$ volts, et voilà qui va nous servir pour la haute tension. Mais celle-ci sera alternative; si ce genre de courant est acceptable pour le filament des lampes à chauffage indirect, il ne peut être utilisé pour la tension plaque. Force est donc de le redresser : c'est le rôle de la valve V dont nous avons parlé dans le chapitre de l'alimentation.

Cette valve possède un filament et deux plaques. Le filament est chauffé par un troisième enroulement secondaire S_3 donnant généralement 4 volts, comme S_1 , mais ne débitant que 1 ou 1,5 ampère au lieu de 3. Les plaques sont reliées aux extrémités du bobinage S_2 ; comme celui-ci doit avoir une prise médiane, il est scindé en deux parties comprenant chacune 1.500 tours et donnant 300 volts (dans le cas supposé). La chute de tension qui se produit dans la valve et la self de filtrage ne permettra, en définitive, de disposer que d'une haute tension effective de 240 à 250 volts.

Nous savons que le courant alternatif n'est pas redressé d'une façon linéaire; il reste ondulé et a besoin d'un filtrage sérieux :

c'est le rôle de la self S et des condensateurs de grosse capacité C_6 et C_7 . C'est souvent parce que ce filtrage est insuffisant qu'un ronflement se produit.

La figure 412 représente un transformateur d'alimentation avec son blindage; à la partie supérieure se trouve le fusible qu'on place dans les douilles correspondant à la tension du secteur. Ce transformateur est un modèle à encastrer qui se fixe dans un évidement du châssis, prises en dessous. A droite, nous voyons ces prises et les connexions à réaliser.

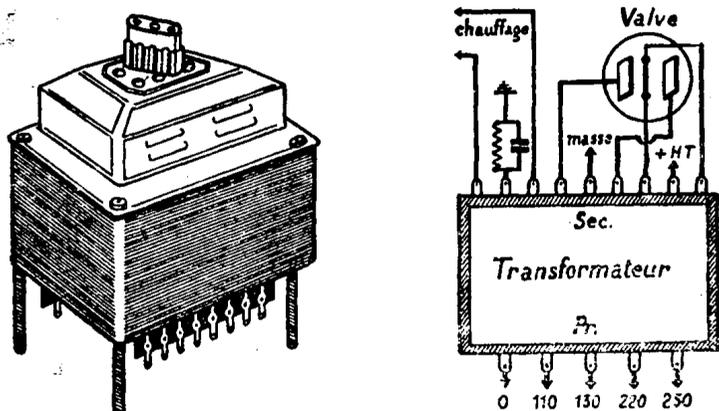


Fig. 412.

Transformateur d'alimentation.
Aspect extérieur. Prises de courant.

Il faut maintenant que la haute tension soit distribuée aux plaques des trois lampes : une amplificatrice haute fréquence (HF), une détectrice (D) et une amplificatrice basse fréquence (BF), et cela à travers des bobinages ou des résistances d'utilisation.

Distribution des tensions. — Elle parvient avec son voltage le plus élevé à la plaque HF par les selfs de résonance e et g . Pour la plaque D, au contraire, qui ne doit recevoir que de 100 à 120 volts, elle est réduite par la résistance R_4 ; le courant parcourt ensuite les bobinages p et h . Tout le voltage est appliqué à la plaque BF à travers l'enroulement du haut-parleur. Le — HT est représenté par le circuit M (masse) qui se confond généralement avec la terre T.

Les grilles amplificatrices, avons-nous dit très souvent, doivent avoir une tension légèrement négative par rapport à celle des filaments : on obtient ce résultat en interposant dans le circuit de cathode une résistance R_2 , qui rend celle-ci légèrement positive par rapport à la grille, ce qui revient évidemment au même. La résistance R_3 joue le même rôle à l'égard de la grille BF dont le retour est à la masse.

La grille-écran HF reçoit une haute tension réduite par la résistance R ; on sait que cette tension doit être, en général, moitié de celle de la plaque. Son rôle est d'accélérer plus ou moins la ruée électronique et, par conséquent, d'augmenter ou de réduire la puissance de l'audition.

Boutons de commande. — Nous arrivons à ces fameux boutons de commande à la manœuvre desquels se borne le savoir d'un grand nombre de sans-filistes. Quel est bien le rôle de ces boutons, généralement au nombre de trois?

Le premier, celui qui se trouve le plus souvent au centre et plus élevé que les autres, correspond à l'arbre des condensateurs variables C_1 et C_2 . Sa manœuvre donne la longueur d'onde et conséquemment l'émission désirée. Dans les appareils plus complexes, il peut y avoir trois et même quatre condensateurs fixés sur la même commande.

Le second bouton, qui porte souvent l'indication P.O.-G.O., est un commutateur à branches multiples qui permet d'établir ou d'enlever les contacts en H_1 , H_2 et H_3 , c'est-à-dire de placer à volonté hors circuit les bobinages « grandes ondes » c , d et e . Lorsque ces contacts sont fermés, seules les selfs a , b et g sont utilisées pour la réception des « petites ondes ». Il peut y avoir une troisième position pour les « ondes courtes » et même une quatrième pour le pick-up.

Le troisième bouton est employé pour le « renforcement » de l'audition. Il agit, ou bien sur la self de réaction h (montages anciens), ou sur la résistance variable d'écran R dont nous avons parlé, ou encore sur la polarisation d'une grille. Fréquemment, il communique également au circuit de chauffage et provoque l'extinction des lampes à fond de course.

Il peut y avoir un quatrième bouton permettant de modifier la tonalité de l'audition (R_7 , fig. 402), voire même un cinquième commandant la sélectivité variable.

Aspect du châssis. — En nous reportant à la figure 433, nous voyons un châssis remontant à quelques années. Examinons-le pour mémoire : nous distinguons les lampes et les connexions supérieures des deux MF avec les transformateurs correspondants, le carter K des condensateurs de filtrage et celui du transformateur d'alimentation Tr, avec emplacement de la valve V. Les boutons sont assez nombreux, car les condensateurs C et C_1 ne sont pas à commande unique. La résistance R_2 contrôle le volume de son, Osc. est le commutateur de l'oscillatrice et I l'interrupteur de chauffage.

La figure 413 représente un châssis moderne, celui du montage Jack 6, schématisé au n° 434. Au centre, nous voyons le bouton commandant le bloc des condensateurs variables, avec index et

cadran; à gauche, le commutateur P.O.-G.O., et, à droite, le régulateur de son.

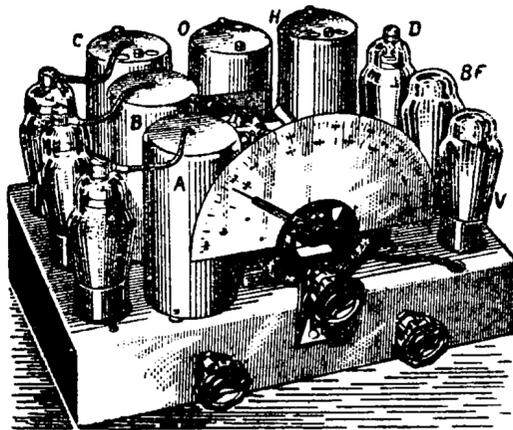


Fig. 413.

Aspect d'un châssis moderne complètement équipé.

Les bornes supérieures (grilles principales) des lampes de gauche correspondent respectivement au circuit d'accord (A), au transformateur de liaison BF (B) et au transformateur MF (C); le carter O contient les bobinages oscillateurs, celui de droite (H), le second transfo MF, voisin de la lampe détectrice D; viennent ensuite la lampe BF et la valve V.

Comme il s'agit d'un poste tous courants, il n'y a pas de transformateur d'alimentation. Ajoutons que sur certains châssis se placent également les condensateurs électrolytiques de filtrage, épousant la forme cylindrique.

Changeurs de fréquence. — Après avoir décrit le poste à trois lampes de la figure 411, il nous faudrait parler des changeurs de fréquence; mais leur présentation est à peu près identique, nombre de lampes mis à part.

D'ailleurs la gravure n° 413 nous montre le châssis d'un de ces récepteurs, ainsi que les organes complémentaires qui lui sont propres : lampe oscillatrice, bobinages oscillateurs et transformateurs moyenne fréquence.

Cette présentation succincte terminée, nous allons aborder la construction des postes secteur, en donnant au préalable quelques conseils pratiques applicables aux diverses catégories d'appareils.

Conseils pratiques

Nous ne reviendrons pas ici sur les détails de montage qui ont été donnés pour les postes batteries. Nous envisagerons surtout les manipulations propres aux postes secteur : ces conseils intéresseront non seulement les amateurs bricoleurs, mais aussi ceux qui veulent s'occuper de dépannage d'une façon rationnelle.

Il est bien entendu qu'on doit avant tout posséder un schéma correct du montage à réaliser.

Châssis. — On se procure ensuite un châssis approprié. Ceux de nos lecteurs qui désireraient réaliser eux-mêmes cette pièce trouveront les indications nécessaires au chapitre suivant. Ce châssis sera de préférence en aluminium, surtout pour les montages O.C., car ce métal a moins de perméabilité magnétique que l'acier.

Répartition des organes. — Les lampes et les bobinages se répartissent, en général, sur le châssis, dans un ordre à peu près semblable à celui du schéma, en « aérant » suffisamment la partie HF. Dans bien des cas, cependant, on ne s'en tiendra pas à cet ordre rigoureux. On évitera, en particulier, de placer un condensateur électrolytique à proximité d'organes destinés à chauffer (lampe de sortie, par exemple).

Groupements. — Toutefois, une disposition spéciale pourra être adoptée pour les condensateurs fixes et les résistances. Certains monteurs, suivant l'ancienne méthode, placent ces pièces entre les organes dont elles assurent la liaison. Mais d'autres, qui deviennent de plus en plus nombreux, les réunissent côte à côte sur une ou plusieurs plaquettes : ce second procédé facilite la mise au point et le dépannage.

Les résistances devront être prévues pour un débit suffisant, car elles risqueraient de chauffer et d'être rendues inutilisables.

Câblage. — Le fil utilisé est généralement du 12/10. Il est blindé là où une action extérieure est à craindre. On câble d'abord la partie « chauffage » à l'aide de deux conducteurs torsadés, puis la haute tension, la MF, la BF, et enfin la partie HF qui demande une attention spéciale.

Mise au point. — Le câblage terminé, il reste à vérifier les différentes tensions à l'aide d'un voltmètre, et à changer, le cas échéant, les résistances mal appropriées. S'il s'agit d'un récepteur à commande unique, on procède à l'alignement des circuits d'accord à l'aide des trimmers et éventuellement du padding, petites capacités dont nous avons indiqué le rôle.

Il ne reste plus qu'à procéder aux premiers essais.

Construction du châssis

Le châssis métallique, généralement confectionné avec de la tôle aluminium, plus magnétique que l'acier, constitue la « masse » du récepteur, ainsi qu'un blindage général.

Il devra être suffisamment spacieux et mesurera, par exemple, $40 \times 25 \times 10$ cm. pour un appareil à 5 lampes.

Pliage. — Il y a plusieurs procédés pour plier la feuille métallique. L'essentiel est d'obtenir un angle droit bien régulier.

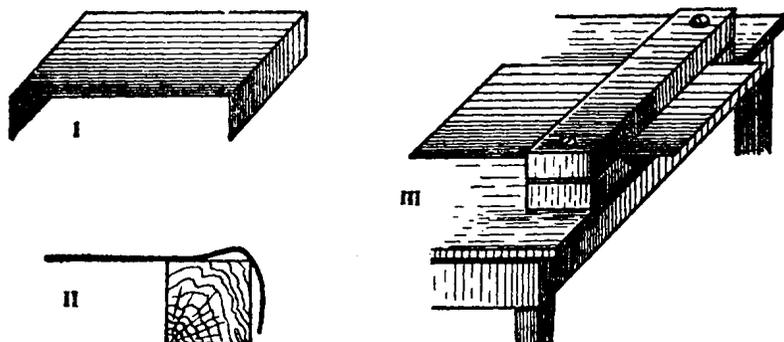


Fig. 414.

Confection du châssis.

I. Travail correct. — II. Pliage irrégulier. — III. Manière d'opérer.

Pour obtenir un bon résultat, il est nécessaire de maintenir la tôle serrée entre deux planches, soit à l'aide de « valets » d'établi, soit par tout autre moyen (fig. 414-III), et d'exercer une pression régulière sur toute la longueur de la bande à plier, par exemple avec un bout de planche bien raboté.

Forme. — Tous les châssis ne présentent pas le même aspect. Les plus simples ne possèdent que trois faces (fig. 414-I); mais il ont le défaut d'être peu rigides.

On remédie en partie à cet inconvénient en pliant, soit vers l'intérieur, soit vers l'extérieur, une petite bande de métal.

La solidité serait accrue en ajoutant une face avant et une face arrière (caisse sans fond).

Perçage. — L'emplacement des divers organes étant tracé sur la face supérieure, on pratique les ouvertures qui leur sont destinées. On procède de même pour la face verticale avant, pour le passage des commandes habituelles.

Cette opération peut s'effectuer avec un emporte-pièce. A défaut, on utilisera une vieille mèche à bois, ou en creusera de petits trous sur le pourtour des tracés, en faisant ensuite sauter la partie intérieure.

I. RÉCEPTEURS A AMPLIFICATION DIRECTE

Dans la description des postes secteur, nous conserverons la même classification que pour les postes batteries, c'est-à-dire que nous parlerons tout d'abord des montages à amplification directe et ensuite des changeurs de fréquence.

Monolampe portatif

Récepteur à lampe unique, alimentation oxy métal, fonctionnant sur tous courants.

En étudiant les postes batteries, nous avons dit que les montages à une seule lampe étaient peu puissants et présentaient peu d'intérêt. Il n'en est plus de même dans le cas présent. La lampe américaine utilisée, la 6 F 7, contient en effet les éléments de deux lampes différentes ayant la cathode C et le filament F communs.

Elle comprend une triode détectrice constituée par la grille G_1 et la plaque P_1 et une lampe à écran basse fréquence comprenant les grilles G_2 , G_3 et G_4 , ainsi que la plaque P_2 . L'amplification est suffisante pour obtenir du petit haut-parleur avec une antenne moyenne.

Si nous ajoutons que ce poste peut être monté dans une valise, qu'il fonctionne sur tous courants, à l'aide d'une simple cellule cuivre-oxyde, et que son prix de revient est peu élevé, on peut être assuré qu'il intéressera un grand nombre d'amateurs.

Nous en donnons plus loin une réalisation commerciale décrite dans « Radio-plans » par un excellent technicien, M. Mousseron, rédacteur en chef de cette revue.

L'accord se fait en Bourne serré : le primaire L_1 et le secondaire L_2 comportent, en réalité, des enroulements P.O. et G.O. commandés par un commutateur. L'ensemble est accordé par le condensateur variable C_1 , de 0,5/1000. Un autre condensateur C_2 , de même valeur, est placé en série dans l'antenne. La capacité de C_3 (circuit de terre) est de 0,1 MFD.

Les oscillations sont transmises à la grille de commande par le condensateur C_4 , de 0,1/1000; celle-ci reçoit, à tra-

vers la résistance R_1 , de 1 mégohm, une polarisation positive de la pile $Pol.$, de 9 volts, dont l'extrémité opposée transmet une tension négative à la grille basse fréquence G_2 . La prise mobile de $Pol.$ doit être placée par tâtonnements.

Le courant anodique de P_1 est dérivé en partie vers la bobine de réaction $Ré$, couplée avec L_1L_2 , dont la commande électrostatique est assurée par le condensateur Cr , de 0,25/1000.

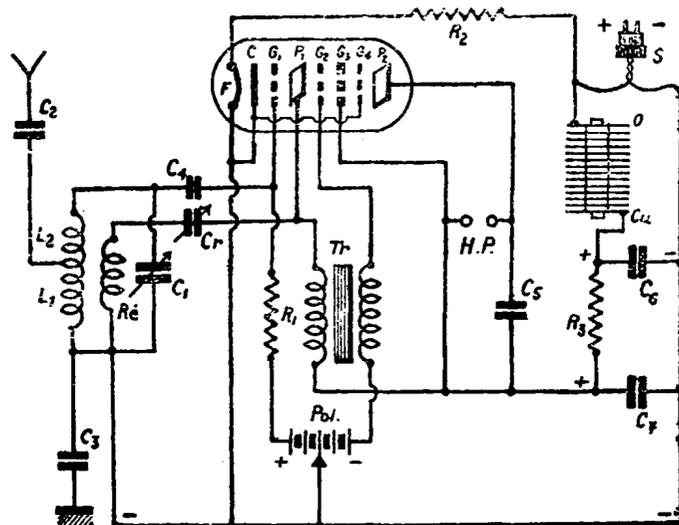


Fig. 416.

Monolampe portatif équipé avec une 6F7.

L'amplification BF s'effectue par le procédé classique; le haut-parleur électromagnétique étant branché en H.P., avec condensateur-shunt C_5 , de 1/1000.

La prise de secteur S alimente le poste. Le courant de chauffage est fourni directement au filament à travers une résistance R_2 , de 350 ohms (pour courant alternatif ou continu de 110 volts). Cette dernière, qui peut être un cordon chauffant ou une résistance spéciale, doit pouvoir supporter les 300 millis que consomme le filament, sans échauffement anormal. La cellule O-Cu redresse le courant de haute tension qui est filtré par l'ensemble R_3 (2.500 ohms), C_6 (16 MFD) et C_7 (10 MFD).

Réalisation. — Sur la demande d'un grand nombre de nos lecteurs, nous ferons suivre certains schémas de descriptions d'appareils commerciaux pouvant être montés facilement avec des pièces détachées de modèles bien définis, selon les indications d'un plan de câblage parfaitement étudié. Nous terminerons en leur donnant le prix de revient approximatif de ces réalisations. Ils seront ainsi en possession d'une documentation précise qui leur évitera bien des tâtonnements.

Tel est le cas de ce poste-valise. Nous donnons à la figure 417

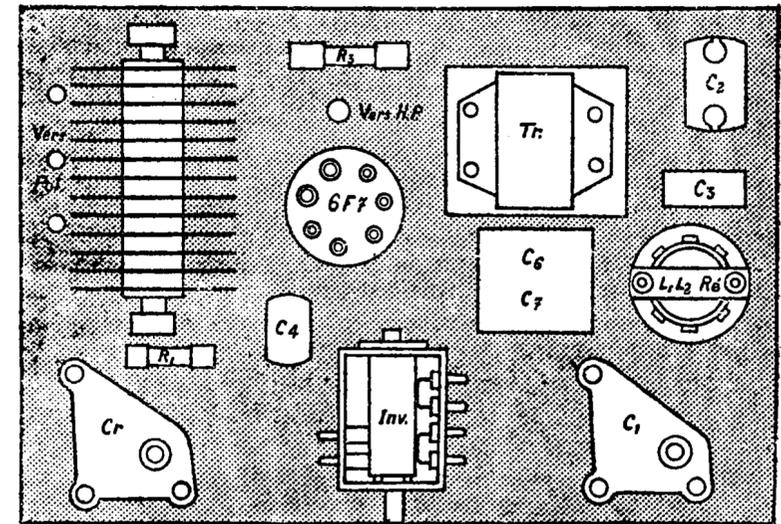


Fig. 417.

Disposition des organes dans le coffret-valise.

l'emplacement respectif des différents organes, vus en dessous de la plaque de bakélite (le sens est donc inversé).

Au moment de l'apparition sur le marché de ce petit poste, nous étions en mesure de faire parvenir à nos lecteurs une notice très détaillée donnant la représentation du matériel, le plan de câblage et les détails de construction du bloc accord-réaction. Mais le constructeur, pour des raisons que nous ignorons, n'a pas continué cette fabrication. Cela n'enlève rien d'ailleurs à l'intérêt de l'appareil.

Les bricoleurs sauront y suppléer en s'inspirant de la disposition des organes figurée ci-dessus.

Voici, d'autre part, quelques directives pour procéder au câblage.

Après avoir percé la plaque-support selon les dimensions indiquées, on fixe les douilles « antenne » et « terre », puis les con-

La polarisation de cette lampe est assurée par R_6 , de 450 ohms, découplée par l'électrochimique C_8 , de 20 microfarads.

Le primaire du transformateur d'alimentation comporte des prises multiples : le fusible est relié à celle qui correspond à la tension du secteur. La partie du secondaire shuntée par R_7 (de 40 ohms) sert au chauffage des filaments (non représentés). La redresseuse est une valve 80.

Le filtrage s'effectue par la self d'excitation du H.P., d'une résistance de 2.500 ohms, et par les condensateurs électrolytiques C_8 et C_9 , de chacun 16 MFD.

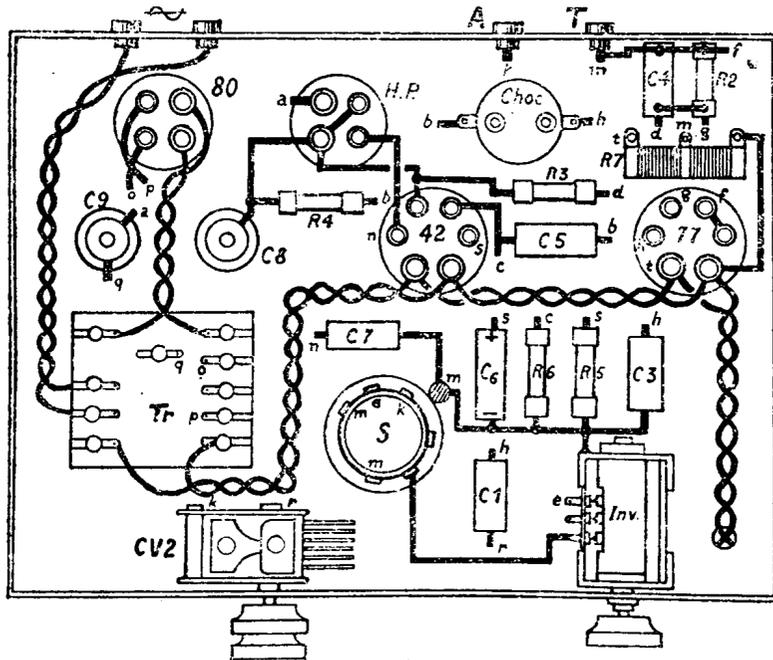


Fig. 421.

Câblage vu au-dessous du châssis.

Le montage s'effectue sur un châssis métallique selon les indications du plan ci-dessus. La partie arrière porte la prise de secteur, les bornes « antenne » et « terre » ; la partie avant, le condensateur CV 2 et le commutateur P.O.-G.O. (Le condensateur CV 1 est au-dessus du châssis.) Pour plus de lisibilité, nous n'avons indiqué qu'une partie des connexions : il y a lieu de les compléter en joignant les points portant la même lettre (aa, bb, cc, etc.).

Appareils à 3 lampes

Le Trilampe RD 3 S

(HF résonance à écran, détectrice et basse fréquence.)

Ce trilampe secteur a la puissance d'un appareil à cinq lampes du type « batteries ». Au point de vue synthonie, il marque un progrès sensible sur les appareils précédents ; mais son degré de sélectivité n'atteint pas naturellement celui des changeurs de fréquence. Aussi est-il à proscrire aux environs des stations puissantes.

Sur petite antenne unifilaire, il permet de recevoir la majorité des émissions européennes en excellent haut-parleur.

Le schéma 422 représente un montage à 3 lampes secteur constitué par une lampe haute fréquence à grille-écran, une détectrice à réaction et une BF de puissance. Cette dernière lampe peut être remplacée sans le moindre inconvénient par une trigrille, établie selon les indications du chapitre précédent.

Nos lecteurs reconnaîtront sans difficulté dans ce montage l'ancien C 119, de célèbre mémoire, mis au goût du jour et électrifié.

L'accord se fait en Bourne à l'aide d'un bloc ordinaire ou de tout autre système. Facultativement, un condensateur C_6 de 0,15/1000 permet d'adapter l'antenne au mieux pour la réception des P.O. ou G.O. Le condensateur d'accord C vaut 0,5/1000.

La lampe haute fréquence est montée « à résonance » : la plaque est accordée par la self B_2 et le condensateur variable C_2 de 0,5/1000. L'écran communique à la haute tension par la résistance variable R de 50.000 ohms qui ramène son voltage aux environs de 80 volts. Cette résistance peut très bien être fixe après ajustage.

Le condensateur C_3 de 10/1000 évite aux courants HF le chemin résistant de R.

Les organes de détection C_1, R_2 valent respectivement 0,15/1000 et 1 mégohm.

La self de réaction $Ré$ est couplée d'une manière variable avec B_2 . Ces bobinages peuvent être d'un modèle courant; mais, comme pour le circuit d'accord, nous recommandons l'acquisition d'un bloc unique constitué par les circuits $B_2Ré$. Le condensateur de fuite C_3 vaut $2/1000$.

La tension de polarisation, transmise par le secondaire du transformateur BF, dépend des caractéristiques de la lampe finale (— 15 à — 20 en général).

Il est nécessaire de polariser également la grille de la HF (de 1 à 2 volts). Cette opération est importante, car elle

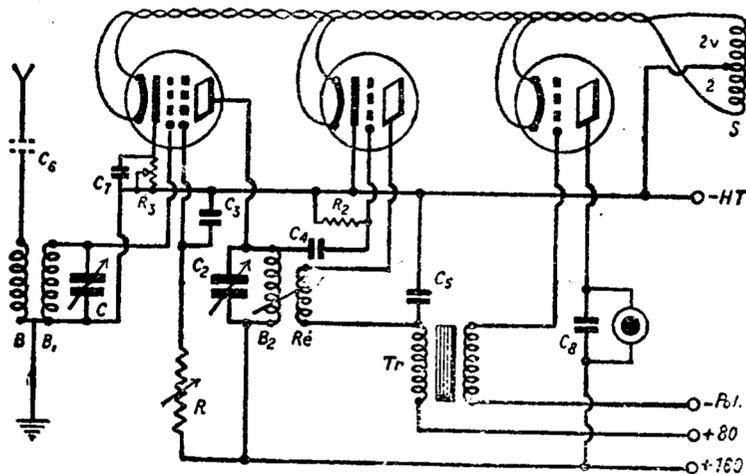


Fig. 422.

Trilampe R D 3 S.

Haute fréquence à écran, détectrice à réaction et BF.

agit sur la puissance et la sélectivité de l'appareil. A cet effet, on intercale entre la cathode et la masse un potentiomètre R_3 de 400 à 600 ohms, monté en résistance variable et shunté par C_7 de $10/1000$.

Nous savons que la masse est constituée par le circuit suivant : point médian du transformateur de chauffage, — HT et terre. Le bobinage S représente le secondaire du transformateur de chauffage.

Pureté; puissance; bonne sélectivité, sauf à proximité immédiate des grandes stations; économie; absence de bruit de fond; réception de toutes longueurs d'ondes.

Le National JN 3 S

Récepteur tous courants à lampes américaines.

Voici ensuite l'une des meilleures formules du trois lampes moderne. Simple, bon marché, très musical, sélectif, fonctionnant sur tous courants, ce montage répond bien à son titre, ainsi d'ailleurs qu'aux aspirations d'un grand nombre d'amateurs.

Le bloc d'accord donne une réception en Oudin. La lampe haute fréquence est une pentode 78 à pente variable dont la polarisation est commandée par R_1 et Pot . Ce dispositif permet la commande manuelle de volume de son.

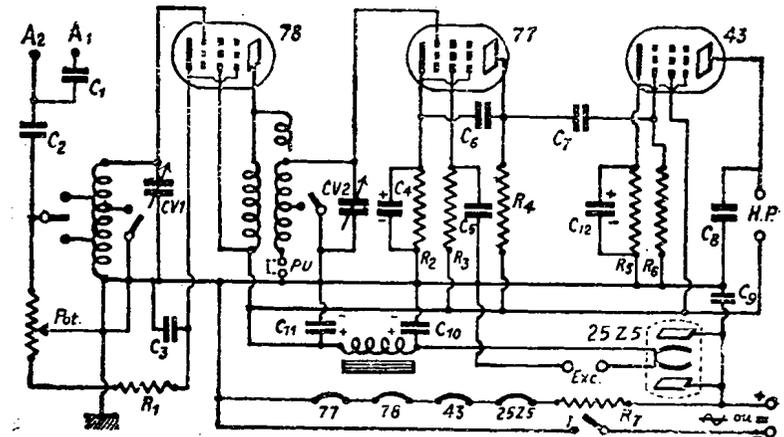


Fig. 423.

Le trilampe JN 3 S tous courants.

CV1 et CV2 = $0,5/1000$. — C_1 = $0,1/1000$. — C_2 = $5/1000$. — C_3 , C_5 et C_9 = $0,1$ Mfd. — C_6 = $2/1000$. — C_7 et C_8 = $10/1000$. — C_4 = 5 Mfd (condens. électrochimiq.). — C_{10} , C_{11} et C_{12} = condens. électrochimique triple 3×24 microfarads. — R_1 = 300 ohms. — R_2 = 25.000 ohms. — R_3 = 1 mégohm. — R_4 = $0,5$ mégohm. — R_5 = 700 ohms. — R_6 = $0,5$ mégohm. — R_7 = résistance du cordon chauffant.

La liaison entre les deux premières lampes est assurée par un second bloc HF. Les bornes du pick-up sont court-circuitées pour la radio. La détectrice est une pentode 77 à pente fixe; la détection se fait par la plaque.

La liaison de la détectrice et de la basse fréquence s'effectue par résistance-capacité.

La lampe finale est une trigride du type 43 dans le circuit de plaque de laquelle se place le haut-parleur magnétique ou dynamique.

L'alimentation plaque est fournie par une valve 25 Z 5 qui fonctionne en monoplaque. L'alimentation des filaments se fait en série; on devra respecter l'ordre indiqué au bas du schéma.

Les condensateurs CV 1 et CV 2 sont à commande unique. L'interrupteur I est combiné avec le potentiomètre *Pot.* (10.000 ohms).

Le montage se fait sur châssis métallique spécial permettant la présentation moderne ci-dessous. En avant se trouvent les boutons de commande du circuit d'accord, du contacteur P.O.-G.O. et du potentiomètre.

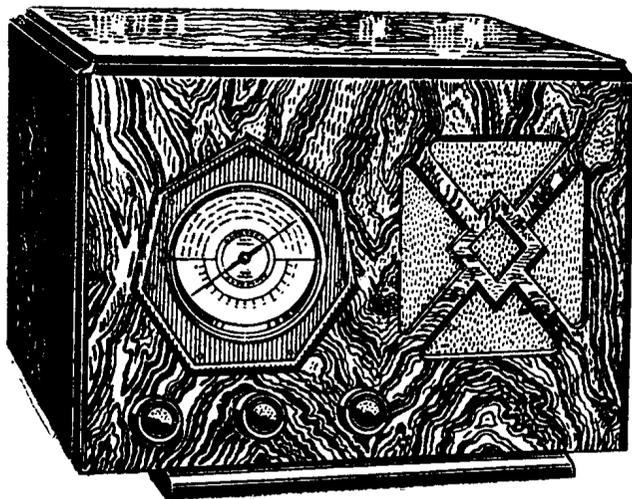


Fig. 424.

Le JN 3 S dans son ébénisterie.

Le prix de ce récepteur atteignait environ 400 francs en 1940, sans dynamique ni ébénisterie. Il avoisinait 600 francs tout monté, en ordre de marche.

Postes à 4 et 5 lampes

Nous ne nous attarderons pas aux montages à deux ou trois étages HF, ceux-ci étant toujours établis selon les mêmes principes. Leur sélectivité est excellente.

Les remarquables « superinductances » conçus sur ces données peuvent rivaliser avec les changeurs de fréquence. Certaines de ces réalisations étaient équipées avec des pentodes à pente variable permettant la régulation antifading.

II. CHANGEURS DE FREQUENCE

Le Modulateur BGP 4 S

(Bigrille, MF à écran, détectrice et trigrille.)

Abordant le chapitre des changeurs de fréquence, nous donnons en premier lieu le schéma d'un super classique avec bigrille, qui paraît un peu démodé de nos jours.

Le bobinage D représente, soit l'antique cadre, soit le self d'accord que doivent compléter une antenne de dimension moyenne et une prise de terre.

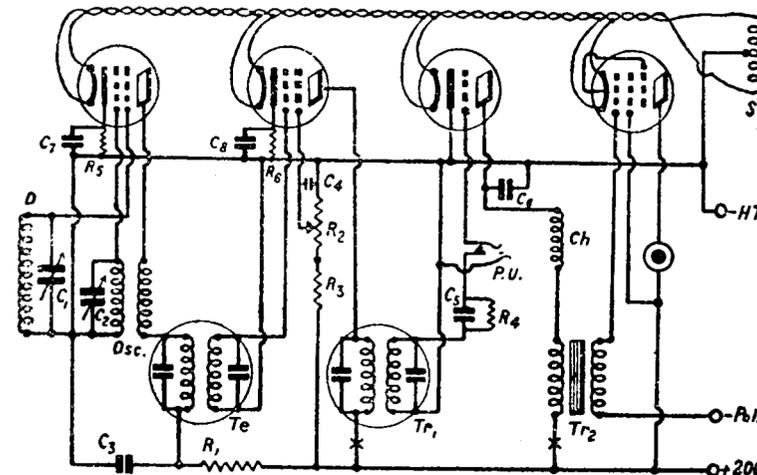


Fig. 425.

Modulateur BGP 4 S.

Bigrille, moyenne fréquence à écran, détectrice et trigrille.

L'oscillatrice *Osc.*, le Tesla *Te* et le transfo MF *Tr₁* sont en tous points semblables à ceux des BGP classiques.

Le primaire du transformateur basse fréquence *Tr₂* doit pouvoir débiter 10 à 15 milliampères sans saturation magnétique. Il est bon de disposer une bobine de choc *Ch* dans le circuit de plaque de la détectrice, avec condensateur de fuite *C₆* de 2 à 4/1000.

Les trois premières lampes sont à chauffage indirect; la trigrille seule est à chauffage direct.

Les grilles de commande de la bigrille et de la MF sont polarisées par l'interposition entre leur cathode et la masse des dispositifs C_7R_5 et C_8R_6 comprenant une résistance de 4 à 600 ohms shuntée par une capacité de 10 à 15/1000. Ces résistances peuvent être fixes (quoique adaptées aux lampes) ou variables (environ 1.000 ohms), ce qui permet de donner à la polarisation sa valeur optimum. Cette tension varie de 0,5 à 2 volts selon les lampes utilisées.

La cathode de la détectrice est reliée directement à la masse.

Quant à la polarisation de la trigrille, elle est prélevée sur le négatif de la haute tension, selon le procédé indiqué pour le supermodulateur BGP 5 S.

Comme l'accrochage en MF ne peut être commandé pratiquement par le chauffage, on agit sur la tension de l'écran par le procédé connu. Le retour de cette électrode se fait sur le curseur d'un potentiomètre R_2 de 50.000 ohms monté entre le + et le - HT. Afin de laisser constamment à l'écran une tension inférieure à celle de la plaque, on place en série, entre le potentiomètre et le + HT, une résistance supplémentaire R_3 de 10.000 ohms. La capacité-shunt C_4 est de 0,5 MFD.

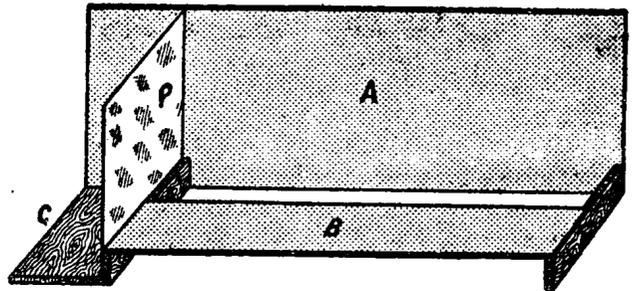


Fig. 426.

Disposition de la plaque de blindage P à l'intérieur du coffret (Châssis vu de l'arrière).

La résistance R_1 , de 50.000 ohms, 6 millis, shuntée par C_3 , de 0,5 MFD, fixe la tension plaque de la bigrille.

Le schéma donne le même potentiel aux trois dernières plaques; mais il serait plus rationnel de placer en X (Tr_2) une résistance de 10.000 ohms, pour réduire la tension plaque de la détectrice, et une autre de 5.000 ohms en X

(Tr_1). Ces résistances sont shuntées par des capacités de 0,5 ou 1 MFD.

Le bloc détecteur C_5R_4 vaut 0,15 et 3 mgh.

Nous ne reviendrons pas en détail sur l'alimentation. Précisons seulement que le transfo de chauffage dont nous ne représentons que le secondaire S doit donner 2+2 volts et 4 ampères, et les deux portions secondaires du transfo de haute tension 2+2 volts, 1,5 ampère (chauffage de la valve redresseuse) et 300+300 ou 250+250 volts, 60 millis, selon la puissance désirée. La self est de 60 henrys et les condensateurs de filtrage, de 4 MFD.

En ce qui concerne la réalisation, nous rappelons pour mémoire un procédé qui était en faveur, il y a quelques années : séparation de la partie alimentation du récepteur proprement dit à l'aide d'une plaque d'aluminium P formant « masse ». Les panneaux A et B sont en ébonite (fig. 426).

Pour moderniser les postes anciens

Nous avons dit, à maintes reprises, que le changement de fréquence par bigrille ne réalise pas la perfection. Avant d'entreprendre la description des supers modernes, nous indiquons un procédé qui permet d'améliorer le rendement des BGP anciens, types de récepteurs qui étaient très en vogue vers 1930 et dont la mise au point, avons-nous dit, est due à un excellent technicien, M. Berché.

La figure 428 représente le montage classique par bigrille et la suivante, par hexaode oscillatrice-modulatrice E 448. La modification est peu compliquée.

Nous retrouvons le même bobinage d'entrée S, qui peut être l'ancien cadre, l'enroulement final d'un présélecteur ou le secondaire d'un transfo HF, avec condensateur d'accord C_1 , de 0,5/1000. L'ensemble R_1C_2 , de 500 à 800 ohms et de 1 MFD, assure la polarisation de la première grille.

Les deuxième et quatrième grilles (écrans) sont réunies entre elles et leur tension est réglée par le dispositif potentiométrique R_4R_2 , de 20.000 et 30.000 ohms, la première de ces résistances, étant shuntée par C_4 , de 0,5 MFD.

Les bobinages oscillateurs sont insérés dans les circuits de troisième grille et d'anode. Il n'y a aucun changement à effectuer dans le montage du transformateur MF ni dans le reste du récepteur. Notons seulement que toute la HT est appliquée à la plaque; tandis que celle de la bigrille recevait une tension réduite par R_3 (fig. 428).

Ainsi les amateurs qui possèdent encore un bon vieux changeur à bigrille peuvent rajeunir celui-ci à peu de frais et augmenter sa sélectivité, devenue sans doute insuffisante, par l'adjonction

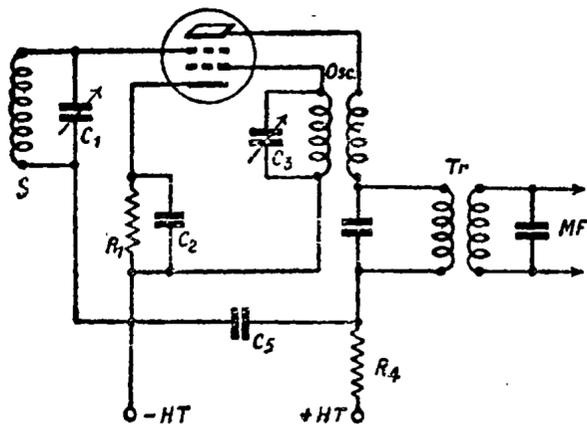


Fig. 428.

Ancien changeur de fréquence à bigrille.

d'un présélecteur, muni d'une commande combinée avec le bobinage oscillateur. S'ils ne reculent pas devant quelques frais supplémentaires (mais facultatifs), ils remplaceront également leurs

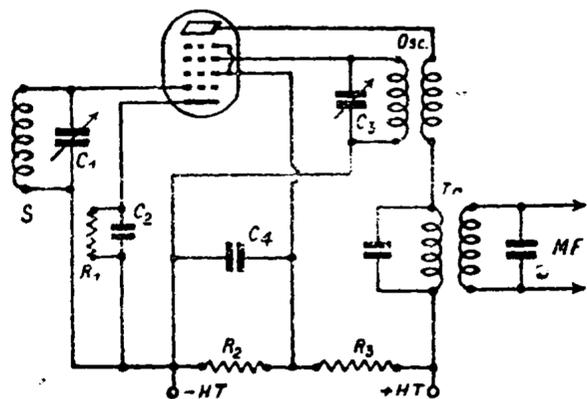


Fig. 429.

Le même montage modernisé avec hexaode.

transformateurs moyenne fréquence par des filtres de bande modernes et la question d'abandonner leur fidèle compagnon ne se posera plus.

Le Simplex 4 T.O.

Modulateur à 4 lampes européennes,

toutes ondes de 19 à 2.000 m., régulation antifading différée.

Sans nous attarder aux stades intermédiaires, qui présentent un intérêt plus ou moins discutable, nous donnons ci-après le schéma d'un récepteur à 4 lampes doté de la plupart des perfectionnements modernes : changement de fréquence par octode ; réception des trois gammes d'ondes : 19 à 50 m., 200 à 550 m., 1.000 à 2.000 m. ; fonctionnement sur tous courants alternatifs ; régulation antifading différée.

Il comprend une octode AK 2, une pentode MF à pente variable AF 3, une détectrice duo-diode triode ABC 1, une pentode BF type AL 3 et une valve AZ 1.

Les condensateurs C_1 et C_2 , de 0,5/1000, assurent l'accord du circuit d'entrée qui fournit ainsi une présélection efficace. Toutefois, l'accord en O.C. est aperiodique (bobine shuntée par la résistance R de 500 ohms).

Pour la simplification du schéma, nous n'avons représenté qu'un seul groupe de bobinages au circuit d'accord et à l'oscillateur Osc. En réalité, il y en a trois, correspondant aux séries d'ondes à recevoir. Ces deux blocs sont d'ailleurs livrés tout montés, avec commutation combinée permettant de prendre la gamme choisie. Le condensateur C_3 est à commande unique avec C_1 et C_2 .

On se rendra compte que les tensions d'écran et de plaque oscillatrice sont fournies par le dispositif potentiométrique R_3, R_4, R_5 , pour l'octode, et par l'ensemble R_7, R_8 pour l'écran MF : ce procédé permet un courant de fuite qui évite toute surcharge pour les électrolytiques C_{18} et C_{19} .

L'une des plaques de la double diode assure la détection ; l'autre est réservée pour la régulation automatique et commande, à cet effet, la polarisation des grilles principales des deux premières lampes, par le jeu combiné des résistances R_{11}, R_{10}, R_9 et R_1 .

L'alimentation s'effectue selon les procédés courants : les filaments sont directement alimentés par l'enroulement FF. La bobine d'excitation du H.P. sert de self de filtrage. Le fusible est relié à la prise du transformateur qui correspond à la tension du courant (110, 130, 220, 240 volts alternatifs). Le dynamique a une résistance de 2.500 ohms. Ainsi que nous l'avons dit, la polarité des électrolytiques est à respecter.

On peut compléter le présent montage par un indicateur visuel d'accord en plaçant un milliampèremètre dans le circuit anodique de l'octode ou la pentode MF, avec condensateur-shunt de 0,1 MFD.

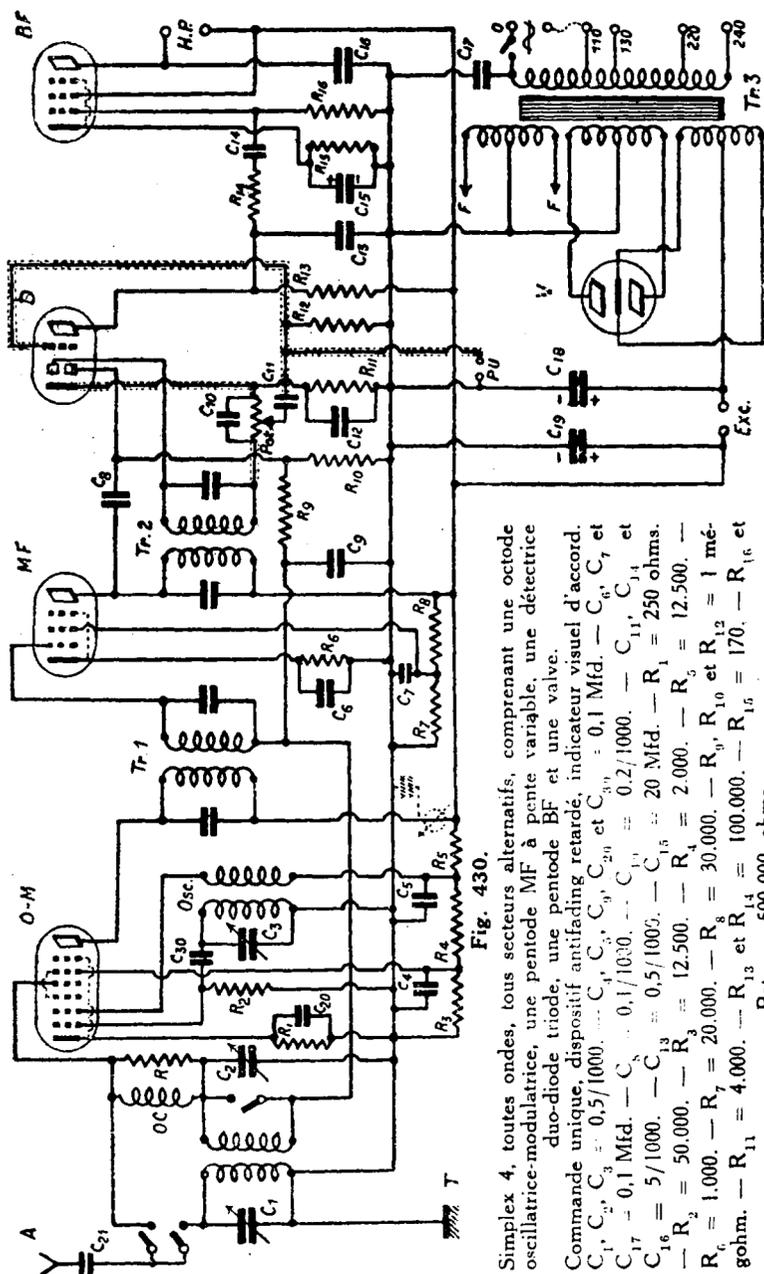


Fig. 430.
 Simplex 4, toutes ondes, tous secteurs alternatifs, comprenant une octode oscillatrice-modulatrice, une pentode MF à pente variable, une détectrice duo-diode triode, une pentode BF et une valve.
 Commande unique, dispositif antifading retardé, indicateur visuel d'accord.
 $C_1, C_2, C_3 = 0,5/1000$. — $C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_{10} = 0,1$ Mfd. — $C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15} = 0,1/1030$. — $C_{16} = 20$ Mfd. — $C_{17} = 250$ ohms. — $C_{18} = 5/1000$. — $C_{19} = 0,5/1000$. — $C_{20} = 20$ Mfd. — $R_1 = 250$ ohms. — $R_2 = 50.000$. — $R_3 = 12.500$. — $R_4 = 2.000$. — $R_5 = 12.500$. — $R_6 = 1.000$. — $R_7 = 20.000$. — $R_8 = 30.000$. — R_9, R_{10} et $R_{11} = 1$ mé-gohm. — $R_{12} = 4.000$. — R_{13} et $R_{14} = 100.000$. — $R_{15} = 170$. — R_{16} et $R_{17} = 500.000$ ohms.
 Pot. = 500.000 ohms.

Réalisation. — Le montage se fait sur châssis de $32 \times 18 \times 20$ cm. Les connexions seront assez courtes et effectuées avec les précautions d'usage : fils torsadés pour le circuit de chauffage, contacts bien assutés, soudures convenablement faites, parallélisme des fils de circuits différents soigneusement évités.

Un certain nombre de résistances et de condensateurs fixes seront fixés côte à côte sur une plaquette spéciale de bakélite (nous avons dit l'avantage de cette disposition).

Nous donnons ci-après l'énumération de ces pièces, dans l'ordre où elles doivent être placées, en partant du côté « circuit d'accord » : $C_{20}, R_1, R_2, C_{30}, R_3, C_4, R_4, C_5, R_5, C_6, R_6$.

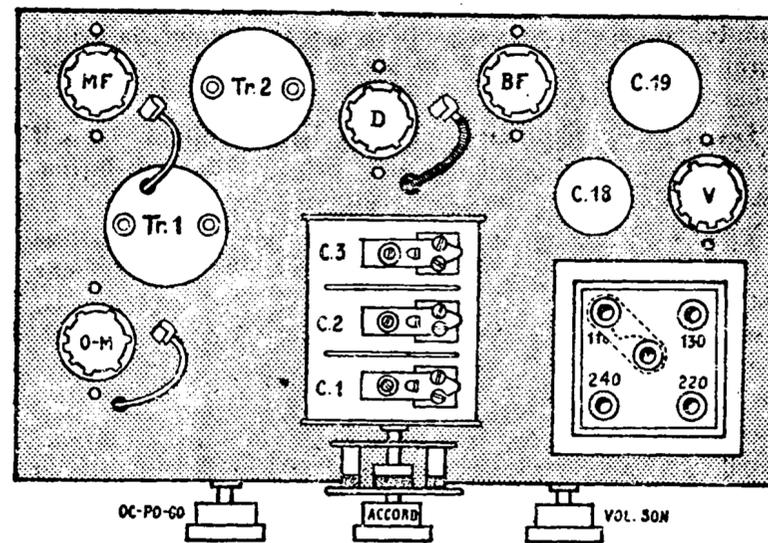


Fig. 431.

Disposition des organes sur le châssis.

La figure 431 représente la partie supérieure du châssis avec l'emplacement des lampes, des transfos MF et du transformateur d'alimentation. Les boutons de commande sont placés, selon la coutume, sur la partie avant.

L'ensemble des pièces détachées et des lampes de ce poste, non compris le dynamique et l'ébénisterie, était d'environ 700 francs avant les hostilités. Il pouvait être livré tout monté ou en appareil complet. Nous ne pouvons affirmer que la fabrication de ce type est actuellement poursuivie.

Appareils à 5 lampes

Le Supermodulateur BGP 5 S

(Bigrille, 2 MF à écran, détectrice et BF de puissance.)

Une seconde lampe MF à grille-écran ajoutée au modulateur n° 425 donne la présente réalisation qui offre à la fois sélectivité, puissance et sensibilité.

Bloc d'accord, oscillatrice, tesla et premier transformateur BF sont absolument identiques. Le second étage MF est monté dans les mêmes conditions que le premier, la grille-écran prenant sa tension au potentiomètre R, qui dessert ainsi les deux lampes.

Les organes détecteurs ont les valeurs connues. La self de choc doit être maintenue si le primaire du transformateur BF n'a pas une impédance suffisante.

Précisons toutefois qu'une triode de puissance BF donne souvent de meilleurs résultats qu'une trigride, chez laquelle les courants de grande amplitude, de l'ordre de 30 volts, issus de la détectrice, risquent de provoquer une distorsion.

Le circuit de sortie peut être conditionné comme suit : la plaque est reliée au +HT par une self à fer de 40 à 50 henrys. Un condensateur de 2 MFD est connecté entre ce circuit self-plaque et le haut-parleur, l'autre extrémité du H.P. se rendant au — HT.

Le chauffage des filaments se fait par le procédé courant du transfo à prise médiane et la haute tension reçoit le courant redressé d'une valve bipolaire. Cette tension est de 200 volts environ.

Pour obtenir la polarisation automatique de la grille BF, on dispose une résistance variable sur la branche — HT du redresseur, avant la masse, le retour de cette grille se faisant entre la prise médiane du transformateur et cette résistance.

La mise au point réside surtout dans la polarisation exacte des grilles de la bigrille et des deux MF (dispositifs C₇R₅ et C₈R₆ du schéma 425). De ce réglage dépendent l'accrochage et la sélectivité. Quelques tâtonnements permettent de trouver le point précis.

Réalisation. — Le poste que nous venons de décrire remonte à une dizaine d'années : sa réalisation est l'une des premières qui aient été faites sur châssis. La platine passe-partout, que nous représentons à la figure 433, permettait le montage de tous les postes secteur comptant au maximum cinq lampes et une valve. On se rend compte que la commande unique n'existait pas.

Les lettres abrégatives du schéma permettent d'identifier les divers organes.

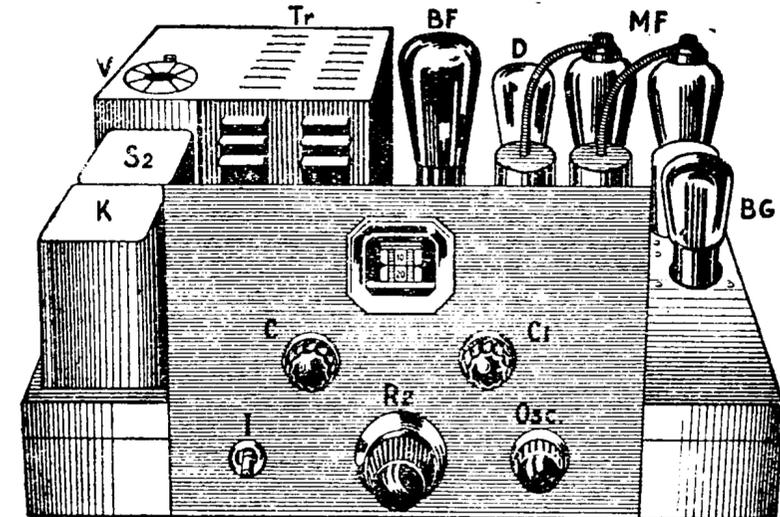


Fig. 433.

Exemple de groupement des organes sur platine.

Le panneau avant ou plaque de service est en bakélite ou en métal; ses dimensions sont approximativement de 200 (haut) × 240 (large).

A cette plaque sont fixés, avec l'isolement suffisant, le bloc de condensateur double dont le croquis montre les boutons de commande C et C₁, ainsi que le tambour, éclairé intérieurement. Au-dessous se trouvent l'oscillatrice Osc., le potentiomètre d'écran et l'interrupteur de chauffage I (facultatif).

Une ébénisterie, comportant ou non le diffuseur (électromagnétique) complète le montage.

Quelques bonnes réalisations modernes

Le Jack 6 tous secteurs

Changement de fréquence par heptaode oscillatrice; préamplification HF; fonctionnement sur tous secteurs.

A la suite du super classique avec bigrille, nous allons décrire quelques récepteurs dotés des perfectionnements modernes.

Voici, en premier lieu, un poste « tous courants ».

Il se compose d'un changement de fréquence opéré à l'aide d'une heptaode, précédée d'un étage haute fréquence et suivie d'une moyenne fréquence, d'un détecteur diode et d'une amplification basse fréquence. Les lampes sont du type américain.

En se reportant au schéma 434, on voit la succession des différents organes. Un circuit d'entrée antenne-terre sert de liaison entre l'aérien (un simple fil de 5 ou 6 mètres) et la pentode 78 HF.

Le couplage entre cette lampe et l'oscillatrice-modulatrice 6 A 7 est réalisé à l'aide d'un transformateur haute fréquence *Tr. HF* (bloc 4006 Jackson). Les enroulements de l'oscillateur *Osc.* sont spécialement étudiés pour convenir à la changeuse de fréquence : ils comportent des paddings préalablement réglés.

L'accord, le bloc HF et l'oscillateur sont accordés par trois condensateurs variables de 0,5/1000 réalisant la commande unique.

La plaque de l'heptaode 6 A 7 est couplée à la grille de la pentode MF 78 par un transformateur accordé sur 140 kilocycles et présentant un effet de filtre de bande. Un transformateur analogue assure la liaison entre la plaque de la 78 et la détectrice amplificatrice diode-pentode 6 B 7. Tous ces enroulements sont blindés.

La liaison de la détectrice et de la lampe de sortie BF 43 s'effectue par résistance-capacité. La polarisation de cette dernière est assurée par une résistance de cathode de 700 ohms.

La bobine de modulation du haut-parleur est intercalée dans le circuit plaque de la lampe BF; la bobine d'excitation est commandée directement par le courant d'alimentation avant filtrage.

La commande manuelle du volume de son s'effectue par le déplacement du curseur d'un potentiomètre de 10.000 ohms.

Une prise de pick-up est prévue; il suffit de brancher le reproducteur en parallèle sur la résistance de 500.000 ohms placée dans le circuit de grille principale de la 6 B 7.

L'alimentation est faite de la façon la plus simple, comme dans la plupart des récepteurs universels. Une prise de courant amène indifféremment du continu ou de l'alternatif. Sur continu, la valve 25 Z 5 ne joue plus aucun rôle actif; elle se laisse tout simplement traverser, comme le ferait une simple résistance, et son action devient nulle.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, les éléments chauffants des diverses lampes doivent être alimentés dans l'ordre indiqué. L'éclairage du cadran est obtenu par une ampoule de 4 volts 0,1 am-

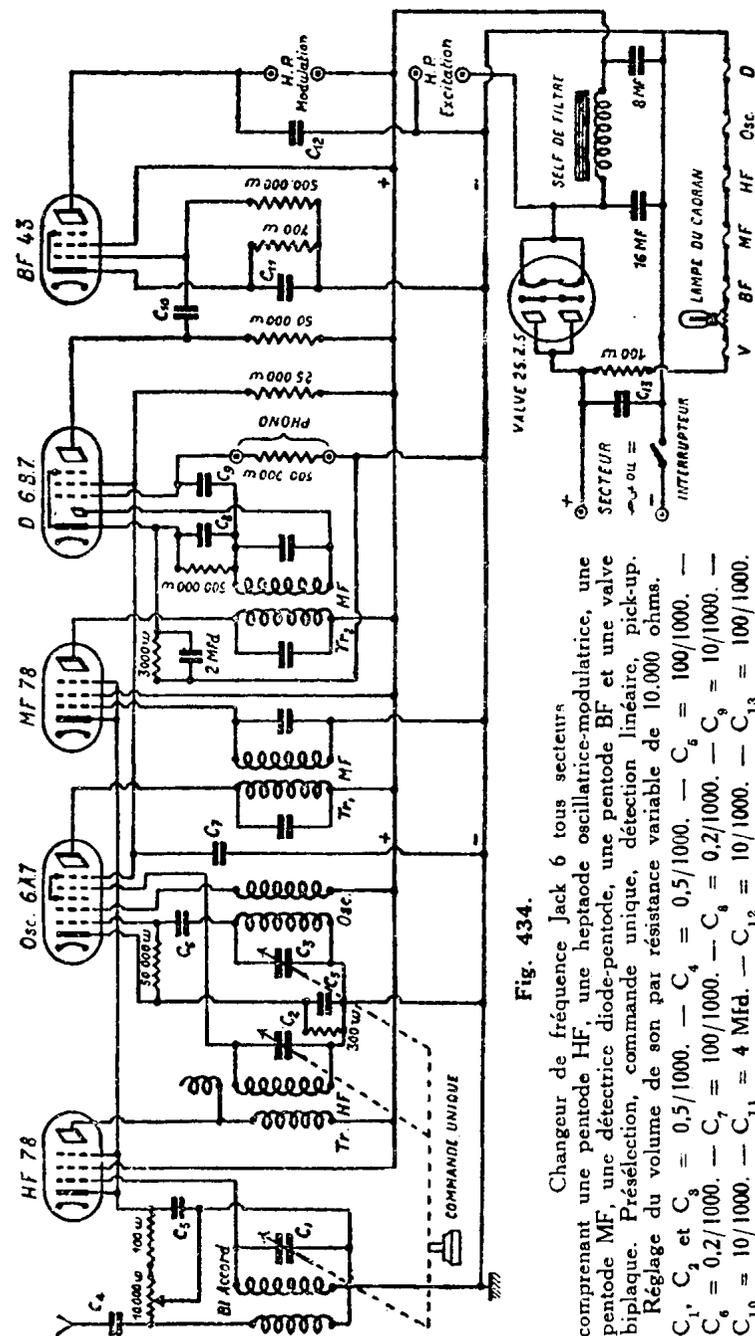


Fig. 434.

Changeur de fréquence Jack 6 tous secteurs
 comprennent une pentode HF, une heptaode oscillatrice-modulatrice, une pentode MF, une détectrice diode-pentode, une pentode BF et une valve bipolaire. Présélection, commande unique, détection linéaire, pick-up.
 Réglage du volume de son par résistance variable de 10.000 ohms.
 C_1, C_2 et $C_3 = 0,5/1000$. — $C_4 = 0,5/1000$. — $C_5 = 100/1000$. — $C_6 = 0,2/1000$. — $C_7 = 100/1000$. — $C_8 = 0,2/1000$. — $C_9 = 10/1000$. — $C_{10} = 10/1000$. — $C_{11} = 4 \text{ Mfd}$. — $C_{12} = 10/1000$. — $C_{13} = 100/1000$.

père montée sur une petite résistance de 12 ohms, permettant la mise en série avec les lampes du poste.

La valeur des résistances de découplage et de polarisation est indiquée sur le schéma. Celle des condensateurs figure dans la légende. La self de filtre est de 30 henrys.

La figure 435 donne la disposition des organes sur le châssis.

Nous n'avons pas fait figurer le câblage qui, étant données ses dimensions réduites, aurait été peu lisible; mais nous tenons tous renseignements utiles à la disposition des amateurs que ce montage intéresserait.

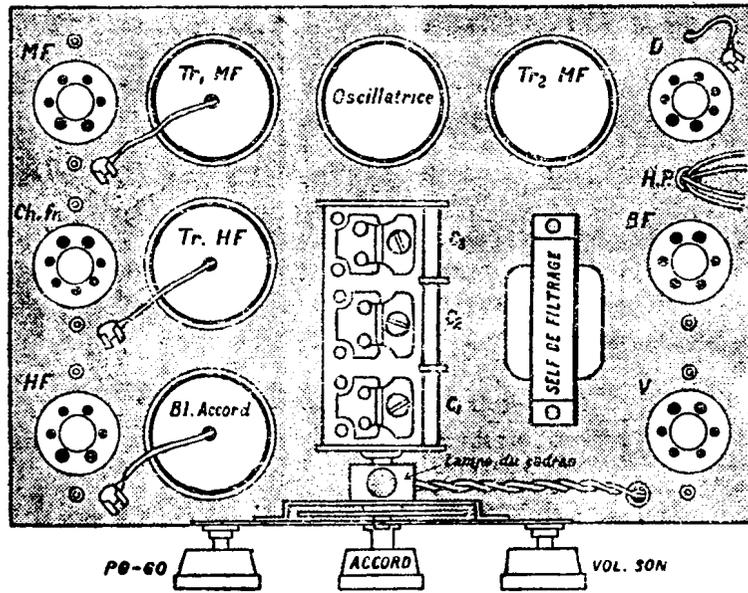


Fig. 435.

Disposition des organes sur le châssis.

Il existe d'ailleurs une réalisation commerciale particulièrement recommandable de cet excellent changeur de fréquence. On peut acquérir les éléments de l'appareil soit en pièces détachées, soit en châssis tout monté. Une notice détaillée et un plan de câblage accompagnent ces pièces.

La parfaite mise au point des bobinages, la grande simplicité de manœuvre de l'appareil, son bon rendement font du Jack 6 un excellent récepteur moderne.

L'ensemble des pièces détachées valait 650 francs avant les hostilités; le prix s'établissait à 800 avec le dynamique et l'ébénisterie. La valeur du poste tout monté était d'environ 1.000 francs.

Le Super AK 2 S

Récepteur utilisant les lampes transcontinentales; présélection; changement de fréquence par octode; commande automatique retardée; indicateur visuel d'accord.

Après avoir décrit le changeur de fréquence par bigrille et ce poste modernisé avec des lampes américaines, il nous reste à parler du super utilisant les nouvelles lampes de la série « transcontinentale » : octode AK 2, pentode à pente variable AF 3, duo-diode AB 2, première BF, AC 2, trigrille de puissance AL 1 et valve de redressement AZ 1.

Les caractéristiques de l'octode s'adaptent parfaitement à celle du bloc présélecteur-oscillateur Gamma D 11 N; l'emploi de celui-ci simplifie le montage. La figure 436 représente la partie arrière de ce bloc très connu, avec indication des connexions à réaliser. Cet organe contient tous les bobinages placés dans le cadre pointillé gauche de la figure 437.

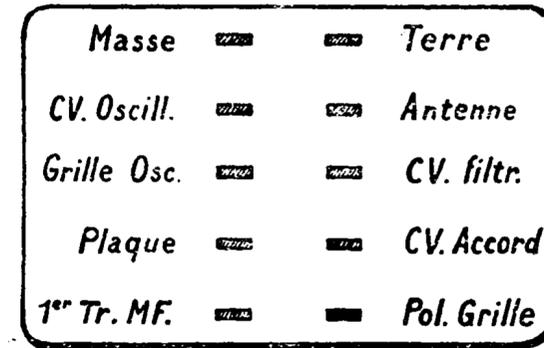


Fig. 436.

Vue arrière du bloc présélecteur-oscillateur.

Le primaire d'entrée est branché dans le circuit antenne-terre. En cas d'utilisation d'une longue antenne, on branche la descente en A2. Le condensateur C_4 vaut 0,15/1000.

Les condensateurs variables CV1, CV 2 et CV 3 accordent respectivement le secondaire d'entrée, le circuit de grille de l'octode et le primaire de l'oscillatrice. Ils constituent un bloc unique commandé par un seul bouton.

Les bobinages oscillateurs sont insérés dans les circuits des première et deuxième grilles; cette dernière tient lieu de plaque oscillatrice; on remarque qu'elle est portée au même potentiel que les écrans (grilles 3 et 5). La polarisation négative de la grille de commande (4) est assurée par le dispositif $R_1 C_4$. Le retour de cette électrode est relié à la masse par C_{11} .

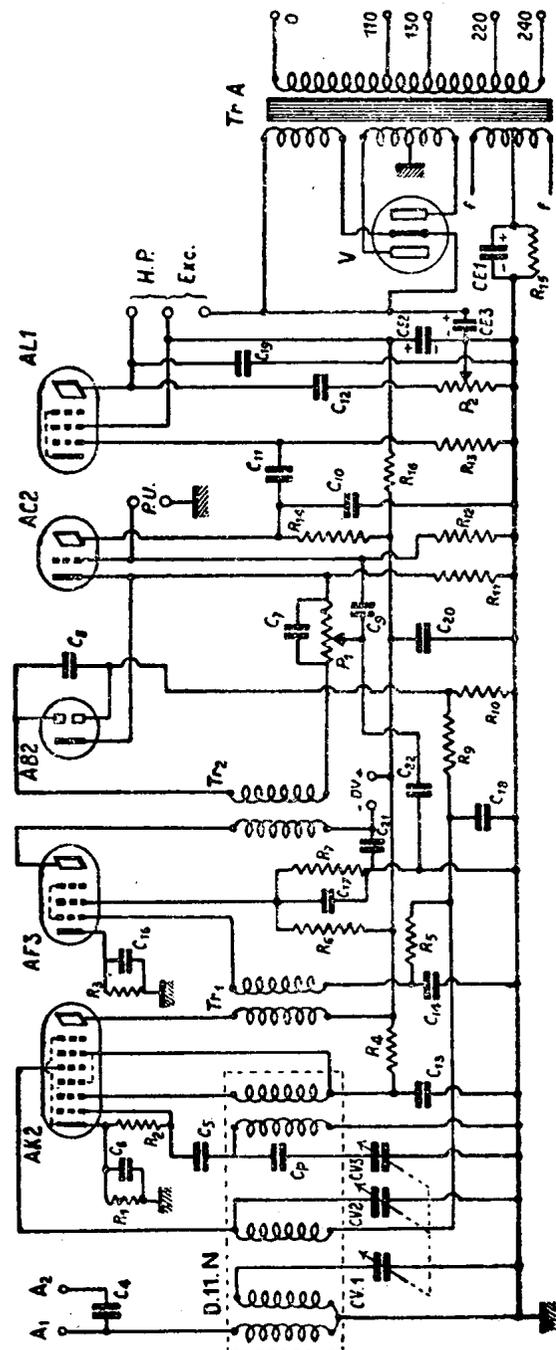


Fig. 437.

Le Super AK 2 S avec lampes transcontinentales comprenant une octode, une pentode à pente variable, une duo-diode, une première BF, une trigrille de puissance et une valve de redressement. Présélection, indicateur visuel, commande automatique retardée.

CV1, CV2 et CV3 = $3 \times 0,45/1000$. — $C_1 = 0,15$. — $C_3 = 0,25$. — $C_6 = 0,5$ Mfd. — C_7 et $C_8 = 0,1/1000$. — $C_9 = 10/1000$. — $C_{10} = 1/1000$. — $C_{11} = 10/1000$. — $C_{12} = 40/1000$. — C_{13} et $C_{14} = 0,1$ Mfd. — C_{15} , C_{17} , C_{18} et $C_{20} = 0,5$ Mfd. — $C_{19} = 3/1000$. — $C_{21} = 0,1$ Mfd. — C_{22} et $CE3 = 8$ Mfd. — $CE1 = 20$ Mfd. — $R_1 = 250$ ohms. — $R_2 = 50.000$. — $R_3 = 100.000$. — $R_4 = 50.000$. — $R_5 = 100.000$. — $R_6 = 50.000$. — $R_7 = 100.000$. — $R_8 = 1$ mégohm. — $R_{10} = 2$ még. — R_{12} et $R_{13} = 500.000$. — $R_{14} = 50.000$. — $R_{15} = 1.000$. — $R_{16} = 450$. — $R_{17} = 5.000$.

Le transformateur moyenne fréquence Tr_1 , du type T 21 A, sert d'organe de liaison entre l'octode et la pentode. Cette dernière est à pente variable; sa polarisation est assurée par l'ensemble $C_{16}R_2$, tandis que la tension d'écran est réglée par les résistances R_6R_7 , découplées par C_{17} .

Le transformateur Tr_2 est un T 26 O. Son primaire est mis en série avec l'indicateur visuel d'accord, branché aux bornes DV. Le secondaire commande la détectrice et le dispositif antifading retardé sur lequel nous reviendrons.

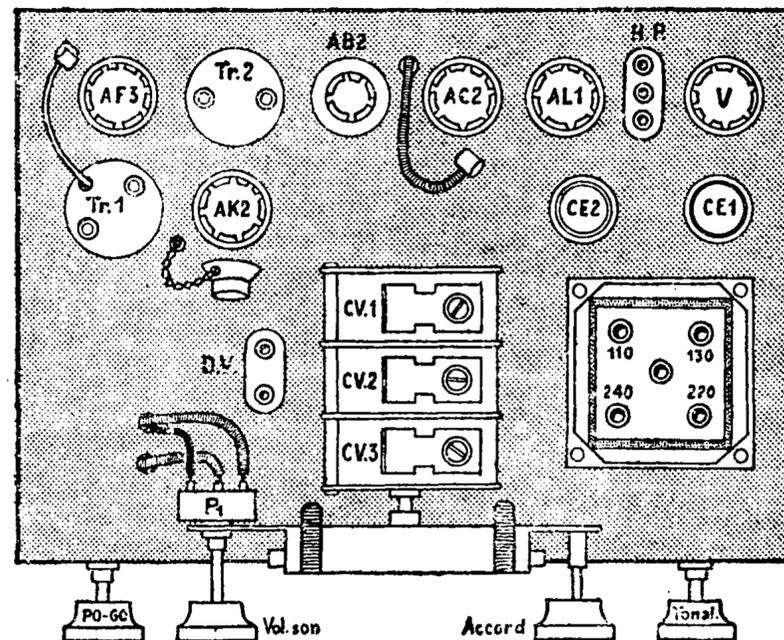


Fig. 438.

Répartition des organes sur le châssis.

La première plaque de la duo-diode effectue la détection; la résistance d'utilisation est constituée par le potentiomètre P_1 , de 50.000 ohms, shunté par C_7 . La seconde plaque, séparée de la première par C_8 , commande le régulateur antifading par le jeu des résistances R_9 et R_{10} .

Le condensateur de fuite C_{22} s'oppose au passage de la haute fréquence vers la première BF qui reçoit, d'autre part, les courants détectés par C_6 . La résistance de grille de cette lampe est R_{12} et la résistance anodique d'utilisation R_{14} , découplée par C_{10} . Le pick-up est branché à P.U.

La grille de commande de la pentode finale, dont la résistance de choc est R_{13} , reçoit les courants par l'entremise de C_{11} . Sa pola-

risation est obtenue par l'interposition de la résistance R_{16} sur le circuit médian de l'enroulement de chauffage. Cet organe est shunté par l'électrochimique CE 1. Le potentiomètre de tonalité P_2 est de 500.000 ohms.

Ce poste fonctionne sur tous secteurs alternatifs de 100 à 240 volts. Le transformateur Tr A possède trois secondaires. La haute tension est filtrée par la bobine d'excitation du haut-parleur et les électrolytiques CE2 et CE3. La résistance R_{16} réduit cette HT pour les quatre premières lampes.

La figure 438 représente le dessus du châssis. Les organes sont disposés de telle sorte qu'il est possible de grouper les condensateurs fixes et les résistances sur une plaquette unique, ce qui permet d'obtenir des connexions courtes, facilite le câblage du poste et éventuellement les réparations.

La mise au point consiste à régler les trimmers des trois condensateurs variables et le padding de l'oscillatrice, de manière que l'accord coïncide le plus parfaitement possible avec les indications du contrôle visuel.

Ce montage est de nature à donner pleine satisfaction, grâce à ses qualités de puissance, de sélectivité et de pureté.

Commande automatique retardée. — Nous décrivons ultérieurement le dispositif antifading destiné à supprimer l'« évanouissement » de certaines stations. Précisons toutefois dès maintenant que lorsqu'une onde porteuse apparaît, celle-ci donne lieu à une polarisation des lampes à pente variable. Or, s'il s'agit d'une station faible, l'onde est encore reçue plus faiblement avec antifading que sans antifading. C'est pour éviter cet inconvénient qu'on a été amené à créer la régulation retardée ou différée.

Avec ce mode de contrôle du volume de son, le régulateur n'entre en action qu'à partir du moment où la lampe finale reçoit une tension suffisante pour que la puissance d'audition soit convenable.

Pour obtenir ce résultat, il suffit de polariser la plaque diode correspondante par rapport à la cathode. Nous savons que le procédé le plus couramment employé consiste à insérer une résistance convenable dans le circuit de cathode, entre cette électrode et la masse.

Supposons que le courant se produise entre la cathode et la plaque régulatrice dès que la tension atteint 1,5 volt. On fait en sorte que la polarisation atteigne, par exemple, 3,5 volts. Il est bien certain que le régulateur ne commencera à agir que lorsqu'un signal correspondant au moins à $3,5 - 1,5 = 2$ volts sera transmis à la plaque régulatrice.

La résistance de polarisation est généralement variable; mais il suffit de la régler une fois pour toutes pour obtenir la valeur relative de « déclenchement » que l'on désire. Ce dispositif peut fort bien d'ailleurs se combiner avec celui de l'accord silencieux.

Postes de 6 à 8 lampes

Le Super EK2 à lampes rouges

Récepteur à 5 gammes d'ondes dont 3 d'ondes courtes. Commande unique. Prémplification HF. Sélectivité variable. Détection diode avec C.A.V. différée. Indicateur visuel. Réglage silencieux. Amplification BF de puissance.

Ce récepteur bénéficie des avantages présentés par les lampes de la série rouge dont nous avons parlé.

L'accord et la présélection sont assurés par un bloc G66 Gamma qui contient les bobinages $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6$ et L_7 . Un commutateur met en service les enroulements correspondant aux cinq gammes d'ondes qu'il est possible de recevoir (11 à 30, 29 à 80, 75 à 210, 200 à 500 et 710 à 2.000 mètres). Une sixième position correspond à la marche en pick-up.

Un condensateur variable quadruple de quatre fois 0,5/1000, CV1, CV2, CV3 et CV4, assure l'accord de tous ces bobinages.

Tr_1 et Tr_2 sont deux transfos MF Gamma SV 304 assurant l'effet de sélectivité variable par variation du couplage.

Tr_3 est le transfo de couplage du haut-parleur; il fait partie de ce dernier, qui présente une résistance d'excitation de 1.250 ohms.

Tr_4 est le transformateur d'alimentation, adapté aux caractéristiques des lampes transcontinentales rouges. La partie du secondaire S_1 alimente le filament de la valve EZ4. L'enroulement S_3 alimente les cathodes des six lampes.

La redresseuse EZ4 est une biplaque à chauffage indirect; elle peut débiter 175 milliampères. Le débit total des six lampes du récepteur est de 2,3 ampères; cette faible consommation rend cet appareil particulièrement attrayant.

La partie triode de la dét. EBC3 est montée en « lampe de silence ». L'amplification BF de tension est réalisée par une pentode EF6, à pente fixe, suivie de l'amplificatrice de puissance EL5. L'indicateur visuel d'accord I.V. est monté dans le circuit anodique de l'octode. Grâce à la neutralisation des circuits internes de cette lampe, le bruit de fond est à peu près nul, et la réception des O.T.C. ne présente aucune difficulté.

Notons encore que le potentiomètre P_1 , qui commande le volume de son, vaut 500.000 ohms. P_2 , en série avec R_{17} , règle la tension plaque de la lampe de silence; il a une résistance de 50.000 ohms, ainsi que P_3 (tonalité). R_4, R_9 et R_{10} valent 20.000, 10.000 et 20.000 ohms.

La mise au point se réduit au réglage des trimmers dans le bas de la gamme P.O. et du condensateur variable quadruple.

A besoins nouveaux, réalisations nouvelles

Le Super "Sélect" E 43

Récepteur très moderne à 6 gammes d'ondes dont 4 d'ondes courtes. Nouvelles lampes série « Sécurité ». Régulation anti-fading très efficace. Grande pureté d'audition. Trèfle cathodique. Contre-réaction.

Nous donnons, en terminant cette série, le schéma de principe d'un poste de grande classe doté de tous les perfectionnements modernes. Cette réalisation comporte d'ailleurs de multiples variantes. Aussi, notre but est-il moins d'en faire une description détaillée que d'exposer les importantes améliorations qui caractérisent ces nouveaux récepteurs.

Les qualités exceptionnelles du Super « Sélect » E43 et des postes similaires sont dues, en grande partie, à l'emploi des nouvelles lampes rouges dites série « Sécurité ».

Chaque tube a été étudié en vue de remplir sa fonction d'une façon impeccable, de sorte qu'un super comprenant quatre lampes de cette série donne des résultats très supérieurs en sensibilité, sélectivité et musicalité, à ceux des récepteurs équipés par un nombre plus important de tubes appartenant aux séries courantes. Cet avantage est infiniment appréciable au moment où les pièces détachées deviennent de plus en plus rares.

Le changement de fréquence est réalisé par la triode-hexode ECH3, à faisceaux d'électrons dirigés, qui donne toutes les gammes d'ondes avec la même stabilité. Ce tube, ainsi que les deux suivants, possède une « caractéristique basculante », qui assure une grande efficacité à la commande de volume de son et permet de recevoir les signaux faibles et les signaux puissants avec le maximum de pureté.

La duo-diode penthode EBF2 assure l'amplification MF dans sa partie penthode. Les deux plaques diodes sont employées pour la détection et la C.A.V. Le premier étage d'amplification BF est équipé à l'aide d'une penthode EF9, et le dernier étage, par la penthode finale EL3N.

Un indicateur visuel d'accord EM1 ou EM4 (trèfle cathodique) et une valve à chauffage indirect 1883 complètent cette série de tubes d'une homogénéité parfaite.

Le bloc accord-oscillateur peut être un Gamma K12. Les transfos MF1 et MF2 sont accordés sur 472 Kc.

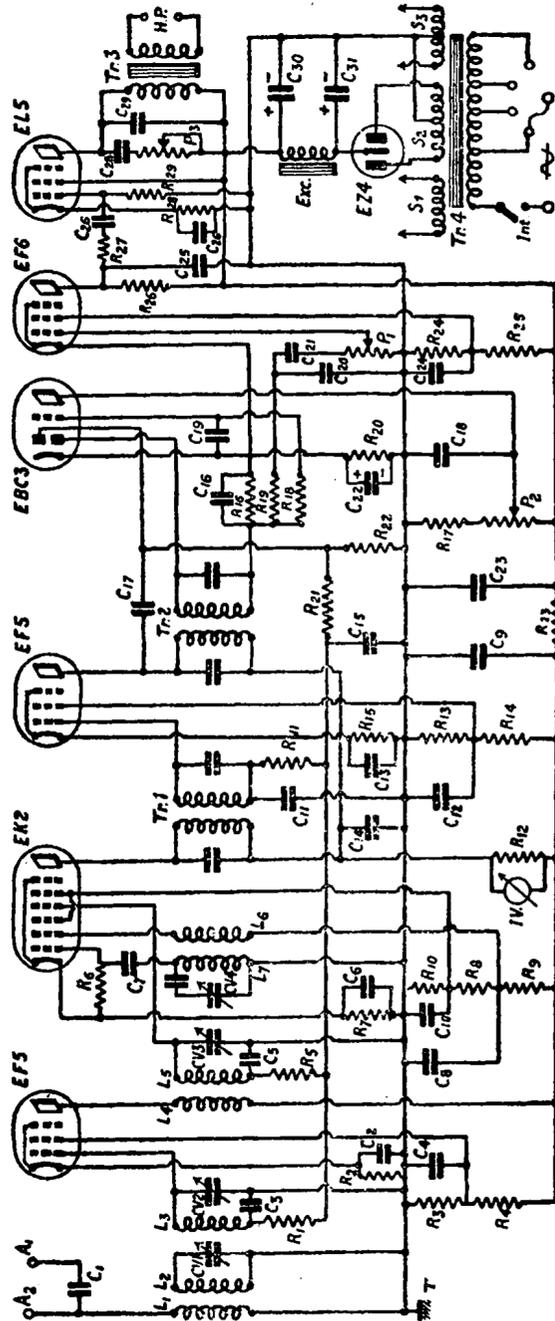


Fig. 439.

Le Super EK2 à lampes transcontinentales rouges.

Comprenant un présélecteur G66, une amplificatrice EF5, une oscillatrice-modulatrice EK2, une pentode MF à pente variable, une duodiode-triode EBC3, deux lampes BF et une valve EZ4.
 $C_1 = 0,05/1000$. — $C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_8, C_9, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{16}, C_{17}, C_{18}, C_{19}, C_{20}, C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24}, C_{25}, C_{26}, C_{27}, C_{28}, C_{29}, C_{30}, C_{31} = 0,1/1000$. — $C_{25} = 0,05/1000$. — C_9 et $C_{23} = 0,5$ Mfd. — C_{16} et $C_{20} = 0,1/1000$. — $C_{22}, C_{26} = \text{électr. } 20 \text{ Mfd.}$ — $C_{23} = 0,5/1000$. — $C_{2R} = 0,04$ Mfd. — $C_{29} = 3/1000$. — C_9 et $C_{31} = \text{électr. } 8 \text{ Mfd.}$ — $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{18}, R_{19}, R_{20}, R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25} = 500 \text{ ohms.}$ — $R_4, R_6, R_7, R_{14} = 50.000 \text{ ohms.}$ — $R_{12} = 2.000$. — $R_{16} = 500.000$. — $R_{17} = 30.000$. — $R_{18}, R_{19}, R_{20} = 1 \text{ mégohm.}$ — $R_{23} = 2 \text{ mégohms.}$ — $R_{24} = 3.000 \text{ ohms.}$ — $R_{25} = 20.000$. — $R_{25} = 200 \text{ ohms.}$

Indicateur visuel d'accord

L'Indicateur visuel vient en aide à l'oreille pour assurer l'accord précis des récepteurs. Il était constitué autrefois par un simple milliampèremètre ou une lampe au néon; celui des récepteurs modernes est basé sur le principe des tubes cathodiques (œil magique américain ou trèfle européen).

Cet organe, dont le type classique est l'EM1 (fig. 442), comporte un élément triode (cathode C, grille g et anode A), des électrodes de déviation D et un écran fluorescent en forme de coupelle E (visible de l'extérieur), qu'illuminent les faisceaux électroniques issus de la cathode. La grille communique à la ligne antifading C.A.V.

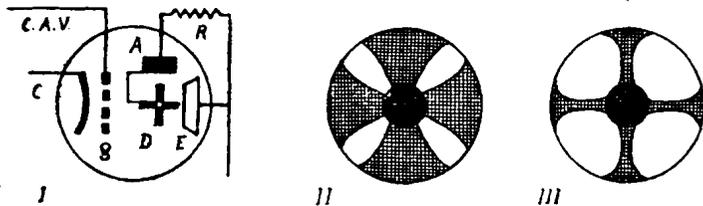


Fig. 442.

Trèfle cathodique du type EM 1.

En l'absence de réception, l'écran laisse voir de grands secteurs d'ombres (II). Au contraire, quand les signaux sont puissants et la tension C.A.V. la plus négative, le courant de la triode diminue, ainsi que la chute de tension dans la résistance R (de 1 Ω). L'anode A et les électrodes D, devenues moins négatives, ne repoussent plus les électrons dans un étroit passage et de larges secteurs lumineux s'épanouissent sur l'écran, indiquant que l'accord précis est obtenu (III).

L'indicateur visuel du « Sélect » E 43 (fig. 440) est un EM4 à double sensibilité, comportant deux éléments triodes de pentes différentes, pour stations faibles et stations puissantes.

Contre-réaction

Le dispositif de contre-réaction, ou de réaction négative, également appliqué à la plupart des récepteurs modernes, a pour rôle de réduire la distorsion basse fréquence. Il diminue toutefois l'amplification. Ce procédé consiste à prélever une partie de l'énergie finale du récepteur pour la réinjecter dans un circuit antérieur. Dans le schéma 440, il peut être réalisé en reliant l'anode de l'EL3N à celle de l'EF9, par une résistance de 1 Ω .

Changeurs O. C.

Adaptateur Ondes courtes

Appareil tous courants permettant aux anciens appareils la réception des ondes de 13 à 80 mètres.

Un grand nombre de récepteurs, surtout parmi ceux qui datent de plusieurs années, ne peuvent recevoir les ondes courtes. Leur modification serait difficile et coûteuse. La meilleure solution, pour les rendre aptes à cette réception, est de les faire précéder d'un adaptateur avec changement de fréquence.

Celui que nous décrivons ci-après comporte une octode tous courants CK1, alimentée séparément par une valve CY2.

Schéma. — L'octode utilisée comme changeuse de fréquence donne un rendement uniforme sur toute la gamme prévue et une réception exempte de souffle.

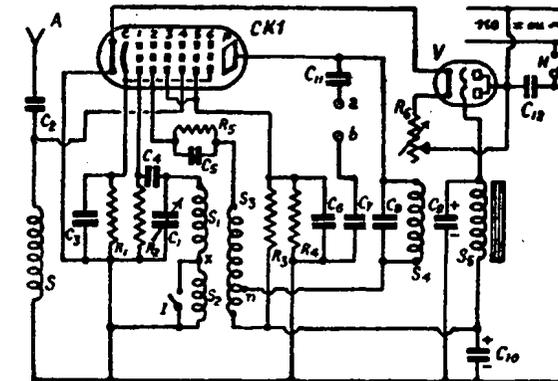


Fig. 443.

Adaptateur permettant la réception des ondes courtes.
 $C_4 = 0,25/1000$. — C_6, C_7 et $C_{11} = 0,1$ Mfd. — Autres valeurs dans le texte.

Le circuit d'antenne est connecté à la grille 4; il est apériodique. La self d'antenne S est constituée par 20 spires de fil émaillé 1/10 sur tube de 15 mm. de diamètre (spires espacées d'une épaisseur de fil). Le condensateur C_2 vaut 0,1/1000 : il réduit l'effet de capacité de l'antenne.

La polarisation des grilles 1 et 4 est obtenue par la résistance R_1 , de 300 ohms, shuntée par C_3 , de 0,1 MFD.

L'oscillateur possède deux gammes (13 à 35 m. et 30 à 80 m.). Le primaire comprend deux enroulements S_1 et S_2 , et un secondaire S_3 . Pour la première plage, l'interrupteur I court-circuite S_2 .

Ces bobinages sont réalisés sur un tube de 25 mlm. de diamètre. On bobine d'abord 4 spires espacées de S_1 , en fil 5/10 émail ou soie; 2 mlm. plus loin, 10 spires jointives fil 1/10 émail constituent S_2 ; à un millimètre de là, on achève le bobinage S_1 avec 3 spires, puis, 3 mlm. après, 5 spires jointives fil 3/10 émail réalisent S_3 . Tous bobinages dans le même sens.

Le primaire seul est accordé par C_1 de 0,35/1000.

La grille 1 est reliée à la masse par R_2 , de 50.000 ohms.

La grille anode 2 a une tension réduite par R_3 , de 2.000 ohms, shuntée par C_3 , de 0,1 MFD. Un effet de réaction est obtenu en reliant le bobinage MF (S_4) au point milieu n de S_3 .

Le dispositif potentiométrique R_3, R_4 , de 10.000 et 40.000 ohms, fournit la tension aux grilles-écrans (3 et 5).

Le bobinage S_4 reçoit la moyenne fréquence obtenue dans le circuit anodique et la transmet à la borne a . Cette borne doit être reliée à la borne « antenne » du récepteur proprement dit, et b à la borne « terre ».

S_4 comprend 150 spires jointives de fil 20/100 émaillé sur tube 25 mlm. diamètre. C_4 , condensateur ajustable de 0,5/1000. La longueur d'onde transmise par S_4 est de 575 mètres.

L'alimentation est assurée par le tube redresseur CY2 qui possède deux cathodes et deux plaques. Les condensateurs C_9 et C_{10} , de 16 MFD chacun, et la self S_5 assurent le filtrage.

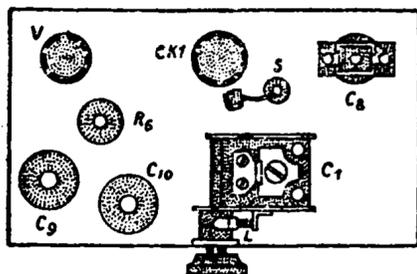


Fig. 444.

Châssis vu en dessus.

On devra obtenir environ 90 volts à la grille 2, et 70 volts aux grilles-écrans, au besoin en modifiant quelque peu les valeurs de R_3 et de R_4 .

Réalisation. — Une réalisation de cet adaptateur a été présenté par l'excellent technicien G. Mousseron, dans « Radio-Plans ».

La figure 444 montre la partie supérieure du châssis équipé. On distingue le condensateur d'accord C_1 , supportant la lampe de cadran L, l'octode CKI, la valve V, la self d'antenne S, le condensateur et la résistance ajustables C_8 et R_4 , et les électrolytiques C_9 , C_{10} .

La figure 445 donne, d'autre part, le plan de câblage détaillé.

Le panneau arrière porte la prise de secteur, avec polarité pour le continu, l'interrupteur H, la borne d'antenne et les bornes de sortie a et b qui doivent être reliées aux bornes d'entrée du récepteur ancien.

Le panneau avant porte simplement le commutateur I.

Dans la partie centrale, les points m indiquent la masse; les lettres S et S indiquent l'entrée et la sortie de la self d'antenne;

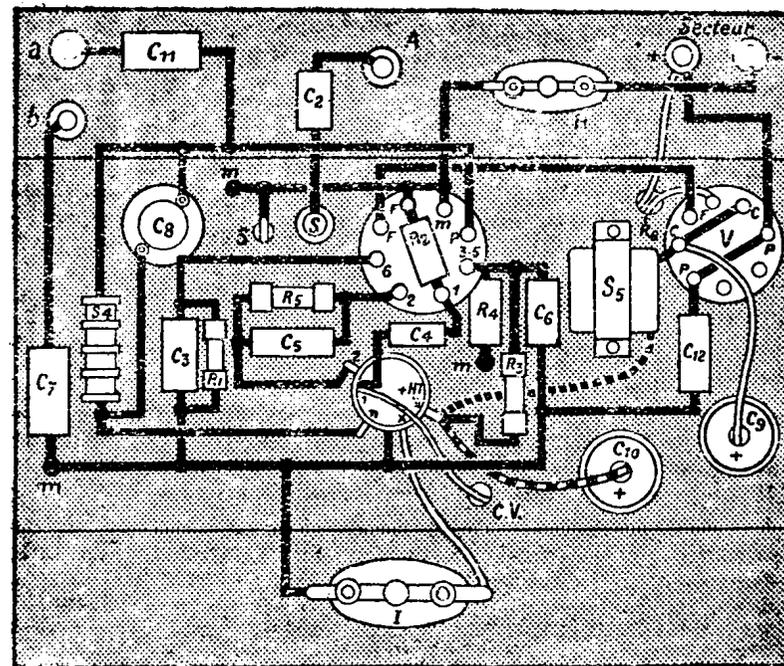


Fig. 445.

Plan de câblage de l'adaptateur O. C.

le câble C.V. se rend aux lames fixes du condensateur variable; R_4 , à la résistance réglable qui porte cette désignation.

Pour la mise en marche, les branchements étant faits, on cherche une émission quelconque par la manœuvre du C.V. de l'adaptateur, le condensateur ajustable C_8 étant serré à fond.

Dès que l'émission est entendue, on retouche les réglages du condensateur ajustable et de la capacité d'accord du récepteur proprement dit.

Pick-up

Amplificateurs pour phonographe

L'amplification phonographique s'est développée considérablement depuis un certain nombre d'années : cinémas, dancings, théâtres, établissements forains utilisent la puissante sonorité de ces appareils, qui donnent au public l'illusion de la présence réelle d'un grand orchestre.

La technique de ces derniers est fort simple : un petit organe appelé *pick-up* transforme les vibrations mécaniques gravées sur le disque en courants électromagnétiques variant à la fréquence des sons enregistrés. Les variations de tension sont amplifiées par un ou plusieurs étages BF.

Utilisation des appareils de T. S. F.

Nous avons indiqué, dans un certain nombre de montages, les connexions à réaliser pour l'utilisation des appareils de T.S.F. comme amplificateurs : il suffit de brancher le pick-up entre la grille de la détectrice et le — 4 (ou le — polarisation, le cas échéant).

Toute la partie basse fréquence est donc utilisée, ainsi que la détectrice qui joue le rôle de première BF. Généralement, il suffit d'introduire un jack à l'endroit désigné ou de tourner dans le sens indiqué le bouton d'un commutateur pour que l'appareil fonctionne sur pick-up.

Amplificateurs spéciaux

Il est toutefois très facile de construire un amplificateur spécial, conditionné aux services qu'on en exigera.

Examinons, par exemple, le montage 362 : il suffit de brancher le pick-up entre la grille de la deuxième lampe et le — 4 pour obtenir un ampli. On gagnerait toutefois à porter la haute tension à 160 ou 200 volts. Une résistance de 50.000 ohms, placée entre les deux bornes d'entrée, peut jouer le rôle de « volume-contrôle ».

La difficulté n'est pas plus grande avec un montage sur secteur : selon la puissance désirée, on dispose deux, trois ou quatre étages (résistances, transformateurs ou push-pull) montés selon la technique courante.

Une réalisation commerciale

L'amplificateur RT 3 de 8 watts

Nous donnons à la figure 460 le schéma d'un amplificateur relativement puissant, constitué avec des accessoires bien définis qu'il est possible de se procurer dans le commerce.

Le montage comprend 3 lampes triodes (les deux dernières montées en push-pull et une valve. La lampe d'attaque V_1 peut être une MH 4, capable de fournir une tension élevée. La polarisation est fournie par la résistance R, shuntée par le condensateur C, de 20 microfarads.

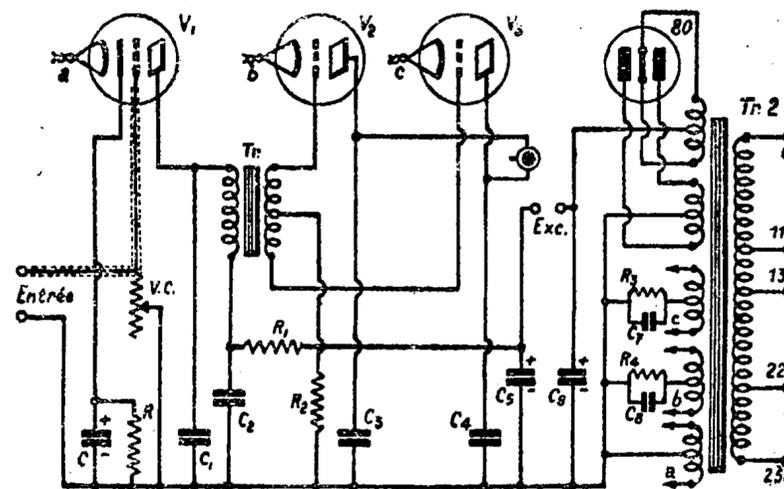


Fig. 460.
L'amplificateur RT 3 de 8 à 10 watts.

VC, de 50 à 100.000 ohms, est le contrôleur d'intensité, inutile si le pick-up comporte lui-même cet organe. La résistance R_1 , de 10.000 ohms, joue le double rôle de self d'arrêt et de régulatrice de tension anodique. Elle est découplée par le condensateur C_2 , de 0,5 MFD.

V_2 et V_3 , montées en push-pull, doivent naturellement être du même type (par exemple PX 4 ou F 5 Fotos). Néanmoins, comme il est difficile d'obtenir une identité parfaite, ces tubes sont chauffés séparément, d'où la nécessité d'avoir des enroulements distincts au transformateur (b et c).

Les résistances de polarisation R_3 et R_4 valent 750 ohms, avec débit de 25 milliampères. Les condensateurs-shunt C_7 et C_8 valent 20 MFD et sont isolés à 50 volts.

Le transformateur Tr a une prise médiane au secondaire; en série avec celle-ci se trouve une résistance R_3 de 100.000 ohms dont le but est d'éviter des accrochages BF.

Les plaques des deux lampes push-pull sont alimentées par la haute tension appliquée au point milieu du transformateur de sortie. Le haut-parleur devra avoir une excitation d'environ 1.500 ohms, et non de 2.500, comme les modèles courants, afin d'éviter une chute de tension trop importante par filtrage, car le courant de plaque des trois lampes est voisin de 100 milliampères.

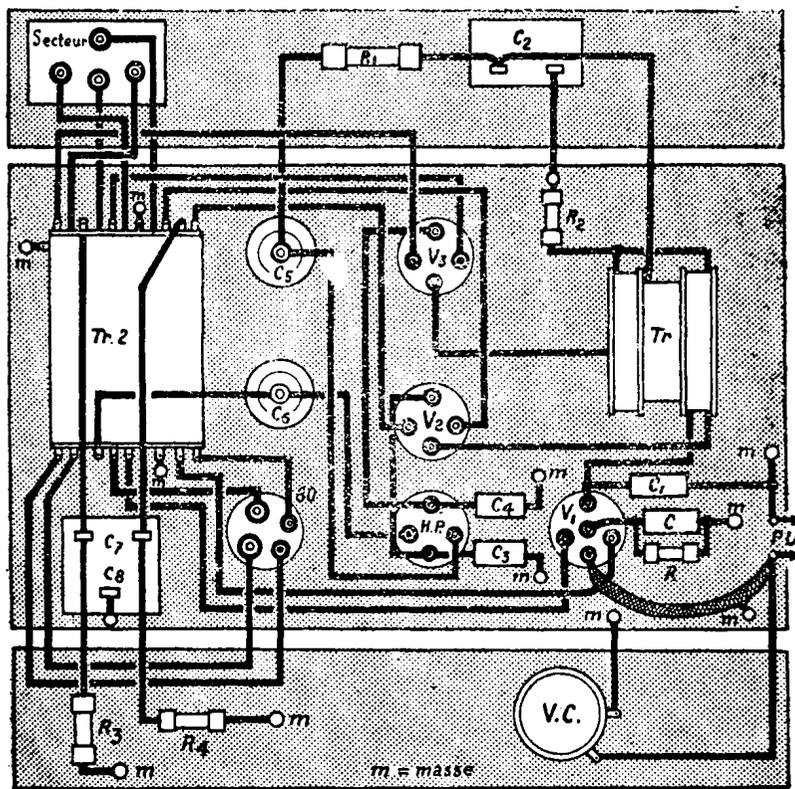


Fig. 461.

Plan de câblage de l'ampli RT 3.

Les capacités de découplage C_3 et C_4 valent 2,5/1000. On voit que le transformateur d'alimentation comprend 5 enroulements au secondaire, les 3 premiers chauffant séparément les 3 lampes.

Le filtrage est effectué par la self du dynamique. Les condensateurs électrolytiques C_5 et C_6 valent 8 MFD.

La figure 461 donne toutes les indications pour le câblage.

Le travail terminé, il sera bon de contrôler les diverses tensions, afin d'être assuré d'une mise au point convenable : tension plaque de V_1 , 200 volts; tension plaque de V_2 et V_3 , 275 volts; haute tension avant filtrage, 440 volts; après filtrage (entre + et - de C_6), 300 volts; tension de polarisation de V_1 (entre + et - de C), 3 volts.

La puissance de cet amplificateur permet son emploi dans une salle de 1.200 à 1.500 mètres cubes.

Amplificateurs de 3,5 et 15 watts. — L'appareil précédent est trop puissant pour être utilisé dans un appartement. Son cadet, le RT 3, de 3,5 watts, est prévu pour cet usage.

Par contre, les amateurs qui désireraient un amplificateur très puissant pour le plein air trouveront dans le RT 4, de 15 watts, le modèle de leur choix.

Le premier est constitué par une MH 4 et une PX 4. La seconde réalisation comporte quatre lampes.

Amplificateur microphonique

pour publicité, discours ou conférences publiques

L'usage se généralise également de diffuser les discours et conférences publiques à l'aide de haut-parleurs, lorsque la voix de l'orateur ne peut être directement entendue par toute l'assistance.

Un microphone à grenaille de charbon est placé à proximité du conférencier. Les courants recueillis sont transmis à un amplificateur de puissance qui commande les haut-parleurs.

La figure 463 schématise l'un des dispositifs les plus employés.

Le microphone est parcouru par le courant de la pile P d'environ 4 volts. Il est branché au primaire d'un transformateur de modulation Tr_1 dont le rapport est généralement de 1-30. Le secondaire est intercalé dans le circuit de grille de la première lampe. La plaque est branchée au primaire du transformateur basse fréquence Tr_2 de rapport 1-3 ou 1-3,5 qui lui transmet une tension réduite à 150 ou 200 volts, par la résistance R_1 de 25.000 ohms, shuntée par C_3 valant 6 à 8 MFD.

Les extrémités du secondaire de ce transformateur commandent les grilles des deux lampes finales montées en push-pull, la prise médiane étant connectée à la masse.

Les plaques de ces mêmes lampes sont reliées aux extrémités primaires du transformateur Tr_3 , de rapport 1-1, la prise médiane recevant la haute tension maximum.

Un ou plusieurs haut-parleurs électrodynamiques sont intercalés dans le circuit secondaire de ce transformateur.

La première lampe est à chauffage indirect. La grille est polarisée par la résistance R_2 de 1.000 ohms, shuntée par un condensateur C , de 2 microfarads.

Les lampes du push-pull sont à chauffage direct. Elles doivent avoir les mêmes caractéristiques, afin d'éviter tout déséquilibre dans le transformateur de sortie. La polarisation des grilles s'effectue à l'aide d'une résistance variable R_3 , de 1.500 ohms, qui doit être prévue pour un débit de 80 à 100 milliampères. Le condensateur-shunt C_2 vaut 4 MFD.

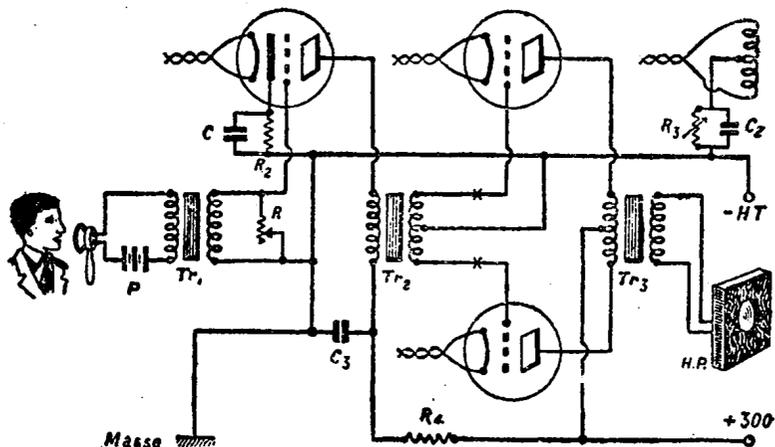


Fig. 463.

Amplificateur microphonique monté en push-pull.

Le haut-parleur, qui est nécessairement un dynamique, est pourvu d'une excitation séparée ou empruntée au circuit d'alimentation.

Pour obtenir une audition de qualité, il est bon d'utiliser un transformateur de chauffage dont le secondaire comporte trois sections, chacune de ces dernières correspondant à une lampe.

Le secondaire du transfo de haute tension doit donner 2×300 volts avec débit de 100 milliampères. La section qui assure le chauffage de la valve est prévue pour 5 volts 2 ampères, avec prise médiane. Cette valve aura un débit de 120 millis sous 300 volts.

En cas d'accrochage, on peut placer en série une résistance de 20 à 30.000 ohms entre la prise médiane de Tr_2 et la masse; ou bien une résistance de 1.000 ohms aux deux points \times .

Si l'on désire pouvoir régler l'intensité du son, on dispose en shunt sur le secondaire de Tr_1 une résistance variable R de 2.000 à 200.000 ohms.

On évitera la proximité du microphone et des haut-parleurs, afin de supprimer tout sifflement provenant d'oscillations à basse fréquence.

COMMENT CHOISIR UN APPAREIL

Après les descriptions de montage qui intéressent les bricoleurs, nous donnons quelques conseils destinés aux auditeurs qui désirent acheter un poste commercial.

En premier lieu, nous mettrons en relief les qualités que doivent posséder les appareils modernes.

Qualités d'un bon récepteur. — Pour que la réception des radio-concerts soit faite dans de bonnes conditions, il faut que le récepteur soit sélectif, sensible, musical et puissant.

La *sélectivité* permet d'entendre uniquement l'émission désirée sans qu'elle soit troublée par les émissions voisines.

La *sensibilité* donne la possibilité de recevoir convenablement les stations lointaines ou de faible puissance.

La *musicalité* est la qualité du récepteur qui reproduit les sons avec leurs timbres naturels et donne à l'audition un cachet véritablement artistique.

La *puissance* réside dans la faculté de pouvoir obtenir une grande intensité sonore. Ajoutons que ce volume de son ne doit pas être exagéré, sous peine de nuire à la pureté.

A ces qualités primordiales peuvent s'adjoindre divers perfectionnements qui agrémentent l'utilisation de l'appareil : commande unique, réglage d'intensité sonore, dispositif anti-fading, contrôle visuel, tonalité variable, etc.

Prix d'achat. — Lorsqu'on veut acquérir un appareil, la première chose à faire est de consulter son budget.

Il existe des récepteurs à tous prix; mais il faut savoir proportionner ses exigences à ses possibilités financières.

On peut trouver des types « Baby » à 4 ou 500 francs et des postes de dimensions normales à 800 ou 1.000 francs. Entre 1.200 et 1.500 francs se placent les appareils perfectionnés. Aux environs de 2.000 francs apparaissent les récepteurs de luxe, et au-dessus de 3.000, les combinés radio-phono. Si l'on ne dispose que d'une somme réduite, mieux vaut choisir un poste sérieux, quoique modeste, plutôt qu'un modèle prétentieux sans garantie.

Modes d'alimentation. — La question du prix résolue, il faut savoir de quelle sorte de courant électrique on dispose. Le secteur peut être du 110 ou 220 volts, *continu* ou *alternatif*. Dans ce dernier cas, la fréquence est de 50 ou de 25 périodes. Disons que la plupart des agglomérations sont alimentées par du 110 volts alternatif, 50 périodes.

Il est indispensable de préciser la nature exacte du courant lors de l'achat de l'appareil.

Si l'on doit se déplacer périodiquement (vacances, villégiatures, etc.) et séjourner dans des centres qui possèdent des secteurs de caractéristiques différentes, on aura avantage à acquérir un poste « tous courants ».

Enfin, si le voltage du circuit de distribution est très irrégulier, si l'on se trouve dans une zone peuplée de parasites, ou si l'on ne dispose d'aucune canalisation électrique, on adoptera l'alimentation par piles ou accus.

Présentation extérieure. — « L'habit ne fait pas le moine », dit-on fréquemment. Aussi, il serait absurde de juger un poste d'après son ébénisterie.

Celle-ci a néanmoins son importance. Les appareils « miniature » à dimensions réduites ne sont pas à conseiller, car les organes, déjà simplifiés, se gênent mutuellement; de plus, l'ébénisterie forme une caisse de résonance insuffisante.

Nombre de lampes. — Le nombre d'étages dépend de l'usage auquel on destine l'appareil. Si l'on se contente de la station d'émission la plus proche, un appareil à 1 ou 2 lampes peut suffire.

Si l'on désire, au contraire, pouvoir capter un grand nombre d'émissions, même lointaines, un changeur de fréquence de 4 à 8 lampes est indispensable.

Postes « toutes ondes ». — La plupart des récepteurs commerciaux anciens étaient établis pour recevoir les longueurs d'onde de 200 à 2.000 mètres.

Il existe cependant des stations d'émissions qui utilisent des longueurs d'onde plus réduites (O.C. de 15 à 100 mètres). Les postes « toutes ondes » permettent de recevoir également ces intéressantes émissions.

Essai du poste

Il est toujours prudent de s'adresser à une bonne marque ayant un représentant sérieux dans la localité qu'on habite. Cet agent donne généralement une garantie de bon fonctionnement durant un certain délai; en outre, sa présence facilite, le cas échéant, les réparations sérieuses et les remplacements de pièces.

On examine, au magasin, les différents modèles exposés pour juger des qualités extérieures de ceux-ci : présentation, ébénisterie, disposition des organes, boutons de commande, forme du cadran, repérage des émissions, etc. Ce premier examen permet d'éliminer les modèles qui paraissent défectueux ou peu pratiques.

Ensuite, il faut exiger un *essai à domicile*, afin de se rendre compte sur place des qualités particulières de l'appareil choisi. La plupart des revendeurs se prêtent facilement à cette formalité.

Il est bon de placer le poste à l'endroit exact où il doit être installé, car le rendement est souvent très différent d'une pièce à l'autre.

L'essai devra être assez long, étant donné que les conditions de réception varient avec le jour et l'heure. Ainsi, une audition pourra être excellente un dimanche, quand les moteurs et appareils électriques du voisinage sont à l'arrêt, et devenir mauvaise les jours ouvrables.

L'écoute d'une station lointaine ou faible renseignera utilement sur l'importance des bruits parasites (crépitements, crachements) dus à une forte amplification.

L'appareil pourra être considéré comme sélectif s'il donne chaque station bien distinctement et ne fait pas entendre deux émissions à la fois.

Pour juger de sa sensibilité, on essaiera de recevoir avec une antenne très réduite ou sur simple prise de terre.

L'oreille renseigne rapidement sur sa musicalité et sur les qualités de reproduction acoustique. Les « bruits de fond » doivent être inexistantes ou peu sensibles.

Quant à la puissance sonore, elle doit pouvoir être réglée par un organe spécial très progressif, afin d'être mise facilement en harmonie avec les dimensions de la pièce.

Installation et réglage

Il n'est besoin d'aucune connaissance spéciale pour placer un récepteur dans un appartement et le mettre en état de fonctionner. Généralement on choisit comme emplacement un angle de la pièce, à quelque distance des auditeurs.

L'antenne et, éventuellement, la prise de terre ayant été bien établies, il suffit de relier l'appareil à une prise de courant que l'on aura fait disposer à sa proximité.

Pour chercher une station, mettre le contacteur sur P.O. ou G.O., selon le cas, amener l'aiguille du cadran sur la division correspondant à cette émission et tourner le bouton de « renforcement » jusqu'à ce que l'audition atteigne une intensité convenable.

La grande joie des débutants est de tourner constamment les boutons et de faire défiler les stations sans s'attarder sur aucune d'elles. Ce sport, peu attrayant pour les invités, n'a heureusement qu'une durée limitée.

Un autre écueil à éviter est l'exagération de la puissance, qui entraîne un cortège de vibrations parasites : une sage limite dans l'intensité sonore donne des résultats musicaux beaucoup plus esthétiques.

Les délicieux orchestres que nous offre la nature ne nous donnent-ils pas cet exemple de modération ?



CINQUIÈME PARTIE

Pannes et insuccès

Malgré tout le soin apporté par l'amateur aux réalisations qui précèdent, il se peut qu'au premier essai l'appareil s'obstine dans un mutisme absolu.

Le sans-filiste découvrira sans peine la cause de cet insuccès en révisant méthodiquement son montage.

Pour lui faciliter son examen, nous signalons ci-après les pannes les plus fréquentes, ainsi que les troubles affectant la pureté de l'audition.

Principales causes d'insuccès

L'audition est nulle. — Lorsque l'appareil n'émet aucun son, il y a lieu, avant toutes choses, de vérifier le montage : on place le schéma du poste devant soi, on contrôle les différents circuits et on raie au crayon chaque connexion vérifiée. Les plus habiles peuvent se tromper, mais un examen sérieux révèle bien vite l'erreur.

Si le montage est bien conforme au schéma, le non-fonctionnement peut provenir des causes suivantes : court-circuit entre l'antenne et la terre, rupture d'un enroulement de self ou du circuit d'un transformateur, connexions oxydées ou encrassées, contact entre les lames d'un condensateur, chauffage insuffisant, lampe mal placée sur son support, accus déchargés.

L'audition est faible. — En général, lorsque les signaux perçus sont très affaiblis, il y a lieu de vérifier l'isolement de tous les organes et en particulier des circuits HF.

La médiocrité de la réception peut également provenir des causes ci-après : antenne mal établie, proximité de masses métalliques, selfs trop faibles ou trop fortes, contacts lâches ou oxydés, connexions de la réaction inversées, chauffage insuffisant, lampe de mauvaise qualité, condensateurs de liaison mal isolés, résistances défectueuses, haut-parleur désaimanté ou « collé » (cas d'un électromagnétique), voltage momentanément insuffisant du courant du secteur, blindages d'organes en mauvais contact avec la « masse ».

L'audition est déformée. — Il arrive parfois que la parole et la musique sont déformées et perdent leur timbre naturel. Les causes sont généralement les suivantes :

Résistance de grille mal appropriée, polarisation défectueuse, variation de la résistance de détection, haut-parleur dérégulé, transformateur BF de mauvaise qualité, réaction trop poussée.

Si des sifflements aigus couvrent l'audition, il faut incriminer une lampe, un couplage trop serré, une interférence due au manque de sélectivité.

EFFET LARSEN. — L'effet Larsen est un accrochage à basse fréquence; il se traduit par une vibration sonore qui s'amplifie et couvre l'audition. On supprime cette oscillation en utilisant des lampes à tiges-supports robustes, ou simplement en déplaçant le haut-parleur, si celui-ci est indépendant du récepteur.

L'audition est troublée par des parasites. — Certaines manifestations de l'électricité atmosphérique ou du magnétisme terrestre déterminent des courants parasites contre lesquels la science est restée jusqu'alors impuissante. Les éclairs, même très lointains, les courants telluriques, les perturbations magnétiques provoquées par les taches solaires occasionnent des troubles, tantôt espacés en crachements, tantôt prolongés en bruissements (friture).

Il ne faut pas toutefois imputer à l'atmosphère certains phénomènes d'origine industrielle.

MOTEURS ET DYNAMOS. — Les moteurs et les dynamos principalement à collecteurs, créent des parasites gênants et sont d'un voisinage tout à fait inhospitalier. Le seul remède efficace consiste à faire « absorber » les étincelles perturbatrices par un condensateur de grosse capacité mis en dérivation sur les organes producteurs d'étincelles, ou encore en reliant les balais à la terre par deux condensateurs de 2 microfarads à fort isolement disposés selon le schéma 485.

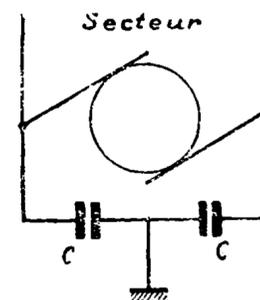


Fig. 485.
Dispositif supprimant les perturbations dues aux moteurs à balais.

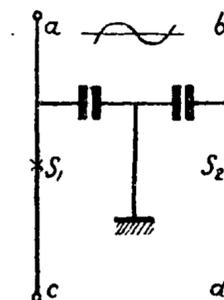


Fig. 486.
Filtre éliminant les parasites véhiculés par le secteur.

SECTEUR ÉLECTRIQUE. — Le secteur électrique peut agir de différentes manières sur les réceptions radiophoniques, tantôt en créant des courants induits dans l'antenne, tantôt en véhiculant une perturbation électrique quelconque qui s'est produite en un point du réseau.

C'est ainsi que les moteurs de machines à coudre, d'accumulateurs, d'appareils ménagers, les sonneries sont autant de sources de parasites. Dans ce cas, la meilleure solution est d'user du droit que donne un décret de 1935 ou, mieux, d'utiliser ses relations de bon voisinage pour guérir le mal à sa source.

Si l'on se heurte à la mauvaise volonté des producteurs de parasites, il ne reste d'autre alternative que de canaliser ces derniers vers la terre en utilisant le dispositif représenté par la figure 486.

Le secteur est branché en *ab*. Les parasites sont absorbés par les condensateurs C_1 et C_2 , de 0,2 MFD, et dirigés vers le sol par une prise médiane.

LIGNES A HAUTE TENSION. — Ajoutons quelques mots, en terminant, sur les conducteurs à voltage élevé.

Les lignes électriques à haute tension déterminent infailliblement des bruits étrangers dans les récepteurs, si leurs organes ne sont pas suffisamment isolés, ou si un isolateur, venant à se briser, provoque une étincelle à chaque alternance du courant. Une réparation immédiate s'impose. Ici encore, il convient d'orienter son antenne perpendiculairement à la ligne du secteur.

BRUITS PROVENANT DU RÉCEPTEUR. — Il est des troubles que l'on impute à tort aux lignes industrielles ou à l'état de l'atmosphère et qui proviennent tout simplement d'une défectuosité de l'appareil.

Pour opérer méthodiquement, débrancher l'antenne, les lampes restant allumées. Si les craquements cessent, ils étaient occasionnés par une influence extérieure; s'ils persistent, il faut incriminer l'usure ou le mauvais état des piles, des contacts ou des lampes.

Il est à remarquer que le bruit parasite donne souvent au sans-filiste averti des indications nettes sur sa provenance. Ainsi un bruit d'« échappement » indique une oscillation due le plus souvent à un circuit de grille coupé, à une résistance trop élevée dans une grille oscillatrice, à un antifading défectueux, à une batterie HF usée, s'il s'agit d'un poste-batteries.

Un « ronflement » régulier provient généralement de la rupture d'un condensateur de filtrage, ou d'un mauvais contact dans son circuit, du défaut d'isolement entre électrodes d'une lampe, d'un court-circuit de l'excitation ou de la self de filtrage.

Des « crépitements » proviennent souvent d'une cathode en mauvais état ou d'un électrolytique « malade ».

Un « grésillement » indique qu'un isolement est en train de disparaître.

Un « souffle » exagéré est souvent le fait d'une lampe malade ou d'un isolement défectueux.

Des parasites irréguliers proviennent presque toujours de mauvais contacts. Ceux-ci peuvent être produits par une lampe; on les repère en tirillant de droite et de gauche les différents tubes.

L'Antenne antiparasite

On a beaucoup parlé, dans ces derniers temps, de dispositifs aériens capables d'éliminer les parasites, ce fléau de la radio qui fait le désespoir de combien de sans-filistes!

Beaucoup de revendeurs sans conscience, abusant de la crédulité de leurs clients, ont écoulé des articles qui n'avaient aucune valeur technique; d'autres, plus loyaux, ont vendu des appareils d'une certaine efficacité; mais les acquéreurs n'ont pas su les utiliser d'une manière rationnelle. Et cet état de choses a créé la plus grande confusion dans les esprits.

Nous allons nous efforcer de mettre cette question au point et nous engageons vivement nos lecteurs à se bien pénétrer des notions qui suivent avant d'entreprendre toute tentative d'élimination de ces signaux indésirables.

Précisons tout d'abord que les dispositifs antiparasites d'antenne n'ont aucun effet sur les « crachements » d'origine atmosphérique; ils ne s'adressent pas davantage aux parasites véhiculés par le secteur dont l'atténuation s'obtient par l'interposition des filtres spéciaux dont nous venons de parler.

Ils visent uniquement les perturbations extérieures ou intérieures qui peuvent agir directement sur l'antenne ou sur le fil de descente (lignes de haute tension, traction électrique, trolley à roulette, transformateurs locaux, enseignes lumineuses, appareils médicaux et tous dispositifs émetteurs d'étincelles).

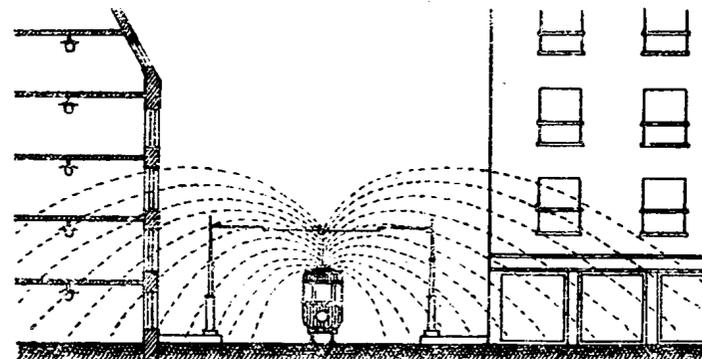


Fig. 488.
Zone parasitaire d'un tramway électrique.

Le rayon d'action de ces parasites industriels est heureusement très limité, car il s'agit le plus souvent de courants à basse fréquence. Il suffit, en général, de s'élever quelque peu au-dessus des immeubles pour se trouver hors du champ perturbateur.

La figure 488 montre, en particulier, que les inductions parasites produites par les tramways électriques n'affectent que les étages inférieurs d'une construction.

Le problème qui se pose est donc le suivant : placer le collecteur d'ondes au-dessus de la zone contaminée, c'est-à-dire à 3 ou 4 mètres au-dessus de l'ensemble des immeubles et soustraire la descente d'antenne à l'action des parasites par un blindage approprié.

Il va de soi qu'une antenne intérieure, qui passe à tort ou à raison pour être moins sensible aux parasites qu'un fil extérieur, est nettement à rejeter dans le cas présent, car elle se trouve précisément dans la zone parasitaire.

Montage simple. — En fait, deux difficultés se présentent dans la réalisation d'un tel collecteur d'ondes : en premier lieu, il est difficile d'installer une antenne d'un certain développement sur la plupart des immeubles; d'autre part, des pertes de courant assez importantes sont provoquées par la proximité du fil de descente et de sa gaine métallique (nous avons souvent parlé de l'effet d'absorption provoqué par un objet métallique placé près d'un conducteur HF).

De là, l'utilisation (indépendamment du montage courant qui n'est pas exclu) d'antennes légères, peu encombrantes, pouvant être fixées à l'extrémité d'un mat isolé (perche ou bambou) d'une hauteur de 4 ou 5 mètres : un simple tube de cuivre de 6 centimètres de diamètre et de 2 à 3 mètres de hauteur, un ancien cadre avec son enroulement, une toile tendue sur un support isolant, peuvent donner d'excellents résultats.

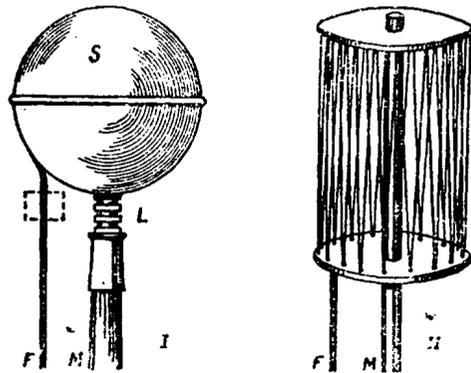


Fig. 489.

Types d'antennes antiparasites.

La figure 489-I représente une antenne spéciale en forme de sphère en aluminium S de 50 centimètres de diamètre, montée sur un isolateur L et placée à l'extrémité d'un mât en bois M. La partie de droite schématise un enroulement de fil en forme de tambour, constituant une variante de l'ancien cadre plat (cet enroulement est également isolé du mât).

Le câble blindé, formant descente d'antenne F, est fixé directement sur le tube, sur la sphère ou sur l'enroulement; il est maintenu çà et là par des crochets de fixation, soit au mât, soit aux murs, et se rend au récepteur, le blindage étant relié à la terre vers laquelle s'écoulent les parasites.

Afin que l'absorption des courants HF soit réduite au minimum, on a étudié des câbles spéciaux où la gaine de blindage est assez distante du fil intérieur, soit à l'aide de caoutchouc, soit par l'interposition d'une couche d'air entre l'âme et l'enveloppe que des pièces de fixation maintiennent à une distance invariable.

Il est bon de compléter ce montage par le blindage du poste lui-même, à moins que les bobinages soient déjà protégés par une enveloppe métallique.

Montages avec transformateurs. — Le moyen de liaison que nous venons d'indiquer est certainement le plus simple; on l'utilise avec profit pour des descentes de 6 à 8 mètres. Mais lorsque celles-ci atteignent 15 à 20 mètres, la déperdition est très importante, et cette forte capacité que constitue la gaine métallique s'opposerait, en particulier, à la réception des ondes courtes.

On a recours, dans ce cas, au moyen classique utilisé pour la transmission de la haute fréquence : un transformateur d'antenne abaisse la tension des courants recueillis en augmentant leur intensité; un transformateur - élévateur, placé près du récepteur, rend à ceux-ci leurs caractéristiques premières. Une liaison peut ainsi être effectuée à 100 ou 150 m.

Il est alors possible (à la campagne surtout), lorsque l'immeuble est à proximité d'une ligne de haute tension, d'ériger une antenne assez loin de la maison et de canaliser les courants par fil souterrain blindé.

Les transformateurs employés se trouvent dans le commerce sous des noms divers; le jeu vaut de 100 à 200 francs.

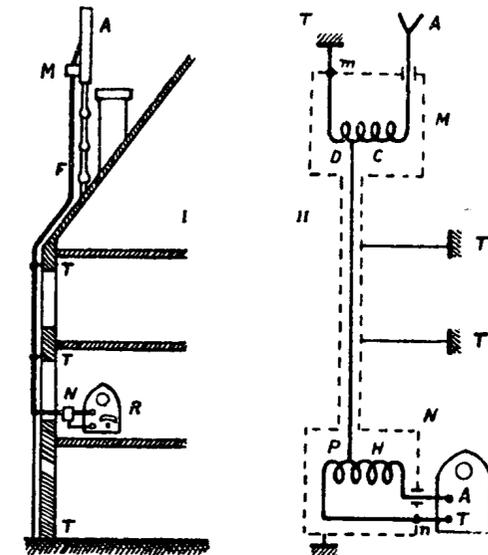


Fig. 490.

I. — Montage d'une antenne antiparasite.
II. — Schéma des transformateurs classiques.

Le câble de transmission blindé est constitué par un ou deux conducteurs, selon le type (2 à 2 fr. 50 le mètre). Nous conseillons d'acquies ces articles chez des constructeurs spécialisés, car le succès final dépend en grande partie de leur valeur technique.

Nous donnons toutefois ci-après la manière de confectionner soi-même un dispositif antiparasite simple et efficace.

La figure 490-I montre la mise en place de l'ensemble : une antenne en tube de cuivre A et son transformateur M; le fil blindé de descente F; le récepteur R et son transformateur N; enfin, diverses « prises » T mettant le blindage à la terre (notons que plusieurs prises donnent de meilleurs résultats qu'une seule).

La figure 490-II schématise les transformateurs et leurs connexions. Les bobinages sont en Bourne serré (autotransformateurs) : C est constitué par 220 spires de fil 3/10 sous soie; H, par 180 spires de même fil (bobinages à une seule couche, spires jointives sur tube de carton de 2 cm. de diamètre et de 12 cm. de longueur); D et P comptent chacun 24 spires en 5/10 sous soie et sont bobinés sur une extrémité de C et de H, avec une prise commune.

Les deux transformateurs sont blindés (cette précaution reste toutefois facultative pour M qui est hors de la zone troublée), ainsi que le fil de descente et le blindage mis à terre. La partie « terre » de chaque bobinage est reliée au blindage correspondant « points m et n). Le transformateur N aboutit aux bornes « antenne » A et « terre » T.

Ainsi que nous l'avons dit, M réduit la tension des courants captés, afin d'éviter une trop grande déperdition par absorption, et N rétablit cette tension.

Une variante de ce dispositif, mais plus compliquée, consiste à utiliser des transformateurs en Tesla (primaire et secondaire indépendants) avec prise médiane au secondaire du transformateur d'antenne et au primaire du second transfo. Cette prise est reliée au boîtier de blindage. Le fil de descente, également blindé, est doublé et torsadé. La figure 491 représente le premier de ces transformateurs; le second est identique, avec prise inversée.

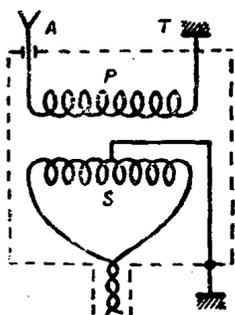


Fig. 491.
Autre genre
de transformateur.

Enfin une autre version, venant d'Amérique, prévoit un seul de ces appareils : secondaire, 450 tours fil émail 2/10 enroulé le premier sur tube carton de 25 mmm. de largeur (spires jointives, couches séparées par papier fin); un écran électrostatique est formé par une feuille d'étain entourant ce secondaire, avec fente de 2 mmm.; le primaire recouvre le

tout; il est constitué par deux enroulements de 75 spires, même fil, avec prise médiane à la terre.

Les extrémités du primaire vont à l'antenne; celles du secondaire, aux bornes A et T du récepteur.

Après avoir envisagé les moyens de réduire ou supprimer les irrégularités de fonctionnement ayant une cause extérieure et canalisées par l'aérien, nous allons aborder l'exposé du dépannage proprement dit des appareils récepteurs.

La pratique du dépannage

L'amateur qui a monté lui-même son poste se trouve naturellement dans d'excellentes conditions pour déceler la cause des pannes ou irrégularités qui se présentent, car il connaît l'emplacement de chaque organe, à l'égal du dépanneur professionnel.

Par contre, s'il veut « ausculter » un récepteur inconnu, la question est plus délicate; mais avec un peu de bon sens et de patience, ses recherches seront certainement couronnées de succès, et il sera en mesure de rendre service à de nombreux parents et amis.

Dans tous les cas, pour faciliter le travail de révision, nous recommandons aux acquéreurs d'appareils d'exiger du vendeur un schéma de leur poste, ce document évitera au dépanneur une perte de temps.

OUTILLAGE. -- L'outillage n'est pas très compliqué : il peut se composer uniquement d'une pince universelle, d'une autre pince de plus petite dimension, d'un jeu de clés tubulaires, d'un jeu de tournevis et d'un bon voltmètre à courant continu.

A ce petit matériel pourrait s'adjoindre utilement un milliampèremètre, car la mesure des intensités de courant a parfois une importance égale à celle des mesures de tensions données par le voltmètre.

De plus en plus, les appareils de mesure jouent, en effet, un grand rôle en T.S.F. Nous verrons ultérieurement qu'ils permettent non seulement de contrôler la bonne marche des circuits, mais aussi de vérifier les différents organes du récepteur.

Quant aux dépanneurs professionnels, ils auront tout intérêt à acquérir ou à fabriquer eux-mêmes un « contrôleur universel » à prises multiples comportant, par exemple, les sensibilités suivantes :

Tensions : 3 — 7,5 — 30 — 150 — 300 — 750 volts.

Intensités : 3 — 30 — 300 millis — 1,5 et 7,5 Amp.

Nous décrivons ci-après les deux appareils les plus utiles à l'amateur qu'intéresse le dépannage.

Les appareils de mesure

Il y aurait beaucoup à dire sur le chapitre des appareils de mesure, et les amateurs qui se sont constitué un petit laboratoire savent quelles joies nouvelles il est possible de se procurer avec des ressources relativement restreintes. Mais pour rester dans la note générale de cet ouvrage, nous nous limiterons aux deux appareils ci-après.

Voltmètre. — Si le sans-filiste ne veut acquérir qu'un seul appareil de contrôle, il n'a pas à hésiter; le plus nécessaire est un voltmètre à deux, et de préférence à trois sensibilités : 0 à 6 (tensions de chauffage), 0 à 30 (tensions de polarisation), 0 à 250 ou 300 (tensions anodiques).

Pour effectuer ces mesures, on place un pôle du voltmètre sur une borne de l'accumulateur ou sur une partie du circuit, et l'autre pôle sur la seconde borne ou la partie opposée dudit circuit.

Les voltmètres à deux sensibilités contiennent une double résistance en un seul boîtier : l'une, d'environ 1.000 ohms, correspond à la première graduation; l'autre, de 20.000 ohms, agit sur la seconde.

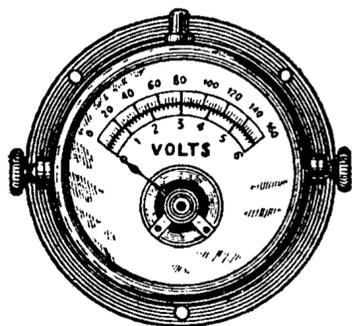


Fig. 492.

Voltmètre à deux sensibilités.

Lorsqu'on achète des appareils à bas prix, ces résistances ont des valeurs beaucoup moindres; il en résulte que les circuits du voltmètre « consomment » une certaine quantité de courant et indiquent un voltage inférieur au voltage réel, ce qui peut avoir de fâcheuses conséquences, principalement en ce qui concerne l'alimentation des filaments.

La figure 492 représente un voltmètre à deux sensibilités du type « à encastrer », avec prises latérales. Les appareils « de poche » sont établis sur le même principe, mais livrés avec deux cordons de couleurs différentes.

Milliampèremètre. — Le milliampèremètre le plus recommandable possède les trois sensibilités suivantes : 0—5, 0—30 et 0—120.

La première échelle permet de contrôler la valeur du courant de plaque d'une lampe amplificatrice HIF ou détectrice prise isolément; la seconde, celle du courant de plaque d'une BF de puissance ou d'un poste batteries à 4 lampes; la dernière donne la valeur totale de ce même courant d'un poste à grand nombre d'étages et permet également d'effectuer diverses mesures sur différents organes de l'appareil récepteur.

Le milliampèremètre ne se place pas en dérivation de la source de courant, comme le voltmètre précédemment décrit, mais en série dans le circuit de cette source. Ainsi, pour contrôler la valeur du courant de plaque total d'un poste, on débranche la connexion qui se rend du positif de la haute tension à la borne + 80 ou + 120 et on interpose le milliampèremètre entre ces deux points, en ayant soin de respecter la polarité : l'aiguille indique la valeur totale du courant de plaque.

Pour une tension de plaque d'environ 80 volts et un chauffage correct, la valeur du courant de plaque d'une lampe radio-micro ordinaire est voisine de deux millis et demi. Un poste à 4 lampes de ce type (BF de puissance comprise) a un débit total de 15 à 20 milliampères. Quant à celui d'un poste secteur, il peut varier, selon le nombre d'étages, de 50 à 100.

REMARQUE. — On peut d'ailleurs utiliser un milliampèremètre pour la mesure d'intensités supérieures à celles qu'indiquent normalement ses graduations. Mais il est nécessaire de connaître sa résistance intérieure.

Soit un appareil gradué de 0 à 5 millis présentant une résistance propre de 50 ohms.

En montant en parallèle avec lui une résistance supplémentaire de même valeur, le courant qui le traverse sera diminué de moitié, et la graduation indiquera 5 mA pour un courant réel de 10 mA. L'appareil permet donc de mesurer des intensités doubles.

Pour enregistrer des intensités décuples, soit 50 mA, on utilisera une résistance telle qu'elle dévie les 9/10 du courant. La valeur de cette dernière sera de $50 : 9 = 5,55$ ohms.

Pour régler l'appareil sur 1 ampère, soit un courant 200 fois plus intense que dans le premier cas, on choisira une résistance qui en dévie les 199/200, soit $50 : 199 = 0,25$ ohm.

Construction d'un Contrôleur universel

Voici maintenant une manière économique de construire soi-même un « contrôleur universel ».

Le seul appareil nécessaire est un milliampèremètre de bonne marque, gradué de 0 à 1 milli par exemple, auquel s'ajouteront un certain nombre de résistances étalonnées. Renseignons-nous sur sa résistance intérieure (supposée ici de 80 ohms).

Voyons, en premier lieu, comment nous pouvons obtenir avec lui les sensibilités de 0 à 3, de 0 à 30 et de 0 à 100 millis.

MILLIAMPÈREMÈTRE. — Premier cas : pour une déviation totale de l'aiguille, l'appareil consomme 1 milli, avec une résistance de 80 ohms. Pour que cette déviation corresponde à 3 millis, il faut que nous placions *en parallèle* une résistance supplémentaire consommant 2 millis : celle-ci devra donc être égale à moitié de celle du milliampèremètre, soit $80 : 2 = 40$ ohms.

Deuxième cas : la résistance ajoutée devra absorber $30 - 1 = 29$ millis, et être par conséquent 29 fois plus faible que celle de l'appareil. Sa valeur sera donc de $80 : 29 = 2,75$ ohms.

Troisième cas : calcul analogue, $80 : 99 = 0,8$ ohm environ.

Avec un appareil gradué de 0 à 3 millis (résistance 50 ohms), nous obtiendrons 5,55 et 1,55 ohms pour les deux derniers cas.

VOLTMÈTRE. — Un voltmètre n'est autre qu'un milliampèremètre ayant une résistance en série. Voyons comment, avec le milli gradué de 0 à 1, nous pouvons mesurer les tensions de 0 à 6, de 0 à 30 et de 0 à 300 volts.

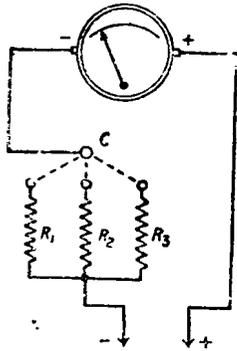


Fig. 493.
Voltmètre à trois sensibilités.

Premier cas : il faut, selon la loi d'Ohm, que la résistance additionnelle R_1 mise en série absorbe 1 milli sous 6 volts. Elle sera donc de $6 : 0,001 = 6.000$ ohms. Pour être précis, il faudrait retrancher de ce nombre la valeur de la résistance propre de l'appareil, mais cette erreur est négligeable sur un nombre d'ohms aussi élevé.

Deuxième cas : nous obtiendrons pour la valeur de R_2 , $30 : 0,001 = 30.000$ ohms.

Troisième cas : la valeur de la résistance R_3 sera de $300 : 0,001 = 300.000$ ohms. Ces résistances peuvent être groupées dans un boîtier et commandées à volonté par un cavalier partant de la borne c.

OHMÈTRE. — On peut avoir à vérifier également la valeur d'une résistance que l'on soupçonne avoir augmenté de valeur, après échauffement, et déséquilibrer un circuit.

On met en série avec le milliampèremètre une source stable de tension E (un accu par exemple) et la résistance à vérifier. On applique la formule $X = (E : I) - r$, I étant l'intensité lue et r la résistance du milli (ici 80 ohms).

Si l'on ne dispose que d'un voltmètre, on mesure la tension de source avant (V) et après (v) la mise en série de la résistance et on utilise cette autre formule $[(V : v) - 1] \times R$, la lettre R représentant la résistance intérieure du voltmètre.

Si les voltages donnent 4,2 et 1,4 (R étant par exemple de 500 ohms, on obtient $[(4,2 : 1,4) - 1] \times 500 = 1.000$ ohms.

Au-dessus de 5.000 ohms, on utilise une source de 80 volts.

Contrôle d'un bobinage. — Avant d'aborder l'examen d'un schéma, nous allons donner quelques indications générales qui s'appliquent à la plupart des récepteurs modernes.

Pour s'assurer du bon état de la self *ab*, on place celle-ci en série avec une pile P et un voltmètre V. Si le bobinage n'est pas coupé,

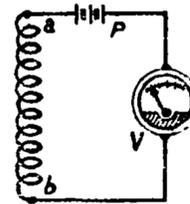


Fig. 494.

Contrôle d'un bobinage.

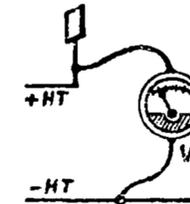


Fig. 495.

Contrôle d'une tension.

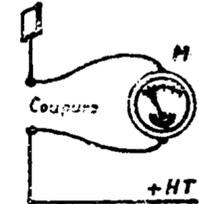


Fig. 496.

Contrôle d'un débit.

l'aiguille indique une tension sensiblement égale à celle de la pile (fig. 494).

Vérification d'un isolement. — Si, à la place de la self, on branche un condensateur, on ne doit observer aucune déviation de l'aiguille, sinon les armatures sont en court-circuit.

Contrôle des lampes. — L'état du filament d'une lampe peut également être vérifié par une opération analogue. On relie une broche du filament au point a, l'autre au point b : l'aiguille dévie si celui-ci n'est pas détruit. Autre vérification plus simple : si la lampe s'échauffe pendant que le poste fonctionne, on peut en déduire que le filament est intact.

Mesures. — Pour mesurer une tension, on place le voltmètre en parallèle sur la source ou sur deux points de niveaux électriques différents (fig. 495). Au contraire, pour évaluer une intensité, en millis, on place un milliampèremètre en série dans le circuit, après coupure de celui-ci (fig. 496).

Vérification d'un récepteur

Abordons maintenant la vérification générale d'un récepteur, en vue de la recherche d'une panne. Nous représentons à la figure 497 un montage qui est familier à nos lecteurs, car il reproduit, à peu de chose près, le schéma d'étude que nous avons disséqué dans le quatrième chapitre de ce volume, avec cette différence toutefois que nous l'avons modernisé en le dotant d'une alimentation par le secteur. Nous retrouvons ce montage dans le trillampe RD 3 S (fig. 422).

Il s'agit d'un récepteur à amplification directe. Pour éviter les surcharges, nous n'avons fait qu'amorcer les fils d'alimentation de filaments : FF devront être connectés à F_1F_1 , F_2F_2 et F_3F_3 . Le haut-parleur est un magnétique, très utilisable dans ce cas.

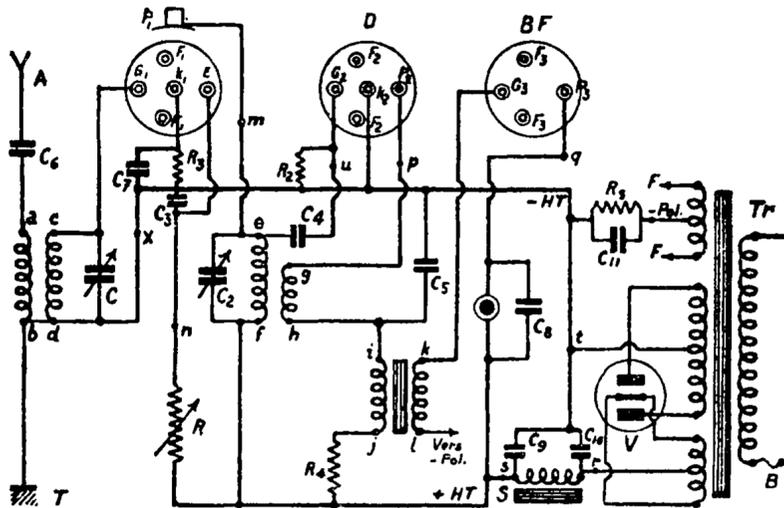


Fig. 497.

Vérification méthodique d'un trillampe secteur.

Vérifications mécaniques. — Avant d'essayer de caractériser la panne, il est bon de s'assurer tout d'abord que les lampes s'allument, que les broches sont bien en contact avec leurs supports, qu'aucun écrou n'est desserré, etc., tous contrôles que nous avons indiqués au début de ce chapitre. Avec un bout de bois taillé en pointe, on fera l'essai de tous les contacts soudés, qui doivent résister à la pression.

Une méthode de localisation rapide consiste à toucher successivement la grille principale des lampes, en commençant par la BF, avec le fer d'un tournevis monté sur manche en bois : chaque grille touchée fait entendre un claquement assez fort dans le haut-parleur. On arrive ainsi, lampe par lampe (BF, détectrice, MF,

oscillatrice, HF), à une grille qui ne produit aucun bruit. Il y a toute chance que la panne réside dans l'un des circuits de la lampe correspondante.

Nous allons indiquer maintenant des procédés de localisation plus rationnels.

Bobinages. — L'alimentation étant débranchée, on procède au contrôle des bobinages, comme nous l'avons fait à la figure 494. On porte successivement les fils du voltmètre en *ab*, en *cd*, en *ef*, en *gh*, en *ij*, en *kl* et en *sr*. Si l'aiguille dévie (elle se déplacera plus ou moins selon la résistance de l'enroulement), on peut en déduire que selfs et transformateurs ne présentent pas de coupures.

En opérant de même en *i* et *k*, on s'assure qu'il n'y a aucun court-circuit entre le primaire et le secondaire du transformateur BF : il ne doit y avoir aucune déviation. S'il en était autrement, cet organe serait hors d'usage.

Au cas où le poste fonctionnerait normalement en P.O. et resterait muet en G.O. (ou réciproquement), il faudrait conclure que le bobinage G.O. est coupé ou, plus simplement, que le contacteur fonctionne mal.

Tensions. — Rebranchons alors l'alimentation et vérifions les différentes tensions, les lampes étant en place. Voyons tout d'abord celle du chauffage : pour cela plaçons les fils du voltmètre (sensibilité 0 à 6) sur les points F_1F_1 , puis F_2F_2 , enfin F_3F_3 . L'aiguille doit indiquer approximativement 4 volts (si ce sont des lampes de la série « 4 volts »). L'absence de déviation indiquerait que le fil d'alimentation est rompu quelque part, ou qu'il existe un court-circuit entre les points F et F.

Pour le contrôle de la haute tension, que nous supposons de 200 volts, remarquons que les points —HT, *t* et *x* sont au même niveau électrique (terre ou masse). Plaçons le voltmètre (sensibilité 0 à 300) entre —HT et +HT, ou entre *t* et *s* : l'aiguille doit indiquer environ 200 volts. Une valeur très inférieure serait l'indice que la valve V est usée ou que le transformateur Tr aurait un court-circuit intérieur (cette dernière panne se décèle souvent par un échauffement anormal du transfo et un goût de caoutchouc brûlé). Si cette tension est nulle, il faudrait contrôler et, le cas échéant, remplacer C_9 ou C_{10} , ou les deux, qui seraient détériorés ou en court-circuit.

Entre *t* et *m*, la tension est un peu moindre, par suite de la résistance du bobinage *ef*. Entre *t* et *q*, même voltage approximatif. Entre *t* et *p*, nous devons lire de 80 à 100 volts, par suite de la chute de tension provoquée par R_4 : si la tension était nulle dans ce dernier cas, nous devrions incriminer soit le condensateur C_5 (claqué), soit la résistance R_4 (rompue ou débranchée). Entre *t* et *n*, tension d'écran de 80 à 100 volts, avec mêmes aléas au sujet de R et de C_3 .

Si nous faisons un essai entre t et u , la déviation doit être insignifiante : si l'aiguille accusait une tension de 200 volts, le condensateur C_4 serait claqué et devrait être remplacé (la HT arriverait, en effet, à la grille G_2 par le circuit f, e, C_4 et u).

Par contre, si C_8 est en court-circuit, le courant de HT arrive néanmoins à P_3 , mais l'appareil reste muet, car le courant anodique passe par le chemin direct C_8 et non par le HP.

La tension de polarisation de la lampe finale se mesure entre t et l , la chute de tension étant produite par R_6 .

Si la haute tension n'arrive nulle part, il faut en chercher la cause dans la rupture de la self S ou dans le mauvais état des condensateurs C_9 ou C_{10} .

Intensités. — Les investigations qui précèdent suffisent généralement pour déceler l'organe défectueux. Mais si l'on possède un milliampèremètre, il est possible de contrôler plus efficacement les divers circuits et d'obtenir une mise au point plus parfaite du récepteur. Nous avons indiqué à la figure 496 comment on utilise cet appareil.

Interposé au point m , celui-ci (sensibilité de 0 à 3) doit marquer un débit de 2 à 3 millis. Si l'aiguille n'acuse aucun courant, il faut contrôler le contact en P_1 (le bobinage ef étant déjà vérifié) et déduire, en dernier ressort, que la lampe est « sourde », c'est-à-dire que la cathode, bien que chauffée normalement, n'émet plus d'électrons.

En n , l'aiguille doit indiquer un courant d'écran de 0,5 milli environ. Même contrôle en p (2 à 3 millis).

Branché en q , le milliampèremètre (sensibilité 0 à 30) accuse un courant de 10 à 20 millis selon la lampe utilisée, car le débit des tubes de sortie est beaucoup plus important.

Au point s , nous aurons l'intensité totale du courant de haute tension, soit 20 à 30 millis pour le cas présent, et 50 à 80, voire 100, pour un appareil plus important.

Distorsion. — Lorsque la qualité acoustique de l'audition est mauvaise, on peut incriminer *a priori* la résistance de fuite de la dernière lampe (si la liaison est à résistance ou si l'on emploie une pentode) ou encore la résistance de détection. Celles-ci ont pu chauffer et augmenter de valeur.

Il y a lieu de contrôler également la polarisation de G_3 .

Quand l'audition est assourdie avec suppression des notes aiguës, il est à présumer que C_8 ou C_5 sont trop forts. Dans le cas contraire (notes basses supprimées), augmenter la valeur de C_{11} ou de la résistance de fuite de la dernière lampe.

Enfin, il se peut que le tube final soit mal adapté au haut-parleur. Avec les H.P. électrodynamiques, en particulier, il est indispensable que le rapport du transformateur de liaison soit en harmonie avec l'alimentation de la lampe.

Ronflements. — Le ronflement de l'appareil n'est pas moins fastidieux qu'une audition déformée. Dans le cas le plus fréquent, ce ronflement est dû à l'insuffisance de filtrage du courant de distribution; il faut, soit augmenter la valeur de C_{10} , soit disposer une cellule supplémentaire, qui donne généralement des résultats parfaits.

La figure 498 montre la disposition à adopter. L'ancien filtre comprend la self S , qui sert généralement de self d'excitation du haut-parleur et les condensateurs C_9 et C_{10} de 6 ou 8 MFD. La nouvelle cellule est constituée par la self B , de 20 à 30 henrys, et le condensateur C_d , de 8 MFD. Ce nouveau bobinage parfait le rôle de S qui était sans doute saturée.

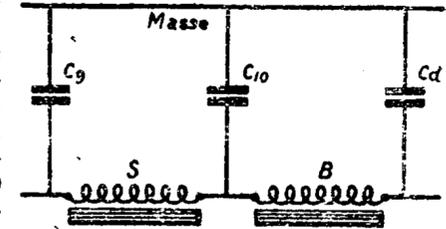


Fig. 498.

Cellule supplémentaire supprimant les ronflements.

Le ronflement peut également provenir des causes suivantes : dessiccation de l'électrolyte ou détérioration de C_9 ou C_{10} ; mauvaise polarisation de la lampe finale; mauvais état des condensateurs de découplage; lampe défectueuse ou mal blindée; voisinage d'un transformateur de liaison et du transfo d'alimentation; induction d'un circuit sur un autre circuit trop rapproché; circuit de grille ouvert à la détection (pick-up).

Vérification d'un changeur de fréquence. — La recherche des pannes se fait de la même façon dans les supers. Il nous reste à ajouter quelques indications sur les circuits oscillateurs et MF.

Pour contrôler l'existence des oscillations locales, il suffit de se rendre compte de l'existence de variations dans le courant anodique, en plaçant un milliampèremètre (sensibilité de 0 à 30) en série dans le circuit de plaque de l'oscillatrice.

Si les oscillations ne se produisent pas, il faut vérifier l'état de la lampe, les tensions anodiques, les bobinages, les condensateurs et les retours de masse. Au cas où le récepteur ne fonctionnerait pas malgré l'existence de ces oscillations, il faudrait vérifier le circuit de grille d'entrée, l'isolement des condensateurs et les bobinages.

Pour ce qui concerne l'alignement des circuits MF, on branche une hétérodyne modulée (généralement accordée sur 472 kc.) sur la ou les grilles correspondantes et on agit sur les petits condensateurs des transfos pour obtenir l'accord maximum, qui se traduit par un hurlement assez puissant de l'oscillateur local. On peut également régler à l'aide de l'œil magique, ou d'après le courant de sortie, mesuré au haut-parleur avec un voltmètre de sensibilité 30 ohms.

Recherche de la sélectivité

Le nombre toujours croissant des stations d'émission place au premier plan des préoccupations de l'amateur sans-filiste le problème de la sélectivité.

Les qualités sélectives d'un appareil ne dépendent pas seulement de ses caractéristiques propres, mais aussi de la densité des postes émetteurs. C'est ainsi qu'un C. 119, qui donnait toute satisfaction sur ce point en 1926, présente, à l'heure actuelle, une syntonie absolument défectueuse; car, depuis cette époque, le nombre des stations a quintuplé.

La réglementation en vigueur autorise, en Europe, une différence minimum de longueur d'onde correspondant à 9 kilocycles (9.000 périodes) entre deux émissions. Un récepteur vraiment sélectif doit donc pouvoir éliminer toutes les interférences sur cette plage.

Toutefois, il ne faut pas tomber dans l'exagération, car la longueur d'onde nominale d'une station est, en réalité, une moyenne. En fait, au cours de la modulation, chaque station utilise une bande de longueur d'onde d'une certaine étendue : un récepteur trop sélectif supprimerait donc une partie de la modulation et produirait une déformation très importante de la parole et de la musique.

Si une syntonie très poussée est indispensable dans les villes qui possèdent des stations locales souvent fort gênantes, une sélectivité moyenne, plus compatible avec une parfaite reproduction, est préférable en province.

Amélioration des appareils anciens. — Les montages datant de plusieurs années peuvent être améliorés, au point de vue sélectif, par les modifications ou transformations suivantes :

- Antenne courte et bien dégagée;
- Prise de terre parfaitement établie ou remplacée par un contrepoids.
- Mise en série dans les antennes à forte capacité (longues ou basses) d'un condensateur fixe de 0,15 à 0,25/1000;
- Réception en Tesla à primaire et secondaire accordés;
- Utilisation d'un filtre présélecteur.
- Adjonction d'étages à résonances (circuits accordés).

Filtrage des ondes. — Le remède le plus souvent recommandé contre le manque de sélectivité est le filtre éliminateur placé en parallèle sur le dispositif d'accord du poste.

La figure 501 montre le schéma généralement adopté (intérieur du pointillé). Une self L et un condensateur variable C sont interposés dans le circuit antenne-terre. Ce filtre-shunt a pour effet d'éliminer du récepteur tout signal autre que celui sur lequel il est accordé.

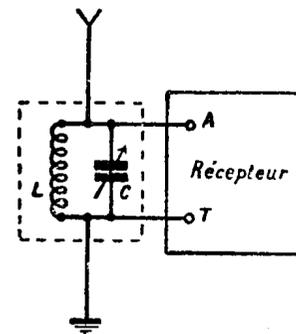


Fig. 501.
Filtre-shunt (ne laisse passer qu'une émission).

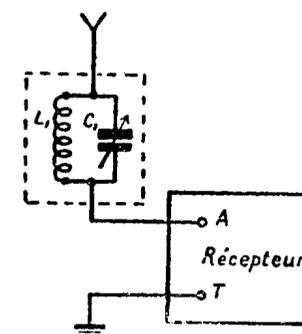


Fig. 502.
Circuit-bouchon (élimine une station gênante).

Sa construction exige l'emploi d'un condensateur de forte capacité et d'une self à nombre de spires très réduit, bobinée en fil isolé 6/10 sur cylindre en carton.

Élimination d'une station gênante. — Pour interdire l'entrée du récepteur à une émission indésirable, celle d'une station locale par exemple, on interpose en série dans l'antenne un circuit-bouchon constitué par une self L_1 en nid d'abeille d'environ 60 spires, également en gros fil, pour la plage des P.O., branchée aux bornes d'un condensateur variable C_1 de 0,5/1000 (fig. 502).

Pour mettre au point le circuit-bouchon, on place tout d'abord le cadran du condensateur C_1 à zéro. On accorde le poste récepteur sur la station à éliminer, de façon que la puissance atteigne son maximum. On manœuvre ensuite le condensateur du filtre; à mesure que la fréquence du circuit s'approche de celle du signal, on note la disparition progressive de celui-ci. Lorsqu'il est totalement éliminé, on laisse le condensateur C_1 dans sa position.

Il ne reste plus qu'à accorder le récepteur sur une autre station de longueur d'onde différente, même assez proche de celle du signal éliminé, sans crainte d'être brouillé par ce dernier.

Notons que ces filtres décalent l'accord du récepteur, lorsqu'on reçoit en direct : on ne retrouvera donc plus les différentes stations aux mêmes graduations du condensateur.

Dispositifs modernes. — Nous avons défini précédemment les procédés capables d'améliorer la sélectivité d'un récepteur. Nous n'y reviendrons donc pas longuement.

Cette qualité réside surtout dans la valeur, le bon emploi et l'accord exact des bobinages utilisés. C'est ainsi que nous avons préconisé les filtres présélecteurs, les étages à résonance et, en particulier, en MF, les « filtres de bande » (transformateurs à primaire et secondaire soigneusement accordés).

L'utilisation de bobinages à fils divisés ou à noyau magnétique spécial donnent également les meilleurs résultats.

SÉLECTIVITÉ VARIABLE. — On sait qu'une sélectivité très poussée ne permet pas la reproduction intégrale des sons très aigus. Il paraît donc rationnel de n'exiger cette grande sélectivité des récepteurs que dans des cas exceptionnels, par exemple pour capter des émissions lointaines et peu puissantes : on a donc été conduit à réaliser des appareils à sélectivité variable.

Ce système présente l'avantage d'employer une sélectivité réduite toutes les fois que cela est possible; il permet ainsi de recevoir avec une haute fidélité toutes les fréquences acoustiques.

On parvient à ce résultat en agissant sur le couplage inductif de certains bobinages, en particulier sur celui des transformateurs moyenne fréquence : c'est là encore un réel perfectionnement technique.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. — Généralités.....	7
Emission des ondes radioélectriques. — Rôle du microphone. — Champ d'une émission. — Longueur d'onde. — Fréquence. — Transmission et réception. — Appareils d'accord.	
La lampe Audion : filament, plaque, grille. — Rôle des électrons. — Les trois circuits. — Principales fonctions.	
COMPLÉMENTS TECHNIQUES.....	27
<i>Le courant électrique.</i> — Ses caractéristiques : tension, intensité, résistance; loi d'Ohm. — Ses effets. — Sa production.	
<i>Magnétisme.</i> — Les aimants naturels. — Electromagnétisme. — Induction. — Loi de Lenz. — Self-induction.	
<i>Courant alternatif.</i> — Caractéristiques. — Production. — Transformation. — Propriétés. — Circuits oscillants.	
<i>T. S. F.</i> — Emission, propagation et réception des ondes. — Etude des lampes. — Courbes caractéristiques. — Fonctions.	
II. — Organes de réception.....	61
<i>Antennes.</i> — Bobines d'induction. — Condensateurs fixes et condensateurs variables. — Dispositifs d'accord. — Commande unique. — Transformateurs. — Lampes triodes et multigrilles. — Rhéostats. — Résistances. — Cristaux détecteurs. — Haut-parleurs. — Isolants.	
III. — Sources d'électricité.....	77
<i>Piles et Accumulateurs.</i> — Principe. — Utilisation. — Entretien. — Charge des accumulateurs. — Indices de fin de charge. — Le redressement du courant alternatif.	
<i>Secteur.</i> — Alimentation par courant continu et par courant alternatif. — Alimentation totale.	

	Pages
IV. — Construction d'appareils	95
<i>Postes « batteries ». — Conseils aux débutants. — Lecture et réalisation d'un schéma. — Récepteur à galène. — Postes classiques et modernes de deux à six lampes. — Montages spéciaux pour ondes courtes. — Changeurs de fréquence.</i>	
<i>Postes secteur.....</i>	<i>145</i>
<i>a) Généralités. — Comment fonctionne un poste secteur : alimentation, commande, distribution de tensions, etc. — Confection du châssis; groupement des organes; câblage; essai.</i>	
<i>b) Postes à amplification directe.....</i>	<i>155</i>
<i>Monolampe-valise portatif avec alimentation par oxy-métal. — Appareils locaux et régionaux à deux et trois lampes. — Postes à quatre et cinq étages : les superinductances.</i>	
<i>c) Changeurs de fréquence.....</i>	<i>167</i>
<i>Comment moderniser les changeurs de fréquence anciens. — Montages classiques de quatre à huit lampes; variantes. — Adaptateur pour ondes courtes de 13 à 80 mètres.</i>	
APPENDICE.	192
<i>Pick-up. — Construction et mise au point d'un amplificateur phonographique de moyenne puissance. — Variantes diverses. — Réalisation d'un amplificateur moderne de 8 watts.</i>	
COMMENT CHOISIR UN APPAREIL.....	197
<i>Qualités d'un bon récepteur. — Modes d'alimentation. — Nombre de lampes. — Types d'appareils. — Essais préliminaires. — Installation et réglage.</i>	
V. — Pannes et Insuccès.....	201
<i>I. — Recherche méthodique des pannes. — Marche à suivre. — Elimination des parasites. — L'antenne « anti-parasite ». — Construction d'un contrôleur universel de dépannage. — Vérification détaillée et perfectionnement d'un récepteur.</i>	
<i>II. — Recherche de la sélectivité. — Le filtrage des ondes. — Les filtres de bandes. — Elimination d'une station gênante. — La sélectivité variable; comment on l'obtient.</i>	

IMPRIMERIE RÉGIONALE, TOULOUSE

Autorisation n° 11.181