

JOSEPH ROUSSEL

Secrétaire général
de la Société française d'étude de Télégraphie et de Téléphonie sans fil.

MON POSTE

DE

T. S. F.

PARIS

LIBRAIRIE VUIBERT

BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 63

1925

MON POSTE DE T.S.F.

A LA MÊME LIBRAIRIE

Du même auteur :

Le premier Livre de l'Amateur de T. S. F. Manuel de Télégraphie et de Téléphonie sans fil, avec figures, planches hors texte et cartes donnant les principaux postes de T. S. F. et leurs indicatifs. — Vol. 25/16^{cm}. 5^e édition. **15 fr. »**

Le deuxième Livre de l'Amateur de T. S. F. (*En préparation.*)

Comment recevoir la Téléphonie sans fil. — Vol. 22/14^{cm}, avec 141 figures et 2 planches photographiques hors texte. 3^e édition. **6 fr. »**

La T. S. F. par les Tubes à vide, par Pierre Louis. — Vol. 22/14^{cm}, avec figures dans le texte. 4^e édition. **6 fr. »**

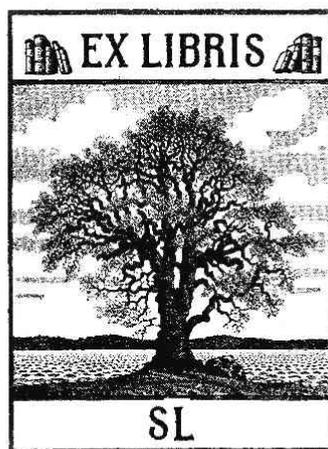
Programme de l'École pratique de Radioélectricité. **1 fr. »**

Programme des conditions d'admission aux emplois de Radiotélégraphiste de bord et d'Écouteur breveté. **1 fr. 25**

Réglementation des postes de T. S. F. privés. Certificat d'opérateur. **1 fr. 25**

Cours pratique élémentaire d'Électricité industrielle, par E. FESQUET, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur au Collège et à l'École des mécaniciens de Dunkerque. — Vol. 25/16^{cm}, avec 41 problèmes types et 189 figures. 3^e édition. **12 fr. »**

Approximations dans les mesures physiques et dans les calculs numériques qui s'y rattachent, par E. COLARDEAU, professeur au Lycée Rollin. — Vol. 22/14^{cm}, avec figures et planche hors texte. 2^e édition. **13 fr. 50**



Tous droits de reproduction,
de traduction et d'adaptation
réservés pour tous pays.
Copyright by Vuibert, 1925.

AVANT-PROPOS

Ce simple travail n'a qu'un but : décrire aux amateurs un poste complet, réalisé dans ses moindres détails par un amateur, et comprenant les principaux dispositifs de réception sûrs, actuellement en usage, permettant de recevoir la plupart des auditions mondiales sous toutes longueurs d'ondes et de suivre à la fois les émissions de radiophonie de diffusion, les émissions d'amateurs et les émissions scientifiques de recherches sous ondes de plus en plus courtes.

Cette description, qui intéressera tous les récepteurs, est complétée par celle des dispositifs d'émission que nous avons réalisés et qui répondent entièrement aux conditions légales de longueur d'onde et de puissance. Elle comprend en outre l'étude de quelques appareils de mesure qui complètent l'attrait de la science nouvelle et dont l'utilisation rationnelle permet, seule, d'entrer dans la voie du progrès.

Un poste d'amateur ne saurait être ni invarié ni invariable ; aucun dispositif n'est définitif, puisque chaque jour en voit préconiser de nouveaux.

Au fur et à mesure de leur parution, nous avons réalisé, tout au moins sur table, presque tous ces dispositifs ; nous les avons soumis à une étude critique, et c'est pourquoi nous pouvons répondre en toute certitude aux nombreux amateurs qui nous demandent de les guider dans le choix ou la réalisation d'un poste dont le but est bien déterminé.

Le temps, l'expérience raisonnée font vite justice de certains montages que leurs auteurs ont, de bonne foi, préconisés comme supérieurs, mais qui souvent n'ont réussi certaines performances que par suite d'un concours de circonstances particulières.

Nous n'en voulons pour preuve qu'un exemple personnel. Certain dispositif nous ayant un soir donné des résultats réellement exceptionnels sur cadre restreint, nous étions prêt, pour nos amis les amateurs, à le décrire en ses moindres détails, lorsqu'il nous vint à l'idée que des lignes voisines, un autre récepteur proche, par suite de phénomènes de résonance, pouvaient peut-être influencer trop favorablement les résultats pour nous permettre de généraliser un heureux incident. L'étude critique de l'ensemble nous a permis, en effet, de constater que nous étions en présence d'un phénomène d'exception.

De tels faits sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense en général et nous ne saurions trop mettre les amateurs en garde vis-à-vis d'eux.

Leur répétition nous a incité à revenir aux méthodes les plus simples, mais aussi les plus sûres, qui nous permettent de répondre de résultats pouvant être obtenus par tous.

Ce sont les dispositifs nés de l'application de ces méthodes que nous voulons exposer.

MON POSTE DE T.S.F.

CHAPITRE I

COLLECTEURS D'ONDES. CONTREPOIDS. SOURCES ÉLECTRIQUES

Collecteurs d'ondes, contrepoids, sources électriques sont les indispensables dispositifs de tous les postes.

Si l'on veut faire quelques études sérieuses, il est nécessaire d'établir tout d'abord des collecteurs variés et soignés.

Nous avons établi quatre collecteurs différents comme nature et comme utilisation.

Tout d'abord une antenne unifilaire type, à laquelle, quoique pouvant disposer de plus d'étendue, nous avons donné une longueur de trente mètres fort exactement, ce qui permet d'étudier des récepteurs divers en fonction d'une sorte d'unité d'antenne. Destinée à servir aussi bien à l'émission qu'à la réception, son isolement particulièrement soigné a été assuré par une chaîne de maillons Védovelli à chaque extrémité. Primitivement constituée par un seul brin de fil de bronze de 20/10^{mm}, elle a été récemment remontée en câble Réda à brins multiples d'argent avec âme d'acier. Cette substitution a amené un gain très net, tant à l'émission qu'à la réception.

Le brin, presque horizontal, est situé à une hauteur d'environ 12 mètres, en direction Nord-Sud, la descente, prise côté Sud, étant assez fortement infléchie, afin d'être le plus possible éloignée des masses métalliques voisines; elle est maintenue éloignée des murs et gouttières par une chaîne de maillons.

Le fil est unique, sans aucune soudure de l'extrémité libre jusqu'à l'entrée de poste.

Ceci est particulièrement à recommander lors de l'utilisation d'un aérien à brins multiples câblés.

La seule difficulté d'emploi de ces câbles est d'assurer un contact électrique parfait de tous les brins à la borne d'entrée des récepteurs ou émetteurs. Voici le procédé que nous avons utilisé pour assurer cette liaison. Les fils multiples ont été détressés soigneusement, flambés à la lampe à alcool afin de brûler leur couche isolante, décapés ensuite au papier de verre fin, puis dans l'acide nitrique étendu d'eau, enfin étamés et soudés en bloc dans un bain d'étain.

L'entrée de poste est effectuée au centre d'un carreau d'ébénite de 30^{cm} de côté. Ces antennes à fils multiples tressés ont un inconvénient auquel il faut remédier : même en prenant la précaution soit de les courber vers le sol avant l'entrée de poste, soit de les garnir d'un disque d'arrêt, l'eau de pluie pénètre quand même jusqu'au poste par effet de capillarité. Nous avons dû, pour éviter cette pénétration fâcheuse, détordre légèrement les brins au niveau de l'entrée de poste, à l'extérieur, et noyer le câble dans la paraffine chaude, qui, pénétrant dans les interstices des brins, empêche l'effet de capillarité.

Pour réaliser des essais dans les conditions les plus déficientes où peuvent se trouver les amateurs au point de vue de l'aérien, nous avons installé une seconde antenne courte et basse à brins multiples, située sous l'antenne unifilaire, mais dont la direction fait avec celle de la première un angle de 90° afin d'éliminer les effets d'induction autant que possible. Cette seconde antenne, de 10 mètres de longueur seulement, située à 6 mètres de hauteur, est en forme de nappe à 9 fils écartés seulement de 10^{cm}. Sa disposition permet de l'utiliser soit comme antenne de réception, soit comme contrepoids.

Deux cadres sont normalement utilisés comme collecteurs. L'un, de 2^m sur 2^m,50, comportant un enroulement pris-

matique à prises multiples et un enroulement spiral de cinq spires, est spécialement destiné aux recherches de goniométrie. L'autre, de 1^m sur 1^m, à 20 spires planes, sert à l'étude de récepteurs puissants sur aérien réduit, tels les dispositifs de superrégénération; il sert également de cadre de contrôle pour l'émission.

En outre de ces aériens réguliers, il nous arrive d'utiliser pour certains essais soit la ligne téléphonique, soit le secteur sur fil neutre de préférence.

Remarquons que, lorsqu'un aérien est utilisé, les autres sont laissés libres, non réunis à la terre à leur descente, afin d'éliminer les inductions donnant des résultats erronés.

Un contrepoids a été établi spécialement pour l'émission. Il est toutefois bien trop restreint, par suite du manque de place, et consiste en une nappe de huit fils de bronze nus, en double éventail, fixés à des isolateurs à trois mètres du sol. Les plus longs de ces fils ayant huit mètres, on voit que cette nappe est théoriquement insuffisante; aussi est-elle le plus souvent complétée par l'antenne en nappe de 10 mètres.

La terre, excellente, est constituée par 2^m² de métal plongeant dans un puisard à 4 mètres du poste de réception, lequel est situé au rez-de-chaussée.

Les sources électriques ont été longtemps le gros point noir de notre installation, par suite du manque de secteur, qui n'existe que depuis quelques mois.

Il nous avait fallu installer un groupe électrogène avec moteur à gaz de 2 CV et dynamo continu de 1 kW pour la charge des accus de chauffage. Ceux-ci, constitués primitivement par une batterie d'éléments Planté fort encombrante, ont été remplacés par des batteries de démarrage de 6^v, 90 AH, Tudor. Pour la tension plaque, nous avons essayé de multiples générateurs, petits accumulateurs, piles type Leclanché, piles au sulfate de cuivre, éléments de piles sèches ordinaires. Tous ces dispositifs nous ont donné des résultats convenables, mais présentaient pour la réalisation d'essais variés deux inconvé-

nients : difficulté de prise élément par élément, et débit parfois insuffisant (lampes nombreuses ou essais d'émission sur ces sources); aussi avons-nous installé depuis un an une batterie de 120 éléments de piles Fery de capacité assez élevée contenus en cinq caisses mobiles, qui nous donnent entière satisfaction, la tension étant variable volt par volt, l'entretien étant pratiquement nul, puisqu'en un an, malgré des débits souvent élevés, il a suffi d'ajouter de l'eau une seule fois dans les éléments. Une seule précaution à prendre, lors de l'utilisation de ces batteries assez volumineuses, est de les éloigner autant que possible du sol afin d'éviter, pour certains montages, des capacités nuisibles.

Nous avons également installé, comme sources de haute tension spéciales pour l'émission, une génératrice Mackie de 600^v, une génératrice Electrolabor de 1500^v, enfin un alternateur Telefunken de 270 volts-ampères à 600 périodes.

L'intérêt de ces dispositifs est fort diminué depuis l'installation du secteur, sur lequel nous avons monté un redresseur pour charge d'accus que nous décrirons plus loin, ainsi qu'un excellent transformateur de 450 volts-ampères, à prises multiples, 500^v, 1000^v, 1500^v et 2000^v, qu'a bien voulu nous établir M. Lefébure, l'éminent ingénieur de la marque Ferrix.

Nous dirons même que ce transformateur, étudié et établi pour 50 périodes, a fonctionné quelque temps avec succès sur 600 périodes sans échauffement excessif.

Les essais d'émission en graphie se font directement sur transformateur; ceux en phonie, soit sur une des génératrices de courant continu, soit sur transformateur et redressement par valves électroniques.

Nous verrons le détail de ces dispositifs au chapitre émission.

CHAPITRE II

LES APPAREILS DE RÉCEPTION ET LEURS ACCESSOIRES

On peut diviser les appareils récepteurs en deux genres très distincts : les types classiques et ce que nous appellerons les montages complexes. Les premiers, perfectionnés peu à peu, ayant atteint le maximum de rendement, s'adaptant avec quelques précautions à toutes les réceptions, auxquelles elles assurent une grande sécurité, ces types, bien connus, bien étudiés, très simples en général, sont ceux que nous préconiserons à tous les amateurs récents ou anciens déjà au titre d'appareils étalons, auxquels on revient toujours après essai de montages nouveaux plus complexes et moins sûrs, parce que le plus souvent adaptés à des réceptions particulières. Les types classiques s'adaptent à tous les aériens, à tous les lieux et permettent, avec des résultats certains, l'étude des phénomènes de réception dans tous leurs détails ; ils sont ce que l'on peut appeler l'alphabet et la grammaire de l'amateur.

Que celui-ci, un jour quelconque, les délaisse pour essayer d'autres conceptions, ceci ne fait point de doute ; mais il y reviendra toujours, et nous sommes bien certains que plus d'un amateur nous dirait volontiers : « J'ai essayé tel ou tel montage, mais je suis revenu à la bonne détectrice à réaction. »

Celle-ci est en effet la base des types classiques que, galène mise à part, nous ramènerons à trois : détectrice autodyne, basse fréquence à transformateurs, montage à résonance. A ces

trois types, nous ajouterons cependant un montage plus récent, spécial aux ondes très courtes, le récepteur symétrique.

Le second genre de récepteurs, auquel nous réserverons la désignation de « montages complexes », a pour caractères de demander beaucoup de doigté, de ne pas s'adapter à tous les cas, d'être de réglages beaucoup plus délicats et d'étude critique très difficile. Excellents parfois, bien souvent ces montages déconcertent l'amateur par des irrégularités qu'il s'explique mal et dont il est le plus souvent bien difficile de définir l'origine.

Utilisant couramment trois de ces types particuliers, nous les décrirons à la suite des précédents ; ce sont : les montages réflexes, à lampe à deux grilles, à superrégénération, montages d'étude et d'essais que nous ne recommandons qu'aux amateurs très avertis déjà, familiarisés par une longue pratique avec les montages classiques.

MONTAGES CLASSIQUES

LA GALÈNE.

Les montages à galène peuvent non seulement être utilisés seuls, dans de bonnes conditions d'aérien en particulier, mais aussi faire partie de nombreux montages à lampes, dont ils constituent l'organe détecteur ; c'est à ce titre que nous devons les rappeler sous leurs diverses formes.

Ce qui procure le maximum de rendement lors de l'emploi des détecteurs à cristaux est peut-être moins l'ensemble du dispositif par lui-même que le souci et la perfection des détails. Nous avons l'habitude, que nous préconiserons volontiers, de réaliser de préférence ces montages sur table, ce qui permet de les modifier facilement et de choisir celui qui, pour un aérien donné, permet le meilleur rendement.

Les selfs d'accord utilisées sont presque toujours des bobines cylindriques à curseurs, de 9^{cm} de diamètre, sectionnées en deux

ou trois parties afin d'éviter l'influence néfaste des bouts morts.

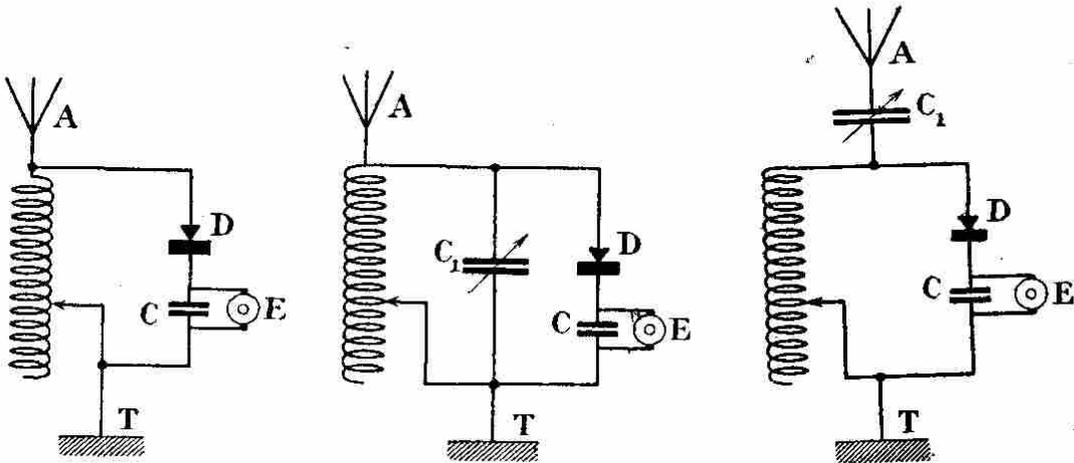


Fig. 1. — Montage simple, de prix de revient minime, mais de faible sélectivité.

Fig. 2. — Montage plus sélectif, pour ondes longues.

Fig. 3. — Même montage que fig. 2, mais pour ondes courtes.

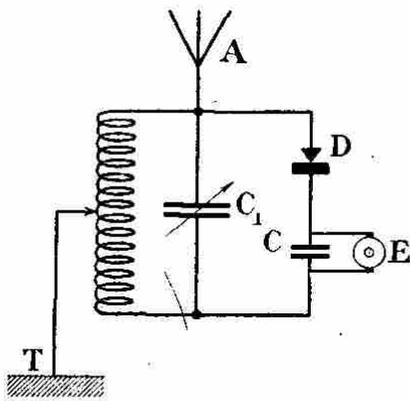


Fig. 4.

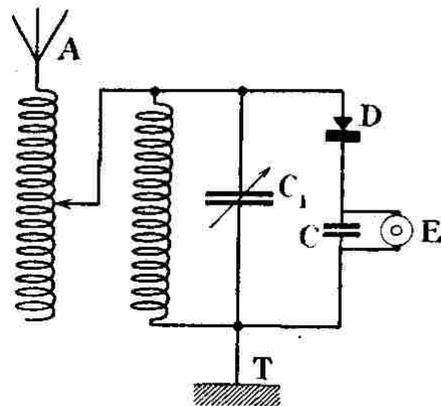


Fig. 5.

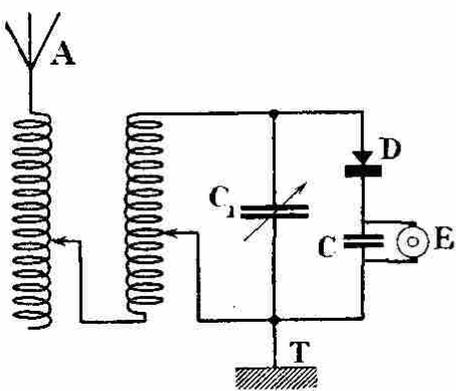


Fig. 6. — Les montages des figures 4, 5 et 6 augmentent fortement la sélectivité.

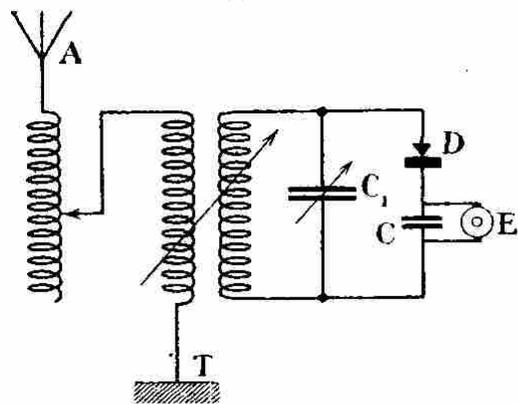


Fig. 7. — Montage en Tesla, très sélectif, à utiliser de préférence près de postes gênants.

Les figures de 1 à 9 montrent les montages variés fréquemment essayés.

Il nous arrive également, pour éviter l'emploi de curseurs.

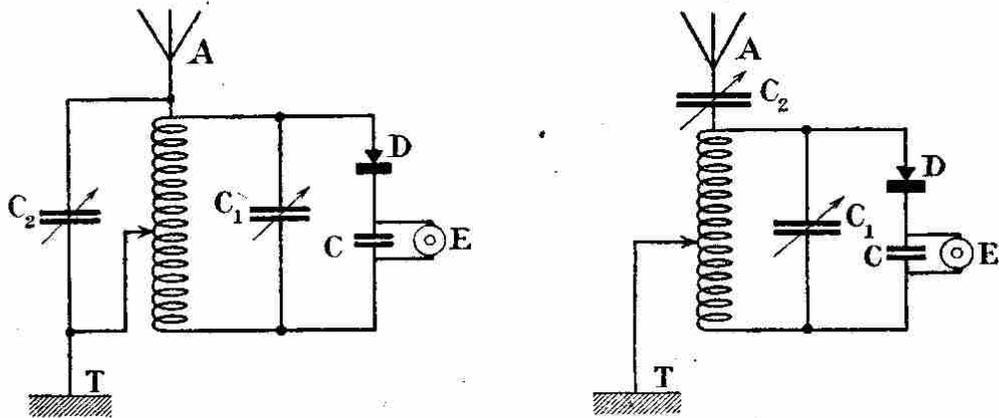


Fig. 8 et 9. — Montages à deux condensateurs variables, donnant le maximum de sélectivité: 8 pour ondes longues; 9, pour ondes courtes.

Dans tous ces montages, C est d'environ 2 millièmes, C₁ de 1 millième, C₂ de 1/2 millième.

dont les contacts sont moins sûrs qu'avec des plots, d'utiliser un

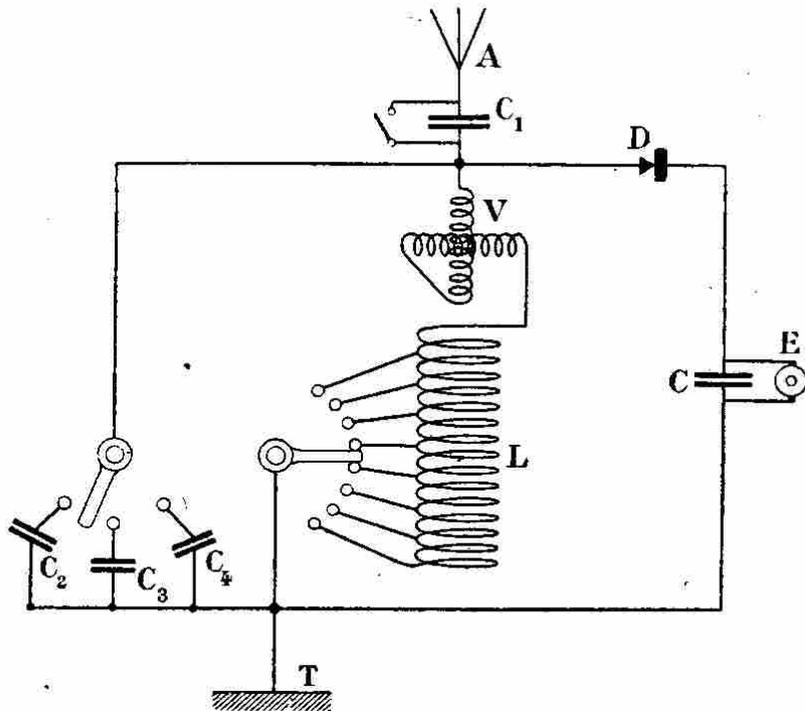


Fig. 10. — Montage récepteur à variocoupleur VL et capacités fixes:.

C₁ = 0,25/1 000 (pour ondes courtes),

C₂ = 0,25/1 000,

C₃ = 0,5/1 000,

C₄ = 1/1 000.

montage à variocoupleur et capacités fixes, qui permet l'exploitation d'une grande zone de longueurs d'ondes, tout en donnant

au réglage une grande précision. Les figures 10 et 11 représentent ce montage très sûr.

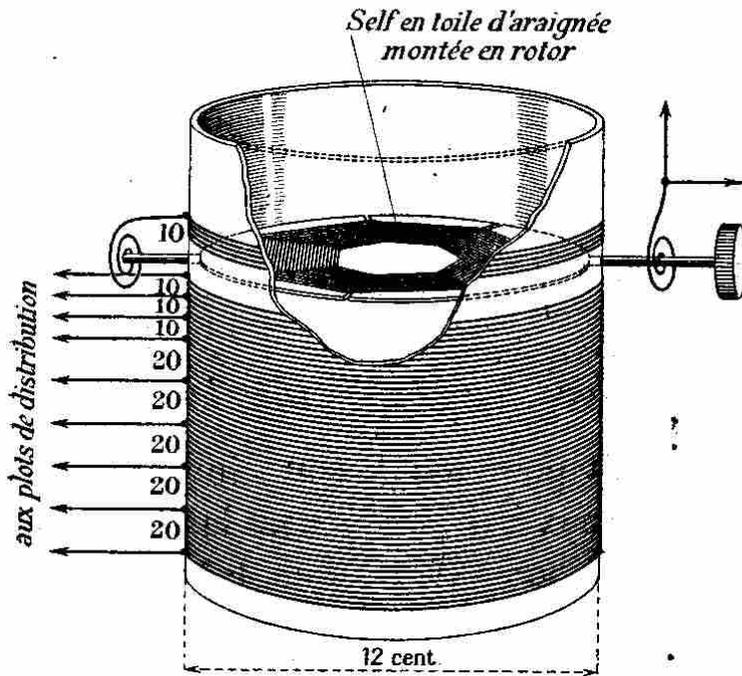


Fig. 11. — Détails du variocoupleur.

Les chiffres à gauche indiquent le nombre des spires.

Il est également bon de savoir, quoique nombre d'auteurs l'aient passé sous silence, que certains échantillons de galène, en particulier ceux d'origine naturelle, ont un rendement meilleur lorsqu'on leur applique une très faible force électromotrice à l'aide d'un potentiomètre.

De plus, cette addition, qui n'est pas toujours nécessaire avec la galène, est au contraire indispensable avec d'autres détecteurs à cristaux de très bon rendement, tels le carborundum, la zincite-bornite, etc.

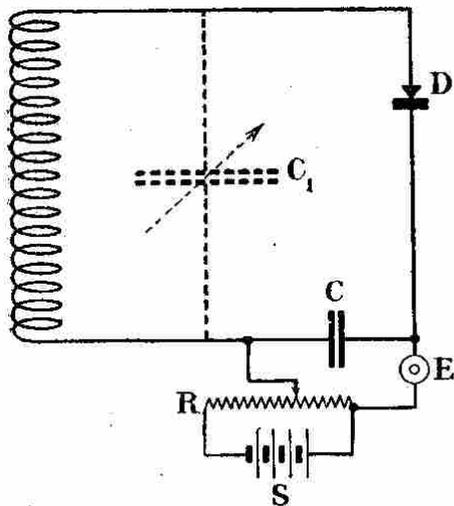


Fig. 12. — Adjonction d'un potentiomètre à certains détecteurs à cristaux.

S, pile de 2 à 3 éléments. (Le sens du courant est variable suivant la nature des cristaux.)

R, résistance de 300 ohms (10 mètres de fil ferro-chrome de 2/10).

Il suffira dans ce cas de compléter les dispositifs généraux par un potentiomètre, comme le montre la figure 12.

Trois points de détail sont extrêmement importants lors de l'emploi des cristaux, et nous appelons sur eux l'attention des amateurs :

1° Propreté absolue de la galène. Celle-ci s'oxyde peu à peu et devient moins sensible. Un bon moyen de la nettoyer est de

et devient moins sensible. Un bon moyen de la nettoyer est de

l'agiter dans un flacon avec du sable grossier très propre et récemment desséché au four ;

2° Acuité et propreté constante de la pointe exploratrice ;

3° Souplesse du ressort du chercheur et orientation possible dans toutes les directions.

L'observation stricte de ces principes assurera de bonnes réceptions dans tous les cas.

Amplification des réceptions sur galène, sans lampes.

Ce problème, qui se posait pour tous avant l'invention des lampes, est toujours l'un de ceux qui passionnent le plus grand nombre d'amateurs. Tout d'abord parce que le montage à galène est le plus simple, le moins dispendieux, et n'exige aucune source électrique difficile à se procurer et à entretenir, puis parce que la galène reste bonne pour toutes les longueurs d'ondes et que la pureté des auditions qu'elle donne est réellement excellente.

Mais, sauf au voisinage d'une station émettrice, les auditions sont faibles ; aussi les dispositifs d'amplification après détection n'utilisant pas de lampes sont-ils bien accueillis des amateurs.

Nous en avons depuis douze ans essayé de nombreux ; les uns, spéciaux à la télégraphie, étaient excellents ; mais le problème de l'amplification de la phonie est entièrement différent.

Dans la télégraphie, en effet, qui est un système de combinaison de signaux par « tout ou rien », les sons reçus ont une hauteur déterminée et invariable pendant toute l'émission ; de plus, par l'utilisation de certains procédés de réception (hétérodynage), on est maître de la hauteur du son reçu (nombre de vibrations par seconde) ; il est donc possible de réaliser une *résonance à basse fréquence* entre le son reçu et les vibrations mécaniques des lames des relais d'inscription ou d'amplification. En téléphonie, tout au contraire, il est nécessaire d'amplifier suivant un même coefficient des sons de hauteurs très différentes, ainsi que leurs harmoniques (rappelons que les harmo-

niques déterminent le *timbre* du son); on ne peut donc user du phénomène de résonance; il est même nécessaire de l'éviter, et pour cela d'utiliser dans les relais amplificateurs des lames vibrantes ayant une période propre *très éloignée* des périodes des vibrations à amplifier.

De plus, les amplitudes des vibrations en phonie sont fort inférieures, à égalité de puissance à l'émission, à celles des émissions télégraphiques du même émetteur; il faut donc qu'un relai téléphonique ait à la fois une très faible inertie et une période propre d'ordre non audible, jointes à une sensibilité considérable.

Les lampes résolvent admirablement le problème. Hors d'elles, actuellement, un seul amplificateur paraît possible, celui à relai microphonique.

Il semble facile à réaliser en principe, puisqu'il suffit d'accoupler un microphone sensible avec le téléphone récepteur, puis d'intercaler un second récepteur dans le circuit microphonique. En pratique on se heurte à de nombreuses difficultés.

Cependant le problème a été récemment résolu d'excellente façon par le dispositif de Brown appelé Crystavox. Cet appareil, que nous avons décrit dans plusieurs revues, nous sert couramment pour l'écoute en bon haut-parleur sur seule galène. Comme son prix est assez élevé et sa construction extrêmement délicate, nous avons cherché un dispositif simple, facile à réaliser par tous, qui puisse, sans atteindre la puissance du Crystavox, donner une bonne amplification comparable à celle d'une lampe en basse fréquence.

En principe, nous utilisons un relai microphonique à contact unique et lame vibrante apériodique flottant sur une pellicule de mercure.

La figure 13 montre ce dispositif en coupe. Il est aussi simple à réaliser qu'un détecteur à galène.

Pour le réaliser, après avoir entouré le boîtier d'un bon récepteur (non réglable) d'une feuille de papier fort dépassant

ce boîtier d'environ 2^{cm}, on coule dans la boîte ainsi formée de la paraffine fondue.

Après solidification, on pratique dans la paraffine une cavité rectangulaire de 1^{cm},5 sur 3^{cm} environ, dont le fond affleure les pôles des électro-aimants.

Dans la cuvette ainsi formée on verse quelques gouttes de mercure très propre, de manière à bien recouvrir les pôles. Sur la surface du bain de mercure on dépose une lame de fer

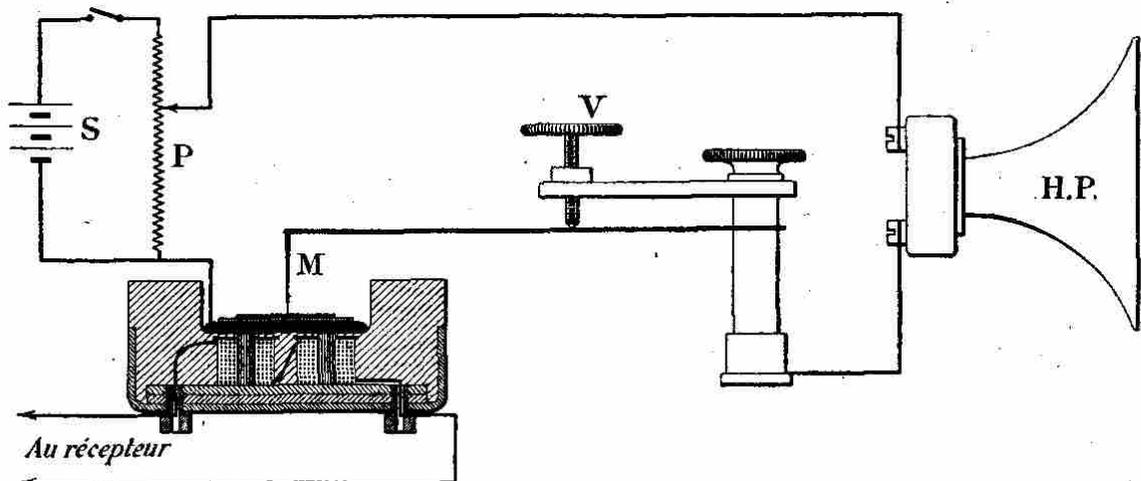


Fig. 13.

doux mince (découpée dans une membrane de téléphone), décapée au papier de verre, et à la partie supérieure de laquelle on colle, avec deux gouttes de secotine ou de gutta-percha fondue, un petit rectangle de membrane microphonique en carbone (de préférence polie). Pour assurer le contact électrique entre cette lame et la lame métallique on a soin d'intercaler un fragment de papier d'étain à la partie centrale, entre les deux lames.

Le second contact est formé par une mine de crayon taillée en pointe, M, fixée à l'extrémité d'une lame de ressort à réglage de flexion variable par la vis micrométrique V. Les connexions du haut-parleur H.P. vont, d'une part, au support métallique de la lame de ressort, d'autre part au bain de mercure en passant par un potentiomètre P de 200 ohms, en

parallèle sur une source électrique (piles Leclanché ou piles sèches, de 3 volts).

Il est, bien entendu, nécessaire de monter ce dispositif sur une suspension élastique évitant la transmission des chocs extérieurs. Le réglage s'effectue en deux temps, d'abord par réglage (effectué une fois pour toutes) de la hauteur du bain de mercure, qui se fait en ajoutant ou enlevant du mercure

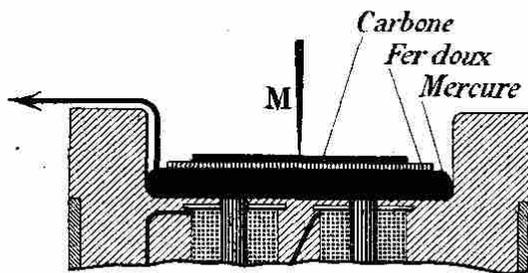


Fig. 14.

goutte à goutte à l'aide d'un compte-gouttes à tige effilée, jusqu'à ce que les plaques flottent sans être attirées par l'électro-aimant, et ce avec le minimum de mercure.

Le second réglage est celui de la pression de la pointe de graphite sur la lame de carbone, puis on assure la pureté par le potentiomètre. Celui-ci étant bien réglé, on ne doit entendre ni crachements ni « bruit de fond » en l'absence de toute réception.

La figure 13 montre le dispositif d'ensemble et la figure 14 les détails de montage.

LES RÉCEPTEURS A LAMPES DE TYPES CLASSIQUES.

Montage pour toutes les longueurs d'ondes de 30 à 25 000 mètres.

Un montage complexe, quel qu'il soit, ne saurait convenir sans modifications de détail à la réception de toutes les longueurs d'ondes utilisées ; autrement dit, un montage invariable ne saurait être omnibus, et c'est souvent un tort de la part des amateurs d'exiger d'un constructeur un récepteur unique de 30 mètres à 25 000 mètres.

Il existe en effet, dans l'état actuel de nos connaissances en électrotechnique, une limite de longueurs d'ondes au-dessous de laquelle les montages courants deviennent inefficaces.

Il est assez difficile d'assigner une valeur précise à cette limite mais elle semble comprise entre 100 et 150 mètres pour des montages courants *très soignés* et bien maniés ; pour des montages serrés (dispositifs en boîte restreinte), en particulier pour ceux à résistance, cette limite est voisine de 300 mètres ; encore faut-il pour atteindre cette limite une construction très correcte et l'observation rigoureuse de certains principes.

Les causes principales de ces limites sont dues, d'une part, à la très grande difficulté d'amplifier en haute fréquence les ondes à fréquence très élevée, d'autre part à l'extrême facilité de « fuite » de ces ondes, qui, dédaignant les conducteurs selfiques même les mieux établis, choisissent de préférence le chemin des capacités soit entre spires, soit entre connexions, ne laissant parvenir au système détecteur qu'une énergie insuffisante.

Il est donc de toute nécessité, si l'on veut n'utiliser qu'un dispositif unique pour explorer *toutes* les ondes actuellement employées, de supprimer tout intermédiaire (amplification haute fréquence) entre le système d'accord et le détecteur, quitte à ajouter après détection un ou deux étages de basse fréquence à transformateurs, ou, mieux, trois ou quatre étages à résistance à basse fréquence également.

Un autre point à considérer est que le système d'accord doit être beaucoup plus précis, plus délicat dans ses réglages pour les ondes très courtes que pour les ondes moyennes ou longues.

Ces réflexions nous ont amené à constituer un poste récepteur dont une lampe détectrice autodyne bien étudiée forme l'organe principal, invariable dans sa structure, cette lampe étant précédée de deux systèmes d'accord différents qui se « recoupent » à la zone limite, l'ensemble pouvant être suivi d'un amplificateur basse fréquence à nombre d'étages variable.

C'est cet excellent dispositif, que nous utilisons couramment, qui nous permet aussi bien la réception des ondes de 35 mètres, des Américains sous 100 mètres, des amateurs et des grands postes, ces derniers en bon haut-parleur, que nous allons décrire en détail.

Afin de pouvoir travailler utilement, tant sur les ondes courtes que sur les longues, avec n'importe quelle antenne, nous avons

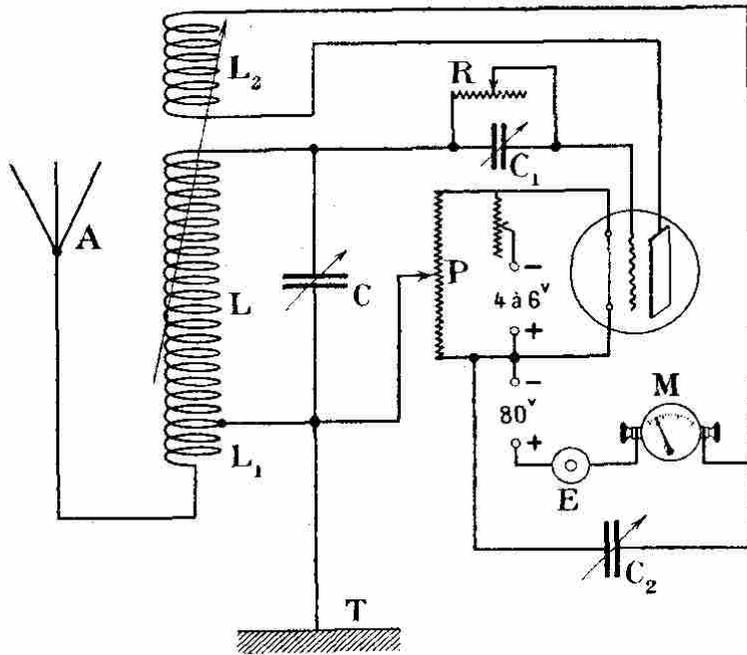


Fig. 15.

adopté un montage où le circuit antenne-terre est apériodique, ou plus exactement ne contient aucun dispositif d'accord.

La figure 15 montre le schéma général du récepteur joint au système d'accord pour ondes courtes ; la figure 16 n'est autre que le schéma

d'accord pour ondes longues qui se substitue au premier dans les montages pratiques.

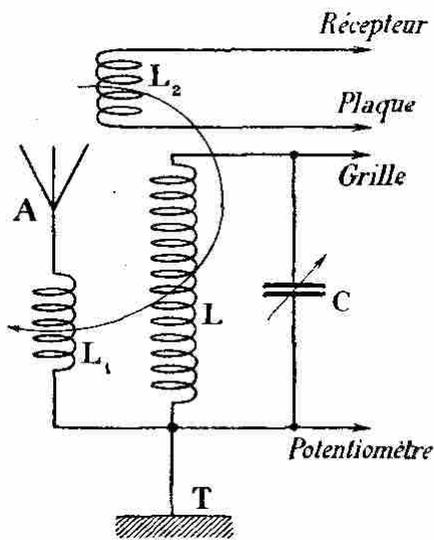


Fig. 16.

Si nous examinons avec soin la figure 15 en laissant de côté le système d'accord, nous retrouvons dans ses grandes lignes le montage ordinaire d'une lampe détectrice à rétroaction ; toutefois d'importants dispositifs de détail en modifient l'allure ordinaire.

Tout d'abord condensateur et résistance de détection sont variables, puis le retour du circuit de grille est effectué sur un potentiomètre et non

à l'un des pôles de la source de chauffage ; de plus, un condensateur variable shunte le circuit comprenant : la batterie de plaque, l'écouteur et un milliampèremètre de mesure.

Ceci, nous dira-t-on, ne fait pas moins de quatre réglages

(cinq avec celui du chauffage, qui est fort important), sans compter les deux réglages d'accord et de réaction, et tous ces réglages doivent compliquer étrangement les choses.

La complication n'est, en réalité, qu'apparente, ces réglages supplémentaires étant là, non pour assurer un fonctionnement *ordinaire* de l'appareil, mais bien pour permettre d'en tirer le maximum.

Comme ces additions pourraient paraître de faible intérêt, nous allons en donner les raisons, d'une part pour montrer leur utilité, d'autre part pour permettre aux amateurs de conduire rationnellement les opérations de réglage.

Capacité de détection (C_1). — Elle a pour but de laisser passer les oscillations haute fréquence qu'arrête la résistance de détection R . Sa valeur peut osciller entre des limites relativement assez considérables, mais il est nécessaire qu'elle soit d'autant plus faible que la longueur d'onde à recevoir est plus courte.

Résistance de détection (R). — Le rôle et la valeur de cette résistance, appelée souvent résistance de fuite, sont extrêmement importants.

Son rôle, bien connu de nos lecteurs, est d'assurer l'écoulement des charges de grille et d'amener cette dernière au potentiel correspondant au meilleur point de fonctionnement.

Ce qu'il importe d'étudier, c'est le rôle de la valeur de cette résistance.

Lorsqu'une lampe fonctionne en détectrice sans que son circuit de plaque couplé magnétiquement avec son circuit de grille provoque le phénomène de rétroaction, qui a surtout pour but de diminuer la résistance des circuits, la valeur de R peut varier dans de très grandes proportions sans modifier de façon très apparente l'intensité de la réception.

Un exemple illustrera ce fait : en utilisant une détectrice sans réaction et faisant varier la résistance de grille de 1 à

8 mégohms, la variation d'intensité de réception mesurée à l'audimètre n'a été que de 5 pour 100, quantité à peu près inappréciable en réception normale.

Avec la bobine de réaction, les phénomènes changent complètement de face.

Lorsque la résistance est *trop faible*, on observe un accrochage et un décrochage très brutaux. Ces phénomènes se produisent pour des valeurs de couplage de réaction non constantes et dans des zones variables et assez étendues, qui rendent presque impossible la recherche du maximum. Si même par hasard celui-ci se rencontre, il est tellement peu stable qu'une variation quelconque dans l'un des circuits du récepteur le détruisent; de plus, lorsque l'accrochage se produit, brutalement, l'antenne devient le siège d'oscillations violentes, cause de troubles importants dans le voisinage.

Lorsque la résistance est trop forte, le renforcement des signaux qui se produit avant l'accrochage est haché par des oscillations de basse fréquence donnant l'impression de superrégénération; mais ici la parole prend un timbre métallique particulier et se déforme parfois jusqu'à l'incompréhension.

Un maximum peut être atteint cependant et présenter un caractère de stabilité; mais il est moins puissant qu'avec une résistance correcte, et la pureté de la réception est toujours affectée.

C'est donc encore là une mauvaise condition de fonctionnement.

On notera également que pour une résistance extrêmement élevée il se produit des battements audibles au récepteur (panne de coupure de résistance de grille).

C'est donc entre ces valeurs qu'il faut chercher celle qui convient. Un bon réglage sera reconnu à deux caractères :

- 1° les ondes amorties et la phonie ne sont pas déformées ;
- 2° accrochage et décrochage doux et progressifs.

Seul, le réglage précis de cette résistance permet dans tous

les cas un accrochage correct et l'obtention facile d'un maximum de puissance qui demeure stable.

Il est à noter que la valeur correcte de cette résistance varie avec les caractéristiques de la valve utilisée, avec la tension-plaque et avec le chauffage.

Ajoutons une remarque qui répondra à une question qui nous est souvent posée : Où placer la résistance de grille, en shunt sur le condensateur de détection, ou entre la grille et l'un des pôles de la source de chauffage ?

Voici la réponse précise, dont nous ne pouvons dans ce court exposé donner les raisons, qui se déduisent de l'étude théorique et expérimentale des circuits.

Lorsqu'on utilise une détectrice seule ou *suivie* de basses fré-

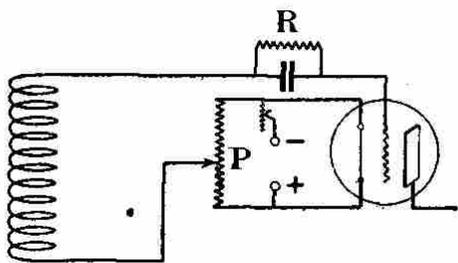


Fig. 17. — Position correcte d'une résistance de grille dans une détectrice non précédée de lampe H. F.

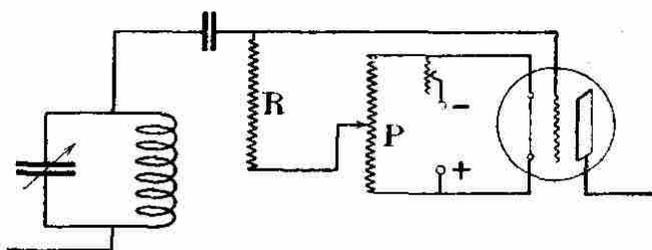


Fig. 18. — Position correcte d'une résistance de grille dans une détectrice précédée d'un ou de plusieurs étages H. F.

quences, mais non précédée de hautes, la résistance de grille peut shunter la capacité (*fig. 17*).

Lorsqu'une lampe détectrice est précédée de hautes fréquences, en particulier à résonance, la résistance de grille *doit* être reliée au filament, de préférence, dans tous les cas, par un potentiomètre (*fig. 18*).

Potentiomètre (P). — Le fonctionnement parfait de la grille exige que celle-ci soit à un potentiel bien déterminé, qui n'est exactement ni celui du négatif de chauffage, ni celui du pôle commun. En réalité, le point précis est situé entre les deux ; c'est le rôle du potentiomètre d'amener ce potentiel à sa valeur critique.

Milliampèremètre (M). — Cet appareil de mesure est peu utile pour les ondes longues, mais devient à peu près indispensable pour les ondes courtes. Il devient en particulier un précieux instrument indicateur de mesures pour l'ondemétrage des ondes courtes de façon précise.

Dans tous les cas il permet :

de vérifier le bon fonctionnement de la tension plaque ;

de vérifier l'accrochage et ses modifications d'une façon précise, et par cela même de se tenir rigoureusement à sa limite et de la retrouver facilement.

Enfin, lors de réceptions assez puissantes, il permet, par l'examen de ses oscillations, d'apprécier leurs variations d'intensité. Son usage permet également le choix de réactions convenables plus sûrement et plus rapidement que la seule écoute au casque.

Ceci nous amène à exposer comment se comporte un milli situé dans le circuit de plaque.

Tout d'abord disons qu'il faut choisir un milli à cadre, de zéro à dix milliampères au plus, à échelle de dimensions suffisantes pour permettre d'apprécier le dixième de milliampère.

Le récepteur n'étant pas accroché, le milli indique le courant de plaque, courant qui, pour une lampe normale (ordinaire ou à faible consommation), pour une tension plaque voisine de 80 volts et un chauffage correct, est voisin de deux millis et demi. Une baisse progressive de cette intensité montre l'affaiblissement soit de la tension plaque, soit du chauffage.

Le milli étant en circuit et la lampe allumée, si l'on « accroche » la réaction, l'intensité indiquée par l'appareil diminue, lentement si l'accrochage est progressif, brusquement s'il est trop brutal.

L'examen du point de chute de l'aiguille du milli permet de régler la valeur de la réaction et de retrouver à volonté une valeur bien déterminée; il permet enfin de se tenir avec précision à la limite de l'accrochage.

Le milli est en un mot le contrôleur précis des phénomènes

dont le récepteur est le siège. Nous ne saurions trop en recommander l'usage à nos lecteurs.

Capacité shunt de batterie, d'écouteur et de milli (C_2). — Cette capacité peut être fixe ou variable. Fixe, elle n'a qu'un but : servir de chemin d'écoulement aux oscillations de haute

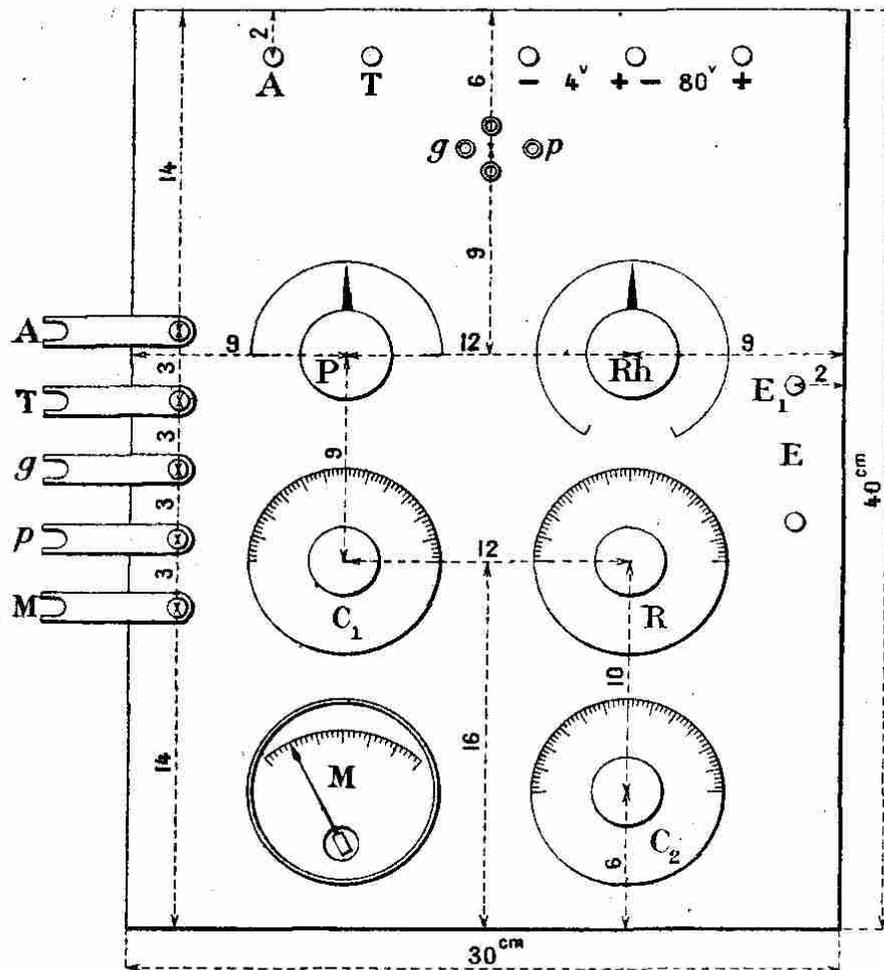


Fig. 19. — Montage de la détectrice vue sur plateau.

fréquence du circuit plaque qu'arrêteraient l'impédance du téléphone et du milli (cette dernière très faible en réalité) et la résistance de la batterie de plaque.

Variable, elle permet de modifier le couplage électrostatique entre grille et plaque et par cela même, suivant sa valeur, de favoriser ou empêcher les oscillations du système : elle sert alors au contrôle de la réaction et permet de l'amener à son point critique sans agir sur le couplage des selfs.

Réalisation pratique du récepteur. — Voyons maintenant

la réalisation pratique de cet appareil.

Il est composé de trois parties distinctes : l'ensemble détecteur et ses réglages d'une part, d'autre part les deux systèmes d'accord interchangeables.

Les figures 19 et 20 montrent le montage complet et détaillé de la lampe détectrice, figures dans lesquelles les lettres correspondent avec celles du schéma de la figure 15.

La figure 19 montre le dessus du plateau avec ses cotes de perçage pour les différents organes ; la figure 20, les connexions à réaliser sous plateau.

Les bornes A (antenne), T (terre), *g* (grille), *p* (plaque), M (milli) sont munies de barrettes de cuivre dont les extrémités libres échancrées recevront à volonté l'accord pour ondes courtes ou celui pour ondes longues.

Nous avons donné figure 21 le détail du potentiomètre. Cet

appareil aura une résistance voisine de 300 ohms. On pourra

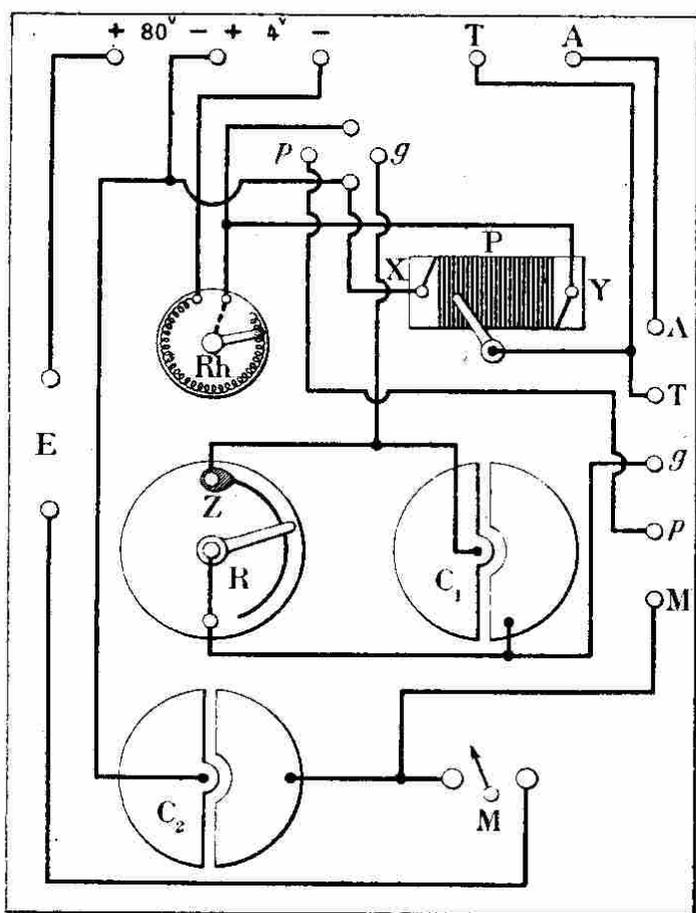


Fig. 20. — Montage des connexions vues dans leur sens réel sous le plateau.

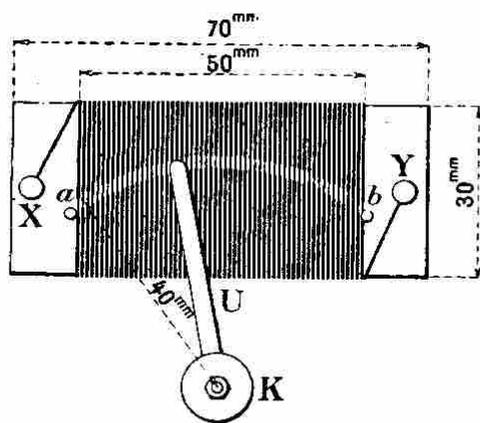


Fig. 21. — Détail du potentiomètre.

le constituer avec une plaquette de bois, de fibre ou de press-pahn de 3^{cm} sur 7, sur laquelle on fixera à la secotine une feuille mince d'amiante. Puis on bobinera sur cette amiante du fil résistant de ferro-chrome, constantan ou rhéotan, de 2/10, recouvert de soie. Ce fil ayant en moyenne 30 ohms de résistance par mètre, on en bobinera 10 mètres; le bobinage, étant effectué très serré, sera bloqué par l'amiante, substance molle. Il sera arrêté à ses extrémités sous les bornes X et Y, puis on

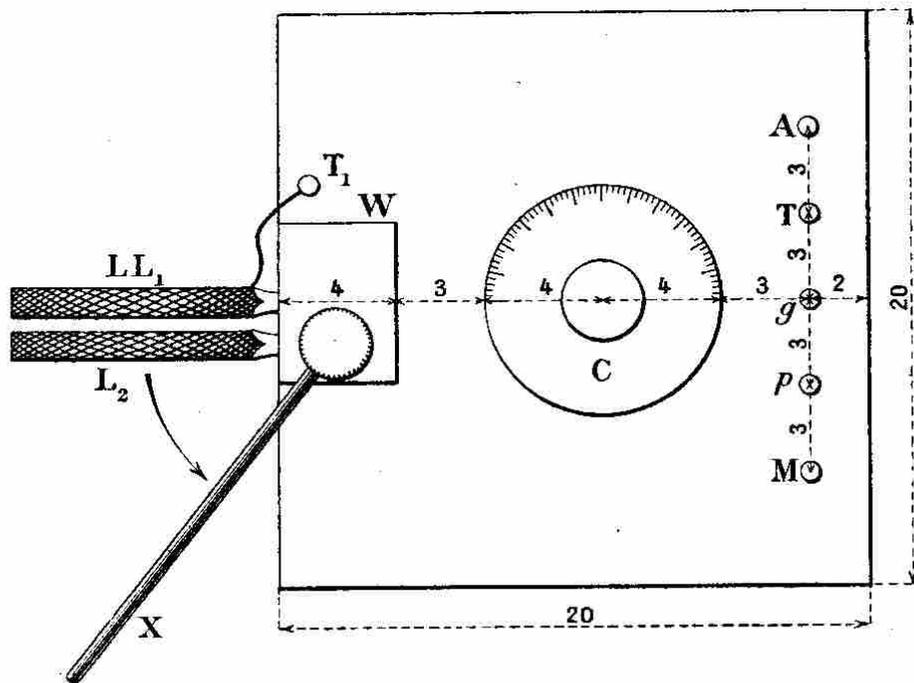


Fig. 22. — Boîte d'accord pour ondes courtes.

C est de 1/2 millième à vernier. X, manche isolant de manœuvre de la réaction L_2 . Les inductances LL_1 et L_2 sont du modèle spécial dont les figures 23 et 24 indiquent la construction.

disposera un curseur U fixé à l'extrémité d'un axe K et frottant sur une partie dénudée du fil résistant.

La résistance variable de grille R sera constituée, comme nous l'avons souvent indiqué, par un porte-mine très court fixé à l'extrémité d'un curseur de telle sorte que la mine décrive une demi-circonférence sur une plaque d'ébonite bien dressée jusqu'à l'amorce Z largement crayonnée et serrée par un écrou sur une rondelle de plomb ou d'étain.

Les connexions seront établies en fil de bronze gros, nu et rigide.

Au système détecteur ainsi constitué, on pourra joindre l'une ou l'autre des boîtes d'accord que représentent les figures 22, 23, 26 et 27.

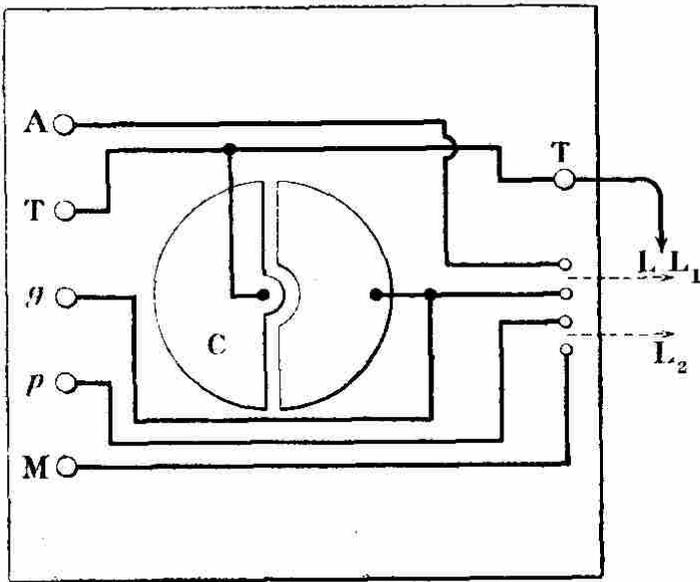


Fig. 23. — Réalisation des connexions pour le système d'accord d'ondes courtes. (Vue sous plateau.)

Les figures 22 et 23 ont trait au système de réception d'ondes courtes. Ces appareils n'ont rien de difficile à établir; seules les selfs utilisées sont spéciales et devront être construites par l'amateur.

Sur un mandrin de bois M (fig. 24), de 7^{cm} de diamètre, on

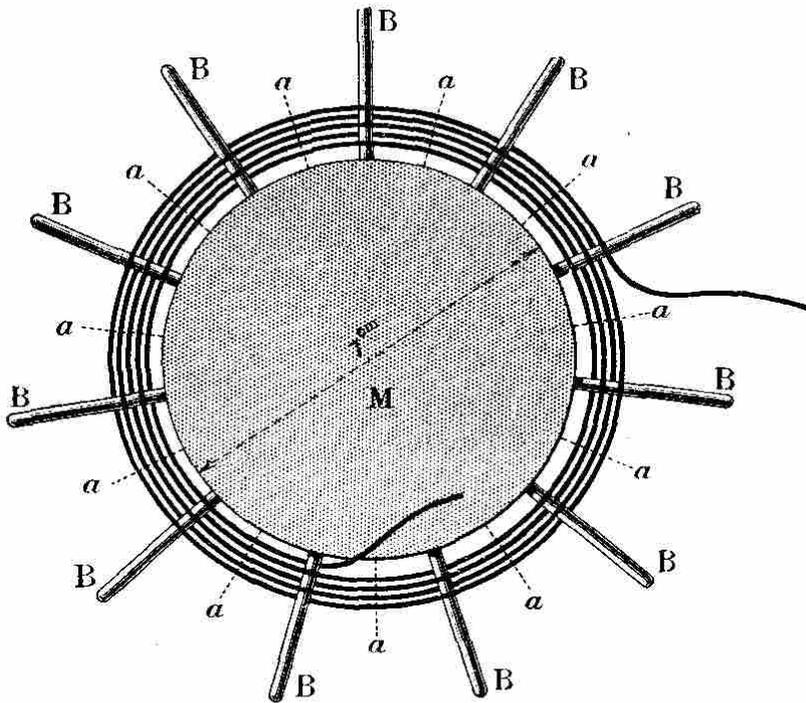


Fig. 24. — Bobinage des selfs pour ondes courtes.
B, broches amovibles; a, points de ligature.

pratiquera sur un cercle onze trous de 5^{mm} de diamètre environ, dans lesquels on enfoncera l'extrémité légèrement conique de onze broches de bois ou de métal de même diamètre.

L'ensemble constituera la « carcasse » des selfs à construire.

Celles-ci seront bobinées en fil de 8/10^{mm} à deux couches

coton, selon la méthode bien connue de bobinage à spires alternativement croisées, tels les fonds de panier ordinaires. Le bobinage terminé, les spires seront bloquées par des fils solides ou des rubans de soie enveloppant leur ensemble aux points a, a, a, \dots . Ces ligatures seront fortement serrées, puis les broches enlevées libéreront la self terminée et fort solide sans aucun vernis.

Les selfs réalisées pour ondes courtes seront de deux sortes : Celles qui réalisent l'ensemble LL_1 , qui seront bobinées de

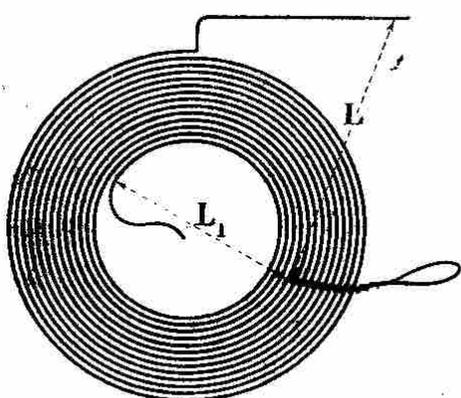


Fig. 25.

telle sorte que les premières spires (en partant du centre) constitueront la self L_1 (antenne-terre); une boucle de prise de contact sera faite à cet endroit, sans couper le fil, puis le bobinage sera continué pour constituer, à partir de la boucle, la self L (fig. 25).

L'autre bobinage, qui constitue la réaction ou L_2 , sera bobiné sans arrêt sur le même mandrin après enlevage du premier.

Voici maintenant les valeurs à donner à ces enroulements en nombres de spires :

LONGUEURS D'ONDES	BOUCLE ENTRE LES DEUX		RÉACTION
	L_1	L	L_2
de 30 à 70	1	5	10
50 à 150	2	10	15
80 à 200	3	15	20
95 à 250	3	20	25
110 à 300	4	25	30
150 à 400	4	35	40

L'ensemble des selfs LL_1 fixe est monté à deux broches dans

le support W, la troisième connexion (moyenne, boucle de

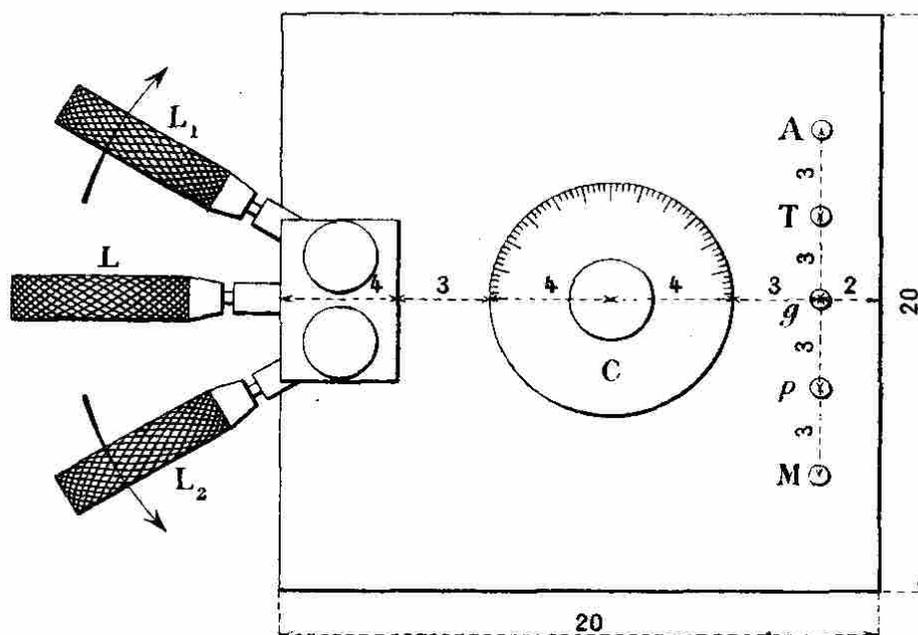


Fig. 26. — Boîte d'accord pour ondes moyennes et longues.

C est de 1/1000, à vernier de préférence.

construction de la self) étant fixée par un fil à la borne T₁.

La réaction L₂ est également fixée à broche dans la monture

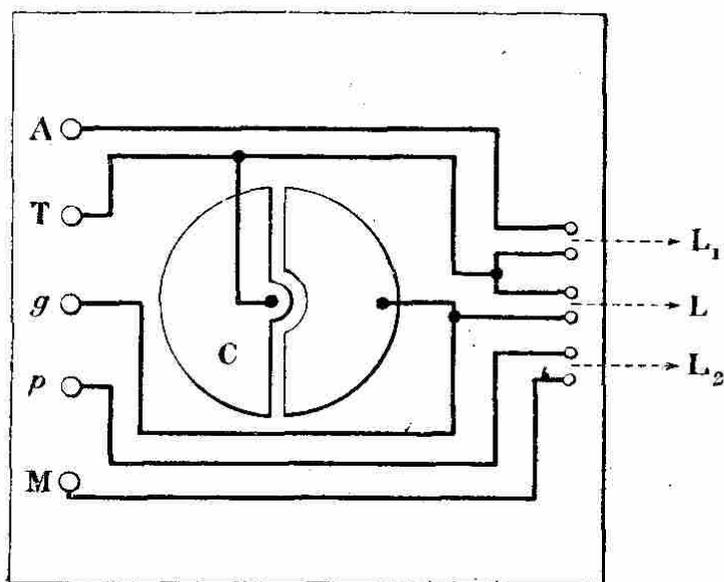


Fig. 27. — Réalisation des connexions pour le système d'accord d'ondes moyennes et longues. (Vue sous plateau.)

mobile du support W, l'axe de rotation du support de cette self étant muni d'un long manche isolant de manœuvre X.

Le condensateur C de cette boîte (un demi-millième à vernier) est également muni d'un long manche isolant (non représenté sur la figure).

Le jeu de la réaction est extrêmement délicat pour les ondes courtes, et par-

fois il est nécessaire de compléter le jeu de selfs indiqué pour L_2 par des selfs à nombres de spires intermédiaires.

La figure 23 montre les connexions sous plateau de ce système d'accord.

Le système pour ondes longues est très simple, il s'adapte comme le précédent aux lames de connexion du dispositif de détection. Les figures 26 et 27 en représentent l'ensemble coté et les connexions sous plateau.

Ici le coupleur des selfs est à trois prises, qui recevront trois nids d'abeilles ordinaires, l'un L_1 self antenne-terre, l'autre L self secondaire, le dernier L_2 réaction.

Le seul détail qui différencie légèrement ce montage des montages courants est la liaison de L et de L_1 à la borne de terre. Les nids seront choisis conformément au tableau suivant, le condensateur de cette boîte étant d'un millième.

Nids de 45^{mm} environ de diamètre intérieur et de 28^{mm} d'épaisseur.

POUR LONGUEURS D'ONDES EN MÈTRES	NOMBRE DE SPIRES		
	L_1	L	L_2
de 120 à 320	10	25	35
200 à 500	25	35	50
300 à 700	35	50	75
400 à 1000	50	75	100
700 à 1900	75	100	150
800 à 2300	75 à 100	150	200
900 à 2700	100 à 150	200	250
1200 à 3800	150	300	400
1600 à 4500	200	400	400
2200 à 7200	300	600	400
3400 à 10000	400	800	600
4500 à 13000	600	1000	600

Nous ne donnons pas les valeurs au delà de 13000, celles-

ci étant obtenues correctement et à meilleur compte avec des selfs « en vrac » de 1 000 à 1 500 spires faciles à réaliser.

Rappelons que pour les deux dispositifs d'accord il faudra chercher le sens convenable à donner aux connexions allant à la réaction, suivant le sens de l'enroulement de cette dernière.

Ce dispositif est particulièrement intéressant pour les ondes de 200 à 600^m qui, étant réglées comme d'ordinaire par L, C et L₂, sont amenées à leur maximum par le jeu très sensible et délicat de L₁.

Au-dessus de 500^m les réglages ne présentent aucune difficulté et peuvent être réalisés par le moins expérimenté des amateurs.

En dessous de 200^m ces dispositifs demandent, pour être maniés rapidement avec succès, l'usage d'un ondemètre. Nous verrons au chapitre des mesures comment employer cet appareil avec un récepteur muni d'un milliampèremètre.

Éliminateurs d'interférences. — Nous ne voulons pas terminer l'exposé de ce récepteur sans dire deux mots des dispositifs d'élimination des interférences, que nous y adjoignons couramment.

Le nombre des émissions croissant sans cesse d'une part, d'autre part les émissions en amorties de certains postes (côtiers en particulier) sur ondes moyennes persistant, ces émissions multiples amènent fréquemment de fâcheuses interférences, les ondes porteuses de phonie jouant vis-à-vis des postes de longueur d'onde très voisine le rôle de puissantes hétérodynes.

Il devient de ce fait de plus en plus nécessaire d'user de circuits filtreurs, que les Anglais appellent assez justement des « pièges à ondes », et de se familiariser avec leur emploi.

Un certain nombre de dispositifs, que nous avons étudiés et décrits dans plusieurs numéros de *Radio-Magazine*, peuvent être utilisés avec succès. Nous en retiendrons, pour nos lec-

téurs, particulièrement deux que nous utilisons couramment avec succès.

Le premier type de ces filtres consiste simplement en un circuit oscillant accordé sur l'onde à éliminer, situé *en série* dans l'antenne.

Il consiste pratiquement (*fig. 28*) en un support *S* à nids d'abeilles et un condensateur *C* d'un demi-millième, à vernier,

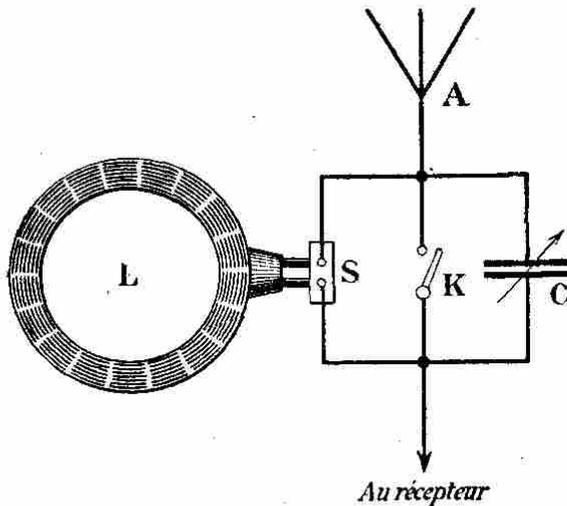


Fig. 28.

constituant un circuit oscillant à période variable suivant les valeurs de *L* et les réglages de *C*.

Une clé *K* permet de court-circuiter le filtre (notons que, la clé *K* étant ouverte et la self *L* enlevée, le condensateur *C* permet d'accorder l'antenne pour les ondes courtes).

Revenons au réglage du filtre. Supposons que nous ayons une émission de longueur d'onde λ_1 gênant la réception d'une émission de longueur d'onde λ voisine.

Nous prenons pour *L* du filtre une self qui puisse, accordée par *C*, nous donner λ_1 , puis mettant *C* au zéro, nous réglons le poste récepteur jusqu'à obtention de la puissance maximum de λ_1 . A ce moment nous réglons *C* du filtre jusqu'à extinction de ce poste. Le filtre est réglé et il nous suffit de chercher ensuite λ sur le poste récepteur.

Un tel dispositif porte le nom de *circuit bouchon*.

Notons que *L* peut être une self de forme quelconque, cylindrique, fond de panier, toile d'araignée, etc., bien facile à construire.

Nous utilisons également, et c'est le système que nous recommandons le plus, les circuits filtreurs à *absorption*.

Ceux-ci sont constitués par un simple circuit oscillant formé

d'une self et d'une capacité en série, montés dans une boîte *ad hoc* et dont on couple de façon variable la self avec l'ensemble des selfs d'accord du récepteur, quel qu'il soit.

La figure 29 représente ce dispositif. Le circuit d'absorption proprement dit est constitué par la self L_2 interchangeable et le condensateur variable C .

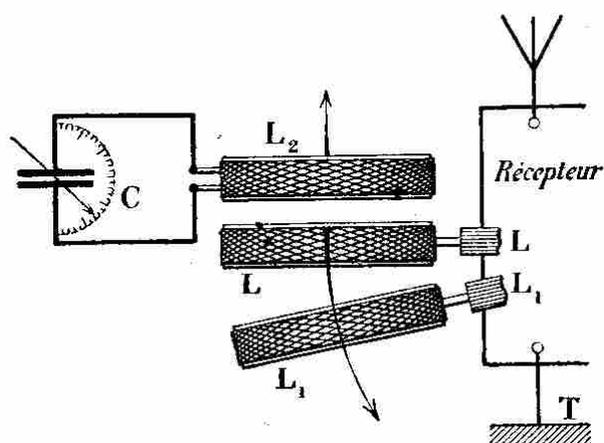


Fig. 29. — Circuit filtreur par absorption.

La valeur de L_2 étant choisie de telle sorte que ce circuit puisse être accordé sur la longueur d'onde à éliminer, L_2 est couplée de façon assez lâche avec les selfs L et L_1 du récepteur, puis C est manœuvré jusqu'à absorption du gèneur.

Remarquons à ce sujet que, si le récepteur a été accordé sur le gèneur, réaction accrochée, l'aiguille du milli de mesure du circuit de plaque, qui avait indiqué une diminution d'intensité lors de l'accrochage, remonte brusquement au moment précis où le circuit filtreur est accordé sur cette même onde.

Cette observation nous apprend qu'il est facile par ce procédé d'étalonner le circuit CL_2 sur un certain nombre de longueurs d'ondes connues, d'en tracer la courbe caractéristique et de constituer à l'aide de ce seul circuit un ondemètre très précis.

L'amplificateur basse fréquence.

Nous avons toujours, prêt à servir à la suite d'un récepteur quelconque, en particulier celui que nous venons de décrire, un amplificateur basse fréquence à transformateurs à trois étages à combinaisons.

Il est disposé de telle manière qu'il peut rester constamment connecté et qu'à sa sortie l'on peut recevoir, sur casque seul, ou sur haut-parleur seul, ou sur les deux réunis, les émis-

sions, sur seule lampe détectrice, ou sur cette lampe suivie à volonté d'un, deux ou trois étages de basse fréquence.

Ce dispositif n'est qu'une combinaison de commutations adaptées au montage classique.

Nous pensons qu'il pourra intéresser nombre de nos lecteurs, car il permet d'obtenir toutes les variations de puissance désirées

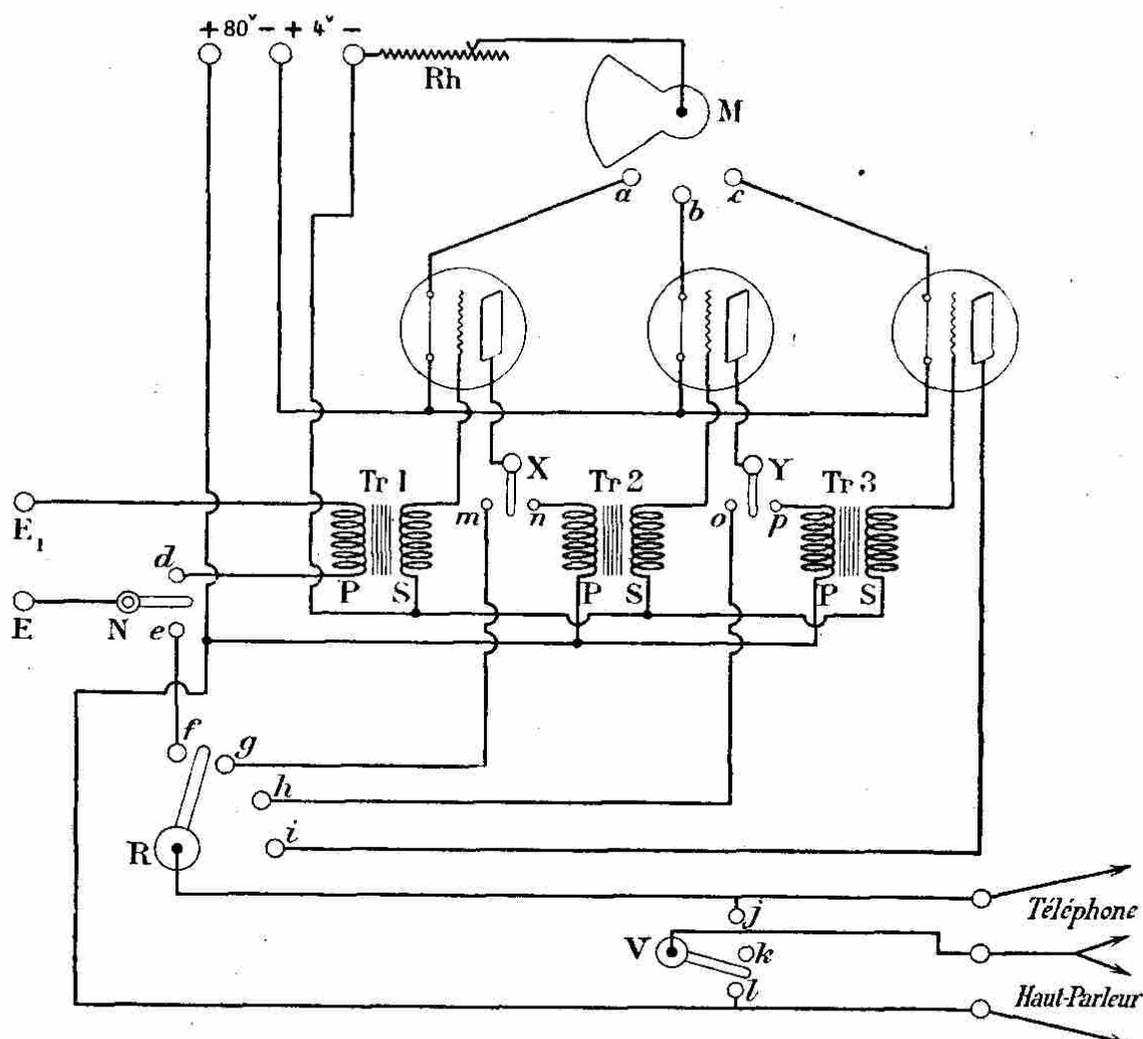


Fig. 30. — Amplificateur basse fréquence à combinaisons.

E_1 doit être connecté à la borne de sortie de la détectrice reliée au + 80v.

et d'adapter la consommation des lampes à la puissance voulue.

La figure 30 représente le schéma de montage de cet appareil.

Remarquons, *ce qui est fort important*, que lorsque cet ampli est utilisé en liaison avec un système détecteur à lampe, tel celui de la figure 19, il faut absolument effectuer les connexions de liaison de telle sorte que la borne de sortie de la détectrice

reliée directement au + 80 soit connectée à E₁ de la figure 30.

L'appareil, très facile à construire sur plateau d'ébonite, en suivant scrupuleusement le schéma, ne nécessite pas de plus amples explications.

Rappelons que Tr₁ est de rapport 1/5 et Tr₂ et Tr₃ de rapport 1/3.

Voici maintenant les distributions à effectuer dans tous les cas envisagés.

DéTECTRICE seule sans B. F.	{	sur téléphone seul.	Ne	Rf	Vl			
		sur haut-parleur seul.	Ne	Rf	Vj			
		sur les deux.	Ne	Rf	Vk			
DéTECTRICE plus une B. F.	{	sur téléphone seul.	Nd	Ma	Rg	Vl	Xm	
		sur haut-parleur seul.	Nd	Ma	Rg	Vj	Xm	
		sur les deux.	Nd	Ma	Rg	Vk	Xm	
DéTECTRICE plus deux B. F.	{	sur téléphone seul.	Nd	Mab	Rh	Vl	Xn	Yo
		sur haut-parleur seul.	Nd	Mab	Rh	Vj	Xn	Yo
		sur les deux.	Nd	Mab	Rh	Vk	Xn	Yo
DéTECTRICE plus trois B. F.	{	sur téléphone seul.	Nd	Mabc	Ri	Vl	Xn	Yp
		sur haut-parleur seul.	Nd	Mabc	Ri	Vj	Xn	Yp
		sur les deux.	Nd	Mabc	Ri	Vk	Xn	Yp

L'ensemble de ce poste à basse fréquence et de la détectrice précédemment décrite forme un poste absolument universel, d'un intérêt considérable pour l'amateur, et c'est parce qu'il nous rend personnellement les plus grands et les plus fidèles services que nous avons pensé le faire connaître dans tous ses détails.

Récepteur puissant à résonance.

Indépendamment du poste précédent, nous utilisons fréquemment, en particulier pour les réceptions de postes éloignés sur cadre restreint de 1^m × 1^m, un dispositif à résonance dont la zone d'exploration est comprise entre 80 et 5 000 mètres environ.

Ce poste, que nous avons décrit déjà à plusieurs reprises

(*Excelsior, Radio-Magazine*), a fait ses preuves dans les mains

de nombreux amateurs de tous pays; aussi pensons-nous être agréable à nos lecteurs en leur en donnant le schéma et les détails de montage.

Il peut former un appareil complet à cinq étages ou bien ne comportant que trois étages et suivi de l'amplificateur basse fréquence que nous venons de décrire.

Comme nous l'avons réalisé en appareil complet, c'est sous cette forme que nous allons le décrire de préférence.

Ce récepteur comporte cinq étages (qui peuvent être réduits à trois ou à quatre, les deux basse fréquence étant facultatives).

Il comprend un étage haute fréquence d'entrée lié à la seconde lampe par un transformateur haute fréquence apériodique ou accordé, un étage à résonance, une lampe détectrice à réaction

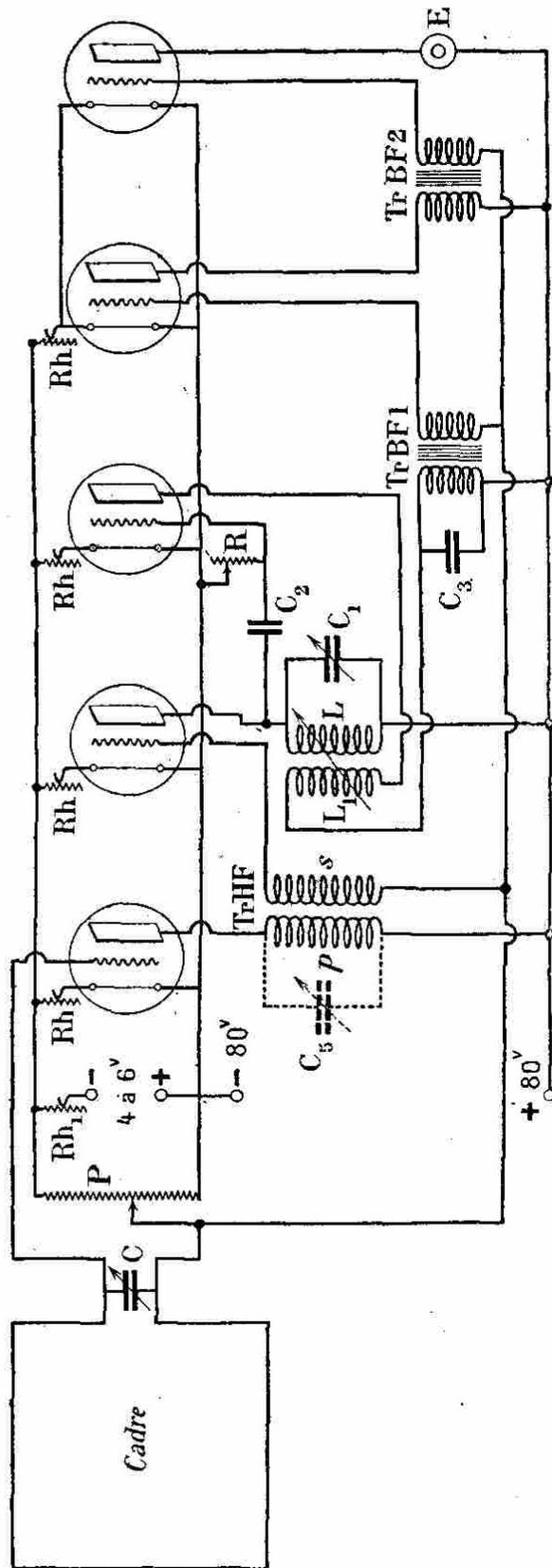


Fig. 31. — Amplificateur très puissant à résonance.

couplée avec la résonance (ce qui atténue fortement les

radiations dans l'antenne ou le cadre), enfin, à la suite, deux étages de basse fréquence à transformateurs.

La figure 31 montre le schéma complet de ce poste utilisant un cadre; la figure 32, les modifications à apporter dans le montage pour l'adaptation d'une antenne.

On remarquera trois points de détail importants.

Tout d'abord, les retours de grilles s'effectuent sur un potentiomètre (300 ohms, modèle précédemment décrit).

Il existe : 1° un rhéostat général, précieux dans l'utilisation des lampes radios-micros en particulier (en ce cas ce rhéostat Rh_1 aura de 10 à 12 ohms, et le voltage de chauffage ne dépassera pas 4 volts); 2° un rhéostat pour chaque fonction différente des valves.

Enfin la résistance de détection est variable. Cette dernière condition n'est pas absolue; mais le rendement général de l'appareil est fort amélioré de ce chef.

Le cadre comporte un nombre de spires variable suivant les émissions à recevoir. Pour les postes puissants et proches il peut être remplacé par un simple nid d'abeilles. A 15^{km} de Paris ce seul nid nous donne en haut parleur FL et Radio-Paris et, fort au casque, P. T. T. et *Petit Parisien*.

Le condensateur C a un millième (à vernier); C_1 a la même valeur, C_2 est de 15/100 000 et C_3 de deux millièmes.

L et L_1 (réaction) sont des nids d'abeilles; on se conformera pour leur nombre de spires au tableau précédemment donné.

TrBF₁, transformateur de rapport 1/5, et TrBF₂ de rapport 1/3.

Nous appelons particulièrement l'attention des amateurs sur TrHF, transformateur haute fréquence.

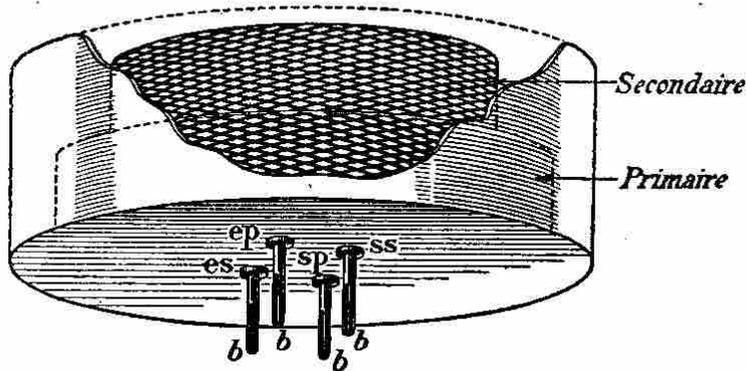
Il peut être apériodique, ce qui supprime un réglage complémentaire, et dans ce cas constitué de deux façons différentes :

1° par un transfo commercial (le Bardon, le F. A. R. nous ont donné d'excellents résultats);

2° par deux nids d'abeilles à couplage maximum.

Dans ce second cas on prend deux nids de valeur convenable,

serrés l'un contre l'autre dans une boîte *ad hoc* munie de quatre prises à broches



montées comme celles des lampes ; on constitue ainsi divers jeux interchangeables suivant les longueurs d'ondes à recevoir (*fig. 32*).

Fig. 32. — Transformateur H. F. constitué par deux nids d'abeilles en boîte.

b, b, broches de prises.

Voici les valeurs à donner aux nids utilisés (diamètre intérieur 45^{mm} envi-

ron), bobinés en fil de 2/10, 2 couches coton :

LONGUEURS D'ONDES A RECEVOIR, EN MÈTRES	PRIMAIRE <i>p</i>	SECONDAIRE <i>s</i>
80 à 150	6	10
130 à 350	15	25
300 à 800	76	150
750 à 1 200	150	250
1 150 à 3 200	300	500

Si l'on veut utiliser un transformateur haute fréquence accordé, on diminue d'un quart le nombre de spires de *p*, on éloigne *p* de *s* d'environ un centimètre et l'on ajoute en dérivation sur *p* un condensateur d'un demi-millième, C5, en pointillé figure 31.

Ceci complique le réglage, mais augmente considérablement la syntonie.

Si l'on veut éviter les tâtonnements de réglage (à moins que ceux-ci ne soient effectués régulièrement à l'ondemètre), il est bon de déterminer une fois pour toutes pour chaque valeur de *L* les valeurs de *C*, correspondant aux longueurs d'ondes des réceptions courantes. Si l'on a pris cette précaution, le seul

réglage à effectuer sera celui de C . Bien entendu, dans le cas où l'on accorderait le primaire de transfo II. F. il faudrait également étalonner le circuit $C_3 p$.

La figure 33 montre comment on adapte une antenne à ce dispositif.

Dans le but de permettre la réception d'ondes moyennes et longues sur antenne importante, on a figuré le dispositif d'utilisation du condensateur d'accord C_4 (un millième, à vernier) en

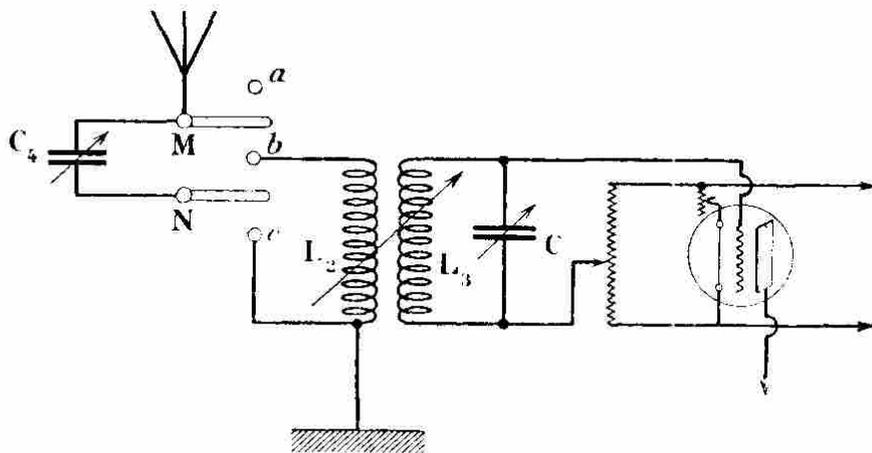


Fig. 33. — Adaptation d'une antenne à l'amplificateur à cinq étages.

série pour ondes courtes (Ma, Nb) ou en parallèle pour ondes longues (Mb, Nc). C est également d'un millième.

Les selfs L_2 , L_3 sont de préférence des nids d'abeilles convenablement choisis suivant les longueurs d'ondes à recevoir.

Nous devons ajouter que ce dispositif se prête parfaitement à l'utilisation d'un filtre sélecteur à absorption, tel celui de la figure 29, à condition de coupler L_2 (*fig. 29*) avec LL_2 (*fig. 31*) ou avec L_2L_3 (*fig. 33*).

Au lieu du dispositif ordinaire de basses fréquences, nous utilisons souvent de préférence un autre montage, qui tient à la fois de l'amplificateur à transformateurs et de l'amplificateur à résistances.

Ce dernier dispositif a l'avantage d'être plus puissant que le type classique et de donner des auditions absolument pures.

Il est toutefois un peu plus délicat de réglage, et nous n'en

avons obtenu le maximum qu'en utilisant des résistances réglables.

La figure 34 donne ce montage.

Les deux condensateurs C ont une capacité assez élevée (de 6

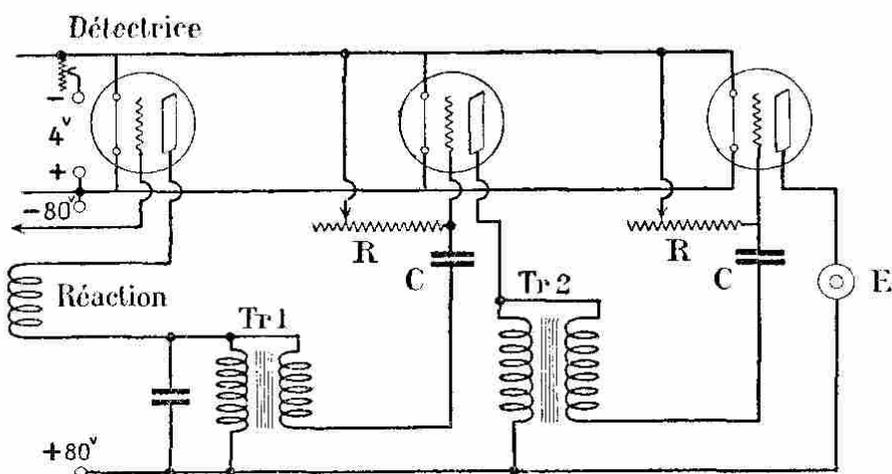


Fig. 34. — Dispositif particulier de basse fréquence puissant et pur.

à 8 millièmes); les résistances R, de préférence réglables, ont au moins 4 mégohms.

Tr1 est de rapport $1/5$ et Tr2 de rapport $1/3$.

Nous recommandons fort ce dispositif aux amateurs déjà habitués au maniement des basses fréquences.

A noter qu'il ne faut pas essayer avec ce dispositif de dépasser deux étages; mais ces deux étages en valent trois ordinaires.

Le plateau d'études.

Quittant ce que nous avons appelé les appareils de types classiques, nous allons aborder l'étude de trois types récents qui nous servent fréquemment.

Toutefois, auparavant, nous allons entretenir nos lecteurs d'un dispositif qui nous sert aussi très fréquemment et qui pourra faire partie utilement du matériel de nombre d'amateurs, en particulier de ceux qui préfèrent ne pas s'attarder à un montage donné et trouvent leur plus grand plaisir à essayer sans cesse de nouveaux dispositifs. Il est également dédié à ceux, et ils sont

APPAREILS DE RÉCEPTION

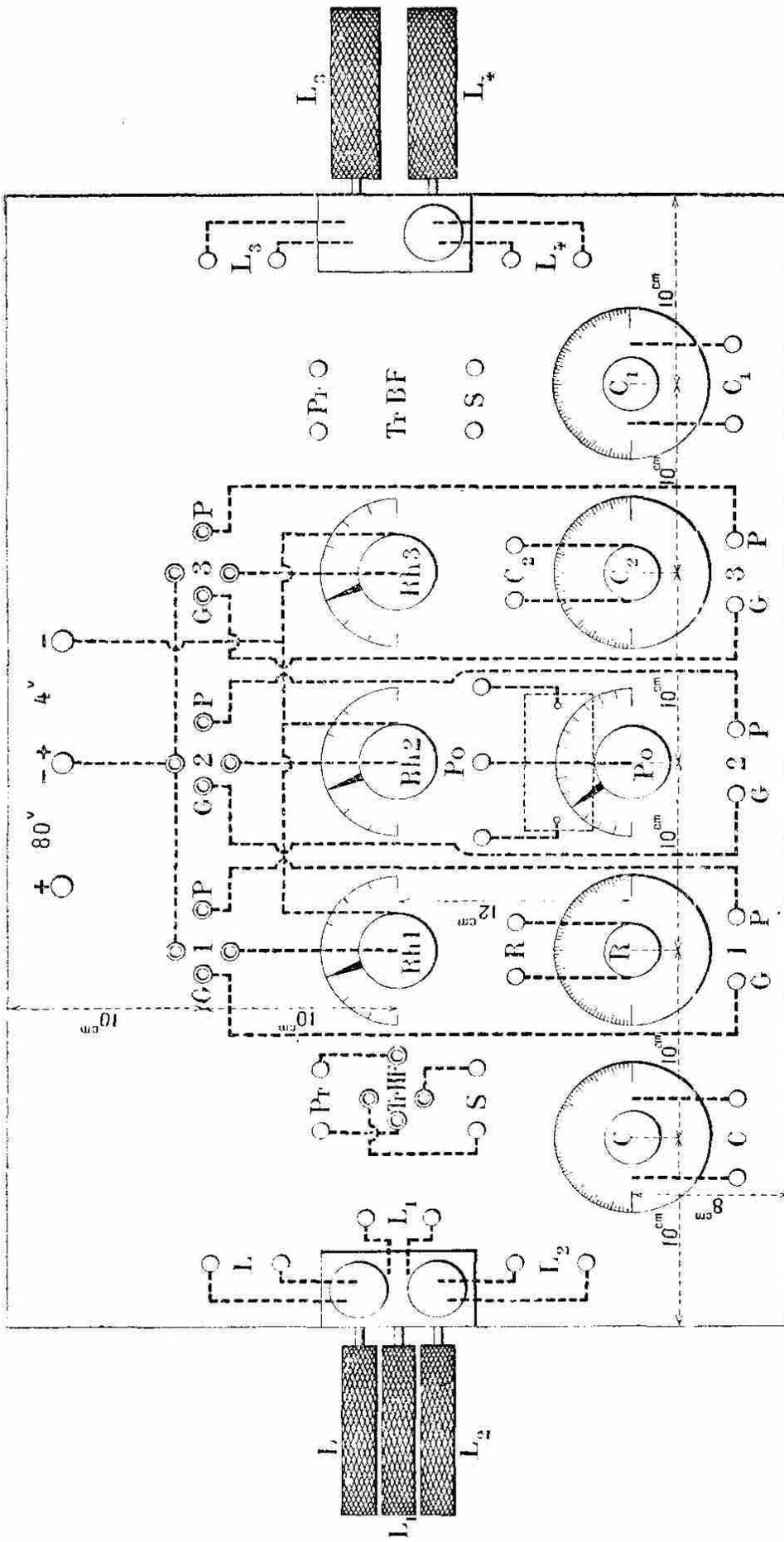


Fig. 35. — Plateau d'études de 60cm sur 40cm.

1, 2, 3, Douilles des lampes dont les sorties grilles et plaques sont fixées aux groupes de bornes 1, 2, 3.
 Rh1, Rh2, Rh3, Rhéostats respectifs des trois lampes.
 P0, Potentiomètre et ses trois bornes.
 C, Condensateur de un millième à vernier.
 C1, Condensateur de un demi-millième à vernier.

C2, Condensateur de détection.
 R, Résistance variable de détection de 6 mégohms.
 Tr HF, Transformateur haute fréquence; bornes de sortie Pr et S. Ce transfo, du type de la figure 32, est interchangeable.
 Tr BF, Transformateur basse fréquence à rapport

1/5 (fixé en dessous du plateau; bornes de sortie Pr et S).
 L1, L2, Support pour trois nids d'abeilles à couplage variable.
 L3, L4, Support pour deux nids d'abeilles à couplage variable.

nombreux, qui cherchent et désirent réaliser facilement et rapidement ce qu'ils ont imaginé.

Cet appareil est ce que nous appelons un *plateau d'études*, c'est-à-dire un plateau assez vaste comportant les éléments et les sorties séparées de tous les organes pouvant entrer dans de nombreux montages. Seuls des condensateurs fixes ou des résistances supplémentaires doivent être adjoints en dehors du plateau.

Toutes les connexions de liaison s'effectuent de manière entièrement visible, permettant l'établissement rapide d'un montage, sa vérification facile, ainsi que la recherche immédiate d'erreurs ou de pannes.

Voici les éléments que supporte ce plateau :

Trois lampes avec leurs rhéostats indépendants et leurs sorties grilles et plaques séparées.

Un potentiomètre ;

Un condensateur variable de détection ;

Une résistance variable de détection ;

Deux condensateurs variables, à vernier, l'un d'un millième, l'autre d'un demi-millième ;

Un transformateur basse fréquence ;

Des prises et douilles pour transformateurs interchangeables à haute fréquence ;

Un coupleur pour trois nids d'abeilles ;

Un coupleur pour deux nids.

Tous les montages classiques, la plupart des montages récents peuvent être facilement réalisés sur ce plateau, dont la figure 35 donne la réalisation cotée.

Ce plan nous dispense de toute explication complémentaire. Il n'est du reste donné qu'à titre d'indication générale, ses constituants et leur disposition pouvant être changés au gré de chacun.

MONTAGES COMPLEXES.

Nous avons établi avec succès — après quelques recherches — divers Flewellings, un Cockaday, un Neutrodyne, des

Reinartz; mais ces types sont suffisamment connus de tous pour que nous n'insistions pas ici sur leur description. On les trouvera du reste, bien étudiés, soit dans nos ouvrages précédents, soit dans *La T. S. F. Moderne* ou *Radio-Magazine*.

Ce que nous donnerons ici, parce que moins utilisés encore, ce sont quelques types de « réflexes » des plus intéressants, des montages à deux grilles, l'interférodyné qui nous est personnel, et un bon montage en superrégénération, tous dispositifs que nous utilisons couramment.

MONTAGES RÉFLEXES.

Ces montages sont extrêmement utiles pour la réception de la téléphonie à bonne puissance avec un nombre de lampes restreint. De plus, comme on utilise de préférence dans ces montages le détecteur à galène au lieu d'une lampe détectrice, on obtient une très grande pureté de réception.

En employant des lampes à faible consommation on réalise par ce procédé d'excellents amplificateurs à consommation à peu près insignifiante.

Nous donnerons les trois dispositifs qui nous ont permis d'obtenir les meilleurs résultats : un à deux étages sur une seule lampe; un second à quatre étages sur deux lampes; un troisième enfin, fort utilisé en Angleterre, à trois étages sur deux lampes, comportant une réaction.

Deux étages sur une lampe.

Ce dispositif peut être réalisé soit pour ondes courtes, soit pour ondes moyennes ou longues.

Le schéma pour ondes courtes (de 200 à 500^m environ) est donné figure 36.

L'accord antenne-terre s'obtient au moyen d'un variomètre V et d'un condensateur C d'un demi-millième. TrBF est un transformateur à basse fréquence de rapport 1/5, dont les enroule-

ments sont shuntés par les capacités C_3 et C_4 de deux millièmes.

On remarquera que le — 4 est relié au — 80 a travers l'écou-

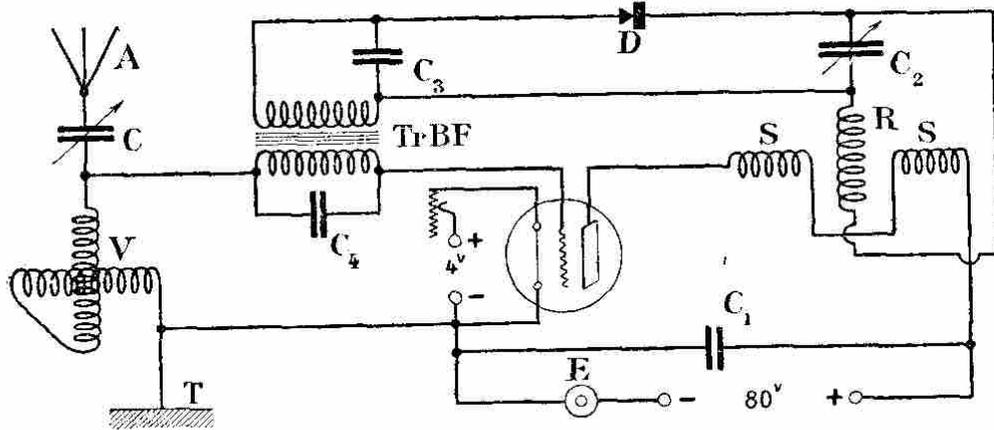


Fig. 36. — Réflexe pour ondes courtes.

teur E et qu'une capacité de passage C_1 d'un à deux millièmes shunte l'ensemble écouteur-batterie haute tension.

Ce qui est assez particulier dans ce montage, c'est la disposition du transformateur H. F. de retour des oscillations au circuit détecteur.

Ce transformateur est formé en réalité par un variomètre ordinaire dont les enroulements rotorique et statorique sont séparés.

L'ensemble du stator SS constitue le primaire et le rotor R

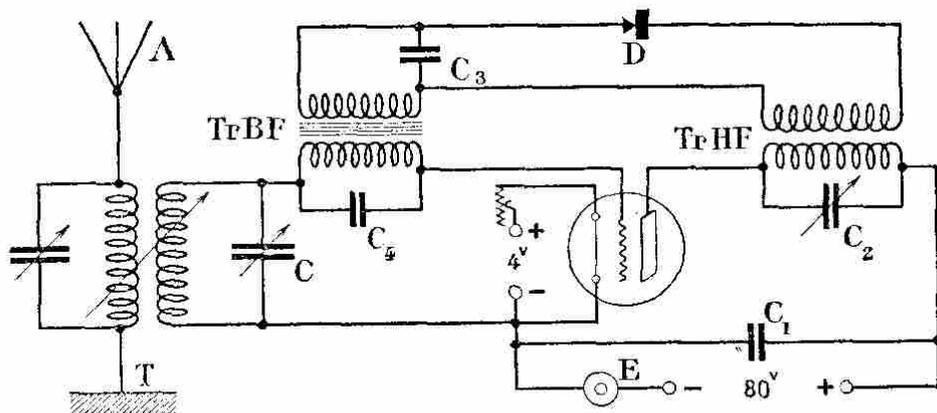


Fig. 37. — Réflexe pour ondes longues.

constitue le secondaire, ce dernier étant accordé par la capacité C_2 d'un demi-millième.

Ce dispositif donne au réglage une très grande précision et augmente fortement la syntonie.

Pour transformer ce dispositif en récepteur réflexe pour ondes moyennes ou longues, il suffit de remplacer le variomètre d'antenne par un secondaire accordé et de remplacer SSR par un transformateur haute fréquence, de préférence à primaire accordé, tel que le représente la figure 37.

Quatre étages sur deux lampes.

Ce réflexe, plus délicat à établir que le précédent, donne de

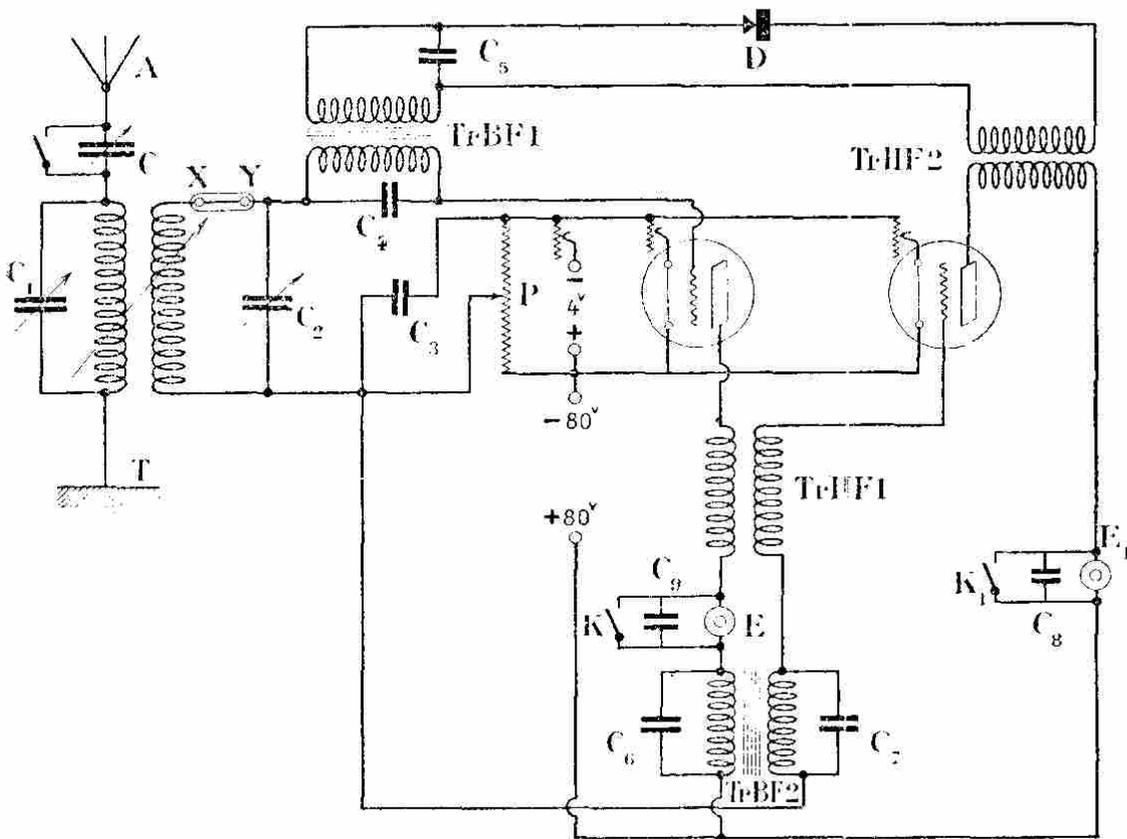


Fig. 38. — Réflexe à quatre étages sur deux valves.

puissants résultats et permet du haut-parleur sur cadre dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres autour des grands émetteurs.

Sa construction ne diffère de celle du poste précédent que par l'addition d'une seconde lampe. L'accord des circuits haute fré-

quence est supprimé, car il est extrêmement délicat à réaliser sans amorçage d'oscillations.

Le retour des grilles s'effectue sur un potentiomètre, et nous appellerons l'attention sur le chauffage, celui-ci devant être parfaitement réglé.

On peut utiliser ce montage en réalisant, soit trois étages sur deux lampes (écouteur E), soit quatre étages (écouteur E₁). Dans ce cas on court-circuite l'écouteur inutilisé par l'une des clés K ou K₁ (fig. 38).

Lorsqu'on utilise un cadre, celui-ci est mis en série dans l'accord LC entre les points X et Y, fermés par une barrette lorsque le dispositif est utilisé avec antenne.

Cet appareil supporte mal la « mise en boîte »; il demande beaucoup « d'air », et nous conseillons de le réaliser sur table.

Voici les diverses valeurs des composants de ce poste :

Condensateurs (en microfarads) :

C, 0,00025 C₁, 0,001 C₂, 0,0005

C₃, 0,005 C₄, 0,001 C₅, 0,002

C₆, C₇, C₈, C₉, 0,002,

P, potentiomètre de 300 ohms,

TrBF₁, transformateur basse fréquence de rapport 1/5,

TrBF₂, transformateur basse fréquence de rapport 1/3.

S. T. 100 Star.

C'est tout récemment que nous avons réalisé, avec plein succès, ce montage très utilisé en Angleterre et qui, sur deux lampes, donne d'excellentes auditions en haut-parleur dans un rayon d'environ 50 km autour des stations émettrices anglaises.

C'est un montage réflexe à trois étages sur deux valves, détection à galène et réaction, l'un des étages étant constitué par une valve amplificatrice basse fréquence à transformateur.

Ce circuit est facile à établir, de réglage simple et d'excellent rendement.

Grâce à l'addition d'une résistance variable sur la grille de la première lampe, il est extrêmement stable et peut être mis en boîte sans crainte de fâcheux accrochages à basse fréquence.

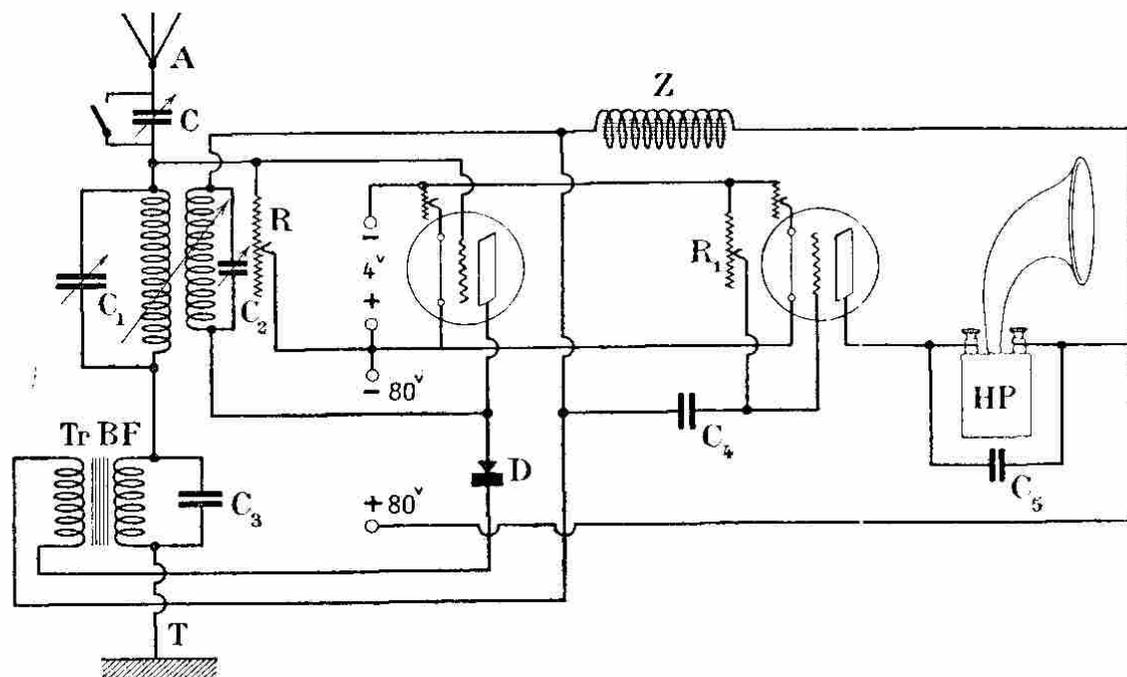


Fig. 39. — S. T. 100 Star.

Voici les valeurs des composants de ce poste (*fig. 39*):

C, Condensateur d'un demi-millième

C_1, C_2 , Condensateurs d'un millième

C_3, C_4, C_5 , Condensateurs de deux millièmes.

R, R_1 , Résistances variables, d'environ 100 000 ohms.

Tr B.F., Transformateur basse fréquence de rapport 1/5.

Z est une bobine d'arrêt (dite de choc) à forte impédance.

On pourra la constituer par le secondaire d'un transformateur de téléphone de réseau, d'un transformateur de B. F.

Si l'on veut la construire, voici des données convenables : sur un noyau de fils de fer doux, de 6^{cm} de long et de 1^{cm} de diamètre, on bobinera 14 000 spires (en vrac) de fil de 5 à 6 centièmes recouvert de soie.

Les selfs d'accord et de réaction (nids d'abeilles ou fonds de panier) seront choisies suivant les longueurs d'ondes à recevoir.

LES LAMPES A DEUX GRILLES.

L'adjonction par Lee de Forest de la troisième électrode, la grille de contrôle, à la valve de Fleming fut en radiotechnique un immense progrès, cet organe supplémentaire déterminant la possibilité de multiples combinaisons nouvelles, dont la série est loin d'être épuisée.

Il était naturel qu'il vint à l'esprit des chercheurs de songer, en doublant cet organe, à multiplier de telle sorte le nombre des combinaisons qu'il est à peine possible d'en entrevoir la limite.

Avec la lampe à deux grilles, dont la réalisation en France est actuellement impeccable, un formidable champ d'action s'ouvre à l'activité des amateurs, en particulier des curieux et des chercheurs.

Le véritable moyen de tirer le meilleur parti de ce nouveau dispositif, d'imaginer et d'étudier correctement des combinaisons nouvelles, serait, semble-t-il, de tracer méthodiquement les courbes caractéristiques de ces nouvelles valves, en particulier sous forme de réseaux ; mais on est très vite arrêté dans cette voie, si l'on ne se limite à quelques cas très simples, par l'apparente irrégularité des résultats obtenus, lesquels sont rarement comparables de lampe à lampe ; ceci tient surtout à l'énorme sensibilité de ces dispositifs, à de très légères différences physiques internes, en particulier d'infinitement faibles dissymétries de position des grilles, qui modifient considérablement la valeur des résultats et parfois même le sens des phénomènes.

Non seulement il est possible de répéter avec la lampe bigrille les dispositifs de la monogrille, mais de nouvelles fonctions apparaissent et l'on entrevoit, sans en avoir encore les solutions précises, l'utilisation de cette lampe en dispositifs antiparasites, en réflexes multiples, en modulatrices, etc.

Laissant de côté les dispositifs usuels auxquels se prêtent ces valves, nous allons en donner de moins connus, que nous

avons réalisés avec succès; et dont l'étude pourra tenter nombre d'amateurs.

Prévenons tout de suite les amateurs que notre méthode d'étude de ces dispositifs est toujours effectuée *sur plateau* et table, moyen très simple de varier les combinaisons à l'infini en évitant facilement les inductions nuisibles qui fassent les résultats obtenus et déconcertent l'opérateur.

En pratique, nous avons simplement monté sur un plateau

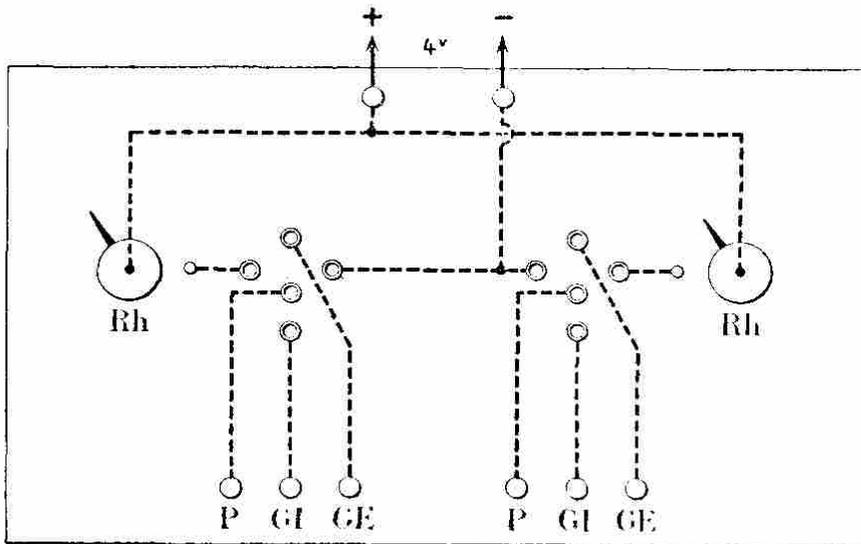


Fig. 40. — Plateau d'étude de bigrille.

d'ébonite deux lampes bigrilles avec leurs rhéostats de chauffage séparés et les sorties de leurs

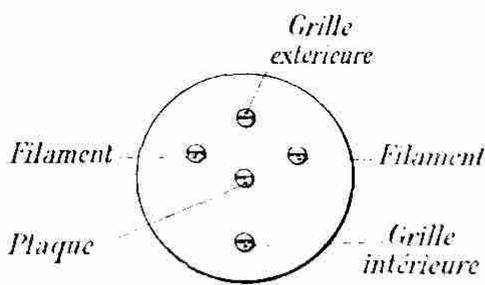


Fig. 41. — Disposition des broches des bigrilles.

organes internes aboutissant à deux groupes de trois bornes, ainsi que le montre la figure 40.

Nous avons indiqué figure 41 le dispositif des broches de ces lampes. Nous adoptons comme notation GI pour la grille intérieure (la plus proche du fila-

ment) et GE pour la grille extérieure, encore appelée grille de contrôle.

L'intérêt principal actuel de ces lampes, pour l'amateur, réside en la possibilité de supprimer la tension de plaque.

Cette suppression diminue, il faut s'y attendre, l'intensité de réception; mais elle a pour elle deux avantages : 1° réduire considérablement l'encombrement, le poids d'un appareil; 2° donner aux réceptions une très grande pureté par suite de la suppression des « bruits de fond » que donne la batterie de plaque.

Trois dispositifs que nous allons donner sont particulièrement intéressants : un dispositif réflexe, un dispositif à deux étages, un dispositif à superrégénération.

Ces lampes nécessitent pour leur chauffage une tension de $3^v,9$ et une intensité de $0^A,36$ (Modèle Radiotechnique). Nous recommandons d'utiliser toujours une batterie de 3 éléments d'accumulateurs avec des rhéostats importants, ceci afin d'augmenter la tension du circuit de plaque, puisque cette tension est prise sur la source de chauffage.

Réflexe à deux grilles sans tension de plaque.

La figure 42 montre le schéma de ce montage.

L'accord est réalisé par trois selfs L , L_1 , L_2 , constituées soit

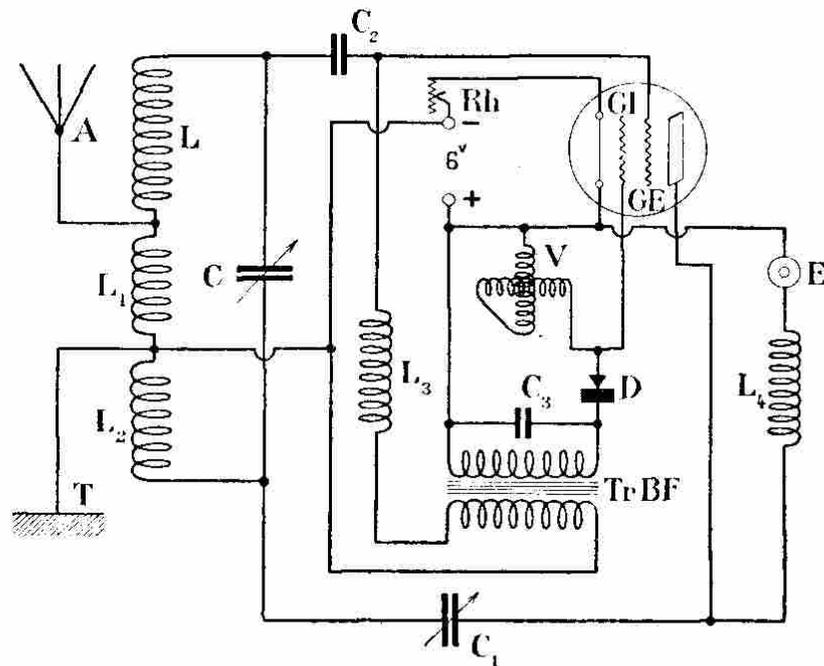


Fig. 42. — Réflexe bigrille sans tension de plaque.

par des bobines cylindriques (une seule carcasse porte les trois

enroulements), soit par des nids d'abeilles à couplage serré.

C est un demi-millième d'accord.

C_1 est d'un dix-millième.

C_2 a vingt-cinq cent-millièmes.

C_3 deux millièmes.

L_3 et L_4 sont deux selfs d'arrêt comprenant 250 spires enroulées sur un cylindre de 6^{cm} de diamètre (spires jointives) ou nid d'abeilles de même valeur.

TrBF, transformateur à rapport 1/3.

V, variomètre, sert à accorder le circuit de GI considéré comme un circuit de plaque. Ce variomètre suffit pour les ondes inférieures à 500^m; au delà on doit le remplacer par une self accordée par une capacité.

Montage de deux étages à lampes à deux grilles sans tension de plaque.

Le premier étage de cette combinaison est à fonction détectrice, le second travaille en amplificateur basse fréquence.

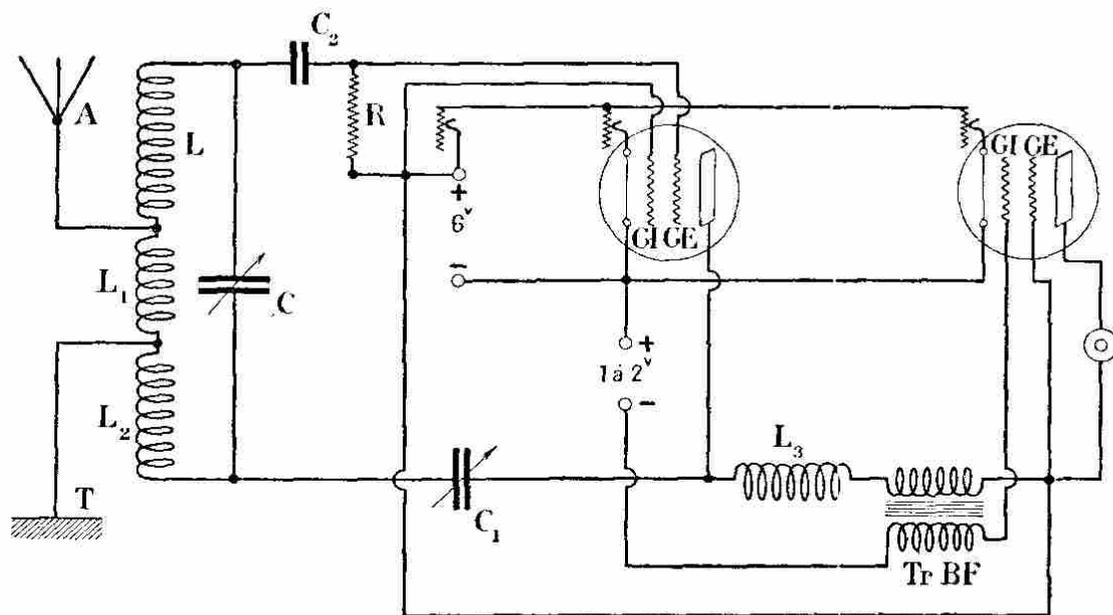


Fig. 43. — Deux étages sur deux grilles sans tension-plaque.

Le montage de ce dispositif, que représente la figure 43, est très simple. Il exige toutefois, pour assurer le fonctionnement

correct de la basse fréquence, l'adjonction d'un ou deux éléments de pile abaissant le potentiel de la GE de la seconde valve.

L'accord est obtenu suivant un principe analogue à celui du dispositif précédent.

Voici les valeurs des composants de ce montage.

L , L_1 , L_2 , C , C_1 , L_3 et TrBF ont les mêmes valeurs que dans le précédent montage.

C_2 est de deux dix millièmes et R de deux mégohms environ (il est préférable de faire cette résistance réglable).

Réalisation de montages à superrégénération avec lampes à deux grilles

Depuis l'apparition des lampes à deux grilles françaises (Radiotechnique), nous avons cherché et publié à diverses reprises des dispositifs permettant l'emploi de ces lampes

en superrégénération.

Certains amateurs ont obtenu sur ces montages des résultats très puissants, d'autres de fort ordinaires. Ces divergences montrent combien l'étude de ces montages est délicate et sujette à variations,

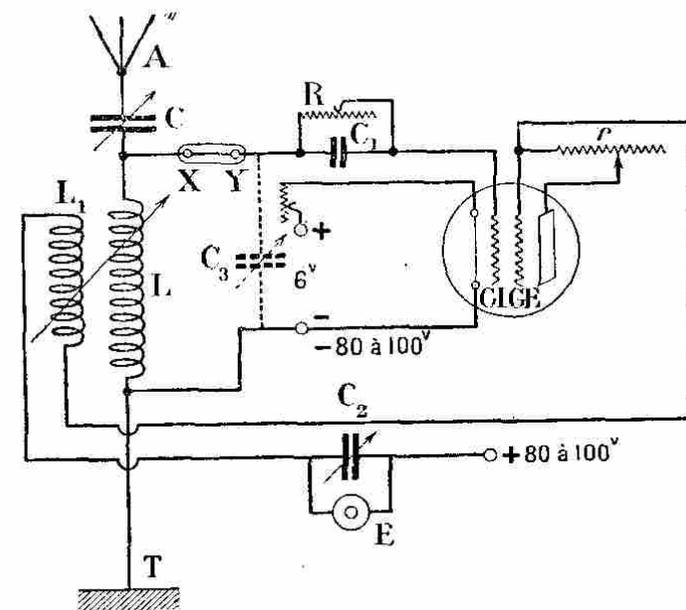


Fig. 44. — Dispositif de superrégénération à lampe à deux grilles.

pour des causes qui parfois nous échappent.

Nous allons donner à nouveau le dispositif qui nous a permis de très puissantes auditions pour les ondes inférieures à 500^m , avec l'espoir que d'autres personnes voudront bien l'étudier et nous communiquer leurs résultats.

Le montage, étant très simple, peut être réalisé sur plateau en quelques minutes. Ce montage n'est plus « sans batterie de plaque »; tout au contraire, il est d'autant plus puissant que la tension plaque est plus élevée.

La figure 44 montre ce dispositif.

L (nid d'abeilles) et C, d'un quart de millième, accordent le circuit d'antenne.

La réaction L_t doit être *très importante*, au moins deux fois plus de spires que L.

R, de 6 mégohms, règle la détection.

C_t a 15/100 000. La résistance r , de 20 à 30 000 ohms, est assez délicate à régler. Cette résistance a pour but d'abaisser le potentiel de la plaque en dessous de celui de GE. Il semble dans ce cas que le système travaille en pliodynatron.

La valeur de la superrégénération (découpeure des trains d'ondes reçus par une émission locale à fréquence voisine de 10 000) est réglée par le condensateur C_2 de deux millièmes.

Ce dispositif peut travailler sur seul cadre en supprimant ACT, réduisant L à 25 ou 50 spires, intercalant le cadre entre XY, la barrette étant enlevée, et en réalisant l'accord par un condensateur C_3 d'un quart de millième.

Superrégénération sur lampe à deux grilles, sans batterie de plaque.

Ce dispositif, dû à M. Cowper, nous a donné de bons résultats pour des postes peu éloignés (P. T. T. et *Petit Parisien*, à 15 km), permettant, dans ces conditions, du haut-parleur sur cadre de 60^{cm} de côté; mais le réglage, nous devons en prévenir nos lecteurs, est très délicat.

La figure 45 en indique le montage.

On remarquera que la connexion de retour des circuits grille et plaque est fixée *vers* le milieu de la self du cadre.

Nous disons *vers* le milieu, parce que le point de bon fonc-

tionnement n'est pas *exactement* le point médian géométrique de l'enroulement, mais un point voisin M à déterminer par expérience.

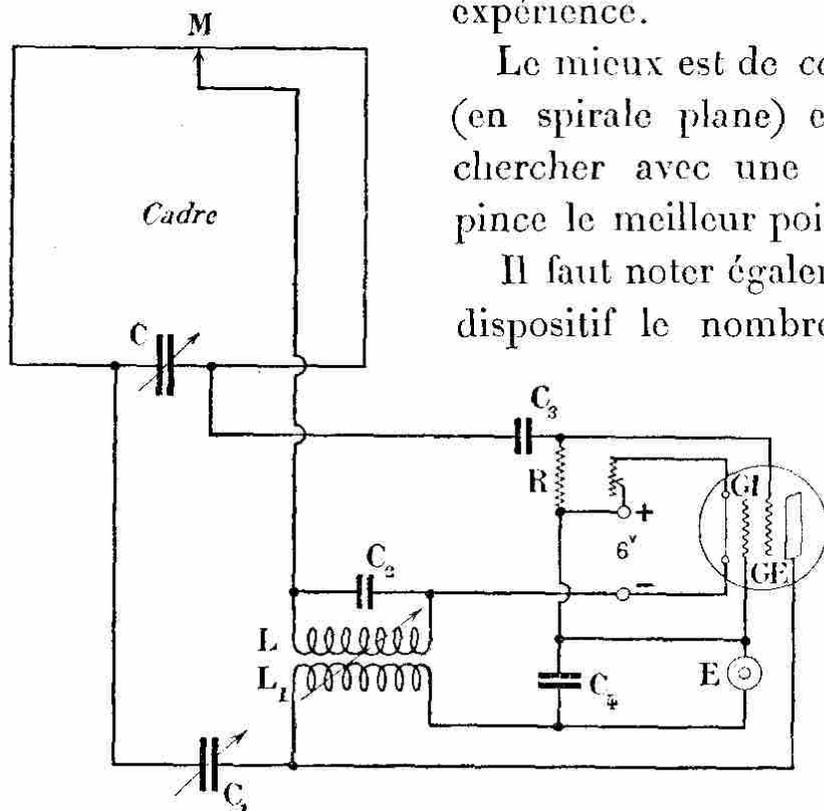


Fig. 45. — Superrégénération sans tension-plaque, sur lampe à deux grilles.

Le mieux est de constituer le cadre (en spirale plane) en fils nus et de chercher avec une prise variable à pince le meilleur point de retour.

Il faut noter également que dans ce dispositif le nombre des spires du

cadre doit être plus élevé que pour une réception normale, à longueur d'onde identique, d'au moins un tiers, parfois de moitié. On remarquera égale-

ment que le condensateur shunt d'une des sels de super est de valeur très élevée (dix millièmes).

Les condensateurs auront les valeurs suivantes :

C , un demi-millième; C_1 , un dix-millième.

C_2 , un centième; C_3 , un quart de millième.

C_4 , un demi-millième.

L et L_1 sont des nids d'abeilles, le premier de 1 000 spires, le second de 1 500 spires.

R est une résistance (de préférence variable) de deux mégohms.

MONTAGES SYMÉTRIQUES.

Ces montages, utilisant les valves ordinaires de réception à

trois électrodes, ont été étudiés en particulier par M. le Commandant Mesny en vue de la réalisation d'émetteurs, d'hétérodynes et de récepteurs d'ondes très courtes. Ils ont été récemment utilisés par M. Malgouzou pour l'émission des ondes de 9 mètres et par MM. Vuibert et Amiot pour celle des ondes de 35^m avec lesquelles ils ont réussi à communiquer régulièrement entre Savigny-sur-Orge et Tunis.

Que ces dispositifs soient utilisés à l'émission ou à la réception, leur montage est identique. Ce montage est extrêmement simple, mais son maniement délicat, du fait de la fréquence extrêmement élevée des ondes utilisées.

Nous donnerons le montage qui nous a servi pour les essais de réception (puis d'émissions locales) des ondes de 9 mètres. En réalité, le dispositif peut explorer les zones comprises entre 6 mètres et 20 mètres.

Le réglage de ces dispositifs se fait à l'ondemètre, monté en simple circuit de résonance, dont l'indicateur n'est autre que le milli (indispensable) du circuit de plaque.

Il est bon d'utiliser, avec les lampes normales de réception, 5^v,5 au chauffage et de 100 à 120^v dans le circuit de plaque.

Les cadres de réception utilisés sont à spire unique (plus exactement deux spires indépendantes fortement couplées, l'une constituant le circuit des plaques L, l'autre le circuit des grilles L₁). La figure 46 montre l'ensemble du dispositif.

L et L₁ sont les selfs-cadre de plaques et de grilles, les connexions aux grilles étant inversées par rapport à celles aux plaques.

Ces cadres sont constitués par des rubans de cuivre d'un centimètre au moins de largeur, couplés très serré *par leur tranche*, l'intervalle entre ces deux cadres ne devant pas excéder 5^{mm} (ils sont pratiquement maintenus de place en place à l'écartement voulu par des taquets d'ébonite).

Les prises de retours aux sources sont effectuées en A et B vers le point milieu de ces cadres (le point précis est à chercher par expérience).

Un condensateur C d'un dix-millième à vernier très sensible donne l'accord.

Des cadres circulaires de 30^{cm} de diamètre permettent d'explorer la zone 6^m-20^m environ.

La réception peut s'effectuer sur ces cadres seuls, à distance

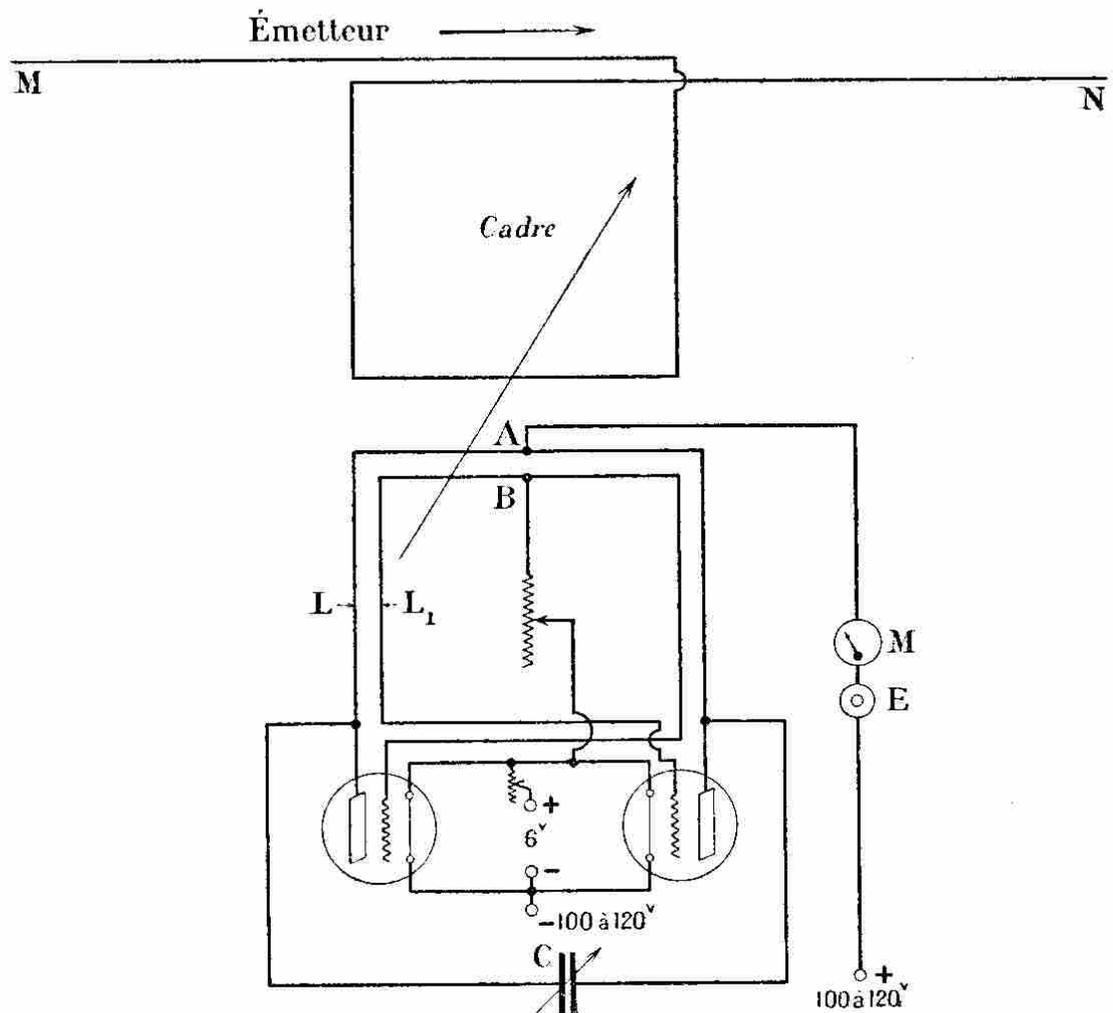


Fig. 46. — Récepteur symétrique pour ondes très courtes.

peu considérable de l'émetteur. Au delà il est bon de coupler de façon très lâche avec l'ensemble un système composé d'un cadre prolongé par deux brins latéraux formant collecteur, le plan de l'ensemble étant dirigé vers l'émetteur.

Nous verrons en fin de ce chapitre comment construire le vernier spécial du condensateur d'accord de ces postes à ondes très courtes.

L'INTERFÉRODYNE.

Voici plus d'un an que nous avons imaginé le montage auquel nous avons donné ce nom, parce qu'il reçoit par interférences.

C'est une modification simplifiée du récepteur Z créé par M. Jouaust.

Nous l'avons réalisé au début sur une seule lampe à deux plaques ; mais comme ces lampes sont peu courantes, nous

avons cherché à le réaliser sur deux valves usuelles.

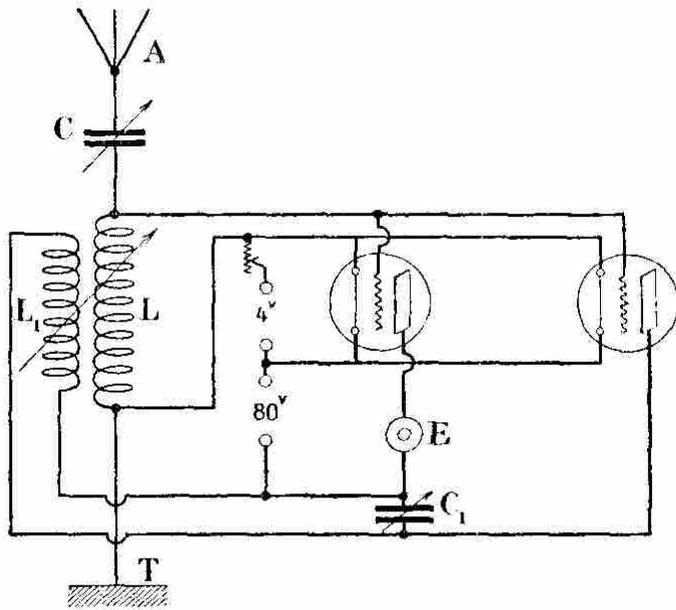


Fig. 47. — Interférodyne.

Ce récepteur ne vise pas à la puissance ; celle-ci est normale pour deux lampes. Mais ce dispositif assure une pureté absolue ainsi qu'une très grande sélection ; de plus il est peu sensible aux perturbations atmosphériques. C'est pour ces

raisons que nous le faisons connaître aux amateurs tentés de les réaliser, ce qui du reste est fort simple.

Ce récepteur (*fig. 47*) ne comporte que deux selfs et deux capacités.

On voit que les grilles des deux lampes sont réunies en parallèle à l'antenne. LC est le circuit d'accord antenne-terre et L_1 la réaction.

Ces selfs peuvent être quelconques, de valeur choisie suivant les longueurs d'ondes à recevoir. C a un demi-millième. C_1 , d'un millième, permet d'accorder le circuit de réaction.

Lié à un étage basse fréquence au lieu d'écouteur, ce système donne d'excellentes auditions.

UN MONTAGE EN SUPERRÉGÉNÉRATION.

Depuis l'apparition de ce mode de réception, les combinaisons auxquelles il a donné lieu sont devenues légion. Il suffit en effet, pour en créer une nouvelle, d'appliquer le principe de la superrégénération à peu près à n'importe quel montage ordinaire de réception.

La plupart de ces montages ne valent pas tant par leur construction (qui doit cependant être particulièrement soignée) que par leurs réglages ; en somme, la superrégénération « vaut » surtout par l'habileté de son opérateur.

Le type que nous allons en donner n'est guère différent de la plupart des montages connus ; il comporte simplement l'addition d'une lampe haute fréquence avant le récepteur superrégénérateur.

Ce montage nous a été communiqué en décembre 1923 par M. Wacter, de Nancy, à qui il avait permis de recevoir correctement l'émission de phonie américaine du poste de Schenectady transmettant le discours de M. Dupuy.

Depuis, nous avons construit ce montage en suivant scrupuleusement les indications de M. Wacter, et nous avons réussi à recevoir fréquemment des émissions d'outre-Atlantique sur cadre de 1^m. Ce sont ces résultats qui nous incitent à publier ce montage, que représente la figure 48.

Il est destiné à des réceptions d'ondes ne dépassant pas 500^m. Le cadre, de 1^m × 1^m, comporte six spires écartées de 1^{cm},5.

Voici les valeurs des capacités :

C,	0,001	C ₁ ,	0,001	C ₂ ,	0,0005
C ₃ ,	0,003	C ₄ ,	0,0002	C ₅ ,	0,004,

Les selfs L et L₁ sont bobinées à spires jointives sur deux tubes d'ébonite (on peut utiliser du carton laqué) de 8^{cm},5 de

diamètre, avec du fil de 10/10 isolé soie ; L à 40 spires et L_1 60 spires.

L_2 et L_3 sont deux galettes identiques, comportant chacune 1 200 spires de fil 3/10 recouvert soie, bobinage en vrac rangé

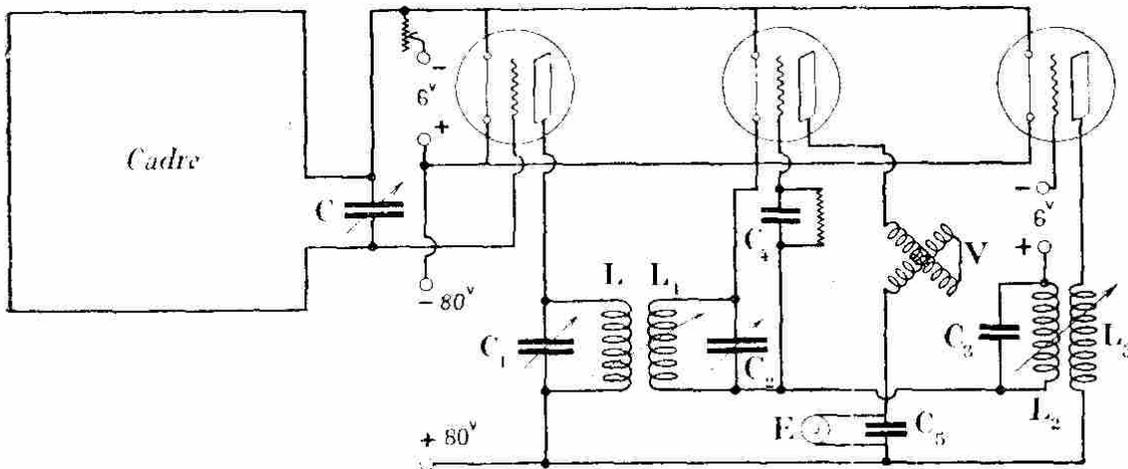


Fig. 48. — Montage en superrégénération.

(à spires jointives couche par couche), le diamètre intérieur étant de 2^{cm},5.

Le variomètre V est constitué par un cylindre d'ébonite de 8^{cm},5 de diamètre, à l'intérieur duquel tourne un second cylindre, de 7^{cm} de diamètre, le nombre total des spires étant d'environ 60.

M. Wacter recommande l'usage des lampes Fotos.

Il insiste sur les points suivants : inutile de munir les condensateurs de manches isolants ; *séparer largement* les éléments du montage ; mettre au moins à 4^m des autres circuits le cadre et son condensateur d'accord ; coupler faiblement L et L_1 .

Remarquons que la détection s'opère par condensateur shunté ; nous préférons nettement l'utilisation d'une résistance variable de 6 mégohms shuntant le condensateur de grille.

Réglages du dispositif. — Amorcer les oscillations à 10 000 périodes en couplant légèrement L_2 et L_3 .

C et C_1 étant au zéro, accorder L_1C_2 à l'ondemètre sur l'onde

à recevoir ; accorder ensuite LC_1 sur L_1C_2 , puis enfin le circuit du cadre.

Pendant tous ces réglages, conserver la réaction accrochée par le jeu du variomètre.

On voit que tous les réglages s'opèrent à l'ondemètre ; c'est à notre avis le meilleur et le plus sûr moyen de se servir convenablement des dispositifs à superrégénération.

Nous avons terminé l'examen des dispositifs de réception que nous utilisons couramment avec quelque succès et que tous pourront facilement réaliser avec les indications que nous avons fournies.

L'étude des ondes courtes, et très courtes qui se généralise de plus en plus, exige la réalisation de dispositifs spéciaux, en particulier au point de vue des accords.

Selfs et capacités variables doivent être spécialement construites en vue de ces réceptions.

Nous allons donner les procédés que nous employons pour réaliser les unes et les autres lors des études de ces ondes.

Selfs pour ondes courtes. — Nous avons indiqué figure 24 la façon de réaliser ces selfs fixes, selfs qui possèdent le minimum possible de capacité répartie.

Voici une légère modification de construction qui permet, sur le même principe, d'établir en quelques minutes variomètres, vario-coupleurs ou selfs couplées à couplage variable par rotation.

On utilise un mandrin de bois de 70^{mm} de diamètre comme dans le premier cas ; une circonférence de ce mandrin est encore divisée en 11 parties, mais ici *ces 11 divisions ne sont pas égales*. On commence par en situer deux, A et B, à l'extrémité d'un diamètre, puis on divise la demi-circonférence à droite de AB en 5 parties égales Aa, aa, ... et celle à gauche en 5 parties égales Ab, bb, ...

On réalise ainsi, pour effectuer le bobinage correctement, un nombre impair de croisements ; mais la disposition des spires,

légèrement irrégulière, permet de passer à travers la self réalisée et parallèlement à son plan un axe matériel (ébonite, bois paraffiné, etc.) pouvant servir d'axe de rotation à une seconde self concentrique bobinée sur le même mandrin.

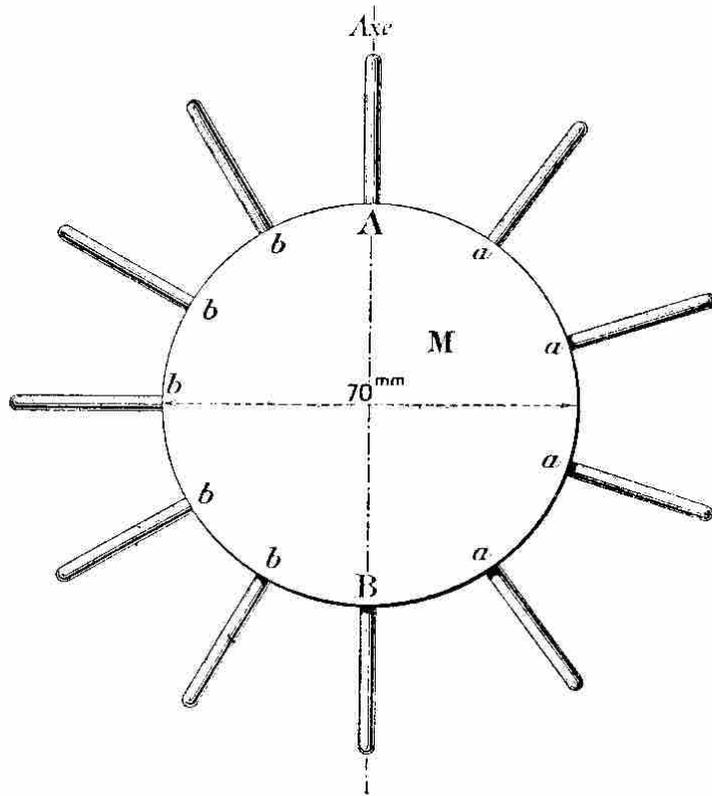


Fig. 49. — Mandrin pour réalisation de selfs concentriques à couplage variable pour ondes courtes.

Pour constituer ces deux selfs et leur donner le jeu nécessaire, on enroule d'abord la première, qui sera le rotor, en partant du centre et l'on ligature ses spires lorsqu'elles sont en nombre suffisant pour atteindre le but poursuivi. Puis, sans enlever cette première self, on bobine à la suite sur le mandrin, comme s'il s'agissait de fil conducteur, une

corde de même diamètre environ en faisant 3 ou 4 spires; puis, reprenant le fil conducteur, on bobine la seconde self destinée à former le stator du dispositif et on la ligature aux points de croisement. Les broches enlevées, la ficelle tombe d'elle-même; restent les deux selfs, qu'il suffit de monter sur un axe central passant en AB.

Selon le couplage de ces deux selfs variables et le nombre des sections du stator, on réalise très rapidement des dispositifs extrêmement souples et se prêtant à des combinaisons variées.

Capacités variables pour ondes courtes. — Non seulement

ces capacités seront toujours très faibles en leur totalité (de

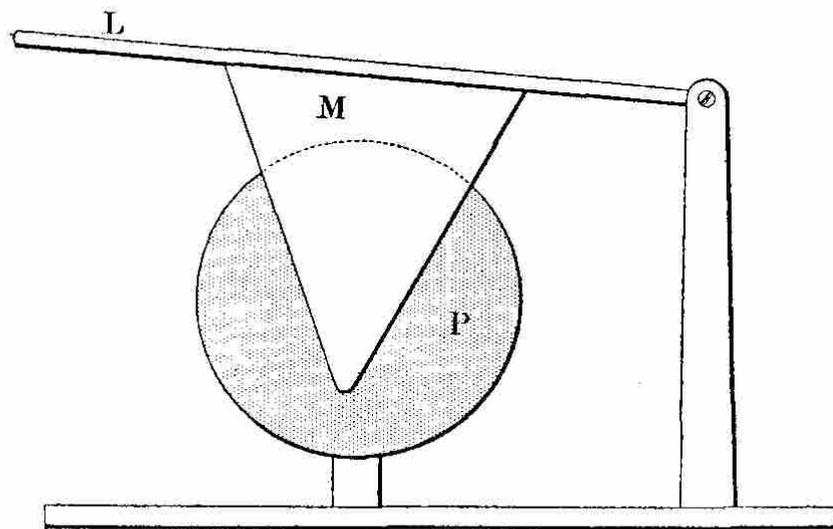


Fig. 50.

un quart à un dixième de millième); mais elles devront surtout avoir des variations extrêmement lentes.

Les appareils démultiplicateurs, les verniers à une lame usuels sont bons jusqu'aux environs d'une cinquantaine de mètres de longueur d'onde; au-dessous, il devient rapidement nécessaire d'avoir recours à des dispositifs plus sensibles.

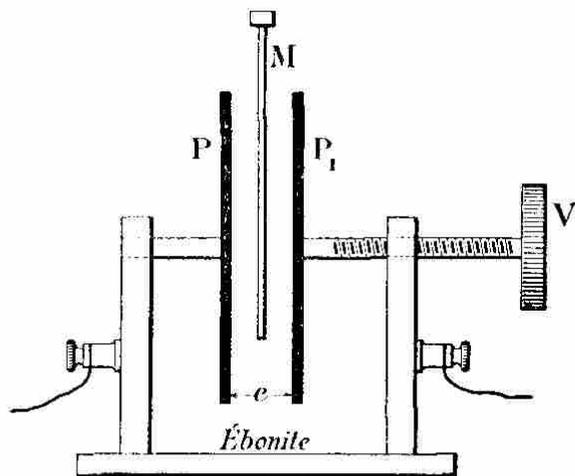


Fig. 51.

Un bon moyen consiste à faire varier non plus la surface des armatures en présence ou l'épaisseur du diélectrique *air* qui les sépare,

mais bien la *nature* de ce diélectrique, en combinant ces deux dernières variations.

Les figures 50 et 51 montrent le dispositif de ce vernier spécial, qui se met en parallèle sur une capacité variable ordinaire de faible valeur.

On voit en M un triangle de mica assez épais porté par un

bras de levier L qui permet de le faire pénétrer plus ou moins entre deux plateaux métalliques P , P_1 , dont l'un est fixe et l'autre variable par le jeu de la vis micrométrique V . Cette vis permet de faire varier e , tandis que la pénétration variable de la lame de mica fait varier la valeur du pouvoir inducteur du diélectrique.

Il serait à souhaiter qu'un constructeur adapte ce dispositif aux condensateurs variables usuels de capacité totale réduite.

CHAPITRE III

LES APPAREILS D'ÉMISSION

Notre intention, dans les quelques pages de ce chapitre, n'est pas d'apprendre à nos lecteurs les théories qui président à l'émission ni à l'installation des émetteurs et de leurs divers organes, mais simplement de les guider dans la voie de l'émission pratique d'amateur en leur décrivant les dispositifs que nous avons réalisés et qui nous ont permis, soit d'atteindre de bonnes portées avec de très faibles puissances, soit d'atteindre plusieurs milliers de kilomètres avec 100 watts à l'alimentation.

A ce sujet nous rappelons que si, en France, la réception n'est soumise qu'à une simple formule de déclaration, l'émission nécessite une autorisation spéciale, le passage d'un examen facile et le versement à l'État d'un droit annuel de 100 francs.

Ceux d'entre nos lecteurs qui désireraient se livrer à l'émission trouveront le texte complet des décrets qui la régissent à la librairie Vuibert(1).

Si les émetteurs amateurs français veulent acquérir des libertés de plus en plus grandes, voir élargir les conditions de leur trafic, nous ne saurions trop les engager à entrer nettement dans la voie légale.

Rappelons également à ceux qui voudraient apprendre ce qu'est l'émission, en connaître la technique et s'y perfectionner, que la *Société Française d'Étude de T. S. F.* a créé une section

(1) Réglementation des postes de T. S. F. privés (1 fr. 25).

d'émission sous la direction du Président de son Comité technique, M. Laborie, technicien et praticien averti.

Si, au point de vue « travail manuel », établir un émetteur est plus facile que réaliser un bon récepteur, il n'en est plus de même au point de vue « rendement ».

Seules des mesures fréquentes, des modifications de détail bien conduites améliorent un émetteur, et nous pousserons toujours les amateurs à chercher à réaliser le maximum de portée avec le minimum de puissance, tout en considérant que le maximum de portée que nous envisageons n'est pas un maximum de hasard ou de record, mais un maximum en service régulier.

C'est pour l'obtention de ces résultats et pour leur vérification répétée que doit jouer le plus possible l'union entre émetteurs et récepteurs que nous avons toujours préconisée.

Amateurs récepteurs bien outillés, consacrez chaque soir, entre 22 et 23 heures, un seul quart d'heure, une demi-heure tout au plus à l'écoute des émetteurs amateurs (dans la zone 80-200^m environ), puis faites part régulièrement, soit individuellement, soit par la voie de la presse spéciale (le supplément décadaire de *La T. S. F. Moderne* est tout indiqué pour ces avis) de vos écoutes bien vérifiées, en ayant soin de n'indiquer que les réceptions d'émetteurs distants d'au moins 50^{km} et de mentionner la nature du récepteur et l'intensité de réception. Vous rendrez ainsi de grands services aux émetteurs, qui, non seulement vous en seront reconnaissants, mais peu à peu entretiendront avec vous des relations de plus en plus amicales qui resserreront les liens des radiophiles français.

Les appareils émetteurs sont composés d'organes dont les fonctions sont analogues à celles des récepteurs : lampes à 3 électrodes, selfs, capacités, résistances ; mais ces organes sont, du fait de leur nouvelle destination, de construction fort différente, les courants qui les traversent étant d'intensité très supérieure en général et tous ces organes devant être adaptés uniquement aux constantes des ondes relativement courtes.

L'émission en ondes amorties est formellement interdite aux amateurs, avec juste raison. Ils ne peuvent utiliser que des ondes entretenues, sous trois formes : entretenues modulées à l'émission par leur courant générateur alternatif et ne pouvant servir par conséquent qu'aux émissions en télégraphie ; entretenues pures utilisées en télégraphie ; entretenues pures modulées par la parole, c'est-à-dire émissions en téléphonie.

Nos lecteurs savent qu'une hétérodyne, un simple poste récepteur autodyne même, sont de petits émetteurs dont la portée n'est pas négligeable (nous avons pu réaliser 12^{km} en télégraphie avec un simple récepteur autodyne accroché et seulement 80^v à la plaque, réception faite sur deux valves). Ils savent également que ce sont ces radiations qui rendent fort désagréable à nombre d'écouteurs le voisinage d'amateurs novices qui abusent de l'usage de la réaction.

Pour émettre à plus grande distance, il suffit de réaliser des appareils de même nature, appropriés aux ondes courtes et utilisant des sources plus puissantes.

L'hétérodyne et l'autodyne sont le trait d'union entre la pratique de la réception et celle de l'émission.

Partant de là, on voit que le premier point à envisager est celui de l'augmentation de puissance. Cette augmentation s'effectue :

1^o en utilisant des groupements de lampes de réception en parallèle ;

2^o en utilisant des lampes spéciales de plus grande puissance ;

3^o en augmentant la tension plaque.

Ceci nous amène à examiner les lampes et les sources, point de départ pratique de l'émission.

Les lampes à utiliser seront définies par la tension de plaque dont on peut disposer. Si cette tension est fournie par des piles ou de petits accus de 0^A,5, on ne peut guère pratiquement dépasser 320 volts, et dans ce cas on s'adressera aux

lampes de réception, type T. M., Métal, Radiotechnique, Fotos, etc.

Ces lampes donnent par unité une puissance plaque de 3 watts utiles avec un courant de saturation d'environ 35 millis pour un chauffage voisin de 5 volts.

Si l'on dispose d'environ 600 volts, on pourra utiliser les émetteurs E3, Radiotechnique d'une puissance plaque de 15 watts.

Au delà, si l'amateur peut obtenir de 800 à 1 000 volts, il utilisera avec avantage les E 250 (Radio-major) de la Radiotechnique ou les 40 watts Grammont, les unes et les autres de puissance utile de 40 watts.

Enfin les tensions de 1 000 à 1 200 volts serviront utilement à alimenter les lampes E 4 Métal, dont la puissance plaque atteint 60 watts pour un courant de saturation de 60 millis et un chauffage d'environ 6^v,5.

On peut toutefois, pour une tension plaque déterminant un type de lampe quelconque, augmenter la puissance et par conséquent la portée en utilisant des lampes en parallèle. Cependant il faut se souvenir que la puissance n'augmente pas proportionnellement au nombre des lampes, mais beaucoup plus lentement.

De plus, nous devons dès à présent mettre les amateurs en garde contre les fallacieuses indications de l'ampèremètre d'antenne.

Cet appareil de mesure n'est en réalité qu'un appareil de comparaison, dont le maximum n'indique que la réalisation correcte des divers accords.

L'énergie rayonnée varie avec le carré de l'intensité du courant et de la hauteur de l'antenne. Ces facteurs caractérisent la *résistance de rayonnement* de l'aérien pour une longueur d'onde donnée.

Nous insistons sur ce point, car c'est surtout ce facteur « résistance de rayonnement » qu'il faut chercher à augmenter le plus possible dans une installation d'émission, à hauteur d'antenne donnée.

LES SOURCES D'ALIMENTATION

EN L'ABSENCE DE SECTEUR ALTERNATIF.

Par suite de circonstances particulières (manque de courant de secteur pendant longtemps), nous avons été amené à utiliser à peu près toutes les natures de sources possibles comme alimentation.

Pour les essais à faible énergie, nous avons utilisé soit trois ou quatre batteries d'accumulateurs de 80^v, soit des piles.

Il est bon, lorsqu'on emploie les accus, de réunir les différentes batteries non par un fil de cuivre, mais bien par un fusible fin.

Comme piles nous avons utilisé avec succès des piles Fery grand modèle. Toutefois il est bon de ne pas prolonger l'émission outre mesure et de laisser de temps à autre la batterie reposer quelques heures.

Au delà de 300^v, si l'on ne dispose pas de courant de secteur, il faut avoir recours aux convertisseurs ou aux génératrices entraînées par un moteur thermique.

Les convertisseurs peuvent être de quatre natures différentes :

1^o Convertisseur rotatif à deux enroulements, l'un moteur alimenté par 12^v, fournis par des accumulateurs sous forte intensité, l'autre débitant du courant continu à 600 ou 700^v ;

2^o Convertisseur à machines couplées, comprenant un moteur alimenté par accumulateurs qui entraîne une génératrice de continu haute tension ;

3^o Convertisseur à bobine d'induction.

On utilise une bobine analogue aux bobines *Ruhmkorff* à alimentation primaire effectuée sur 12^v environ et à rapport de transformation voisin de 60. On doit alors mettre dans le circuit secondaire d'alimentation une soupape redresseuse (les valves à gaz, et notamment les valves au néon, sont particulièrement

recommandables dans ce cas, avec addition d'un filtre). La figure 52 montre le schéma de ce dispositif ;

4° Convertisseur stato-mécanique. Ce type, qui a été étudié

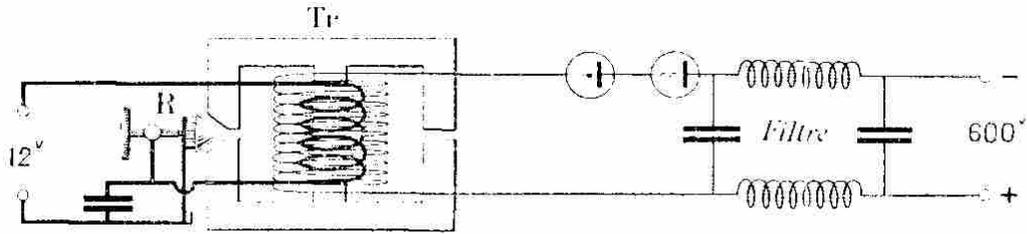


Fig. 52.

et mis au point par M. Barthélemy, demande une description particulière. Un de ces appareils, construit par le regretté M. Ancel, nous a fort utilement servi.

Ce convertisseur comprend un moteur M (fig. 53) de faible

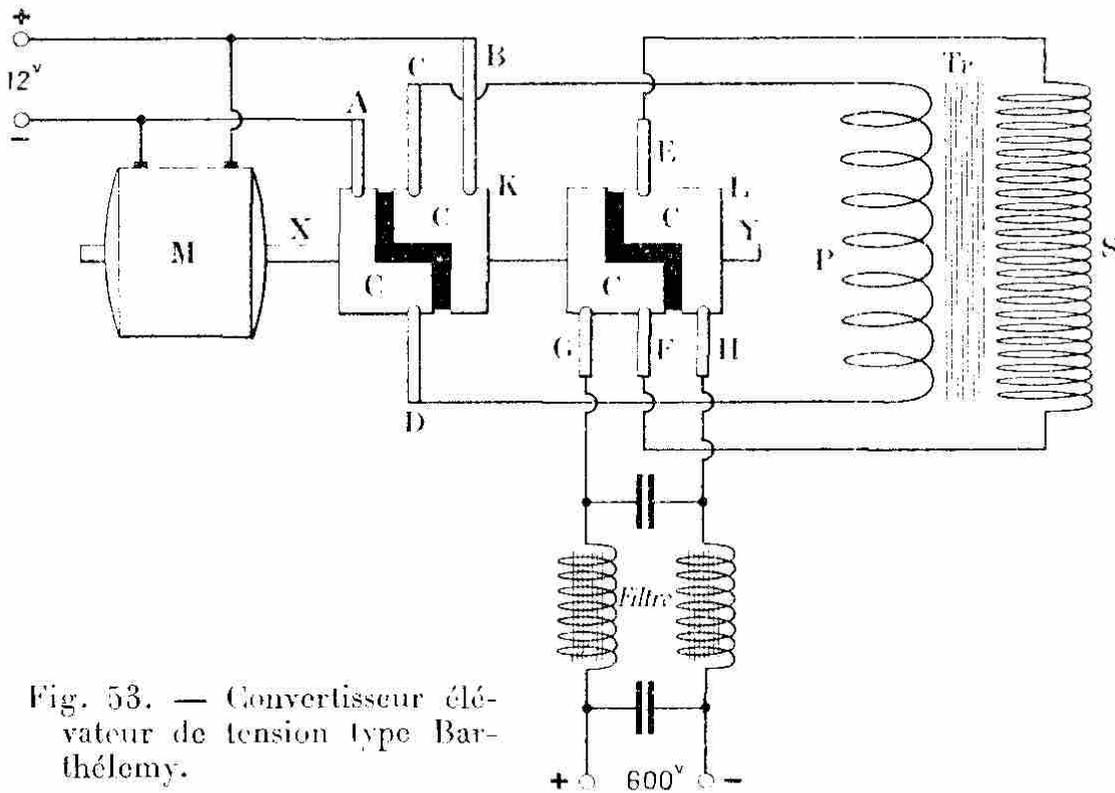


Fig. 53. — Convertisseur éleveur de tension type Barthélemy.

puissance, alimenté par le courant dont on veut élever la tension ; il est destiné à assurer les commutations. Son axe XY porte à cet effet deux tambours d'ébonite supportant les bagues

de commutation C, C, échancrées en demi-coquille. Les bagues de K reçoivent le courant de 12^v et le changent de sens à chaque demi-rotation. Ce courant, devenu alternatif, va par C et D au primaire d'un transformateur élévateur de tension; à la sortie du secondaire le courant de haute tension est dirigé vers le commutateur L, qui le redresse; le courant redressé étant recueilli par les lames E et F, est utilisé pour l'émission après filtrage.

En réalité les lames de commutation sont des balais porte-charbons, et c'est dans la perfection de leur réglage que réside la difficulté de réalisation du système.

Au delà de 600^v les courants de haute tension sont plus difficiles à obtenir.

En l'absence de secteur, il n'est guère possible que d'employer un groupe moteur-générateur à moteur thermique à gaz ou essence entraînant une génératrice, soit de courant continu (Ragonneau, Gaumont, etc.), soit de courant alternatif à basse tension que l'on élève à l'aide d'un transformateur.

Si l'on dispose du secteur et que celui-ci soit continu, il n'est pratiquement possible que d'avoir recours à un groupe moteur-générateur (1).

AVEC LE SECTEUR ALTERNATIF.

Avec un secteur alternatif, le problème change entièrement de face.

Rien de plus facile, par simple emploi d'un transformateur approprié, que d'obtenir économiquement la tension voulue. La

(1) On a proposé, pour transformer le courant continu à basse tension en courant continu à haute tension, de charger des condensateurs de grande capacité (plusieurs microfarads) en parallèle et de les décharger en série, les opérations de charge et de décharge étant réalisées mécaniquement par un commutateur rotatif tournant à grande vitesse et le courant de sortie étant ensuite filtré.

Il ne semble pas que ce dispositif curieux ait donné, en pratique, les résultats espérés.

maison Ferrix en a établi une série qui répond à tous les desiderata des amateurs, et nous n'utilisons plus que ce système depuis que nous avons le secteur.

Le courant de haute tension (1 000 à 2 000^v) sortant du secondaire du transformateur peut être employé de deux manières :

1^o Sans modification, et dans ce cas l'émission (uniquement possible en télégraphie) est modulée suivant la fréquence du secteur ;

2^o Après redressement et filtrage, ce qui permet des émissions en ondes entretenues pures et en phonie si filtrage et redressement sont convenables.

Il est à peu près impossible, pour ces hautes tensions, d'user de redresseurs mécaniques. Deux systèmes seuls peuvent donner toute satisfaction : le redressement électrochimique, le redressement ionique par valve.

Le premier est plus facile à établir par l'amateur que le second ; tout au moins, il est moins dispendieux d'installation ; mais le redressement est moins sûr, plus délicat à réaliser convenablement, et les appareils demandent une attention soutenue et une vérification fréquente. Le second est excellent ; mais il a contre lui son prix de revient élevé, du fait de la consommation du courant de chauffage des lampes redresseuses et de l'amortissement de leur prix de revient.

Nous allons décrire l'un et l'autre système.

Redressement électrochimique.

On utilise pour effectuer le redressement le phénomène de conductibilité unilatérale que présente le dispositif de deux lames métalliques, l'une d'aluminium, l'autre de plomb, de fer ou de charbon, plongées dans certains électrolytes (solutions d'un bichromate, de bicarbonate de soude, de phosphates de soude ou d'ammoniaque, de borate de soude, etc.).

Les conditions principales d'utilisation de ce dispositif sont au nombre de cinq :

1° Donner une surface suffisante aux électrodes, cette surface devant être de *sept centimètres carrés* pour chaque électrode pour une intensité de courant de *quarante milliampères*.

Ex. : si le courant de plaque nécessite $0^A,2$, il faudra donner à chaque électrode une surface de $\frac{200}{40} \times 7 = 35 \text{ cm}^2$.

2° L'aluminium utilisé doit être *très pur*. C'est ce défaut de pureté qui vaut la plupart du temps des reproches à ce mode de redressement.

3° L'électrolyte (solution de borate de soude dans l'exemple que nous allons donner) doit être à saturation à *froid*, de sorte qu'à la température des bacs, qui est toujours supérieure à la température ambiante, la solution sera légèrement en dessous de son point de saturation.

4° La quantité de liquide contenu dans les bacs doit être assez élevée pour que la température ne puisse s'élever au-dessus de 40° , car vers 50° le redressement devient mauvais, et nul vers 60° .

5° On doit utiliser un nombre d'éléments tel, que chacun d'eux ne soit soumis qu'à une tension de 50 volts au plus.

On peut disposer d'un transformateur avec ou sans prise médiane sur le secondaire (nous conseillerons toujours le premier modèle, mais il faut se souvenir que la tension utile est celle qui existe *entre le point médian et l'une des extrémités*).

Si l'on dispose d'un transformateur à secondaire sans prise médiane, on montera de préférence les bacs « *en pont* », comme le montre la figure 54.

Nous n'avons figuré qu'un bac par branche ; en réalité, si la tension aux bornes du secondaire est de n volts, il faudra *dans chaque branche* $\frac{n}{2 \times 50}$ bacs. On aura soin de veiller à l'exactitude du sens des connexions en se rappelant qu'une tension

alternative appliquée à ces redresseurs laisse passer le courant de telle sorte que le *pôle positif* se trouve à *l'électrode aluminium*.

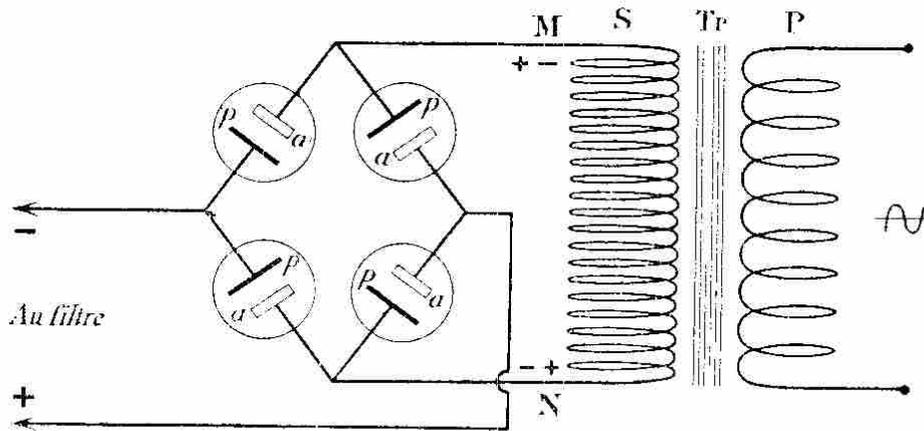


Fig. 54.

Il faut également savoir que ces redresseurs absorbent une certaine énergie.

En pratique, on trouvera à la sortie une tension inférieure de $\frac{1}{25}$ à la tension de sortie du secondaire du transformateur ; on devra donc prendre celui-ci en tenant compte de cette chute.

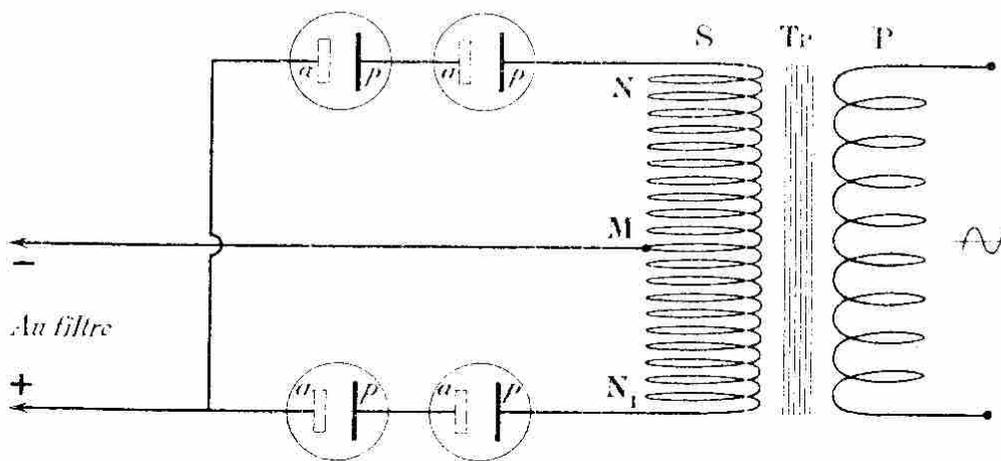


Fig. 55.

Si l'on utilise un transformateur à prise médiane, on disposera les bacs de redressement comme le montre la figure 55.

La tension entre M et N, égale à celle entre M et N₁, étant

de n volts, le nombre des bacs dans chaque branche N et N₁ devra être de $\frac{n}{2 \times 50}$ et l'on recueillera à la sortie un courant de tension $x = n - \frac{n}{25}$ environ.

Voyons maintenant comment réaliser et utiliser la batterie de bacs redresseurs.

Chacun d'eux sera constitué par un bocal à large ouverture d'une contenance d'*au moins* un demi-litre. Ces bocaux seront fermés par une plaque, qui peut être de bois verni à condition que les connexions de sortie des électrodes soient fixées sur une

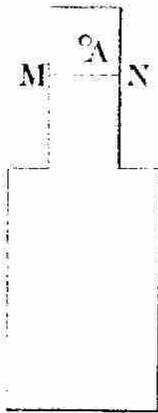


Fig. 56.

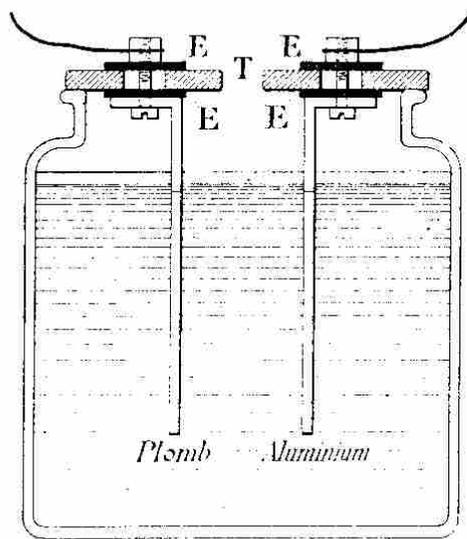


Fig. 57.

plaque d'ébène, cette façon d'opérer diminuant le prix de revient.

Chaque bac renfermera une électrode d'aluminium et une électrode de plomb, dont les dimensions auront été déterminées comme il a

été dit précédemment. On donnera à ces électrodes la forme de la figure 56. Elles seront pliées à angle droit en MN et fixées au couvercle comme le montre la figure 57. Un trou T sera réservé au milieu de ce couvercle.

La solution de borate de soude sera préparée à part dans une bombonne de verre d'une vingtaine de litres de capacité. Cette solution sera effectuée à *froid* en tenant compte de ce qu'un kilo de borate de soude (borax commercial) est soluble dans 22 litres d'eau pure. On aura soin d'employer du borate pur et de l'eau distillée.

Cette solution ne sera pas filtrée, mais décantée à l'aide d'un siphon dans les bacs d'utilisation.

On laissera quelques centimètres d'écart entre le bas des électrodes et le fond des bacs. Ceux-ci étant remplis jusqu'à un centimètre au-dessus de l'épaulement des lames, on versera à la surface de la solution une légère couche d'huile de vaseline.

Les bacs étant montés, il faut (quoi qu'en aient dit certains auteurs) *former* les lames.

Pour cela on les met *en série* et on les connecte au secteur, en ayant soin de mettre deux lampes carbone de 50 bougies en

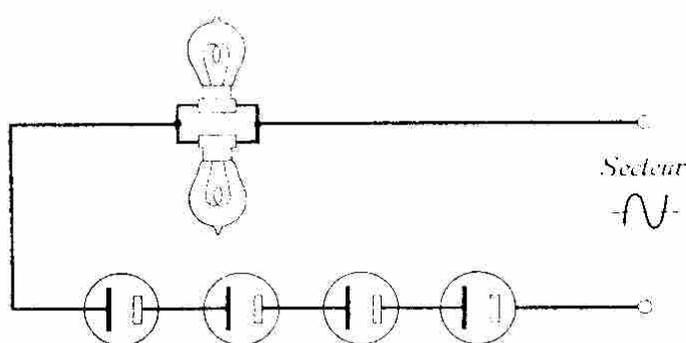


Fig. 58.

parallèle dans le circuit, comme le montre la figure 58, et on laisse passer le courant environ 12 heures.

Ils sont alors bons à mettre en service. Si l'on ne prenait cette précaution de former

les soupapes, leur mise en service immédiate sur le transformateur mettrait son secondaire en court-circuit.

Lorsque les soupapes fonctionnent normalement, on aperçoit dans l'obscurité une lueur verdâtre régulière sur les plaques d'aluminium. Si cette lueur est brillante et que l'on aperçoive des étincelles à la surface de l'aluminium, ceci indique que le nombre des éléments est insuffisant.

On doit fréquemment vérifier l'aspect des lames d'aluminium ; si celles-ci présentent des taches blanches, il faut les nettoyer jusqu'à ce qu'elles soient brillantes, sans changer la solution ; si ce sont au contraire des taches noires, nettoyer et changer la solution.

Avant d'examiner les filtres qui suivent les redresseurs, nous allons voir le redresseur à valves. Ce dispositif, ainsi que celui du filtre que nous décrirons plus loin, a été indiqué dans un numéro de *Radio News* et utilisé par nous avec plein succès.

Redressement ionique par valves.

Le montage d'un tel redresseur est très simple, il ne demande, comme précautions de construction, qu'un isolement rigoureux.

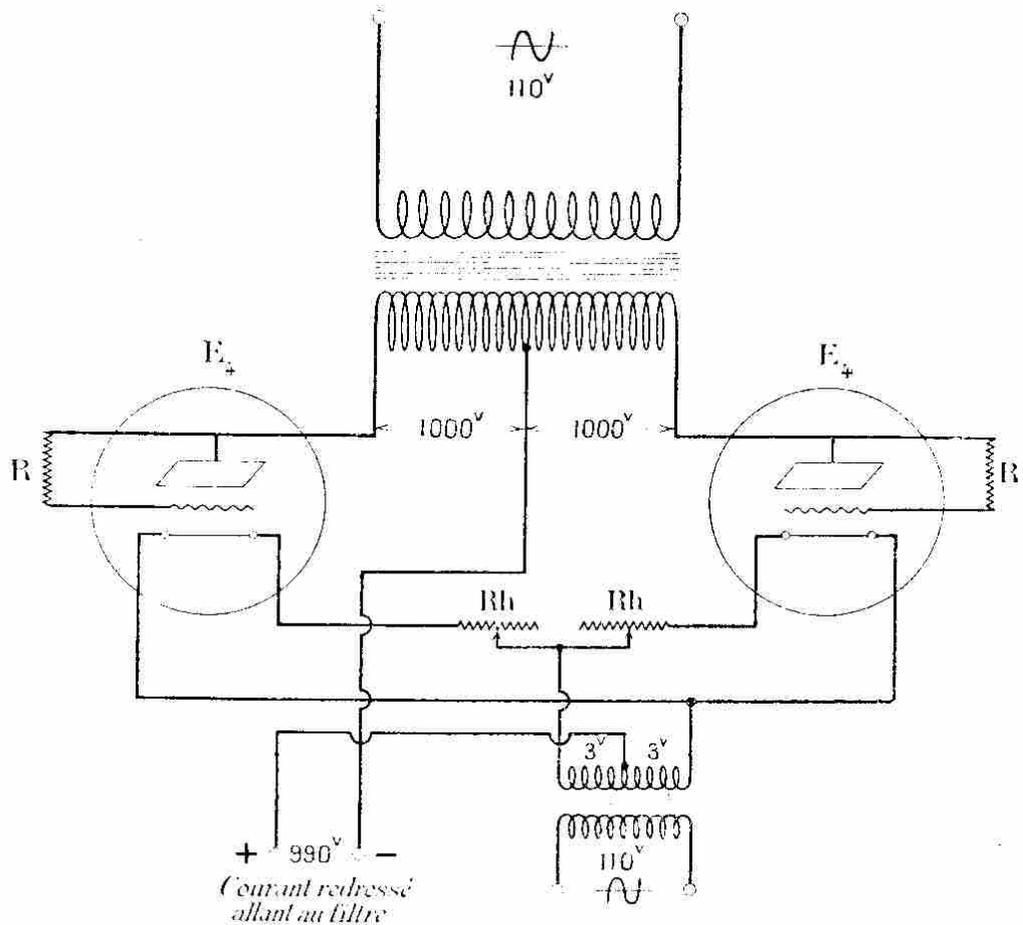


Fig. 59. — Alimentation de tension plaque en courant redressé.

Les rhéostats Rh (20^{oh}) servent à équilibrer les valves.

Les résistances R, de 8 à $10\,000^{\text{oh}}$, protègent le transformateur au cas où le filament viendrait à entrer en contact avec la grille.

Il peut être construit sur un plateau d'ébonite; mais nous préférons le marbre, et c'est lui que nous avons utilisé.

Ce plateau porte simplement deux lampes redresseuses (de préférence des E, de 50 watts), dont les connexions de plaque et grille sont réunies par une résistance.

Le chauffage des filaments de ces valves peut être effectué par accus ou par transformateur; ce second système est particulièrement à recommander.

La figure 59, qui montre le schéma de montage de ce redresseur, se passe de tout commentaire.

Les filtres.

Le courant qui sort des redresseurs n'est pas du courant continu, mais du courant *ondulé*. Il ne saurait servir convenablement à la téléphonie qu'à condition d'en « aplatir les ondulations ». Pour cela on utilise les filtres. Leurs caractéristiques varient suivant la puissance et la fréquence du courant. Nous

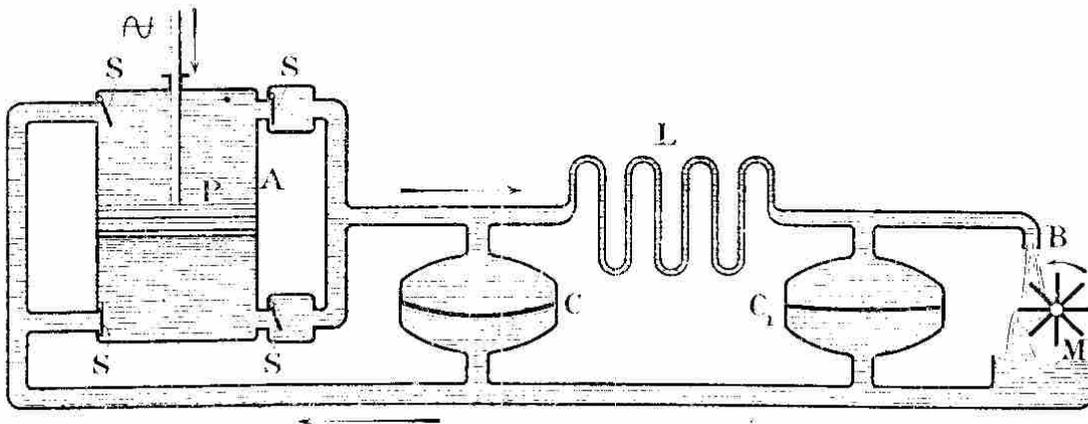


Fig. 60. — Analogie hydraulique du redressement d'un courant alternatif et de la régularisation du courant ondulé par un système filtreur.

allons donner comme type la construction d'un filtre utilisé sous 50 périodes pour une puissance de 100 watts.

Définissons le rôle des filtres en prenant une analogie hydraulique (ces analogies, qui ne tiennent pas compte du déphasage, ne sont qu'approchées mais rendent compte de la marche générale des phénomènes). Soit (*fig. 60*) un corps de pompe A dans lequel se meut alternativement un piston P. Le mouvement des masses d'eau qu'il contient serait également alternatif dans un tuyau réunissant les deux extrémités du corps de pompe et ne contenant aucun dispositif particulier. Si, au contraire, comme nous l'avons représenté, on dispose convenablement des soupapes S, S, le courant extérieur aura toujours lieu dans le même sens.

Les soupapes jouent le rôle des dispositifs aluminium-plomb

ou des valves ioniques : ce sont des redresseuses. Mais par suite du mouvement alternatif du piston, si le courant est redressé sa vitesse n'en reste pas moins irrégulière, et l'écoulement a lieu par saccades ; c'est pour éviter ces saccades qu'intervient le filtre.

Disposons entre les deux tuyaux de sortie un réservoir C divisé en deux parties par une membrane élastique. Lors des excès de pression dans l'un ou l'autre sens, cette membrane se déforme, et aux moments de moindre pression son élasticité restitue de l'énergie à la masse liquide, régularisant ainsi, en partie, la vitesse du courant ; C joue le rôle d'un condensateur.

La régularisation ainsi obtenue n'est encore que grossière ; pour l'augmenter, on oblige l'eau à passer dans un tube fin L,

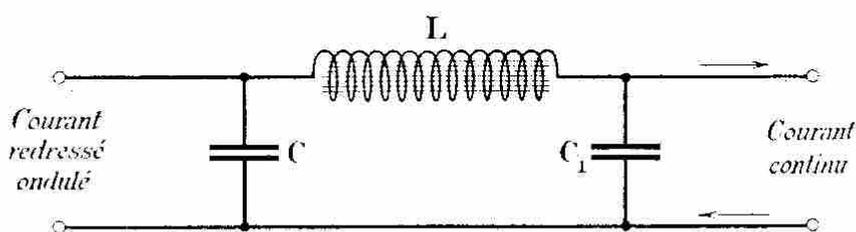


Fig. 61.

plusieurs fois replié, qui oppose au mouvement du liquide un certain frot-

tement. Du fait de cette résistance, le temps de décharge en C est augmenté, et la vitesse devient beaucoup plus uniforme ; L joue le rôle de la self des dispositifs électriques (1).

Enfin un deuxième réservoir, C_1 , à membrane élastique (condensateur), ajoutant son action au dispositif précédent, l'écoulement de l'eau en B devient très régulier et peut alimenter sans à-coups un moteur quelconque M.

Électriquement, cette figure se traduit par la figure 61.

Pratiquement, on doit chercher surtout à éviter qu'il existe une capacité trop importante entre les spires de la self L. Cette capacité nuisible, dite capacité répartie, est en effet analogue, en reprenant l'exemple hydraulique, à un grand nombre de tuyaux de dérivation qui relieraient les branches en V du

(1) En réalité, ce tube ne représente qu'une résistance ohmique et non une impédance.

tuyau fin L, diminuant ainsi son impédance, donc son efficacité.

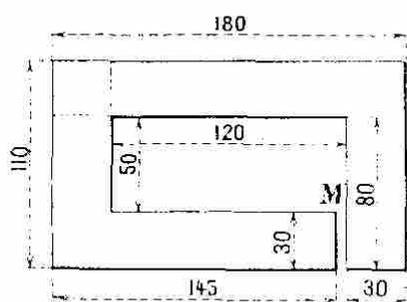


Fig. 62

Partant de cette idée, nous construirons la self du filtre avec les bobines présentant le minimum de capacité répartie, *les nids d'abeilles*. On prendra quatre nids de 1 500 spires (diamètre intérieur de 45^{mm}), d'une part; d'autre part, on construira le noyau de manière qu'il soit constitué de lames de fer doux et qu'il ait l'aspect et les dimensions de la figure 62. Il aura une section carrée de 30^{mm} sur 30^{mm}. On voit qu'il n'est pas fermé, mais qu'on a laissé en M un espace de 5^{mm}; ce dispositif a pour but de diminuer les harmoniques.

Pour le construire, on prendra une feuille de fer doux de 5/10, dans laquelle on découpera 30 pièces de chacune des

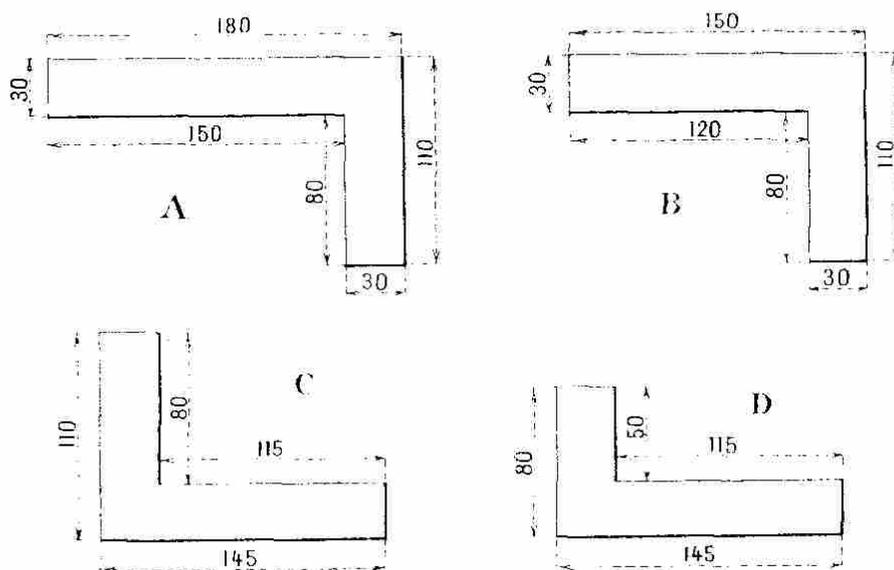


Fig. 63.

formes A, B, C, D (*fig. 63*). Une fois découpées, ces lames seront planées, et soigneusement ébarbées et rectifiées à la lime; puis elles seront vernies sur une de leurs faces (il est préférable de vernir après découpage, ce dernier arrachant le vernis).

On empile ensuite les pièces A et B en commençant par une

pièce A, continuant par B, puis par A, etc., les intervalles en chicane ainsi constitués à l'extrémité gauche servant ensuite à insérer les pièces C et D.

Avant d'opérer cette insertion, on prépare les selfs en garnissant chacune d'elles d'un ruban verni ou huilé, et on les enfle sur la partie horizontale du noyau, sur laquelle elles seront bloquées.

Puis on insère successivement les pièces C et D dans leur logement ; enfin, pour bien maintenir l'ensemble et éviter les vibrations mécaniques, on bloque les branches verticales entre deux planchettes maintenues par des boulons. (Ce mode de procéder au blocage est plus simple et plus facile à réaliser que le blocage par boulons traversant les lames, celui-ci devant être effectué sur isolant et sans qu'une communication magnétique puisse exister entre lames.)

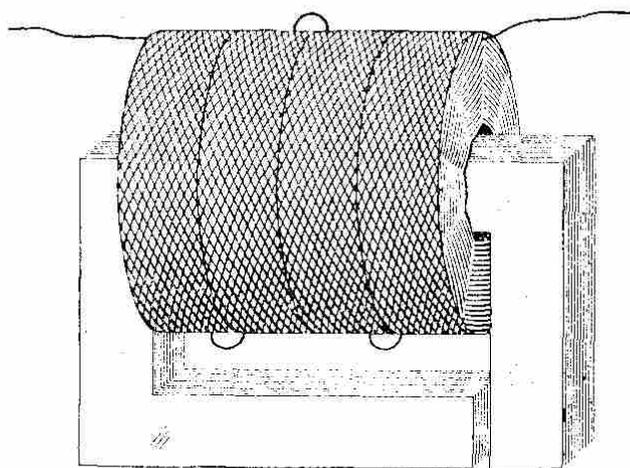


Fig. 64. — Self de filtre terminée (on n'a pas fait figurer les planchettes latérales de blocage).

La self terminée présente l'aspect de la figure 64.

La self terminée présente l'aspect de la figure 64.

Les condensateurs ont chacun une capacité de deux microfarads. Destinés à supporter des tensions élevées, on choisira pour leur diélectrique du mica, du verre, ou un papier paraffiné spécial et afin d'éviter les effluves on les noiera dans le pétrole (1).

Il nous est impossible de donner exactement les constantes

(1) La Société Anonyme des condensateurs de Trévoux construit spécialement pour cet usage des condensateurs isolés au papier paraffiné, on aura soin de les choisir pour une tension d'essai largement supérieure à la tension d'utilisation. Nous recommandons en particulier le type M, un microfarad, tension d'essai 6000 volts (deux de ces condensateurs étant mis en parallèle).

de construction de ces condensateurs, qui dépendent de la surface des armatures, de la nature du diélectrique et de son épaisseur. Il faudra les calculer, ce qui est facile en appliquant les formules suivantes :

Capacité (en microfarads) :

$$\frac{KS}{4\pi e \times 9 \times 10^9} = \frac{KS}{1,13e \times 10^7};$$

S (surface des armatures en présence en cm²) :

$$\frac{4\pi e \times 9 \times 10^9 \times C(\text{microf.})}{K}$$

La surface totale d'un condensateur est égale à la surface d'une face d'un élément multipliée par le nombre total des lames moins une.

Ex. : si chaque armature a 10^{cm} × 10^{cm} et que l'on ait 21 armatures (10 paires, 11 impaires) :

$$\text{surface totale} = 10 \times 10 \times (21 - 1) = 2000 \text{ cm}^2.$$

Dans ces formules, S est la surface exprimée en centimètres carrés, e l'épaisseur du diélectrique exprimée en centimètres; 10⁷ signifie 10 000 000, et K est un coefficient variant suivant la nature du diélectrique.

On peut adopter pour K les valeurs suivantes :

Mica	de 5 à 8
Verre ordinaire.	3
Cristal.	6,5

On veillera à ce que les organes du filtre soient parfaitement isolés des autres appareils et du sol.

Sources constituées, filtre réalisé, il nous reste à établir les émetteurs proprement dits.

Nous allons auparavant examiner les indispensables accessoires, dispositifs de protection, résistances et appareils de mesure.

DISPOSITIFS DE PROTECTION

L'émission pratiquée seule n'a pas d'intérêt; même ne servant qu'à des mesures locales, elle reste incomplète, parce qu'il est nécessaire pour tous essais d'avoir le plus rapidement possible les résultats éloignés. Ceux-ci sont fournis par un autre émetteur, et le complément normal de l'émission est une réception bien montée, l'ensemble constituant une liaison de trafic.

Il existe des dispositifs en « duplex » qui permettent d'effectuer simultanément, sur le même aérien, émission et réception.

Délicats d'installation, nous ne saurions en recommander l'étude et l'installation qu'aux amateurs déjà « calés » et très bien outillés.

Le plus souvent, émission et réception seront distinctes. Toutefois, on peut considérer deux cas : ou l'antenne est unique pour les deux fonctions et l'une des sources (chauffage) commune, ou bien l'on dispose de deux aériens différents (deux antennes ou une antenne d'émission et un cadre de réception) et de sources nettement séparées.

Dans le premier cas, il est nécessaire d'établir des systèmes de connexions variables à deux directions, de telle sorte qu'aucun organe de réception ne reste en liaison avec l'antenne, la terre (s'il y a lieu) et les sources, lors de l'émission, et vice versa.

Ces dispositifs, qui consistent en commutateurs à liaison mécanique, sont faciles à imaginer par tous.

Afin d'assurer toutes connexions d'une manière certaine, nous recommanderons d'établir un commutateur de distribution à axe unique commandant des contacts à godets de mercure.

Un dispositif simple consiste à remplacer l'axe rotatif, souvent difficile à établir par l'amateur, par une barrette porte-connexions.

Voici un excellent moyen de réaliser ce distributeur à bon compte.

Dans une boîte de carton ou de bois M (*fig. 65*) de 2 à 3^{cm} de haut, on coule de la paraffine, puis on pratique dans ce bloc 12 alvéoles d'environ 1^{cm} de diamètre et de 15^{mm} de profondeur.

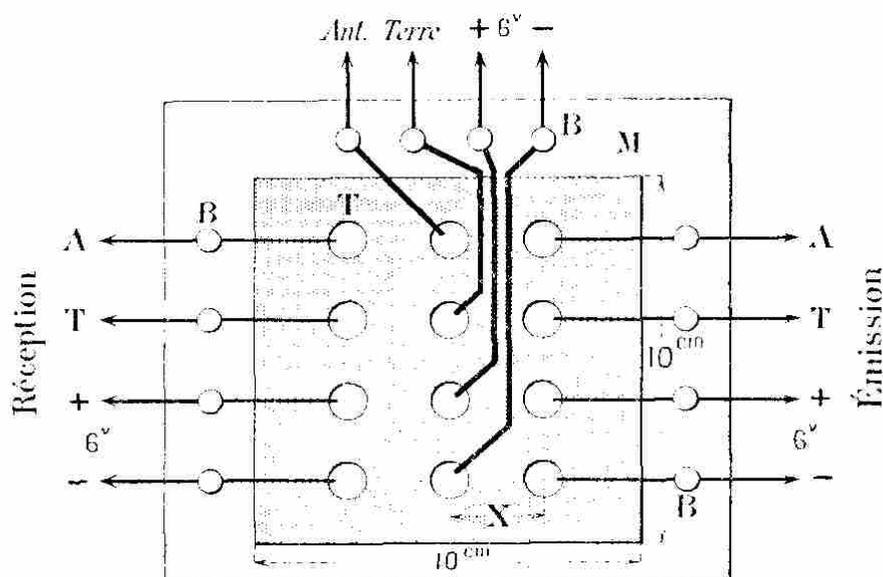


Fig. 65.

Ce bloc est fixé sur une planchette de bois verni (ou mieux d'ébonite) munie de 12 bornes B, comme le montre la figure ; ces bornes sont réunies par des conducteurs rigides aux alvéoles correspondantes, puis on dépose quelques gouttes de mercure dans chacune d'elles.

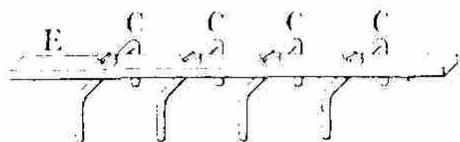


Fig. 66.

Le distributeur proprement dit est constitué, comme le montre la figure 66, par une barrette d'ébonite E supportant quatre cavaliers de cuivre C dont l'écartement des branches verticales est égal à X.

Les connexions étant montées suivant la figure 65, on voit qu'il suffit de déplacer les cavaliers vers la gauche pour la réception et vers la droite pour l'émission.

Si sources et collecteurs d'émission et de réception sont indépendants, cette précaution est inutile : mais il est bon de mettre en série sur la terre de réception un condensateur d'environ 2 microfarads.

Remarquons que ce deuxième dispositif, qui permet d'effectuer émission et réception simultanément, permet également de faire de la retransmission, par exemple de recevoir *Radio-Paris* sous 1780^m et de le retransmettre sous 200^m .

Les sources de haute tension d'émission doivent être protégées contre des courts-circuits éventuels, des surtensions et des retours de haute fréquence.

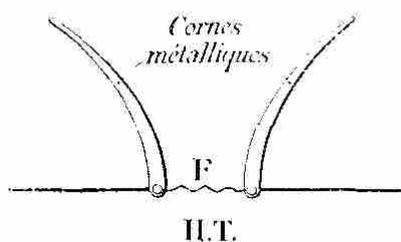


Fig. 67.

Si l'on use d'un transformateur, il faudra mettre sur son primaire un fusible de sécurité.

Si l'on emploie une génératrice, on mettra sur l'un des fils de départ un fusible muni d'un interrupteur à cornes destiné à éteindre l'arc qui peut se former à la rupture (*fig. 67*).

Pour éviter, dans la mesure du possible, les retours de

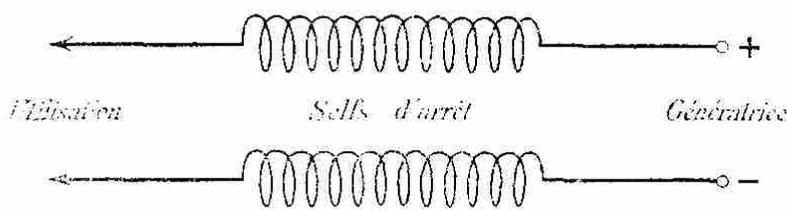


Fig. 68.

haute fréquence vers la génératrice, on disposera en série sur chaque conducteur une self d'arrêt à capacité répartie

aussi faible que possible (nid d'abeilles, fond de panier, self cylindrique à spires non jointives) (*fig. 68*).

RÉSISTANCES

On utilise, sur le circuit de grille des lampes émettrices, une résistance destinée à diminuer l'intensité du courant de grille; cette résistance est de l'ordre de 10000 ohms. Comme elle doit laisser passer un courant relativement assez intense, il n'est plus possible comme en réception de la constituer par une simple surface graphitée; il faut avoir recours à des crayons spéciaux de section plus élevée.

Le mieux est d'acheter ces crayons (mélange de graphite et de carborundum) dans le commerce ; la Société « Le Carbone » en a d'excellents.

Il est bon de pouvoir faire varier ces résistances à volonté ;

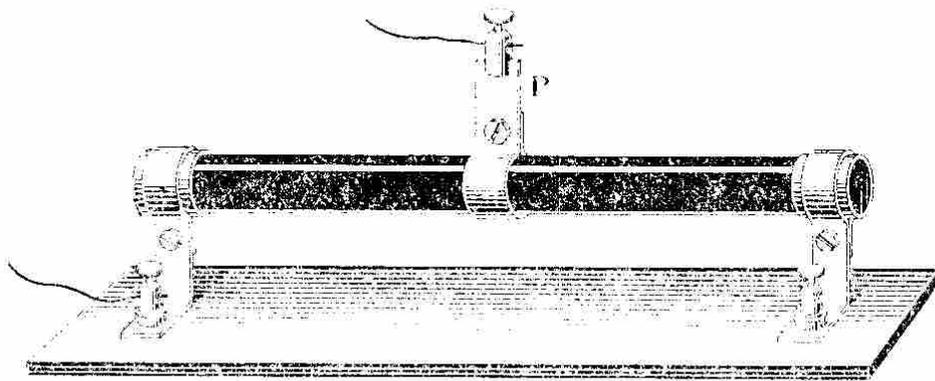


Fig. 69. — Montage d'une résistance d'émission à prise mobile P.

pour cela, on les entoure d'un collier de cuivre muni intérieurement d'une bande d'étain ; un écrou permet le serrage de l'ensemble à tel endroit choisi de la résistance (*fig. 69*).

Cette résistance, ne laissant pas passer les oscillations de haute fréquence, est toujours shuntée par un condensateur (au mica) d'environ deux millièmes.

APPAREILS DE MESURE

Ces appareils seront au nombre de trois :

1° Un voltmètre de zéro à 8 volts, destiné à vérifier constamment le chauffage des filaments, qui a une grande importance, non seulement pour la régularité de l'émission, mais aussi pour assurer aux lampes le maximum de vie ;

2° Un milliampèremètre (de zéro à 200 millis) à courant continu, qui se placera dans le circuit d'alimentation des plaques ;

3° Un ampèremètre d'antenne, qui rendra compte grossièrement du bon fonctionnement de l'émetteur et servira — sur-

tout — à accorder les circuits d'émission et d'antenne ; l'étendue de sa graduation dépendra de l'intensité d'émission.

Ce dernier appareil, qu'une fausse manœuvre accidentelle « grille » facilement, dont le prix est assez élevé, et qui ne sert en réalité qu'à fournir des indications relatives, peut facilement être construit par un amateur. Comme nous l'avons réalisé,

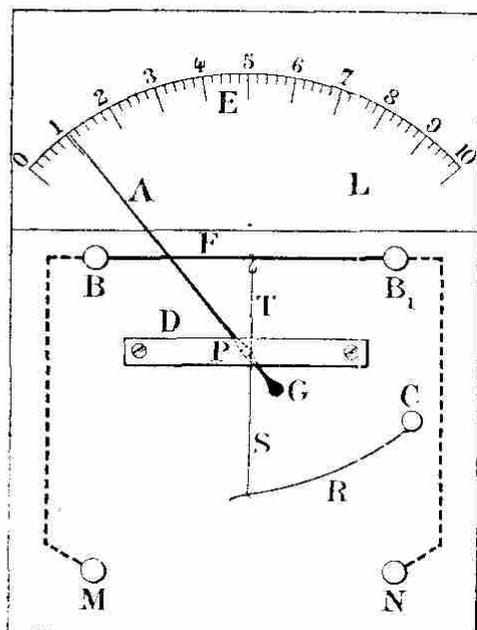


Fig. 70. — Ampèremètre d'antenne d'amateur.

après en avoir grillé quelques-uns, nous allons avec plaisir donner ce petit tuyau à nos lecteurs.

On se procurera chez un horloger la partie d'un vieux réveil qui porte le balancier. Celui-ci, étant fixé sur son axe à frottement dur, sera enlevé facilement, et l'on ne conservera que l'axe et son support de rotation. On prendra également un fragment de ressort de montre brisé. Ces accessoires, une plaque d'ébonite de 8 à 10^{mm} d'épaisseur et de 15^{cm} × 10^{cm}, cinq bornes et

quelques centimètres de fil de soie nous suffiront.

On commencera par fixer sur l'axe du balancier un fragment de fibre de bambou, qui sera collé sur cet axe au niveau de la partie évidée par un peu de seccotine ou de gutta fondue. Cette fibre, qui constituera l'aiguille indicatrice A (fig. 70), sera légèrement prolongée en G, et l'on déposera sur ce prolongement une goutte de cire, qui formera contrepoids d'équilibrage. L'axe ayant été remonté dans son support D, celui-ci sera assujéti sur le plateau d'ébonite, sur lequel on aura fixé au préalable 5 bornes B, B₁, C, M, N. B et M, B₁ et N seront réunies par deux connexions ; en C on fixera l'une des extrémités du ressort de montre.

Entre B et B₁ on fixe un fil fin de manganine, rhéotan, etc.,

facile à se procurer. (Il sera d'autant plus fin qu'on demandera plus de sensibilité à l'appareil.)

Enfin l'une des extrémités du fil de soie sera fixée à un crochet en forme d'S ; on lui fera faire une spire autour de l'axe P et l'on fixera l'autre extrémité au ressort R moyennement tendu.

L'appareil est terminé ; il ne reste plus qu'à fixer en L une feuille de papier sur laquelle on dessinera une graduation arbitraire.

Si l'on veut étalonner cet appareil, on met d'abord l'aiguille au zéro (en soulageant R et tournant A comme il convient), puis on met en série avec MN un ampèremètre à courant continu et l'on fait débiter sur l'ensemble le courant d'un accumulateur, en ayant soin d'intercaler un rhéostat. On notera les indications de l'aiguille A pour des valeurs données, indiquées par l'ampèremètre continu.

Cette graduation, sans être d'une grande précision, sera toujours suffisante pour le but poursuivi.

Si le fil BB_1 grille, rien de plus facile que de le remplacer et de graduer à nouveau l'appareil.

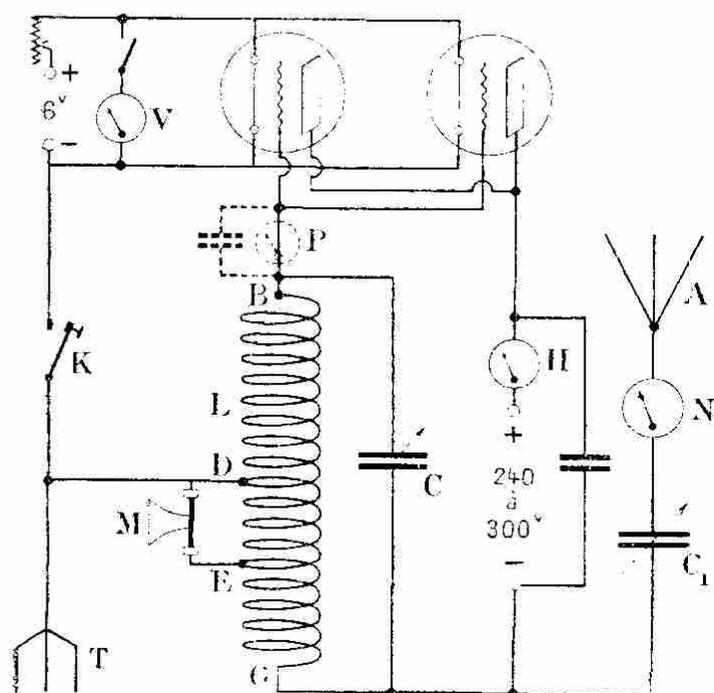


Fig. 71. — Émetteur simple.

ÉMETTEUR SIMPLE D'ÉTUDE

En possession des éléments de constitution des émetteurs, nous avons d'abord réalisé un appareil de construction simple et de réglages aisés, n'utilisant qu'une source de plaque restreinte et permettant l'étude des phénomènes généraux de l'émission.

C'est cet appareil que nous allons décrire, en le proposant aux débutants en matière d'émission.

La figure 71 donne le schéma de principe de cet émetteur.

Les lampes utilisées sont des lampes de réception ordinaires ; nous en avons figuré deux. On peut en mettre trois ou quatre à volonté.

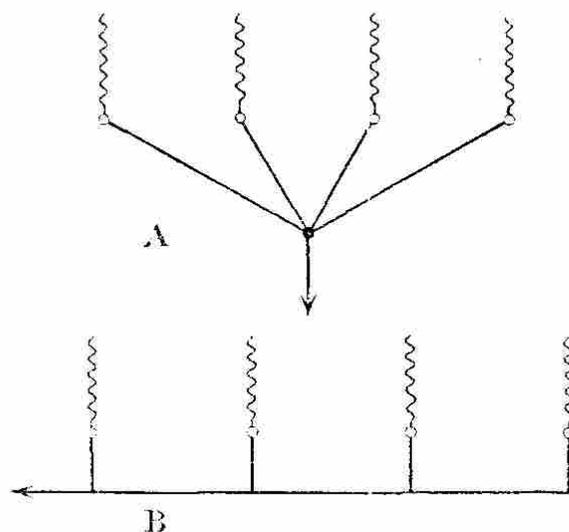


Fig. 72. — Montage de grilles (ou plaques) de lampes en parallèle.

A, connexions correctes.
B, connexions incorrectes.

On aura soin, comme pour tous les émetteurs (nous ne le répéterons pas au sujet des autres), de monter les connexions de grilles et de plaques *en éventail* (fig. 72) et non sur un fil commun.

Comme source de chauffage on utilisera 3 bacs d'accus (pour disposer de 5^v,5 environ), et l'on aura soin de vérifier le voltage *en débit* à l'aide du voltmètre V.

La source de plaque sera constituée par des piles ou des accus. On remarquera que nous n'avons pas mis de résistance dans

le circuit des grilles, cette résistance étant inutile pour ces faibles puissances.

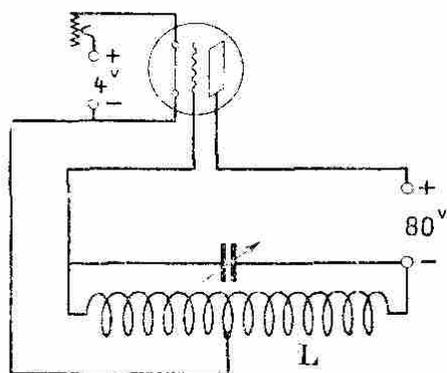


Fig. 73.

On remarquera aussi l'analogie de ce montage avec celui d'une hétérodyne ordinaire, que nous rappelons figure 73.

L'organe principal à construire est la self L. Celle-ci comporte au total 50 spires de 12^{cm} de diamètre, écartées de 5^{mm}. On la construira « dans l'air » en fil de bronze nu de 20/10.

Pour cela on constituera d'abord une carcasse de la façon

suivante : On prendra quatre plaquettes de bois dur (hêtre de préférence) de 10^{cm} de long, $1^{\text{cm}},5$ de largeur et 1^{cm} d'épais-

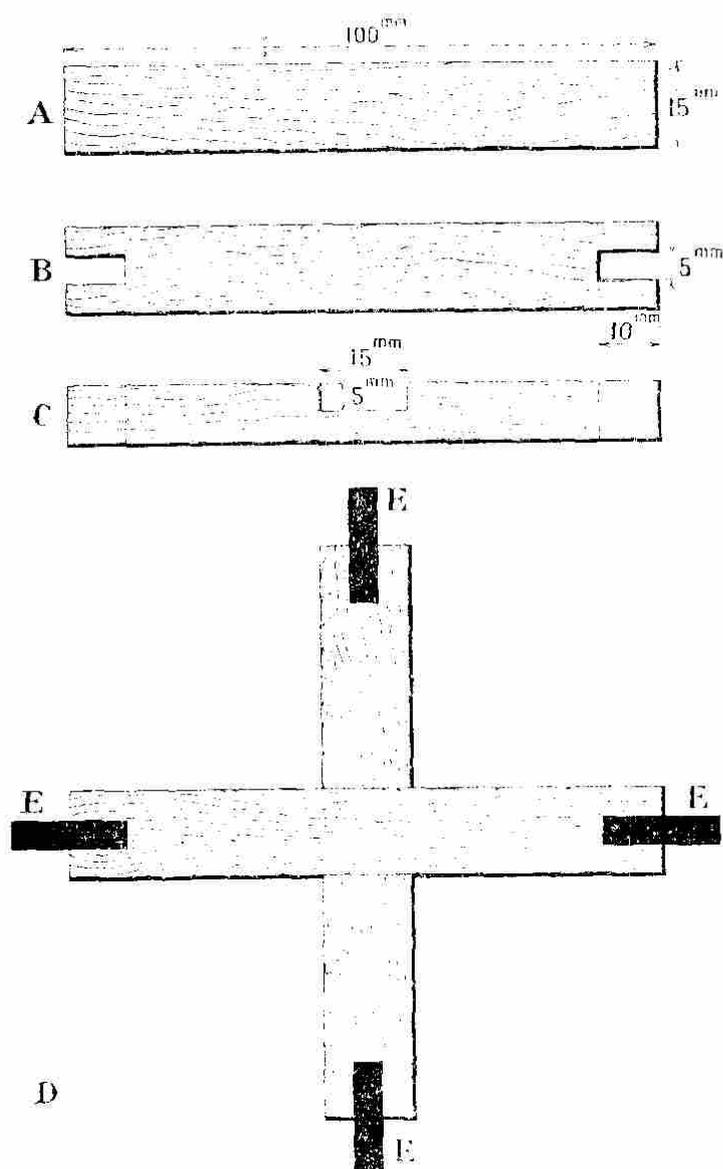


Fig. 74. — Construction des croisillons de la self L.

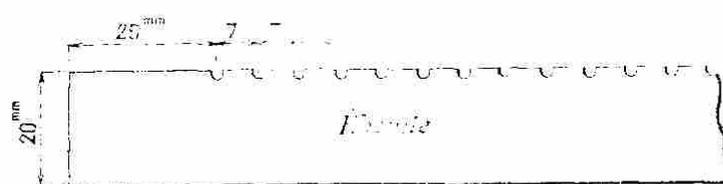


Fig. 75.

seur : à chaque extrémité de ces baguettes on pratiquera une échancrure de 5^{mm} de largeur et de 1^{cm} de profondeur, puis par entaille à mi-bois on assemblera ces baguettes deux à deux pour former deux croisillons (*fig. 74*).

On prendra ensuite quatre lames d'ébonite de 5^{mm} d'épaisseur, de 2^{cm} de largeur et de 40^{cm} de longueur.

Après les avoir bloquées dans un étau, on pratiquera sur un de leurs côtés, à la scie ou à la lime, 50 échancrures de 2^{mm} de largeur est d'environ $1^{\text{mm}},5$ de profondeur, écartées de 7^{mm} d'axe en axe (*fig. 75*), en laissant

$2^{\text{cm}},5$ à chaque extrémité. Ces lames seront insérées à leurs extrémités dans les croisillons, comme le montre la figure 74 (D).

On prendra ensuite 10^m de fil de bronze de 20/10, que l'on enroulera « en ressort » sur un mandrin de 8 à 10^{cm} de diamètre (un litre fera généralement l'affaire ; le diamètre étant trop faible, on aura au montage un bon serrage de maintien).

Ce ressort est ensuite « vissé », si l'on peut s'exprimer ainsi, sur la carcasse précédente. Cette opération ne demande qu'un peu de patience et aucune brusquerie.

On réalisera ainsi une self très régulière, solide et « dans l'air ».

C'est du reste ce dispositif qui devra être adopté pour la plupart des selfs d'émission. C'est pourquoi nous l'avons décrit en détail au début.

On pourra, par mesure de sécurité, bloquer les extrémités de la self, soit par un crochet, soit par une ligature de fil plus fin. L'ensemble sera monté sur un support *ad hoc*.

Remarquons ici que, sauf la distribution de chauffage des filaments, il est préférable de monter tous les éléments d'un émetteur *sur* plateau.

Rappelons également que lorsque les tensions de plaques sont élevées, elles peuvent devenir dangereuses ou tout au moins occasionner des chocs fort désagréables et des brûlures. On aura donc soin de toujours couper la haute tension avant d'effectuer un réglage quelconque (les amateurs qui... ont des nerfs feront même bien, s'ils utilisent des tensions de 600 à 2 000^v, de mettre des gants de caoutchouc).

Revenons à notre self. La prise D est fixe ; elle est située au milieu de l'enroulement ; les prises B, G et F peuvent être mobiles. Ce sera même un bon moyen d'étudier les variations de longueurs d'ondes, les modifications de réglage qui en résultent, et de déterminer les points précis de fonctionnement optimum.

Sur de pareilles selfs il est facile de réaliser des prises variables ; il suffit d'assurer les connexions avec des fils souples, bien isolés et munis à leur extrémité de pinces. Voici comment nous fabriquons ces pinces.

Nous prenons deux lames de cuivre non recuit de 10^{mm} de large sur 40^{mm} de long (fig. 76) A, qui sont pliées à la pince suivant le profil B, puis insérées dans une échancrure pratiquée à la scie dans un morceau de fibre (l'ébonite casse trop facilement), maintenues en place par serrage énergique d'un bou-

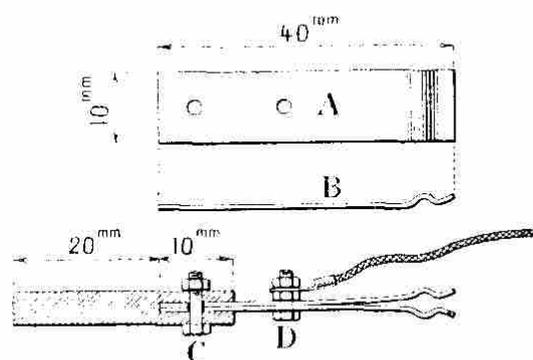


Fig. 76.

lon C, puis munies d'un second boulon D sous lequel est serré le fil de connexion.

Pour ne pas détériorer la self on a le soin de les fixer et de les enlever par un mouvement de rotation effectué dans le sens du plan des lames.

En T seront connectés, soit la terre, soit le contre-

poids, ce dernier étant souvent préférable.

La partie BD de la self comprendra 25 spires ; en D et E on connectera le microphone M si l'on désire faire de la phonie, après avoir court-circuité la clé K. On prendra, entre D et F, de trois à cinq spires. Entre E et G on prendra de 12 à 15 spires.

Toutes ces caractéristiques sont données pour l'émission sous onde de 200 mètres avec antenne unifilaire de 30 mètres.

On usera de deux condensateurs, un C de réglage de longueur d'onde, l'autre C_1 de réglage de circuit d'antenne.

Ces condensateurs auront au plus un demi-millième de capacité. Pour ces tensions des condensateurs ordinaires pourront servir.

Il sera cependant préférable d'utiliser des condensateurs à intervalle d'air de deux à trois millimètres entre lames. L'amateur pourra facilement construire ces condensateurs avec des pièces détachées du commerce, car l'ajustage en est aisé par suite de l'écartement des lames.

En N on dispose l'ampèremètre d'antenne.

Pour ce poste, un ampèremètre de zéro à $0,5$ suffit amplement.

En II nous avons figuré le milliampèremètre de circuit de plaque.

Il permettra de mesurer la valeur de l'alimentation.

Il sera bon de pouvoir le déplacer et le mettre à volonté dans le circuit des grilles en P.

Cette seconde position permettra de vérifier l'accrochage correct des oscillations dans l'appareil.

En effet, si, dans la réception, le courant de grille est extrêmement faible, il n'en est plus de même en émission. Lors de l'accrochage des oscillations apparaît un courant de grille de l'ordre de quelques milliampères (pour ce dispositif) ; donc une déviation, si faible soit-elle, de l'aiguille du milli indique que cet accrochage est réalisé.

On doit toujours veiller à conserver cet accrochage, et si l'on s'aperçoit que l'émetteur n'oscille plus, interrompre le courant de plaque.

On sait en effet que, dans un émetteur qui n'oscille pas, toute l'énergie fournie par la source de plaque est transformée sur celle-ci en chaleur, tandis que lorsque l'accrochage est réalisé une partie de cette énergie (partie que l'on doit chercher à rendre la plus grande possible) est dissipée en énergie dans le circuit d'antenne (une partie seule de l'énergie du circuit d'antenne est réellement utile, c'est l'énergie rayonnée ; le reste est dissipé sous forme de chaleur, d'effluves et de pertes diverses, sans utilité pour l'efficacité de l'émission).

Si l'on veut augmenter la vie des lampes, il faut attentivement surveiller les plaques, qui ne doivent autant que possible pas dépasser le rouge cerise lors de la manipulation d'un trait continu d'une minute.

Le chauffage des filaments sera réglé très soigneusement.

On tâchera d'éviter que la plaque d'une lampe ne chauffe plus que les autres.

Pour cela il sera bon de disposer un rhéostat sur chaque lampe.

Nous conseillons toujours de chauffer de préférence avec

des accus, la régularité du courant de chauffage augmentant la vie des lampes.

Ce dispositif émetteur demande une antenne bien tendue, afin d'éviter son balancement sous l'influence du vent.

Ce balancement, s'il est exagéré, modifie la capacité antenne-terre et par là même la longueur d'onde à l'émission.

On se souviendra que l'énergie utilisable en téléphonie n'atteint guère que les $\frac{6}{10}$ de celle qui peut être employée en télégraphique.

Voici maintenant la manière de régler l'émission.

Ce réglage exige un ondemètre bien étalonné, constitué uniquement par un circuit oscillant comportant en série une ampoule de lampe de poche. Nous verrons au chapitre des mesures comment construire cet appareil.

Supposons que nous voulions émettre sous 200^m . L'ondemètre est réglé pour osciller sous cette longueur, puis sa self est couplée *le plus lâchement possible* avec la self d'émission L, terre et antenne n'étant pas connectées.

Les lampes étant allumées sans chauffage excessif ($5^v,5$, en débit) le milli étant en P, le microphone déconnecté si l'on doit émettre en graphie, le condensateur C voisin du zéro, on ferme la clé K. Si le milli dévie, tout va bien, les oscillations sont accrochées ; sinon, on augmente progressivement la capacité C jusqu'à accrochage.

L'accrochage étant réalisé, on modifie la longueur d'onde par le jeu *très lent* de C jusqu'à ce que la lampe de l'ondemètre s'allume, on règle C de manière à atteindre le maximum d'éclat de cette lampe tout en diminuant le plus possible le couplage de l'ondemètre avec L.

Le circuit oscillant LC est dès lors réglé sous 200^m .

On connecte antenne et terre et l'on agit lentement sur C₁ jusqu'à ce que l'ampèremètre d'antenne N accuse le maximum de déviation.

Le circuit oscillant et le circuit d'antenne sont accordés.

On cherche à l'ondemètre si la longueur d'onde n'a pas

varié ; si oui, on complète le réglage, antenne et terre restant connectées, en agissant très lentement et *simultanément* sur C et sur C₁.

Le réglage définitif étant réalisé, on a soin de dérégler l'onde-mètre et de l'éloigner de l'émetteur, la présence d'un circuit accordé à proximité de ce dernier absorbant de l'énergie.

Pour cette même raison, il faut prendre grand soin de ne laisser au voisinage immédiat de l'émetteur ni self ni circuit accordé quelconque.

Pour passer de télégraphie à téléphonie, on court-circuite K, on connecte M et on refait les corrections de réglage de longueur d'onde, puis, parlant devant le microphone, on s'assure que l'aiguille du milli suit les variations de la parole et que les oscillations ne décrochent pas lors des éclats de voix.

Parler nettement, en détachant bien les syllabes, sans hâte, pas trop près du microphone, pour obtenir une modulation aussi correcte que possible.

ÉMETTEUR A OSCILLATRICE SÉPARÉE

Ce type d'émetteur, souvent désigné sous le nom de « master oscillator » ou montage à « chef d'orchestre », est très intéressant par suite de l'extrême facilité avec laquelle on modifie d'une manière précise et instantanée la longueur d'onde de l'émission ainsi que par suite de la stabilité de cette longueur d'onde, qui reste indépendante des variations de la capacité antenne-terre qu'amène le balancement de l'antenne sous l'effet du vent.

Sa construction, tout en étant un peu plus complexe que celle du poste précédent, est facile à réaliser. Il est de plus très facile, en modifiant la nature des valves émettrices et la valeur de leur alimentation, de modifier à volonté la puissance de l'émission.

Ayant construit ce dispositif, il nous a permis aussi bien d'effectuer des essais à puissance très réduite (quelques watts alimentation) qu'à puissance élevée (200 watts environ), sans

aucune autre modification que le changement des valves et l'augmentation de la tension plaques.

En principe, il se compose d'une lampe oscillatrice, montée en hétérodyne ordinaire de faible puissance, qui commande le

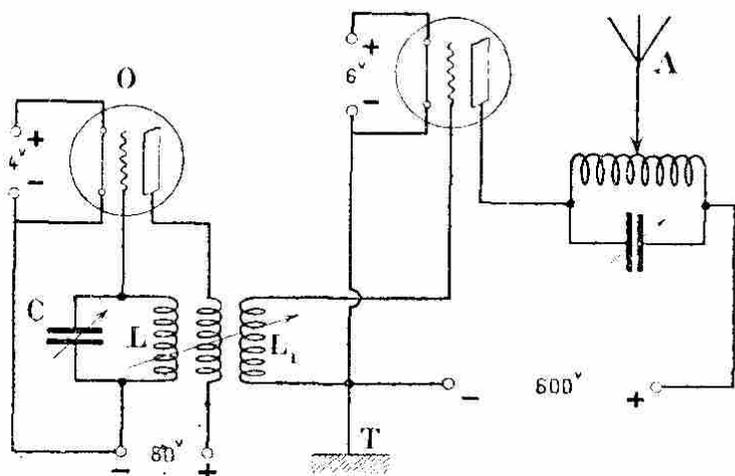


Fig. 77. — Schéma de principe du « master oscillator ».

circuit oscillant de lampes émettrices de puissance quelconque et de nombre variable. C'est pourquoi on donne à cette lampe de contrôle le nom de « chef d'orchestre » parce qu'elle détermine la pulsation régulière à laquelle obéissent fidèlement

les autres lampes, qui sont, elles, source de l'énergie rayonnée.

La figure 77 donne le schéma de principe de ce système d'émission. En O est l'ensemble concernant la lampe oscillatrice, qui peut être une lampe de réception ordinaire, dont la longueur d'onde est déterminée par la valeur du circuit oscillant LC ; ce circuit est couplé avec la self de grille d'une lampe puissante et entretient dans les circuits de cette lampe des oscillations de même fréquence.

Le montage complet de ce dispositif est donné par la figure 78, dans laquelle on utilise, pour simplifier le montage, des lampes de même puissance.

Comme pour tous les dispositifs d'émission, les isolements seront particulièrement soignés.

Les seuls organes délicats à construire sont : 1° la self d'antenne et de plaques L ; 2° le groupe des selfs L_1 , L_2 , L_3 , L_4 .

Voici comment on les réalisera pour l'émission sous des longueurs d'ondes comprises entre 150 et 210^m, la longueur de l'antenne pouvant varier de quelques mètres à 40^m environ.

(Nous recommandons d'utiliser de préférence une antenne unifilaire de 30^m en câble peu résistant, tel le « Réda », que nous employons avec succès.)

T sera soit la terre, soit un contrepoids.

Si l'on utilise un contrepoids, certaines précautions sont à recommander. Il sera convenablement isolé, réparti en nappe sous l'antenne, nappe ayant même longueur que celle-ci et une

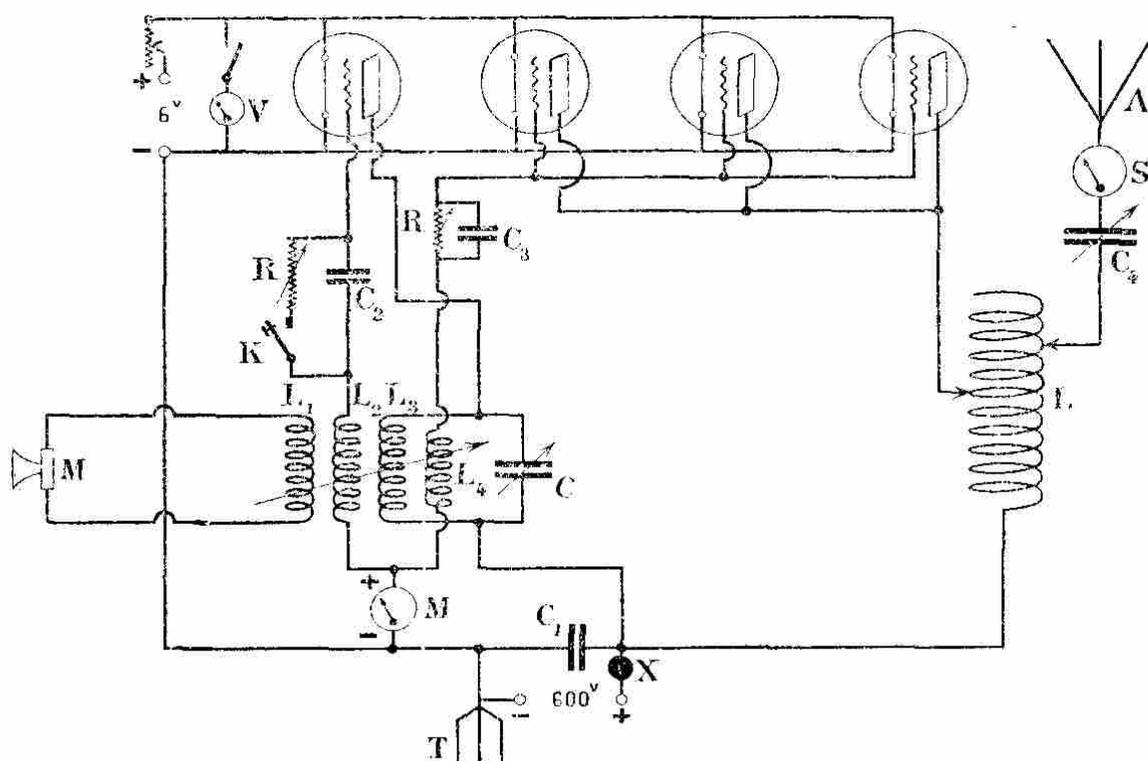


Fig. 78. — Émetteur à « master oscillator ».

largeur égale environ au tiers de la hauteur d'antenne. Les fils qui le constituent auront, autant que possible, la même longueur ; enfin il sera bon de disposer entre le poste et ce contrepoids un condensateur variable d'accord de même valeur (0^{mf},00025) que celui d'antenne.

La self L, en fil de bronze nu de 15/10, sera montée sur croissillons d'ébonite, comme nous l'avons précédemment décrit ; elle aura un diamètre de 12^{cm} et comprendra 33 spires écartées (d'axe en axe) de 5^{mm}.

Les prises de plaque et d'antenne seront réalisées avec des pinces.

Pour constituer les selfs L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , on préparera quatre carcasses de la façon suivante.

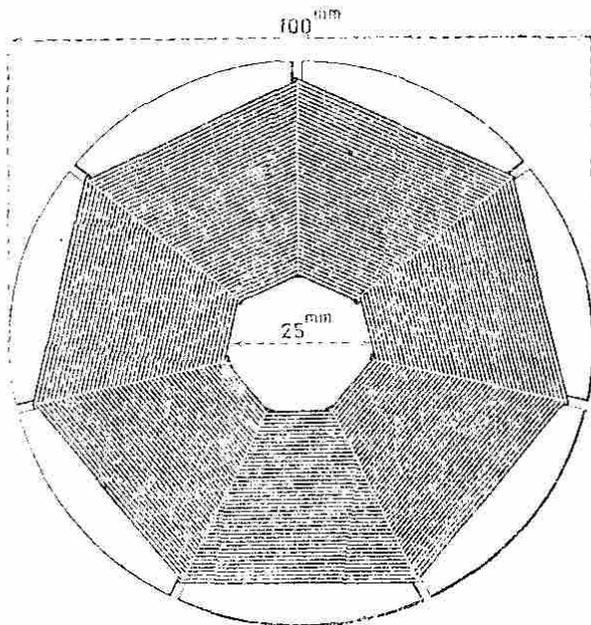


Fig. 79. - - Self L_1 de modulation microphonique.

50 spires fil 5/10, deux couches coton.

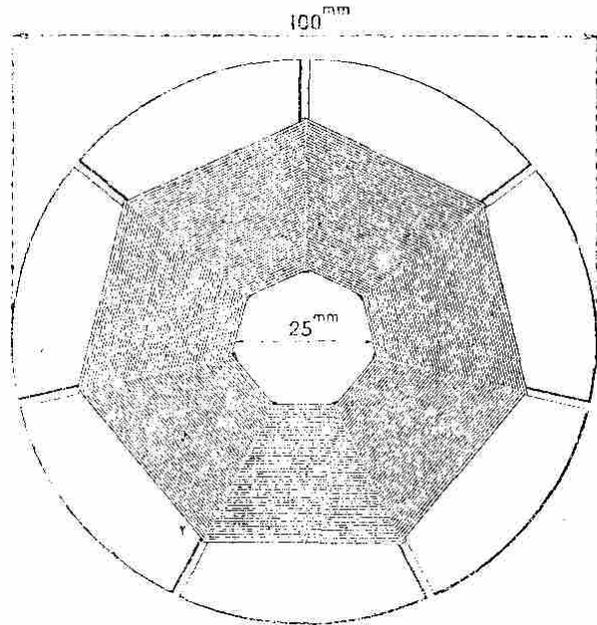


Fig. 80. — Self L_2 de grille de l'oscillatrice.

62 spires 2/10, deux couches coton.

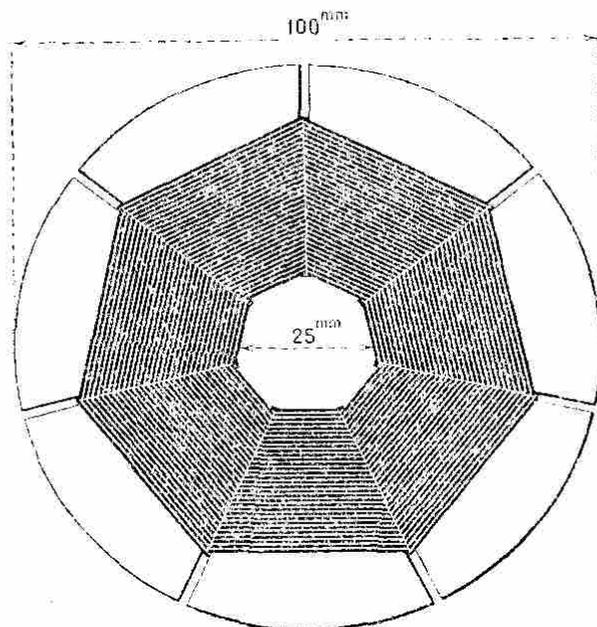


Fig. 81. — Self L_3 de plaque de l'oscillatrice.

36 spires 7/10, deux couches coton.

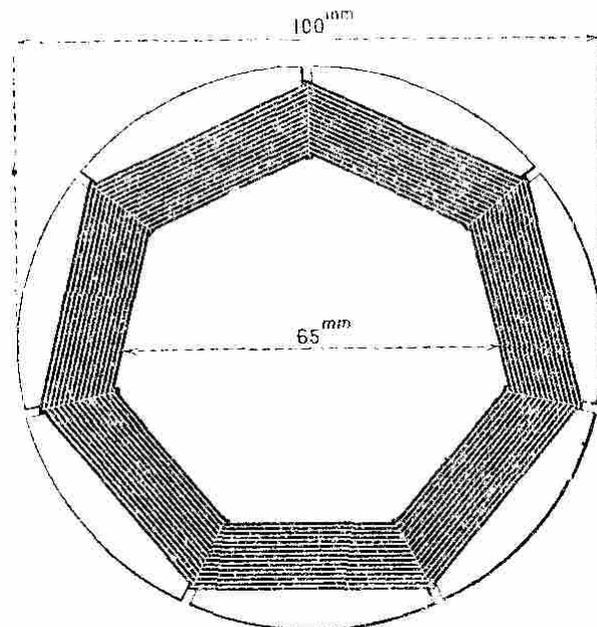


Fig. 82. — Self L_4 de grille des émettrices.

16 spires 7/10, deux couches coton.

Découper dans du carton épais, ou mieux du presspahn, de 2^{mm} environ d'épaisseur, quatre disques de 10^{cm} de diamètre

et *dessiner* sur ces disques sept rayons ; ils serviront à établir les selfs en toile d'araignée que représentent les figures 79 à 82. Les caractéristiques du bobinage sont indiquées en légende.

Toutes ces carcasses sont percées au centre d'une ouverture d'environ 8^{mm}, puis montées comme le représente la figure 83

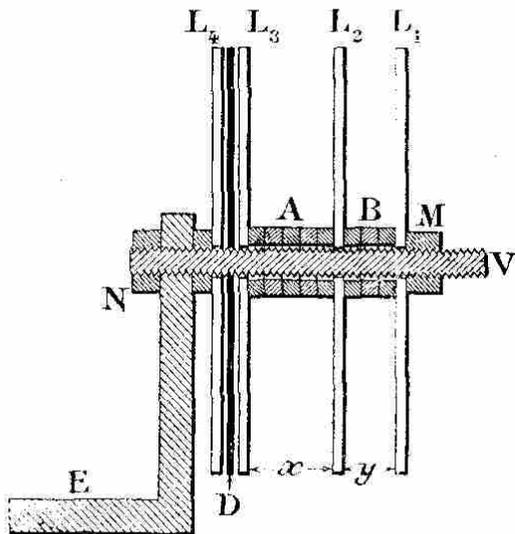


Fig. 83. — Montage des selfs.

sur un axe fileté V, d'ébonite ou de fibre. Entre L₃ et L₁ on intercale un disque plein de presspahn ou de carton épais fortement laqué D. En A et B sont des manchons d'écartement en ébonite formés de plusieurs rondelles superposées, de manière à pouvoir faire varier x et y . L'ensemble est monté sur une équerre de support E quelconque (non métallique).

Voici maintenant les caractéristiques des autres organes :

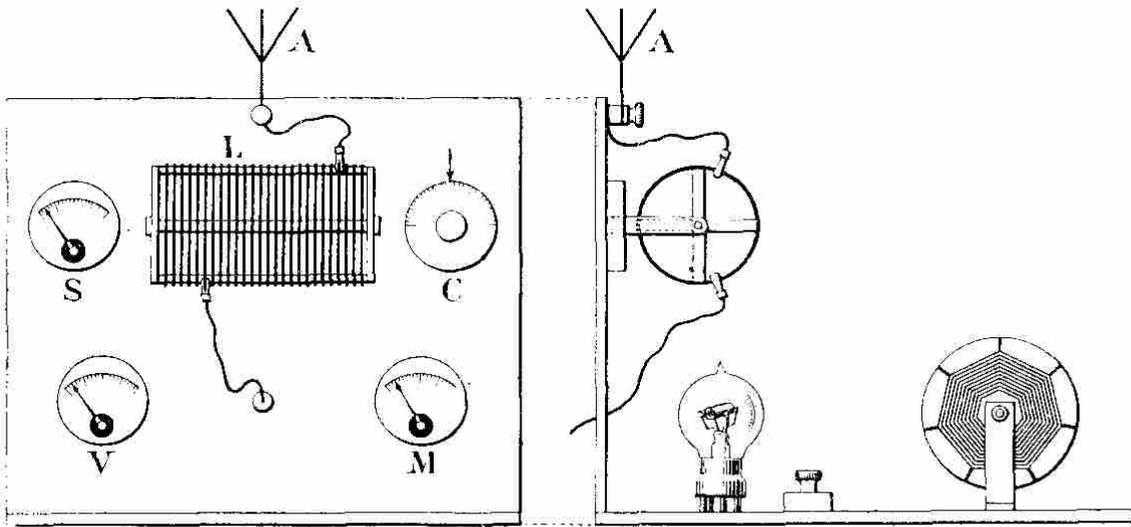
R et R₁, résistances variables de 10 000 ohms environ (crayons précédemment décrits) ; C₂ et C₃, condensateurs fixes de deux millièmes ; K, manipulateur (qui sera bloqué pour la téléphonie).

C est le condensateur de réglage de longueur d'onde ; sa capacité sera d'un demi-millième et ses plaques écartées d'environ deux millimètres. C₁ est un condensateur de deux microfarads à fort isolement (verre ou mica noyé dans le pétrole) ; C₄ condensateur d'antenne d'un demi-millième, à lames écartées.

Le circuit microphonique ML₁ agit par absorption sur le circuit de grille.

Les appareils de mesure sont : un voltmètre de contrôle de chauffage V, un milliampèremètre de grilles M (on peut le mettre dans le circuit des plaques, en X ; dans ce cas il sera de 200

millis), S est l'ampèremètre thermique d'antenne, dont l'étendue de l'échelle dépend des lampes et sources utilisées (zéro à $0^{\wedge},5$ pour



lampes de réception, zéro à 1^{\wedge} pour lampes de 20^{\wedge} , zéro à 2^{\wedge} pour lampes de 50^{\wedge}).

Le poste pourra être monté soit en boîte (peu recommandable pour l'amateur), soit sur plateau, ce qui prend pas mal de place, soit *en équerre*, soit sur table.

La figure 84 montre l'ensemble de ce dispositif. Il est difficile d'en donner un plan coté, car

les dimensions en sont essentiellement variables suivant la nature des éléments et l'ingéniosité de chacun. Les résistances R et R_1 et les capacités C_2 et C_3 seront sous le panneau horizontal.

L'émetteur terminé, toutes choses en ordre, comment procéder au réglage ?

Supposons que nous désirions émettre sous 200^m . Réglons un ondemètre pour cette longueur, puis couplons sa self de

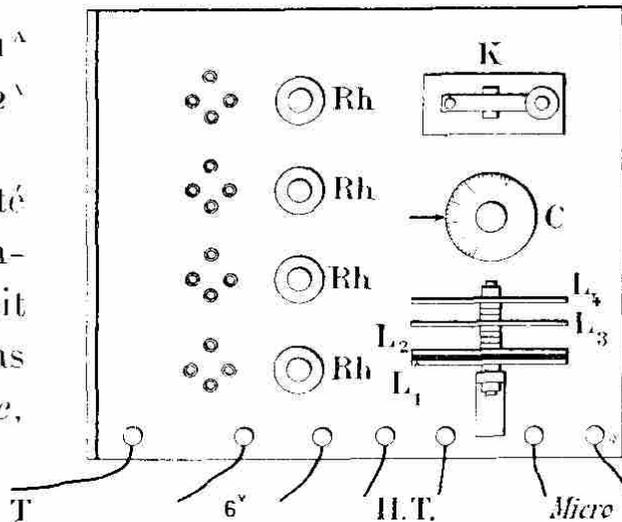


Fig. 84. — Disposition « en équerre » de l'émetteur.

manière assez lâche avec l'ensemble des selfs de l'émetteur ; allumons la *première lampe* (l'oscillatrice) et fermons la clé K. Si tout est monté comme il convient, le *milli de grille* dévie légèrement, ce qui nous indique que l'oscillatrice est accrochée (si le milli est dans le circuit de plaque, on constate le fait suivant : la clé K. étant *ouverte*, on obtient une déviation quelconque, variable suivant les lampes et la valeur de l'alimentation des plaques ; fermons la clé, cette déviation change de valeur, signe d'accrochage).

Si l'accrochage ne se produit pas, ceci peut tenir à différentes causes qu'il faut étudier dans l'ordre suivant :

- 1° Connexions incorrectes ;
- 2° Sens d'enroulement de L_2 et de L_3 défectueux (inverser les connexions de *l'une* de ces selfs) ;
- 3° Couplage insuffisant entre ces selfs (pour l'essai, coupler « à fond », puis découpler lentement) ;
- 4° Chauffage et tension plaque (l'un ou l'autre ou les deux) insuffisants.

Se baser sur les caractéristiques fournies par le constructeur avec les lampes et sur les indications du voltmètre de chauffage.

En pratique, comme ce dispositif n'est autre que celui d'une hétérodyne ordinaire, l'accrochage est sûr et facile.

On règle la longueur d'onde de ce circuit par le jeu du condensateur C jusqu'à éclat maximum de la lampe de l'onde-mètre, puis on augmente l'intervalle x (*fig. 83*) jusqu'à se trouver près de la limite d'accrochage et on s'assure à nouveau du réglage de longueur d'onde.

La valeur de la résistance R doit être assez élevée pour que la grille de la première lampe ne rougisse pas.

De même, la tension plaque et le chauffage seront réglés de telle sorte qu'à la fin de l'émission d'un trait continu d'une minute, la plaque de la lampe n'ait pas dépassé le rouge cerise.

On aura soin de se souvenir que la plaque d'une lampe qui n'oscille pas chauffe beaucoup plus que lorsqu'elle oscille. Un échauffement anormal se manifestant au cours d'une émission correcte à son début est signe de « décrochage » ; arrêter aussitôt l'émission et éteindre les lampes pour ménager ces dernières.

L'oscillatrice étant bien réglée, on allume les amplificatrices, puis on règle les prises sur L et le condensateur C , jusqu'à obtention du maximum de déviation de l'aiguille de l'ampèremètre d'antenne.

On aura soin de ne jamais considérer cette indication comme absolue, mais simplement comme un ordre de grandeur. La valeur même de l'émission et la portée réalisée dépend non seulement de l'intensité, mais de la *résistance de rayonnement* de l'antenne.

Pour émettre en phonie (si l'on utilise du courant continu ou redressé, correctement filtrés), fermer la clé K , brancher le microphone, parler lentement et nettement, pas trop fort, en

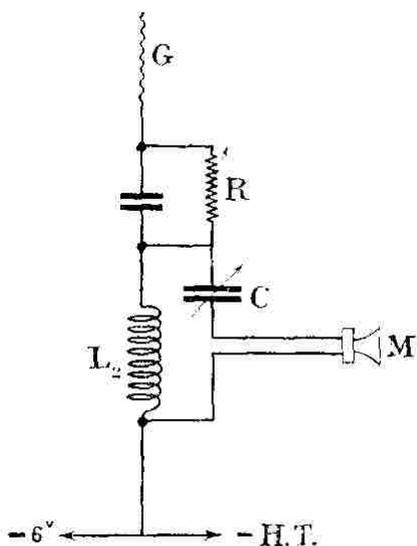


Fig. 85. — Procédé particulier de modulation.

vérifiant les oscillations de l'aiguille du milli, qui doit suivre la parole en accusant de fortes déviations pour les voyelles *a* et *o*, s'assurer que pour ces voyelles fortement prononcées les oscillations ne décrochent pas.

On vérifiera la qualité de la modulation en montant à côté de l'émetteur un récepteur à galène sur un petit cadre.

On cherchera le meilleur couplage à effectuer entre L_1 et L_2 par tâtonnement.

Il existe de nombreux procédés de modulation (voir n° 41 de *La T. S. F. Moderne*) que les amateurs pourront essayer. En voici un, en particulier, qui donne d'excellents résultats.

L'attaque s'effectue sur le circuit de grille (quel que soit le montage d'émission employé); mais au lieu d'avoir lieu soit par induction, soit par couplage en Oudin sur la self de grille, elle est montée de la façon spéciale que représente la figure 85. M est le microphone; il n'est pas branché directement en parallèle sur la self d'antenne, mais par l'intermédiaire d'une capacité variable C d'un millième. C'est sur cette capacité qu'on agira pour obtenir la meilleure modulation.

ÉMETTEUR POUR PUISSANCES ET LONGUEURS D'ONDES VARIÉES

Cet émetteur nous a permis, par seul changement de valves et de tensions plaques, de réaliser d'une part 400^{km} avec seulement 3 watts alimentation, et d'autre part d'atteindre l'Amérique avec environ 100 watts, l'intensité dans l'antenne atteignant 2 ampères. Du type « Meissner », cet émetteur est facile à réaliser, les selfs seules étant délicates à construire. Son ensemble rappelle celui des récepteurs à lampe autodyne avec système d'accord en Tesla; de plus, comme ses caractéristiques sont étudiées en vue de l'émission sur ondes courtes, il est facile, par un simple jeu de distributeurs, de l'utiliser comme récepteur de ces ondes. Le passage émission-réception pouvant s'effectuer instantanément, ce dispositif permet de réaliser une liaison de trafic sous sa forme la plus simple (ne pas confondre avec les systèmes en « duplex »).

Nous allons étudier pratiquement ce montage pour l'émission d'abord, puis la combinaison émission-réception des ondes de longueurs comprises entre 130 et 220 mètres, ceci pour fixer nos lecteurs, car un simple changement de caractéristique des selfs de grille et de plaque permet de modifier à volonté cette zone soit au-dessous, soit au-dessus de ses limites.

Nous avons successivement employé pour l'alimentation de cet émetteur une batterie de piles Fery de 120^v (avec deux

lampes de réception Radiotechnique), puis, sur ces mêmes lampes, 320^v alternatif, enfin des lampes de 40^v Radio Major (E 250 Radiotechnique) et E₁, alimentées de 1 000 à 1 500^v par transformateur Ferrix à quatre prises (500-1 000-1 500-2 000), qui, dans tous les cas, nous a donné entière satisfaction

(étudié et construit pour être alimenté sous 110^v à 50 périodes, nous avons pu lui fournir du 110^v à 600 périodes pris sur un alternateur Telefunken de 270 watts). Enfin, nous avons pu alimenter correctement ces mêmes dernières

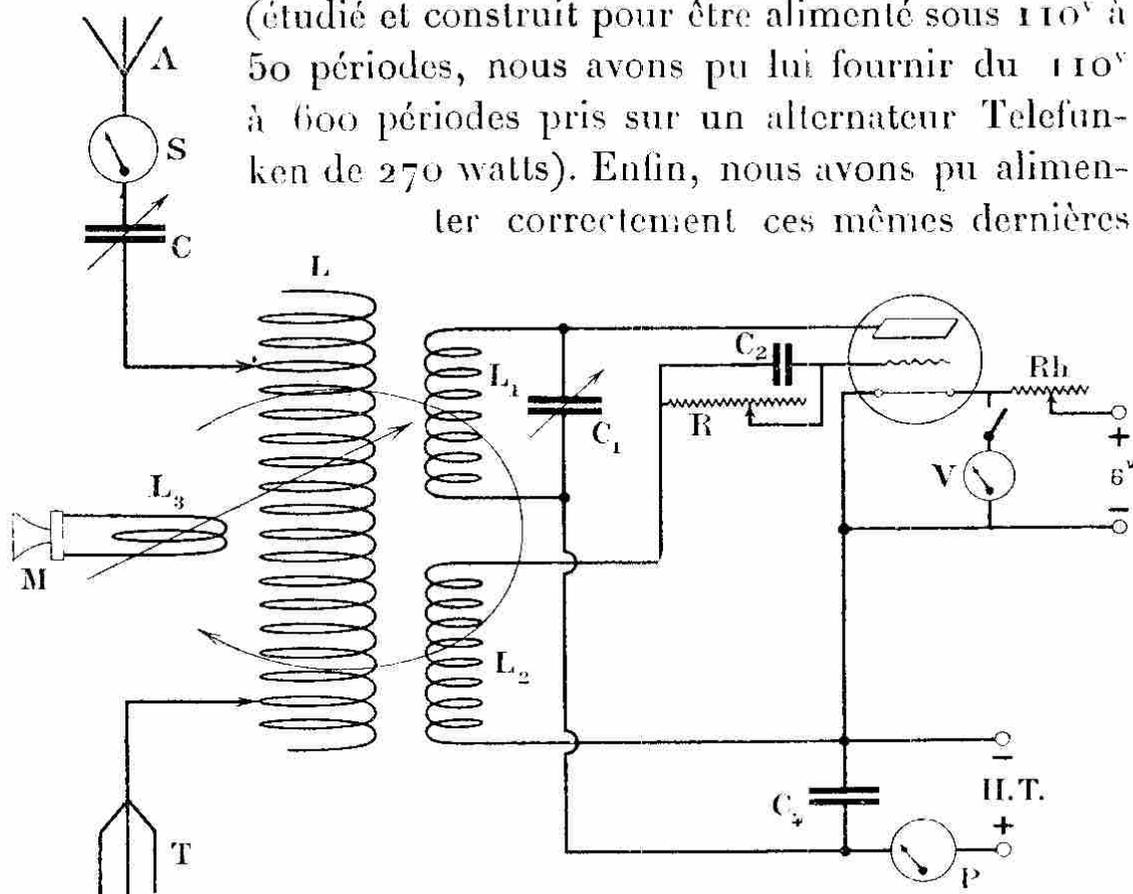


Fig. 86. — Émetteur type Meissner.

La source de haute tension H.T. peut être soit une source de courant alternatif, soit une source de courant continu.

La manipulation s'effectue sur le primaire du transformateur d'alimentation.

lampes avec du 1 500^v continu fourni par une génératrice Electrolabor à excitation séparée.

C'est dire que ce dispositif se plie facilement à tous systèmes d'alimentation.

Voici les divers organes que représente la figure 86 : L, self d'accord du circuit antenne-terre ou antenne-contreponds, A étant l'antenne et T terre ou contreponds ; L₁, self de plaque ; L₂, self de grille ; L₃, circuit du microphone (modulation par

absorption). Cet ensemble sera décrit plus loin en détail. C_1 , condensateur de circuit oscillant de plaque, qui sera décrit également. C_3 , condensateur fixe de $2/1000$ shuntant un milli-ampèremètre P de 200 millis (appareil à cadre). C_2 , condensateur de grille, fixe, au mica, de $2/1000$; R résistance de 10000 ohms variable (crayon de la société « Le Carbone », déjà décrit). V, voltmètre de contrôle de chauffage. C_4 , condensateur shunt de haute tension. Ce dernier doit être très soigné; il est constitué par 25 plaques de verre 18×24 (choisies sans défaut), entre lesquelles sont insérées 24 armatures métalliques (douze paires, douze impaires), découpées dans une feuille de zinc de $3/10$ (l'épaisseur n'a aucune importance du reste), ayant $15^{\text{cm}} \times 20^{\text{cm}}$; l'ensemble, maintenu et bloqué par de larges rubans, est plongé dans un bac de verre rempli de pétrole.

Le condensateur C_4 , que nous avons construit spécialement, comprend 15 lames fixes et 14 mobiles, d'un diamètre de 8^{cm} , l'écartement entre fixes et mobiles étant de 3^{mm} . L'axe de ce condensateur est prolongé par un fort bouton d'ébonite, évitant avec certitude un contact accidentel avec la main de l'opérateur, car il ne faut pas oublier que ce condensateur est relié au positif de la haute tension.

Le condensateur d'antenne C sera construit de manière identique, mais ne comprendra que 10 lames fixes et 9 mobiles.

Voici maintenant comment on réalisera l'ensemble des selfs L, L_1 , L_2 et L_3 .

Ces quatre selfs devant être couplées et les trois premières à couplage variable, il ne sera plus possible de les monter sur croisillons, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué; de plus, on devra pouvoir rapidement substituer à L_1 et L_2 , dont nous allons indiquer les valeurs pour l'onde moyenne de 200^{m} , d'autres selfs permettant l'émission sous ondes plus courtes.

On prendra trois lames d'ébonite de 40^{cm} de longueur, 4^{cm} de largeur et environ 5^{mm} d'épaisseur. Ces lames, bien dressées, seront serrées en bloc soit dans l'étau, soit, à défaut, entre deux pièces de bois rigides qui maintiendront le tout solidement;

puis on percera aussi régulièrement que possible 30 trous de $3^{\text{mm}},5$ de diamètre espacés d'axe en axe de 1^{cm} , sur une ligne parallèle à l'un des côtés des lames d'ébonite, à 5^{mm} du bord (*fig. 87*).

Il restera à chaque extrémité des lames une partie pleine de 5^{cm} . Au milieu des lames et sur le bord opposé, à 5^{mm} de ce

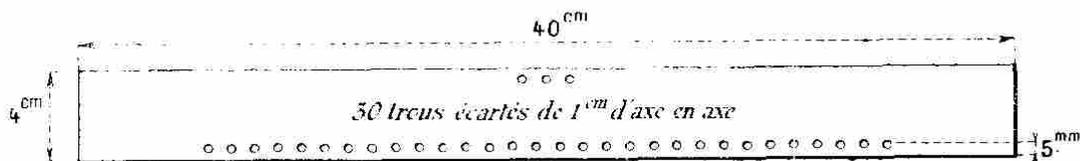


Fig. 87.

bord, on percera trois trous de même diamètre et de même écartement.

On se procurera 17 mètres de fil de bronze de 3^{mm} de diamètre ainsi qu'un mandrin quelconque (bois, carton fort, tuyau de cheminée) d'environ 13^{cm} de diamètre.

Sur ce mandrin, on enroulera le fil de bronze à spires jointives aussi régulièrement que possible. Ce fil sorti du mandrin formera un boudin qui, par suite de l'élasticité du métal, aura un diamètre voisin de 18^{cm} .

Les lames d'ébonite étant toujours maintenues bloquées, ce boudin sera « vissé » en quelque sorte dans les trous des lames, ceci lentement, sans efforts et sans à-coups, afin de ménager l'ébonite.

Ce « vissage » étant terminé, on débloque les lames, et la médiane étant maintenue en place, on déplace les deux autres le long des spires jusqu'à ce qu'elles soient situées à 120° l'une de l'autre.

Ce déplacement pourra être facilité en huileant légèrement l'hélice métallique. La self L étant montée, pour la maintenir solidement en place, on fixe les lames inférieures par leurs extrémités, sur deux plaques de bois P, ainsi que le montre la figure 88 et qu'il est possible de le voir sur la figure 89.

Pour monter les selfs L_1 et L_2 , on prendra deux tubes de car-

ton fort de 12^{cm} de diamètre et 10^{cm} de longueur qu'on aura

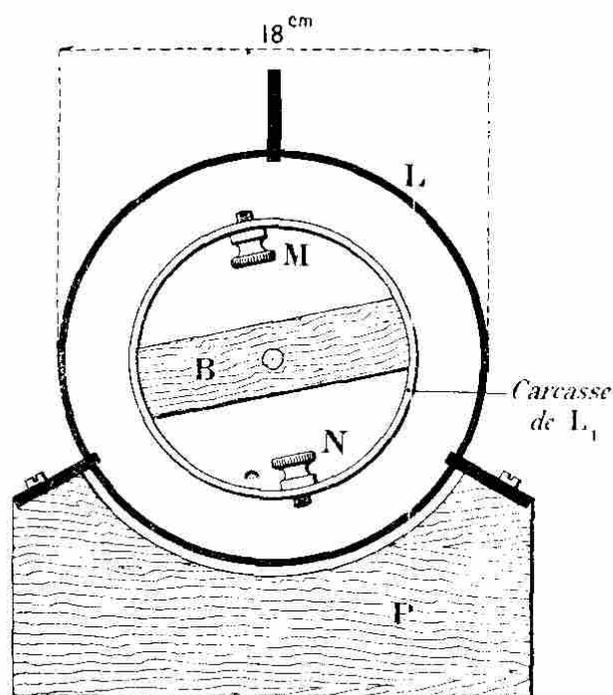


Fig. 88. — Montage de L_1 .

soin de laquer fortement, puis on se procurera une baguette de verre de 8 à 10^{mm} de diamètre (verre plein de préférence et non tube), de 60^{cm} de longueur.

On fixera ensuite à frottement dur, puis en les assujettissant avec de la colle, deux pièces de bois, en sens rectangulaire, l'une à chaque extrémité des tubes de carton (on voit l'une d'elles en B sur la figure 88).

Ces pièces de bois seront percées au centre d'un trou de diamètre tel que la tige de verre y passe à frottement très doux.

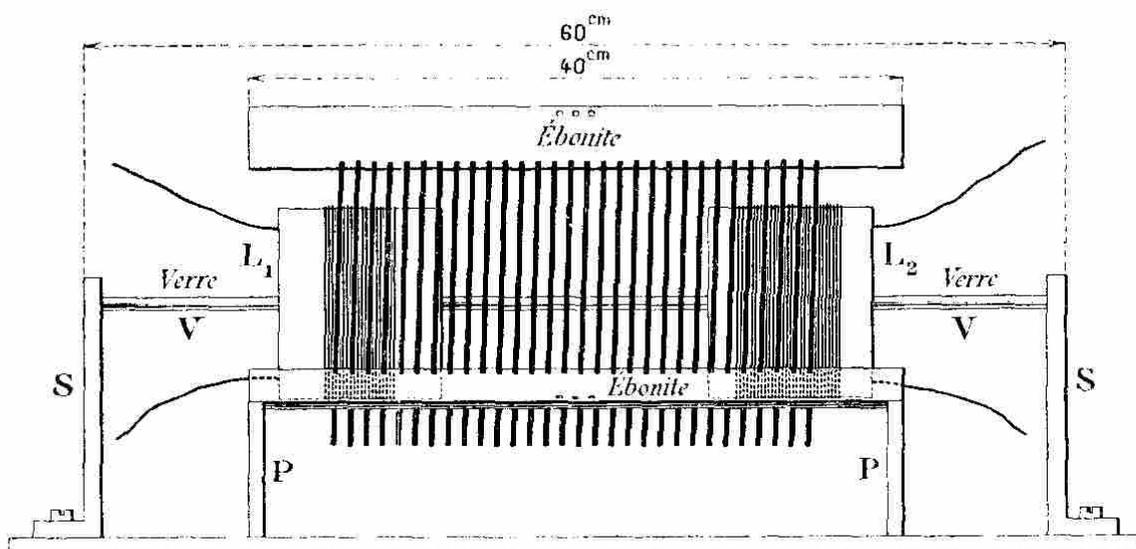


Fig. 89. — Ensemble des selfs L_1 , L_1 , L_2 terminées.

On fixera sur chacun de ces tubes, diamétralement opposés, et près de leur extrémité extérieure, deux bornes d'entrée et sortie des enroulements.

Sur l'un d'eux, qui deviendra L_1 , on enroulera à spires jointives 20 spires de fil 9/10 à sonnerie; sur l'autre, qui deviendra L_2 , on bobinera de la même manière 30 spires du même fil.

Enfin, sur le socle où l'on aura disposé L (*fig. 89*), on montera deux équerres de bois S, S de support de la tige de

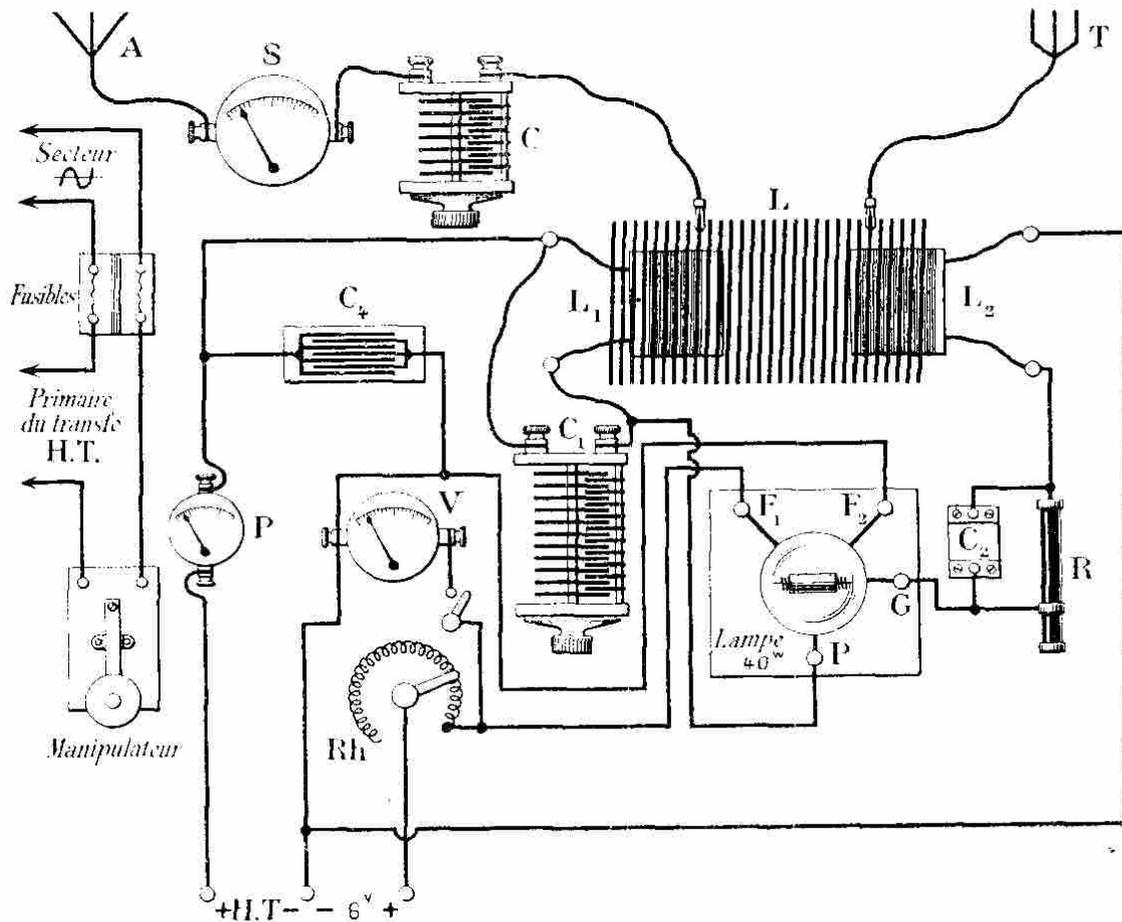


Fig. 90. — Réalisation de l'émetteur sur table.

Microphone non figuré.

verre disposée dans l'axe de L ; l'un de ces supports sera fixe, l'autre pourra être facilement enlevé en desserrant une vis, ce qui permettra de poser et changer facilement L_1 et L_2 .

Avant de mettre ces selfs en place, on montera L_3 , self du microphone.

Pour cela, on formera deux spires de fil de bronze de 3^{mm} et on les « vissera » dans les trous réservés à la partie extérieure

des lames d'ébonite. N'ayant que deux spires à mettre en place, l'opération sera facile.

Disposant ensuite L_1 et L_2 , l'ensemble des selfs sera terminé.

La meilleure disposition à donner à l'ensemble des organes émetteurs est de les distribuer sur une table, ainsi que le montre la figure 90.

Sur cette figure, nous avons rendu toutes les connexions visibles. En réalité, on aura soin de faire passer à travers le plateau et de disposer en-dessous tous les fils où passe de la haute tension ; de plus, on utilisera pour ces fils du câble à fort isolement dit « fil de bougie de moteur » ou, à défaut, on gagnera les fils ordinaires de tubes de caoutchouc.

La haute tension peut, en effet, être parfois dangereuse. En tout cas, son contact est toujours fort désagréable.

Aussi, aux précautions déjà indiquées, et pour éviter un mouvement irréfléchi, allons-nous en ajouter une émanant d'un vieux praticien : lorsque la haute tension est connectée, ne plus toucher au poste que d'une seule main, l'autre restant prudemment en poche !

Ce détail peut paraître puéril ; mais son observation évitera peut-être quelque désagrément à nos lecteurs.

Nous n'avons figuré le manipulateur sur aucun montage ; en pratique, on le place sur le primaire du transformateur d'alimentation si celle-ci s'opère sur secteur.

Si elle s'opère sur dynamo, on peut le placer sur l'excitation ou sur la connexion reliant la grille au filament (dans ce dernier cas, shunter le manipulateur par un condensateur).

Un petit détail. Au cas où l'on utilise une ou plusieurs lampes de réception, rien de plus facile que de les monter.

Pour les E_1 (lampes de 50^w à cornes) et les E_{250} (lampes de 40^w à culot spécial en Y), il faut un montage spécial.

Les cornes des E_1 sont fragiles ; il faut effectuer les prises doucement et cependant avec certitude de bon contact.

On peut pour cela utiliser une pince à cravate sur laquelle on soude la connexion, ou bien une pince à linge dont les mors

sont garnis de papier d'étain ou de clinquant. Le mieux, le plus simple et le plus sûr, est de prendre quelques centimètres de ruban de cuivre, de souder la connexion souple à une extrémité



Fig. 91.

et de former l'autre, à la pince ronde, en boucle à ressort (*fig. 91*).

Pour les lampes E 250, nous fixons au milieu d'un plateau d'ébonite une douille de fort calibre (adaptée à la broche centrale) et réunie à une borne Gg (grille), puis nous façonnons en ruban de cuivre trois pièces tordues en leur milieu, terminées d'une part par une boucle où s'engage la broche correspondante de la lampe, d'autre part

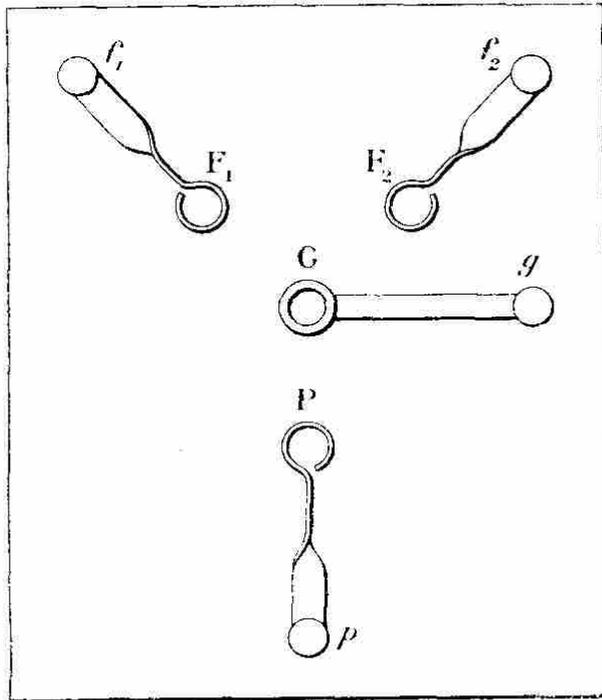


Fig. 92.

par la borne de prise qui la fixe sur le plateau (*fig. 92*).

Rien de plus facile que de régler ce poste. Tout étant en ordre et scrupuleusement vérifié, plan en main ; allumer la ou les lampes en vérifiant le chauffage (commencer par 5° environ), approcher de l'ensemble des selfs (sans s'occuper des réglages de L) la self d'un ondemètre réglé sous l'onde à émettre.

Les selfs L_1 et L_2 étant engagées aux extrémités de L,

fermer le manipulateur, vérifier la déviation du milli et surveiller les plaques, agir lentement sur C_1 jusqu'à obtention d'éclat maximum de la lampe de l'ondemètre. Si celle-ci ne s'allume pas, ce qui signifie que l'émetteur « n'accroche pas » pour la longueur d'onde indiquée à l'ondemètre, chercher d'abord, en modifiant le réglage de ce dernier, si l'émetteur accroche pour une autre

onde, sinon inverser les connexions soit de L_1 soit de L_2 ; les oscillations doivent accrocher, sinon revoir les connexions et s'assurer en « sonnante » les selfs, qu'elles ne présentent aucune interruption. Ce dispositif, pouvant être couplé très serré, doit toujours accrocher convenablement.

Nous avons eu cependant une panne que nous devons signaler, car elle peut échapper facilement : court-circuit entre le

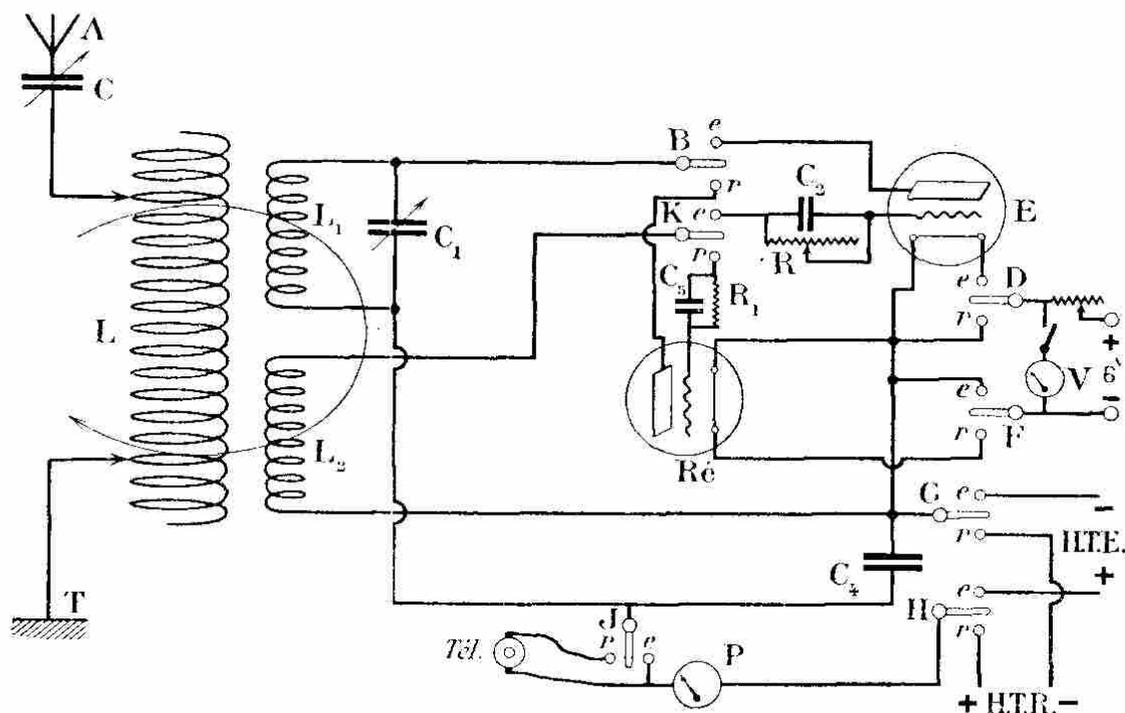


Fig. 93. — Combinaison émetteur-récepteur pour liaison sur ondes de même ordre de grandeur.

début et la fin d'enroulement de L_1 ou L_2 ; ceci, en y songeant, est facile à éviter.

Les oscillations étant réglées au maximum de puissance avec le minimum de couplage entre L_1 et L_2 , accorder le système antenne-terre en modifiant le nombre des spires de L et la valeur de C (chercher toujours à prendre le maximum de C pour un réglage donné). Ce dernier accord s'effectue très facilement, puisqu'il coïncide avec le maximum de déviation de l'ampèremètre d'antenne (voir à ce sujet la remarque signalée au montage précédent).

Pour la phonie, connecter le microphone sur L_3 , bloquer le

manipulateur et refaire les réglages, s'assurer, comme il a déjà été dit, de la bonne modulation.

Le montage de modulation précédemment décrit peut également être utilisé.

Pour compléter ce que nous avons à signaler à propos de ce montage, nous donnons, figure 93, le schéma utilisé pour l'employer soit à l'émission soit à la réception d'ondes de même ordre de grandeur.

Ce n'est qu'une question de distribution, que chacun peut agencer selon son ingéniosité.

Une seule recommandation d'importance : toujours couper la haute tension d'émission avant d'effectuer le passage d'émission à réception.

E est la lampe émettrice, Ré la réceptrice, C₂ et R₁ sont les dispositifs de détection usuels.

On aura :

Émission : Jc, Bc, Kc, Dc, Fc, Gc, Hc.

Réception : Jr, Br, Kr, Dr, Fr, Gr, Hr.

Ce dispositif, construit avec soin, et soigneusement manié, permet d'assurer entre amateurs, même à longue distance (plusieurs centaines de kilomètres), un trafic excellent et sûr.

Pour assurer correctement et rapidement ce trafic, on se reportera aux instructions officielles que nous avons données dans la 5^e édition du *Premier Livre de l'Amateur*.

CHAPITRE IV

LES MESURES

En T. S. F. comme en toute science, les mesures sont indispensables. Le terme effraie souvent les amateurs, et cependant ils sont les premiers à demander des précisions et de grands détails de construction des appareils, précisions et détails que l'on ne peut donner justement que grâce aux mesures.

Il faut que peu à peu l'amateur s'habitue à pratiquer une partie de ses mesures lui-même ; il y gagnera du temps et sa réussite en sera plus assurée.

Les mesures ont, dans la science qui nous occupe, un quadruple but.

Elles permettent d'établir avec certitude des appareils corrects avec le minimum de tâtonnements.

Elles servent également à vérifier le rendement d'un appareil terminé.

Elles sont précieuses lors de la recherche des « pannes ».

Elles permettent enfin d'étudier les phénomènes de propagation des ondes électromagnétiques.

En matière de mesures, l'amateur ne peut prétendre à atteindre le degré de précision que peuvent seules donner en laboratoire des méthodes spéciales et des instruments délicats maniés par des spécialistes.

Il ne saurait être question pour lui, la plupart du temps, que de déterminer un ordre de grandeur.

Cependant il devra toujours essayer d'atteindre le plus grand degré de précision que pourront lui donner les appareils parfois rudimentaires qu'il possède.

Il devra également connaître les rapports existant entre les unités secondaires et les unités fondamentales de longueur, de masse et de temps.

Il n'aura pour effectuer cette étude qu'à se reporter aux différents chapitres de la physique, auxquels il trouvera plus d'attrait qu'au cours d'une simple lecture, puisqu'il aura l'occasion d'appliquer ces connaissances à l'étude des appareils qui lui sont familiers.

L'utilité précieuse de l'amateur apparaît surtout lorsque celui-ci veut bien pratiquer des mesures qui complètent ses observations souvent justes mais imprécises sans cela et surtout non comparables.

Un exemple que tous connaissent nous est fourni actuellement par l'étude du mystérieux « fading ».

S'engager dans cette voie, c'est s'assurer, pour les amateurs, non seulement la bienveillance — ils l'ont toujours eue — mais l'aide efficace des laboratoires officiels, et cette collaboration mutuelle est un des meilleurs chemins de progrès.

Nous étudierons dans ce chapitre quelques appareils et méthodes de mesures à l'usage des amateurs, en leur montrant que si l'acquisition de quelques éléments de base est indispensable, il est cependant possible, avec des ressources restreintes, d'installer un véritable petit laboratoire de mesures, qui procurera de nouvelles joies à ceux qui voudront bien le constituer. Nous n'avons pour cela qu'à décrire les appareils que nous avons peu à peu réalisés.

GALVANOMÈTRE A DEUX SENSIBILITÉS

Tout amateur dispose de deux sources électriques précieuses, une source de 4 à 6^v pouvant fournir un débit élevé, une source

de 60 à 80° à faible débit. Ces sources permettront d'effectuer de nombreuses mesures en servant à l'établissement d'étalons et à l'étalonnage d'appareils simples.

Le plus modeste des amateurs pourra certainement acquérir une boussole, de préférence d'assez grand diamètre. Ce sera le premier appareil de mesure que nous proposerons.

Cette simple boussole, convenablement équipée, va nous permettre d'effectuer des mesures relatives d'intensité, de nous assurer du fonctionnement correct de certains appareils, de chercher si les connexions sont réalisées en sens convenable, de nous aider à trouver rapidement les pannes des appareils, enfin

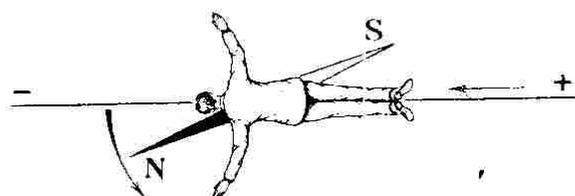


Fig. 94. — Règle d'Ampère.

de nous permettre de déterminer les pôles d'un écouteur. Il suffit pour cela de la transformer en galvanomètre à deux sensibilités, et c'est bien facile.

On appliquera tout d'abord la règle d'Ampère, qui servira souvent en T. S. F. et que nous rappelons.

Un conducteur étant situé au-dessus d'une aiguille aimantée de boussole et parallèlement à celle-ci, si l'on suppose un observateur couché sur le conducteur et regardant l'aiguille, le courant ayant une direction telle qu'il entre par ses pieds et sorte par sa tête, il verra le pôle nord de l'aiguille dévié toujours vers sa gauche (*fig. 94*).

Cette règle permet de résoudre deux problèmes :

Les pôles d'un aimant mobile étant connus, déterminer le sens du courant dans un conducteur.

Inversement, le sens du courant étant connu, déterminer les pôles de l'aimant.

Nous basant sur cette règle, voici comment nous réaliserons ce premier appareil de mesure.

En voici les éléments : une boussole de 6^{cm} de diamètre, d'environ 1^{cm},5 d'épaisseur (données très variables), cinq bornes,

un commutateur, une pile de lampe de poche, quelques décimètres de fil conducteur isolé de 5 à 6/10, une dizaine de mètres de fil conducteur isolé de 1/10 environ (du fil de secondaire d'une ancienne bobine de Ruhmkorff fera parfaitement l'affaire).

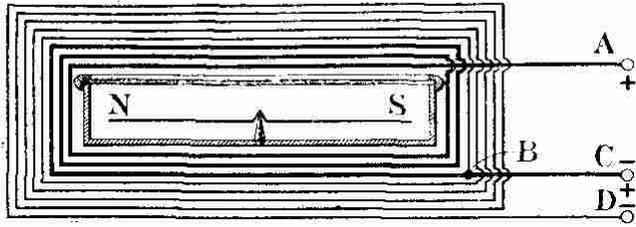


Fig. 95.

Suivant la ligne diamétrale Nord-Sud, indiquée sur le cadran, on colle tout autour de la boussole un ruban de papier de 5^{mm} de largeur environ.

Sur ce ruban on enroule, dans le sens indiqué par la figure 95, d'abord cinq à six spires du gros fil (de A en B); en B on effectue une sortie, à laquelle on connecte une extrémité du fil fin, puis on continue l'enroulement dans le même sens par ce fil fin, dont on bobine

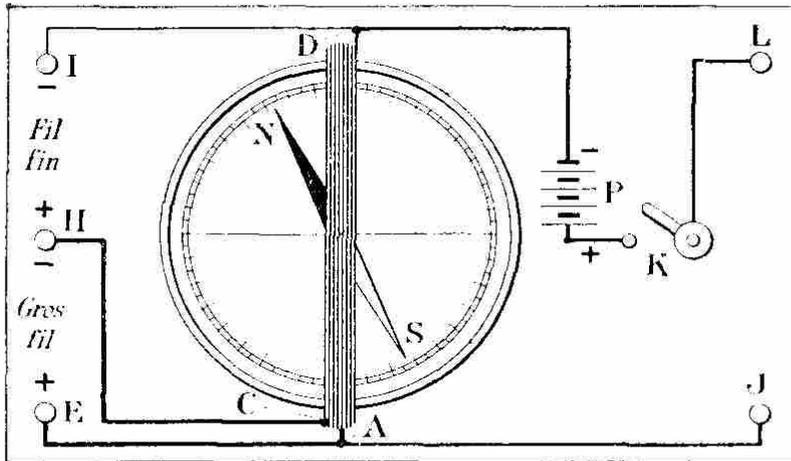


Fig. 96. — Galvanomètre de mesures terminé.

une soixantaine de spires jusqu'à la sortie D. L'ensemble de l'enroulement est maintenu en place par vernissage à la gomme laque.

Le galvanomètre ainsi constitué est

fixé sur le dessus d'une boîte quelconque (*fig. 96*), qui supporte en outre cinq bornes E, II, I, J, L et un interrupteur K. A l'intérieur de la boîte on dispose la pile de lampe de poche et l'on établit les connexions figurées de telle sorte que les extrémités des spires à gros fil aboutissent en E et II, et celles à fil fin en II et I; on aura soin d'indiquer le sens du courant près de ces bornes.

D'autre part on établit à droite les connexions avec la pile, les bornes L et J et la clé K, comme indiqué.

L'appareil est terminé.

Les mesures d'intensités relatives de deux sources s'effectueront sur les bornes de gauche en prenant tel ou tel enroulement convenable.

Celles de résistances relatives (différenciation d'un primaire et d'un secondaire de transformateur) se feront sur les bornes L, J, clé fermée.

On cherchera si les connexions d'un récepteur parcourues par un courant sont en sens convenable en intercalant en série avec elles les enroulements III ou IIIE, clé ouverte.

Pour chercher des interruptions de connexions on branchera deux fils souples en L et J et l'on explorera, P étant en circuit, les circuits à vérifier.

Pour chercher le sens convenable des connexions à brancher sur un écouteur, on relie cet écouteur aux bornes I et E et l'on provoque le *collage* brusque de l'armature; si la déviation du pôle *nord* de l'aiguille a lieu à *gauche*, c'est à la connexion arrivant en E que devra être connecté le $+$ de la source sur l'écouteur (en cherchant par *arrachement*, il faudrait faire le raisonnement en sens inverse).

MILLIAMPÈREMÈTRE SHUNTÉ

Pour pousser plus loin les mesures, il est nécessaire d'acquérir un milliampèremètre et un ou deux voltmètres.

Ces trois appareils seront à cadre et leur cadran d'aussi grandes dimensions que possible, afin de permettre l'observation de faibles déviations. Il faudra choisir de bons appareils aussi précis que possible, l'exactitude des mesures réalisées dépendant de ces conditions.

On choisira : un milliampèremètre de zéro à 10 ;

Un voltmètre de zéro à 10^v ;

Un voltmètre de zéro à 100^v .

Ces deux derniers appareils se trouvent dans le commerce réunis en un seul, dit voltmètre à deux sensibilités.

Pratiquement, pour l'amateur, ce seront là les seuls achats absolument indispensables.

Nous avons choisi un milliampèremètre de zéro à dix seulement parce que sa sensibilité est plus élevée que celle d'un milliampèremètre de zéro à cent par exemple.

Toutefois, il peut être souvent insuffisant pour certaines mesures; il va donc falloir le compléter pour que nous puissions sur ce seul appareil mesurer des intensités plus élevées. Proposons-nous de le rendre apte à mesurer de zéro à 200 millis. Pour cela nous allons le munir de shunts, c'est-à-dire que nous allons établir entre ses bornes d'entrée et de sortie une *dérivation* qui laissera passer une fraction plus ou moins importante du courant, de telle sorte que le milliampèremètre ne soit parcouru que par un courant de faible intensité, dont il faudra multiplier la valeur par un coefficient convenable pour obtenir celle du courant total. Nous renvoyons le lecteur pour les explications techniques à un traité de physique quelconque, où il étudiera en électricité les lois dites de Kirchhoff.

Pratiquement, si R est la résistance du milliampèremètre, la résistance en dérivation étant de $\frac{R}{9}$, il faudra multiplier les indications de l'aiguille par 10: si elle de $\frac{R}{99}$, on les multipliera par 100, etc.

En règle générale, le coefficient de multiplication x sera de $x = \frac{R}{R_1} + 1$ si R est la résistance du milliampèremètre, R_1 celle du shunt, exprimées en ohms.

Toutefois il est inutile de connaître la résistance du milli. pour établir ces shunts. Voici comment on réalisera le dispositif en pratique.

Nous supposerons que le milliampèremètre est gradué de zéro à 10 et qu'on veuille être dans la possibilité de mesurer soit jusqu'à 20, soit jusqu'à 50, soit jusqu'à 100 ou 200 millis.

Il faudra établir quatre shunts.

Il faut non seulement que ces shunts soient précis, mais aussi que les contacts de changement de shunts n'offrent pratiquement aucune résistance.

Pour réaliser cette dernière condition, nous éviterons de nous adresser aux commutateurs rotatifs, dont la résistance aux

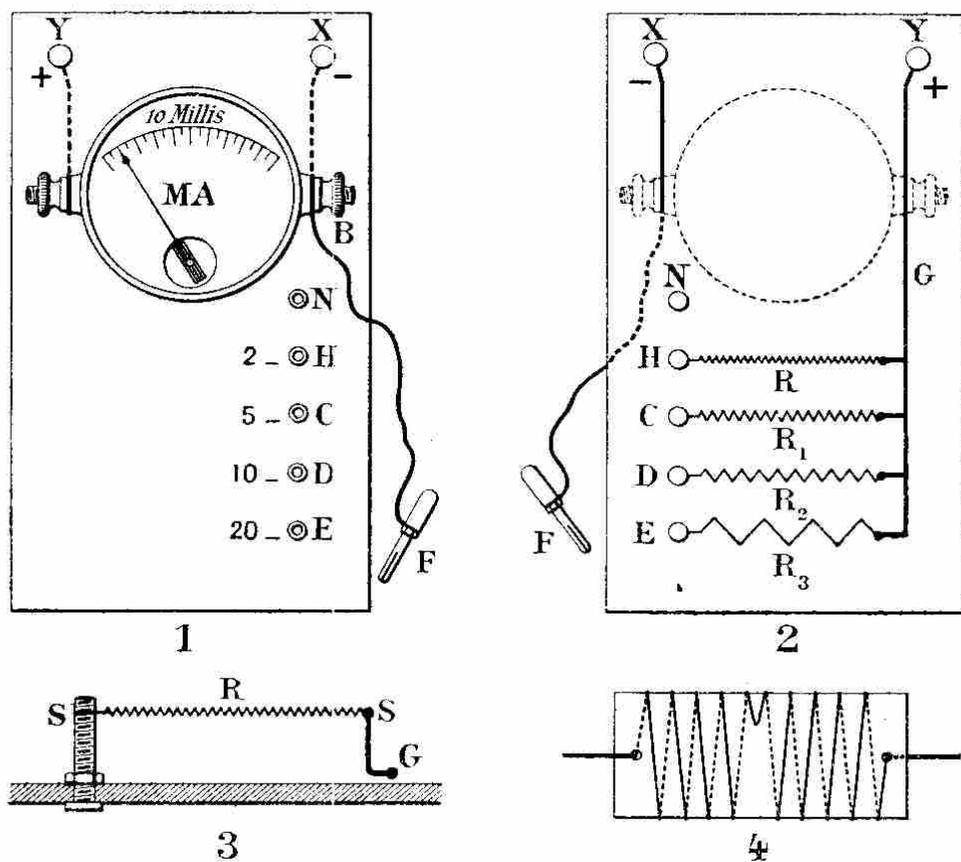


Fig. 97. — Shuntage d'un milliampèremètre.

points de contact est souvent variable; nous nous adresserons aux fiches, d'utilisation plus sûre (le mieux serait encore l'emploi de contacts à mercure, mais ceci rendrait l'appareil peu transportable; c'est pourquoi nous éliminons ce dispositif).

La figure 97 montre comment on réalisera cet appareil et les détails de sa construction.

On voit en 1 la face supérieure du plateau de montage, qui supporte, outre le milli, deux bornes de sortie X et Y et cinq douilles de lampes (forme basse).

La borne B du milli est reliée à une fiche mobile F par un fil souple, qui ne *devra pas être changé* lorsque l'appareil aura été étalonné.

N est une douille de repos, c'est-à-dire permettant de fixer la fiche, le milli n'étant pas shunté.

Les douilles H, C, D, E correspondent respectivement aux coefficients de multiplication des indications du milli par 2, 5, 10 et 20.

On voit en 2 la face inférieure du plateau, et en 3 le détail de fixation des résistances shunt. Les connexions seront établies en gros fil rigide de bronze nu.

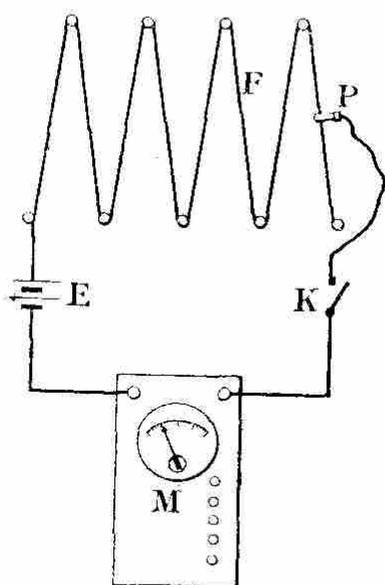


Fig. 98. — Détermination de la valeur des shunts.

Si les fils de résistance sont trop longs pour être tendus entre les douilles et G, ils seront enroulés sans self sur une lame de mica, comme le montre la figure 4 (enroulement à boucle).

L'appareil étant préparé, voici comment on détermine les résistances et comment on opère leur montage.

On prendra un fil fin, nu ou isolé, de maillechort, de manganine, de constantan ou de ferro-chrome, puis on montera le dispositif de la figure 98. Pour cela on prendra $1\frac{1}{4}$ mètres de fil de ferro-chrome de $2/10$ nu (ce fil, qui fait environ 30^m au mètre, servira ultérieurement à établir des résistances de mesure), qui sera tendu entre isolateurs, comme on le voit en F. En E on intercalera les deux éléments d'accumulateur de chauffage ($3^v,8$) (1), en K une clé quelconque

(1) Cette manière de procéder suppose que la résistance du milliampère-mètre est négligeable devant celle du circuit extérieur. Au cas où cette résistance aurait une valeur assez élevée, il faudrait augmenter la résistance extérieure et prendre une source de tension plus élevée (utiliser par exemple autant de fois $3^m,50$ de ferro-chrome de $2/10$ que la source E aura de volts).

qu'un fil souple relie à une pince de prise de contact P. Le milliampèremètre étant monté en série, on détermine le point P de telle manière que l'aiguille indique exactement 10 millis.

On soude une extrémité du fil de résistance sur la douille H, la fiche F étant en H, puis on cherche par tâtonnements la longueur à donner à ce fil entre H et G pour que le milliampèremètre indique 5 millis; le fil est alors arrêté sur G par un point de soudure; on recommence pour C jusqu'à ce que le milliampèremètre, indique 2 millis, puis pour D jusqu'à 1 milli, enfin pour E jusqu'à 0 milli, 5.

L'appareil ainsi établi est réglé une fois pour toutes.

Lorsqu'on voudra effectuer une mesure, on aura toujours soin : 1° de ne brancher la source de mesure qu'*après* avoir shunté le milliampèremètre; 2° de commencer toujours par le shunt le plus élevé E. Ces précautions éviteront de griller le milliampèremètre par un courant trop intense.

La fiche F sera entretenue soigneusement et devra toujours entrer dans les douilles à frottement dur.

BOITES DE RÉSTANCES ET AUDIMÈTRE

Le milliampèremètre shunté et les voltmètres vont nous servir maintenant à mesurer des résistances qui nous permettront de construire des appareils nouveaux : boîtes de résistances, audimètre, pont, etc.

Les résistances dont nous aurons besoin sont de quatre ordres : ohm, dizaines, centaines et mille ohms.

Pour les trois premières le mieux est de s'adresser au fil de ferro-chrome.

Celui-ci fait environ 110 ohms au mètre en 1/10, 28^o en 2/10 et 7^o en 4/10.

On se procurera donc quelques mètres de fil de chaque diamètre.

Pour les résistances de l'ordre de mille ohms, il est préfé-

nable (à moins qu'on ne désire une grande précision et surtout l'invariabilité) de s'adresser aux résistances de gros diamètre (de 15 à 20 millimètres) en carborundum et graphite établies par la Société « Le Carbone » sous forme de crayons d'une résistance totale de 10 à 12 000 ohms (1). Nous verrons comment les utiliser.

Supposons d'abord que nous voulions mesurer une résistance quelconque (primaire ou secondaire de transformateur, bobine de self, écouteur, résistance graphitée, etc.). On connaît généralement son « ordre de grandeur ».

Cet ordre de grandeur va nous servir à déterminer la valeur de la source de mesure à utiliser. Autant que possible (saul pour de faibles résistances), ces mesures seront faites sans shunt ; nous devons donc compter sur un courant maximum de 10 millis. Pour déterminer la valeur de la source, nous nous adressons à la loi d'Ohm.

Rappelons-la brièvement sous les trois formes de sa formule si simple :

$$(1) \quad E \text{ volts} = R \text{ ohms} \times I \text{ ampères},$$

$$(2) \quad R \text{ ohms} = \frac{E \text{ volts}}{I \text{ ampères}},$$

$$(3) \quad I \text{ ampères} = \frac{E \text{ volts}}{R \text{ ohms}}.$$

Si nous voulons mesurer un écouteur que nous supposons avoir environ 2000 ohms, nous ne voulons laisser passer qu'une intensité de 0[^],005. Appliquons la formule (1) ; elle nous donne

$$E = 2000 \times 0,005 = 10 \text{ volts}.$$

Nous utiliserons donc pour cette mesure une partie de la batterie de plaque, et 10^v étant un maximum, nous en prendrons 5 pour débiter.

(1) L'usage de ces résistances est commode, mais leur invariabilité est douteuse.

On montera le dispositif de mesure comme l'indique la figure 99, R étant la résistance à mesurer, V le voltmètre, M le milliampèremètre et S la source avec clé de fermeture K.

La clé étant fermée, nous lisons $V = 6^{\text{volts}}$ et $I = 0^{\wedge},002$. Appliquons la formule (2); nous trouvons

$$R = \frac{6}{0,002} = 3000 \text{ ohms.}$$

Cette méthode nous permet de mesurer la valeur exacte de la résistance d'un mètre (*mesuré très exactement*) de nos fils de

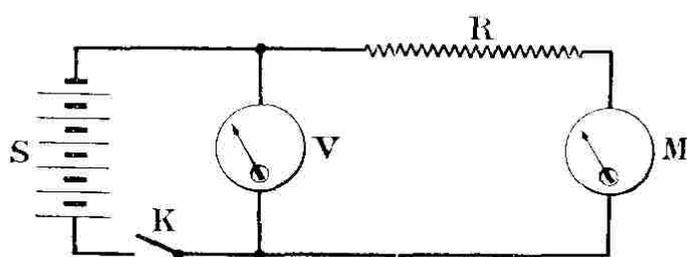


Fig. 99.

résistance. Ce qui nous permettra de déterminer en mesure linéaire les longueurs de ces fils qui nous seront nécessaires pour réaliser des étalons de 1, 10, et

100 ohms (il sera bon de faire ensuite vérifier chacun d'eux dans un laboratoire, l'élément vérifié servant d'unité de comparaison).

Pour établir des résistances de 1000 ohms, et en particulier une chaîne de résistances variables par bonds de 1000^m, on prendra un crayon de 10000^m environ; on le divisera en 9 parties, qui seront sciées à la scie fine (cette opération est très facile), puis on préparera 10 lames de plomb d'un à deux millimètres d'épaisseur, un peu plus larges que le diamètre du crayon et deux fois plus longues. Ces lames seront aplaties et très soigneusement décapées.

Sur un socle épais de bois, on fixera deux équerres E, E (*fig. 100*), l'une munie d'une forte vis.

On reprendra les petits cylindres de résistance, dont on polira les faces, bien à plat sur un papier de verre très fin; de temps à autre on essaiera la résistance de chaque cylindre serré entre deux lames de plomb. Lorsqu'on aura atteint la résis-

tance voulue, on empilera cylindres et lames, dont l'ensemble sera serré entre les équerres.

Si une résistance est trop faible, on peut l'augmenter en intercalant entre sa base et la lame de plomb une rondelle de papier plus ou moins grande.

En possession de ces résistances variées, nous allons construire un appareil des plus utiles à l'amateur, une boîte de

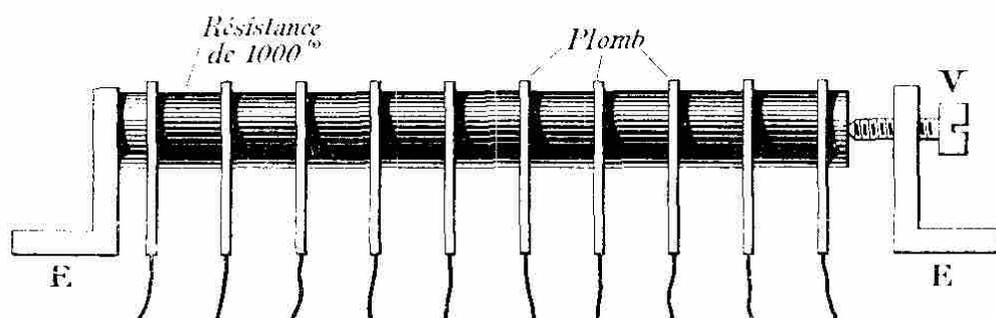


Fig. 100. — Réalisation de résistances variables par bonds de 1 000 ohms.

résistances pouvant servir aux mesures par comparaison en même temps que d'audimètre, c'est-à-dire d'appareil de mesure de l'intensité d'une réception, ce qui sera fort utile pour étudier des écouteurs, comparer le rendement de divers montages, la puissance de diverses réceptions, enfin étudier le fading, cette mystérieuse variation d'intensité de réception des émissions sous certaines longueurs d'ondes. Nous construirons une boîte à quatre décades permettant de réaliser toutes les résistances de 1° à $9\,999^{\circ}$, ohm par ohm.

Sur un plateau isolant (*fig. 101*) on disposera quatre distributeurs circulaires à lames rotatives et 10 plots chacun, C, D, E, G, et l'on réunira, sous le plateau, ces plots par des résistances non selfiques de 1° pour C, 10° pour D, 100° pour E, $1\,000^{\circ}$ pour G.

Le plateau portera quatre bornes M, N, A, B ; entre M et N on disposera un condensateur de $2/1\,000$, pouvant être mis en circuit par la clé K.

En H, on montera un dispositif de distribution à 5 plots et

l'on disposera entre chaque plot une *résistance selfique* d'environ 500^{ω} (utiliser de vieilles bobines de téléphone).

Nous allons donner les raisons de ces dispositifs.

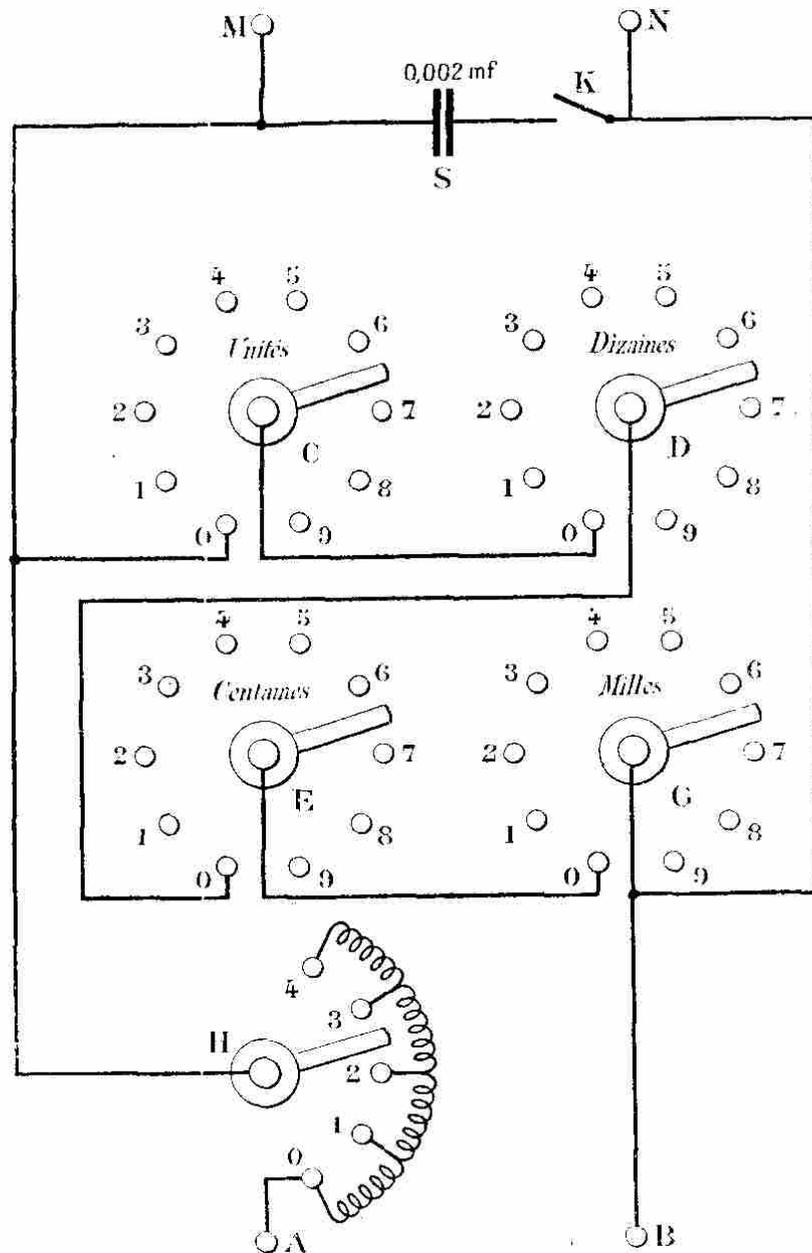


Fig. 101. — Audimètre-boîte de résistances.

Remarquons tout d'abord une contradiction apparente entre la description du dispositif à contacts mobiles par lames que nous venons de donner et ce que nous avons dit précédemment au sujet des contacts de mesure à réaliser de préférence à

broches. Ici, il nous faudra souvent faire varier très rapidement la somme des résistances pour opérer une mesure d'intensité de réception par exemple. Or le maniement de fiches serait beaucoup trop long à effectuer ; c'est pourquoi on a choisi les lames, mais on aura soin : 1^o que ces lames soient toujours très propres ; 2^o que les plots présentent bien d'aplomb une surface plane ; 3^o que la connexion d'axe des lames soit très sûre, et pour cela, on la réalisera avec un fil souple soudé, et non par contact à seule friction.

La boîte de résistances variables proprement dite est constituée par les quatre décades, dont la prise peut être effectuée soit en M, N, soit en A, B, la clé étant ouverte et la manette H sur le zéro.

C'est sous cette forme que nous l'utiliserons pour mesurer des résistances au « pont » par comparaison.

Les accessoires H et S sont là pour permettre d'utiliser cet appareil en shunt de mesure d'intensité des réceptions.

On utilise pour cela la méthode du téléphone shunté. Cette méthode nécessite la connaissance aussi précise que possible de la résistance ohmique du téléphone qui sera utilisé pour les mesures. En réalité, ce qu'il importerait de connaître, c'est l'impédance de ce téléphone pour diverses fréquences, les résultats variant avec cette impédance. L'amateur ne peut pousser si loin le souci de précision et doit se contenter de mesures relatives bien faites ; celles-ci auront toujours, du reste, une valeur importante pour la discussion des résultats.

C'est pour remédier en partie à cette inexactitude et pour permettre de comparer aussi correctement que possible des écouteurs différents, que nous avons ajouté les selfs variables H.

On n'en usera pas pour un écouteur de 4000^o et l'on en prendra de plus en plus à mesure que la résistance de l'écouteur à essayer diminuera.

S est mis ici par prudence. Il se peut, en effet, que l'appareil sur lequel on veut mesurer une intensité d'audition (montage

rapide sur table, etc.) n'ait pas de capacité de sortie shuntant l'écouteur, S sera là pour remédier à cette lacune.

Sans que cette méthode soit d'une exactitude scientifique rigoureuse, la mesure de comparaison des intensités de réception au téléphone shunté est sensible et rapide, à la portée de tous, et pour ces raisons, très précieuse; sa valeur réside surtout dans l'extrême sensibilité du téléphone utilisé comme appareil indicateur.

En principe, cette méthode consiste à shunter par une résistance variable connue un téléphone de résistance élevée (*fig. 102*) jusqu'à obtention de la limite de compréhension.

Si l'on appelle T la résistance connue du téléphone (et des selfs additives s'il y a lieu), $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ les résistances du shunt (boîte à décades) correspondant aux intensités de réception $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$, on a, pour une fréquence donnée, et sans changement d'observateur (équation personnelle invariée),

$$i_1 \frac{R_1}{R_1 + T} = i_2 \frac{R_2}{R_2 + T} = i_3 \frac{R_3}{R_3 + T} = \dots = i_n \frac{R_n}{R_n + T}$$

L'intensité relative sera donc mesurée par

$$K = \frac{T + R_n}{R_n} \quad \text{ou} \quad \frac{T}{R_n} + 1.$$

Ce coefficient K (différent pour chaque expérimentateur, mais qui peut être comparé à une unité choisie, par exemple à l'intensité d'un poste connu à heure déterminée) porte le nom de *coefficient d'audibilité relatif*: il peut servir à établir des courbes en fonction du temps.

Pour le déterminer, on envisage la limite d'audition de la façon suivante :

pour la télégraphie, moment où la distinction des traits et des points devient impossible.

pour la téléphonie, moment où un *texte parlé* devient incompréhensible.

La définition de la limite d'audition montre la nécessité « d'opérer rapidement », qui nous a fait choisir les distributeurs à plots.

Le dispositif sera monté suivant la figure 102, dans laquelle

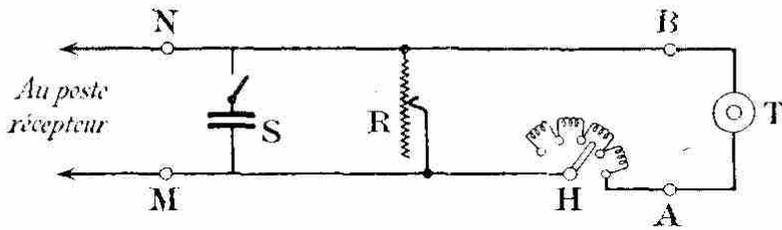


Fig. 102.

les lettres M, N, A, B représentent les bornes de l'appareil précédemment décrit.

Exemple : En effectuant une mesure sur un téléphone dont la résistance T est de 2 000 ohms, auquel on a ajouté en H 1 000 ohms, si l'extinction déterminée comme nous l'avons précisé a lieu lorsque R est de 580 ohms, on aura

$$\text{Coefficient d'audibilité} = \frac{2\,000 + 1\,000}{580} + 1 = 6,1.$$

On aura soin, pour toutes les mesures effectuées avec un téléphone donné, d'utiliser en H toujours la même self.

On ne touchera jamais au téléphone au cours des mesures ; le mieux serait même d'utiliser un écouteur unique, de le fixer solidement sur un pied isolant et de coller l'oreille contre le pavillon.

Avant de décrire l'utilisation de ce dispositif pour effectuer les mesures de résistances par la méthode du pont, nous allons donner une seconde méthode de mesure d'audibilité relative qui pourra être facilement appliquée, quoique moins précise que la précédente.

Cette méthode est basée sur les variations d'intensité de courants circulant dans des circuits induits en fonction de la variation de couplage angulaire de ces circuits.

On prendra deux selfs plates comportant un grand nombre de spires (de 2 à 3 000 au moins) bobinées « en vrac » sur un

noyau de carton ou de bois de 6 à 7^{cm} de diamètre. L'une de ces bobines sera fixée verticalement sur un support, l'autre sera fixée à un levier articulé au point O (fig. 103) et pouvant décrire un quart de cercle.

Un index sera disposé de manière à indiquer sur un secteur gradué en 90° l'angle d'ouverture des deux bobines.

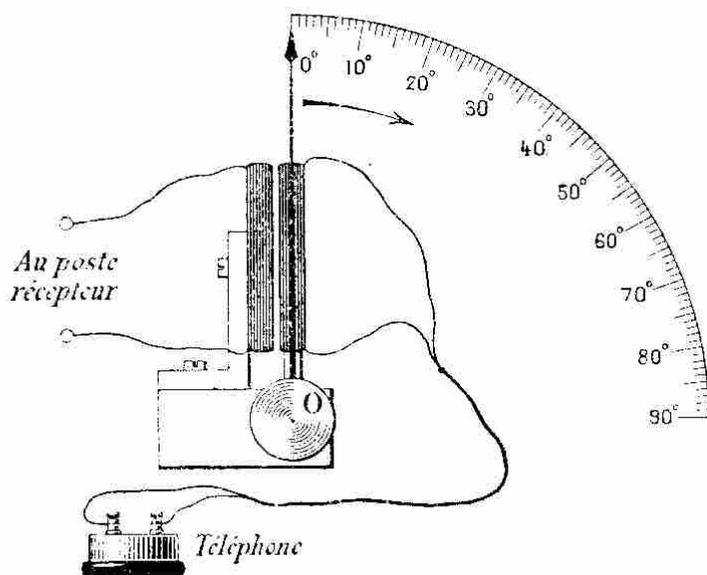


Fig. 103. — Audimètre relatif à rotation.

Remarquons toutefois que le coefficient d'audibilité est loin d'être, dans ce cas, proportionnel aux degrés, la variation du couplage étant beaucoup plus rapide vers le zéro que vers l'extrémité opposée de l'échelle.

Un procédé plus correct, mais moins simple, consiste à utiliser deux bobines ou deux cadres concentriques mobiles l'un par rapport à l'autre, autour d'un axe diamétral, tels les deux enroulements d'un variomètre.

L'appareil est facile à concevoir et à réaliser sous cette forme. Au cas où il serait utilisé, on peut considérer le coefficient d'audibilité relative comme proportionnel au sinus de l'angle de couplage et prendre pour valeur de ce coefficient les deux premières décimales du nombre exprimant ce sinus.

Nous donnons ci-dessous les coefficients d'audibilité expri-

La self fixe sera réunie à l'appareil récepteur, la mobile au téléphone.

On fera varier le couplage jusqu'à obtention du minimum d'audition, caractérisé comme précédemment.

La valeur de l'audibilité sera exprimée par les degrés lus sur le secteur gradué.

més en fonction des angles que font entre eux les plans des deux bobines.

Coefficient d'audibilité relative K en valeur de l'angle de couplage.

ANGLE	K	ANGLE	K	ANGLE	K	ANGLE	K
0°	0	14°	24	28°	46	42°	66
1	1	15	25	29	48	43	68
2	3	16	27	30	50	44	69
3	5	17	29	31	51	45	70
4	6	18	30	32	52	50	76
5	8	19	32	33	54	55	81
6	10	20	34	34	56	60	86
7	12	21	35	35	57	65	90
8	13	22	37	36	58	70	93
9	15	23	39	37	60	75	96
10	17	24	40	38	61	80	98
11	19	25	42	39	62	85	99
12	20	26	43	40	64	90	100
13	22	27	45	41	65		

PONT DE WHEATSTONE

Nous avons vu précédemment comment mesurer des résistances par la méthode du voltmètre et du milliampermètre.

Pour des résistances très faibles ou très élevées cette méthode est insuffisante ; de plus, son degré d'exactitude est limité par l'exactitude des appareils de mesure et l'appréciation d'une déviation toujours imprécise.

C'est pourquoi il est préférable d'employer pour ces mesures la méthode du pont de Wheatstone. Nous en avons donné la théorie dans *Le Premier livre de l'Amateur*, page 224, ainsi que la réalisation du type de pont dit « à fil ».

Puisque nous avons construit une boîte de résistances, il sera préférable de monter un pont avec cette boîte.

Il nous suffira pour cela de compléter notre matériel par une « boîte de bras de proportion », bien facile à établir.

Celle-ci (*fig. 104*) comporte 12 bornes, dont quatre de prises U, V, X, Y, et deux séries de quatre pouvant être court-circuitées par les barrettes L, L,...

On voit en 1 l'aspect extérieur du montage, en 2 l'aspect sous plateau. Ici les bornes sont réunies par des résistances de

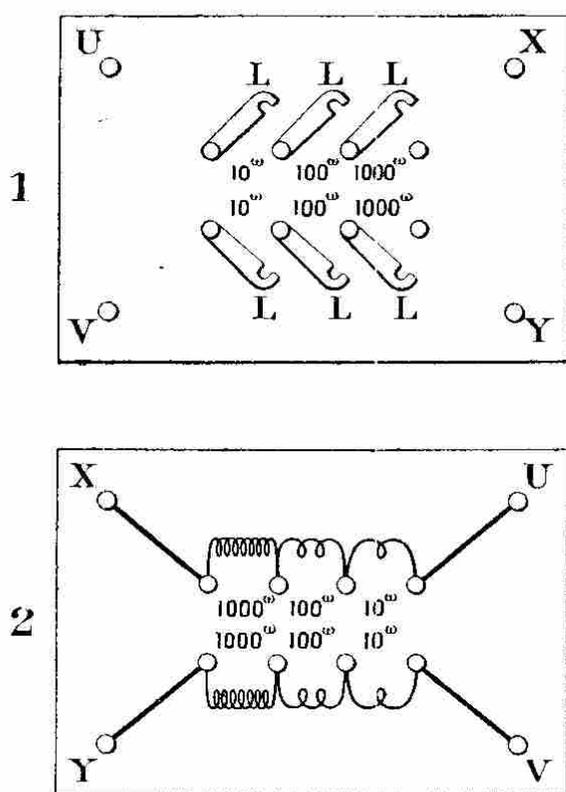


Fig. 104. — Boîte de bras de proportion.

10, 100 et 1 000 ohms, disposées en série. Les connexions reliant U, V, X, Y à ces bornes seront établies en gros fil, mieux encore en ruban de cuivre épais.

Nous avons maintenant tout ce qu'il nous faut pour monter le pont complet.

Nous utiliserons comme appareil de zéro le galvanomètre décrit au début de ce chapitre; l'ensemble sera disposé comme le montre la figure 105; x est la résistance à mesurer.

Appelons A la résistance de la branche supérieure de proportion, B celle de la branche inférieure, C celle de la boîte à décades. Lorsque, la pile P (de 2 à 3 volts) étant en circuit, nous aurons pris des résistances telles que le galvanomètre soit au zéro, on aura

$$x \times A = B \times C,$$

d'où
$$x = C \times \frac{B}{A}.$$

$\frac{B}{A}$ est ce que l'on appelle le rapport de comparaison. On voit que l'on peut prendre pour ce rapport les valeurs 10, 100,

1 000, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, valeurs par lesquelles il suffira de multiplier la résistance totale de G pour avoir celle de x .

On aura toujours soin : 1° de réunir les diverses boîtes par des conducteurs gros et courts ; 2° de choisir le rapport $\frac{B}{A}$ de telle sorte que la valeur à donner à G pour obtenir l'équilibre

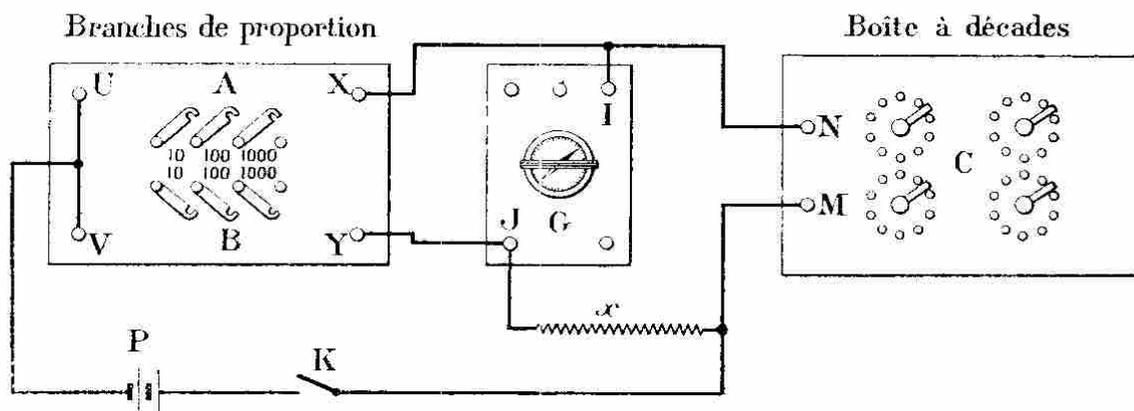


Fig. 105. — Montage complet du pont.

soit du même ordre de grandeur ou plus grande que celle de la résistance à mesurer.

Légèrement modifié, en particulier en utilisant au lieu de P un vibreur et au lieu de G un téléphone, ce pont, qui porte alors le nom de pont de Sauty, peut servir à mesurer, en utilisant des étalons convenables, des selfs ou des capacités.

Cette méthode est délicate, l'amateur de T. S. F. pourra s'y exercer, mais il est bien préférable d'avoir recours à l'ondemètre, qui, convenablement utilisé, permet d'effectuer ces mesures rapidement et avec une grande précision, sauf pour la mesure des grandes capacités.

Nous avons donné dans *Le Premier livre de l'Amateur*, chapitre xx, description et construction d'un ondemètre, ainsi que procédés d'utilisation pour mesures diverses (longueurs d'ondes, selfs, capacités) ; nous avons complété ces données par la description d'ondemètre pour ondes de l'ordre de 200^m dans *Comment recevoir la Téléphonie*. Nous n'avons donc pas à revenir sur ces questions.

Nous traiterons trois points nouveaux dont nous n'avons pas encore entretenu nos lecteurs :

- les ondes très courtes et leur mesure ;
- utilisation du phénomène d'absorption comme indicateur de mesures à l'ondemètre ;
- appareils thermiques indicateurs de mesures en haute fréquence.

LES ONDES TRÈS COURTES ET LEUR MESURE

Si les ondes très courtes (de 1^m à 50^m environ) ne sont pas encore entrées dans la pratique, elles font cependant l'objet de recherches de plus en plus importantes, non seulement dans les laboratoires officiels mais aussi chez de la part des amateurs.

Pour ces derniers en particulier, elles ouvrent des horizons nouveaux et un champ d'action fécond. Si, plus les fréquences s'élèvent, plus le maniement des appareils devient délicat, par contre les appareils se simplifient étrangement et l'étude de ces ondes ne demande que des espaces de plus en plus restreints.

La production et l'étude des ondes de quelques mètres ne présentent que peu de difficultés d'ordre matériel.

Ce qu'il faut surtout à l'expérimentateur c'est *savoir fort exactement ce qu'il fait*, n'interpréter des résultats qu'avec prudence, en éliminant les causes d'erreur de plus en plus nombreuses à mesure que la fréquence s'élève. Il lui faut pour cela acquérir le sens critique scientifique et lui adjoindre une bonne dose de patience. Pour toutes ces raisons l'étude des ondes courtes est une excellente école.

M. le Professeur Mesny nous a doté d'un appareil excellent et simple de production de ces ondes : l'émetteur symétrique.

Tous les amateurs, même ceux qui ne s'adonnent qu'à la réception, pourront très facilement réaliser de tels émetteurs, puisqu'il suffit, pour l'étude locale de ces ondes très courtes, de deux lampes de réception, d'une source de plaque de 80 à 160 volts et de quelques mètres de gros fil conducteur.

Nous n'avons pas donné ce type d'émetteur au chapitre III, parce qu'il est surtout expérimental et susceptible d'applications à distances réduites.

Il nous a paru plus du domaine des mesures que de celui de la transmission proprement dite.

On trouvera, au sujet des montages à réaliser, des détails extrêmement complets dans *L'Onde électrique*, nos 25, 27, 31, 33.

Voici l'un des types d'appareils que nous avons réalisé dans ce but, appareil permettant l'émission d'ondes de 4 à 10^m et semblable en tous points au récepteur de la figure 46.

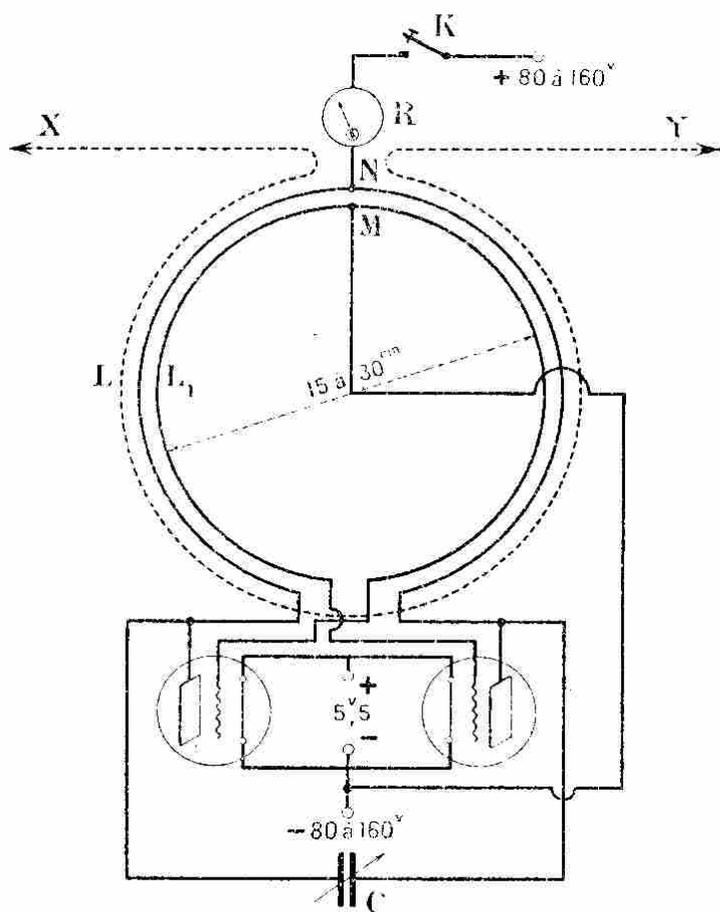


Fig. 106. — Émetteur symétrique pour ondes très courtes.

Le montage de cet émetteur est donné par la figure 106. On voit que le positif de la tension plaque et le retour de self de grille sont effectués symétriquement par rapport aux grilles et plaques des deux lampes. Ce point de symétrie doit être cherché par tâtonnements et réalisé avec précision ; il varie suivant les lampes utilisées, dont les caractéristiques propres sont également variables.

Un condensateur C (type à pointe de mica, décrit chapitre III) sert à faire varier la longueur d'onde dans certaines limites.

Pour obtenir des variations plus importantes, on monte des selfs interchangeables.

Ces selfs L et L₁, dont les prises sont croisées pour rendre

négalif le coefficient d'induction mutuelle, sont constituées par



Fig. 107.

des rubans de cuivre (argentés de préférence) d'environ 1^{cm} de largeur et placés côte à côte (*fig. 107*), l'écartement étant main-

tenu par des plaquettes d'ébonite ou de fibre (1).

Le diamètre de ces selfs varie de 15 à 30^{cm} pour les longueurs d'onde données.

L'émission à courte distance peut s'effectuer sans antenne. On peut cependant, pour augmenter le rayonnement, coupler avec L, L₁ une boucle de fil au milieu d'une antenne courte à deux branches horizontales (trait pointillé XY).

On voit en R un railliampèremètre de mesure absolument indispensable (on peut, pour vérifier l'accrochage, disposer ce milliampèremètre soit dans le circuit des grilles, soit dans celui des plaques).

Une clé K sert à la manipulation en télégraphie.

L'étalonnage de tels émetteurs est extrêmement facile à réaliser avec une très grande approximation. C'est cet étalonnage (qui va nous permettre en même temps d'établir un onde-mètre pour ondes très courtes) qui nous a fait introduire la description de ce dispositif dans ce chapitre de mesures.

Les longueurs d'ondes deviennent si faibles qu'il est possible d'en effectuer la mesure avec un mètre.

Pour cela, on établit un dispositif bien simple, appelé « pont de Lecher ».

On dispose, parallèlement au plan des selfs de l'émetteur et à la hauteur de ces selfs, à 50^{cm} de distance, un demi-cercle MN, de même diamètre, en fil de cuivre rigide, prolongé par deux fils horizontaux parallèles NX et MY situés à environ 1^m du sol (*fig. 108*).

(1) On peut également effectuer ces essais avec du fil de cuivre de 20/10 sous colon.

L'émetteur étant en action et les oscillations *accrochées*, le milliampèremètre R indique une certaine déviation R_1 .

On prend un fil de cuivre rigide A, muni d'un manche isolant, que l'on pose sur les fils horizontaux NX, MY, en *pont*. puis on le déplace lentement, dans le sens de la flèche. Pour une position donnée de ce pont, en A, R_1 diminue brusque-

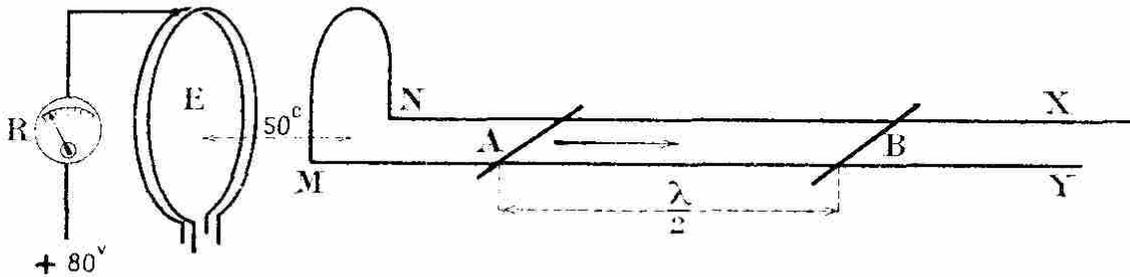


Fig. 108.

ment; on note le point A sur les fils. puis on continue à déplacer le pont; R_1 augmente à nouveau, pour diminuer brusquement lorsque le pont est en B. Il suffit de mesurer la longueur AB : elle est égale à la moitié de la longueur d'onde émise par E. (En réalité, la proximité du sol et des corps voi-

sins amène une légère erreur, que l'amateur peut négliger.)

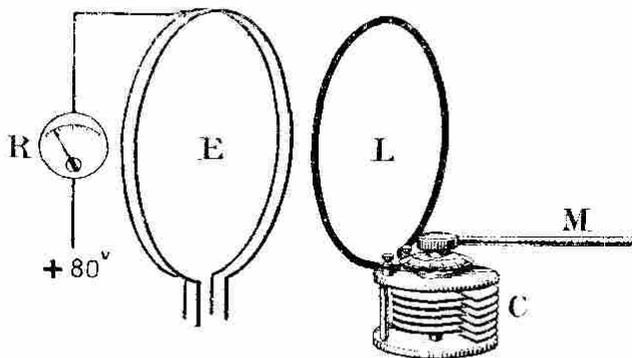


Fig. 109. — LC, ondemètre pour ondes très courtes. — M, manche isolant de manœuvre de la capacité.

Mais tout n'est pas terminé. La longueur d'onde ainsi déterminée peut varier avec les lampes utilisées à l'émission, la tension plaque et le chauffage; aussi, pour avoir un appareil de

comparaison invariable, allons-nous monter et étalonner un ondemètre pour ces ondes.

Cet appareil est infiniment simple. Il n'est autre qu'un circuit oscillant réduit à son expression la plus simple; en pratique, un condensateur variable de faible capacité (0,25 à

0,10 millièmes), sous les bornes duquel on fixe solidement une self à une seule spire très rigide (employer un fil de bronze ou un tube de 5 à 6^{mm} de diamètre), ayant de 10 à 15^{cm} de diamètre.

On couple à environ 50^{cm} la self de cet ondemètre (*fig. 109*) avec l'émetteur dont on vient de mesurer la longueur d'onde, et l'on fait varier sa capacité C jusqu'à augmentation de la déviation de R. On note la division de C qui correspond à la longueur désirée. En répétant l'opération pour plusieurs fréquences, on peut établir la courbe de cet ondemètre.

Ici, la mesure a lieu par absorption, c'est-à-dire que lorsque le circuit LC est accordé sur l'émetteur, ce circuit absorbe suffisamment d'énergie pour que les oscillations de E *décrochent*, ce qu'indique le milli du circuit de plaque avec une très grande précision.

Cette méthode de mesure par absorption, beaucoup plus précise que la mesure par audition d'un maximum généralement utilisée, n'est pas spéciale à ces appareils; elle peut être employée dans tous les cas et pour toutes les longueurs d'ondes.

C'est elle qu'on utilisera avec le récepteur muni d'un milli de plaque que nous avons décrit au chapitre II.

Pour ce faire, on couple la réaction du récepteur dont on veut mesurer la longueur d'onde jusqu'à accrochage (le milli accuse une diminution nette de déviation), puis l'ondemètre étant *très faiblement* couplé avec la self d'accord, on fait varier sa capacité jusqu'au décrochage indiqué au milli. Il suffit de se reporter à la courbe de l'ondemètre correspondant à son réglage à cet instant pour avoir la longueur d'onde précise du récepteur.

Le grand avantage de cette méthode est de permettre d'opérer en couplage extrêmement lâche, qui n'influe que fort peu sur le réglage du récepteur à mesurer. La raison doit en être cherchée dans l'augmentation de l'acuité du *système indicateur* (ici, milli; dans la pratique ordinaire, téléphone beaucoup plus « flou »).

Ceci nous amène à envisager une méthode d'indication

encore plus sensible et assez facile à réaliser par les amateurs, quoique plus délicate.

Nous voulons parler de l'emploi des couples thermo-électriques en liaison avec un galvanomètre sensible.

Cet ensemble constitue l'un des meilleurs indicateurs pour toutes mesures effectuées en haute fréquence.

Il faut en effet bien concevoir qu'il existe en électricité trois genres de mesures très différents, qui exigent appareils et méthodes spéciaux : celles qui s'appliquent aux courants continus, aux courants alternatifs industriels (fréquences inférieures à 100), aux courants de haute fréquence.

En règle à peu près générale, les courants continus se mesurent à l'aide d'appareils à actions électromagnétiques (appareils à cadre ou aiguille aimantée mobile), et les courants alternatifs à l'aide d'appareils thermiques, c'est-à-dire utilisant l'effet calorifique du courant (effet Joule).

Ces derniers appareils sont en général moins sensibles, moins précis et plus délicats à bien manier que les premiers.

Nous reviendrons sur ces dernières considérations à propos d'appareils utilisables en courant continu adaptés à la mesure des courants de haute fréquence.

Le type des appareils thermiques de mesure en haute fréquence le plus connu des amateurs est certainement l'ampèremètre d'antenne, que nous avons décrit en détail au chapitre III.

Ce type d'ampèremètre, dit encore « à fil chaud », ne saurait être correctement utilisable que dans les limites comprises entre 0,1 et 3 ampères.

Au delà, on peut utiliser des shunts, toutefois avec des précautions spéciales pour leur établissement, complétées par des vérifications fréquentes de l'appareil.

En dessous de 0,1, en particulier pour les intensités de l'ordre du milliampère, il faut avoir recours à un appareil spécial : le couple thermo-électrique dans le vide lié à un galvanomètre à cadre muni d'un miroir.

Si nous n'avons pas construit entièrement ce dispositif,

nous ne le proposerions pas à nos lecteurs ; mais nous l'avons réalisé si facilement que nous ne voyons aucune difficulté possible pour la plupart d'entre eux.

Cet appareil de mesure se compose de deux parties : le couple thermo-électrique dans le vide et le galvanomètre à cadre mobile. Le couple thermo-électrique, grâce à l'excellente fabrication de la « Radiotechnique », se trouve actuellement dans le commerce à un prix raisonnable. Cette firme le présente exactement sous la même forme que les lampes de réception

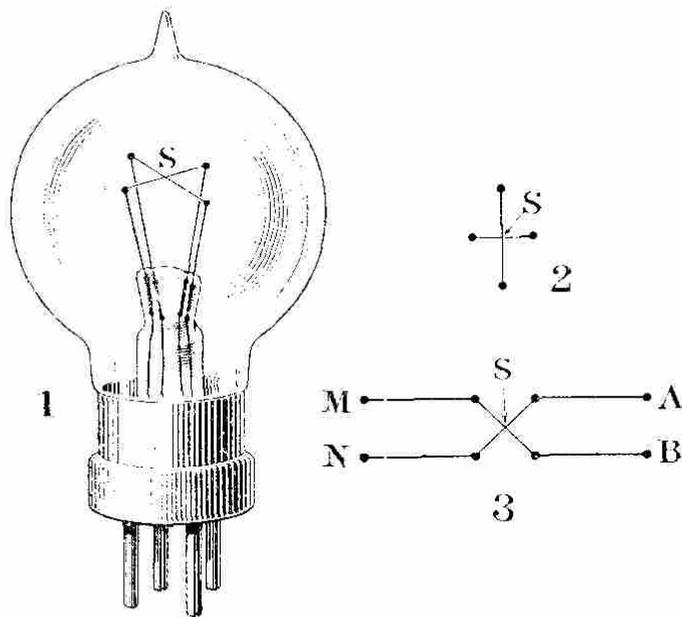


Fig. 110. — 1, Ampoule contenant un couple thermo-électrique dans le vide.
2, Disposition des fils dans l'ampoule.
3, Représentation schématique d'un couple thermo électrique.

ordinaires : mêmes dimensions du globe de cristal, même culot à quatre broches ; mais au lieu du filament ordinaire, entouré de la grille et de la plaque, se trouvent deux fils en métaux résistants, croisés et soudés au point de croisement. La figure 110 représente l'aspect extérieur et le détail des fils intérieurs.

La sensibilité d'un tel couple est fortement augmentée du fait de la disposition des fils *dans le vide*, ce qui évite le refroidissement par convection.

Si un courant alternatif passe par AB, il chauffe la soudure S et donne naissance à un courant continu dans le conducteur MSN, courant que pourra déceler et mesurer un galvanomètre sensible à cadre.

Le galvanomètre à cadre mobile est muni d'un miroir solidaire du cadre et qui a pour but de substituer un faisceau lumi-

neux impondérable à une aiguille matérielle, toujours limitée en longueur par suite de son poids et de l'inertie qu'elle ajoute au système.

Pour construire à peu de frais un tel galvanomètre, on se procurera deux aimants de magnéto d'appel téléphonique, aimants

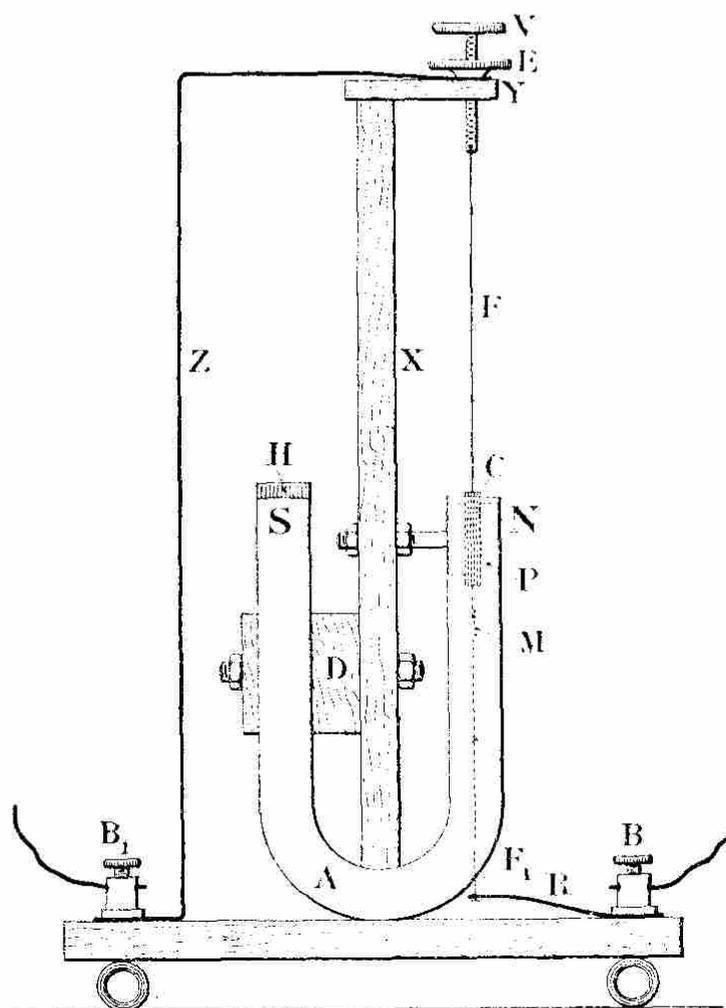


Fig. 111. — Galvanomètre à miroir vu de côté.

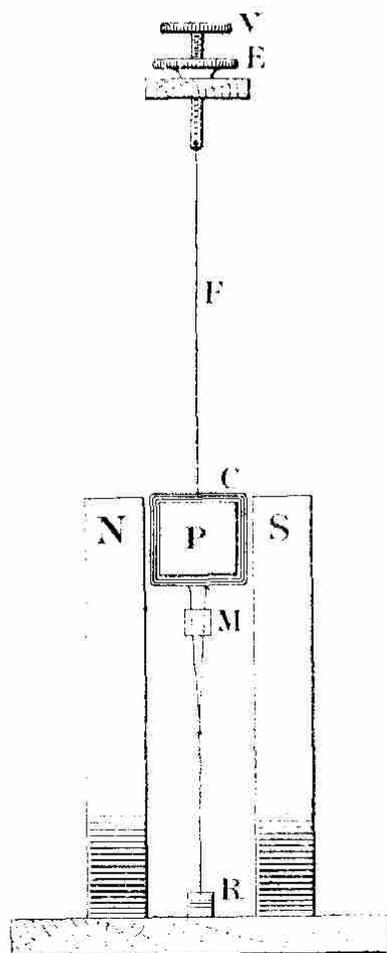


Fig. 112. — Galvanomètre à miroir vu de face.

en U, d'une hauteur d'environ 13^{cm}, de 45^{mm} d'écartement entre lames, et dont la force portante atteint facilement 300 grammes.

Ces aimants seront disposés verticalement et parallèlement sur une planche support, de telle sorte que leurs pôles de noms contraires se présentent en avant.

On réservera entre ces pôles un écartement de 35^{mm} (fig. 111, 112 et 113).

Ils seront maintenus en place par une cale D et un boulon, contre une planchette verticale épaisse, X, de 25^{cm} de hauteur, solidement fixée sur le socle.

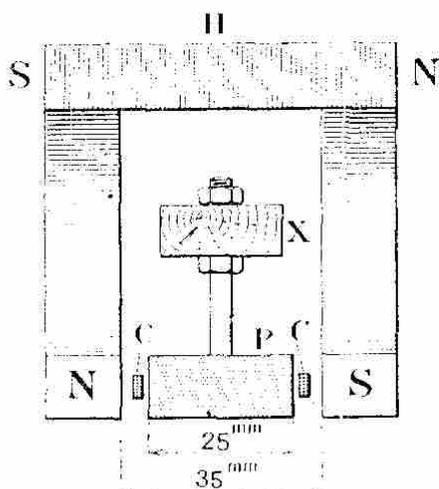


Fig. 113. — Galvanomètre vu au niveau des pôles des aimants.

Cette planchette servira également de support, par l'intermédiaire d'une tige filetée, à une masse de fer doux P, de 25^{mm} × 25^{mm} et d'une épaisseur égale à celle des branches des aimants (on pourra la constituer par un ensemble de feuilles de tôle minces bien bloquées).

C'est dans l'espace vide, de 5^{mm} de largeur, réservé entre cette pièce et les masses polaires, que sera logé le cadre.

Pour construire celui-ci on commence par enrouler sur la tranche de P quelques tours d'un ruban de papier huilé; sur

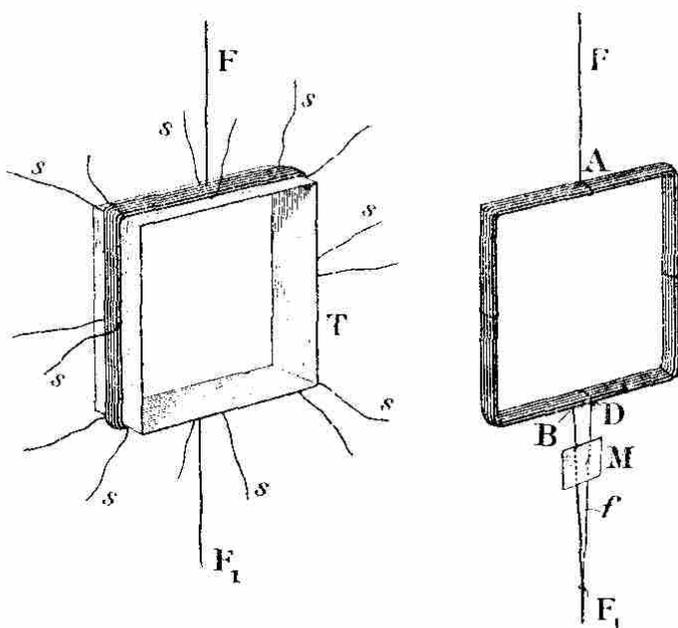


Fig. 114. — Construction du cadre.

cette carcasse on bobinera en vrac 50 spires de fil de 2 à 3 centièmes recouvert de soie, puis on passera avec une aiguille fine 8 fils de soie ss, disposés comme le montre la figure 114. Ces fils seront soigneusement noués et coupés au ras de l'enroulement, qu'ils maintiendront.

Cet ensemble sera imbibé au pinceau de vernis gomme laque assez épais. Avant que le vernis soit entièrement sec, on retire la masse P et on

laisse sécher l'ensemble fil-papier. Ce dernier est enfin délicatement enlevé, et l'on obtient un cadre léger et rigide.

L'une des extrémités de sortie du fil du cadre est fixée en A et servira à la fois de fil de suspension et de conducteur, l'autre est fixée en B, légèrement à gauche de l'axe. Symétriquement, on fixe un fil de soie en D. Ces deux derniers fils sont réunis en F_1 , et sur l'ensemble est collé avec une goutte de seccotine un léger miroir M (*fig. 114*).

Il ne serait pas très difficile de réaliser ce miroir s'il devait être plan, ce qui peut se faire en disposant un système optique spécial; mais il est préférable d'utiliser un miroir concave ayant une longueur focale de 25^{cm} environ, miroir que l'on trouvera dans le commerce (maison Ducretet, 75, rue Gay-Lussac, Paris).

A l'extrémité supérieure de la pièce X, on fixera un bras horizontal Y (*fig. 111*), supportant une vis V à écrou E, percée d'un petit trou à sa partie inférieure.

Sur le socle, en R, on fixera sous une borne B un ressort d'acier ou de bronze d'aluminium, également percé à son extrémité. Ces deux organes seront disposés de telle sorte que la ligne qui les joint passe par le milieu de P. C'est entre eux que le cadre sera suspendu par ses fils. L'ensemble sera maintenu tendu par R; l'écrou E permettra de centrer le cadre en hauteur, et la vis V, par rotation, de l'amener exactement dans son logement entre P et les pièces polaires. Un conducteur Z relié à la borne B_1 établira la connexion avec V et F, celle entre F_1 et B étant assurée par R. En arrière de X, on fermera le circuit magnétique des aimants par une barre de fer doux H (*fig. 113*).

Des tubes de caoutchouc collés sous le socle amortiront les vibrations extérieures.

Le galvanomètre ainsi terminé sera complété par une échelle de lecture qui portera également le système d'éclairage.

Sur un cadre de bois ou de métal B (*fig. 115*), de 20^{cm} de long et de 15^{mm} de large, on fixe une lame de celluloid transpa-

rent, légèrement dépoli (ou, à son défaut, une feuille de papier huilé), sur lequel on a gravé avec une pointe une échelle divisée en millimètres.

Sur ce cadre et en son milieu est fixé un petit tube quelconque contenant une ampoule de lampe de poche L. Ce tube

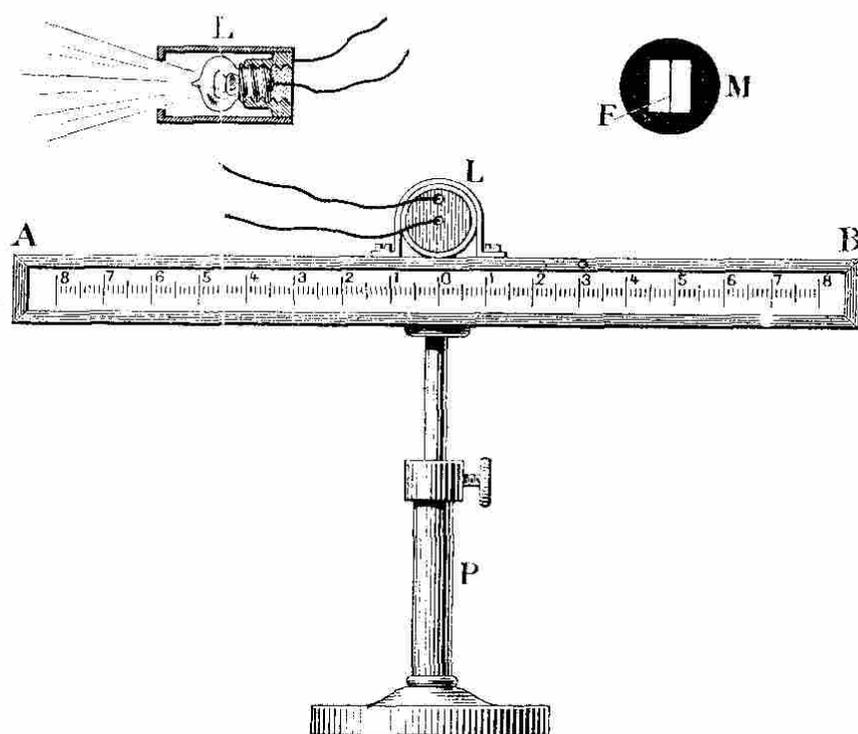


Fig. 115. — Échelle de lecture des déviations du galvanomètre.

est fermé à l'avant par un disque opaque, muni d'une fenêtre rectangulaire M que traverse verticalement un fil F.

L'ensemble est supporté par un pied P, qui permet de le disposer convenablement à hauteur voulue.

L'échelle est à 50^{cm} en avant du miroir du galvanomètre, et lampe allumée, on cherche par tâtonnements la position à lui donner pour que l'image de F se projette nettement sur le zéro de l'échelle.

Un tel appareil, convenablement construit par un amateur, est sensible à des courants d'intensité de l'ordre du dixième de milliampère. Pour des élongations ne dépassant pas quelques degrés, les déviations du point lumineux (spot) sont proportion-

nelles aux intensités. Ce dispositif peut être utilisé comme appareil de zéro lors des mesures effectuées au pont de Wheatstone.

Il devient surtout précieux pour les mesures de courant de haute fréquence effectuées avec un couple thermique.

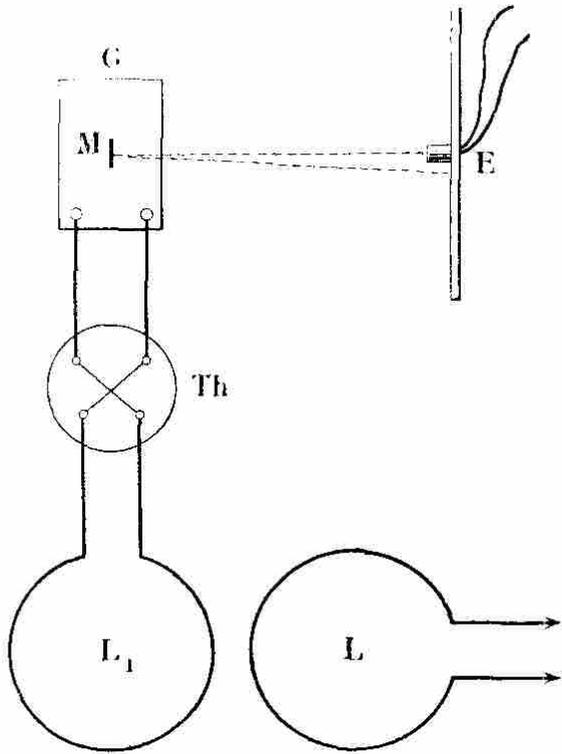


Fig. 116. — Mesure au couple thermique joint au galvanomètre.

Ainsi monté, il remplace le téléphone indicateur, par exemple dans un ondemètre; de plus, il permet de tracer des courbes de résonance et d'effectuer avec une précision beaucoup plus grande que celle que peut donner le téléphone toutes les mesures basées sur les phénomènes de résonance.

Pour l'utiliser dans les cas de cette nature, on monte l'ensemble couple-galvanomètre, comme le montre la figure 116. Th est le couple thermique, G le galvanomètre ayant son échelle en E; en L₁ une self d'une seule

spire est reliée aux bornes de l'élément thermique et couplée avec une self identique L en série dans le circuit à mesurer.

L'ensemble L₁ThG porte le nom de *circuit indicateur*.

Si l'on veut effectuer une mesure de longueur d'onde (d'un circuit oscillant, d'une antenne, etc.), de capacité par substitution, de self par addition, on dispose les appareils comme le montre la figure 117.

La self L₃ du système indicateur thermo-galvanométrique est couplée légèrement avec une self additive située dans le circuit oscillant de mesure étalonné CL₁; la self de ce dernier est couplée très légèrement avec la self L faisant partie soit d'un circuit

de choc, soit du circuit qui est le siège d'oscillations dont on veut mesurer la fréquence.

Au lieu d'agir par induction entre L_2 et L_3 , on peut également introduire le circuit indicateur dans le circuit de mesure en mettant le couple en série dans le circuit CL_1 .

Cette disposition est particulièrement intéressante pour la construction des courbes de résonance, qui, seules, permettent

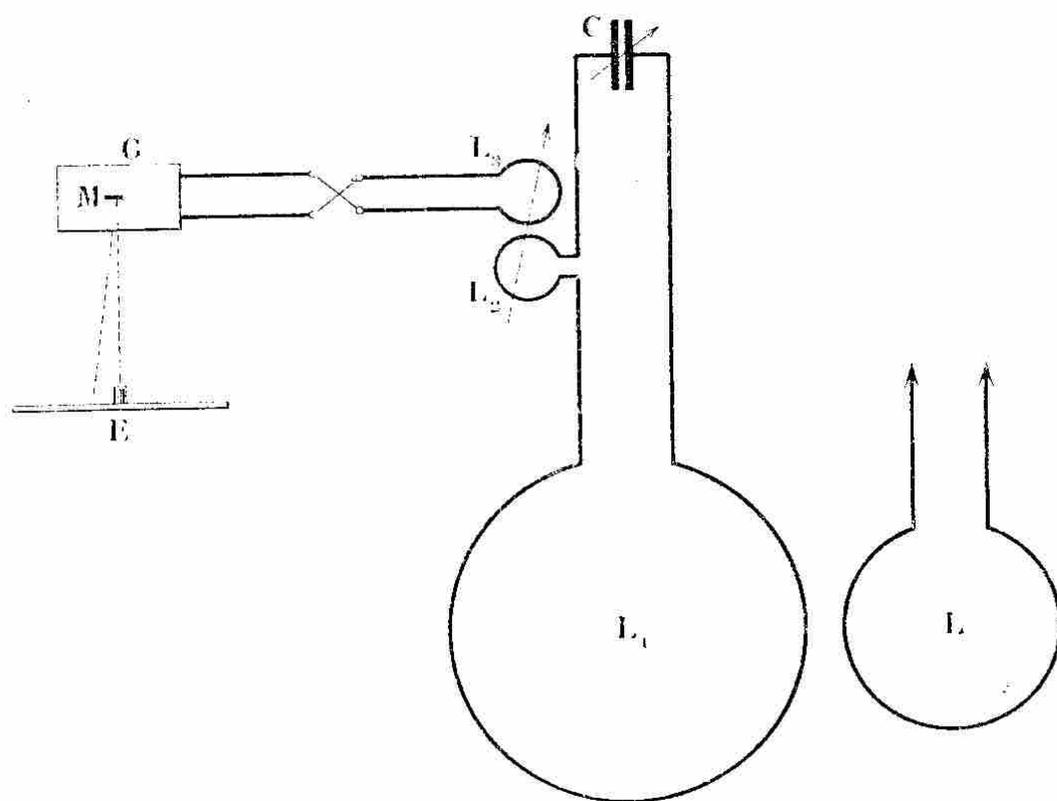


Fig. 117. — Mesure effectuée au couple thermique.

d'étudier l'allure des phénomènes oscillatoires des systèmes couplés.

L'étude de ces phénomènes ne peut s'effectuer correctement qu'à condition d'utiliser des couplages extrêmement lâches, ce qui exige un appareil indicateur d'une grande sensibilité et n'amenant dans le circuit oscillant qu'un amortissement très faible. Le thermo-couple joint au galvanomètre répond à ces conditions.

Moins sensible cependant que le téléphone, il a sur lui

l'avantage de substituer la méthode d'examen visuel à l'appréciation auditive, toujours plus floue.

Pour effectuer la comparaison de deux ondemètres ou l'étalonnage d'un circuit oscillant d'après un ondemètre, l'amateur qui voudra obtenir quelque précision aura le choix entre cette méthode et la méthode d'absorption précédemment décrite, de préférence à la méthode téléphonique.

Pour tracer une courbe de résonance, on dispose, aussi loin

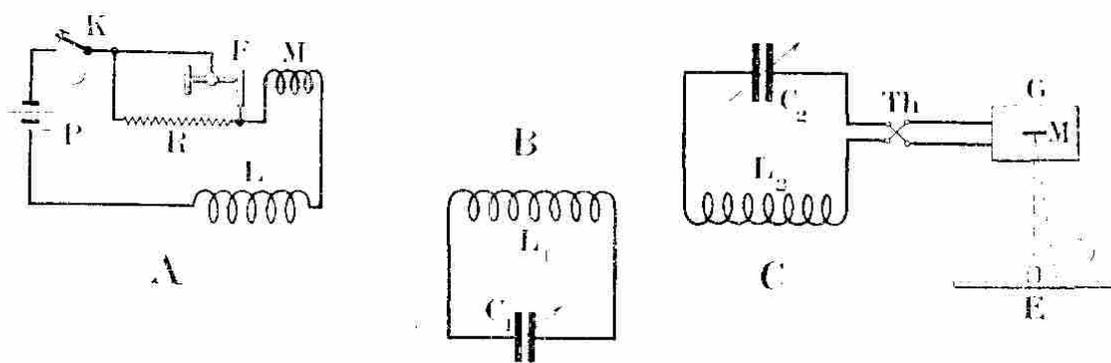


Fig 118. — Détermination d'une courbe de résonance ou étalonnage d'un circuit oscillant.

que possible de tout conducteur, masse métallique, self, etc., qui pourraient fausser les mesures, un circuit de choc A (buzzer à note très pure faiblement excité), le circuit à mesurer B et l'ondemètre étalonné (circuit de mesure) C, dans lequel on intercale le couple suivi du galvanomètre (*fig.* 118).

Le couplage entre B et C doit être très lâche; il est donc bon d'incliner le plus fortement possible l'axe de L_2 sur celui de L_1 , afin d'éviter tout couplage entre L et L_2 .

Pour étalonner B, on cherche, pour des variations de C_2 degré par degré, à réaliser le maximum d'élongation au galvanomètre en réglant C_1 , et l'on note pour chaque essai les valeurs de C_1 obtenues. Ceci permettra, pour une self L_1 donnée, de tracer la courbe des longueurs d'ondes de C_1L_1 en fonction des variations de C_1 .

Pour tracer la courbe de résonance des systèmes couplés B et C (pour une valeur donnée de C_1), faisant varier C_2 degré

par degré, on note, pour chaque réglage, la valeur en milli-

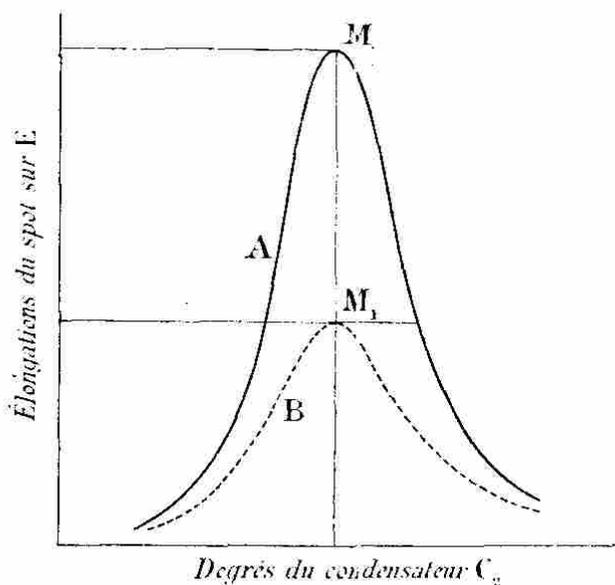


Fig. 119. — Courbes de résonance.

mètres des élongations du spot sur E; ces élongations sont portées en ordonnées et les valeurs correspondantes de C_2 en abscisses. On obtient ainsi des courbes de l'allure de celles de la figure 119.

Le point maximum de ces courbes, M , M_1 , est le point de résonance.

L'allure de la courbe indique la valeur relative de l'amortissement, celui-ci étant d'autant plus

faible que la courbe est moins aplatie (A moins amorti que B).

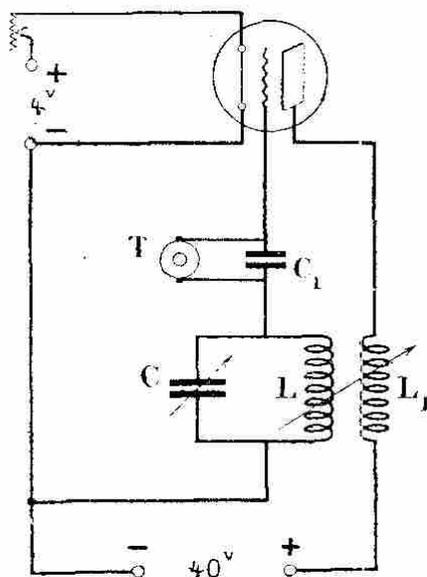


Fig. 120. — Hétérodyne de mesures.

A qui possède une hétérodyne, il est facile d'utiliser cet appareil comme ondemètre, en particulier pour la mesure des ondes entretenues. Il suffit de disposer en série dans le circuit de grille un téléphone T shunté par une capacité de deux millièmes C_1 (fig. 120). Ce dispositif est extrêmement sensible, par suite de l'utilisation d'une méthode d'indication particulière qui porte le nom de méthode du « silence ».

Voici en quoi elle consiste : l'hétérodyne étant couplée légèrement avec le circuit, siège d'oscillations entretenues à mesurer, on modifie le réglage de C (le couplage entre L et L_1 restant fixe) jusqu'à obtention de battements et l'on cherche la *zone de silence* comprise entre les deux

séries de battements d'interférence. Cette zone de silence correspond à l'accord parfait entre les oscillations reçues et les oscillations locales.

L'hétérodyne, ayant été étalonnée, donne ainsi la longueur d'onde cherchée.

Ce procédé, excellent au point de vue « indicateur », ne donne en réalité que des valeurs approchées, parce que : 1° les longueurs d'ondes émises par l'hétérodyne sont légèrement variables suivant les tensions de chauffage et de plaque qui lui sont appliquées ; 2° les longueurs d'ondes propres de L_1 sont variables par construction.

On aura là un moyen de repérage commode, mais de précision incertaine. Nous devons cependant le signaler par suite de la simplicité de son emploi.

VOLTMÈTRE ÉLECTROSTATIQUE

Les amateurs émetteurs qui utilisent des tensions élevées (de 300 à 2000 volts), en courant soit continu, soit alternatif, sont souvent ennuyés de ne pouvoir connaître, sinon d'une façon absolue, tout au moins de manière approchée la tension du circuit d'alimentation. Les appareils commerciaux utilisés dans ce but sont d'un prix élevé, ce qui incite le plus souvent l'amateur à se passer de cet instrument de mesure. Or, il est bien facile d'en construire un à peu de frais et de le régler de façon suffisante pour cet usage.

Il suffit de l'établir sous forme d'électromètre, appareil qui mesure en alternatif comme en continu la valeur moyenne de la tension. La résistance intérieure, pratiquement infinie, et la capacité très faible de ce dispositif permettent de le considérer comme un appareil à consommation nulle. Cependant, comme un défaut de construction peut mettre les électrodes en contact et par cela même déterminer un court-circuit du générateur de haute tension, il est bon de disposer sur l'une des connexions à ce

générateur un système de protection constitué par un fusible

entre cornes comme le montre la figure 121.

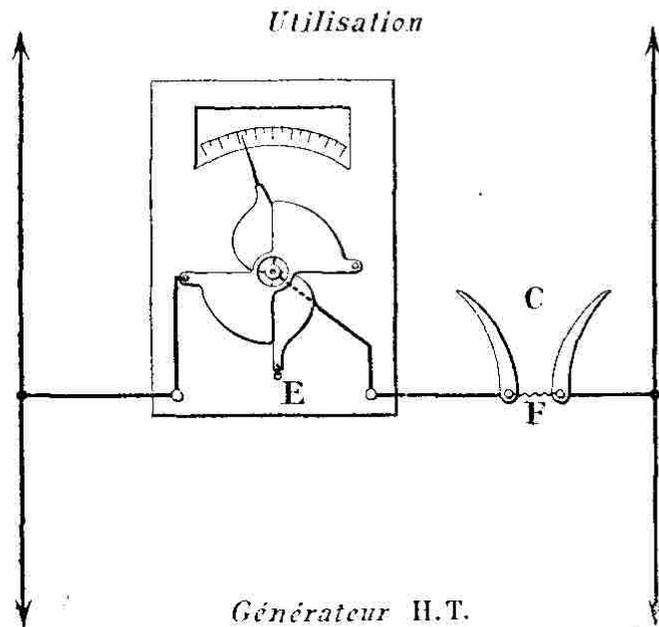


Fig. 121. — Electromètre monté avec système de protection.

Pratiquement, l'électromètre sera constitué par deux armatures d'aluminium d'épaisseur quelconque de la forme de A (fig. 122), qui seront les armatures fixes, et une armature de forme B, qui sera l'armature mobile, taillée dans une feuille mince d'aluminium.

L'ensemble sera monté comme le représente la

figure 123; il rappelle un condensateur variable à air à une seule armature mobile.

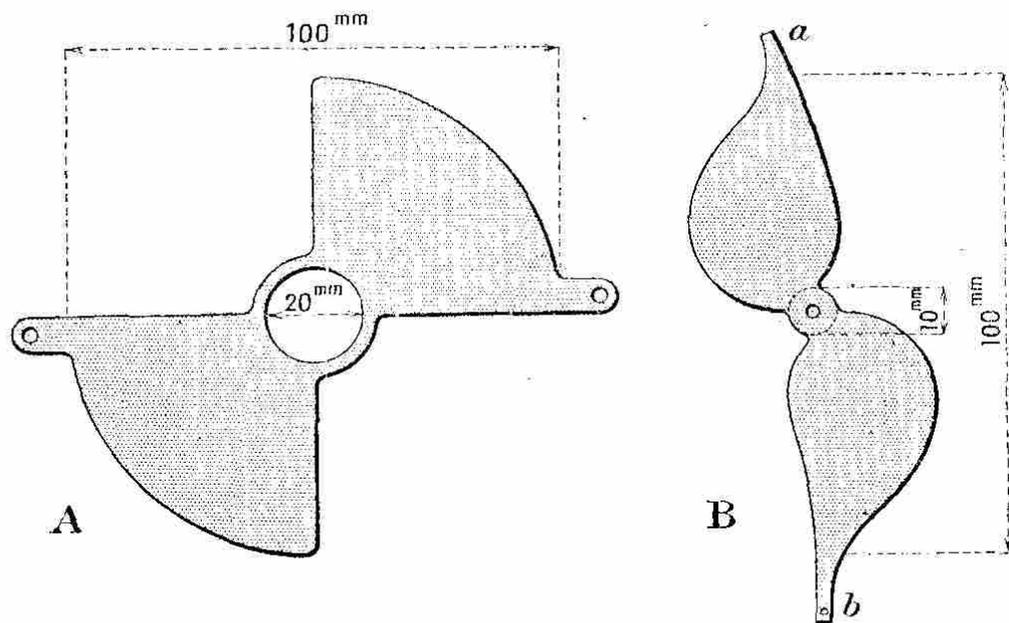


Fig. 122. — Formes des armatures de l'électromètre.

Cette dernière peut tourner autour d'un axe fixe C fin et

rigide. L'intervalle entre l'armature B et chacune des arma-

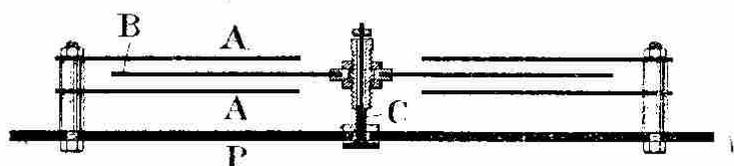


Fig. 123.

L'ensemble sera monté sur un plateau d'ébonite *très épais*,

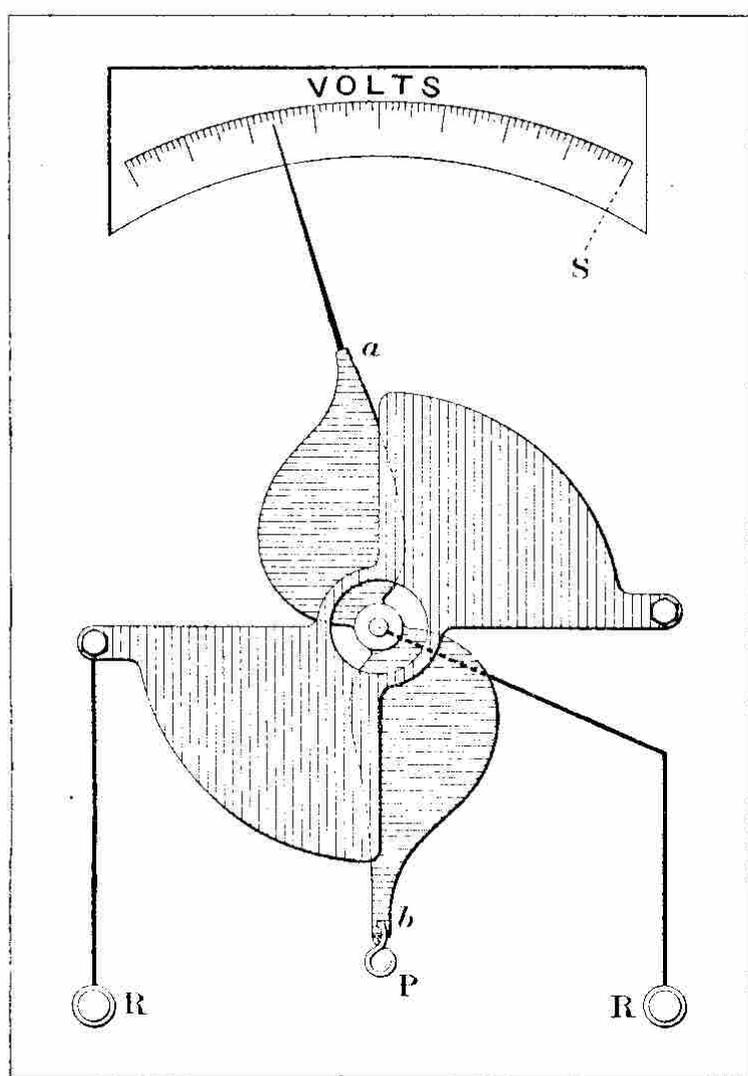


Fig. 124. — Montage de l'électromètre.

tures A, A sera tel qu'il ne puisse, sous les tensions à mesurer, jaillir une étincelle amorçant un arc ; en pratique, 3^{mm} suffiront.

comme le montre la figure 124. L'extrémité *a* de l'armature mobile sera munie d'un index indicateur léger (barbe de plume, verre filé, tige mince de bambou), et l'extrémité *b* d'un anneau P, formant poids de rappel et réglé une fois pour toutes.

Deux bornes R, R assureront la liaison, d'une part avec l'ensemble A, A, d'autre part avec B.

Pour quiconque possède un transformateur d'émission à plusieurs prises,

rien de plus facile que d'étalonner cet appareil.

Supposons (ce qui est notre cas) que l'on possède un Ferrix donnant au secondaire 500, 1 000, 1 500 et 2 000^v.

On branche le secondaire en R, R (en intercalant le fusible de protection), et l'on met au rapport 2 000^v ; si l'index tend à sortir de la graduation, on augmente le poids P jusqu'à ce que l'aiguille s'arrête vers S. Ce point sera marqué 2 000, puis on détermine les points 500, 1 000 et 1 500 en effectuant les prises nécessaires sur le transformateur. Une interpolation facile permet de graduer l'appareil de 25 en 25 volts.

Si cet étalonnage n'a rien d'absolu, il a tout au moins l'avantage, pour un faible prix de revient, d'indiquer les limites de tension dans lesquelles on travaille.

Ajoutons que l'on doit avoir soin d'*isoler parfaitement cet appareil* et de *n'y jamais toucher* lorsque l'émetteur est sous tension.

Un dernier appareil de mesure dont nous tenons à entretenir nos lecteurs est le voltmètre amplificateur.

Nous voulons le décrire, parce que : 1° c'est le seul appareil qui puisse permettre à un amateur qui veut travailler correctement la question, d'étudier les variations d'intensité de réception de postes quelconques ; 2° aucun amateur ne saurait nous reprocher de lui proposer un appareil de construction difficile, puisqu'un voltmètre amplificateur n'est autre... qu'un simple amplificateur à résistances adapté aux mesures des très faibles tensions.

Ce dispositif, réalisé par M. Abraham, est recommandable pour étudier le rayonnement d'un poste émetteur à distance. Il sera précieux en particulier pour ceux d'entre les amateurs qui désireront contribuer à l'étude du mystérieux « fading ».

Nous ne leur conseillerons pas cependant de tenter d'exprimer ce rayonnement en valeur absolue (l'unité de valeur du champ électrique étant le microvolt par mètre de hauteur), mais bien d'étudier, par ce procédé, les variations de ce champ, qu'il est possible ensuite de traduire en courbes en fonction du temps.

Avant de décrire cet appareil, disons quelques mots de la méthode plus générale qu'il met en œuvre.

La mesure des courants oscillants, sans modification de la nature de ces courants, ne peut s'effectuer qu'avec des appareils thermiques ; or ceux-ci sont beaucoup moins sensibles que les galvanomètres à courant continu (galvanomètre à aiguille aimantée, galvanomètre à cadre à aiguille ou à miroir) ; il serait donc excellent de pouvoir utiliser ces derniers appareils de préférence aux premiers.

Un artifice va nous le permettre : *il suffit de redresser le courant oscillant avant de le mesurer*. Or ce redressement peut s'effectuer de la façon la plus simple du monde grâce à une détection préalable.

On pourra donc pratiquer cette mesure en combinant un détecteur avec un galvanomètre pour courant continu.

Dans un tel dispositif, où l'on peut concevoir comme redresseur un simple détecteur à galène (*fig. 125*) D en série avec

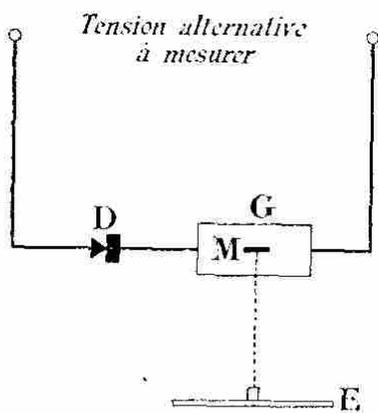


Fig. 125.

un galvanomètre G, la variation de courant indiquée par l'appareil de mesure est proportionnelle au carré de la tension alternative à mesurer ; on réalise donc un voltmètre pour courants alternatifs.

Ceci n'est exact en réalité que pour de faibles amplitudes, les seules que puissent envisager les amateurs.

Les mesures de cette nature devront être effectuées de préférence sur cadre.

Si toutefois l'énergie est insuffisante et que l'on veuille employer la galène comme système redresseur, on pourra la faire précéder d'un ou deux étages haute fréquence.

Cependant la galène présente au point de vue « mesures » un défaut : son irrégularité de fonctionnement. Il est donc préférable de s'adresser à la lampe détectrice. On peut dans ce but employer une seule lampe, sans batterie de plaque, en utilisant

pour la détection soit la flexion de la caractéristique de grille, soit celle de la caractéristique de plaque (procédé Moullins). Ce procédé s'applique à la mesure de tensions alternatives de $0,5$ à 2 dont la fréquence peut aller jusqu'à $100\,000$.

Pour les tensions beaucoup plus faibles et les fréquences élevées que l'on peut être appelé à mesurer en radiotechnique, il faut s'adresser à un amplificateur-détecteur bien plus sensible donnant une amplification constante dans des limites étendues. Le meilleur est l'amplificateur à résistances et capacités du type bien connu des amateurs (voir pour sa théorie, L. BRILLOUIN, *L'Onde électrique*, t. 1, p. 7 et 101).

C'est sur ce principe qu'est réalisé le voltmètre amplificateur Abraham et Bloch (*Journal de Physique*, VI, t. 1, p. 44),

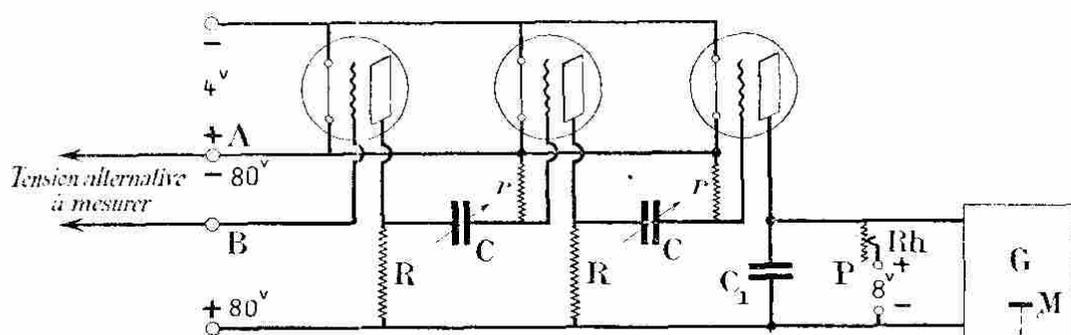


Fig. 126. — Voltmètre amplificateur.

et si nous en parlons c'est parce qu'il nous a été donné d'employer ce procédé en utilisant simplement un poste récepteur à résistances du type ordinaire dans lequel les condensateurs de liaison au lieu d'être fixes comme d'ordinaire étaient variables afin de pouvoir s'adapter aux fréquences élevées.

L'appareil complet est monté comme l'indique la figure 126.

Les résistances R sont de 70 à $80\,000$ ohms, et r de 5 mégohms. Les condensateurs C , variables, ont une capacité maximum de $20/100\,000$.

On aura soin de shunter le circuit du galvanomètre par une capacité C_1 d'un demi-millième.

Comme le courant de plaque, constant, ferait dévier le galvanomètre, on a soin de le ramener au zéro par une batterie de piles auxiliaire P et un rhéostat Rh que l'on règle de telle sorte que l'appareil de mesure soit au zéro, A et B étant réunis.

C'est entre A et B que l'on connectera soit un cadre accordé, soit la sortie du secondaire d'un transformateur haute fréquence d'un amplificateur à un ou plusieurs étages

C'est sur ce dispositif que nous terminerons cet exposé de quelques méthodes de mesures à la portée de l'amateur.

Le sujet peut paraître aride à certains de nos lecteurs ; cependant nous ne saurions trop les inviter à s'engager dans la voie des mesures.

Les premières difficultés vaincues, ils s'apercevront rapidement qu'ils en tireront joie et profit.

APPENDICES

Un certain nombre de questions intéressant tous les amateurs ne rentrant pas dans le cadre purement descriptif de ce petit ouvrage, nous avons pensé les traiter en appendice, d'abord afin de conserver au plan général sa suite logique, puis afin de ne pas compliquer les exposés de digressions qui déroutent le lecteur, l'arrêtent dans l'étude progressive et détournent ses idées vers des points de détail, importants certes, mais qui ne sauraient être abordés avec fruit qu'après assimilation des travaux d'ensemble.

Cette méthode permet en outre de compléter chaque édition par l'exposé des nouveautés d'importance sans modifier, ou bien peu, le corps même de l'ouvrage, ce qui est un avantage à la fois pour le lecteur, l'éditeur et l'auteur.

I. — CHARGE DES ACCUMULATEURS SUR COURANT ALTERNATIF.

La charge des accumulateurs est un problème qui préoccupe à juste titre de nombreux amateurs, en particulier ceux qui utilisent des lampes ordinaires et surtout ceux qui veulent s'adonner à l'émission.

De nombreux dispositifs sont préconisés pour le résoudre : charge par piles pour les déshérités des campagnes dont c'est la seule ressource (à ceux-là nous dirons surtout d'utiliser les lampes à faible consommation), charge sur le secteur aux heureux à qui il dispense lumière et force.

Dans ce dernier cas, si le secteur est continu, rien de plus facile, puisqu'il suffit de charger en utilisant comme résistances les lampes d'éclairage convenablement distribuées.

Si le secteur est alternatif, ce qui est beaucoup plus avantageux au point de vue pécuniaire, l'amateur est embarrassé par le nombre toujours croissant des rechargeurs qui lui sont propo-

sés. Nous ne voulons faire d'aucune manière de propagande pour telle ou telle marque ; aussi allons-nous simplement décrire l'appareil que nous utilisons.

Le problème à résoudre — plus complexe qu'on ne le pense d'ordinaire — est le suivant :

redresser la ou les phases, sans décalagè pendant toute la durée de la charge ;

réaliser un redresseur auto-disjoncteur et auto-conjoncteur ;

préservèr les accus d'une décharge sur le redresseur ;

assurer le maximum de rendement à l'opération.

Le seul redresseur qui nous ait paru répondre à ces desiderata est le redresseur à lame vibrante apériodique, à réglages très précis, n'utilisant qu'une alternance.

On sait que les selfs décalent *en arrière* le courant alternatif qui les traverse, tandis que les capacités le décalent *en avant*.

Il y a donc lieu d'user correctement de ces dernières pour corriger le retard dû aux inévitables selfs.

Pour que les ruptures s'effectuent toujours correctement, il faut éviter la production d'étincelles au contact par un réglage précis du jeu de la palette vibrante entre contacts.

Enfin on évitera le collage en utilisant des contacts en métal très dur, résistant à l'*arrachage*. Les meilleurs contacts sont ceux en platine iridié ; leur prix élevé les fait souvent remplacer par ceux en tungstène.

Il est prudent d'ajouter un fusible sur le circuit de charge, afin d'éviter qu'un collage toujours possible ne décharge les accus sur le contact. On aura soin de prévoir également un fusible sur le primaire du transformateur d'alimentation, ainsi qu'un rhéostat de réglage sur le secondaire et un ampèremètre de mesure.

Nous avons dit que nous n'utiliserons qu'une seule alternance. Il y a pour cela une excellente raison. Tout d'abord le rendement est aussi bon, qu'on utilise les deux demi-périodes ou une seule, puisque le transformateur ne débite que pendant le temps d'utilisation.

Le compteur ne marque que le courant débité ; le prix de revient des charges est identique.

Mais il est une raison particulière de charger de préférence par intermittences ; cette raison, il faut la chercher dans la théorie des charges d'accumulateurs.

On sait que, lorsqu'un courant de charge traverse un accumulateur, il décompose l'électrolyte en oxygène, qui se porte sur les plaques positives, et en hydrogène, qui se dégage à la surface des plaques négatives.

Or, la réduction ou l'oxydation des matières actives par ces gaz n'est pas instantanée ; elle se prolonge *après* l'interruption du courant, et l'on évite, en rendant la charge discontinue, la perte d'énergie par inutile dégagement de ces gaz dans l'atmosphère à travers l'électrolyte.

De plus, le travail chimique de charge, s'effectuant plus lentement, ménage mieux la résistance mécanique de la matière active, ce qui prolonge la vie de l'accumulateur.

On trouvera cette théorie particulièrement bien développée dans l'excellent ouvrage de A. Soulier, « Les accumulateurs électriques », auquel nous renvoyons le lecteur pour toutes questions pratiques concernant ces appareils.

Pratiquement, nous avons réalisé notre redresseur avec un relai Baudot (absolument analogue au relai Lindet, de Ferrix). Il nous a servi parce que nous l'avions sous la main ; ses contacts sont parfaits et il présente non seulement les réglages d'amplitude de la lame oscillante, mais aussi un réglage d'équilibrage de la position moyenne de cette lame dans le champ magnétique, réglage réalisé par déplacement angulaire de l'ensemble lame-contacts fixes entre les pôles de l'aimant.

La figure 127 montre le dispositif complet du redresseur ainsi réalisé.

On voit en F, F, F les trois fusibles de sécurité.

Le transformateur Tr est en réalité un auto-transformateur du type G 6/6 Ferrix.

L est la lame oscillante oscillant entre deux vis de butée dont l'une V porte le contact.

B est l'électro-aimant entre les pôles duquel oscille l'extrémité de L qui est soit un aimant permanent, soit une lame de fer doux polarisée par un aimant voisin.

Rh est le rhéostat de réglage, A l'ampèremètre de mesure (1), et M la batterie à charger.

C et R_s sont l'ensemble du réglage de mise en phase.

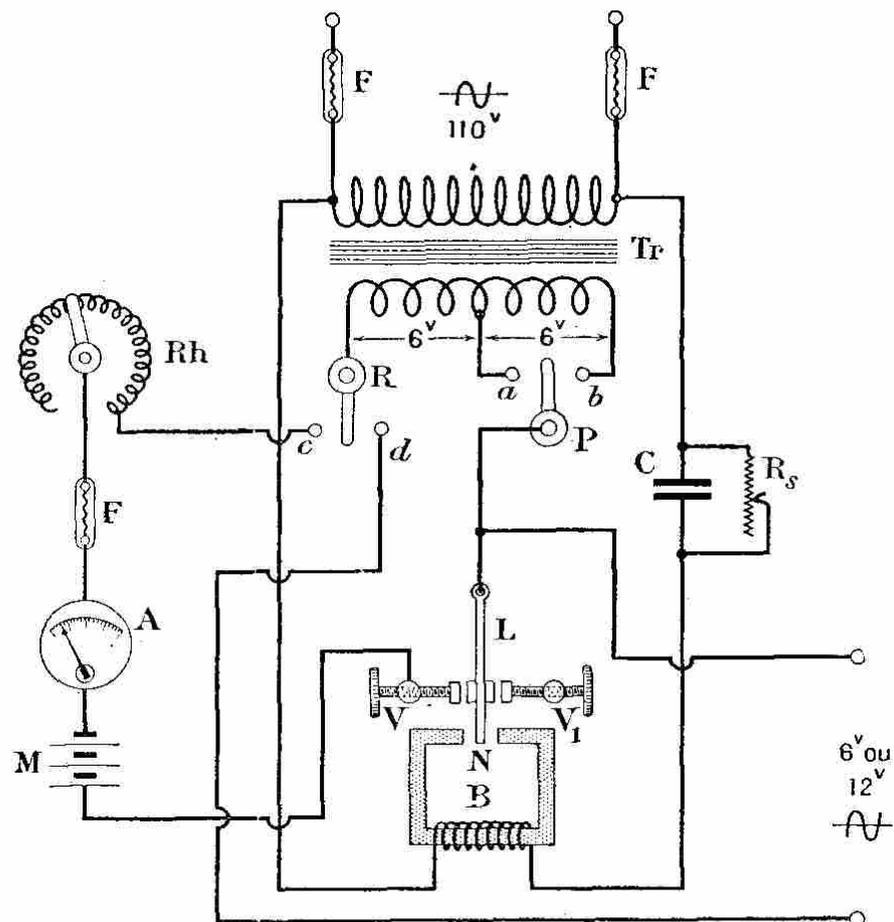


Fig. 127.

On voit en P et R deux distributeurs.

Leur but est : 1° de permettre la charge sous 6 ou 12 volts ; 2° de permettre l'utilisation du courant alternatif à faible tension pour l'alimentation d'autres appareils (nous nous en servons pour le chauffage des lampes redresseuses d'émission).

(1) Cet appareil n'indique en réalité que la moitié du courant maximum de charge.

On a : charge sous 6^v : Pa, Rc ; charge sous 12^v : Pb, Rc ; utilisation extérieure sous 6^v : Pa, Rd ; sous 12^v : Pb, Rd .

Ce dispositif ainsi combiné est très pratique pour l'amateur ; c'est pourquoi nous l'avons décrit.

II. — EMPLOI DU COURANT ALTERNATIF REDRESSÉ COMME TENSION PLAQUE.

Nombre d'amateurs possèdent l'énergie électrique du secteur alternatif et seraient heureux de lui demander la source d'énergie de tension plaque pour leurs récepteurs, ce qui leur enlèverait le souci d'une des batteries.

Dans cet ordre d'idées, nous sommes heureux de signaler à nos lecteurs le tableau tension plaque réalisé par « Ferrix ».

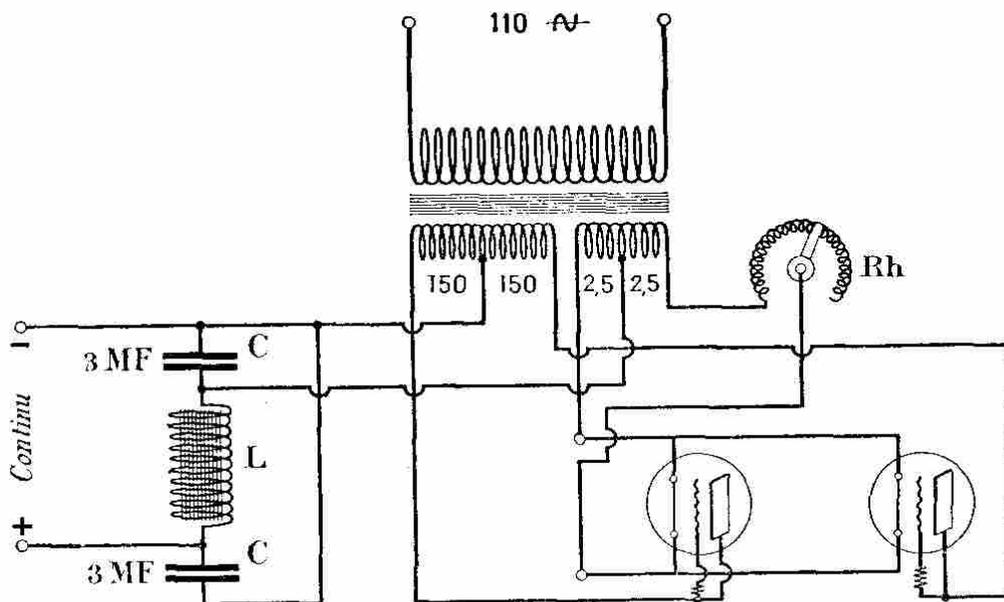


Fig. 128. — Tableau redresseur Ferrix pour tension plaque.
Grilles reliées à la plaque par une résistance, voir fig. 59.

Tout amateur peut, en se procurant les éléments indispensables, établir ce dispositif, dont nous allons donner le détail.

Le redressement de l'alternatif est obtenu par valves électroniques, ce qui est certainement le meilleur procédé d'obtention de courant redressé. Ce dernier étant encore, à la sortie du redresseur, assez ondulé, on adjoint aux valves un filtre de régulation.

larisation (nous avons donné le principe de ce filtre au chapitre III), facile à constituer.

Le point principal sur lequel nous devons attirer l'attention des amateurs est que ce dispositif ne demande l'apport d'*aucune modification* aux postes existants : c'est un simple remplacement de l'ordinaire batterie de plaque, sans plus.

Nous donnons, figure 128, le schéma de montage de ce redresseur.

On voit qu'un transformateur spécial (Ferrix ED, par exemple), dont le primaire est relié au secteur, porte deux secondaires à prises médianes, l'un donnant la tension plaque, l'autre destiné à alimenter les filaments des lampes redresseuses, dont on a réuni la plaque et la grille.

Un seul rhéostat est figuré pour le réglage du chauffage des deux lampes. Ceci suppose le choix de lampes (lampes de réception) semblables. Nous préférierions voir un rhéostat sur chaque lampe, le chauffage exact des redresseurs étant très important.

Le filtre est constitué par un ensemble de deux capacités de 3 *microfarads* et d'une self.

Ce dispositif donne une solution très élégante et peu dispendieuse du problème de l'alimentation.

Il suffit normalement à l'alimentation de quatre lampes de réception (à consommation moyenne de 2 millis, 5 par unité).

Au delà, il sera bon d'ajouter 1 mfd en parallèle sur chacune des capacités du filtre pour alimenter quatre lampes.

III. — MONTAGE DOUBLANT LA TENSION FOURNIE PAR LE SECONDAIRE D'UN TRANSFORMATEUR.

L'amateur d'émission qui cherche avec juste raison à limiter sa dépense d'achat d'appareils se trouve souvent en présence d'un transformateur dont la tension secondaire ne suffit plus à ses besoins.

Par exemple, encouragé par de premiers essais sur valves de

20 watts auxquelles suffisait une tension de 500^v, il serait désirable d'utiliser une 40 watts dont la tension d'alimentation est de 1 000^v.

Comment obtenir cette tension sans changer son matériel ? Le problème est intéressant pour beaucoup et facile à résoudre.

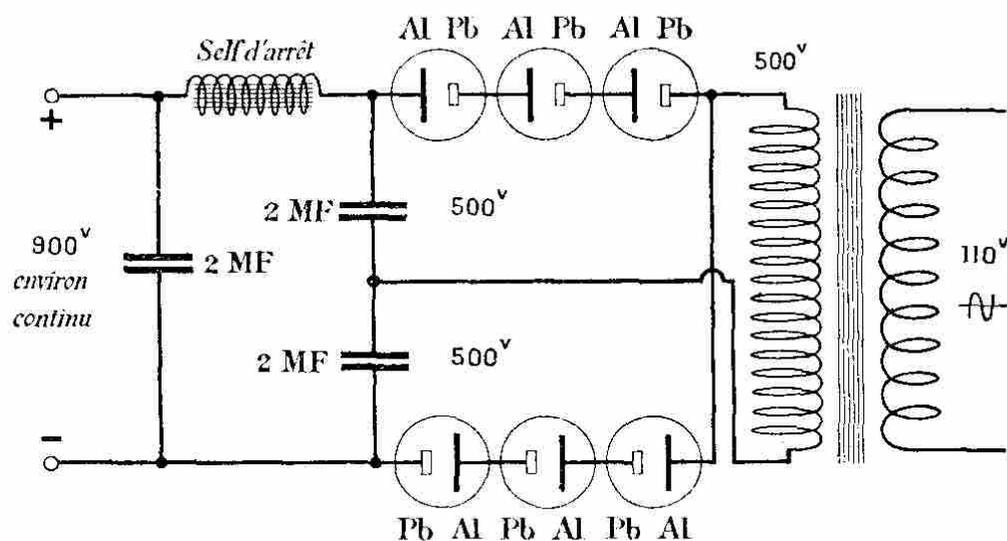


Fig. 129.

Il suffit d'ajouter un condensateur au filtre de sortie et de modifier la disposition de ses éléments. La figure 129 montre ce dispositif réalisé.

On voit deux batteries de redresseurs électrolytiques (chaque série comprenant 10 éléments) et l'ordinaire filtre, dans lequel toutefois se trouvent deux condensateurs de 2 microfarads en série au lieu d'un ; à l'entrée, la prise extrême du transfo est effectuée entre ces deux condensateurs.

Il est bon de disposer également sur la sortie pôle positif une self d'arrêt (nid d'abeilles de 300 spires sans fer, non figuré).

IV. — UTILISATION DES FICHES ET JACKS DE PRISES ET COMMUTATIONS.

Au cours des descriptions d'appareils récepteurs nous avons indiqué toutes prises ou commutations soit à bornes, soit à

distributeurs à plots, afin de simplifier et surtout de rendre très clairs les schémas de montage.

Cependant, nous utilisons pratiquement de plus en plus les prises à fiches et les jacks de commutation, appareils extrêmement utiles, qui simplifient le montage des postes et leur donnent un cachet particulier.

Les amateurs français ne sont pas encore très familiarisés avec ces appareils, leur emploi et leur représentation dans les schémas. Dans ces derniers, évidemment, les commutations à clés et plots sont plus faciles à suivre que celles à jacks; mais il est toujours possible, lecture faite, de concevoir et réaliser facilement le remplacement d'un distributeur par ces appareils, qui, en un seul geste, effectuent automatiquement les connexions désirées.

On utilise des jacks et fiches de dispositions très variées suivant le but à atteindre.

En réalité, ces combinaisons peuvent être variées à l'infini, puisque le seul jeu d'écartement de deux lames de ressort par la fiche peut commander simultanément plusieurs ruptures ou contacts.

Les interrupteurs uni ou multipolaires, combinateurs à va-et-vient, sont basés sur le même principe, la manœuvre d'un seul bouton permettant de réaliser les commutations nécessaires.

Nous allons donner quelques emplois de ces dispositifs dans les montages usuels.

Rappelons qu'une excellente firme s'est spécialisée dans la fabrication de ces appareils adaptés à la T. S. F. (Ribet et Déjardins, 19, rue des Usines, Paris). Nos lecteurs trouveront du reste ces articles chez tous les revendeurs de T. S. F. Nous ne pouvons les engager à tenter de les construire eux-mêmes, cette construction exigeant une grande précision.

SOLUTION PRATIQUE DE QUELQUES PROBLÈMES DE COMMUTATIONS VARIÉES, PAR L'EMPLOI DE FICHES ET DE JACKS.

Jack à simple contact (fig. 130). — Utilisable pour prise

d'antenne ou de terre sur postes divers ou pour mise à la terre de l'antenne.

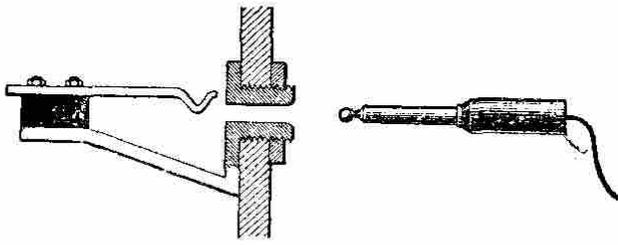


Fig. 130. — Jack et fiche à simple contact.

On peut employer la fiche à deux contacts dans le même cas, mais uniquement pour la réception des ondes moyennes et longues ; pour les ondes courtes, la capacité interne des conducteurs

de la fiche à double contact peut être nuisible.

Utilisable également pour prise de contacts sur batteries, prises variées sur cadres (ce modèle laisse subsister les bouts-morts), court-circuitage de tout ou fractions de selfs, court-circuitage de capacités, prises variées sur appareils de mesure.

Jack à deux contacts (fig. 131). — Peut servir pour prise d'un seul téléphone, prise de contacts sur une batterie, ouver-

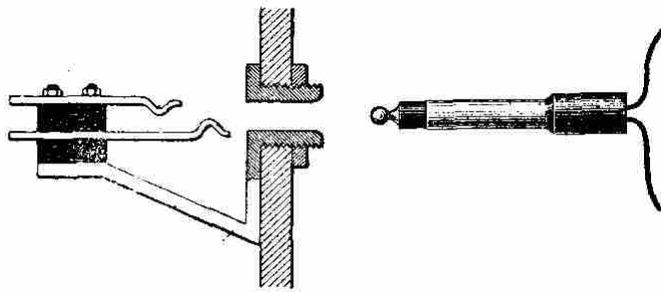


Fig. 131. — Jack et fiche à deux contacts.

ture ou fermeture de circuits (en utilisant une fiche pleine). Prises doubles d'appareils de mesure. Remplacement d'un téléphone par un haut-parleur ou par un amplificateur B. F. Addition d'étages, etc.

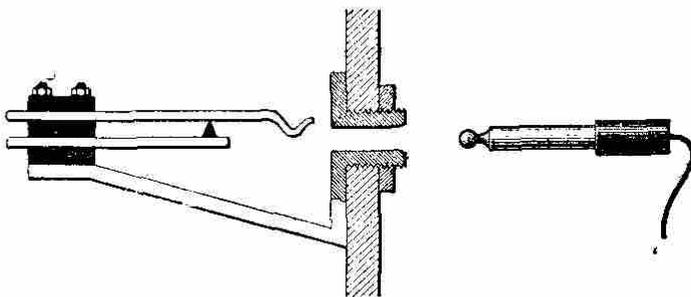


Fig. 132. — Jack à un contact et rupture du circuit.

Jack à un seul contact et rupture (fig. 132). — Précieux pour effectuer des prises à nombre de spires varié sur

cadre ou sur self, en supprimant les bouts morts.

Jack à deux contacts et deux ruptures (fig. 133). — Permet des prises multiples en série sur un même circuit (écouteurs, haut-parleur, etc.) (*fig. 134*).

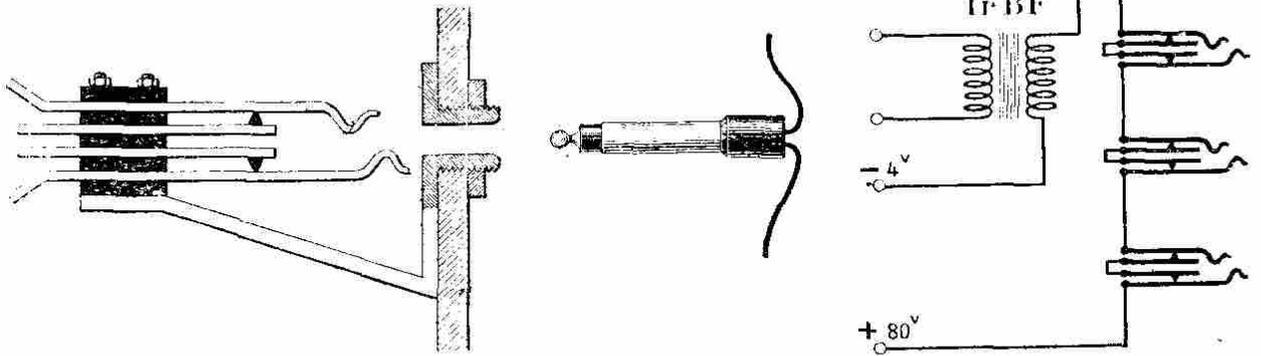


Fig. 133. — Jack et fiche à deux contacts et deux ruptures.
Fig. 134. — Prises multiples en série sur un même circuit.

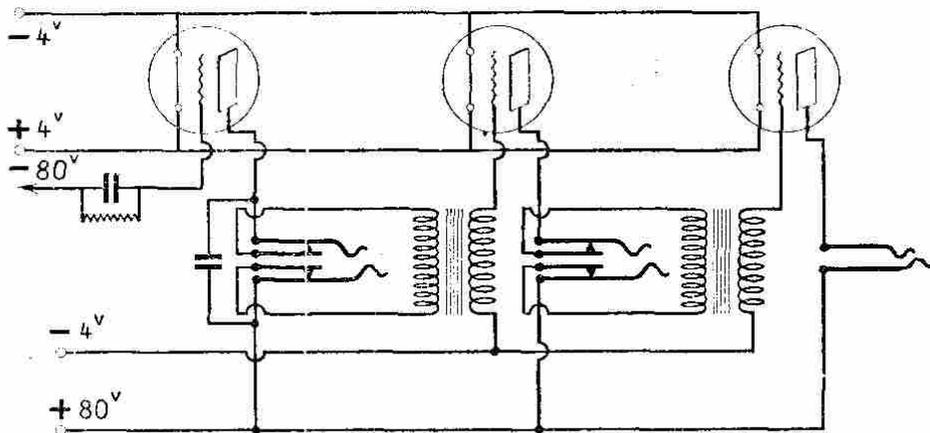


Fig. 135. — Prise d'étages différents (enlever les lampes non utilisées).

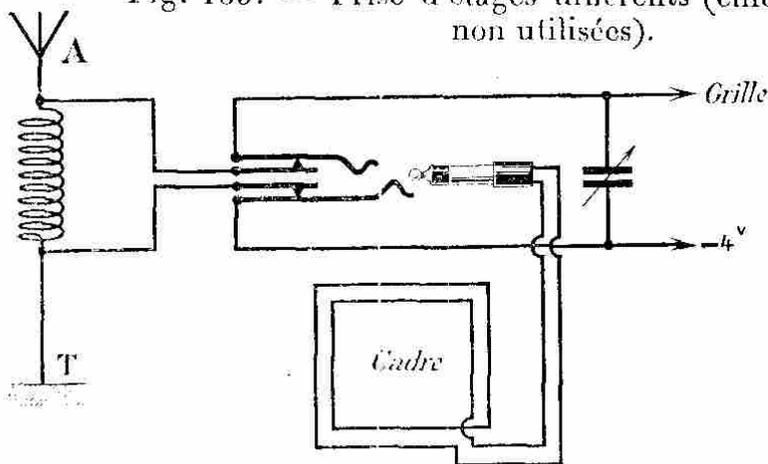


Fig. 136. — Utilisation d'un système antenne-terre ou d'un cadre à volonté.

Prise d'étages différents en basse fréquence, sans extinction automatique des lampes non en service (*fig. 135*).

Facilite la substitution d'une réception sur cadre à une réception sur antenne (*fig. 136*).

Jack à commutations série ou parallèle (fig. 137). — Per-

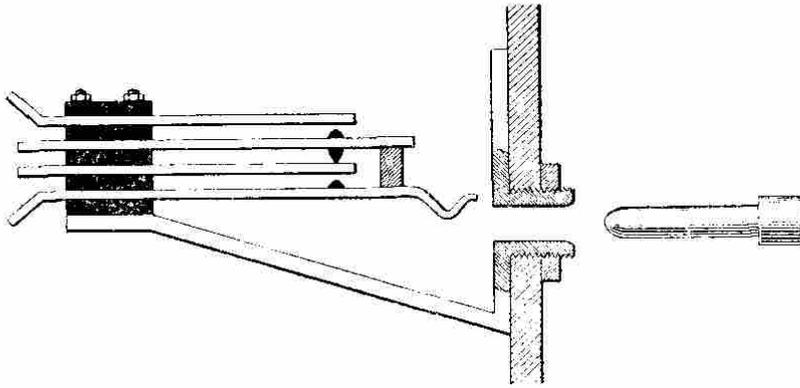


Fig. 137. — Jack à commutations série ou parallèle et fausse fiche.

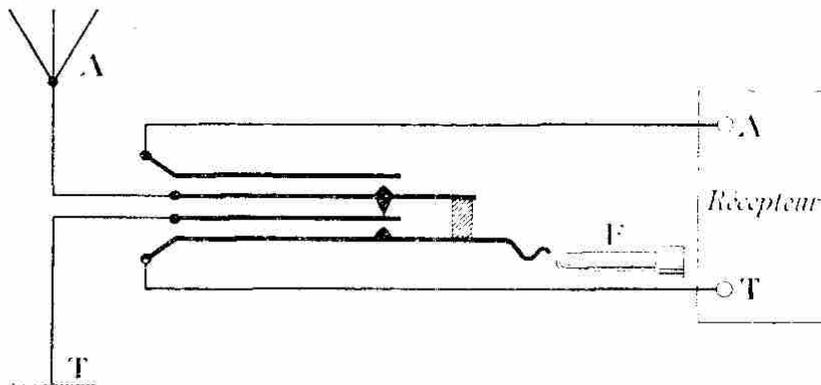


Fig. 138. — Mise automatique à la terre d'un circuit d'antenne. Pour connecter antenne et terre séparément au récepteur, enfoncer la fausse fiche.

met la mise automatique de l'antenne à la terre en dehors des réceptions (fig. 138).

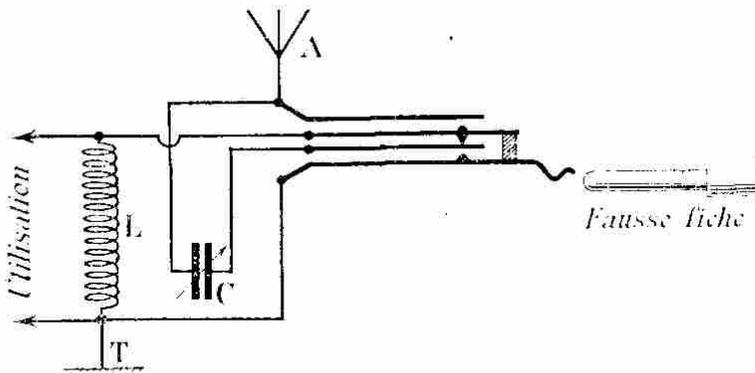


Fig. 139. — Mise en série fiche enlevée. Mise en parallèle en enfonçant la fiche.

Ce dispositif permet également la mise en série ou en parallèle d'un condensateur sur une self (fig. 139).

Nous donnons en plus, figure 140, un modèle spécial ainsi que son montage, permettant de prendre un nombre d'étages varié en basse fréquence et assurant à la fois l'isolement complet des étages suivants et l'extinction des lampes non utilisées

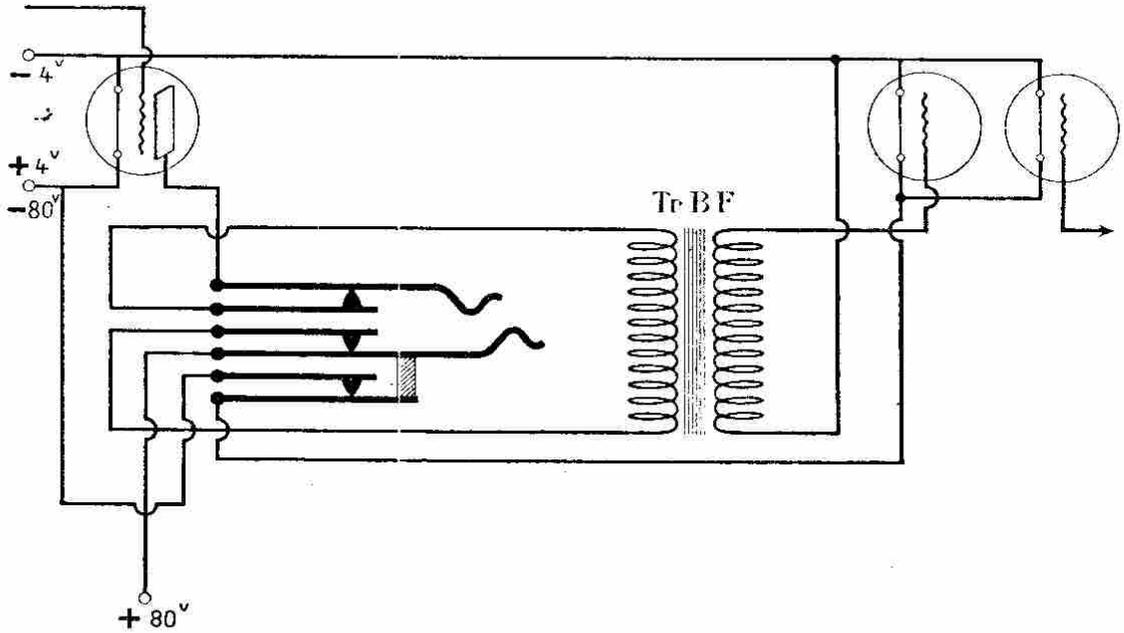


Fig. 140. — Schéma de montage d'un jack complexe utilisant une fiche à deux prises et réalisant à la fois la prise sur un étage, la suppression des étages suivants et l'extinction des lampes non utilisées.

On voit par ces exemples combien ces dispositifs sont souples. Il sera du reste facile à nos lecteurs d'en imaginer d'autres adaptés à leurs besoins.

V. — LE CRYSTADYNE (1).

Depuis que les lampes à trois électrodes existent, de nombreux chercheurs, dans un but de simplification, d'abaissement de prix de revient, de suppression en particulier de la batterie de chauffage des filaments, ont tourné leurs efforts vers la réalisation d'un appareil simple qui les remplace.

(1) Le terme « crystadyne » est utilisé de préférence en France. Le terme « crystodyne », ayant été déposé par *Radio-News* tant en Europe qu'en Amérique, ne peut être utilisé sans arrangement préalable avec cette revue.

Reprenant l'étude des détecteurs à contacts solides, dont la galène semblait jusqu'ici être le représentant le plus parfait, ils ont cherché si d'autres corps ne permettraient pas, placés dans des conditions nouvelles, l'obtention de résultats supérieurs.

C'est au cours de ces recherches que M. Lossev a découvert les curieuses propriétés de la zincite, qui se présente non seulement comme un contact redresseur, mais également comme générateur d'oscillations.

L'un des premiers, semble-t-il, un Américain, le D^r Pickard, produisit des oscillations entretenues à l'aide d'un cristal ; mais il ne paraît pas qu'il ait pu obtenir des résultats utilisables avec son dispositif. C'est donc à M. Lossev, jeune savant russe, qu'il a appartenu de réaliser le premier, des montages extrêmement simples qui permettent d'employer certains cristaux comme centre d'action d'un système oscillant pouvant servir d'émetteur, d'hétérodyne et de récepteur à rétro-action.

Ces systèmes rappellent les montages à lampes où le cristal, au lieu de la lampe, agit comme détecteur, oscillateur local et amplificateur.

Quoique des dispositifs complexes et puissants n'aient pas encore été réalisés, on en voit clairement la possibilité en étudiant de près le mode de fonctionnement du système fondamental.

Les progrès réalisés dans l'utilisation des valves ont demandé plusieurs années ; on ne saurait demander aux nouveaux dispositifs d'atteindre du premier coup la même perfection ni la même puissance ; mais le pas le plus important dans cette étude est effectué : la voie est ouverte aux chercheurs.

De nombreux types de cristaux peuvent osciller dans des conditions qui sont loin d'être entièrement déterminées.

Certains échantillons de galène, de pyrites, le sel de Seignette, sur lequel nous avons publié de curieuses études, oscillent pour une raison profonde qui nous échappe encore, malheureusement, car cette ignorance nous empêche d'utiliser

ce phénomène et de créer de toutes pièces, dans nos creusets, des cristaux oscillants puissants et sûrs.

Les oscillations de certains échantillons de galène (que ne peuvent en général déceler que des appareils extrêmement sensibles) se vérifient expérimentalement par ce fait, signalé de divers côtés, de récepteurs à galène *hétérodynant* des réceptions en ondes entretenues en l'absence vérifiée d'un poste émetteur pouvant jouer le même rôle.

Le cristal qui présente les propriétés les plus remarquables dans ce sens est la zincite naturelle (certains échantillons).

Au point de vue chimique, la zincite est un mélange d'oxyde de zinc et de bioxyde de manganèse (1). Nous avons personnellement essayé de le reproduire en laboratoire en chauffant longuement au feu de forge ses deux composants.

La masse semi-cristalline obtenue rappelait par son aspect et ses propriétés chimiques la zincite naturelle ; mais l'échantillon était très peu sensible.

Refondu dans l'arc électrique, sa sensibilité s'est fortement accrue. Il est donc possible de reproduire artificiellement la zincite sensible ; mais il nous semble d'après ces essais qu'il soit nécessaire d'opérer sous une très forte pression, que nous ne pouvions réaliser, cela, afin de diminuer l'abondant dégagement d'oxygène qui se produit.

Nous pensons qu'un mélange intime d'oxyde de zinc pur et de bioxyde de manganèse effectué à poids atomiques égaux ($\text{ZnO} + \text{MnO}^2$ ou 82 d'oxyde de zinc pour 87 de bioxyde de manganèse), fondu dans l'arc électrique sous une pression de quelques dizaines d'atmosphères, donnerait naissance à une excellente zincite très pure.

Quoi qu'il en soit, le *système actif* se compose d'un cristal de zincite convenable contre lequel appuie avec une pression

(1) Certains échantillons ne contiennent pas de manganèse ; d'autres, très peu. Il semble qu'on se trouve non en présence d'une combinaison atomique, mais d'une « solution solide ».

variable et sur un point choisi une pointe d'acier ou, mieux encore, de carbone (fragment de filament de lampe à incandescence du type Edison).

Ce système constitue, dans des conditions particulières de fonctionnement, une résistance négative, donc susceptible d'entretenir des oscillations.

Nous devons insister sur ce terme « résistance négative », fréquemment utilisé en T. S. F. et souvent mal interprété.

La notion de résistance négative est uniquement mathématique.

Nous allons, pour l'expliquer, exposer les phénomènes dont l'arc électrique, considéré comme moyen d'entretien d'oscillations, est le siège. Cette assimilation nous est d'autant

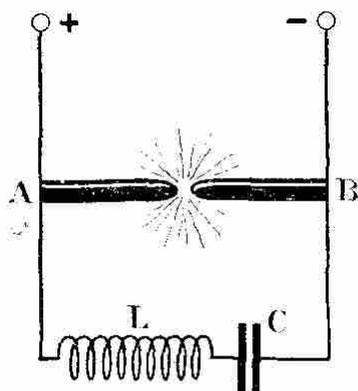


Fig. 141.

mieux permise que les phénomènes dont l'arc et le contact zincite-acier sont le siège, sont entièrement semblables, à la puissance près (le contact zincite-acier ne serait-il pas un arc de dimensions d'ordre moléculaire?).

Sur le circuit d'alimentation d'un arc par courant continu, montons en dérivation une self L et une capacité C (fig. 141). Au moment de l'allumage de l'arc, on constate (par des dispositifs spéciaux)

l'amorçage d'un courant oscillant dans le circuit $ABCL$, dont la fréquence a une période voisine de $2\pi\sqrt{LC}$.

Ce phénomène se produit parce que la portion de conducteur constituée par l'arc ne suit pas la loi d'Ohm et présente une résistance négative.

Cette loi $\left(I = \frac{E}{R}\right)$ signifie que lorsqu'on augmente la différence de potentiel (volts) entre les extrémités d'un conducteur normal, l'intensité du courant (ampères) croît proportionnellement à la différence de potentiel.

La courbe représentative du phénomène est donc une droite.

Entre les pointes de charbon d'une lampe à arc le phénomène est tout différent, la différence de potentiel diminuant lorsque l'intensité du courant augmente.

La courbe présente dès lors l'allure de la figure 142, qui montre non seulement un écart du côté droit, mais une partie

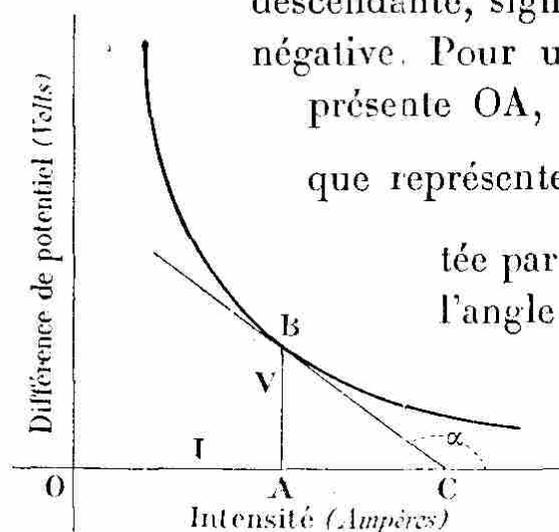


Fig. 142.

descendante, signe de l'existence d'une résistance négative. Pour un courant d'intensité I que représente OA , correspondant à la tension V que représente AB , la dérivée $\frac{dV}{dI}$ représen-

tée par la tangente trigonométrique de l'angle α est négative. C'est en partant

de cette notion purement algébrique qu'on a décidé d'utiliser le terme de résistance négative en sous-entendant les mots « à variation ».

Si nous avons, au sujet du crystadyne, rappelé ces notions,

c'est parce qu'elles ont fréquemment leur utilisation en T. S. F. et que trop souvent l'amateur a tendance à croire qu'une résistance négative est un appareil commercial réel, alors qu'elle ne correspond qu'à une notion dont la réalisation est le fait de dispositifs particuliers (arc électrique, lampe à trois électrodes, crystadyne).

Revenons aux cristaux oscillants. Ces dispositifs ouvrent aux amateurs un très nouveau champ d'activité.

Pour les guider dans leurs recherches, nous allons exposer la méthode qui permet l'étude de cristaux (ou de dispositifs particuliers) en vue de cette utilisation spéciale.

La seule manière correcte d'étudier un contact d'éléments hétérogènes, en pratique cristal-cristal ou cristal-pointe, au point de vue de ses qualités électriques de détection ou d'amplification par réalisation de résistance négative, est de tracer la courbe de l'intensité (en milliampères) du cou-

rant qui traverse le système en fonction des tensions appliquées.

Quelle que soit la nature de l'ensemble à étudier, que nous désignons sous le symbole D , le montage à effectuer pour cet

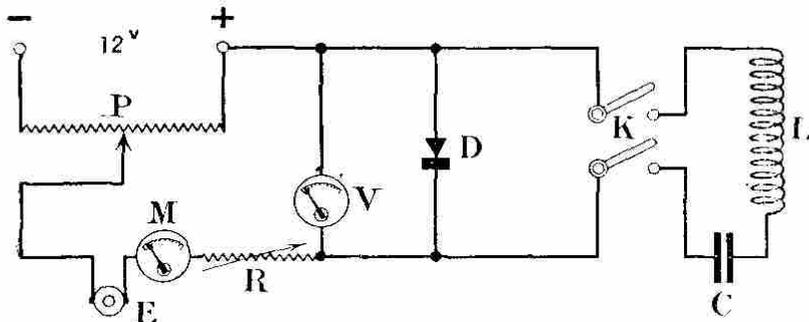


Fig. 143.

essai est celui de la figure 143.

Une source d'environ 12^v (piles de lampe de poche) débite sur un potentiomètre P de 800 à

1000^Ω; V est le voltmètre de mesure; dans le circuit potentiomètre-écouteur E on trouve en série une résistance variable R de 500 à 1500^Ω et un milliampèremètre. Enfin l'ensemble peut être connecté par le jeu de la clé K à un circuit oscillant LC, approprié à la fréquence des oscillations que l'on veut produire.

L'appareil étant ainsi disposé, on ferme K et l'on règle P et R, tout en cherchant un point convenable sur D, jusqu'à audition à l'écouteur d'un sifflement continu annonçant que le système est le siège d'oscillations à fréquence audible. L'appareil est prêt pour les mesures. On ouvre K et l'on fait varier progressivement la tension, grâce au potentiomètre, en partant de zéro.

On note point par point les variations d'intensité indiquées au milli correspondant aux variations de tension lues au voltmètre. On peut ainsi tracer la courbe du phénomène. Cette courbe présente l'allure de celle de la figure 144. Elle nous montre que de O en A, la conductibilité de D suit la loi d'Ohm; puis elle cesse de la suivre, la courbe présentant en B un point de flexion qui est un point de *détection pour les ondes amorties ou la phonie*.

Ensuite la chute de la courbe nous indique la naissance

du phénomène de résistance négative, dont le maximum a lieu en C.

A ce moment, D restitue de l'énergie au système extérieur jusqu'à l'équilibre, puis celui-ci lui en fournit à son tour, etc. :

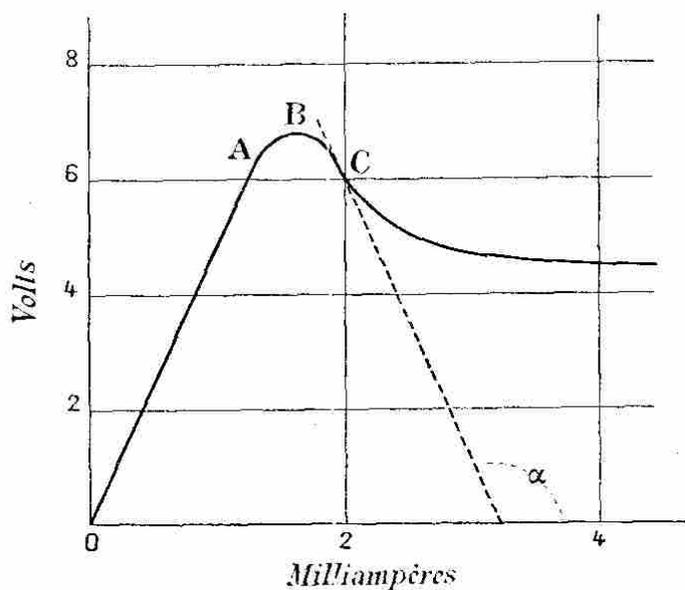


Fig. 144.

l'ensemble oscille.

Pour expliquer le phénomène, on peut, toutes proportions gardées, assimiler le contact D à un arc électrique à basse température ; mais ici tout se passe dans une couche infiniment mince et voisine du contact plus ou moins imparfait réalisé entre la pointe et le cristal.

Il semble que le phénomène soit fonction (indépendamment de la nature des éléments en contact) de l'acuité de la pointe, de la dureté du corps qui la constitue, enfin de la température.

En dehors de la réalisation pratique actuelle, ces considérations montrent la direction à donner aux recherches ultérieures que comportent ces phénomènes.

De nombreuses revues ont consacré de longs articles à la réalisation des dispositifs récepteurs utilisant la zincite, en particulier la revue russe *Télégraphie et téléphonie sans fil*, nos 15, 18, 21 et 22, *L'Onde Électrique*, *Radio-Électricité*, *Radio-Revue*, *Wireless World*, *Radio-News*.

C'est d'après ces auteurs que nous avons réalisé les quelques appareils dont la description va suivre.

La zincite permettant l'entretien d'oscillations dans un circuit, permet de réaliser l'émetteur local qui porte le nom d'hétérodyne. C'est, à notre avis, cet appareil que devra construire

en premier lieu l'amateur pour apprendre le maniement de ce nouveau système. Cette hétérodyne de construction simple, dont tous les éléments pourront ultérieurement servir pour les autres montages, sera employée près d'un récepteur à galène détectrice, selon la méthode usuelle. La figure 145 montre ce dispositif.

A gauche l'hétérodyne à zincite, où D représente la zincite et sa pointe acier ou carbone montée comme un détecteur à

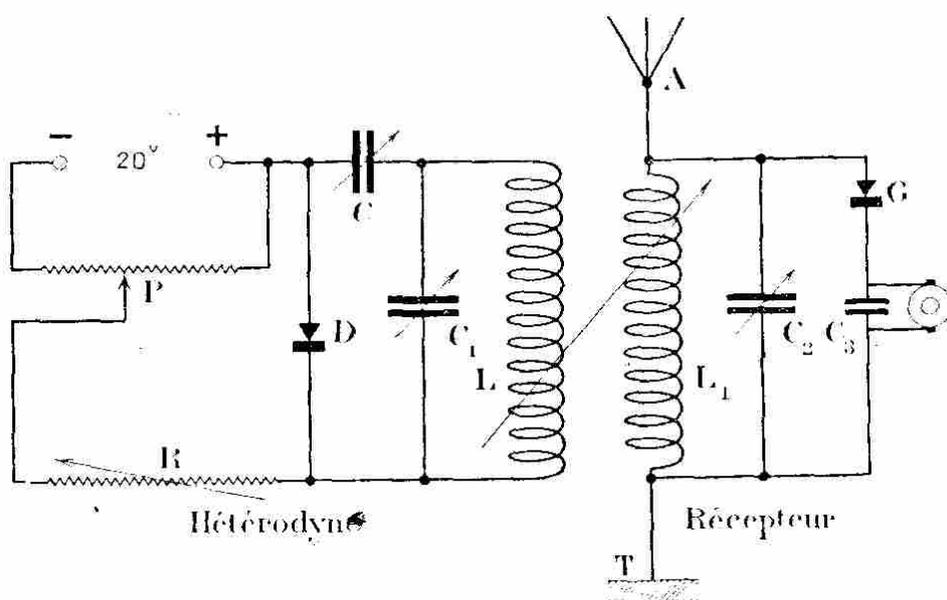


Fig. 145.

galène, P le potentiomètre de 800 à 1000 Ω , R une résistance variable de 1500 ohms, C et C_1 des condensateurs à air d'un demi à un millième.

A droite, le récepteur à galène ordinaire.

Les selfs L et L_1 peuvent être quelconques : cylindriques à curseur ou non, nids d'abeilles, fonds de panier, etc. Leur valeur sera choisie d'après la zone d'onde à recevoir.

Le récepteur étant réglé sous la longueur d'onde cherchée, les oscillations de l'hétérodyne sont accrochées par le jeu du potentiomètre et la recherche d'un point convenable, puis le circuit oscillant C_1L est réglé jusqu'à obtention des battements cherchés.

Il est possible ensuite de combiner ces deux dispositifs en un

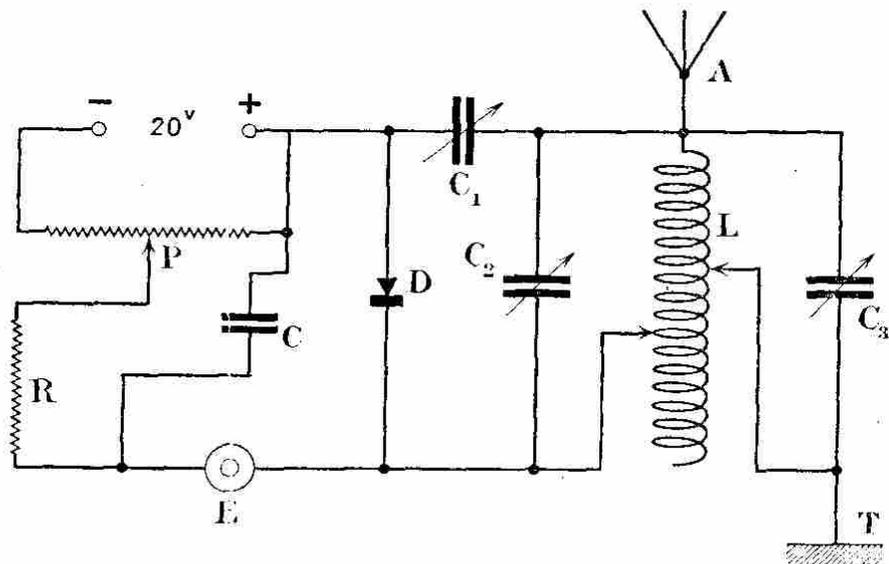


Fig. 146.

seul et de réaliser un récepteur compact pour ondes entretenues ou non.

Ce récepteur, spécialement destiné à la réception des ondes moyennes, se présentera sous l'aspect de la figure 146. On

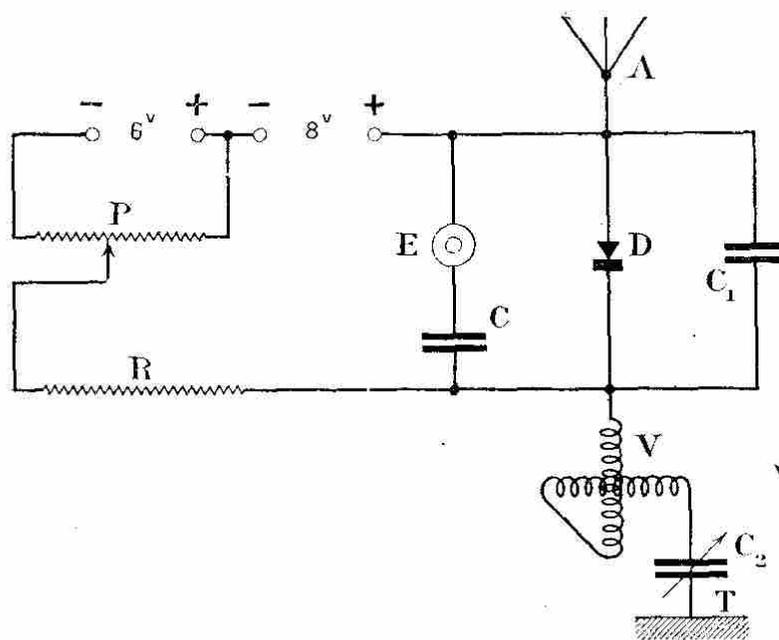


Fig. 147.

choisira l'inductance L et les capacités C_1 , C_2 , C_3 suivant la longueur des ondes à recevoir; R et P auront mêmes valeurs que précédemment; C est un condensateur fixe de un centième. Il pourra cependant être supprimé ainsi que

R , si l'on utilise un écouteur E de résistance élevée.

Pour la réception des ondes courtes, le dispositif sera légèrement modifié et réalisé d'après le schéma de la figure 147, dans laquelle les valeurs des composants sont identiques aux précédentes, sauf pour C_1 , qui est d'un demi-millième.

L'accord se fait par variomètre et condensateur C_2 d'un demi-millième, en série.

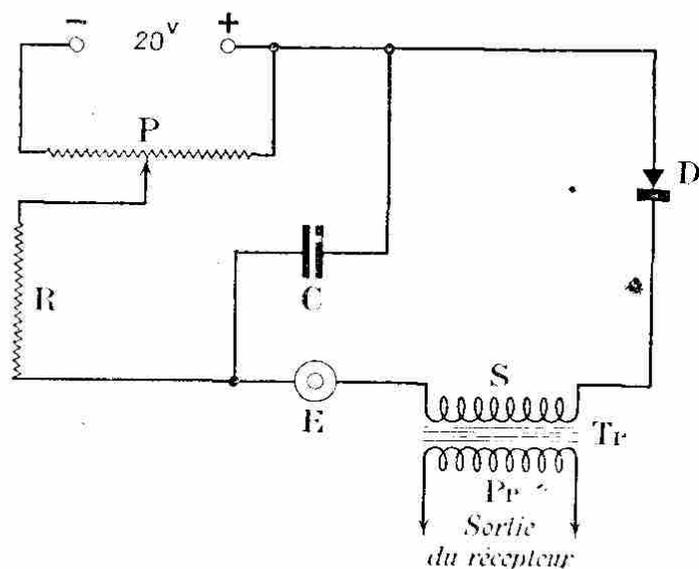


Fig. 148.

Il est également possible d'adapter ces systèmes à l'amplification basse fréquence, suivant un récepteur-détecteur quelconque, à galène, à zincite ou à lampe.

On dispose dans ce cas l'ensemble selon la figure 148, où Tr est un transformateur

basse fréquence dont le primaire est connecté à la sortie d'un récepteur-détecteur, et le secondaire à l'amplificateur à zincite.

Un de nos bons constructeurs, M. Georges Dubois, a mis récemment au point un modèle de récepteur à zincite pour toutes longueurs d'ondes réellement intéressantes.

Nous allons en donner une rapide description. Le schéma de la figure 149 en donne le montage.

Les sources électriques sont des piles de lampe de poche ; la première, de 4^v, débite sur un potentiomètre P de 400 ohms ; la résistance en série R , de 1500 ohms, est construite en fil de constantan d'un dixième de millimètre sous coton (12^m environ par mètre) ; le condensateur C , de deux dixièmes, est au mica ; D est réalisé par une pointe acier à pression réglable sur un cristal de zincite spécialement sélectionné d'après la méthode que nous avons indiquée ; C_1 est un condensateur variable à air d'un demi-millième ; C_2 un condensateur fixe de six mil-

lièmes ; B est une inductance constituée par un nid d'abeilles interchangeable ; V est un variomètre à réglage précis.

L'inverseur I permet de réaliser dans la position 1 l'accord pour ondes longues, et dans la position 2 celui pour ondes courtes.

Cet ensemble, très bien étudié, permet d'explorer la gamme

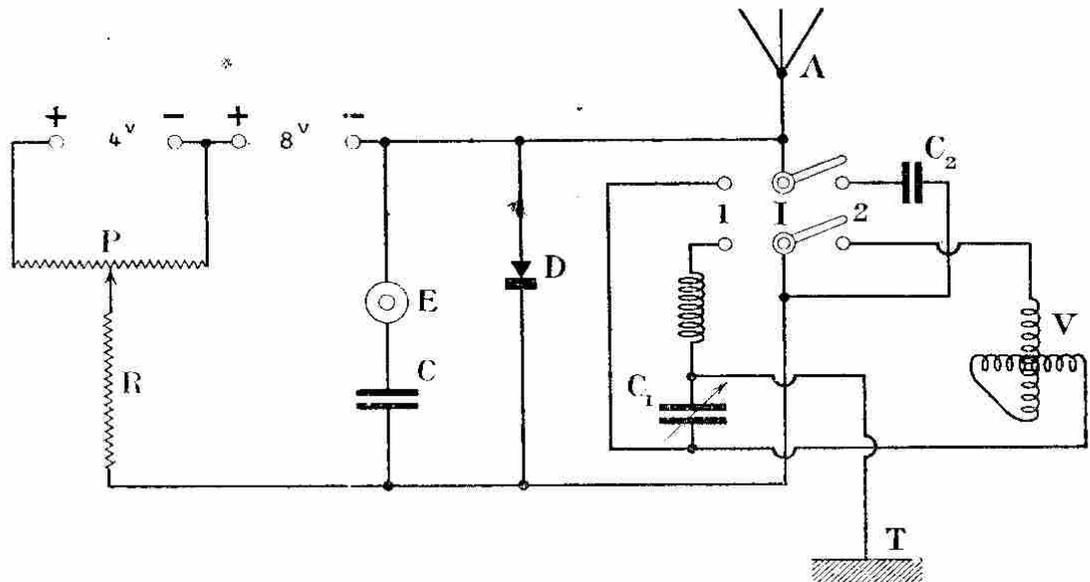


Fig. 149.

d'ondes comprises entre 200 et 25000 mètres en amorties, phonie, ou ondes entretenues.

Voici enfin, d'après M. Lossev et suivant description donnée par M. Podliasky dans *Radio-électricité*, le montage de ce dispositif en émetteur-récepteur. L'auteur nous indique qu'une portée pratique de 1 à 2 kilomètres a pu être réalisée en émission sur ce dispositif. Nous ne donnons ces chiffres que sous toute réserve, persuadé que de tels résultats ne peuvent être obtenus que par une réalisation très soignée du dispositif et le choix systématique d'un excellent cristal.

La figure 150 représente ce montage, qui est à la fois émetteur et récepteur, et comporte un circuit d'épreuve en basse fréquence.

Voici d'après M. Lossev la valeur de ses diverses parties.

Le potentiomètre P est de 500 ohms environ ; la résistance R de 900 ohms (elle peut être fixe, nous la préférons variable et bobinée en inductance, formée de 400^m de fil de cuivre isolé de un dixième de millimètre, bobinage divisé en plusieurs sections, ce qui diminue la capacité répartie et permet de la considérer comme bobine de choc).

Lors de l'émission, le téléphone de 500 ohms E reste connecté au tiers de L environ. Cette inductance L sera constituée par 140^m

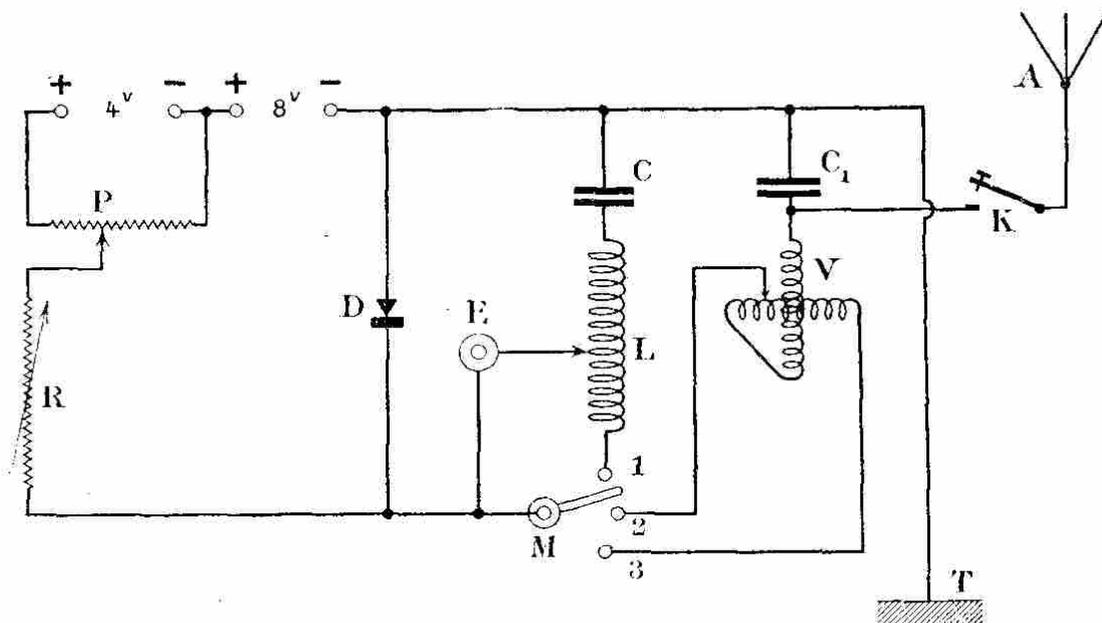


Fig. 150.

de fil de cuivre de 0^{mm},35 isolé soie, bobiné sur un noyau isolant de 2^{cm} de diamètre. On divisera également cette inductance en plusieurs parties.

C est d'un quart de microfarad (s'il est construit avec du papier, de 0^{mm},2 d'épaisseur, comme diélectrique, chaque armature d'étain aura 30000 centimètres carrés. On pourra utiliser avec succès les condensateurs téléphoniques du commerce).

C₁ est un condensateur fixe, au mica de préférence, d'un centième de microfarad.

Les variations de longueur d'onde s'obtiennent par le jeu du

variomètre à prises variables, comportant une prise médiane de retour pour ondes plus courtes.

Les longueurs d'ondes utilisables dépendent du nombre de spires du rotor et du stator de ce variomètre. Chacun pourra donc le varier à son gré pour obtenir la gamme voulue.

Le commutateur M sert à établir les connexions convenables.

M, étant sur 1, est branché sur le circuit d'épreuve de basse fréquence. C'est dans cette position qu'il faut le placer pour chercher l'amorçage des oscillations (traduites par un sifflement au téléphone), amorçage qui s'opère par le réglage convenable de R et surtout de P et le choix d'un point sur D.

Cet amorçage réalisé, on passe sur émission ou réception d'ondes courtes en mettant M sur 2 et d'ondes longues en mettant M sur 3.

Dans l'un et l'autre de ces deux derniers cas, la réception s'opère en *bloquant* la clé K, et l'émission en manipulant sur cette clé, le téléphone restant connecté.

En bloquant K et en mettant en dérivation sur quelques spires de V un microphone convenable, on peut tenter l'essai d'émission en téléphonie (très délicat à réaliser).

L'appareil bien au point, ce qui demande des soins et de la patience, une communication télégraphique peut être réalisée entre deux appareils semblables distants de 1 à 2 kilomètres, en particulier sur antenne *basse et longue*. On aurait peut-être intérêt à tenter ces essais sur antenne *longue élevée et dirigée*. Nous livrons cette idée aux amateurs.

Dans tous ces dispositifs à zincite, trois points de construction peuvent arrêter nos lecteurs, celle du contact acier-zincite, du potentiomètre et de la résistance. Rien de plus facile à réaliser cependant.

Le potentiomètre sera constitué par 20^m environ de fil ferrochrome de 2/10 (s'il n'est pas isolé, on peut l'isoler par sulfuration en le passant *lentement* dans la flamme de soufre avant

bobinage et évitant ensuite de détruire la couche isolante par frottement).

Ce fil sera bobiné à spires serrées sur une plaquette de verre ou de fibre de 4^{cm} de longueur, recouverte d'une feuille mince d'amiante ; un curseur rotatif permettra d'effectuer la prise mobile.

La résistance R sera de préférence selfique, à faible capacité répartie. Comme elle doit pouvoir varier entre 600 et 1500 ohms environ, on la fera à prises variables par plots, en fil de cuivre émaillé d'un dixième de millimètre de diamètre. Il faudra, pour la faire convenablement, environ 650^m de fil.

En bobinant ce fil sur un manchon isolant de 5^{cm} de diamètre, il faudra environ 4333 spires, et si nous les divisons en dix sections de 433 spires, écartées de 5^{mm}, chaque section occupant une longueur (isolant compris) d'environ 5^{cm}, l'ensemble fait au total une longueur de 54^{cm}, que nous pouvons diviser en deux pour faciliter le montage.

Au lieu de fil de cuivre, on peut employer du ferro-chrome de 2/10, dont il faudra 50^m. Le bobinage, étant effectué sur mandrin de 5^{cm} de diamètre, comprendra dix sections écartées de 5^{mm}. Chacune ayant environ 7^{mm} de longueur, l'ensemble n'aura donc que 11^{cm},5.

Le détecteur enfin sera réalisé sur le modèle des détecteurs à galène ; seule la pointe est spéciale et constituée par du fil d'acier de deux dixièmes de millimètre fixé à une tige de plus gros diamètre solidaire du chercheur, à inclinaison et pression variables (1).

Les résultats obtenus avec ces dispositifs ne peuvent être comparés comme puissance à ceux que procurent les lampes ; mais ils sont toujours, pour une bonne zincite, supérieurs à ceux que donnent les meilleures galènes.

(1) On peut également employer comme pointe un fragment de filament de carbone provenant d'une lampe à incandescence monté à l'extrémité d'un ressort.

VI. — LES PANNES ET LEUR RECHERCHE.

En matière de radiotélégraphie ou téléphonie, en particulier au sujet des postes récepteurs, il y a « panne » et « panne ». Nous voulons dire par là que l'amateur, surtout le débutant, oublie trop facilement le facteur « erreur personnelle » et met souvent sur le compte d'une description erronée ou d'un pauvre appareil qui n'en peut mais, une panne qui n'est en réalité qu'une erreur de montage, l'interprétation défectueuse d'un schéma ou l'insuffisance des connaissances élémentaires qu'exige la pratique de la réception.

On ne saurait s'improviser amateur, pas plus en radiotélégraphie qu'en aucune autre branche d'activité. Il faut acquérir d'abord d'indispensables notions et rompre son esprit au sens des raisonnements convenables.

A côté de ces pannes élémentaires qu'un peu de réflexion permet de trouver rapidement, existent, hélas, de nombreuses pannes réelles qu'il faut savoir discerner, analyser, sans hâte, toujours dangereuse pour la bourse (des lampes, des transformateurs, un écouteur, tous appareils de valeur, sont si vite grillés par une simple inattention ou la non-observation de précautions élémentaires!).

Avant d'aborder l'étude des pannes proprement dites, l'amateur doit, même en l'absence de tout dérangement, savoir disséquer mentalement son appareil, afin de pouvoir, l'heure venue, localiser le mal.

Le plus difficile n'est pas, cela se conçoit, de réparer le point défectueux, ce qui est en général assez simple, mais de le trouver..... sans en créer un autre en agissant avec trop de précipitation.

Lorsqu'une panne se révèle, l'amateur doit d'abord maîtriser ses nerfs, éviter de la chercher immédiatement s'il a des auditeurs, et réfléchir, avant de toucher à quoi que ce soit, à la

façon dont la panne est survenue, lentement ou brusquement, à la suite de tel ou tel mouvement, etc.

Il doit ensuite s'assurer si l'arrêt de fonctionnement réside bien dans son récepteur et n'est pas simplement dû à une panne de l'émetteur, chose simple, puisqu'il lui suffit de changer ses réglages et de chercher une autre émission. Si celle-ci est correcte, tout va bien.

Un petit conseil en passant : ne pas chercher avec un accrochage de réaction poussé, ni prolongé, ce qui pourrait gêner inutilement les voisins.

Un buzzer placé près du poste peut également dans certaines limites résoudre cette première question.

Pour un poste à galène qui avait au préalable donné des auditions correctes, la panne signifie : une rupture de fil quelconque, un court-circuit accidentel, ou un mauvais contact (dans ce dernier cas l'audition est intermittente). Il suffit pour la trouver de suivre soigneusement *toutes* les connexions depuis l'antenne jusqu'au sol. Un tel récepteur étant toujours simple, cette vérification est aisée.

Se méfier des fils émaillés ou multiples mal décapés, se méfier également des fils à brins multiples mal toronnés à leur extrémité dénudée et dont un brin errant établit un court-circuit avec une borne voisine.

Vérifier l'intégrité de l'écouteur. Cet essai peut être effectué en intercalant l'écouteur dans le circuit d'une pile de lampe de poche et en provoquant des interruptions de contact.

L'écouteur en bon ordre, suivre toutes les connexions soigneusement, casque en tête, un buzzer fonctionnant à proximité du poste.

Pour les récepteurs à lampes, les choses sont beaucoup plus compliquées.

Il faut savoir décomposer le poste en parties élémentaires, qui seront l'objet d'une vérification fractionnée.

Tout poste classique (nous mettons à part les dispositifs de superhétérodynage, de superrégénération, de lampes bi-grilles,

qui sont des montages d'amateur déjà « calé » pour lesquels la recherche de pannes, et même simplement de fonctionnement défectueux, devient un art véritable où le raisonnement et l'intuition ont leur part) peut être décomposé en huit parties élémentaires bien déterminées, qu'il *faut* savoir isoler (men-

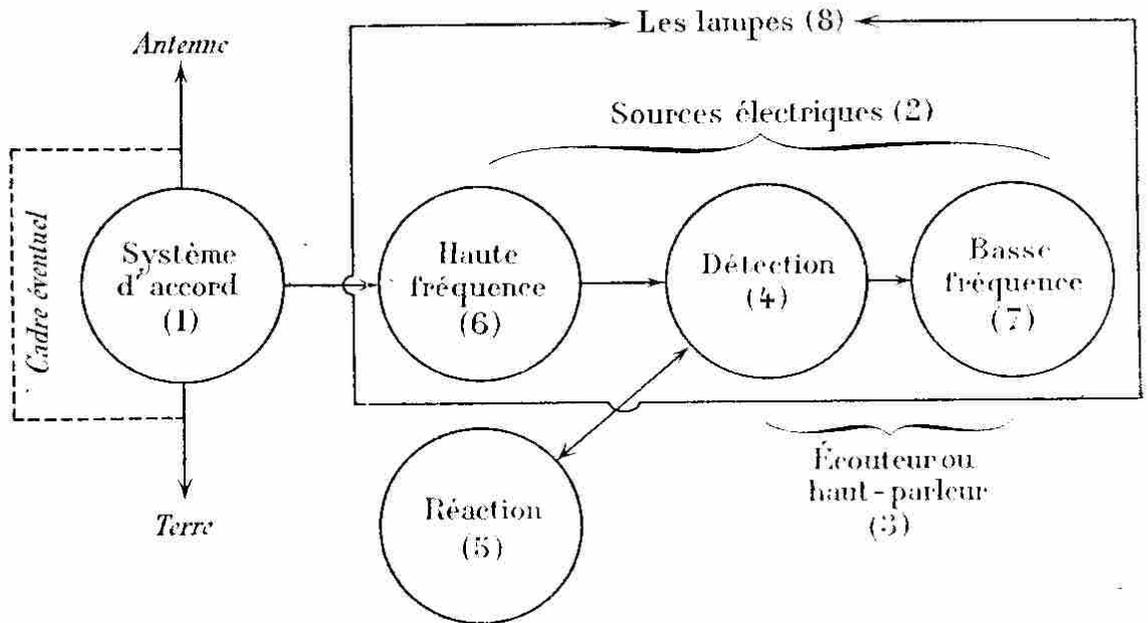


Fig. 151.

talement et pratiquement) pour la recherche correcte des pannes.

Ce sont, dans leur ordre logique (*fig. 151*) :

1° le système collecteur et d'accord, qui comprend :

l'antenne, sa descente et son entrée,

le circuit oscillant self-capacité d'accord primaire (direct, Oudin, Tesla ou combiné si l'antenne travaille en apériodique),

la terre.

(Le cas éventuel d'emploi d'un cadre élimine l'antenne et généralement la terre) ;

2° les sources électriques de chauffage et de tension plaque ;

3° l'écouteur ou le haut-parleur ;

4° la détection (lampe détectrice ou galène) ;

5° la réaction ;

- 6° la haute fréquence (à transformateurs ou à résonance) ;
- 7° la basse fréquence (à transformateurs ou à résistances) ;
- 8° les lampes.

Trois éléments peuvent manquer dans cet ensemble sans que celui-ci cesse de constituer un récepteur ; ce sont :

La haute fréquence, la basse fréquence et la réaction. Les autres sont éléments indispensables.

Le premier point de la recherche de la panne consiste à situer l'élément dans lequel elle se trouve.

Il y a là une manière d'art, de tact, qui s'acquiert par la pratique quant à la décision rapide, mais qu'il faut préparer par une étude logique.

Avant de rechercher la panne *dans* l'appareil lui-même, que l'amateur ne touche toujours qu'avec un certain respect et une certaine crainte, il est de règle d'incriminer les organes faciles à disjoindre et à examiner séparément : les sources, l'écouteur et les lampes.

Suivons cette règle, puisqu'elle est naturelle.

Nous ne pouvons être renseignés sur l'état exact des sources que par la mesure, et nous ajouterons, la mesure *en débit*.

Ceci vient à l'appui des conseils déjà donnés de compléter tout récepteur par deux appareils de mesure indispensables, le voltmètre et le milliampèremètre.

Le premier nous renseignera sur la santé de la batterie de chauffage *débitant* sur les lampes qu'elle doit alimenter.

Le second nous révélera si le débit de la source de plaque est convenable. Mais dans ce dernier cas l'essai peut nous tromper (lampe défectueuse, excès de résistance d'un circuit extérieur en série, etc.).

Il est donc préférable d'avoir recours à la mesure directe de la tension, qu'on effectuera avec le voltmètre de contrôle de chauffage, par mesure fractionnée.

Ce dernier procédé nous permettra : 1° de calculer, par addition, la valeur *totale* de la source de plaque en débit ; 2° de découvrir le ou les éléments défectueux, s'il y a lieu.

S'il s'agit de blocs de piles d'origine relativement récente, cette dernière vérification sera précieuse, car elle nous permet-

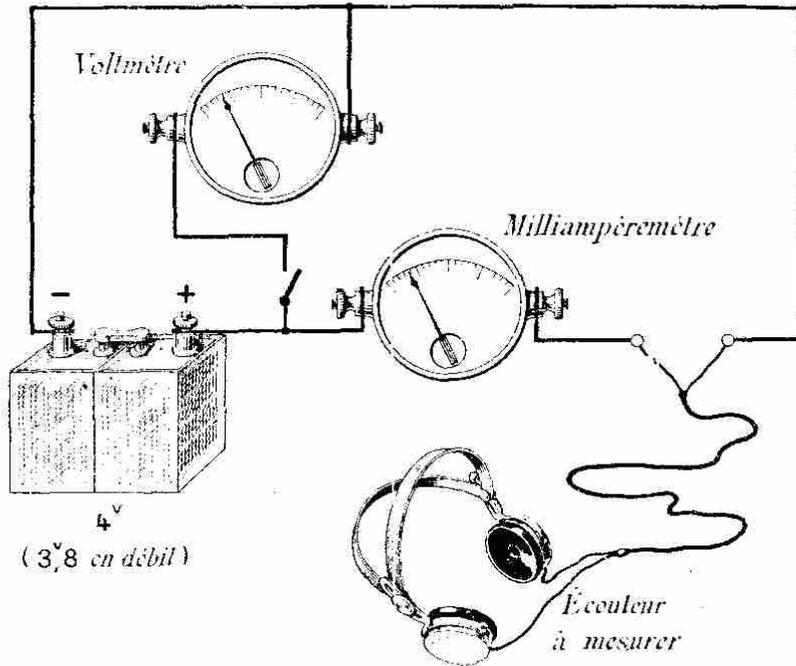


Fig. 152.

tra de donner une nouvelle jeunesse à la batterie en isolant par simple connexion de court-circuit les éléments qu'un accident, toujours possible, a mis hors d'usage.

Les sources mises hors de cause, l'écouteur ou le haut-parleur seront

vérifiés. Ici le milli pourra jouer un rôle important en nous décelant l'état exact de santé de ces appareils, *si nous avons eu soin de les mesurer auparavant*, ce qui doit toujours être effectué.

La source de chauffage, le milli et l'écouteur ou haut-parleur en série disposés comme l'indique la figure 152 vous permettront d'effectuer cette mesure en ayant soin de mesurer en même temps la tension au voltmètre en parallèle sur la source (cette dernière mesure peut être évitée, en supposant que la tension normale des deux bacs d'accus est de 3^v,8 en débit ; mais alors on n'aura qu'une mesure approximative de valeur douteuse).

La mesure sera effectuée en appliquant la loi d'Ohm :

$$R \text{ (en ohms)} = \frac{E \text{ volts}}{I \text{ ampères}}$$

Exemple : Au cours d'une mesure le voltmètre nous indique 3^v,8 et le milli o^A,0015 ; la résistance de l'écouteur sera

$$R = \frac{3,8}{0,0015} = 2533 \text{ ohms.}$$

Sources et écouteur vérifiés, nous voici en mesure de vérifier les lampes à leur tour.

Sans aller jusqu'à exiger des amateurs qu'ils tracent la caractéristique de plaque de leurs lampes (ce qui est cependant bien

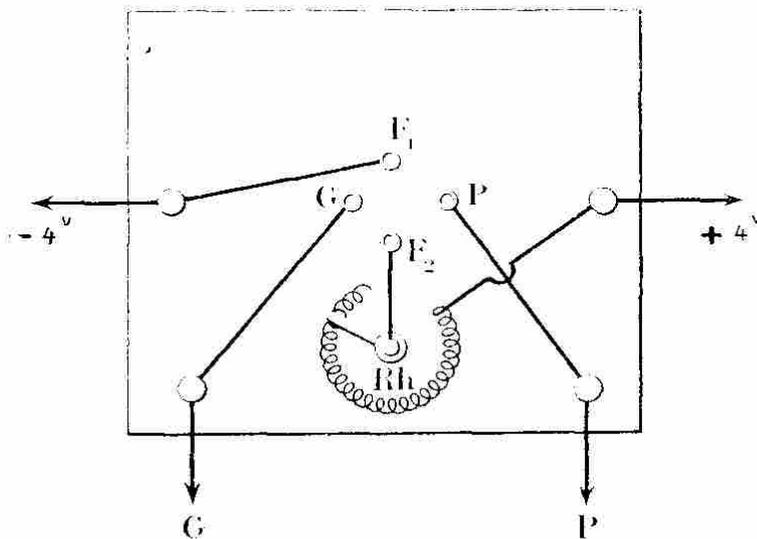


Fig. 153.

facile avec un bon milli), nous pouvons leur signaler que deux tests sont intéressants : test de grille libre, c'est-à-dire ne touchant ni au filament ni à la plaque (défaut de fabrication ou flexion d'usure due à des chocs répétés, à un excès de

tension qui rend le métal fragile, etc.), test de valeur du courant de saturation.

Pour effectuer ces essais correctement et rapidement, on montera un simple petit plateau d'ébonite muni de quatre douilles de lampe, de quatre bornes et, si possible, d'un rhéostat disposé sur l'une des connexions de chauffage (ce plateau pourra être utilisé également pour des essais de montage, sur table, d'une seule lampe) (fig. 153).

Afin de vérifier le non contact de la grille avec le filament, on montera les connexions selon la figure 154, avec le voltmètre en PV, en S la source de chauffage et en P une pile de lampe de poche.

On observera trois phénomènes : 1° le filament étant éteint,

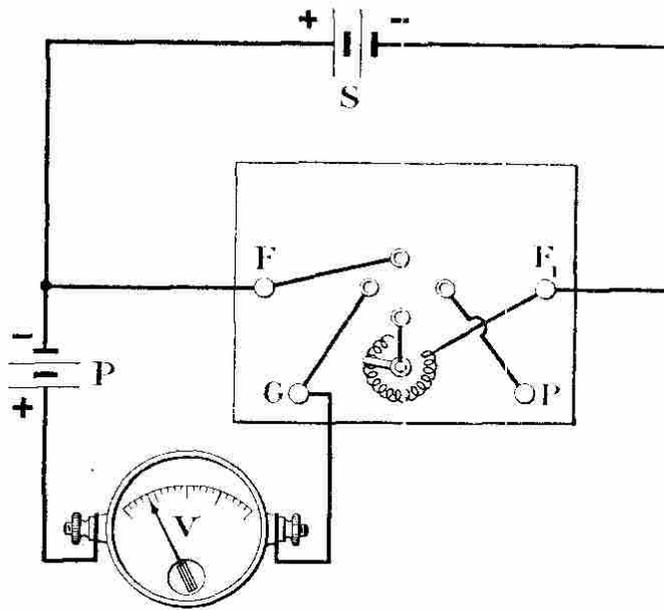


Fig. 154.

V doit rester au zéro s'il n'existe aucun contact grille-filament, 2° le filament étant allumé, si le *négatif* de P est à la grille, V reste au zéro, 3° le filament étant allumé, si le *positif* de P est à la grille, V indique le passage d'un courant.

Pour chercher si la grille touche la plaque, on montera

l'ensemble de la figure 155; l'essai étant effectué dans les mêmes conditions, il ne devra passer aucun courant, le filament étant éteint.

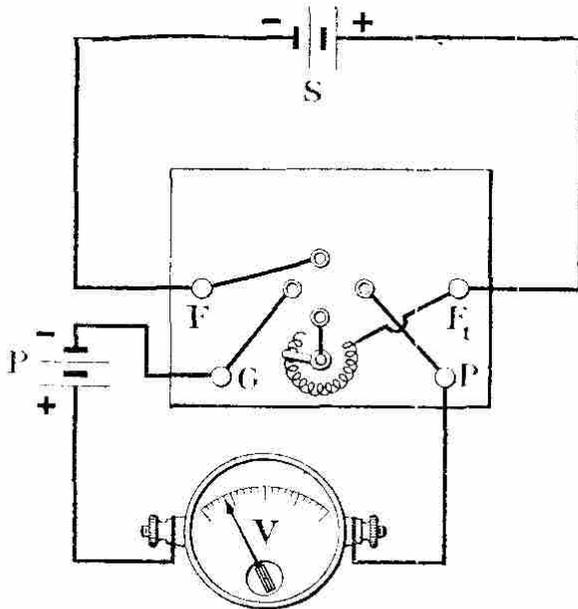


Fig. 155.

Pour mesurer le courant de saturation en fonction de différents chauffages et de tensions de plaque variées, en disposera l'ensemble comme le montre la figure 156 (1), où S est la source de chauffage, B la batterie de plaque sur la-

la figure, mais il faut court-circuiter le rhéostat et en disposer un *immédiatement* à la sortie de S.

(1) En réalité, le voltmètre doit être connecté *aux broches* du filament. On peut monter selon

quelle on prendra un nombre variable d'éléments, V le voltmètre et M le milli. Pour les lampes de réception ordinaires, un chauffage voisin de 4 volts et une tension plaque d'environ 80 volts, on devra avoir une intensité de courant comprise entre 2 milliampères et 2 millis,5.

Ces causes étant éliminées, il nous reste à voir comment l'on situe et recherche la plupart des autres pannes.

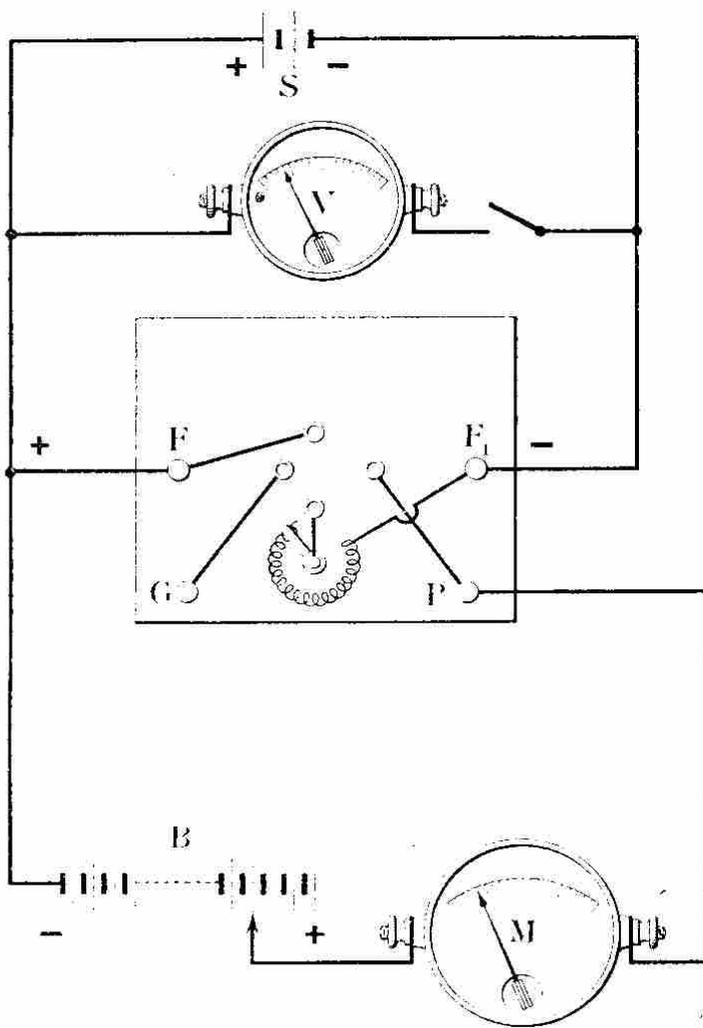


Fig. 156.

On commencera par vérifier soigneusement les connexions d'ensemble de l'appareil, en débutant par le circuit antenne-accord-terre, puis par le circuit de réaction.

Si l'on doute de l'intégrité de certains contacts ou de certaines selfs, on les essaiera au voltmètre sur la source de chauffage.

(Pour effectuer ces essais, on aura soin de débrancher au préalable les connexions d'alimentation *du côté des sources.*)

Ces systèmes ayant été reconnus intacts,

on essaie l'ensemble accord-détection, puis séparément le groupe basse fréquence, puis l'ensemble accord-détection-basse fréquence.

Enfin on essaie la haute fréquence en liaison avec l'accord et la détection seule.

RECHERCHE SYSTÉMATIQUE DES PANNES

CIRCUIT D'ACCORD OU DANS LE CIRCUIT DE DÉTECTION	
Circuit antenne -- accord terre	Valeurs défectueuses des capacités ou des selfs d'accord. — Mauvais isolements. — Masses conductrices en contact avec l'antenne ou le fil de terre. — Fil de terre coupé ou prise de terre oxydée. — Mauvais contacts au condensateur d'accord ou dans les fiches de distribution de prises en série-parallèle.
Circuit secondaire	Trop forte résistance du circuit, due à de mauvais contacts aux bornes des condensateurs ou des selfs. — Fuites électriques dans les condensateurs, dues à la présence de poussières conductrices entre les lames mobiles et les lames fixes. — Connexions brisées entre le circuit secondaire et la valve ou dans le circuit du téléphone. — Batteries déchargées. — <i>Valeurs incorrectes du condensateur de grille et de la résistance de grille.</i> — Valve défectueuse.
Circuits du téléphone et de la bobine de réaction	Récepteur mal réglé ou désaimanté (ce dernier cas très rare). — Connexions téléphoniques (cordons ou bornes) brisées. — Écouteur grillé. — Valeur incorrecte du condensateur shunt du téléphone. — Batterie de plaque déchargée. — Sens de la réaction défectueux. — Nombre de spires de la réaction incorrect. — Réaction en court-circuit.
Circuit antenne -- accord terre	Balancement de l'antenne sous l'influence du vent la faisant toucher à des objets voisins. — Fil de terre brisé au niveau des plaques de sol et les touchant irrégulièrement. — Connexions défectueuses de l'antenne ou du fil de terre sur le poste.
Circuit secondaire	Contacts intermittents dans les commutateurs, distributeurs ou jacks. — Connexions des selfs mal assurées. — Plaques de condensateurs voilées, touchant pour certains points des réglages. — Connexions souples brisées. — Valeurs trop élevées du condensateur de grille et de sa résistance. — Mauvais contact entre les broches de valve et les douilles. — Contacts imparfaits dans le rhéostat de chauffage. — Batterie de chauffage présentant de mauvais contacts aux bornes. — Pour la galène, chercheur trop libre.
Circuits du téléphone	

SIGNAUX AFFAIBLIS POUR TOUTES LES RÉCEPTIONS

SIGNAUX INTERMITTENTS

TROUBLES DA

antenne — accord terre	touchant un conducteur réuni au sol. — Connexion brisée dans le circuit d'accord primaire. — Mise au sol de protection mal placée.
Circuit secondaire	Connexion brisée. — Condensateur en court-circuit. — Condensateur et résistance de grille défectueux. — Mauvais contact entre la broche de grille et sa douille. — Batterie de chauffage déchargée. — Mauvaise valve. — Mauvaise galène.
Circuit du téléphone	Connexions de la batterie de plaque inversées. — Batterie de plaque déchargée ou en court-circuit. — Téléphone déconnecté ou court-circuité. — Condensateur shunt perforé. — Circuit de plaque non connecté au filament (point commun).
EN HAUTE FRÉQUENCE	
Battements ininterrompus	Voltage de plaque trop élevé. — Fil du potentiomètre (utilisé sur le retour de grille) déconnecté ou brisé du côté du pôle positif de la batterie de chauffage. — Connexions des circuits de grille et de plaque trop longues ou croisées, provoquant une réaction. Divers organes (transformateurs, selfs) trop rapprochés (manque d'« air » dans la construction), provoquant une réaction.
Signaux affaiblis ou nuls	Batteries déchargées. — Mauvaises lampes. — Potentiomètre déconnecté ou brisé du côté du pôle négatif. — Batterie de chauffage inversée de sens. — Transformateur ayant un circuit ouvert ou brisé ou court-circuité.
EN BASSE FRÉQUENCE	
Hurllements ou sifflements	Tension-plaque trop élevée. — Circuit secondaire ouvert. — Circuit de transformateur grillé ou court-circuité. — Rapport de transformation trop élevé. — Transformateurs trop rapprochés ou non à 90°. — Connexions défectueuses. — Connexions trop rapprochées provoquant la réaction.
Signaux affaiblis ou nuls	Batteries déchargées. — Mauvaises lampes. — Connexions brisées ou en court-circuit. — Connexions mal placées. — Mauvais contact.

TROUBLES DANS L'AMPLIFICATION

Les essais effectués dans cet ordre permettront toujours de localiser la panne et, partant, d'y remédier.

S'il se produit des interruptions, des craquements à certains points du réglage, il faudra la plupart du temps incriminer les condensateurs variables qui se court-circuitent pour certaines valeurs de leur réglage. On les essaiera isolément au voltmètre ou au téléphone (circuit pile-condensateur-téléphone en série).

Voici, pour terminer cette étude, un excellent tableau de recherches systématiques extrait du *Radio News* de juillet, modifié et complété (p. 186).

ADDENDUM

Une loi récente interdit formellement d'utiliser les lignes téléphoniques comme antennes de réception. Il est de notre devoir de mettre en garde les amateurs contre cet usage, contrairement à la note de la ligne 10 de la page 5 de cet ouvrage.

Amateurs, qui désirez une aide dans vos recherches, qui désirez lier connaissance entre vous, qui avez besoin de renseignements techniques ou légaux,

Constructeurs, qui cherchez à entrer en relations avec le plus grand nombre d'amateurs,

QUE VOUS FAUT-IL ?

Une société sérieuse, puissante et indépendante, qui puisse vous aider et défendre vos droits,

Une bonne Revue pratique, que complète trois fois par mois un supplément d'actualités.

Vous aurez l'une et l'autre en adhérant à la

*Société française d'étude de télégraphie et de
téléphonie sans fil*

(Union des sociétés de France, fondée en 1914)

ainsi qu'à son organe officiel

La T. S. F. moderne,

dont le supplément décadaire vous sera servi gratuitement.

Demander tous renseignements au Secrétariat général, 12, rue Hoche, à Juvisy-sur-Orge (Seine-et-Oise). Téléphone 52.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS.	I
CHAPITRE I. — Collecteurs d'ondes. Contrepoids. Sources électriques.	3
CHAPITRE II. — Les appareils de réception et leurs accessoires.	7
<i>Montages classiques.</i>	
La galène.	8
Amplification des réceptions sur galène sans lampes.	12
Les récepteurs à lampes de types classiques.	
Montages pour toutes les longueurs d'ondes de 30 à 95 000 mètres.	15
L'amplification basse fréquence.	31
Récepteur puissant à résonance.	33
Le plateau d'études.	38
<i>Montages complexes.</i>	40
Montages réflexes.	41
Deux étages sur une lampe.	41
Quatre étages sur deux lampes.	43
S. T. 100 Star.	44
Les lampes à deux grilles.	46
Réflexe à deux grilles sans tension de plaque.	48
Montage de deux étages à lampes à deux grilles sans tension de plaque.	49
Réalisation de montages de superrégénération avec lampes à deux grilles.	50
Superrégénération sur lampe à deux grilles, sans batterie de plaque.	51
Montages symétriques.	52
L'interférodyné.	55
Un montage en superrégénération.	56
CHAPITRE III. — Les appareils d'émission.	62
<i>Les sources d'alimentation.</i>	
En l'absence de secteur alternatif.	66
Avec le secteur alternatif.	68
Redressement électrochimique.	69
Redressement ionique par valves.	74
Les filtres.	75

<i>Dispositifs de protection.</i>	80
<i>Résistances.</i>	82
<i>Appareils de mesure.</i>	83
<i>Emetteur simple d'étude.</i>	85
<i>Emetteur à oscillatrice s'parée.</i>	92
<i>Emetteur pour puissances et longueurs d'ondes variées.</i>	100
CHAPITRE IV. — Les mesures.	110
Galvanomètre à deux sensibilités.	111
Milliampèremètre shunté.	114
Boîtes de résistances et audimètre.	118
Pont de Wheatstone.	127
Les ondes très courtes et leur mesure.	130
Voltmètre électrostatique.	145
APPENDICES. — I. Charge des accumulateurs sur courant alternatif.	153
— II. Emploi du courant alternatif redressé comme tension plaque.	157
— III. Montage doublant la tension fournie par le secondaire d'un transformateur.	158
— IV. Utilisation des fiches et jacks de prises et commutations.	159
Solution pratique de quelques problèmes de commutations variées, par l'emploi de fiches et de jacks.	160
— V. Le crystadync.	164
— VI. Les pannes et leur recherche.	178

EXTRAIT DU CATALOGUE

DE LA

LIBRAIRIE VUIBERT

Boulevard Saint-Germain, 63, Paris, 5^e.

DE LA MÉTHODE LITTÉRAIRE

Journal d'un Professeur dans une classe de Première,

par J. BEZARD, professeur de Première au lycée Hoche. — Vol. 18/12^{cm}, de 746 pages, avec une table analytique, 4^e édition. 14 fr. »
Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences morales et politiques (Prix Audiffred).
— A l'usage des candidats au baccalauréat (1^{re} partie).

Du même auteur :

LA CLASSE DE FRANÇAIS (*Journal d'un Professeur dans une division de Seconde*).

— Vol. 18/12^{cm}, de 320 pages, 5^e édition. 12 fr. »

COMMENT APPRENDRE LE LATIN A NOS FILS. — Vol. 18/12^{cm}, de 424 pages, 2^e édition. 12 fr. »

LE MOUVEMENT ROMANTIQUE (*Angleterre, Allemagne, Italie, France*). Textes choisis, commentés et annotés par P. VAN TIEGHEM, docteur ès lettres, professeur agrégé au lycée Janson-de-Sailly. — 2^e édition, revue et augmentée. — Vol. 20/13^{cm}. 8 fr. »

LE XVII^e SIÈCLE JUGÉ PAR LE XVIII^e. Recueil de jugements littéraires annotés par F. VÉZINET, proviseur du lycée du Parc, à Lyon. — Vol. 22/14^{cm}. 8 fr. »

LES LÉGENDES MYTHOLOGIQUES DE LA GRÈCE ET DE ROME, par H. AUBERT, professeur au lycée de Tourcoing. — 5^e édition. Vol. 25/16^{cm}, avec 2 cartes hors texte et 70 reproductions d'œuvres de maîtres et de gravures du Cabinet des Estampes. 10 fr. »

L'ODYSSÉE CONTÉE AUX ENFANTS, adaptation de A.-J. CHURCH. Traduit de l'anglais par J.-R. LUGNÉ-PHILIPON. — Vol. 23/15^{cm}, orné de 14 planches hors texte en couleurs. Broché. 8 fr. »

POUR AMUSER LES PETITS ou les Joujoux que l'on peut faire soi-même, par TOM TIT.
Joli album 28/22^{cm}, illustré de nombreuses gravures en couleurs de l'auteur (nouvelle édition). 5 fr. »

PAGES DE GUERRE, recueillies par MAX JASINSKI, Inspecteur d'Académie, Lauréat de l'Institut. — Vol. 18/12^{cm}, de 272 pages, imprimé sur beau papier ; couverture avec gravures sur bois en quatre couleurs, broché. 6 fr. »

LA GRANDE GUERRE

RACONTÉE A QUATRE PETITS FRANÇAIS

par G. FONTAY. — Vol. 24/19^{cm}, avec portrait et autographe du Maréchal FOCH, couverture en 5 couleurs, illustré par G.-M. SALGÉ, cartonné. 7 fr. »

ROUSSEL. — *Mon Poste.*

Librairie VUIBERT, Boulevard Saint-Germain, 63, PARIS, 5^e.

Vient de paraître :

PROBLÈMES DE BACCALAURÉAT (*Mathématiques*) avec les solutions,
par G. MOREL, ancien élève de l'École Normale supérieure, professeur agrégé de
mathématiques au Prytanée militaire. — 2 vol. 22/14^{cm} :
TOME I. (Première partie du Baccalauréat). 15 fr. »
TOME II. (Deuxième partie du Baccalauréat). 15 fr. »

ANNALES DU BACCALAURÉAT

*Recueil des sujets donnés, dans toutes les Facultés,
aux épreuves écrites du Baccalauréat.*

1^{re} Partie : chacune des quatre séries ;
2^e Partie : chacune des deux séries.

Chacune des années 1922 à 1924 en dix fascicules :

Fascicule 1. — MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES (1^{re} partie : série *Latin-sciences*
et *Sciences-langues* ; 2^e partie : série *Mathématiques*). 6 fr. »
Fascicule 2. — COMPOSITIONS FRANÇAISES (séries littéraires et scientifiques). 3 fr. 50
Fascicule 3. — VERSIONS LATINES (séries littéraires et *Latin-sciences*). 3 fr. 50
Fascicule 4. — VERSIONS GRECQUES. 3 fr. 50
Fascicule 5. — VERSIONS ALLEMANDES ET THÈMES D'IMITATION (séries *Latin-langues* et
Sciences-langues). 4 fr. »
Fascicule 6. — VERSIONS ANGLAISES ET THÈMES D'IMITATION (séries *Latin-langues* et
Sciences-langues). 4 fr. »
Fascicule 7. — VERSIONS ESPAGNOLES ET THÈMES D'IMITATION (séries *Latin-langues* et
Sciences-langues). 3 fr. 50
Fascicule 7 bis. — VERSIONS ITALIENNES ET THÈMES D'IMITATION (séries *Latin-langues* et
Sciences-langues). 3 fr. 50
Fascicule 8. — DISSERTATIONS PHILOSOPHIQUES, Sciences physiques et naturelles (série
Philosophie). 3 fr. 50
Fascicule 9. — DISSERTATIONS PHILOSOPHIQUES (série *Mathématiques*). 2 fr. 50

Journal de Mathématiques élémentaires

par H. VUIBERT (49^e année).

Journal 28/22^{cm}, avec figures et épures dans le texte, paraissant le 1^{er} et le 15 de
chaque mois, du 1^{er} octobre au 15 juillet. — Abonnement annuel remontant au
1^{er} octobre : France et Colonies, 10 fr. ; Étranger. 12 fr. »

Le *Journal de Mathématiques élémentaires*, qui, depuis près de cinquante ans, contribue si
puissamment à faire aimer et à faire apprendre les mathématiques, est le plus précieux
auxiliaire des candidats pour la préparation aux examens ; il propose et résout les questions
posées aux divers examens et concours, et publie les noms des abonnés ayant envoyé de
bonnes solutions.

Le Dessin de Paysage, étudié d'après nature, par H. GUIOT et J. PILLET.

— Un album oblong (18/28^{cm}), avec 60 colonnes de texte, 36 figures théoriques,
80 motifs divers et 33 grandes planches d'ensemble, 8^e édition ; cart. 8 fr. »

H. VUIBERT

LES ANAGLYPHES GÉOMÉTRIQUES

Brochure 25/16^{cm}, avec figures en couleurs et le lorgnon sélecteur rouge et vert.
3^e édition. 5 fr. »

Dans cette brochure on expose, avec figures à l'appui, la remarquable invention de
M. H. Richard, qui, au moyen d'un dessin en deux couleurs et d'écrans colorés, montre avec
un relief saisissant les figures de l'espace (géométrie, géométrie descriptive, cristallographie,
physique, etc.).

Librairie VUIBERT, Boulevard Saint-Germain, 63, PARIS, 5^e.

ÉLÉMENTS DE CALCUL DIFFÉRENTIEL ET INTÉGRAL (*Collection P. F. SMITH*), par GRANVILLE, président du Collège de Pensylvanie, traduit par M. SALLIN. — Vol. 25/16^{cm}, avec figures dans le texte. 30 fr. »

LE PROBLÈME DE PAPPUS ET SES CENT PREMIÈRES SOLUTIONS, par A. MAROGER, professeur agrégé au lycée de Marseille. — Vol. 22/14^{cm}. (Sous presse.)

INSTRUCTION DÉTAILLÉE SUR LA RÈGLE A CALCUL et son emploi, par le Commandant DREYSSÉ, ancien chef d'escadrons d'artillerie de marine. — Vol. 22/14^{cm}, avec figures. 6^e édition. 8 fr. »

GÉOLOGIE. Ouvrage destiné aux Écoles d'Agriculture et à l'Institut agronomique, aux candidats à ces établissements, aux aspirants aux grades universitaires, aux agronomes, ingénieurs, industriels, coloniaux et aux amateurs d'histoire naturelle, par Stanislas MEUNIER, professeur de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle et à l'École nationale d'Agriculture de Grignon. — Vol. 25/16^{cm}, de xxix-988 pages, avec de nombreuses figures, 2^e édition. 32 fr. »

LA GRAMMAIRE DES ÉLECTRICIENS, enseignée aux débutants par expériences et mesures, par E. GOSSART, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. — 2 vol. 22/14^{cm}, brochés :

TOME I: *Le Courant continu*. — Vol. de x-444 pages, avec 150 figures et 2 planches photomicrographiques hors texte. 14 fr. »

TOME II: *Le Courant alternatif*. — Vol. de iv-420 pages, avec 201 figures. 14 fr. »

LA RELATIVITÉ RESTREINTE (Les idées de Lorentz et d'Einstein, exposées à l'aide de calculs élémentaires), par G. FONTENÉ, Inspecteur général honoraire de l'Instruction publique. — Vol. 22/14^{cm}. 6 fr. »

LES FAIBLESSES DE LA SCIENCE, par M. GANDILLOT. — Brochure 25/16^{cm}. 2 fr. »

LA CORPORATION DE L'ACIER AUX ÉTATS-UNIS, par ARUNDEL COTTER. Étude industrielle, économique et sociale. Traduit de l'anglais par ANDRÉ AUDE. — Un vol. 22/14^{cm}. 10 fr. »

Ce livre, malgré son apparence d'aridité, se lit comme un roman. Il est passionnant. Il montrera aux Français quelles qualités d'initiative il faut avoir pour conserver une grande place dans le monde.

L'INDUSTRIE DE L'ACIER EN FRANCE (Simple exposé technique et économique), par J. TRIBOT-LASPIÈRE, ingénieur civil des Mines. — Vol. 25/16^{cm}, avec 54 dessins, 5 cartes, 6 graphiques, 20 magnifiques planches photographiques hors texte et une statistique détaillée de la production minière et sidérurgique française, comparée à celle des principaux pays. 15 fr. »

LA LOCOMOTIVE MODERNE, par J. TRIBOT-LASPIÈRE. — Vol. 20/13^{cm}, de 193 pages, illustré de nombreuses gravures et de 17 planches hors texte, 4^e édition. 8 fr. »

Librairie VUIBERT, Boulevard Saint-Germain, 63, PARIS, 5^e.

L'ÉDUCATION PHYSIQUE

REVUE SCIENTIFIQUE ET CRITIQUE

Président du Comité de Rédaction : **Georges HÉBERT**,

Ancien lieutenant de Vaisseau,
Ancien directeur du Collège d'Athlètes de Reims.

Rédacteur en chef : **D. STROHL**.

Paraît le 15 de chaque mois (sauf en août et septembre).

Format : 25/16^{cm}.

Abonnement annuel : France et Colonies : 15 francs ;
Étranger : 20 francs.

(Numéro spécimen sur demande.)

Ouvrages du Commandant HÉBERT

Ancien directeur des exercices physiques dans la Marine,
Ancien directeur du Collège d'Athlètes.

GUIDE PRATIQUE D'ÉDUCATION PHYSIQUE. — Magnifique vol. 22/14^{cm},
illustré de 411 gravures. 4^e édition. Broché. 22 fr. »

**L'ÉDUCATION PHYSIQUE ou l'Entraînement complet par la MÉTHODE
NATURELLE.** — Volume 25/16^{cm}, illustré de photographies. 5^e édition. Broché.
9 fr. »

L'Éducation physique féminine : MUSCLE ET BEAUTÉ PLASTIQUE. —
Très beau volume 18/12^{cm}, avec 78 planches photographiques hors texte. 2^e édi-
tion. Broché. 13 fr. »

(Pour les autres volumes, demander le prospectus détaillé.)

Pour refaire la race :

La MÉTHODE NATURELLE du Lieut^t de Vaisseau HÉBERT

Exposée par PAUL VUIBERT.

Brochure 25/16^{cm}. 2 fr. 25

Prix Michelin de la Natalité.

La Vie ou la Mort de la France

par PAUL HAURY, ancien élève de l'École Normale Supérieure,
professeur agrégé de l'Université.

Brochure classée première (**PRIX DE 50.000 FRANCS**) au concours organisé
par l'Alliance Nationale pour l'accroissement de la population française. — Illustrée.
1 fr. 25

La librairie Vuibert a publié près de deux cents Programmes des divers examens et concours (admission aux écoles, titres et grades universitaires, carrières diverses, plans d'études pour les divers ordres d'enseignement). La liste en est envoyée gratuitement sur demande.

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, 9, RUE FULBERT.