

446

C

L. BERRANGER

MUSEE
LILLE

MANUEL PRATIQUE

DE

Télégraphie sans Fil

DESCRIPTION, CONSTRUCTION
INSTALLATION DES APPAREILS

OUVRAGE MIS A JOUR
DES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS
DE LA T. S. F.

Etienne CHIRON, Editeur

40, Rue de Seine, 40

PARIS

Quel est l'inventeur de la télégraphie sans fil ?

Maxwell, Hertz, Branly, Marconi, tels sont les noms des savants qui marquent les étapes de la découverte de la télégraphie sans fil. Les oscillations électriques ont été découvertes par William Thomson (Lord Kelvin), en 1853, et par Feddersen, en 1860. Les recherches théoriques de Maxwell (1862) et expérimentales de Hertz (1872 à 1889) ont montré que ces oscillations se transmettent à l'éther en engendrant des ondes électro-magnétiques (ondes hertziennes). La matière, si l'on peut s'exprimer ainsi, de la T. S. F. était donc trouvée ; il fallait apprendre à s'en servir. Les propriétés curieuses des tubes renfermant des limailles métalliques (ces tubes deviennent conducteurs sous l'influence de l'électricité à haute tension) furent découvertes, dès 1838, par le physicien suédois Munck of Rosenschlod. Mais c'est en 1895 que, pour la première fois, M. Branly observait la conductibilité à distance des limailles sous l'influence d'une étincelle électrique voisine. Il était désormais possible de décaler les ondes. M. Branly signalait également, en 1891, la grande importance d'une longue tige de laiton fixée à une des boules entre lesquelles l'étincelle éclate. Le rôle de l'antenne était découvert. Enfin, de 1895 à 1899, Marconi perfectionna les dispositifs d'émission et réussit, le 27 mars 1899, une communication à travers la Manche, entre Douvres et Wimereux, séparés par 50 kilomètres. La T. S. F. pratique venait donc de naître.

La T. S. F. dans le monde

La radiotélégraphie ne compte guère plus de vingt-cinq ans d'existence, et déjà elle tient une place considérable dans la vie des peuples. Son développement, déjà remarquable avant la guerre, s'est encore accéléré depuis lors grâce aux perfectionnements techniques réalisés en 1914, notamment par la découverte de la lampe à trois électrodes qui a permis d'accroître considérablement la puissance des postes d'émission.

Diverses autres raisons expliquent encore la rapidité de ce développement ; la guerre avait mis en valeur l'extrême vulnérabilité des câbles sous-marins, dont le bon fonctionnement n'est assuré qu'autant que l'on possède la maîtrise des mers. Au contraire un poste de T. S. F., situé dans l'intérieur d'un pays à bonne distance des frontières, est pratiquement à l'abri des coups de l'ennemi. Dans le domaine économique, les avantages de la radiotélégraphie ne sont pas moindres : on doit, pour les apprécier pleinement, se rappeler qu'avant la guerre, le réseau mondial des câbles sous-marins était groupé entre les mains d'un petit monde de puissances, qui devenaient les intermédiaires obligés de toutes les autres. Au contraire, entre les points qui réunissent un nombre restreint de lignes sous-marines, la radiotélégraphie établit des relations directes, coupant court à une sujétion dont les inconvénients ne sont plus à démontrer.

Avantage précieux, pour les grandes puissances coloniales qui ont à entretenir des rapports politiques et économiques journaliers, avec des territoires dont plusieurs milliers de kilomètres les séparent !

Enfin, la T. S. F. a encore deux avantages importants : l'un particulièrement précieux en ce moment réside dans la modicité des frais d'établissement et d'entretien des **RIS - LILLIAD - Université Lille 1** pense énormes qu'entraîne la pose des câbles sous-marins ; l'autre, qui peut

d'ailleurs devenir un inconvénient dans certains cas, est caractérisé par le fait que la radiotélégraphie assure une large diffusion aux informations transmises.

Quel parti les grandes nations du monde ont-elles tiré jusqu'à présent de la radio-télégraphie ? C'est ce qu'établit une étude publiée par la revue allemande « *Wirtschaft und Statistik* ». On y voit avec satisfaction que, dans le domaine de la radiotélégraphie, la France vient largement en tête des autres grandes nations, tant par le nombre que par les puissances des postes exploités. L'immensité et la dispersion de notre empire colonial nous faisaient du reste une nécessité de ce développement, mais tant d'autres choses nécessaires n'ont pas été accomplies, qu'il faut féliciter de leurs fructueux efforts le sous-secrétariat des postes et télégraphes et le ministre des colonies, dont la volonté persévérante, a obtenu ce résultat.

dans
fait
arge
ises.
s du
t de
ablit
ande
voit
aine
vient
ndes
e les
l'im-
em-
une
tant
s été
eurs
des
des
ante,

MUSÉE COMMERCIAL & COLONIAL
416
18 JUIL 1947
VILLE de LILLE

U
R-2

MUSÉE COMMERCIAL & COLONIAL
2, Rue du Lombard
LILLE

N° bib = 388065 / - 103838

MANUEL PRATIQUE
DE
TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BMIC 45

Dans la même collection

Ragaud. — Manuel de l'Automobiliste (30 ^e mille) . . .	3.60
— Les Pannes d'Automobiles (12 ^e mille) . . .	3.60
Percheron. — Manuel de l'Aviateur (6 ^e édition) . . .	3.60
Lecornu. — Manuel du Cerf-Voliste	3.60
Percheron. — Guide du Mécanicien d'Aviation . . .	
— Tôme I. Le Moteur (3 ^e édition)	3.60
— Tôme II. Montage de l'Avion (2 ^e édition)	3.60
Bordier. — L'Aquarelle, premières notions	3.90

L. BERRANGER

MANUEL PRATIQUE
DE
TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

DESCRIPTION, CONSTRUCTION
INSTALLATION DES APPAREILS

OUVRAGE MIS A JOUR
DES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS
DE LA T. S. F.

PARIS
" ÉDITION ET LIBRAIRIE "
E. CHIRON, EDITEUR
40, RUE DE SEINE.

MUSÉE COMTE
DE
2, Rue du Loup
LILLE

PRÉFACE

Dans un article publié dernièrement par un de nos grands quotidiens, M. Henry Vidal faisait une pleine lumière sur une question de droit longtemps discutée et concluait, décrets en mains, à la parfaite légalité des installations privées de T. S. F., sous certaines conditions fixées par ces décrets (1).

Cette nouvelle dut réjouir bon nombre d'amateurs que la rigueur des anciens règlements avait empêchés de posséder et d'employer un poste de T. S. F.

En effet, jusqu'à ces dernières années, l'administration des P. T. T. s'était arrogé le monopole exclusif des communications télégraphiques, sous toutes leurs formes, y compris la T. S. F. Les dérogations accordées par la commission technique des P. T. T. ne l'étaient que très parcimonieusement et au prix de multiples et longues démarches qui rebutaient les plus persévérants et les plus qualifiés.

Le décret-loi du 24 février 1917 qui passa presque inaperçu des milieux intéressés, vint fort heureusement

(1) Voir le « Journal » du 11 août 1919 « La T. S. F. chez soi ».

mettre fin à ces errements et établit le droit pour chacun de posséder un poste de T. S. F. récepteur, et sous certaines conditions de se servir d'un poste émetteur (1).

Aussi, qui de nous, désormais, ne voudra pas connaître l'émotion singulière d'être, au moins, l'auditeur anonyme de la Tour Eiffel.

C'est là chose aisée ; les postes récepteurs de T. S. F., les bobines de Ruhmkorff se trouvent couramment dans le commerce ; un peu de fil tendu dans un jardin ou sur un toit, beaucoup de patience, et le hasard complaisant se charge de combler nos vœux.

Mais, le plus souvent, encouragé par un premier succès, on devient exigeant et audacieux, la Tour Eiffel paraît banale, on est avide d'inédit et l'on demande à la T. S. F. tous ses secrets, on modifie, on observe, ne livrant rien au hasard. Aidé de quelques outils, d'adresse et de réminiscences d'électricité, on crée de toutes pièces l'œuvre, bien imparfaite, où l'on met toute sa foi et son espoir.

Voyez ce gamin, au bord d'un ruisseau, faisant tourner deux bouts de bois fixés en croix, à la manière d'une roue de moulin. Voyez cette fillette habillant d'un chiffon quelque vieux bâton qu'elle baptisera poupée. L'un et l'autre possèdent des jouets cent fois plus jolis qu'ils délaissent. Ils veulent, dans leur orgueil naissant, ne de-

(1) Voir page 99.

voir qu'à eux-mêmes la joie d'avoir dompté l'eau ou le chiffon rebelle, d'avoir enfanté.

Nous sommes un peu comme ces enfants et nous voulons être les seuls artisans de notre réussite.

Hélas, la réussite ne récompense pas toujours l'ingéniosité et les longs efforts des débutants. La T. S. F. est coquette et ne se livre pas au premier audacieux qui l'aborde.

Et, de même qu'au seuil d'un pays inconnu, le voyageur se précautionne d'un guide qui le conseillera sur le choix des itinéraires, lui évitera des détours inutiles ou des pertes de temps, qui le renseignera sur la qualité des routes et l'accompagnera discrètement jusqu'au but du voyage ; nous avons songé à mettre aux mains de l'amateur en T. S. F., devenu artisan, un manuel où il trouvera, sous une forme condensée, les matériels nécessaires à son œuvre.

A dessein, nous nous sommes écartés des théories abstraites et des discussions de détail. Nous avons pensé qu'il suffirait, en chaque occasion, d'engager le lecteur sur la bonne voie en lui ménageant, chemin faisant, l'occasion de manifester son initiative personnelle, et de ne devoir ainsi, qu'à lui seul, le plaisir et le mérite du succès.

Août 1919.

L. BERRANGER.

MANUEL PRATIQUE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Historique

Lorsqu'on étudie l'histoire de l'électricité, on s'étonne qu'un temps si long se soit écoulé, sans résultat pratique, de l'invention de la pile électrique par Volta à son application aux communications télégraphiques.

En effet, dès le commencement du siècle dernier, on savait créer un courant électrique et en disposer en lui faisant parcourir un conducteur suivant des lois bien définies, on sut bientôt lui faire exciter un électromètre et un peu plus tard un électro-aimant. Tous les éléments de la télégraphie électrique étaient trouvés, et cependant, il fallut attendre longtemps encore, pour que les hommes songeassent à mettre quelques kilomètres entre deux organes que l'on plaçait sur la même table de laboratoire. La télégraphie avec fil étant réalisée, elle marche de suite à pas de géant et atteint un développement énorme : le télégraphe enregistreur Morse succède au Bréguet à

cadran, partout des lignes télégraphiques pénétrant jusqu'aux moindres bourgades sillonnent les continents, des câbles sous-marins les relient, puis l'homme, toujours avide de rapidité, s'ingénie à augmenter la vitesse des communications, il crée de merveilleux engins de transmission qui prendront le nom de leur inventeur : le « Hugues » puis le « Baudot » qui permet, sur un seul circuit électrique, l'échange de plus de 10.000 mots à l'heure, avec le maximum de sécurité.

On conçoit, devant de tels résultats, que la création de la télégraphie sans fil ne s'imposait pas, aux chercheurs, comme une nécessité ; on ferait donc une grosse erreur en considérant la télégraphie sans fil dans son état actuel comme un perfectionnement de la télégraphie par fil.

La T. S. F. n'est apparue qu'en second, en raison des phénomènes électriques qu'elle met en jeu, qui, plus complexes et plus subtils que ceux de son aînée, la liaient au progrès de la science.

Ces deux systèmes de communications ne relèvent nullement l'un de l'autre, mais il se complètent admirablement.

Chaque fois que sur un continent deux points peuvent être reliés par une ligne télégraphique, il y a, à tous les points de vue, un intérêt évident à utiliser ce moyen de communication, de préférence à la T. S. F.

Par contre, l'emploi de la T. S. F. se trouve normalement indiqué pour établir une liaison entre un point fixe et un point mobile ou entre deux points mobiles (navires en mer, aéronefs, armées ou grandes unités militaires en mouvement). La T. S. F. sera encore préférée pour créer une liaison dans les grands espaces désertiques ou impénétrables des colonies, où une ligne télégraphique ne peut être facilement établie et entretenue. On l'emploiera encore avantageusement pour relier les continents entre eux, en remplacement des câbles sous-marins d'un prix de revient très élevé et d'un entretien difficile et coûteux, ou au moins comme liaison de secours.

Enfin, et d'une façon générale, la T. S. F. sera préférée chaque fois que l'on aura à diffuser un message. Cette faculté de diffusion qui compromet dans certains cas le secret des communications et constitue un des gros inconvénients de la T. S. F., peut être mise à profit pour l'envoi de l'heure, de renseignements météorologiques, d'informations d'intérêt général et enfin pour l'envoi d'appels de détresse de la part d'un navire en péril.

La Télégraphie sans fil n'était donc pas l'objet de recherches spéciales, et ce n'est que lorsqu'on sut produire et recueillir à distance de l'énergie électrique sans l'intermédiaire d'aucun conducteur métallique, que l'on s'avisait d'appliquer cette découverte à la télégraphie.

De même que son aînée, la T. S. F. apparaît issue de plusieurs cerveaux, chacun d'eux apportant par des découvertes isolées un peu de son génie à l'œuvre finale.

Hertz apporte la découverte fondamentale de son oscillateur, Popoff, le premier, emploie une antenne pour étudier l'électricité atmosphérique, puis le professeur français Branly et O. Lodge réussissent à déceler les ondes passant dans le voisinage du résonateur au moyen d'un tube à limaille et enfin, Marconi, inspiré par ces divers travaux, entrevoit la possibilité de les appliquer aux communications télégraphiques. En 1897, il construisit le premier poste de T. S. F. et en 1899 il communiqua normalement entre Wimereux et Douvres, soit 50 kilomètres. La T. S. F. était créée.

Cette heureuse tentative fut le point de départ de nombreuses recherches. On étudia dans les laboratoires le mécanisme de formation et de propagation des ondes, on énonça des lois et forma des hypothèses, et enfin, passant à la réalisation pratique, on s'ingénia à créer de tous côtés des postes de plus en plus puissants et de plus en plus perfectionnés.

Mais tous les systèmes imaginés continuèrent à utiliser, bien que sous des formes déguisées et des appellations différentes, le vieil oscillateur de Hertz et restèrent tributaires de l'étincelle électrique comme générateur d'ondes.

Cependant, depuis quelques années, la T. S. F. semble être entrée dans une voie nouvelle, et c'est à des ingénieurs français que revient l'honneur de s'être affranchis de la tutelle du physicien allemand.

En pleine guerre, nos techniciens créaient et mettaient au point deux systèmes différents de générateurs d'ondes dites « entretenues ». L'un, par alternateur à très haute fréquence, l'autre, utilisant pour engendrer ces ondes les propriétés merveilleuses des lampes à vide dont nous dirons quelques mots à la fin de cet ouvrage.

Principes fondamentaux

On est frappé, dans l'étude de l'électricité, de la diversité de ses sources et de ses actions.

Tantôt nous la voyons naître par action magnétique (machines dynamo-électriques) tantôt par frottement de deux corps chargés différemment (machines électro-statiques) tantôt enfin par action chimique et calorique (piles et couples thermo-électriques).

Malgré leur grande dissemblance ces phénomènes ont une source commune ; la science moderne nous apprend en effet que les actions électriques, magnétiques, caloriques ou chimiques sont dûes à un mouvement vibratoire.

Pour qu'une vibration mécanique se produise et se propage, il lui faut, comme support, un milieu solide, liquide ou gazeux.

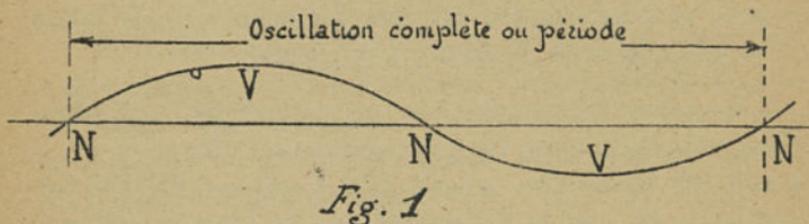
Les physiciens ont été appelés à concevoir, pour échafauder leurs hypothèses, un milieu nouveau, auquel ils ont donné le nom d'éther.

L'éther est une forme primitive, un état impondérable de la matière, qui ne se manifeste à aucun de nos sens, mais que l'on suppose exister partout, dans l'espace interplanétaire, dans le vide atmosphérique et au sein de tous les corps.

C'est, en particulier, à l'éther que l'on attribue le pouvoir propagateur des vibrations engendrées par les appareils de T. S. F. et qui portent le nom de vibrations électro-magnétiques.

Nous avons journellement sous les yeux des exemples mécaniques de mouvements vibratoires : un diapason, une corde de violon, la ficelle du cerf-volant qui, lorsqu'on l'agite, lorsqu'on « l'excite » en l'écartant de sa position initiale y revient aussitôt et même la dépasse d'une certaine quantité un peu inférieure à l'impulsion donnée et continue ainsi à s'incurver en serpentant tantôt en haut, tantôt en bas. Si l'on pouvait cinématographier ce mouvement, on remarquerait que certains points (N) de la ficelle qui par illusion optique semblent s'animer, restent en réalité immobiles ; ils constituent les « nœuds » de la vibration, tandis que d'autres points (V) de la ficelle situés à égale distance de 2 nœuds consécutifs atteignent l'amplitude maximum et constituent les ventres (fig. 1).

On voit donc que le mouvement vibratoire se propage, dans le milieu où il a été créé, sous la forme d'une



« onde » qui progresse de proche en proche, comme elle le fait le long de notre ficelle, où à la surface d'une nappe d'eau que vient frapper une pierre.

On appelle longueur d'onde (λ) la longueur dont progresse le mouvement vibratoire pendant une période T c'est-à-dire pendant la durée complète d'une oscillation. Cette longueur, en radiotélégraphie, est évaluée en mètres.

On donne le nom de fréquence au nombre de périodes pendant l'unité de temps, soit la seconde.

En étudiant la théorie du mouvement vibratoire de la matière, on est parvenu, dans les laboratoires, à identifier ces vibrations et à déterminer leurs longueurs d'ondes. On trouva ainsi que les effets chimiques sont engendrés par des vibrations de 0,1 à 0,4 micron ou mil-

lième de millimètre de longueur d'onde, les effets lumineux par des vibrations de 0,4 à 0,75 micron, les effets caloriques de 0,75 à 60 micron et enfin les effets électriques et magnétiques ont une longueur d'onde allant de 4 millimètres à plusieurs kilomètres.

Le calcul et l'expérience ont montré que ces vibrations ont une vitesse de propagation sensiblement égale à celle de la lumière, c'est-à-dire d'environ 300.000 km. par seconde ; on voit aussitôt que la longueur d'onde d'un système émetteur sera représentée par le produit de cette vitesse V par la période d'oscillation T .

Les vibrations électriques sont arrêtées dans leur progression par les métaux et en général par les corps bons conducteurs de l'électricité qu'elles viennent frapper ; ils traversent au contraire librement les isolants tels que le verre, le bois, la pierre, ils subissent les mêmes phénomènes que les rayons lumineux, comme eux ils se diffractent, se réfractent ou se réfléchissent, mais on ne peut les diriger comme on le fait par exemple avec un miroir d'optique ou une lentille de projection ; l'émission se propage dans toutes les directions et il y a de ce fait une grande perte d'énergie.

Pour produire des ondes électromagnétiques il faut engendrer, en un point de l'éther, un mouvement vibratoire ; on se sert pour cela d'un oscillateur ou exciteur.

Emission

Formons comme l'indique le schéma (fig. 2) un circuit contenant un condensateur C, une bobine de self-induction L et un éclateur T aux bornes duquel nous entretenons un potentiel explosif à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff par exemple.

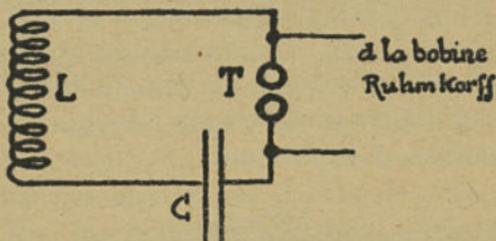


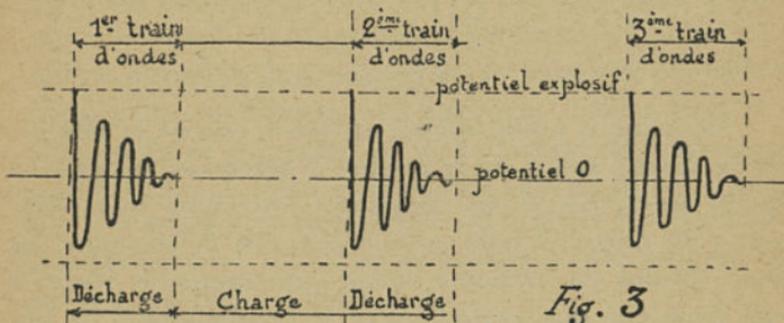
Fig. 2

Actionnons notre bobine et décomposons le phénomène. Sous l'action de la bobine d'induction le condensateur se charge et ses armatures atteignent une différence de potentiel telle qu'une étincelle éclate entre les deux boules de l'éclateur, mais cette première étincelle n'a déchargé que partiellement le condensateur, la bobine de self-induction placée dans le circuit ayant opposé sa résistance, en tendant à faire naître un courant de sens inverse.

Cette étincelle en jaillissant a volatilisé, tel un arc électrique, quelques petites parcelles métalliques arrachées aux éclateurs.

De ce fait l'espace entre les deux boules de l'éclateur est devenu suffisamment conducteur pour que le condensateur achève de se décharger, non pas brusquement, mais périodiquement.

Aussitôt après, la bobine d'induction rétablit le potentiel explosif, et les mêmes phénomènes sont prêts à se reproduire. Cette succession de décharges s'est accomplie dans un temps infiniment court, si nous la reproduisons graphiquement (fig. 3) nous verrons qu'elle présente une forme oscillante, condition essentielle pour qu'il y ait production d'énergie électrique vibratoire dans le système et radiation dans l'espace.



On a donné aux groupes d'oscillations d'amplitude décroissante et de fréquence élevée que produit chaque étincelle le nom de train d'ondes.

L'appareil générateur d'étincelles a lui-même une fréquence propre qui est égale au nombre d'étincelles produites par seconde. Lorsque cette fréquence est assez faible (inférieure à 100) elle est dite « ronflée » ou « rare ». Au-dessus, elle prend une tonalité de plus en plus musicale et est dite « grave » ou « chantante ». L'emploi de ces dernières tonalités est de plus en plus répandu en raison de leur facile différenciation, à la réception, des bruits parasites d'origine atmosphérique et de la plus grande aptitude des sens auditifs à percevoir les sons musicaux.

Les systèmes d'émission qui nécessitent la production d'étincelles comme générateur d'oscillations ont reçu le nom d'« amortis » en raison de l'« amortissement » de l'amplitude des oscillations de chaque train d'ondes.

Par contre, les systèmes capables d'engendrer des oscillations à haute fréquence, d'amplitude constante sans le secours de l'étincelle ont reçu le nom d'« entretenus ».

Si nous donnons leur valeur électrique aux éléments constitutifs de notre circuit, nous trouverons que la période T de ce circuit vibratoire est donnée par la formule fondamentale

$$T = 2 \pi \sqrt{L \cdot C}$$

Ainsi constitué notre oscillateur est susceptible d'impressionner un appareil de contrôle placé dans son voi-

sinage immédiat, mais si nous désirons faire rayonner dans l'espace l'énergie électrique que nous avons mise en jeu, il nous faudra remplacer la capacité C et la self L de notre circuit fermé par un autre organe appelé « antenne » possédant la même période que le circuit primitif.

Si nous considérons une antenne filiforme, par exemple, c'est-à-dire une antenne composée d'un seul fil tendu normalement au sol, et que nous plaçons le système exciteur à sa base en le réunissant électriquement à la terre nous remarquerons, avec l'aide d'un appareil de mesure, que nous avons à ce point un nœud de potentiel c'est-à-dire une tension nulle, ce qui se conçoit puisque nous sommes au même potentiel que la terre, et nous trouverons, par contre, un ventre à l'extrémité libre de notre antenne qui devra, pour cette raison, être fortement isolée.

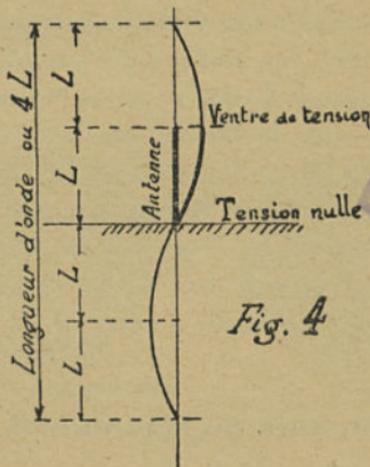
On dit alors que l'antenne vibre en quart d'onde, ce qui s'énonce sous la forme :

$$\lambda = 4 l$$

valeur représentant la longueur d'onde propre de notre antenne (fig. 4).

Si, à une certaine distance d'un système ainsi formé, nous plaçons un autre système exactement semblable à ce premier, ou du moins possédant la même longueur d'onde, il sera possible en excitant l'un des deux, d'im-

pressionner l'autre ; les deux postes sont alors dits en « syntonie » ou « accordés » et il nous sera possible de faire passer l'énergie du premier dans le second, c'est-à-dire de correspondre. On conçoit, en effet, qu'il soit



aisé d'envoyer et de recevoir cette énergie sous forme de signaux télégraphiques : une courte production d'énergie formera un point, tandis qu'un groupe plus grand d'oscillations représentera un trait (1).

Nous allons examiner maintenant quels sont les divers modes d'excitation de notre antenne c'est-à-dire les

(1) Se reporter au code Morse, page 102.

moyens à notre portée d'utiliser ou produire de l'énergie électrique.

Pour répondre à la relation $Q = CV$ dans laquelle Q est la quantité d'électricité mise en jeu pendant un temps très petit, C la capacité du circuit excité (en l'espèce l'antenne) et V la force électromotrice ou plus exactement le potentiel aux bornes du circuit, il est évident que nous chercherons à obtenir à ces bornes un potentiel très élevé ; le moyen le plus simple d'y réussir est l'emploi (surtout pour les petites installations) d'une bobine d'induction dite bobine de Ruhmkorff. On trouve cet appareil dans le commerce. Nous allons cependant essayer d'en décrire un, dans le cas où sa construction, assez délicate, tenterait certains d'entre nous, suffisamment outillés.

Bobine de Ruhmkorff

Adoptons un modèle de puissance moyenne permettant, en exploitation normale, de réaliser une portée de l'ordre de 10 km.

Cette bobine se décompose en 5 parties bien distinctes :

1° *Un noyau de fer doux* (1). Ce noyau peut être fait

(1) On entend par *fer doux* du fer ne gardant pas de trace d'aimantation après avoir subi une *aimantation passagère*.

en fer rond, d'une seule pièce, mais il est préférable cependant, pour avoir le meilleur rendement possible, de le constituer d'un faisceau de fils de fer de 8 à 12/10 vernis à la gomme laque (1) au préalable et bien serrés les uns contre les autres ou, à défaut, de tôles très minces découpées suivant des plans de plus en plus grands (fig. 5).

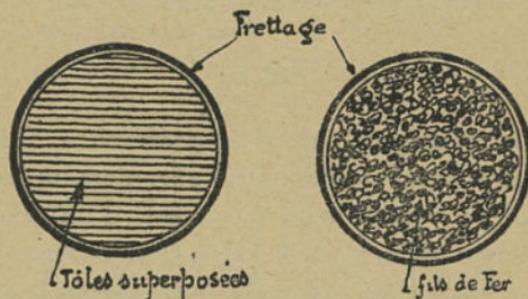


Fig. 5

Ces fils de fer ou ces tôles sont assujettis ensemble au moyen d'un frettage en ficelle fine pratiqué en plusieurs points du noyau (Diam. du noyau 18 à 20 m/m. Long. 200 m/m.)

(1) Ce vernis se fait en faisant dissoudre au bain-marie de l'alcool du commerce et de la gomme laque en lamelle ; il est bon d'y ajouter quelques gouttes d'huile de ricin pour le rendre moins cassant.

2° Primaire :

Autour de ce noyau, on disposera un isolant en pa-

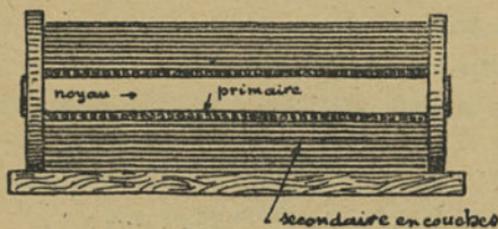


Fig. 6

pier ou carton mince, vernis de préférence. Cette enveloppe isolante recevra ensuite un enroulement, sur 2 couches, de fil de cuivre isolé au coton, d'un diamètre de 11/10. Cet enroulement sera verni soigneusement couche par couche et chaque extrémité sera réunie à une borne disposée sur le socle ou les joues de la bobine ; nous aurons ainsi constitué l'enroulement primaire de notre bobine.

3° Secondaire :

Nous appliquons une double couche de papier isolant ou mieux de diachylon sur notre primaire et nous commençons l'enroulement du fil secondaire.

Ce secondaire aura à supporter une tension très élevée, aussi nous ne saurions trop prendre de précautions d'isolement. Le fil lui-même devra de préférence être

isolé de deux couches de soie ; et aura un diamètre de 0 m/m. 08 à 0.12. La tension aux bornes du secondaire étant directement proportionnelle au nombre de tours de fil de cet enroulement, celui-ci devra donc être le plus grand possible et atteindre au moins 8000 tours. Le bobinage secondaire sera disposé par couches, ou en galettes séparées par des disques en carton ou matière isolante et montées en série (fig. 6 et 7).

Cette seconde méthode est préférable pour réaliser un bon isolement, mais elle exige un plus grand diamètre pour un même nombre de tours de fil. Il est indispen-

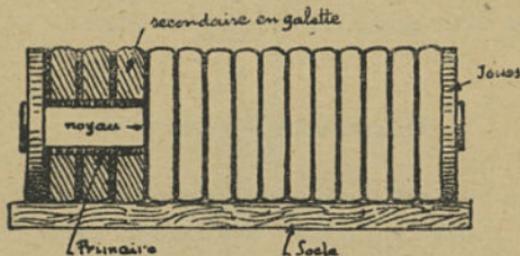


Fig. 7

sable de disposer une feuille de papier isolant très mince entre chaque couche ou à défaut un enduit de vernis.

Une excellente précaution consiste enfin, lorsque la bobine est achevée, à la plonger pendant 4 à 5 minutes dans de la paraffine en ébullition ; cette substance extrêmement fluide pénètre dans tous les interstices du bobi-

nage, en chasse l'air et parachève l'isolement en se solidifiant.

4° *Rupteurs* :

Il nous faut maintenant produire une variation de flux très rapide dans le noyau de fer doux, c'est-à-dire provoquer et supprimer l'aimantation du noyau et, par conséquent, le courant secondaire induit. Il nous suffira pour cela de couper puis de fermer le circuit primaire un très grand nombre de fois à la seconde ; c'est le rôle des rupteurs.

Ceux-ci sont de types assez différents, nous allons décrire les plus simples et les plus usités.

Rupteurs à marteau

Ce rupteur est disposé et agit exactement comme le vibreur d'une sonnette électrique, avec cette différence cependant, que n'ayant à produire aucun travail mécanique, il présente moins d'inertie et peut atteindre une plus grande vitesse de vibration et, par conséquent, de rupture de courant. Ceci est essentiel, en effet, la rupture et l'ouverture d'un courant peut être plus ou moins brusque. Il s'écoule un temps T qui est fonction de la vitesse du rupteur avant que le courant dans le circuit primaire et par conséquent le flux ne passe de la valeur 0

à sa valeur normale puis revienne, à la rupture, de cette valeur normale à la valeur 0. Or, si nous considérons la relation générale : $E = \frac{\text{flux}}{T}$, qui exprime la valeur de la force électromotrice du courant induit, nous remarquons que cette force électromotrice sera d'autant plus élevée que la valeur T sera petite.

Il y a donc intérêt évident à établir un rupteur sinon rapide, mais au moins à brusque établissement et rupture de contact.

Voici une réalisation très simple de ce rupteur (fig. 8).

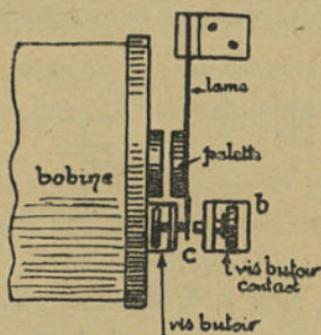


Fig. 8

A l'une des extrémités du noyau de fer doux de la bobine on dispose une lame ressort de 25 m/m de largeur et 60 à 80 m/m de longueur, dont on fixe une extrémité à un support rigide monté sur le socle et dont l'autre extrémité se présente devant la section du noyau de

fer dépassant de la bobine sans cependant le toucher. Cette lame porte à son extrémité libre un grain en argent, ou mieux en platine d'assez grande surface destiné à assurer le contact avec une vis platinée placée en regard. Une autre vis butoir sert à limiter la course de la lame et l'empêche de venir toucher le noyau de la bobine.

On peut augmenter les facilités de réglage en agissant par une vis sur un petit ressort à boudin adapté après la lame ressort pour la rappeler en arrière.

On comprend aisément le fonctionnement et le montage (fig. 9) de ce dispositif qui, bien construit, donne environ 20 à 30 interruptions par seconde.

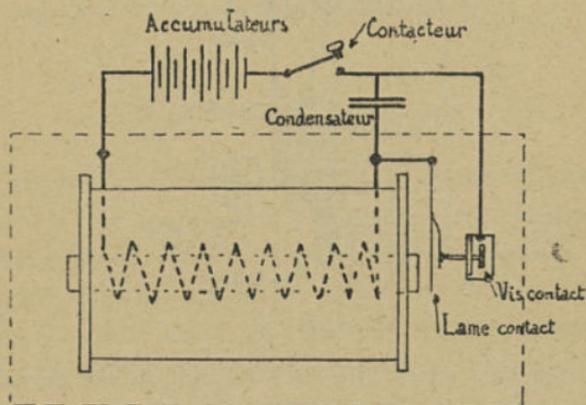


Fig. 9

Certains constructeurs ont imaginé de créer et d'entretenir des vibrations dans une lame rectiligne en fer

doux encastrée en une extrémité et ayant une période de vibrations propre se rapprochant, tel un diapason, d'une note naturelle (le *la* par exemple).

Cette note dépendra de la longueur de la lame, de son épaisseur et de sa rigidité moléculaire. Pour fixer les idées, nous donnerions approximativement à cette lame, dans le cas de la bobine envisagée, les dimensions suivantes : lame de fer doux de 22 m/m. de largeur, 2 à 2,5 d'épaisseur et de 90 à 120 m/m. de longueur non compris l'encastrement, le contact sera assuré comme dans le cas précédent par une vis platinée et la course limitée par une vis butoir à pas micrométrique.

Une autre variante de ces rupteurs met à profit comme il a été dit plus haut l'avantage que donnent les ruptures brusques.

Au lieu d'actionner directement la lame vibrante, le noyau agit sur une palette auxiliaire ayant au moins 2 m/m. de course. Celle-ci a déjà atteint une grande vitesse et possède une certaine force vive quand elle vient frapper la lame contact. La rupture sera alors très brusque et la variation de flux très rapide.

Il convient d'employer une palette auxiliaire montée sur pivots, de préférence à une lame ressort encastrée, dont l'effort résistant augmenterait avec la flexion et empêcherait l'accroissement de vitesse. Un léger ressort à boudin réglable suffit à rappeler la palette en arrière

quand elle n'est plus attirée par le noyau, une vis butoir limite son retour (fig. 10).

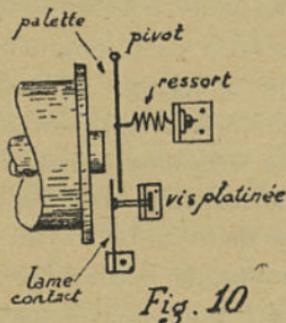


Fig. 10

Rupteur à soupape électrolytique ou Wenhelt

Ce rupteur s'adresse par ses propriétés aux bobines puissantes, cependant, on pourra l'employer sur celle décrite plus haut. Malheureusement sa nature le rend peu portatif.

Dans l'extrémité d'un tube de verre de 15 c/m. de long et de 8 m/m. de diamètre on sertit à chaud un petit fil de platine de 5/10 dépassant de 2 m/m. environ à l'extérieur et de 10 m/m. à l'intérieur. Dans ce tube on plonge une tige métallique reliée au circuit d'alimentation. Le contact entre celle-ci et le fil de platine est assuré au moyen de mercure. Ce tube constituant l'anode de notre appareil est plongé dans de l'eau acidulée (1 partie d'acide sulfurique, 5 à 6 parties d'eau) contenue

dans un vase dans lequel on place d'autre part un fil de platine ou plus simplement une lame de plomb : la cathode (fig. 11).

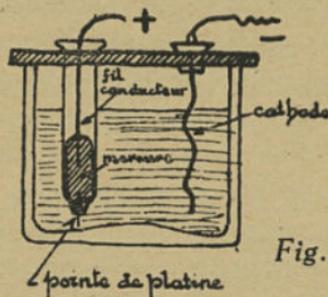


Fig. 11

On fait alors passer le courant dans l'appareil, sous son action le fil de platine rougit, vaporise instantanément les molécules d'eau ambiantes et se recouvre de vapeur d'eau qui l'isole ; aussitôt le courant cesse de passer et la bulle protectrice se détache pour remonter à la surface, le même phénomène se reproduit alors et cesse, puis se reproduit et ainsi de suite, ceci avec une très grande fréquence, provoquant chaque fois des interruptions du courant comme nous le faisons précédemment avec la palette de notre rupteur. Malheureusement cet appareil ne fonctionne réellement bien que sous une tension de 40 volts. Au deçà et au delà le phénomène d'électrolyse et de vaporisation se complique et les interruptions ne se font plus.

5° Condensateur :

Lorsque fonctionne cette bobine, il se produit au point de rupture une forte étincelle d'extra-courant, causée par la self induction de l'enroulement primaire ; pour y remédier, on monte aux bornes du rupteur un condensateur qui empêche la formation de cette étincelle et permet ainsi un meilleur rendement. Ce condensateur est formé d'une lame de mica très mince ou à défaut de fort papier paraffiné recevant sur chaque face une armature de papier d'étain. Afin de diminuer l'encombrement on sectionne ce condensateur en plusieurs plus petits, empilés les uns sur les autres et placés sous le socle de la bobine, en reliant entre-elles les armatures supérieures de chaque élément et les armatures inférieures de même. La surface totale des éléments doit être d'au moins 1 m^2 (1).

Il existe, dans le commerce, des condensateurs vendus sous le nom de « condensateurs téléphoniques » et constitués par 2 longues bandes de papier d'étain séparées par une mince feuille de papier et roulées sur elles-mêmes, puis paraffinées. Ces condensateurs, qui se présentent sous la forme de petits blocs parallélipédiques de 1 et 2 micro-farads, sont très avantageux à employer, en raison de leur faible encombrement. Dans le cas de notre bobine, 2 ou 3 condensateurs de ce type groupés en parallèle seraient suffisants.

(1) Voir page 62 : condensateurs.

Eclateur

Les extrémités du secondaire sont, comme nous l'avons vu, fig. 2, connectées à un éclateur.

Cet éclateur ne fait pas forcément partie intégrante de la bobine, mais beaucoup de constructeurs l'ont, pour diverses raisons pratiques, disposé sur cette bobine ou sur son socle.

Il se compose généralement soit de deux boules, de deux plateaux, de 2 pointes, de 2 cylindres ou bien d'une combinaison de ceux-ci. Le système pointe-plateau est particulièrement intéressant et nous le retiendrons. Le choix du métal présente aussi une certaine importance. Le cuivre rouge pur, le zinc, le laiton donnent tous d'excellents résultats.

Il conviendra d'en isoler fortement les deux parties et de prendre toutes les précautions nécessaires pour qu'il ne jaillisse pas d'étincelle ailleurs qu'à l'éclateur, c'est-à-dire, qu'en aucun point, la distance entre les deux extrémités du secondaire ne soit inférieure à la distance explosive maximum de l'éclateur (Environ 10 m/m.) Toutefois, si cette bobine n'est utilisée qu'en T. S. F. on peut se contenter de n'isoler qu'une seule partie de l'éclateur, l'autre étant par destination comme nous le verrons plus loin mise au potentiel de la terre, c'est-à-dire du socle de l'appareil.

Nous avons ainsi établi tous les éléments constitutifs de notre bobine. Lorsqu'à l'aide d'un contacteur quelconque nous fermerons le circuit primaire, une étincelle jaillira entre les éclateurs. Ceux-ci seront suffisamment rapprochés pour que l'étincelle soit continue et bien fournie, sa longueur dépendra évidemment de la source de courant alimentant la bobine.

Celle que nous venons de décrire est établie pour être alimentée par une petite batterie d'accumulateurs de 12 volts.

Cependant, lorsque la portée à réaliser sera très petite, on pourra utiliser une source d'énergie électrique plus faible ; seul le réglage du rupteur devra être modifié et les éclateurs rapprochés.

La bobine d'induction est le plus simple de tous les systèmes d'émission existants. Le type que nous avons étudié ne se prête pas aux grandes portées. Il faudrait pour les atteindre construire une bobine d'induction de grandes dimensions (1) dont nous n'aborderons pas l'étude.

Magnétos

Parmi les appareils portatifs de petite puissance, facilement utilisables, il convient de mentionner la magnéto.

(1) Se reporter à l'ouvrage de M. H. Armagnat : « La bobine d'induction. »

Le type qui nous intéresse est la magnéto à haute tension du modèle employé pour l'allumage des moteurs à explosion, dont le principe et le fonctionnement sont connus de tous.

Ces magnétos sont généralement établies pour tourner à la vitesse moyenne de 1200 tours par minute, ce qui, à raison de 2 maxima de tension par tour permet de produire 40 étincelles par seconde. Cette fréquence correspond à peu près à celle des émissions ronflées.

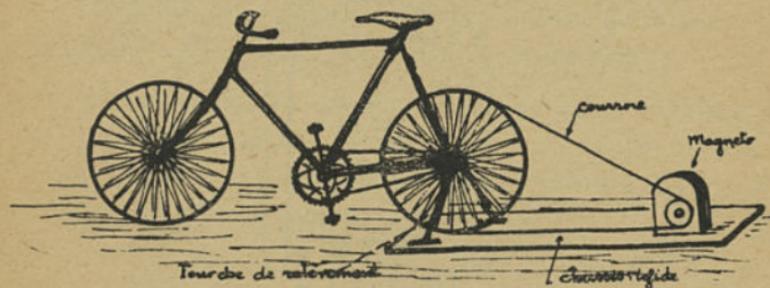


Fig. 12

Nous laissons au constructeur du poste le soin de choisir le système multiplicateur permettant d'atteindre cette vitesse, il pourra soit employer un train d'engrenage mu par une manivelle, soit entraîner la magnéto par courroie et poulie en prenant par exemple comme volant d'entraînement la jante arrière d'une bicyclette (fig. 12), ou par friction entre la poulie de la magnéto et

le pneumatique de la roue arrière, soit enfin en employant un petit moteur de $\frac{1}{2}$ HP si l'on dispose de force motrice.

La manipulation se fera sur le primaire de la magnéto si celle-ci s'y prête. Le secondaire étant déjà mis à la masse en un point, on réunira soigneusement la magnéto au sol ; l'antenne sera connectée à l'autre borne du secondaire, c'est-à-dire à celle que l'on réunit habituellement à la bougie d'allumage du moteur (fig. 13).

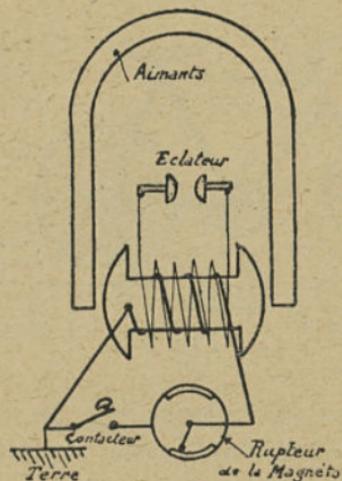


Fig. 13

On se servira comme éclateur soit du limiteur de tension de la magnéto, si celle-ci en est munie, soit d'un

petit éclateur indépendant d'un modèle analogue à celui de notre bobine d'induction.

Nous pourrions de même utiliser une magnéto d'allumage à basse tension en transformant l'extra-courant de rupture dans la bobine d'induction que nous avons étudiée plus haut, ou encore, mettre hors circuit le secondaire de notre magnéto à haute tension et utiliser seulement le bobinage primaire pour alimenter la bobine d'induction.

Dans les deux cas le rupteur tournant de la magnéto remplacera le rupteur à palette de la bobine.

Il est nécessaire, pour utiliser les deux maxima de tension de la magnéto, de modifier le bossage opposé à la came du rupteur de manière à permettre à cette came de jouer deux fois par tour.

Manipulateurs

Pour ouvrir et couper en cadence le courant d'alimentation en produisant des signaux Morse on se sert d'un interrupteur spécial nommé manipulateur. Le modèle en usage dans les Postes et Télégraphes convient parfaitement. Il est préférable cependant de le pourvoir de contacts plus larges baignant dans un godet plein d'huile, de pétrole ou d'eau destiné à étouffer l'arc qui

pourrait se former à la rupture. La poignée sera faite

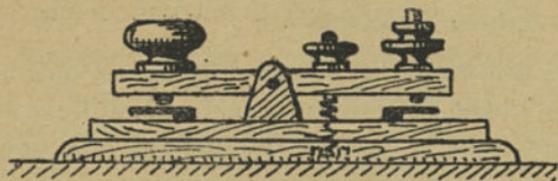


Fig. 14

de matière isolante (ébonite ou fibre rouge), (fig. 14).

Rhéostat de réglage

Le rendement maximum d'un appareil ne correspond pas toujours au maximum de puissance électrique disponible ou mise en jeu. Il importe de pouvoir réduire dans une marge assez grande le courant d'alimentation, jusqu'au parfait fonctionnement de l'appareil.

On se sert pour cela d'un conducteur résistant (maillechort, ferro-nickel, fil de fer) qui, placé en série sur le courant d'alimentation absorbe en s'échauffant une partie de l'énergie. On dispose généralement ce conducteur de manière à pouvoir faire varier rapidement sa longueur au moyen de curseurs ou de plots, et réduire ainsi plus ou moins le courant. C'est le rôle des « rhéostats ».

Montage des appareils d'émission

Nous venons de décrire rapidement quelques types d'appareils susceptibles de produire les courants à haute

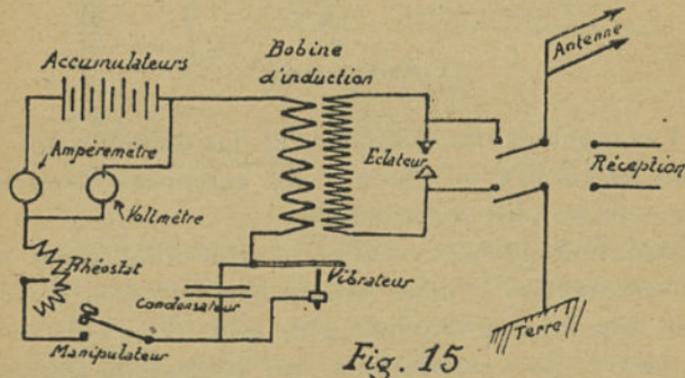
tension et à fréquence élevée utilisés en T. S. F., à l'exclusion des machines coûteuses ou encombrantes et d'une puissance trop grande pour de timides débutants.

Il nous reste à examiner les montages auxquels se prêtent ces appareils.

En T. S. F. on emploie principalement deux types de montage bien distincts :

1° Le montage dit à « excitation directe » dans lequel comme l'indique son nom, on excite directement l'antenne en la reliant à l'éclateur.

2° Le montage à « excitation indirecte » (en usage surtout dans les grands postes) dans lequel l'antenne est excitée par l'intermédiaire d'une sorte de transformateur. Nous reparlerons de ce montage plus loin, lorsque



nous aborderons la réception des ondes, mais pour l'instant nous ne retiendrons que le premier de ces systèmes, qui est le plus simple, et nous examinerons, sous

forme de schéma, un exemple de montage « direct » en nous servant du matériel que nous avons étudié plus haut (fig. 15).

Nous y retrouverons la source de courant, le rhéostat en série dans le circuit d'alimentation, le manipulateur, le rupteur mécanique ou électrique, la bobine d'induction ou transformateur, l'éclateur et enfin l'antenne et la terre.

Nous y trouverons encore un ampèremètre et un volt-mètre nous donnant à tous moments la valeur du courant et un commutateur nous permettant de relier alternativement l'antenne et la terre soit aux appareils de transmission, soit aux appareils de réception.

Antennes

Les gravures des magazines et des journaux ont vulgarisé les formes qu'affectent les antennes. Rappelons seulement les plus remarquables.

Aucune règle bien certaine ne peut nous diriger dans leur construction ; nous savons que le rayon d'action d'une antenne est d'autant plus grand que celle-ci est plus élevée, nous savons aussi que sa capacité augmente avec le nombre de brins qu'elle comprend, et leur inclinaison sur le sol. Nous savons encore qu'une antenne a une longueur d'onde propre qui dans la pratique varie de

4,5 à 6 fois la longueur d'un des brins qui la composent, plus la longueur de l'entrée de poste ou « brin de descente » jusqu'au sol.

L'expérience a montré aussi que le plan d'une antenne doit être orienté dans la direction du poste correspondant et de telle façon que l'extrémité libre (dans le cas d'une antenne coudée) soit opposée à cette direction (fig. 16).



Le plus souvent la forme et la grandeur de l'antenne sont dictées par la disposition naturelle des supports (arbres, cheminée, tour) ou par l'exiguïté du lieu et sont fonction de la puissance du poste.

C'est ainsi que l'antenne d'un navire est formée de deux ou trois fils tendus entre deux vergues elles-mêmes suspendues au sommet des deux mâts extrêmes du

bâtiment et d'un brin de descente au poste, connecté soit au milieu soit aux extrémités de ces fils (fig. 17).

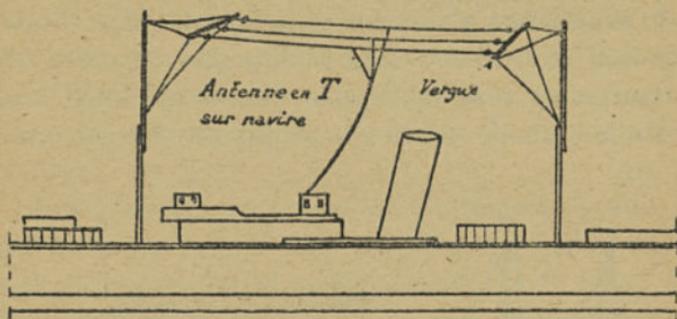
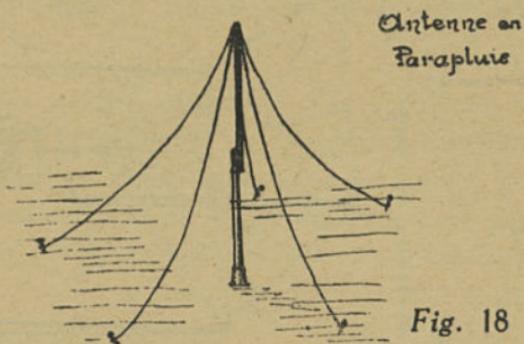


Fig. 17

Dans les postes mobiles (postes d'études pour missions coloniales, postes de campagne militaires) on emploie de préférence, comme support, un mât en bois ou métallique composé d'éléments de 2 ou 3 mètres s'emboîtant les uns dans les autres jusqu'à une hauteur de 20 à 30 mètres. Des haubans disposés à cet effet le maintiennent vertical, tandis que les brins attachés au sommet se dirigent, en rayonnant, dans toutes les directions autant que le permet la topographie du lieu. Malheureusement le montage de ces mâts est long et pénible et nécessite pour être fait rapidement une longue pratique de la manœuvre. Les équipes de 6 hommes entraînés,

de nos postes radiotélégraphiques militaires ne peuvent établir cette antenne en moins de 30 minutes (fig. 18).



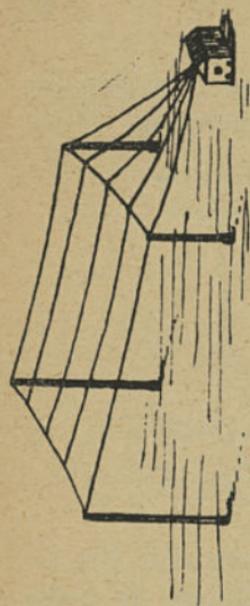
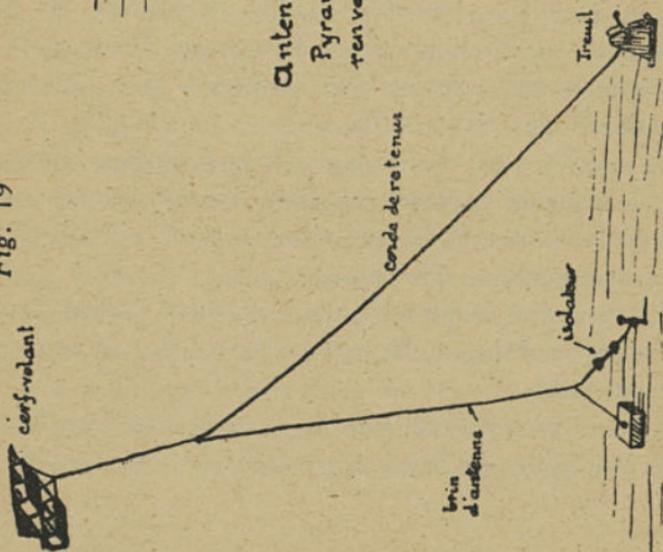
Lorsque la mise en station d'un poste doit être rapide et provisoire (postes mobiles militaires de petite puissance), on a recours comme support d'antenne à une ou plusieurs perches en bois, isolées à leur sommet, et maintenues par des haubans.

L'emploi d'un cerf-volant comme support d'antenne peut, lorsque le vent est propice, donner comme portée des résultats inespérés qu'on ne saurait attendre d'aucun autre système d'antenne.

Le procédé le plus simple consiste à lancer le cerf-volant en lui donnant 50 mètres de corde, ou plus, si le vent est faible.

Quand sa stabilité semble assurée, on attache à la corde par l'intermédiaire d'un isolateur, un léger fil mé-

Fig. 19



Antenne en steppe Fig. 20

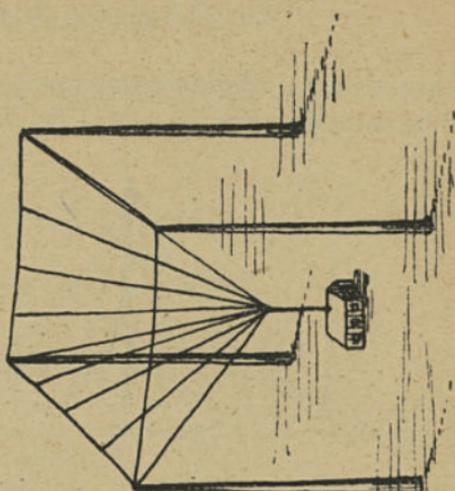


Fig. 21

tallique ; puis on déroule à nouveau la corde jusqu'à ce que le fil métallique, qui pend verticalement, soit bien tendu et de longueur convenable. Nous aurons une antenne (fig. 19).

On peut encore constituer l'antenne par la corde même du cerf-volant en la doublant d'un conducteur, ou en employant un câble métallique en place de corde, mais ce second procédé exige un isolement parfait du treuil ou du rouet, ce qui rend leur maniement plus délicat.

L'emploi du cerf-volant permet en outre de faire varier très rapidement la longueur de l'antenne et par conséquent sa longueur d'onde, sans recourir, comme on le fait habituellement, à des selfs d'élongation.

Parmi les autres types d'antennes il faut enfin citer celles des grands postes fixes ; elles sont tendues entre 2, 4 ou 6 mâts, quelquefois davantage, en forme de nappe, de rideau vertical (fig. 20) de pyramide renversée (fig. 21) ou de combinaisons de ces divers systèmes.

En général, il y a intérêt, au point de vue conduction à n'employer pour la construction des antennes que des fils en cuivre ou en bronze, de préférence cablés.

Terre

Nous avons vu que lorsque l'antenne vibre en $1/4$ d'onde, elle présente à sa base un nœud de potentiel et un ventre d'intensité. On admet en théorie que le mouvement ondulatoire se développe aussi bien dans le sol que dans l'espace, il faut donc assurer à la base de l'antenne un lien électrique avec la terre le plus parfait possible. On se sert pour cela d'une surface métallique enfouie dans le sol à 1 ou 2 mètres de profondeur.

Le plus souvent ce sont de grandes plaques de zinc soudées entre elles et percées de place en place de trous pour l'écoulement des eaux. Dans les postes puissants les prises de terre atteignent souvent des surfaces de plusieurs centaines de mètres carrés. Dans les postes mobiles on emploie de préférence des grillages métalliques de quelques mètres carrés de surface que l'on recouvre d'un peu de terre. Enfin, dans les postes portatifs cette terre peut prendre la forme d'un simple piquet métallique planté en terre fraîche.

Il convient d'établir les prises de terre le plus près possible du poste et d'éviter, pour les relier aux appareils, l'emploi de connexions longues et coudées.

Réception

Détecteurs

On comprend aisément que les ondes électromagnétiques aillent en s'affaiblissant au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du point d'émission ; aussi, est-on obligé pour les déceler à grande distance d'employer des appareils extrêmement sensibles qui rendent appréciables à nos sens des courants électriques de valeur trop petite pour impressionner les appareils de contrôle usuels.

Certains de ces appareils tels que le tube à limaille de Branly, nommé cohéreur (1) actionnent par l'intermédiaire d'un relai un appareil télégraphique enregistreur Morse et permettent ainsi la réception graphique des signaux, mais ce mode de réception manque de sensibilité et se trouve par sa complexité sujet à de nombreux dérangements.

Aussi, pratiquement, a-t-on toujours recours à la réception auditive. On sait que lorsque varie la valeur du courant alimentant un écouteur téléphonique, le flux des noyaux aimantés de cet écouteur augmente ou diminue

(1) Cet appareil est totalement abandonné et n'a plus aujourd'hui qu'une valeur historique, aussi, n'en parlerons-nous point.

suivant le sens du courant et met en vibration la membrane en fer doux de l'écouteur ce qui produit un son.

Cette propriété, qui fait de l'écouteur téléphonique un appareil extrêmement sensible, fut appliquée en T. S. F. En faisant agir, plus ou moins directement, sur l'écouteur les courants variables parcourant l'antenne, on perçoit des sons qui correspondent exactement aux signaux émis. Cependant une petite difficulté se présente : Nous nous souvenons que les oscillations engendrées par l'étincelle du poste émetteur et que reçoit l'antenne réceptrice sont alternatives et de très haute fréquence. Or, la plaque de l'écouteur étant soumise à des attractions et des répulsions trop rapides prend une position d'équilibre et ne vibre pas.

Pour le lui permettre, il faut rompre cet équilibre en « redressant » le courant c'est-à-dire en ne soumettant

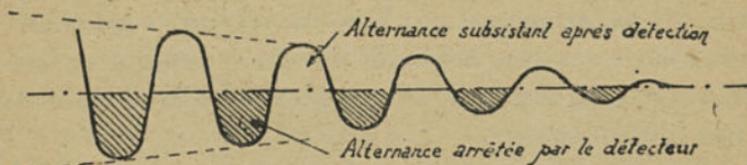


Fig. 22

l'enroulement de l'écouteur qu'à des variations de même sens. C'est le rôle des « détecteurs » (fig. 22).

Ceux-ci sont de divers types et s'inspirent de principes différents.

Citons, pour mémoire, le détecteur magnétique de Marconi, peu sensible et compliqué, le détecteur électrolytique du Général Ferrié, qui a quelque analogie de fonctionnement avec l'interrupteur Wenhelt dont nous avons parlé et qui offre une grande sécurité de fonctionnement. Il est abandonné aujourd'hui et remplacé par le détecteur à cristaux ou d'une façon plus générale par le détecteur à contacts imparfaits, lequel tend à son tour à disparaître, pour être remplacé dans les installations modernes de T. S. F. par la lampe à vide détectrice, avec ou sans amplification, et dont l'étude sommaire fera l'objet d'un chapitre spécial.

La construction et le fonctionnement d'un détecteur à cristal sont des plus simples, on assure le contact d'une pointe de métal avec un autre corps de nature métallique ; sous l'action des oscillations électriques la conductibilité de ce contact varie et le courant passe d'une façon particulière, en se « redressant » suivant un mécanisme qui n'est pas bien connu.

Ces détecteurs n'offrent qu'une sécurité relative, car il suffit d'un léger choc pour modifier le contact et dérégler l'appareil à l'insu de l'opérateur. Cependant leur faible encombrement et leur remarquable sensibilité leur ont acquis une grande réputation.

Sur une planchette de bois ou mieux d'isolant, on fixe d'une part une pince d'un modèle courant et d'autre

part une borne recevant un fil de laiton de 6/10 assez rigide ; ce fil effilé à son extrémité libre, vient en se recourbant former contact sur un cristal enchâssé dans la pince (fig. 23).

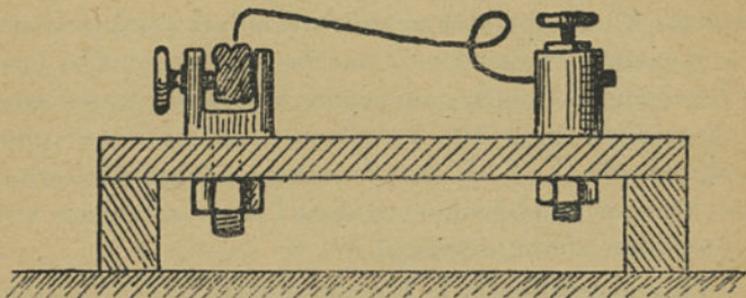


Fig. 23

Si l'on désire un appareil plus soigné et mieux conditionné, voici un autre type qui donne d'excellents résultats : La pince est remplacée par une cuvette dans laquelle est serti par de l'amalgame d'étain, de zinc ou d'antimoine, le cristal choisi. La lame ressort R terminée elle-même par un petit ressort à boudin en fil de laiton ou d'argent très fin et effilé F est réglable au moyen de la vis V de pression. Ce ressort est lui-même mobile autour du point O de manière à pouvoir explorer la surface du cristal et trouver le point de contact donnant dans l'écouteur le son d'intensité maximum (fig. 24).

Le plus embarrassant est toujours le choix du cristal, car des corps chimiquement semblables ont des propriétés physiques différentes.

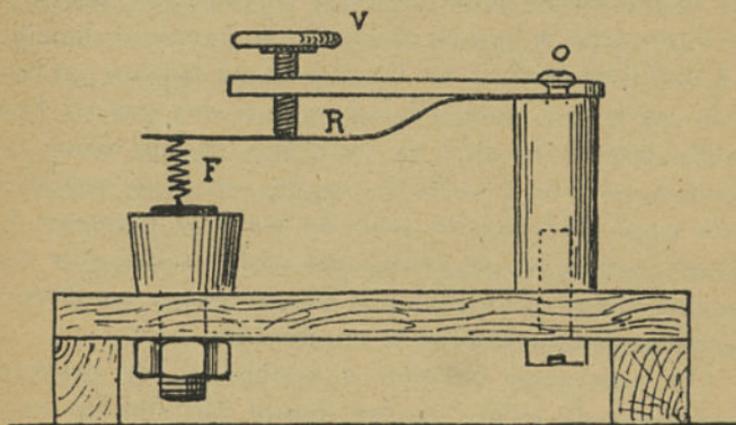


Fig. 24

On emploie de préférence des sélections de galène ou sulfure de plomb, le chalcopryrite ou sulfure double de cuivre et de fer, la zincite, la magnétite, la malachite, la blende et enfin le carborandum ou carbure de silicium qui nécessite une force électromotrice auxiliaire. (Tous ces cristaux sont vendus chez les marchands de produits chimiques). La pointe de contact peut être en laiton, cuivre, platine, fer, maillechort, en plomb non oxydé, en graphite ou enfin on peut la constituer par l'arête d'un autre cristal. La pression exercée devra, en

général, et principalement pour la galène, être assez faible.

Il est intéressant de signaler un système de fabrication de sulfure de plomb à portée de tous : on met dans une éprouvette 4 parties en poids de plomb en limaille et 1 partie de soufre, on bouche en ne laissant qu'une faible ouverture pour l'échappement des gaz et l'on chauffe jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une masse en fusion et un peu d'excès de soufre, on laisse solidifier et on casse l'éprouvette pour en sortir le morceau de galène. Ce procédé ne réussit pas toujours, car si le dosage du soufre et du plomb n'est pas exact, on obtient une masse peu homogène et inutilisable.

On peut aussi parvenir à sensibiliser de mauvais échantillons de galène en les faisant chauffer en vase clos avec leur volume de soufre.

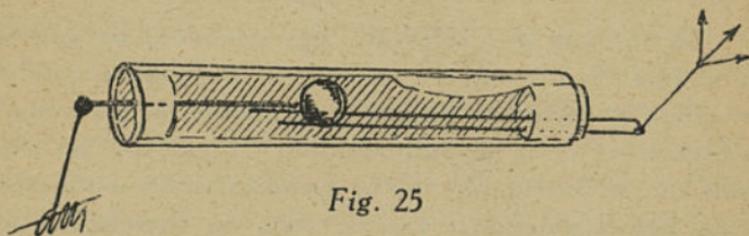


Fig. 25

Parmi les types de contacts imparfaits il faut encore signaler le détecteur dû à M. Duroquier, qui consiste à mettre en contact 3 aiguilles et une bille d'acier de la manière suivante (fig. 25).

Dans un tube de verre bouché aux deux extrémités et rempli de pétrole ou d'huile de vaseline, on a préalablement fait passer à travers les bouchons : d'un côté deux aiguilles d'acier parallèles et convenablement écartées, recevant entre elles une bille d'acier, et de l'autre côté une aiguille très pointue arrêtant la bille lorsqu'on incline le tube. Ce détecteur fonctionne de préférence avec un courant auxiliaire ; il est malheureusement trop sensible aux vibrations extérieures pour rendre des services pratiques.

Signalons enfin l'original détecteur qui peut être improvisé en mettant en contact avec un morceau de buvard imprégné d'une solution saline ou acide, une pointe ou une arête métallique.

La simplicité de ces appareils, leur diversité de forme et leur mécanisme assez mystérieux, en font, pour les constructeurs et les chercheurs, un sujet d'étude fort intéressant et encore plein d'inconnu.

Ecouteurs téléphoniques

La qualité essentielle d'un écouteur téléphonique est sa sensibilité.

Cette sensibilité ne peut être mesurée puisqu'elle dépend, d'autre part, de celle du système auditif humain qui varie avec les sujets ; mais on peut l'apprécier

par comparaison, en montant en série l'écouteur à étudier et un écouteur étalon.

Les vibrations de la membrane d'un écouteur ont une amplitude qui croît avec les variations de flux que subit le noyau aimanté. Au repos, ce flux a une valeur constante, si l'on excite l'électro-aimant en le faisant traverser par un courant le flux croît ou diminue suivant le sens de ce courant. Or, cette variation négative ou positive d'aimantation, a une valeur sensiblement proportionnelle : 1° au nombre de spires de l'électro-aimant ; 2° à l'intensité du courant qui le parcourt. Cela conduit à priori à employer des écouteurs portant un enroulement très long, mais, la résistance croissant avec la longueur de ce conducteur, l'intensité diminue dans les mêmes rapports et l'on tombe dans un cercle vicieux.

Dans la pratique on emploie des écouteurs dont la résistance est de 1000 à 2000 ohms. Leur prix de revient est assez élevé et n'est pas toujours justifié par leur rendement qui ne diffère guère de celui des écouteurs ordinaires de 100 ou 200 ohms employés en téléphonie. Le choix doit s'arrêter dans tous les cas sur des écouteurs dont le noyau présente une aimantation énergique et dont la membrane est parfaitement plane. L'écartement entre celle-ci et le noyau doit être aussi petit que possible on obtient ce résultat par l'introduction de rondelles métalliques plus ou moins épaisses entre le boîtier de

l'écouteur et la membrane. Enfin, il faut se défier des écouteurs de haute résistance vendus à bas prix par certains commerçants peu scrupuleux.

Au sens électrique du mot, ils ont en effet la résistance annoncée, mais ce résultat n'est obtenu que par l'emploi frauduleux, en place de cuivre, d'un fil d'enroulement en métal ou alliage résistant.

Syntonie

Nous savons qu'en mettant un écouteur téléphonique aux bornes d'un détecteur relié d'une part à l'antenne et d'autre part à la terre, nous percevons les sons que provoquent dans l'écouteur les trains d'ondes recueillis par notre antenne. Mais il faudrait pour cela que le poste émetteur fut très proche de notre poste de réception ; le plus souvent, il n'en sera pas ainsi, et nous n'entendrons rien, car nous ne serons pas « accordés ».

En effet, en étudiant l'émission des signaux nous avons vu que la production des ondes électromagnétiques dans l'antenne peut être rapportée à la production d'ondes sonores ou musicales dans l'espace. Or, tentons l'expérience suivante bien connue en physique : disposons sur une table quatre diapasons donnant, par exemple, respectivement les quatre notes d'un accord

parfait, puis, plaçons un autre diapason, que nous mettons en vibration, à proximité des quatre premiers, nous observerons alors qu'un d'entre eux entre à son tour en vibration, se met en résonance avec le diapason excitateur ; nous pourrons ensuite vérifier que ces deux diapasons donnent bien la même note.

En T. S. F. pour qu'il y ait résonance ou « accord » entre deux postes, il faut que ces deux postes aient sensiblement la même longueur d'onde, c'est-à-dire que la valeur $2 \pi \sqrt{C L}$ dans le premier = $2 \pi \sqrt{C' L'}$ dans le second.

Nous voyons de suite qu'il nous suffira de faire varier la valeur C' de la capacité de l'antenne ou la valeur L' de self-induction, c'est-à-dire la hauteur ou la longueur de l'antenne. On obtient un résultat équivalent en plaçant à sa base une bobine de self et un condensateur variables.

En pratique, dans les postes simples, on prend une valeur C constante, ce sera la capacité propre de l'antenne, et l'on fait varier seulement la valeur L de self-induction au moyen d'une bobine à curseur. On prend pour cela une bobine de 5 à 10 c/m. de diamètre, où à défaut un cylindre de carton, et l'on enroule dessus environ 100 mètres de fil isolé au coton, de diamètre quelconque (0 m/m. 4 à 0.8 de diamètre) en ayant soin que les spires ne se chevauchent pas ; lorsque l'enroulement

est terminé et le fil arrêté, on étend dessus une couche de vernis isolant que l'on obtient facilement en faisant dissoudre de la gomme laque dans de l'alcool. Le curseur sera plus ou moins simplifié, suivant les moyens de construction dont on dispose ; le procédé le plus commode consiste à fixer horizontalement, à 10 m/m. au-dessus de la bobine, une barre de fer ou de laiton carrée de 8 à 10 m/m. de côté. Sur cette barre se déplace dans toute sa longueur une douille carrée munie en dessous d'un ressort de contact et en dessus d'une vis de blocage (fig. 76).

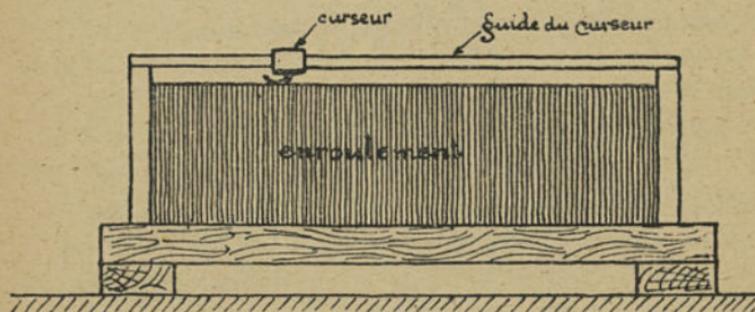


Fig. 26

Pour assurer le contact entre ce curseur et la surface de l'enroulement on dénude celui-ci, à l'aide d'un canif, sur toute la largeur et la longueur qu'occupe le ressort de contact en se déplaçant. Ce travail demande à être

fait assez soigneusement, pour éviter que les spires ne se court-circuitent en se touchant.

Depuis quelque temps, on tend de plus en plus à employer pour ce genre de bobinage du fil à isolement émail ; ce fil présente de nombreux avantages, mais il convient de prendre soin en le bobinant d'élever sa température à 60° en le plaçant dans une étuve ou un four, car sans cette précaution les spires ne tarderaient pas à se chevaucher, en dépit du vernis dont on les recouvre.

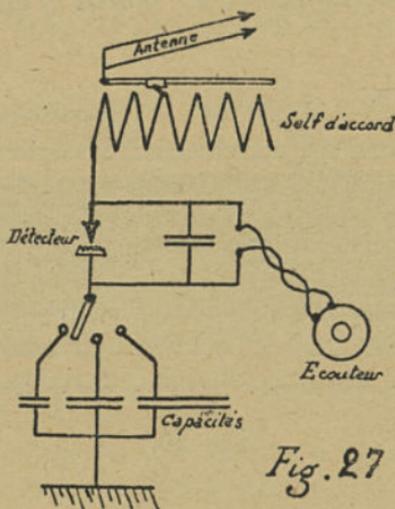


Fig. 27

Le curseur de la bobine est relié à l'antenne et une extrémité de la bobine à la terre, c'est ce qu'on appelle le montage à action directe (fig. 27).

Ce dispositif est surtout indiqué pour les postes très simples et peu encombrants, mais son rendement est très médiocre.

Aussi, ayant une bonne antenne, si nous voulons obtenir une réception parfaite, serons-nous obligés de nous adresser à l'un des montages ci-après ou à leur variante.

1° *Montage par action indirecte, à induction ;*

2° *Montage par action indirecte, en dérivation.*

Dans le premier de ces montages dit « Montage Tesla » on fait agir les oscillations électriques de l'antenne sur le primaire d'une sorte de transformateur sans noyau de fer, dont le secondaire est relié à l'écouteur et au détecteur. Le circuit primaire du transformateur est enroulé sur un cylindre creux de 12 c/m. de diamètre et comprend environ 80 spires. Le nombre de spires mises en circuit est rendu variable au moyen d'un curseur (voir plus haut : fig. 26).

Le circuit secondaire est fait sur un second cylindre de diamètre tel qu'il puisse rentrer librement dans le premier ; il comprend un nombre de spires au moins égal à celui du circuit primaire. L'induction entre ces deux circuits varie avec leur éloignement. L'expérience montre qu'il y a toujours intérêt à ne pas employer une induction ou « couplage » serré, car la réception perd en syntonie ce qu'elle gagne en intensité.

Chacun de ces deux circuits comprend en outre une capacité fixe ou variable de grandeur telle que le produit

$L \times C$, qui correspond à la période d'oscillations que nous proposons de recevoir, soit au moins atteint.

Le réglage du circuit secondaire demande moins de précision que le réglage primaire. Si l'on dispose d'un condensateur variable de capacité suffisante on peut se dispenser d'agir sur l'enroulement lui-même.

Il suffira d'avoir à sa disposition deux ou trois bobines secondaires interchangeables comprenant respectivement 40, 100 et 200 spires, par exemple. Les accords intermédiaires sont obtenus à l'aide d'un condensateur variable.

Le secondaire mobile est porté par deux glissières

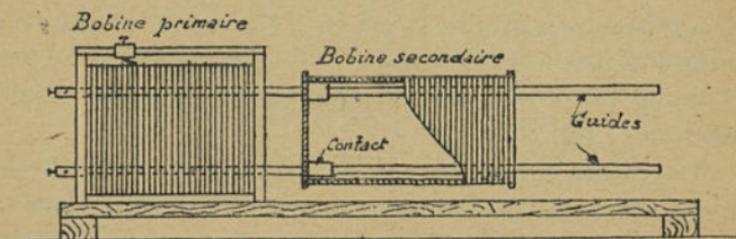


Fig. 28

métalliques d'une longueur au moins double de celle de la plus grande bobine. Ces deux glissières assurent en même temps le contact avec chaque extrémité du secondaire, à l'aide d'un petit balai ou d'un ressort frotteur (fig. 28).

Le montage du détecteur et de l'écouteur dans le circuit secondaire présente plusieurs variantes que nous examinerons sous forme de schémas (fig. 29, 30, 31).

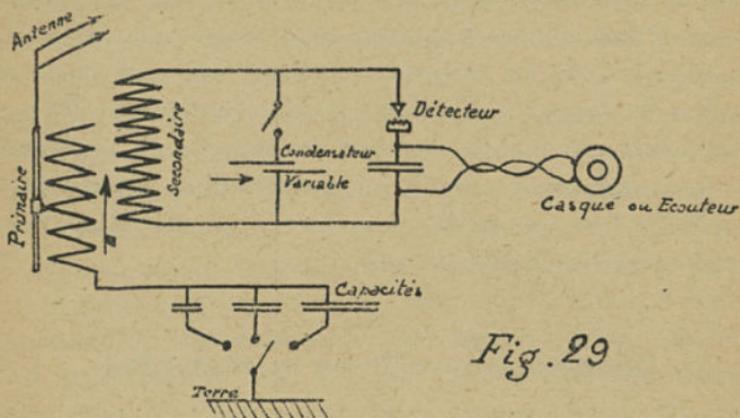


Fig. 29

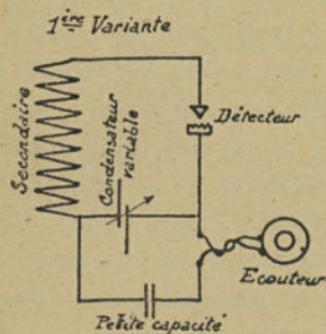


Fig. 30

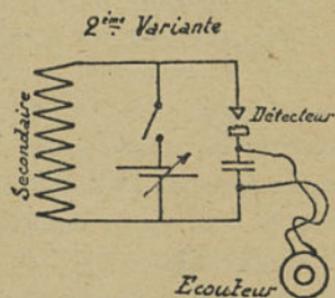


Fig. 31

On peut, en mettant hors-circuit le condensateur réglable, permettre au circuit secondaire de résonner

sur n'importe quelle période du circuit primaire. Dans ce cas il est dit : « apériodique ». On emploie ce procédé pour la recherche d'un correspondant dont on ignore l'onde d'émission et l'on agit seulement sur la self et la capacité du circuit primaire dont on parcourt toute la gamme de longueur d'ondes ; puis, ayant trouvé le correspondant, on réalise l'accord secondaire en replaçant le condensateur en circuit au moyen d'un interrupteur et s'il y a lieu, on parfait la syntonie en modifiant l'accouplement des deux circuits.

Condensateurs fixes et réglables

Pour construire un condensateur de réception de capacité fixe, on colle au vernis à la gomme laque, de part et d'autre d'une mince feuille de papier, une feuille métallique (papier d'étain) en ayant soin de laisser quelques millimètres de retrait entre les bords des feuilles métalliques et ceux de la feuille de papier, puis on serre fortement le tout entre deux surfaces planes.

Par précaution, il est préférable de prendre une feuille de papier double dans le cas où l'une d'elles serait perforée en quelque point. Si la surface ainsi obtenue est trop grande pour être utilisée pratiquement, on pourra procéder autrement, soit en recouvrant les deux armatures d'une feuille de papier et en pliant le tout

aux dimensions voulues, soit en superposant les feuilles de papier et d'étain en plusieurs couches et en réunissant d'une part les armatures métalliques paires ensemble, et d'autre part les armatures impaires. Si l'on veut construire un condensateur réglable, le plus simple de tous les procédés consiste à faire mouvoir une des deux armatures par rapport à l'autre, soit en faisant rentrer dans un tube un autre tube d'un plus petit diamètre, recouvert extérieurement d'un diélectrique en papier verni, soit encore en formant deux paquets de lames métalliques rigides (cuivre, laiton, aluminium, zinc) d'égales dimensions ; ces faisceaux sont réunis sur un de leur côté pour assurer leur rigidité et le contact des lames entre elles. Ces lames portent collées sur leurs deux faces une feuille de papier mince qui dépasse légèrement des bords. Pour se servir de ce condensateur, on n'a

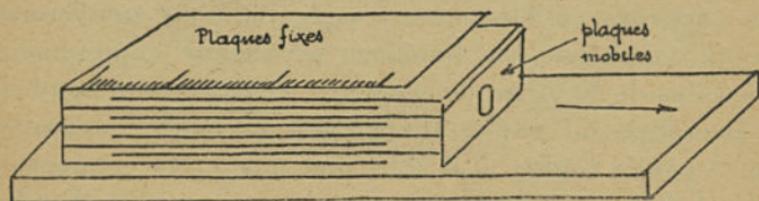


Fig. 32

qu'à enfoncer les deux faisceaux l'un dans l'autre en alternant les lames et à les faire mouvoir jusqu'à ce qu'on obtienne l'accord désiré (fig. 32).

Les dimensions à donner aux lames dépendront de la capacité à atteindre, de l'espace compris entre les armatures métalliques (inversement proportionnel à la capacité) et de la nature du corps ou « diélectrique » séparant les deux armatures.

A surfaces et écartements égaux des armatures la capacité d'un condensateur croîtra dans les rapports suivants, selon le diélectrique employé :

Air 1, Papier 2 environ, Ebonite 2,5, Verre (plaques photographiques) 3 à 4, Mica 5 à 8.

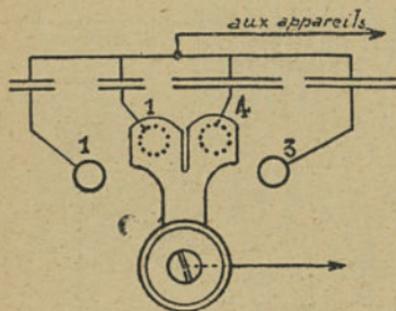
Le calcul théorique d'un condensateur de réception présente trop de sources d'erreur pour que nous nous y attardions. Dans la pratique on préfère opérer par comparaison avec une capacité connue.

Pour fixer les idées nous transposerons les grandeurs de capacités en longueurs d'onde, et nous trouverons qu'en employant un bobinage secondaire comprenant 40 spires de 10 m/m. de diamètre, et en prenant comme diélectrique du papier d'épaisseur et qualité courante dit « papier écolier », il nous faut donner au condensateur 1 dm² de surface pour obtenir une longueur d'onde d'environ 1000 mètres.

Avec ce même condensateur monté sur des secondaires de 100 et 200 spires, on obtient respectivement 2000 et 3000 mètres de longueur d'ondes.

Dans le cas d'un condensateur variable on devra tenir compte du gauchissement des lames et du jeu nécessaire à leur glissement ; la surface des armatures sera en conséquence bien supérieure (4 à 5 fois) à celle d'un condensateur fixe de même capacité.

Enfin, lorsqu'on n'a pas besoin d'un réglage précis, on peut remplacer les condensateurs à variation continue, par des petites capacités de valeurs connues reliées à des plots que parcourt un commutateur. En donnant à celui-ci une largeur suffisante pour couvrir deux plots à la fois on obtient par combinaisons une gamme progressive (fig. 33).



- Combinaisons -

Plot 1 : Cap.^{te} : 1
 " 1+1 : " : 2
 " 3 : " : 3
 " 4+1 : " : 5
 " 4+3 : " : 7

Fig. 33

Pour augmenter légèrement le rendement de l'écouteur on place à ses bornes une petite capacité fixe. La surface de ses armatures est de l'ordre de 6 ou 8 cm², en prenant comme diélectrique du papier écolier.

Le système de réglage par plots peut aussi être appliqué aux enroulements primaires et secondaires de notre poste et d'une façon générale à toutes les selfs réglables que nous aurions à construire. Il est d'un fonctionnement plus sûr et plus commode que le curseur qui détériore l'enroulement et provoque souvent des mauvais contacts. Il permet l'emploi de fil fin 4 ou 5/10 et la disposition de l'enroulement par petites galettes accolées.

Soit un enroulement de 100 spires. On le fractionne en 10 groupes de 10 spires et l'on relie par une dérivation la fin d'un groupe et le commencement du suivant

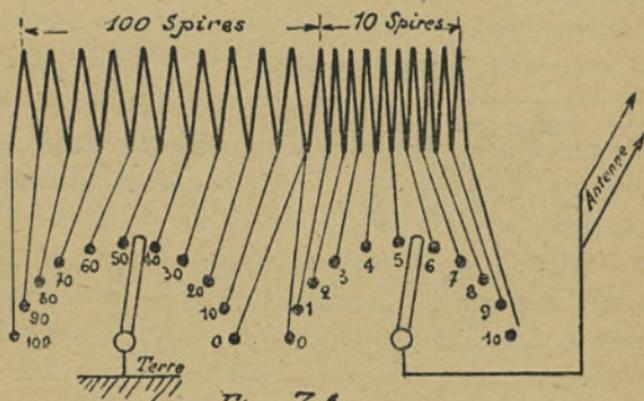


Fig. 34

à chacun des 11 plots d'un commutateur. Puis, sur un second enroulement de 10 spires seulement, placé dans le prolongement du premier, on répète le même frac-

tionnement en pratiquant de spire en spire des dérivations reliées aux plots d'un second commutateur. En combinant les deux enroulements on obtient toutes les valeurs de self de 1 à 110 spires (fig. 34).

Montage en dérivation

Le montage par induction permet de réaliser une syntonie à peu près parfaite et d'éliminer facilement les postes ayant une longueur d'onde d'émission même très

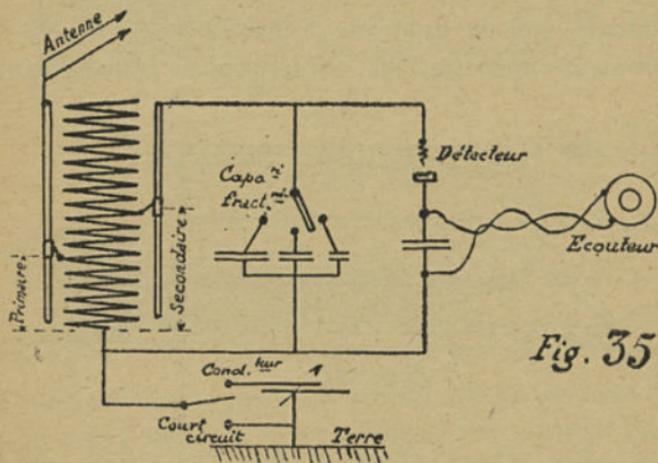


Fig. 35

voisine de celle que l'on se propose de recevoir ; mais, son emploi demande un assez long apprentissage et la recherche d'un correspondant n'est pas toujours aisée.

Aussi lui préfère-t-on dans certains cas le système de réception par dérivation ou montage « Oudin ». En examinant ce montage (fig. 35) on voit aisément que ce système n'est qu'une variante du montage « Tesla » dans lequel le primaire et le secondaire du transformateur étaient indépendants ; dans ce nouveau montage ils se trouvent en série sur la même bobine et ont des spires communes.

Sa réalisation en est très simple. Il suffit de modifier la bobine que nous avons étudiée pour le cas du montage en action directe et de lui adjoindre un second curseur décalé, sur le cylindre d'enroulement, de 90° par rapport au premier (fig. 36). On peut aussi utiliser le mon-

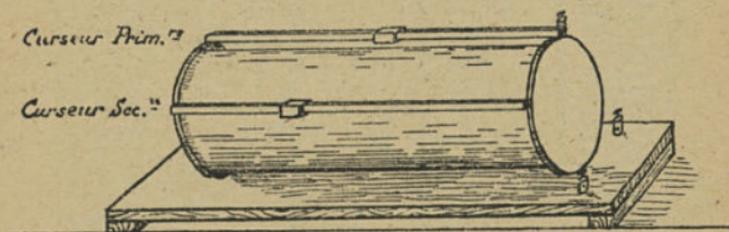


Fig. 36

tage par plots décrit plus haut. Dans ce cas on emploie deux commutateurs : l'un faisant varier l'enroulement primaire, l'autre agissant sur le secondaire. Chaque plot du commutateur primaire est relié d'une part au plot cor-

respondant de l'aure commutateur et d'autre part à un point de l'enroulement fractionné (fig. 37).

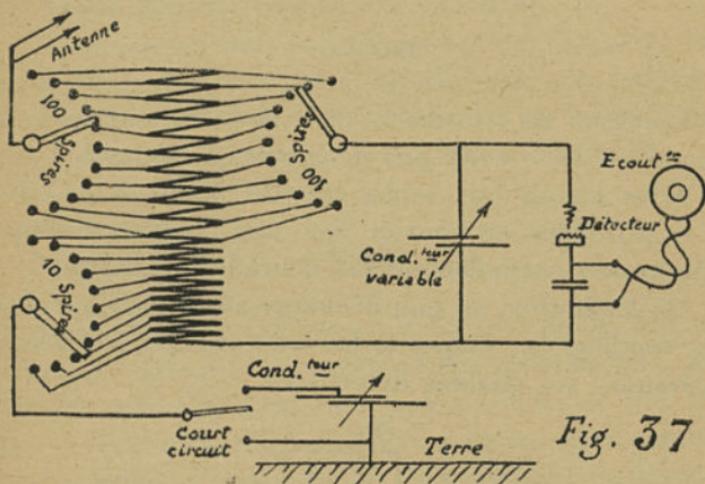


Fig. 37

On obtient l'accord primaire en intercalant plus ou moins de spires dans le circuit antenne terre, jusqu'à ce qu'on observe un renforcement du son dans l'écouteur, pour une valeur quelconque du circuit secondaire. Puis, en agissant à son tour sur ce dernier, on obtient l'accord secondaire qui correspond au maximum d'intensité à l'audition.

De même que dans le montage indirect, il est avantageux de placer un condensateur fixe ou variable dans

chacun de ces circuits, pour augmenter l'échelle des longueurs d'ondes ou parfaire les réglages.

Buzzer

L'emploi du « buzzer » ou « radiateur d'essai » est intimement lié à celui des détecteurs à cristaux.

Nous savons que seuls, certains points d'un cristal ont la propriété, en contact avec une pointe métallique, de redresser partiellement les courants alternatifs.

Un léger choc ou une décharge atmosphérique suffit pour modifier le contact et lui faire perdre, à l'insu de l'opérateur, ses qualités détectrices.

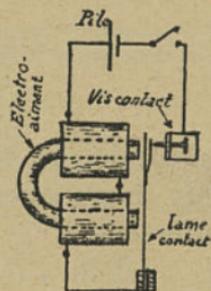


Fig. 38

Pour s'assurer, en période de silence, de la qualité du point détecteur et du parfait fonctionnement de l'en-

semble récepteur, on se sert d'un petit vibreur : le « buzzer », qui produit dans le voisinage des circuits récepteurs des perturbations électriques comparables par leurs effets aux oscillations de l'antenne.

Ce vibreur, qui est la simple réduction d'un rupteur de bobine d'induction, est alimenté par une seule pile. L'enroulement de l'électro-aimant est en fil fin (environ 2/10) et comprend au moins 600 tours (fig. 38).

Tikker

Jusqu'alors nous n'avons envisagé que la réception des ondes « amorties » provenant des générateurs à étincelles, et nous avons expliqué que, dans ce cas, à chaque étincelle correspondait un train d'ondes bien distinct, que ces trains d'ondes en se composant reproduisaient les points et traits d'un alphabet télégraphique, et enfin, que la hauteur du son perçu dans l'écouteur dépendait, par corollaire, de la fréquence de l'étincelle d'émission.

On tend, aujourd'hui, à abandonner l'émission par étincelles et à la remplacer par l'émission « entretenue ». Dans ce système l'excitation de l'antenne est continue pendant toute la durée d'un signal, au lieu d'être périodique comme dans le cas de l'étincelle.

L'oscillation reçue au poste récepteur se traduira par un courant alternatif à haute fréquence également en-

tre tenu et impropre à exciter un écouteur téléphonique.

Si nous lui faisons traverser un détecteur, sa forme se modifiera, nous obtiendrons un courant de même sens et presque continu mais qui, pour cette raison, ne provoquera pas de variation de flux dans l'écouteur. Tout au plus, entendrons-nous un léger bruit, quand le courant s'établira et cessera au commencement et à la fin de chaque signal.

Pour rendre perceptible ce courant continu il suffit de reproduire artificiellement le fractionnement que lui aurait donné un poste à étincelles. C'est le rôle du tikker.

On fait usage de deux types d'appareils assez différents :

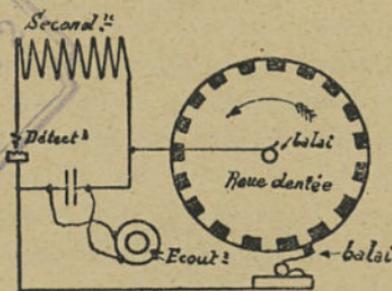


Fig. 39

1° Le tikker tournant qui se compose d'une roue métallique dentée, entraînée par un mouvement d'horlogerie puissant ou par un petit moteur électrique (fig. 39).

L'espace entre chaque dent est rempli par un isolant, de manière à former, à la périphérie du disque, une surface bien lisse, sur laquelle vient frotter légèrement un petit balai.

Si nous supposons que le disque porte 40 dents et tourne à 1200 tours par minute, nous obtiendrons 800 interruptions par seconde, c'est-à-dire une note très musicale dans l'écouteur aux bornes duquel se monte le tikker.

2° Le tikker à vibreur, qui n'est autre chose qu'un buzzer un peu modifié. La lame vibrante porte deux contacts, celui de son propre circuit excitateur, et un second, isolé du premier, qui est réuni au circuit à couper,

Dans la pratique on ne coupe pas directement le circuit secondaire, mais on court-circuite périodiquement l'écouteur téléphonique au moyen du tikker, ce qui revient au même. Enfin, on peut améliorer ce montage en plaçant aux bornes du rupteur et du casque une assez forte capacité.

Il est encore un moyen de perception des oscillations entretenues :

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

Le phénomène est périodique. Si ces vibrations sont sonores, la coïncidence est accusée par un renforcement très marqué du son moyen. Soit deux horloges ; l'une battant exactement la seconde, l'autre dérégulée et avançant d'une seconde par minute. On voit de suite que toutes les 60 secondes les « tic-tac » des deux horloges se combineront et que l'on entendra qu'un seul bruit puis les « tic-tac » réapparaîtront distincts et il faudra attendre 60 autres secondes pour qu'une coïncidence se reproduise.

Ce phénomène de renforcement périodique a reçu le nom de battement. Il a été pendant cette guerre un des moyens d'identification nocturne des avions de bombardement ennemis. Ces avions étaient généralement munis de 2 moteurs indépendants, tournant à des vitesses très légèrement différentes, ce qui implique une fréquence d'explosion également différente.

Lorsque, périodiquement les explosions de l'un des moteurs se superposaient aux explosions de l'autre, le ronflement moyen était renforcé et prenait la forme de battements plus ou moins espacés, selon la différence de vitesse des moteurs.

Par analogie, lorsque deux oscillations électriques de périodes inégales se superposent il se produit des battements que peut enregistrer un écouteur téléphonique.

On obtient ce résultat en créant, au voisinage d'un circuit récepteur, des oscillations de périodes telles qu'elles « interfèrent » sur les oscillations du premier circuit. Cet oscillateur auxiliaire peut être réalisé au moyen d'un buzzer excitant un circuit fermé comprenant une self et une capacité variable.

Nous reparlerons de ces phénomènes en étudiant les propriétés et l'emploi des tubes à vide.

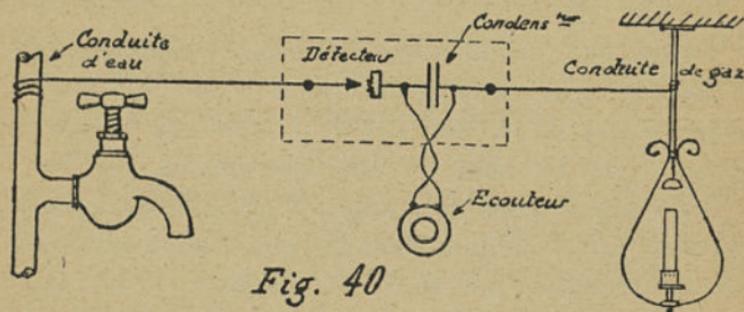
**Appareils servant à la réception
des signaux horaires de la Tour Eiffel
dans la région parisienne**

Lorsqu'un puissant poste d'émission fonctionne à petite distance d'un poste de réception (c'est, pour les Parisiens, le cas de la tour Eiffel) il n'est pas besoin de s'accorder sur lui pour recevoir ses signaux.

Il est inutile aussi de recourir à une antenne proprement dite. En se mettant dans les plus mauvaises conditions de réception possibles, on captera encore assez d'énergie pour exciter l'écouteur. Il suffit de monter sur une planchette ou dans un petit coffret un détecteur, un petit condensateur fixe, 2 bornes pour brancher le cordon de l'écouteur et 2 autres que l'on reliera à l'antenne et à la terre ou au dispositif qui en tient lieu.

Lorsque le poste doit être établi dans un appartement (c'est le plus souvent le cas à Paris) il n'y a aucun inconvénient à disposer une antenne à l'intérieur, pour cela il suffit de fixer le long d'un mur quelques mètres de fil isolé (fil de sonnerie par exemple) et de le réunir à la borne antenne. Souvent même, une simple masse métallique, lit, suspension, cheminée de tôle, gouttière même imparfaitement isolée constituent d'excellentes antennes et donnent de très bons, sinon de meilleurs résultats que les véritables.

Si dans l'appartement se trouve une sonnerie électrique, elle est toute indiquée comme antenne. Il suffit de dériver, de l'un des points du circuit, un fil jusqu'à



l'appareil récepteur. La terre sera dans tous les cas constituée par un robinet ou un tuyau d'alimentation d'eau ou de gaz auquel on fixe ou soude un fil relié à la borne terre de l'appareil.

Il existe encore un procédé, utilisable surtout dans les grands immeubles, qui donne des résultats surprenants : il consiste à prendre respectivement comme antenne et comme terre une conduite d'eau et une conduite de gaz que l'on rencontre généralement ensemble dans les immeubles parisiens (fig. 40).

On peut aussi remplacer l'antenne par un cadre de grand diamètre. Pour cela, on choisit dans l'appartement un mur dont le plan est dans la direction de la Tour Eiffel ; c'est-à-dire tel qu'en regardant la Tour Eiffel on ait le mur à sa droite ou à sa gauche. On fixe aux quatre angles du mur une poulie en porcelaine et l'on enroule un fil sur ce cadre de fortune, en allant d'une poulie à l'autre.

Le nombre de spires nécessaires est obtenu par tâtonnement et dépend avant tout de la grandeur du cadre.

Les deux extrémités du fil sont connectées aux bornes de l'appareil récepteur ; il est toutefois avantageux d'intercaler dans le circuit un condensateur variable.

D'une façon générale, il faut éviter d'installer une antenne intérieure ou tout autre dispositif analogue dans les étages supérieurs d'une maison couverte d'un toit en zinc, ou, dans ce cas, il faut prendre ce toit comme terre ou comme antenne.

Il est évident que tous ces montages ne sont que des artifices utilisables seulement dans un rayon d'une di-

zaine de kilomètres autour du poste émetteur, c'est-à-dire dans Paris et les localités suburbaines, et qu'il est toujours préférable, quand on le peut, d'employer des antennes aériennes extérieures, en se servant comme support des immeubles environnants.



Lampes à vide poussé

Les « lampes à vide » sont nées d'hier, cependant, leur emploi s'est si rapidement généralisé qu'il est impossible de ne pas leur consacrer un chapitre.

Jusqu'alors, leur étude, leur fabrication et leurs applications sont restées, en France, le monopôle du Service de la Radiotélégraphie militaire. La lampe à vide poussé n'est pas à proprement parler une invention française, les Américains et les Allemands l'ont expérimentée avant nous, mais leurs recherches étaient encore stériles quand la guerre éclata ; c'est à ce moment que des officiers et techniciens français inspirés par ces premiers travaux, surent, dans un génial esprit d'adaptation donner la vie à cette invention et la mirent aussitôt au service de la France et de ses alliés.

Aussi, semble-t-il que la mise au point des lampes à vide ait été un peu sacrifiée au désir de créer rapidement, dès le début de la campagne, un matériel de T. S. F. nouveau, capable d'assurer à la France, dans ce domaine, une supériorité constante sur l'ennemi. Ce calcul s'est pleinement vérifié.

Mais, la défense nationale n'étant plus en jeu aujourd'hui, il faut s'attendre à voir la Science reprendre

ses droites et donner à cette ébauche imparfaite une forme définitive.

Théorie. — Lorsqu'on porte au rouge blanc au moyen d'un courant électrique (un accumulateur par exemple) le filament d'une lampe à incandescence, ce filament est susceptible d'engendrer des particules immatérielles électrisées négativement et douées d'une très grande mobilité. Ces particules ont reçu des physiciens le nom d'électrons, elles se comportent comme tous les corps électrisés, c'est-à-dire qu'elles tendent à équilibrer les charges électriques des corps environnants sou-

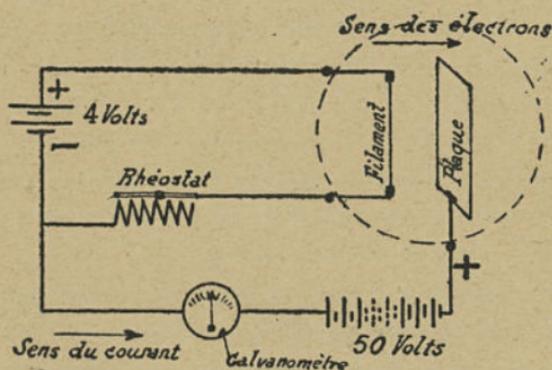


Fig. 42

mis à un potentiel différent du leur. Selon que ce potentiel sera positif ou négatif par rapport au leur, il y aura déplacement des charges dans un sens ou dans l'autre.

On peut vérifier ces phénomènes au moyen d'ampoules de construction particulière, comprenant un filament de forme quelconque disposé en regard et à petite distance d'une plaque métallique, et dans lesquelles on a fait un vide très poussé.

Portons le filament au rouge blanc au moyen d'une batterie d'accumulateurs de 4 v., tandis que nous maintiendrons la plaque à un potentiel positif (+ 50 volts) par rapport au filament, en la reliant à une batterie de piles (fig. 42).

Si en un point quelconque du circuit extérieur filament plaque nous plaçons un appareil de mesure sensible, un galvanomètre ou un milliampèremètre, nous constaterons le passage d'un courant, issu évidemment de la batterie de piles, et circulant de la plaque au filament à l'intérieur, c'est-à-dire du filament à la plaque à l'extérieur de la lampe. Il faut donc imaginer que les électrons émis par le filament se comportent comme un conducteur et favorise le passage du courant. On peut en outre constater qu'à chaque augmentation soit du chauffage (réalisée à l'aide d'un petit rhéostat), soit du potentiel de la plaque (si nous augmentons notre batterie de piles) correspond un accroissement de courant dans le circuit extérieur, mais on observera aussi qu'il n'y a pas proportionnalité entre les diverses valeurs de chauffage

ou de tension plaque et le courant résultant, et qu'une limite est bientôt atteinte. Il y a saturation.

Le courant résultant demeurera constant pour une de ces valeurs tant que les conditions de passage des électrons, du filament à la plaque ne seront pas modifiées ; mais, si dans l'espace filament-plaque on intercale une petite grille métallique et que l'on donne à celle-ci des charges électriques variables les électrons ne traverseront plus l'espace filament-plaque avec la même intensité et le courant, dans le circuit extérieur, prendra de nouvelles valeurs. Réalisons ce montage (fig. 43).

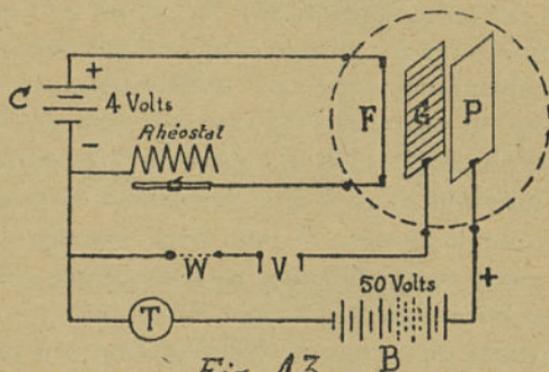
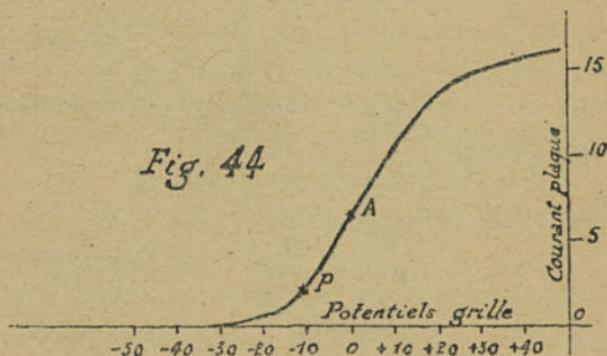


Fig. 43

Soit un filament F chauffé par la batterie C, une plaque P située à quelques millimètres du filament, maintenue au potentiel + 50 Volts par la batterie de piles B

et enfin une grille G placée entre la plaque et le filament, susceptible de recevoir en V des charges variables.

Chauffons le filament sans charger la grille, celle-ci sera neutralisée immédiatement et tout se passera sensiblement comme si elle n'existait pas, c'est-à-dire que les électrons se rendront sur la plaque et que le milliampèremètre T accusera le passage d'un courant. Soumettons alors la grille à une charge négative -50 Volts, le courant cesse de passer. Ramenons progressivement cette charge au potentiel 0 puis donnons-lui des valeurs positives croissantes ; aux environs de -20 volts le milliampèremètre commence à dévier, puis cette déviation s'accroît et finit par devenir constante pour des tensions grilles de l'ordre de $+50$ volts.



Si nous déterminons les valeurs du courant plaque en fonction des variations de charges de la grille nous

obtiendrons une courbe de même allure que celle de la fig. 44, et accusant en P une inflexion assez marquée.

Pour des valeurs différentes de chauffage ou de tension plaque la courbe conserverait encore la même allure, mais le point d'inflexion serait plus ou moins décalé sur les axes.

Emploi de la lampe comme détecteur

Relions en W le circuit secondaire d'un poste récepteur de T. S. F., la grille sera soumise alternativement à des charges variables provenant des oscillations électri-

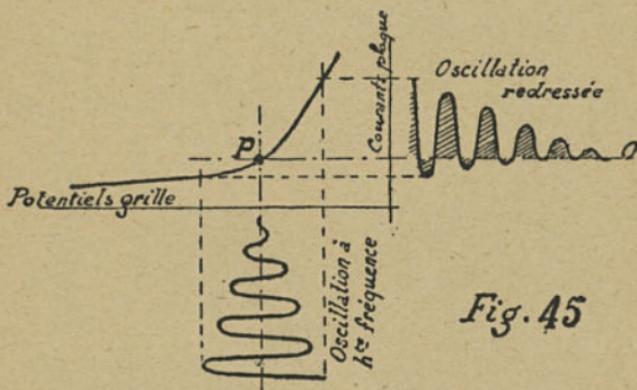


Fig. 45

ques de l'antenne réceptrice. Si au préalable nous avons réglé en V le potentiel de la grille de telle façon que le courant plaque normal corresponde au point P de la

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

Cela se vérifie par l'examen de la projection des points de la courbe, de part et d'autre du point P (fig. 45).

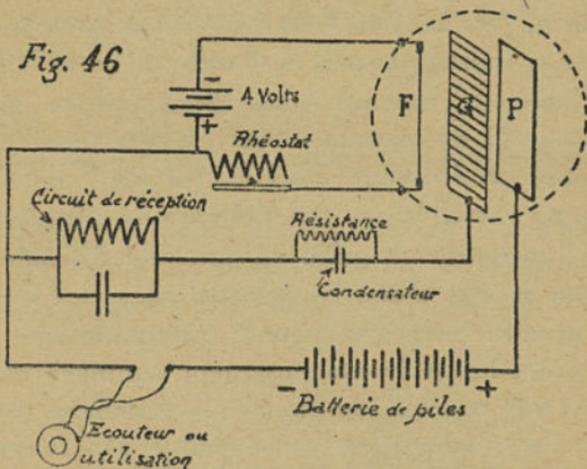
Le courant résultant étant dissymétrique par rapport à l'axe O du courant moyen, il sera possible d'impressionner un écouteur téléphonique placé dans le circuit plaque. Notre lampe fonctionnera en détecteur.

Pour maintenir la grille au potentiel d'équilibre désirable on se sert d'une batterie de piles et d'un rhéostat de grande résistance appelé potentiomètre. Toutefois ce procédé est avantageusement remplacé par l'emploi d'un très petit condensateur placé dans le circuit de la grille. Ce condensateur est constitué généralement de deux armatures de 1 cm^2 environ, placées de part et d'autre d'une mince feuille de mica. La résistance shunt est obtenue par une simple bande de papier de 3 ou 4 cm. de long et de quelques millimètres de large, imprégnée d'Encre de Chine.

Les variations hygrométriques de l'air pouvant modifier leur valeur électrique il est nécessaire de noyer le condensateur et la résistance dans de la paraffine.

Dans le fonctionnement avec condensateur, la variation du courant moyen est obtenue en se plaçant près

d'un point particulier de la courbe, c'est-à-dire de celui qui correspond à la naissance d'un courant dans le circuit grille. Il est essentiel dans ce cas de réunir la grille au pôle + de la batterie de chauffage (fig. 46). La sensi-



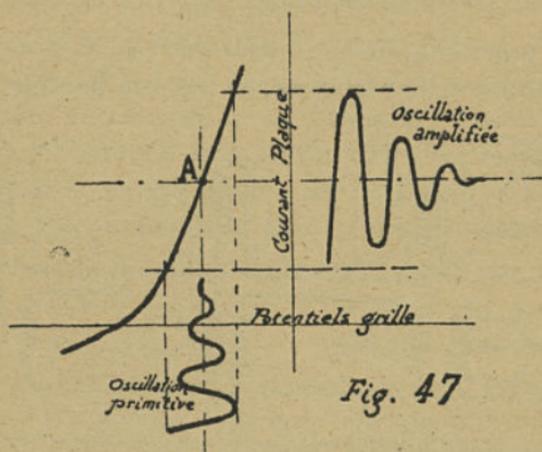
bilité de ces détecteurs est au moins égale à celle des meilleurs échantillons de cristaux.

En outre, ils ne sont pas dérégés par les décharges atmosphériques.

Emploi de la lampe comme amplificateur

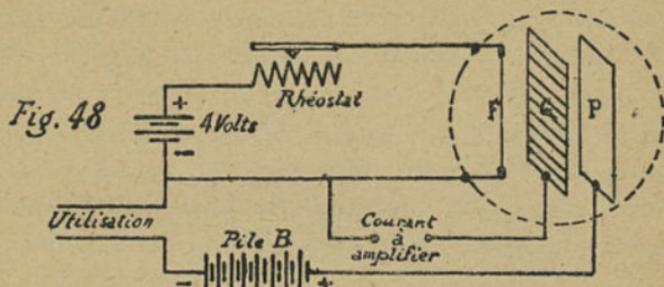
Reprenons le montage d'une lampe (fig. 43) et considérons sa courbe de fonctionnement (fig. 44). Nous re-

marquons qu'au delà et à droite du point P elle devient sensiblement rectiligne et se rapproche de la verticale. Choisissons un point de fonctionnement A par exemple, correspondant à une tension nulle de la grille, c'est-à-dire au cas où celle-ci est directement réunie au filament. Faisons alors agir sur cette grille un courant variable présentant de très petites différences de potentiel entre ses valeurs limites. En raison de la faible inclinaison de la courbe, à chaque variation de tension de la grille, corres-

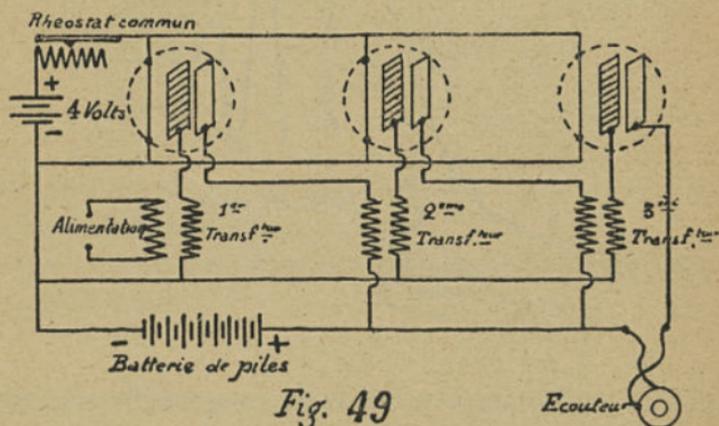


pondra une grande variation de courant dans le circuit plaque (fig. 47). Nous aurons non seulement transformé, mais amplifié le courant d'origine, en empruntant de l'énergie à la pile B (fig. 48).

Il est évident que ce système de relais ne présente aucune inertie et peut se prêter aux plus grandes vitesses de fonctionnement c'est-à-dire qu'il peut amplifier les courants téléphoniques ou les oscillations si faibles



et si rapides soient-elles parcourant un récepteur radio-télégraphique.



Rien ne s'oppose à ce que nous amplifions à nouveau le courant plaque en le faisant agir sur une seconde lampe et celle-ci sur une troisième, etc. Nous aurons constitué un amplificateur à plusieurs étages (fig. 49).

Il y a lieu de remarquer que la variation du courant-plaque est fonction de la variation du potentiel de la grille, il y a donc intérêt, dans le cas d'amplifications successives, à ne pas utiliser directement le courant-plaque mais à élever sa tension avant de le faire agir sur la lampe suivante. On peut pour cela se servir de transformateurs à circuit magnétique fermé, élevant la tension dans le rapport de 1 à 5 environ. On peut aussi employer de grandes résistances pour atteindre ce résultat. On place une résistance très élevée (de l'ordre de 100.000 ohms) dans le circuit plaque de la première lampe. La différence de potentiel qu'elle crée entre ses extrémités varie comme le potentiel de la grille, mais elle est amplifiée et peut être appliquée à la grille de la seconde lampe.

Le nombre d'amplifications que peut subir un courant n'est pas illimité. Dès que l'on atteint 4 ou 5 amplifications le phénomène se complique de bruits parasites, de sifflements. Au courant principal se superposent des courants locaux qui prennent la forme de véritables oscillations. Elles ont ici un caractère purement accidentel, mais nous allons essayer d'autre part de les provoquer, de les entretenir et de les utiliser.

Emploi de la lampe comme générateur d'oscillations

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

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

On peut reproduire un mécanisme analogue et entretenir des oscillations électriques de haute fréquence dans un circuit approprié ou une antenne, en faisant agir sur la grille d'une lampe à vide une oscillation initiale de l'antenne, et en permettant ainsi au courant-plaque fourni par une pile de passer périodiquement et d'exciter à nouveau l'antenne.

On voit que la lampe se comporte comme un auto-générateur ; chaque oscillation, en même temps qu'elle

excite l'antenne, modifie le potentiel de la grille et donne d'elle-même naissance à l'oscillation suivante, le cycle se ferme à nouveau et le phénomène se reproduit périodiquement.

On crée la variation du potentiel de la grille en agissant par induction sur un enroulement placé dans son

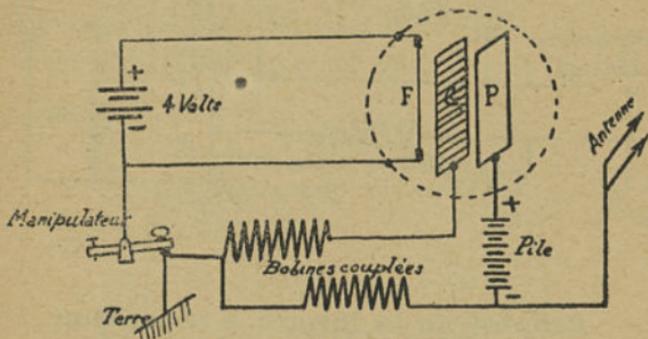


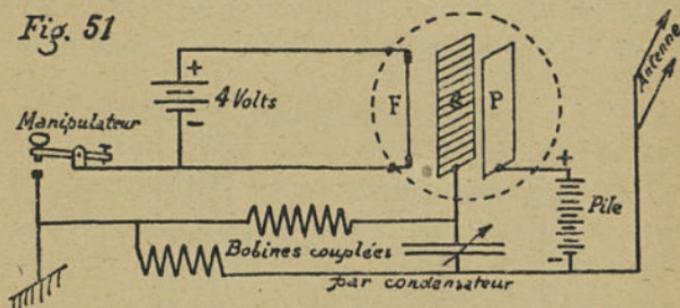
Fig. 50

circuit, au moyen d'un second enroulement bobiné en sens inverse, placé dans le circuit-plaque et relié de part et d'autre à l'antenne et à la terre (fig. 50).

Le couplage entre les deux circuits peut aussi être obtenu par l'intermédiaire d'un condensateur réglable.

En coupant en un point le circuit plaque-filament au moyen d'un manipulateur on est maître de provoquer à volonté des oscillations dans l'antenne et par conséquent d'émettre des signaux. On a ainsi réalisé un poste émet-

teur dont on peut en outre augmenter la puissance en montant plusieurs lampes en parallèle, suivant le même dispositif, et en les soumettant à des valeurs de chauffage et de tension-plaque élevées (fig. 51).



Emploi de la lampe à réception

Nous avons vu que, pour rendre un écouteur sensible aux oscillations entretenues, il fallait au préalable détecter ces oscillations, puis, soit les fractionner ce qui donne un mauvais rendement, soit les faire interférer avec d'autres oscillations émises par un petit vibreur d'essai, ce qui est plus avantageux puisqu'il y a apport d'énergie d'une source étrangère.

Nous avons à ce sujet étudié le phénomène des battements que créent deux mouvements vibratoires de période différente.

Or, la lampe à vide nous fournit un moyen excellent de créer des battements, puisqu'elle peut elle-même engendrer des oscillations de période déterminée. Il suffit de disposer dans le voisinage des appareils de réception un générateur d'oscillations à lampes. Comme il n'est nécessaire de produire que des oscillations locales, on remplace l'antenne de ce générateur par une self et une capacité dont on peut faire varier la valeur. On est ainsi maître de régler la période des oscillations et

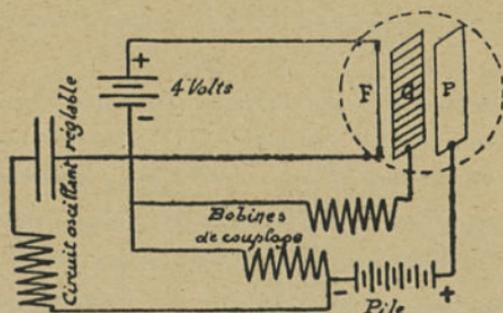


Fig. 52

de les amener à une valeur voisine de celles reçues par l'antenne réceptrice, de manière à ce qu'elles interfèrent entre elles, et excitent l'écouteur téléphonique (fig. 52).

Un générateur d'oscillations ainsi monté s'appelle « hétérodyne ».

Téléphonie sans fil

Lorsqu'on place un microphone dans un circuit parcouru par un courant, l'intensité de ce courant se modifie sous l'influence de la parole, en raison des variations de résistance qu'oppose le microphone au passage du courant.

En montant ce microphone sur une antenne émettant des oscillations entretenues, on peut ainsi provoquer des variations d'intensité dans l'antenne.

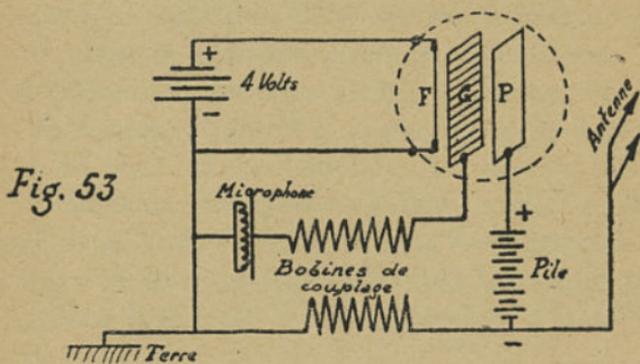
Ces variations se retrouvent à la réception et, après détection, reproduisent les modulations de la parole.

Un microphone ainsi monté ne fonctionne normalement que pour de faibles intensités de courant dans l'antenne, et l'on est obligé pour établir des émetteurs de grande puissance, de recourir à des artifices de montage ou de construction.

On voit de suite que ces difficultés disparaissent avec l'emploi de la lampe à vide. Puisque dans un générateur d'oscillations entretenues l'intensité dans l'antenne dépend du courant plaque, et que celui-ci est à son tour

fonction des variations de courant grille, il suffit de provoquer ces variations au moyen d'un microphone, ce qui est possible, puisque ce courant peut être très petit, et que l'intensité dans l'antenne ne dépend à surface égale du filament et de la plaque que du degré de chauffage de l'un et du potentiel de l'autre.

Différents montages, également satisfaisants peuvent être imaginés en s'inspirant des conditions de fonctionnement des lampes (fig. 53).



Il faut remarquer que les portées réalisées en téléphonie sans fil sont beaucoup plus petites, à puissance égale, que celles obtenues par les mêmes générateurs fonctionnant comme émetteurs de T. S. F.

Cela s'explique parfaitement. L'énergie émise par un appareil de T. S. F. varie de 0 à une valeur maximum

et est entièrement utilisable entre ces deux grandeurs ; tandis que les variations d'énergie utilisables dans une émission de téléphonie sans fil ont des limites très voisines. En effet le microphone ne se comporte pas comme un interrupteur, mais comme une résistance variable actionnée par la parole. Au deça et au delà des limites de variations déterminées par les sons les plus graves et les plus aigus de la voix l'énergie émise n'est pas utilisée.

Applications de la T. S. F.

Nous ne parlerons pas des applications de la T. S. F. dans le domaine des services d'intérêt public, elles sont, depuis une dizaine d'années, en constant état d'évolutions et l'étude particulière de chaque application sortirait du cadre de ce guide.

Nous n'envisagerons donc que les applications de la T. S. F. dans le domaine privé ou domestique.

La télégraphie étant en France un monopole d'Etat, il est, en principe, interdit à un particulier de faire usage d'appareils de T. S. F. Toutefois, les décrets qui régissent l'exploitation télégraphique étant antérieurs à l'apparition de la T. S. F., la question s'est longtemps posée de savoir s'ils étaient applicables dans leur esprit ou seulement dans leur texte et s'ils pouvaient s'étendre à la T. S. F.

Ce point de droit semble avoir été résolu à la satisfaction générale par le décret-loi du 24 février 1917, dont voici les parties essentielles :

« L'autorisation d'établir des postes radiotélégraphiques de transmission n'est accordée aux particuliers qu'autant qu'il ne peut en résulter aucun inconvénient pour le fonctionnement des postes d'intérêt public.

Les postes de réception sont autorisés dans les mêmes conditions que les postes de transmission (c'est-à-dire par les ministres du commerce et de l'industrie, de l'agriculture, du travail et des P. T. T.).

Toutefois, les postes de réception horaires ou météorologiques, dont la concession est sollicitée par des citoyens français, sont autorisés par le chef du service local des P. T. T., sur demande de l'intéressé.

Les redevances à payer par les concessionnaires des postes autorisés sont fixés par les ministres du commerce, etc. Les postes de réception horaires ou météorologiques ne donnent lieu qu'à la perception d'un droit de statistique, fixé à 5 francs par an et par poste.

En temps de guerre, tous les postes privés radio-électriques, sauf ceux utilisés par ou pour le compte des autorités militaires, doivent être supprimés. »

Nulle ambiguïté n'est possible, au moins à l'égard des postes récepteurs de signaux horaires ou météorologiques ; moyennant une modique redevance accompagnant une demande de pure forme, chacun pourra posséder et utiliser un poste récepteur, dès le jour de la publication du décret de cessation des hostilités.

Le décret se montre beaucoup plus réservé, à juste titre, en ce qui concerne les postes émetteurs. Souhaitons qu'un prochain Congrès vienne nous apprendre quelles conditions sont nécessaires et suffisantes pour qu'un

poste émetteur ne « présente aucun inconvénient pour le fonctionnement des postes d'intérêt public » et nos vœux seront comblés.

Il ne nous servirait à rien de posséder des appareils récepteurs ou émetteurs si nous n'étions pas capables de déchiffrer les signaux que nous allons percevoir ou d'en produire à notre tour (rien n'est plus tentant que ce qui est défendu). Nous allons nous employer à cet apprentissage d'après la méthode suivante :

Ce sont les signaux Morse au code bien connu que l'on emploie en Europe pour les transmissions radiotélégraphiques. Ils revêtent dans l'écouteur la forme de bruits secs rapides : les points, ou de bruits continus : les traits.

Il y a lieu de différencier les émissions de postes à étincelles « rares » dont le bruit se rapproche d'un roulement ou crépitement et les émissions de postes à étincelles « musicales » dont le bruit rappelle le son d'une flûte. C'est ce dernier mode d'émission qui prévaut actuellement et il est très aisé, avec un peu d'habitude, d'identifier un poste par la seule observation de sa note d'émission.

Il faut bien entendu avant de songer à reconnaître et à lire couramment les signaux Morse, les apprendre par

cœur en se servant de quelques procédés mnémoniques tels que la classification de ces signaux par catégories, d'après le tableau suivant :

Progression

E -	T --	A ---	N ---
I --	M ---	U ---	D ---
S ---	C ----	V ----	B ----
H ----	CH ----		
	é ----	i ----	

Inverses

G ----	Ô ----	Z ----	R ----
W ----	J ----	U ----	K ----
P ----	F ----	Q ----	C ----
X ----	L ----	Y ----	Â ----

Chiffres

1 ----	4 ----	7 ----
2 ----	5 ----	8 ----
3 ----	6 ----	9 ----
0 ----	ou trait continu et long	

Ponctuation

?	Alinéa	----
	Séparation	----
.	Fin de transmission	----
'	Apostrophe	----
;	Trait d'union	----
()	Souligné	----
« »	Appel	----
:	Attente	----

Puis on commence à écouter les signaux en les décomposant chaque fois qu'on les perçoit distinctement c'est-à-dire le matin et le soir lorsque la Tour Eiffel transmet lentement les signaux horaires. Lorsque chaque lettre et signe est bien identifié on s'efforce de n'en retenir que la cadence, que l'allure, qui est bien particulière pour chacun d'eux.

Toute cette partie de l'entraînement doit être mental.

On peut alors s'attaquer aux bulletins météorologiques plus rapides et plus complets. On commence à noter sur une feuille de papier chaque lettre identifiée sans pour cela cesser d'écouter le signal suivant ; il faut bien se garder de penser à ce que l'on écrit ou de traduire le signal en se le répétant mentalement. L'attention du cerveau étant tout entière attachée à l'audition proprement dite, l'inscription graphique doit devenir un mouvement réflexe. Si l'on saute un ou plusieurs signaux, il n'y faut point faire attention, mais reprendre au contraire la lecture aussitôt, sans essayer de remplir la lacune ; ne pas essayer non plus de deviner le mot qui va venir ; ce sont autant de mauvaises habitudes dont il faut se débarrasser. Les débutants feront en outre attention à bien laisser entre les mots les séparations qui sont marquées par un temps d'arrêt légèrement supérieur à celui observé entre les lettres d'un même mot. Enfin dès que l'on aura

acquis un certain entraînement, ne pas s'arrêter, même momentanément, car il faut que l'oreille reste bien exercée.

Après quelques semaines d'exercices, on peut prendre entièrement et sans erreur les bulletins météorologiques, puis, avec un peu de persévérance les nouvelles que tous les soirs à 15 h. la Tour Eiffel envoie à la cantonade.

Enfin, et suivant les aptitudes, on peut en moins d'un an, lire indifféremment à toutes les vitesses d'exploitation.

En télégraphie, on compte les vitesses en nombre de mots par heure ; chaque mot étant supposé formé de 5 lettres ou signes. La vitesse de transmission moyenne des postes radiotélégraphiques est de l'ordre de 1000 mots à l'heure.

Déchiffrement des signaux horaires de la Tour Eiffel

La Tour Eiffel envoie tous les jours 3 séries de signaux horaires dont voici l'interprétation :

- 1° De 9 h. 56 à 9 h. 57 : séries de traits par groupes de trois ;
De 9 h. 57 à 9 h. 58 : série de X (— — —) se terminant par trois traits, tels que la fin du 3° trait coïncide avec 9 h. 58 ;

De 9 h. 58 à 9 h. 59 : série de 5 N (— -) terminée par 3 traits, tels que la fin du 3^e trait coïncide avec 9 h. 59 ;

De 9 h. 59 à 10 h. : série de 5 G (— —) terminée par 3 traits, tels que la fin du 3^e trait coïncide avec 10 h.

De plus, l'envoi des 5 N et des 5 G est cadencé de façon que le point final de chaque lettre coïncide avec la minute 10'', 20'', 30'', 40'', 50''.

En récapitulant, on dispose ainsi de 13 coïncidences ou « top » pour effectuer le réglage et la mise à l'heure d'une montre.

2° De 10 h. 44 à 10 h. 45 : série de traits se terminant par un point isolé à 10 h. 45 précises ;

De 10 h. 46 à 10 h. 47 : série de D (— -) se terminant par un point isolé à 10 h. 47 ;

De 10 h. 48 à 10 h. 49 : série de 6 (— - - -) se terminant par un point isolé à 10 h. 49.

(Longueur d'onde d'émission inférieure à 3000 m.)

3° Dans la nuit à 23 h. 44, 46, 48, répétition suivant la méthode précédente des signaux du matin.

A 23 h. 30 environ, la Tour Eiffel transmet pendant 3 minutes des séries de points ou battements, à une cadence légèrement supérieure à celle de la seconde exacte. Cela permet d'obtenir avec une montre ou un chronographe témoin une coïncidence de battement par minute.

Connaissant la différence de cadence, le battement auquel s'est produit la coïncidence, et l'heure de l'émission, il est possible par une méthode arithmétique simple de déterminer, à $1/100^e$ de seconde près, la différence entre l'heure marquée par le chronographe et l'heure réelle.

Pour permettre ce calcul, la Tour Eiffel, sur la foi de l'Observatoire de Paris, envoie à 23 h. 49, aussitôt après le dernier signal horaire, 2 groupes de chiffres représentant en 100^e de seconde l'heure exacte d'émission des premiers et derniers battements (Longueur d'onde d'émission 2100 m.)

Il y a lieu d'observer, que les heures indiquées ci-dessus sont les heures réelles dites « de Greenwich » et que l'on ne tient jamais compte pour l'envoi des signaux des changements d'heure légale.

Bulletins météorologiques

Chaque jour, avant ou après les signaux horaires de 10 h. et de 23 h. 45, ainsi qu'à 16 h., la Tour Eiffel envoie un bulletin météorologique chiffré contenant les dernières observations de divers observatoires régionaux (Longueur d'onde inférieure à 3000 m.)

Ce bulletin se présente sous la forme de 4 ou 5 chiffres, à raison de 4 groupes par station, qui, pour chacune d'elles se décomposent comme suit, et dans cet ordre :

Pression atmosphérique en dixièmes de millim.	3 chiffres	
Direction du vent	2	—
Vitesse du vent	1	—
Etat du ciel	2	—
Température en degré	2	—
Direction des nuages supérieurs (de 1 à 8)	1	—
Caractéristiques et tendances	3	—
Pluie en millimètres	2	—
Température maximum	2	—
Température minimum	1	—
Etat de la mer	1	—

Voici la situation des stations météorologiques, dans l'ordre de succession de leurs observations :

Aix, Besançon, Biarritz, Bruxelles, Cherbourg, Clermont-Ferrand, Coblenz, Gris-Nez, Limoges, St-Mathieu, Paris, Perpignan, Rennes, Sicié, Strasbourg.

Le dernier chiffre concernant l'état de la mer n'est fourni, évidemment que par les stations maritimes.

Dans le cas où manqueraient les indications relatives à une des stations, on remplace celles-ci par un groupe de X en respectant toujours l'ordre ci-dessus.

Le bulletin de 16 h. ne contient que les indications relatives à la pression barométrique, à la direction du vent, à sa vitesse, à l'état du ciel, à la température en degrés, et aux caractéristiques et tendances.

Code de déchiffrement :

Direction du vent

02. NNE	10. ESE	18. SSW	26. WNW
04. NE	12. SE	20. SW	28. NW
06. ENE	14. SSE	22. WSW	30. NNW
08. E	16. S	24. W	32. N

Etat du ciel

0. Beau	5. Pluie
1. Peu nuageux	6. Neige
2. Nuageux	7. Brume
3. Très nuageux	8. Brouillard
4. Couvert	9. Orage

Vitesse du vent en mètres par seconde

0. 0 à 1	2. 2 à 4	4. 6 à 8	6. 10 à 12	8. 14 à 16
1. 1 à 2	3. 4 à 6	5. 8 à 10	7. 12 à 14	9. plus de 16

Etat de la mer

0. Calme	5. Houleuse
1. Très belle	6. Très houleuse
2. Belle	7. Grosse
3. Peu agitée	8. Très grosse
4. Agitée	9. Furieuse

D'autres bulletins météorologiques européens sont envoyés par le poste allemand de Nauen (POZ) à 9 h., 17 h. 15, 19 h. 30 (longueur d'onde 4000 m.) et par le

poste anglais de Poldhu (MPD) à 9 h. 30 et 21 h. 30 (longueur d'onde 2700 m.). Ce dernier transmet son bulletin en langage clair.

Pendant la guerre la Tour Eiffel transmettait à 15 h. un communiqué d'opérations, suivi généralement d'informations d'ordre économique ou politique. Depuis la cessation des hostilités cette dernière partie a subsisté (vitesse de transmission 800 à 900 mots, longueur d'onde inférieure à 3000).

La guerre a vu naître, en France et à l'étranger, un grand nombre de postes puissants, dont certains, ayant un caractère purement militaire, sont destinés vraisemblablement à disparaître ou à s'adapter aux besoins du temps de paix.

Nous sommes sous ce point de vue en plein chaos, aussi, est-il difficile actuellement d'augurer de l'avenir et de dresser une liste stable des postes que nous sommes susceptibles d'entendre, de fixer leurs heures de service et leurs caractéristiques.

Citons cependant :

Les postes de l'Amirauté anglaise : BYA à 17 h. ; BYZ à 21 h. ; BYB (Cleethorpes) toute la journée ; UA (St-Nazaire) passant à 7, 11 et 18 h. des avis de navigation ; FFX (Le Bouscat près Bordeaux) ; ICI (Coltano près de Pise) ; les postes espagnols, dont l'indicatif commence

par la lettre E et enfin les grands postes à ondes entretenues tels que YN (Lyon) ; FL ; et BYC (Portsmouth) transmettant des presses et des informations sur de grandes longueurs d'ondes.

Mais, nous tombons, avec ces postes, dans un domaine difficilement accessible, qui sera le terme de notre voyage en ce pays magique et mystérieux.

Il semble, en effet, que le radio amateur ait connu son apogée et que déjà il ne puisse plus suivre la T. S. F. dans ses dernières évolutions : Les émissions entretenues sur grandes longueurs d'ondes et la réception automatique à grande vitesse.



TABLE DES MATIÈRES

Préface	7
Historique	11
Principes fondamentaux	15
ÉMISSION	19
Bobine de Ruhmkorff	24
Rupteurs à marteau	28
Rupteur à soupape électrolytique ou Wenhelt	32
Éclateur	35
Magnétos	36
Manipulateurs	39
Rhéostat de réglage	40
Montage des appareils d'émission	40
Antennes	42
Terre	48
RÉCEPTION	49
Écouteurs téléphoniques	55
Syntonie	57
Condensateurs fixes et réglables	64
Montage en dérivation	69
Buzzer	72
Tikker	73

Appareils servant à la réception des signaux horaires de la Tour Eiffel dans la région parisienne	77
LAMPES A VIDE POUSSÉ	81
Emploi de la lampe comme détecteur	86
— de la lampe comme amplificateur	88
— de la lampe comme générateur d'oscillations. ...	92
— de la lampe à réception	94
TÉLÉPHONIE SANS FIL	96
APPLICATIONS DE LA T. S. F.	99
Déchiffrement des signaux horaires de la Tour Eiffel ...	104
Bulletin météorologique	106



S. A. DES ET^{ES} D'IMPRIMERIE A. HERBELIN, BELFORT-MULHOUSE.

La lampe triode

Tous les pratiquants de la radiotéléphonie, et ils sont déjà nombreux, connaissent cette lampe électrique par incandescence, à trois électrodes, qui est montée sur leurs postes de réception. Je l'ai décrite autrefois dans ces colonnes, mais n'en ai pas dit suffisamment les merveilleuses propriétés : on me permettra donc de revenir sur ce sujet qui intéresse au plus haut point toute la technique des radio-téléphénomènes, et doit à leur vulgarisation un attrait de curiosité incomparable. Cet attrait croîtra de plus en plus : aux Etats-Unis d'Amérique, une récente statistique a relevé l'existence de deux millions de postes privés de radiotéléphonie, pour lesquels travaillent 12.000 constructeurs spécialisés. Nous n'en sommes pas encore là, en France, et n'y arriverons peut-être jamais, mais le nombre des fidèles auditeurs des émissions de la Tour Eiffel et des concerts Radiola augmente chaque jour, et il est permis d'entrevoir dans l'avenir un développement immense de la téléphonie sans fil pour laquelle tout le monde se passionne déjà partout, à la ville et à la campagne.

La lampe triode, autrement dite la lampe valve à trois électrodes, et plus brièvement l'audion, est le principal facteur de cet admirable progrès de la science appliquée.

**

Ce petit instrument est constitué par une ampoule de verre vide d'air, dans laquelle un filament rectiligne de tungstène s'allume en face d'une plaquette métallique reliée à une des électrodes ; une grille de métal, interposée entre filament et plaque, est rattachée à une autre électrode. Il y a donc à envisager dans l'appareil trois circuits : de filament, de grille et de plaque. Dans le premier est placée une batterie d'accumulateurs qui chauffe le filament ; dans le circuit de plaque se trouve une seconde batterie, plus importante que la première, dont le pôle positif est à la plaque, son pôle négatif étant connecté avec le filament et la grille.

Le circuit de plaque n'est pas fermé, et de fait il n'y passe aucun courant, tant que le filament est froid ; mais aussitôt que celui-ci s'allume, un courant passe. Toutefois l'intensité de ce courant dépend de l'état électrique de la grille, et il suffit d'une variation d'énergie extrêmement faible dans celle-ci pour faire naître une variation d'énergie très notable dans le courant de plaque. Cette propriété de l'audion fait de lui un relai fort sensible, parce que dépourvu d'inertie, et des plus simples, puisqu'il ne comporte aucun mécanisme. Ce peu de mots caractérise le rôle qu'on lui fait jouer et explique l'importance qu'il a prise dans les appareils de radiotéléphonie.

On en fait un détecteur, c'est-à-dire un instrument de révélation d'un passage d'ondes, bien plus parfait que le cerceau primitif de Hertz, le cohéreur à limaille de Branly et le cristal de galène ; il possède, sur ce dernier, le précieux avantage d'être toujours prêt à fonctionner, parce qu'il est indéréglable.

L'audion est de plus un générateur d'ondes entretenues, qu'il suffit d'allumer pour déclencher dans l'antenne d'un poste d'émission un courant oscillant à grande fréquence. Il constitue enfin un amplificateur très actif et très souple : c'est cette propriété qui a renouvelé entièrement le problème de la réception ouvrant ainsi à la radiotéléphonie des perspectives inespérées.

Ce rôle d'amplificateur est celui qui intéresse le plus le public, plus ou moins profane, formant la clientèle de la Tour et du Radiola : c'est le point que nous allons développer, certain d'être utile, voire même agréable, à de nouveaux adeptes de la radiologie.

**

Le principe de l'amplification peut être exposé simplement et il est facile à saisir ; il suffit de bien se rendre compte de la manière dont fonctionne un relai. En agissant avec une faible énergie sur le potentiel de la grille, on fait naître dans le circuit de plaque une variation d'énergie beaucoup plus considérable, qui est empruntée à sa batterie, c'est-à-dire à une source locale, dont on dispose à volonté. Cette variation ainsi recueillie peut agir ensuite sur la grille d'une deuxième lampe dont la plaque fournira une variation amplifiée au carré, et ainsi de suite, les lampes disposées en cascade donnant lieu à une multiplication croissante, égale à 10, à 100, à 1.000 si l'on veut. On pourrait croire, dès lors, que les postes très puissants ne s'imposent plus, du moment que les postes de réception deviennent si sensibles ; malheureusement, des bruits parasites se trouvent amplifiés en même temps que les autres, et l'on se voit arrêté assez vite dans cette amplification progressive.

Au cours de la guerre, la lampe triode a été appliquée par milliers aux armées, pour renforcer les courants téléphoniques. Ceux-ci traversent le circuit primaire d'un transformateur dans le secondaire duquel est intercalée la grille d'une première lampe ; le potentiel variable de cette grille provoque une intensité variable du courant de plaque, qu'on utilise de nouveau, avec l'aide d'un transformateur pour agir sur la grille d'une deuxième plaque ; et ainsi de suite. C'est sur ce modèle que sont établis les amplificateurs à basse fréquence. Pour les hautes fréquences, le mode de liaison de la plaque d'une lampe à la grille de la suivante s'opère différemment : au lieu de l'effectuer par l'intermédiaire d'un transformateur, on intercale sur la plaque une très grande résistance de 80.000 ohms, par exemple ; il naît entre les extrémités de cette résistance des variations de potentiel qui influencent la deuxième grille.

On a réalisé des amplificateurs à résonance, qui ont la propriété de n'exercer leur action que sur une seule longueur d'onde, sur laquelle on accorde les

circuits à capacité réglable montés sur les grilles et les plaques des lampes successives.

**

Les considérations qui précèdent, pour être rudimentaires, permettent d'apprécier ce que la T. S. F. doit aux lampes triodes : j'ai surtout fait ressortir la grande amélioration de la réception, produite par l'amplification, mais j'aurais bien d'autres aperçus à développer. Je me bornerai à signaler ce que l'emploi de ces relais peut trouver d'applications dans la télémechanique, c'est-à-dire dans la commande à distance des moteurs et de tous les générateurs d'énergie : on fait déclencher au loin certains appareils produisant des manœuvres déterminées. On a déjà vu circuler, dans la rade de Toulon, une vedette, ne portant personne à bord, en la conduisant par des ondes hertziennes, émises d'un poste à terre ou d'un poste sur avion ; on a fait évoluer dans les airs des avions sans pilotes, et ils sont revenus à leur point de départ, après avoir projeté des bombes sur un point éloigné, en dépit des brouillages systématiques provoqués par l'ennemi ; on verra des choses plus étonnantes encore, qu'il ne faut pas divulguer, parce qu'elles seront appliquées à la défense de nos frontières. Nous pouvons croire et affirmer sans crainte que nous ne manquerons ni de **IRIS SILLIAD** Université Lille 1 pour assurer l'inviolabilité de notre sol, à l'heure du danger.

AIMÉ WITZ.

EN VENTE A LA MÊME LIBRAIRIE

L. RAZAUD

Manuel de l'Automobiliste

à l'usage des conducteurs d'Automobiles

(40^e mille)

Prix 4 fr. 50

L. RAZAUD

Les Pannes d'Automobiles

Leurs causes, leur remède

Mise au point des moteurs

(20^e mille)

Prix 4 fr. 50

DESMONS & JACQUES

Les Automobiles de 1920-21

Répertoire des Automobiles de l'année avec

leurs caractéristiques (nombreux clichés) Prix 5 fr. 00

ROSALDY, Ingénieur

L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE des Automobiles

Eclairage, Démarrage, Pannes & Remèdes

Accessoires divers, Entretien. . . . Prix 4 fr. 50

Envoi franco du catalogue complet sur demande à
Etienne CHIRON, Editeur, 40, Rue de Seine, PARIS-VI^e

IRIS - LILLIAD - Université Lille 1