

L'ONDE ÉLECTRIQUE

PUBLICATION
DE LA
SOCIÉTÉ DES AMIS
DE LA
T.S.F.



SOMMAIRE

EDWIN H. ARMSTRONG
LA SUPER-RÉACTION

A. DUFOUR

**OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE POUR L'ÉTUDE
DES BASSES, MOYENNES & HAUTES FRÉQUENCES**

L.-W. AUSTIN

Résumé des résultats techniques obtenus par la Section
américaine des signaux U. R. S. I. sur la mesure
des signaux et des perturbations atmosphériques.

ANALYSE DES REVUES ET DES LIVRES

COURRIER DES AMATEURS

Ondes électromagnétiques et leur propagation.
Essais transatlantiques.

Montages et tours de main. — Correspondance et avis.

Etienne **CHIRON**, Éditeur

L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue mensuelle publiée par les Amis de la T. S. F.

ABONNEMENT D'UN AN	Étienne CHIRON ÉDITEUR	PRIX
France 30 fr.	40, RUE DE SEINE, PARIS	DU NUMÉRO : 3 francs
Étranger 35 fr.	CHEQUES POSTAUX: PARIS 53-35	

Pour les correspondances prière de se conformer aux indications ci-dessous :

Correspondance d'intérêt général et demandes d'admission	Correspondance concernant la rédaction de l'Onde Électrique et questions techniques :	Paiement des cotisations et envois de fonds :
M. le Colonel CORNU Secrétaire général des Amis de la T. S. F. 102 bis, rue Didot, PARIS (14 ^e)	M. CLAVIER, secrétaire de la rédaction 40, rue de Seine, PARIS (6 ^e)	M. ATTHALIN, trésorier 3, rue d'Antin Paris

COMITÉ DE PATRONAGE

MM.
Georges LEMOINE, président de l'Académie des Sciences
L. E. BERTIN, vice-président de l'Académie des Sciences.
Alfred LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Emile PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Henri DESLANDRES, ancien président de l'Académie des Sciences.
BILOT-GARNIER, président de l'Union des Horlogers de France.
Henri BOUSQUET, président du Conseil d'administration de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.
Gabriel CORDIER, président de l'Union des Industries métallurgiques et minières.
J. DAL PLAZ, président du Conseil d'administration de la Compagnie Générale Transatlantique.

MM.
S. DERVILLE, président du Syndicat des Chemins de fer de Ceinture de Paris.
Charles FERRAND, président de la Chambre syndicale des Constructeurs de Navires
Hubert GIRAUD, administrateur-délégué de la Société Générale de Transports Maritimes à Vapeur
Société des Ingénieurs Coloniaux.
J. LE CESNE, président de l'Union Coloniale française.
Raynald LEGOUÉZ, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.
A. MESSIMY, ancien ministre.
Denis PÉROUSE, président du Syndicat des Armateurs de France.
J.-B. POMEY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

VIENT DE PARAÎTRE

LA RÉCEPTION PAR TÉLÉPHONIE SANS FIL

DES

Prévisions Météorologiques et des RADIO-CONCERTS

INSTRUCTION PRATIQUE
RÉDIGÉE PAR

L'OFFICE NATIONAL MÉTÉOROLOGIQUE
SUR

La Construction et le Montage des Appareils à galène

Cette Brochure claire et pratique est par excellence le livre du débutant. — Prix : 2 francs.
Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS

La rédaction décline toute responsabilité en ce qui concerne la teneur des articles publiés :
:: les auteurs assumant l'entière responsabilité de ce qui paraît sous leur signature. ::

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

BUT DE LA SOCIÉTÉ

Les grands progrès réalisés en télégraphie sans fil dans ces dernières années sous la pression des nécessités de la guerre, sont dus, pour une bonne part, aux travaux coordonnés de tous les techniciens français, dont le rôle a été considérable, et a permis à la France de prendre incontestablement le premier rang dans le développement de cette science nouvelle.

La télégraphie sans fil a fait une partie de la force de notre pays; c'est maintenant un devoir pour nous de maintenir sur le terrain scientifique l'union réalisée avec tant de cœur pendant la guerre.

C'est dans ce but que s'est constituée la **Société des Amis de la T. S. F.** De précieux encouragements nous sont venus par la constitution d'un Comité de patronage où de hautes personnalités de la Science et de l'Industrie nous apportent leur plus large concours.

Nous faisons aujourd'hui appel à tous, amateurs, techniciens ou industriels, aux Sociétés et aux groupements de tout ordre, pour leur demander de se réunir autour du Comité de patronage de la **Société des Amis de la T. S. F.**

En dehors de toute préoccupation commerciale, la **Société des Amis de la T. S. F.** s'efforcera d'établir entre ses membres des relations suivies au moyen de réunions et de conférences techniques, et de contribuer à l'avancement de la radiotélégraphie théorique et appliquée et des sciences qui s'y rattachent; un bulletin périodique, à la fois scientifique et de large vulgarisation, est publié par les soins de la Société et adressé gratuitement à tous ses membres. Grâce à une bibliographie étendue, ils pourront y suivre le développement de la T. S. F. en France et dans tous les pays étrangers.

L'extrait des Statuts, dont la rédaction est en harmonie avec les Statuts-type du Conseil d'Etat que l'on trouvera ci-après, indique les différentes formes d'adhésion. Les personnes en cours d'études ou de formation professionnelle pourront s'inscrire comme Membres associés.

LES FONDATEURS :

H. ABRAHAM,
Professeur à la Sorbonne.

J. CORNU,
*Chef de bataillon du Génie en retraite,
Administrateur-Directeur de la
S^e d'Études et de Recherches Industrielles.*

Société des Ingénieurs Coloniaux

A. BLONDEL,
Membre de l'Institut.

Général FERRIÉ,
Membre de l'Institut

A. PEROT,
Professeur à l'École Polytechnique.

P. BRENOT,
*Directeur à la Compagnie Générale
de Télégraphie sans Fil.*

J. PARAF,
*Directeur de la Société
des Forces Motrices de la Vienne.*

EXTRAIT DES STATUTS

ARTICLE PREMIER. — La Société des Amis de la T. S. F. a pour but :

1^o De contribuer à l'avancement de la radiotélégraphie théorique et appliquée, ainsi qu'à celui des sciences et industries qui s'y rattachent ;

2^o D'établir et d'entretenir entre ses membres des relations suivies et des liens de solidarité.

Elle tient des réunions destinées à l'exposition et à la discussion des questions concernant la radiotélégraphie et tout ce qui s'y rattache.

Elle publie un bulletin qui est adressé gratuitement à tous ses membres.

Elle recourt à toutes les formes d'activité de nature à réaliser le but qu'elle poursuit.

Elle s'interdit toute ingérence dans les entreprises industrielles ou commerciales quelconques, autres que celles qui concernent son administration propre.

La durée de la Société est illimitée.

Elle a son siège à Paris.

ART. 2. — La Société se compose de membres titulaires — dont certains en qualité de membres bienfaiteurs ou de membres donateurs — de membres associés et de membres d'honneur.

Tout membre titulaire qui aura pris l'engagement de verser pendant cinq années consécutives une subvention annuelle d'au moins 1.000 francs pour favoriser les études et publications scientifiques ou techniques entre-

prises par la Société, recevra le titre de membre bienfaiteur.

Ceux qui, parmi les membres titulaires, auront fait don à la Société, en dehors de leur cotisation, d'une somme de 300 francs ou moins, seront inscrits en qualité de donateurs.

Les personnes âgées de vingt-cinq ans au plus, en cours d'études ou de préparation professionnelle, peuvent être admises à faire partie de la Société en qualité de membres associés. Les membres associés, dont l'admission est subordonnée aux mêmes règles que celle des membres titulaires, ne sont toutefois élus que pour cinq années, après lesquelles ils deviennent d'office membres titulaires, à moins qu'ils ne déclarent se retirer de la Société.

Tous les membres de la Société, sauf les membres d'honneur, paient une cotisation annuelle dont le minimum est fixé comme suit :

Membres titulaires	{ Particuliers.	25 francs
	{ Sociétés ou collectivités	100 —
Membres associés.		15 —

Les particuliers, membres titulaires, peuvent racheter leur cotisation annuelle moyennant le versement d'une somme égale à quinze fois leur cotisation annuelle.

Les membres de la Société résidant à l'étranger devront verser, en sus de leur cotisation annuelle, une somme de 5 francs par an pour couvrir le supplément des frais postaux entraîné par le service du bulletin.

La Téléphonie sans Fil

ET LES

Radio-Concerts

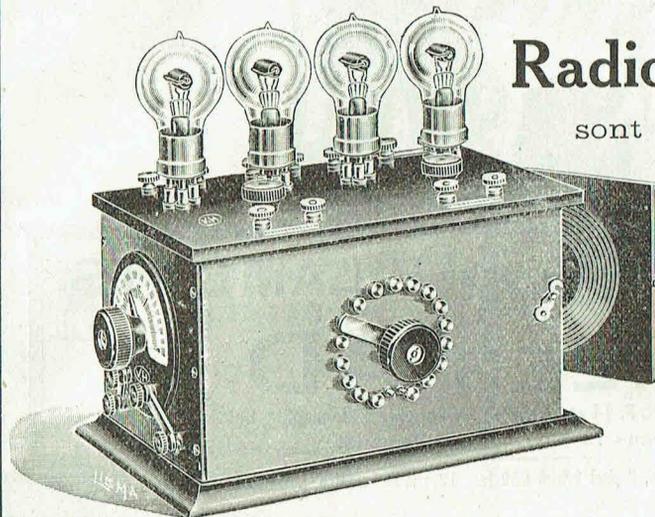
sont reçus avec le

POSTE AUTODYNE
Type EUROPE

Portée 1 000 km sur antenne

GRAND PRIX

Concours T. S. F. 1922



Catalogue général illustré

Franco : Contre 0,75 timbres

F. VITUS,

Constructeur, 54. rue Saint-Maur, PARIS-11^e

Tél. : Roquette 13-20

L'ELECTRO-TECHNICIEN

REVUE MENSUELLE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

*Publie dans ses numéros 3 et 4, qui viennent de paraître,
une étude pratique sur*

**LA TRANSFORMATION DU COURANT ALTERNATIF
EN COURANT CONTINU**

POUR

LA CHARGE DES ACCUMULATEURS

Le N° 3 francs

chez les principaux libraires ou chez l'éditeur

Étienne CHIRON, Éditeur, 40, rue de Seine, PARIS

LA SUPER-RÉACTION ⁽¹⁾

par Edwin H. ARMSTRONG

Professeur à l'Université Columbia, New-York

Nous nous proposons de décrire une méthode d'amplification basée sur la réaction, mais qui implique l'application d'un principe nouveau, grâce auquel on peut dépasser la limite assignée à la réaction par la théorie. La méthode a pris, pour cette raison, le nom de « super-réaction ».

Avant de la décrire, nous considérerons quelques faits fondamentaux, relatifs aux circuits régénérateurs. On sait que l'effet de la réaction équivaut à l'introduction d'une résistance négative dans le circuit où on l'applique; la résistance positive naturelle se trouve alors atténuée ou même annulée. Trois cas peuvent se présenter, suivant que la résistance négative est inférieure, égale ou supérieure à la résistance positive.

Imaginons que nous fassions agir une force électro-motrice alternative, sur un circuit comportant une self, une capacité, une résistance positive R et une résistance négative de réaction R' ; nous supposerons le circuit accordé sur la fréquence de la force électro-motrice.

Dans le premier cas, quand R' est inférieur à R , dès que la force électro-motrice est appliquée, un courant prend naissance dans le circuit; il va en croissant jusqu'au moment où il devient égal au quotient de la force électro-motrice par la résistance effective ($R-R'$), puis reste constant jusqu'au moment où la force électro-motrice cesse d'agir. A ce moment, il décroît à nouveau pour s'annuler en un temps très court.

Si la résistance effective du circuit était nulle ($R=R'$), le courant commencerait encore à croître dès que l'on appliquerait la force électro-motrice, mais il continuerait à augmenter jusqu'au moment où celui-ci cesserait d'agir. A partir de cet instant, le courant conserverait une valeur constante. Théoriquement, c'est la limite à laquelle

(1) Conférence faite à la Société des Amis de la T. S. F., le 14 novembre 1922.

Les figures de cet article sont la reproduction de celles contenues dans un article de M. Armstrong, paru dans les *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*.

on peut atteindre pour la réaction, mais cette limite n'est pas réalisable dans la pratique où il faut toujours conserver une légère supériorité à la résistance positive.

Si, maintenant, la résistance effective était négative ($R < R'$), quand on appliquerait la force électro-motrice, le courant croîtrait encore comme dans le cas précédent; mais avec cette différence que, quand on supprimerait la force électro-motrice, le courant, au lieu de rester constant, augmenterait indéfiniment (au moins dans les limites imposées par les caractéristiques des tubes électroniques employés). Les oscillations qui prendraient naissance auraient d'ailleurs des amplitudes proportionnelles à la force électro-motrice appliquée.

Il y a lieu de remarquer que, bien que la résistance effective du circuit soit négative, il n'y aurait pas d'oscillations dans le circuit si on ne lui appliquait pas une force électro-motrice au moins pendant un temps très court; mais il faut insister sur ce fait *qu'une fois que la force électro-motrice — si petite soit-elle — est appliquée, le courant dans le circuit augmente indéfiniment, que la force électro-motrice soit maintenue ou supprimée.*

La différence fondamentale entre le cas où la résistance effective est positive et celui où elle est négative est la suivante : dans le premier cas, l'amplitude maximum du courant est due à l'oscillation forcée, l'oscillation libre ayant disparu au moment où le régime est établi. Dans l'autre cas, au contraire, toute l'énergie dépensée dans le circuit provient des oscillations libres qui s'y établissent.

*
* *

Ceci posé, le procédé qui a permis d'établir la méthode de super-réaction, consiste à produire, par un moyen quelconque, une variation alternative de la résistance effective, de manière à ce qu'elle soit tantôt négative, tantôt positive, mais que sa valeur moyenne dans le temps soit positive. Quand ce résultat est obtenu, pendant une alternance où la résistance effective est négative, le circuit fonctionne comme dans le troisième cas examiné ci-dessus. Mais les oscillations libres ne peuvent plus continuer indéfiniment et dans l'alternance suivante à résistance effective positive, elles sont arrêtées. Elles reprennent à la troisième alternance pour s'arrêter à la quatrième et ainsi de suite.

Pour produire ces alternances de résistance positive et négative, trois procédés sont possibles :

- 1° Faire varier la résistance négative;
- 2° Faire varier la résistance positive;

3° Faire varier les deux résistances à la fois.

Ces trois méthodes sont illustrées respectivement par les figures 1, 2 et 3, à un point de vue purement théorique. Les oscillations à amplifier sont reçues en E et l'énergie produite par le système est recueillie en S.

La figure 1 montre comment on obtient les variations de la résis-

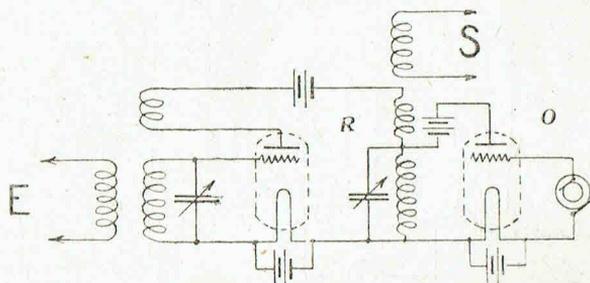


FIGURE 1

tance négative en faisant varier la tension-plaque du tube de réaction R au moyen d'un deuxième tube dont la grille est soumise à une force électro-motrice alternative. Pendant les alternances qui augmentent la tension de la plaque de R, la résistance négative augmente en valeur absolue; elle diminue pendant les autres alternances.

La figure 2 montre la méthode employée pour faire varier la résistance positive du circuit oscillant. L'intervalle filament-plaque d'un

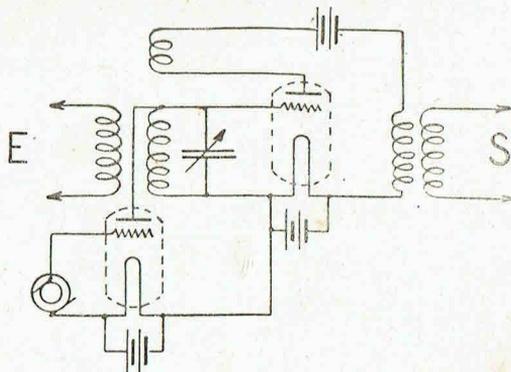


FIGURE 2

tube supplémentaire est mis en parallèle avec le condensateur d'accord de ce circuit et sa grille est soumise à une force électro-motrice alternative. Quand cette grille est positive, la résistance de l'intervalle filament-plaque est faible, le condensateur se trouve shunté, la résis-

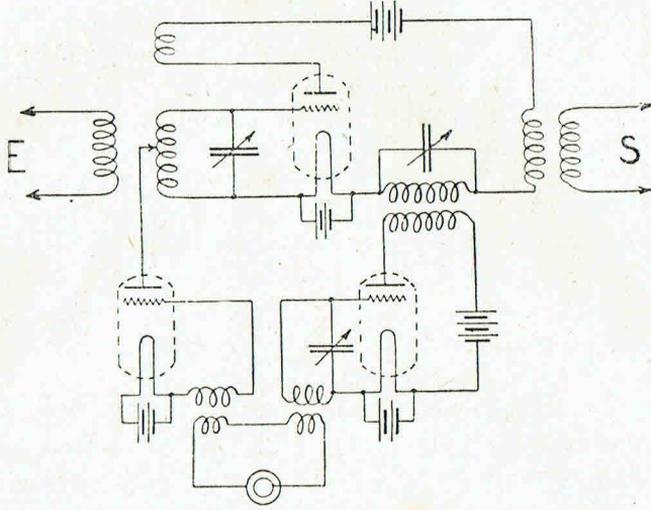


FIGURE 3

tance du circuit oscillant est grande. Au contraire, quand cette grille est négative, aucun débit n'est possible entre le filament et la plaque et le circuit oscillant se comporte comme si la lampe auxiliaire n'existait pas.

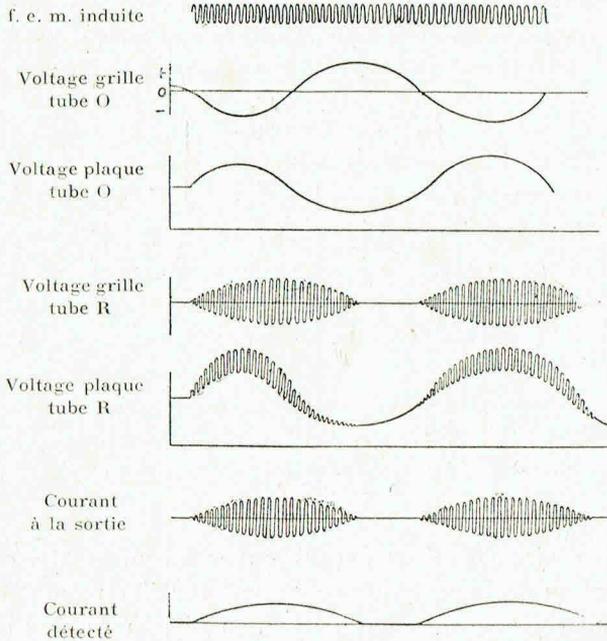


FIGURE 4

Enfin, la figure 3 illustre une combinaison des deux précédentes; les variations de la résistance positive sont ici dues aux variations de tension communiquées à la grille du tube de réaction par l'intermédiaire du tube auxiliaire correspondant. Les variations des résistances positive et négative ayant lieu simultanément, il est indispensable de les mettre en phase, le montage contient deux circuits accordables

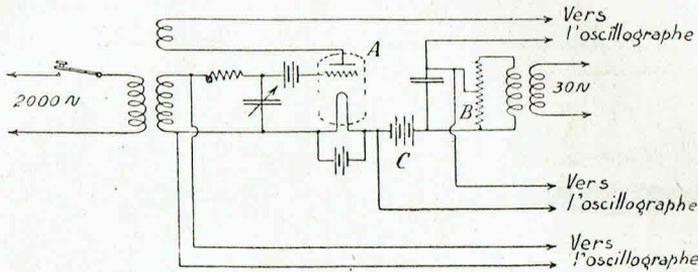


FIGURE 5

dont le rôle consiste justement à obtenir cette concordance des phases.

On peut se faire une idée générale de ce qui se passe dans ces divers montages en examinant les diagrammes de la figure 4 qui s'appliquent plus particulièrement au cas des circuits de la figure 1

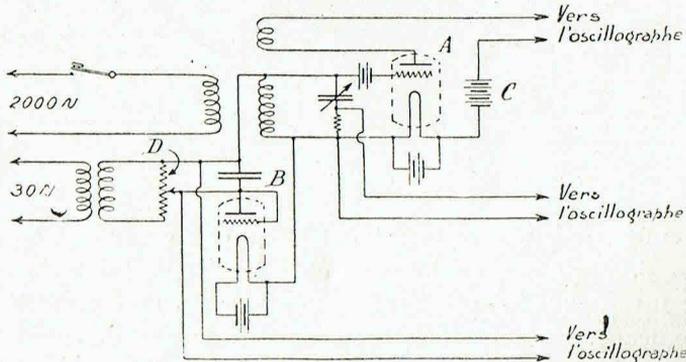


FIGURE 6

où, la résistance positive restant constante, on fait varier la résistance négative. On remarquera que la variation périodique de la résistance peut être considérée comme une modulation du courant amplifié.

On a pris les oscillogrammes correspondants aux schémas des

figures 1 et 2, et pour cela, on a utilisé les dispositions représentées par les figures 5 et 6. Dans le cas de la figure 6, afin de produire une variation suffisante de la résistance positive, il a été nécessaire d'employer un tube à deux électrodes en série avec la force électro-motrice auxiliaire.

Les figures 7 et 8 sont des dessins des oscillogrammes obtenus par la photographie. La figure 7 correspond au montage de la figure 5,

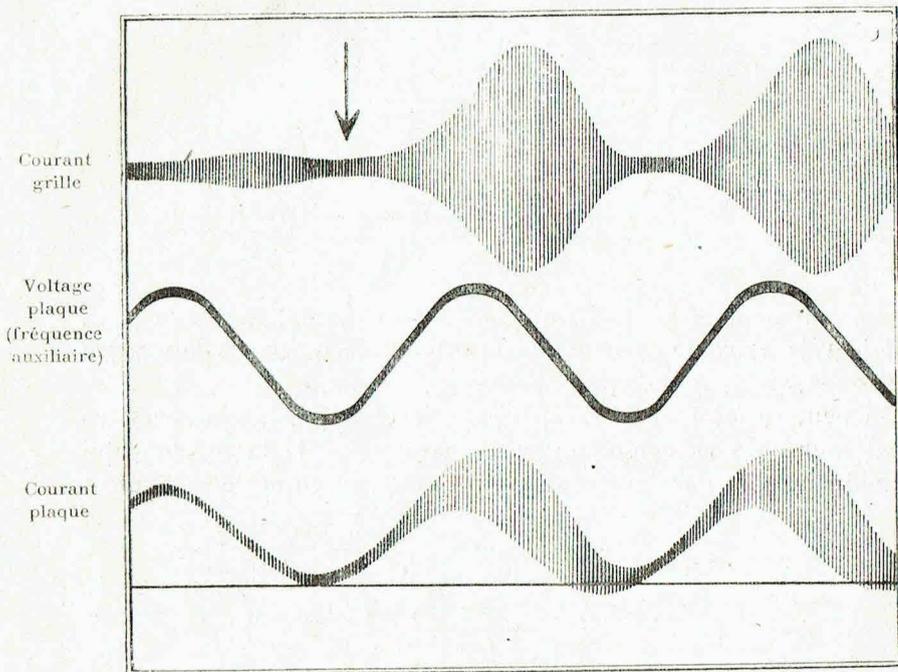


FIGURE 7

variation de la résistance négative ; la figure 8 correspond à celui de la figure 6, variation de la résistance positive. La force électro-motrice fut appliquée vers le milieu des bandes, aux points indiqués par une flèche. En examinant ces oscillogrammes, on constate que, même en l'absence d'une force électro-motrice d'excitation, il existe une petite oscillation libre dans les circuits, mais cette oscillation reste très faible ; pour qu'elle prenne une amplitude notable, une force électro-motrice d'excitation est nécessaire et c'est là que réside le principe du fonctionnement.

*
* *

La fréquence de modulation produite par le tube O joue un rôle

très important, et l'amplification est d'autant plus forte que la fréquence de l'onde reçue est plus élevée, ou mieux, que le rapport de cette fréquence à celle de la modulation est plus grand. Le nombre d'oscillations qui peuvent se produire pendant une alternance de la modulation augmente, en effet, avec ce rapport. On peut même voir que, toutes choses égales par ailleurs, l'énergie de l'amplification varie comme le carré du rapport précédent.

La fréquence de modulation doit varier avec l'émission que l'on se

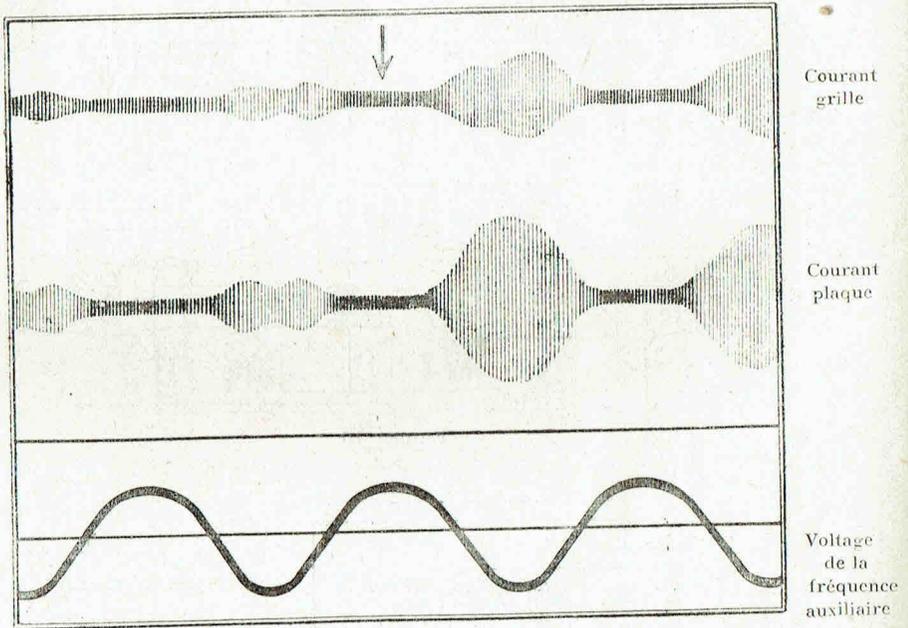


FIGURE 8

propose d'écouter. Pour la téléphonie, il faut naturellement une fréquence notablement plus élevée que celle de la voix, 15.000 à 20.000 périodes-secondes par exemple; pour la télégraphie, on peut employer une fréquence audible, qui permet de se dispenser des battements, ou une fréquence notablement plus basse avec laquelle on utilisera la méthode des battements. On emploiera encore une fréquence très basse quand on voudra agir sur un relais. D'une façon générale, surtout pour la téléphonie, le choix de la fréquence devra s'adapter aux circonstances et il résultera souvent d'un compromis entre l'amplification à obtenir et la qualité requise pour la netteté de la réception.

Les figures 9, 10 et 11 représentent les montages correspondant aux trois types de variation des résistances. La figure 9 donne une

méthode pour faire varier le voltage plaque du tube amplificateur R au moyen du tube O, oscillant sur la fréquence requise pour la modulation. Un troisième tube D joue le rôle de détecteur; ce tube est

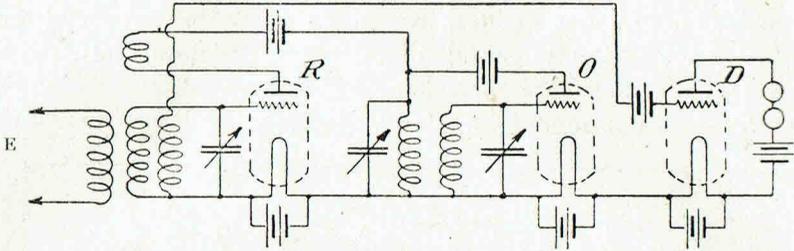


FIGURE 9

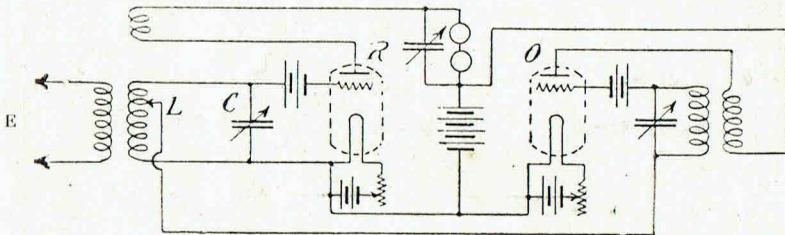


FIGURE 10

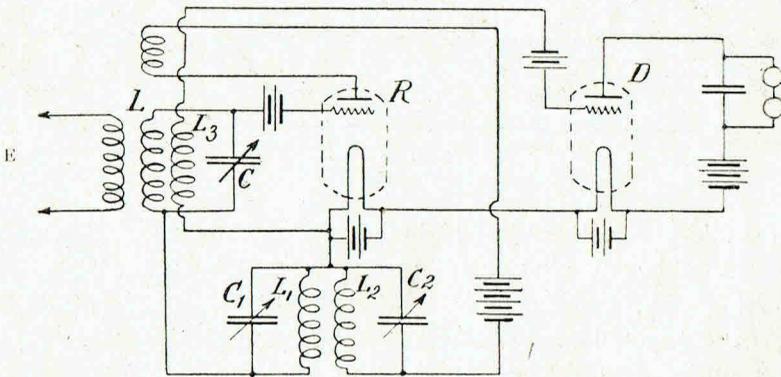


FIGURE 11

essentiel quand on utilise une fréquence audible; mais, dans le cas contraire, on peut placer le téléphone dans le circuit-plaque du tube R.

La figure 10 est le schéma du montage qui correspond à la variation de la résistance positive. Celle-ci est due à ce que le condensateur C est shunté par l'intervalle filament-grille du tube O, intervalle

dont la résistance varie avec le potentiel de la grille de ce tube. Ici c'est le tube amplificateur R qui joue le rôle de détecteur.

Enfin la figure 11 donne un montage qui fait varier simultanément les résistances positive et négative. Le même tube R produit la réaction dans le circuit L C et les oscillations de modulation dans les circuits de grille $L_1 C_1$ et de plaque $L_2 C_2$. Les relations convenables de phase sont obtenues en agissant sur les condensateurs C_1 et C_2 et sur la mutuelle de L_1 et de L_2 . Le réglage de ce montage est très délicat.

Le montage 9 est à recommander pour la télégraphie amortie et entretenue; le montage 10 pour la télégraphie entretenue et la téléphonie, le montage 11 pour tous les cas.

Dans les dispositions précédentes, la fonction détectrice était remplie par un tube séparé ou par le tube amplificateur. Quand on

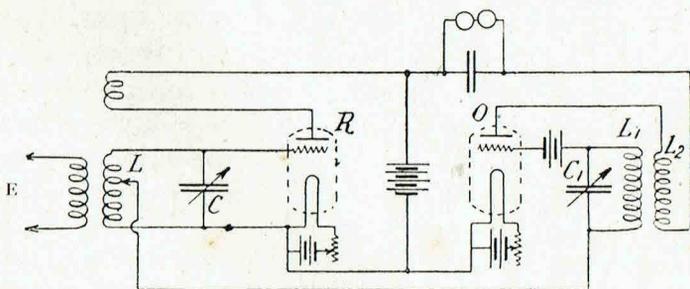


FIGURE 12

emploie une fréquence de variation « super-audible » il est parfois avantageux de faire la détection dans le tube oscillateur O; c'est le cas de la figure 12. Le fonctionnement est alors le suivant : Les oscillations de haute fréquence, soumises à la réaction dans le tube R, y suivent les variations dont la fréquence est réglée par les oscillations du tube O. Il revient donc sur la grille du tube O des oscillations de haute fréquence et des oscillations ayant précisément la fréquence produite par ce tube O. Les premières sont tout simplement rectifiées, quant aux secondes, elles impriment à cette grille des variations de potentiel qui sont à nouveau amplifiées par le jeu de réaction du système accordé $L_1 C_1 L_2 C_2$. L'amplification résultante est beaucoup plus forte que dans les autres montages, mais le réglage est naturellement plus délicat.

*
* *

*

Le problème de plusieurs amplifications successives avec ces méthodes est fort compliqué en raison des nombreux effets que l'on ne rencontre pas dans les méthodes habituelles d'amplification. La principale difficulté provient de la réaction du second étage sur le premier; elle peut être évitée par un artifice simple. A cause de la grande quantité d'énergie disponible dans l'emploi de ces procédés, le deuxième harmonique est très fort dans le circuit plaque du tube amplificateur; il arrive à être du même ordre de grandeur que le fondamental si l'on prend soin de porter la grille à un haut voltage négatif.

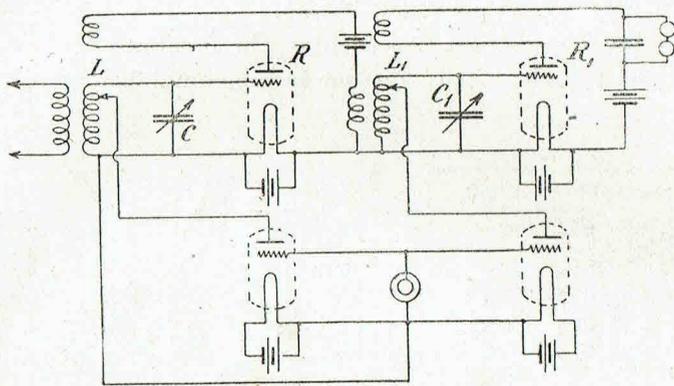


FIGURE 13

tif. On fait alors travailler le deuxième étage d'amplification sur une fréquence double de celle de l'onde reçue. Un montage à employer est indiqué par la figure 13; les résistances positives des deux étages varient sous l'action d'un seul oscillateur agissant synchroniquement par l'intermédiaire des deux tubes inférieurs.

*
* *

Les résultats caractérisant ces nouvelles méthodes de réception peuvent se résumer ainsi :

A distance égale, et avec le même nombre de tubes, l'amplification obtenue par super-réaction est beaucoup plus forte qu'avec n'importe quel autre système. Supposons, par exemple, que l'on reçoive les mêmes signaux téléphoniques d'une part avec un tube à réaction suivi d'un tube amplificateur basse fréquence, d'autre part avec le montage de la figure 12. S'ils sont tout juste perceptibles avec le premier système réglé en autodyne sur une fréquence nulle de batte-

ment (c'est-à-dire à l'amplification maximum et dans un état très imitable), ils seront très clairement entendus avec le second; s'ils sont compréhensibles avec le premier, ils seront assez forts avec le second pour être entendus dans une grande salle (1).

La portée d'un émetteur pourra donc être très notablement augmentée; mais il ne faudrait pas compter percevoir avec la super-réaction des signaux qu'aucun autre système — celui de la super-hétérodyne par exemple — ne permettrait pas de recevoir.

Nous avons déjà fait remarquer que le fonctionnement est d'autant meilleur que la longueur de l'onde est plus courte, la méthode n'est pratiquement avantageuse que pour des ondes plus courtes que 1.000 mètres.

Nous devons encore observer que la super-réaction jouit d'une propriété précieuse par la protection qu'elle apporte contre les brouillages par ondes amorties, dans les cas où la fréquence de variation est supérieure aux fréquences audibles. L'explication de cette qualité de sélectivité se trouve dans la suppression périodique de toute oscillation libre dans le système. Dans la méthode de réaction ordinaire, un choc donne naissance à une vibration libre qui continue très longtemps à cause du faible amortissement du système oscillant, un millième de seconde ou même davantage. Avec la super-réaction à fréquence super-audible la durée maximum de cette vibration sera d'un vingt millième de seconde.

*
* *

Nous tenons enfin tout particulièrement à adresser nos plus vifs remerciements au général Ferrié qui nous a fourni les moyens de faire cette conférence en mettant à notre disposition l'aide de son personnel et les facilités de ses laboratoires, à M. Mesny pour l'assistance inappréciable qu'il nous a apportée tant pour la traduction de notre conférence que pour la préparation de cet article; à M. David pour le travail ingrat qu'il a accompli en mettant au point les appareils d'expériences.

Edwin H. ARMSTRONG.

(1) Pendant sa conférence, M. Armstrong a réalisé une expérience qui lui a permis de faire cette comparaison. Le montage employé était du type de la figure 11; il est décrit en détail à la page 636.

Renseignements pratiques sur un montage de super-réaction.

Pendant sa conférence à la Société des Amis de la T. S. F., M. Armstrong a fait une démonstration des effets de la super-réaction. Il a utilisé pour cela le montage ci-contre étudié pour des tubes français, et sur lequel nous avons indiqué les valeurs des différents éléments utilisés. Le cadre carré de 1 m de côté avait cinq spires au pas de 10 millimètres; les bobines de réaction L_1 et L_2 étaient des bobines en fond de panier dont les diamètres intérieurs et extérieurs valaient 6 et 10 cm pour L_1 , 5 et 7,5 cm pour L_2 .

Les selfs L_3 , L_4 et L_5 étaient constituées avec des galettes paraffinées de trois cents tours, ayant une self de 6 à 7 millihenrys par unité; ces galettes se trouvent dans le commerce, leurs dimensions sont les suivantes : petit diamètre 4 cm, grand diamètre 8 cm, épaisseur 0 cm 3, fil de 30/100. On les juxtapose avec interposition d'une feuille de carton mince ou de papier.

Les condensateurs c_1 , c_2 , c_3 étaient des condensateurs variables à air de 2,5 m μ F. Quand les réglages ont été effectués, on peut remplacer le condensateur C_2 par un condensateur fixe.

En principe, il n'y a aucun couplage entre les selfs L_3 , L_4 , L_5 . On peut, d'autre part, modifier leurs valeurs dans d'assez larges limites à condition de changer en même temps celles des condensateurs c_2 et c_3 de façon à conserver une fréquence de variation à peu près constante.

M. Armstrong a conseillé aux amateurs qui voudraient essayer son montage, de commencer par placer le téléphone en A dans le circuit-plaque du tube R et de ne l'introduire à la place qu'il occupe sur le schéma, que quand ils auront obtenu un bon réglage dans cette première position. La mise au point de ce montage exige d'ailleurs une certaine habileté et les amateurs peu expérimentés devront plutôt employer les dispositifs dans lesquels on ne produit de variation que sur une seule des résistances positive ou négative.

OSCILLOGRAPHÈ CATHODIQUE POUR L'ÉTUDE DES BASSES, MOYENNES & HAUTES FRÉQUENCES

Par A. DUFOUR

Chargé de cours à la Sorbonne

I. — Préambule.

Le but que je me suis proposé dans cette étude a été d'établir un appareil permettant d'oscillographier les courants et les tensions électriques, variables en fonction du temps, comme ceux qu'on rencontre par exemple en télégraphie sans fil, et d'obtenir pour leur tracé des courbes planes rapportées aux axes de coordonnées cartésiennes habituels, obliques ou rectangulaires, les longueurs portées sur l'un des axes étant soit proportionnelles au temps, soit fonction connue de ce dernier, celles portées sur l'autre axe étant toujours proportionnelles à la grandeur électrique étudiée, courant ou tension.

Le principe de la méthode d'enregistrement a été publié dès 1914 (*C. R.*, t. 158, p. 1339); en outre, j'ai déjà donné quelques descriptions partielles des divers appareils que j'ai établis successivement dans ce même but.

Un premier appareil fait au laboratoire un peu avant la guerre, et dont la manœuvre était d'ailleurs malaisée, a permis toutefois de se rendre compte de la valeur du procédé; il a été décrit dans la notice publiée en 1918 par l'Établissement central de la Radiotélégraphie militaire, et les belles reproductions qu'elle contient suffisent pour montrer déjà une partie du champ d'application pratique de cet oscillographe, dans le domaine des fréquences un peu grandes, allant de 10.000 à 750.000 par seconde.

Une seconde forme d'appareil, plus robuste et plus maniable que le précédent et qui m'a permis d'étendre l'emploi de cette méthode d'enregistrement des plus basses aux très hautes fréquences par l'adjonction d'un cylindre enregistreur du type classique, a été donnée dans le *Journal de Physique* (Nov. 1920) et dans le *Bulletin des Inventions* (1922). Sa réalisation a pu être commencée et faite en partie à l'aide d'une subvention accordée par le Service des Inventions.

La forme définitive d'oscillographe cathodique que je vais décrire ici est donc le résultat d'une longue étude ralentie par la guerre et par

les difficultés de toutes sortes qui en ont été les conséquences; ces difficultés ont été telles que, malgré l'aide du Service des Inventions qui a bien voulu usiner les grosses pièces à ses ateliers, j'ai dû moi-même faire la plus grande partie du travail. Voulant absolument mener cette étude à bonne fin et présenter ainsi un appareil terminé et au point, j'ai été obligé, faute de moyens suffisants, de construire de mes mains la plus grande partie de l'appareillage dont on verra ici des reproductions photographiques, d'effectuer en particulier tous les rodages, la rectification des pièces de verrerie, le montage général, de garnir l'appareil de tous ses accessoires, avant de pouvoir m'occuper de son étude proprement dite, plus intéressante, et que j'ai faite dans le but de donner à ceux qui pourront avoir l'occasion de s'en servir dans des recherches, une idée nette des résultats qu'il permet d'obtenir.

Principe. — Je rappellerai d'abord en quelques mots le fonctionnement du tube classique de Braun dont celui-ci dérive.

Un faisceau de rayons cathodiques, émis normalement par la cathode, se propage en ligne droite dans le tube et parcourt ainsi une distance d'autant plus grande que le vide est plus poussé; un diaphragme métallique, à trou fin, réduit les dimensions du faisceau. Un écran fluorescent, placé dans le tube à une assez grande distance, reçoit le choc des rayons cathodiques qui ont traversé le diaphragme et l'on aperçoit ainsi sur l'écran une tache brillante sur fond sombre, indiquant la région d'arrivée des projectiles cathodiques. Si maintenant l'on crée un champ électrique ou magnétique, normal à l'axe du tube, dans la région de l'espace traversée par les rayons et située entre le diaphragme et l'écran, la tache lumineuse va se déplacer, et dans le cas le plus général où l'on a affaire à des champs oscillants, on apercevra une droite tracée sur l'écran par les oscillations correspondantes du faisceau.

On sait que la déviation angulaire θ , supposée petite, causée aux rayons dans les conditions précédentes par un champ uniforme, est donnée par l'expression

$$\theta = H \frac{e}{m} \frac{L}{v^2} \text{ dans un champ électrostatique,}$$

et par
$$\theta = H \frac{e}{m} \frac{L}{v} \text{ dans un champ magnétique,}$$

si H est l'intensité du champ considéré, e la charge des électrons constituant le faisceau, m leur masse, v leur vitesse et L la longueur pendant laquelle ils sont soumis à l'action du champ uniforme H . Pour

des conditions données de fonctionnement du tube, L , v et le rapport $\frac{e}{m}$ sont constants, de sorte que θ est proportionnel à H ; en d'autres termes, le déplacement de la tache cathodique sur l'écran représente, à un facteur constant près, l'intensité du champ agissant sur les électrons au moment où ils se trouvaient dans ce champ.

Pour apercevoir directement la courbe des variations du champ étudié, en fonction de temps, il suffira donc, à l'aide d'un procédé accessoire quelconque, d'étaler les oscillations de cette tache dans un sens perpendiculaire au précédent, par un déplacement transversal uniforme. On peut y arriver facilement en regardant l'image de cette tache fournie par réflexion sur un miroir plan tournant autour d'un axe parallèle à la déviation initiale, ou bien en la photographiant, à l'aide d'un objectif immobile, sur un film photographique se déplaçant avec une grande vitesse dans une direction perpendiculaire aux oscillations créées par le champ. On est d'ailleurs, en pratique, bien vite arrêté dans cette voie par la faible intensité lumineuse de la tache cathodique, si l'on veut un tracé fin et dans le cas des grandes fréquences.

En revanche, le tube de Braun se prête très bien à l'étude des différences de phase entre deux phénomènes sinusoïdaux de même fréquence. On fait agir sur le faisceau, à angle droit l'un de l'autre, les deux champs traduisant les phénomènes étudiés, et l'ellipse d'apparence permanente obtenue sur l'écran renseigne immédiatement sur la différence de phase cherchée.

Dans l'oscillographe cathodique dont il est question ici, l'écran fluorescent est conservé, de sorte que l'appareil possède les mêmes qualités que le tube de Braun, mais en plus la plaque photographique, qui doit garder la trace des déviations, est aussi placée à l'intérieur du tube. Le faisceau cathodique peut donc venir impressionner directement la pellicule sensible, par suite de l'action des radiations de très courtes longueurs d'onde provoquées par l'arrêt brusque des électrons. Il faut naturellement, à chaque opération, retirer du tube la plaque après l'enregistrement, pour y faire apparaître, par développement et fixage photographiques habituels, la courbe obtenue, en noir sur fond clair.

Pour étaler les oscillations du faisceau créées par le phénomène étudié et obtenir sa courbe de variation en fonction du temps, j'ai employé deux méthodes différentes qui seront détaillées plus loin et que voici sommairement.

Pour les phénomènes peu rapides, c'est la pellicule photographique

qui est mobile et animée d'une vitesse uniforme; on retrouve donc ici le dispositif du cylindre enregistreur classique à noir de fumée, avec cette différence que le style qui trace dans l'air sur le noir de fumée est remplacé par le faisceau cathodique qui impressionne dans le vide la plaque sensible.

Pour les phénomènes à variations un peu plus rapides, l'étalement obtenu parallèlement à l'axe des temps par le montage précédent devient insuffisant. J'ai alors utilisé la précieuse propriété bien connue des rayons cathodiques d'être sensibles à l'action des champs. On fait donc agir un champ magnétique auxiliaire oscillant dont les déviations combinées avec le déplacement de la pellicule photographique fournissent un allongement notable du tracé.

Pour l'étude des hautes fréquences, le mouvement du film photographique employé ci-dessus devient inutile comme on peut s'en rendre compte ainsi : l'étalement d'une période d'une oscillation de fréquence 10^6 sur une longueur de 1 cm., exigerait une vitesse linéaire de 10 kilomètres par seconde, impossible à réaliser par un procédé mécanique. Cette vitesse relative est obtenue facilement par l'action séparée ou simultanée de champs électriques et magnétiques accessoires, convenablement orientés, et dont il sera question plus loin. Comme on doit s'y attendre, plus la vitesse communiquée au déplacement relatif de la tache cathodique par rapport à la plaque est grande, et plus la durée de l'enregistrement total diminue : il sera donc parfois nécessaire de provoquer au moment convenable le phénomène étudié pour qu'on le retrouve dans l'enregistrement.

Depuis ma première publication sur ce dispositif, il a été employé sous des formes diverses de plusieurs côtés. Par suite de la grande sensibilité des émulsions photographiques, il permet, en effet, d'enregistrer des phénomènes non périodiques et très rapides que l'œil n'arriverait pas à déceler sur l'écran fluorescent. Bien que l'émission des électrons soit évidemment un phénomène discontinu, il y en a un si grand nombre émis par seconde que le tracé sera toujours continu dans les conditions de la pratique. En admettant par exemple une intensité de courant dans le tube égale à 2 milliampères, il part de la cathode environ $1,4 \cdot 10^{16}$ électrons par seconde, dont une partie seulement, admettons le $\frac{1}{200}$, franchissent le diaphragme. Le faisceau utile est donc réduit à environ 10^{14} électrons par seconde; même pour une fréquence de 10 millions et en supposant que le trait ait 1 millimètre de large et une longueur de 3 centimètres pour une période, le nombre d'électrons arrivant par millimètre carré de la plaque est encore de

l'ordre de 300.000. Si l'énergie qu'ils possèdent est assez grande, on est assuré d'obtenir dans tous les cas un tracé continu.

Un point important, à signaler dès maintenant, c'est que l'exactitude des tracés n'est troublée ici en aucune manière par l'inertie de l'agent inscripteur. On sait que ce qui limite le domaine d'emploi des oscillographes ordinaires à organe matériel mobile, c'est que la masse de celui-ci, pourtant réduite au minimum, est encore trop grande pour obéir suffisamment aux actions de grande fréquence d'intensité usuelle. Pour fixer les idées, si l'on voulait, par exemple, faire vibrer à la fréquence de 10 millions par seconde, considérée ci-dessus, une masse de 1 décigramme avec une amplitude de 1 dixième de millimètre, il faudrait une force atteignant jusqu'à environ 4.000 tonnes-poids, impossible à réaliser; il en résulte que la partie matérielle mobile de ces oscillographes obéit de moins en moins à l'action motrice qui reste limitée, à mesure que la fréquence augmente, et finit par rester pratiquement immobile aux fréquences très élevées.

Il n'en est pas de même pour l'oscillographe cathodique tant qu'on reste dans le domaine des fréquences précédentes, de valeur élevée, mais cependant encore très faible par rapport aux fréquences atomiques. On s'en rend compte immédiatement en remarquant que dans l'établissement des relations classiques exprimant les déviations du faisceau, on a fait intervenir la force d'inertie. Il en résulte que les tracés donnés par le faisceau cathodique représentent bien fidèlement le phénomène variable étudié, si l'on ne dépasse pas les fréquences, suffisantes en pratique, de l'ordre de quelques dizaines de millions par seconde, et si le rapport $\frac{e}{m}$ et la vitesse v des électrons restent constants. Or, les électrons connus sont d'une même espèce; leur masse apparente dépend un peu de leur vitesse v , mais celle-ci est en relation directe avec l'état de vide du tube et la valeur de sa tension aux bornes. Il suffira donc d'opérer dans des conditions expérimentales sensiblement constantes et d'assurer en particulier une tension aussi invariable que possible aux bornes du tube à vide, lors de l'enregistrement effectif du phénomène étudié, pour être certain de l'exactitude du tracé.

II. — Description de l'oscillographe.

Vue d'ensemble de l'appareil. — L'oscillographe complètement équipé pour la basse et la haute fréquence comprend les différentes parties suivantes, qui sont décrites en détail plus loin, et dont on peut

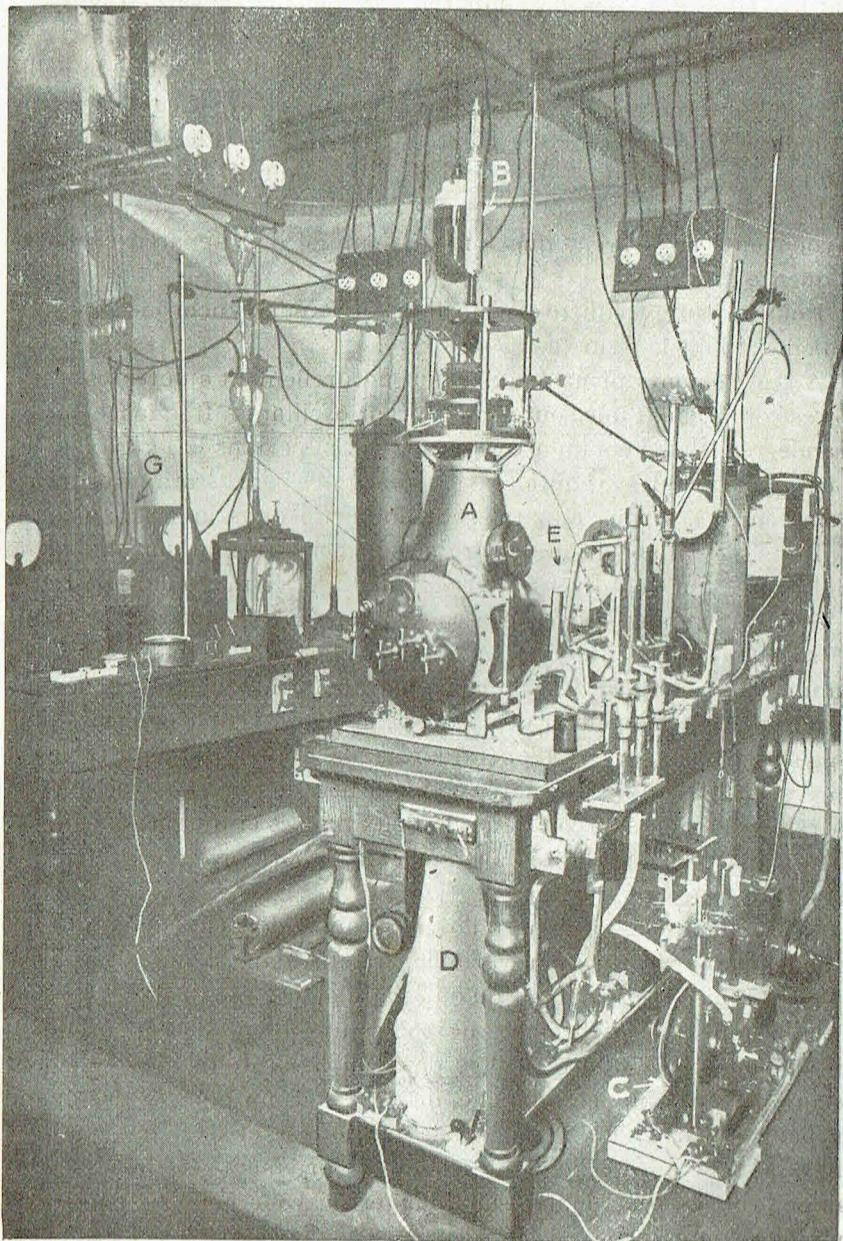


Fig. 1. — Vue d'ensemble du côté oscillographe.

avoir une idée immédiate en se reportant aux figures 1 et 2 représentant les photographies de l'appareil réel tel qu'il a servi (dans ces deux figures, une même lettre correspondant au même objet).

On voit en A la cloche, à l'intérieur de laquelle se trouve la pellicule photographique, portant à sa partie supérieure le tube à rayons cathodiques proprement dit B, et où l'on fait le vide à l'aide d'une pompe préparatoire C et d'une pompe moléculaire D.

Le disjoncteur spécial E, ainsi que la lentille et le diapason qui l'avoisinent, ne servent que lors de l'emploi de l'appareil en basse fréquence.

Pour la haute fréquence on utilise le rupteur synchrone F visible seulement dans la figure 2.

A ces éléments principaux, il faut naturellement ajouter les accessoires comprenant une source de courant oscillant à fréquence un peu grande, réalisée ici par un arc chantant G visible dans la figure 1, et les sources électriques à haute tension, machine électrostatique et transformateur, ce dernier apparaissant en partie dans la figure 2 en H.

Dans cette disposition, les organes principaux sont sur une même table, ainsi que les divers interrupteurs dont la manœuvre doit être aisée. Tout l'appareillage nécessaire pour faire le vide se trouve au-dessous du précédent. Une autre table porte les divers accessoires comme l'arc chantant, les soupapes, le transformateur vertical destiné à exciter la machine électrostatique, celle-ci non visible et encore plus à gauche de la figure 1. L'opérateur se place entre les deux tables, à portée de l'ensemble du matériel (il y a lieu de faire abstraction des entretoises qu'on aperçoit dans ces deux figures et qui ont été nécessitées par le peu de solidité du plancher du laboratoire où est installé cet appareil).

Il est commode de placer l'oscillographe dans une salle un peu grande, à température peu variable, fraîche, dans laquelle on puisse à volonté faire l'obscurité et qu'on éclaire alors avec quelques lampes à écran liquide au bichromate de potassium. Bien que l'appareil soit prévu pour pouvoir être utilisé dans un laboratoire moyennement éclairé par de la lumière blanche, on est beaucoup plus à l'aise quand on peut ouvrir, charger l'appareil, développer et fixer les épreuves dans la salle même où l'on travaille, fortement éclairée par les lampes rouges précédentes sans danger de voile pour les émulsions employées ici.

Je vais maintenant indiquer la manière dont sont réalisées les parties principales de cet ensemble, en donnant d'abord celles qui sont communes aux divers modes d'emploi.

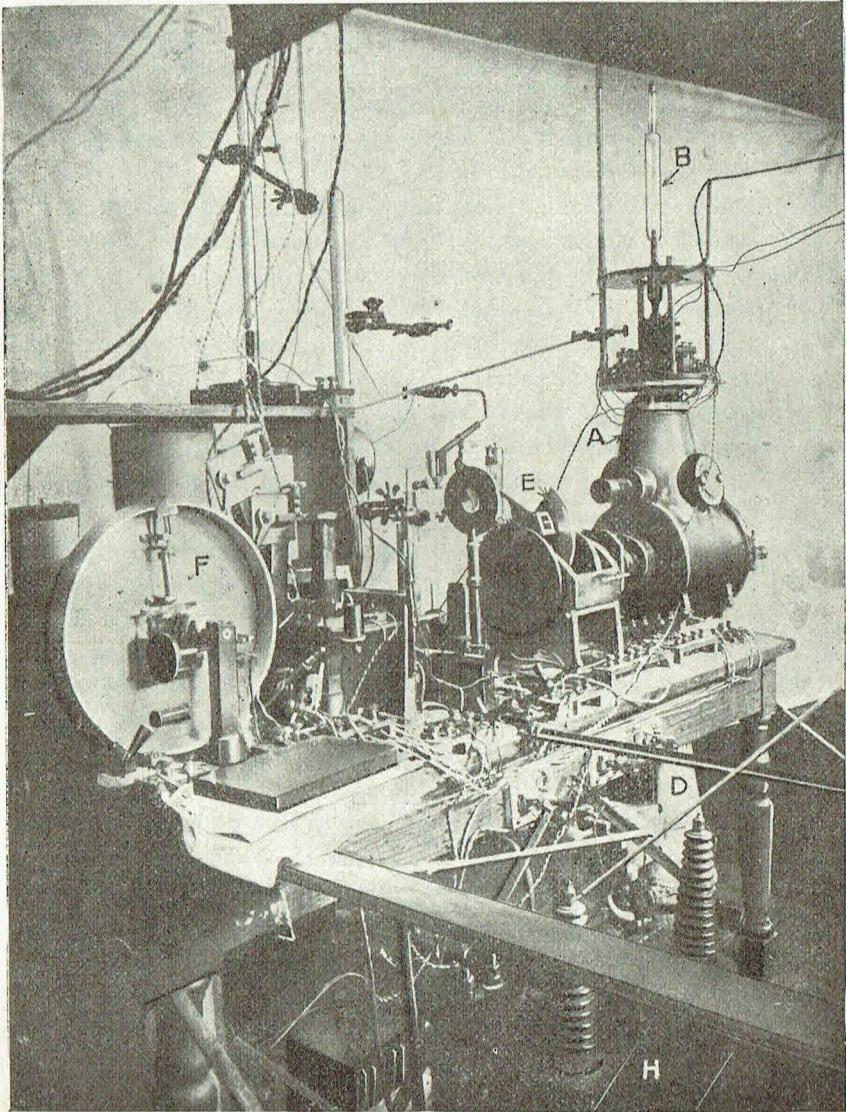


Fig. 2. — Vue d'ensemble du côté rupteur synchrone.

Cloche à vide de l'oscillographe. — La figure 3 représente schématiquement la coupe du corps de l'appareil par un plan passant par son axe de symétrie. La cloche (a), métallique, reposant sur la plaque de fondation (c) reçoit le tube cathodique en verre (d) et est fermée par une porte (b) au travers de laquelle passent les robinets pleins servant

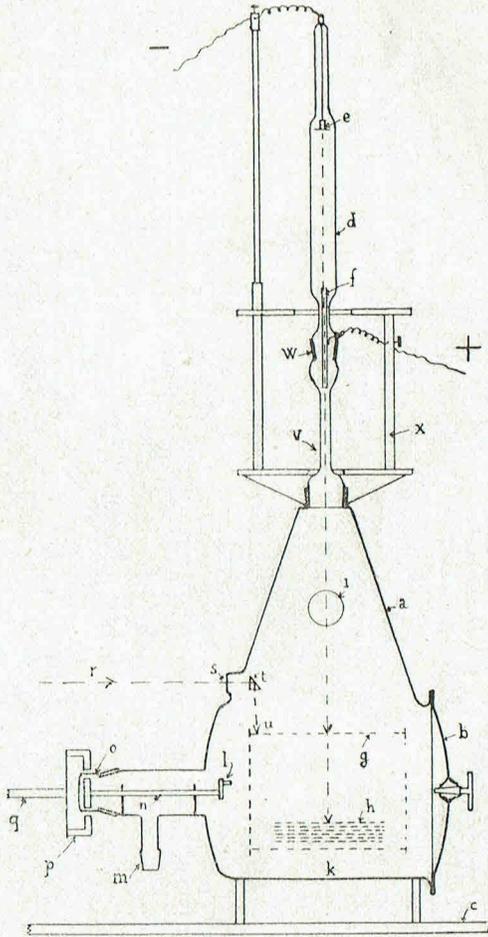


Fig. 3.

à commander de l'extérieur les opérations mécaniques à effectuer dans le vide à l'intérieur de cette cloche. Elle possède à sa partie supérieure une superstructure (x), pouvant tourner autour d'un axe vertical, et destinée à servir de support aux divers circuits qu'on fera agir sur le faisceau cathodique. A son intérieur peut être installé d'abord un cylindre enregistreur (g), recouvert de la pellicule sensible, mobile

autour d'un axe horizontal, et dont le mouvement est commandé de l'extérieur, par entraînement magnétique (*p*) fixé à l'arbre (*q*) du disjoncteur; cette action magnétique motrice s'effectue au travers du capuchon rodé en verre (*o*) et fait tourner l'arbre (*n*) fixé sur l'axe de la grosse tubulure latérale portant la buse (*m*) par laquelle on fait le vide; l'embrayage du cylindre tournant amovible est assuré automatiquement lors de sa mise en place par une petite manivelle (*l*) fixée à l'arbre intérieur (*n*) et qui vient agir sur un doigt solidaire du cylindre tournant.

Pour pouvoir inscrire simultanément le temps, exprimé en fraction de seconde, sur la pellicule photographique mobile, un faisceau lumineux arrivant dans la direction (*r*) traverse la glace (*s*) et après s'être réfléchi sur le prisme à réflexion totale (*t*), fixé à l'intérieur de la cloche, vient s'inscrire en (*u*).

A la place du cylindre tournant précédent, on peut mettre dans l'appareil une interstructure à plaques photographiques représentées schématiquement en (*h*) et qui sont utilisées lors de l'emploi de l'oscillographe pour l'étude des hautes fréquences.

Il est indispensable de placer dans la cloche à vide, en (*k*) par exemple, une nacelle à anhydride phosphorique assurant la dessiccation de l'enceinte, surtout quand l'appareil est garni de ses plaques ou de son film.

Le faisceau cathodique, issu de la cathode (*e*) du tube supérieur, est réduit à l'état de pinceau filiforme par le tube à diaphragme (*f*) qui, relié à la masse métallique de l'oscillographe, constitue l'anode. C'est dans la région (*v*) qu'on fait agir les champs magnétiques et électriques, dont on verra plus loin la disposition, et qui créent les diverses déviations principale ou accessoires que l'on veut enregistrer. Pour se rendre compte immédiatement de la forme et de la grandeur de ces déplacements de la tache cathodique, chacune des interstructures amovibles et interchangeable portant l'une le cylindre tournant, l'autre le système à plaques, a été garnie d'un écran mobile recouvert de platinocyanure de baryum, non dessiné ici, et pouvant pivoter autour de l'axe horizontal (*n*) sous l'action de la manœuvre du robinet central de la porte (*b*). Quant cet écran est en place, il reçoit le choc des rayons cathodiques et au travers des regards (*i*) fermés par une glace, on voit directement sur l'écran les déplacements de la tache, ce qui assure un réglage facile des divers azimuths de ces déviations. En faisant basculer latéralement l'écran fluorescent, on permet au faisceau cathodique de suivre le trajet dessiné et de venir impressionner, le cas échéant, la pellicule tournante ou les plaques photographiques.

Afin d'éviter le voile que produirait la lumière blanche étrangère pénétrant dans l'appareil, les différents regards sont teintés de rouge, et des volets métalliques peuvent, en cas de besoin, les obturer presque complètement.

L'ensemble doit évidemment tenir le vide aussi parfaitement que possible; sa construction doit donc être soignée, d'autant plus qu'ici l'appareil comporte 14 rodages, nombre d'ailleurs excessif et qui est réduit de plusieurs unités dans les appareils faits par le constructeur. Malgré ce grand nombre de rodages, le vide se maintient bien suffisant pour assurer un bon fonctionnement; je n'ai pas rencontré de difficultés dans leur réalisation pour laquelle j'ai dû d'ailleurs employer des moyens à la portée de tout le monde, c'est-à-dire dressage à la pierre et finissage au plan de verre dépoli; seuls les rodages de la porte, qui atteignent un diamètre de 30 centimètres, ont nécessité quelques retouches locales pour corriger les défauts dus à la pénurie des moyens de travail disponibles.

L'expérience a montré que l'obtention du vide convenable au bon fonctionnement du tube est plus rapide au bout d'un certain temps d'usage de l'appareil qu'au début de son emploi. Cela tient à ce que le métal de la cloche a été peu à peu purgé de ses gaz occlus, à la suite des vides répétés qu'il a subis. Il est indiqué, en conséquence, de maintenir l'appareil sous faible pression, par exemple celle obtenue à l'aide de la pompe préparatoire, pendant tout le temps qu'il reste inutilisé.

Pour conserver l'appareil en bon état de service, il est important d'observer constamment certaines précautions. Lors de son emploi, comme on manœuvre assez souvent la porte (*b*), les faces du rodage qui la relie à la cloche restent fréquemment à découvert. Il faut prendre le plus grand soin à ce qu'aucun corps dur ne s'y vienne loger, car sous la force énorme de l'ordre de 700 kgs, due à la pression atmosphérique agissant sur la porte quand on fait le vide, ce corps dur s'incruste dans le métal et détériore le rodage de fermeture. Il faut donc avoir soin d'essuyer avec du papier fin et propre (papier Joseph) les deux faces du rodage à chaque opération avant de le garnir de sa graisse.

Cette graisse doit être elle-même sans corps étranger; le meilleur procédé consiste à utiliser de la vaseline jaune du commerce (graisse d'armes), à la décanter à chaud en ne recueillant que les parties supérieures du liquide et à la conserver à l'abri des poussières. Une baguette de verre, à extrémités bordées, emmanchée à un tampon de peau de chamois fixé par un collier de fil de cuivre nu et qu'on gardera

aussi très propre, servira à garnir très commodément de cette graisse les deux faces du grand rodage.

Enfin il sera bon de s'assurer, à chaque opération, que les robinets de la porte reposent bien au fond de leurs logements.

Tubes cathodiques. — Les divers tubes à décharge qu'on peut monter sur la cloche précédente sont indiqués schématiquement dans la figure 4 dans laquelle A en représente la partie supérieure et B, C, etc., G en sont les parties inférieures.

Les tubes A sont interchangeables et leur rodage inférieur s'adapte

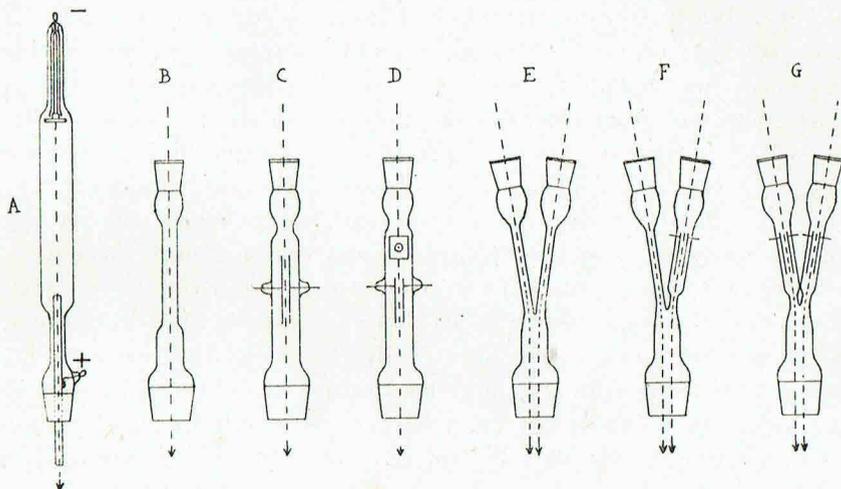


Fig. 4.

dans l'un quelconque des rodages supérieurs des tubes B à G. De même, tous les rodages inférieurs des tubes B à G sont interchangeables et se montent sur le rodage supérieur de la cloche.

L'ensemble A B constitue le tube utilisé pour l'étude des champs magnétiques, ces derniers agissant dans la région étroite de B. La grandeur des déviations obtenues est de l'ordre de 1 millimètre pour un champ d'intensité 30 Gauss environ, supposé effectif sur un parcours des rayons pris égal à 5 centimètres.

L'ensemble A C sert pour l'obtention des courbes de tension; le tube C porte le condensateur intérieur entre les bornes duquel on établit la différence de potentiel étudiée. Ses dimensions n'ont naturellement rien d'absolu et peuvent être choisies arbitrairement. Ici, pour une distance des armatures de 5 millimètres, leur longueur étant d'à peu près 8 centimètres, la déviation de la tache cathodique est d'environ 1 millimètre pour une différence de potentiel de 10 volts entre les armatures. Ce nombre et le précédent sont ceux qu'on obtient

avec un tube se trouvant dans de bonnes conditions de fonctionnement, c'est-à-dire où le vide est assez poussé, et semblent indiquer une vitesse assez grande des rayons, voisine de 100.000 km à la seconde, correspondant à une différence de potentiel aux bornes du tube d'une trentaine de milliers de volts.

L'ensemble AD a été utilisé, comme on le verra plus loin, pour faire agir à la fois deux champs électriques sur le faisceau; le tube D possède, en effet, deux petits condensateurs intérieurs, orientés à angle droit l'un de l'autre.

Les tubes inférieurs doubles E, F, G, une fois garnis chacun de deux tubes A, servent à l'enregistrement simultané de deux courbes de courant ou tension, dans le cas où l'on voudrait étudier des différences de phase et ne pas employer la méthode de polarisation elliptique. Malheureusement, leur dispositif ne peut être utilisé qu'en basse fréquence, et encore seulement dans le cas où l'on ne fait pas agir sur le faisceau d'autre action que celle-là seule qu'on étudie; ils servent donc uniquement avec le cylindre enregistreur tournant, l'axe de ce dernier étant dans le plan des axes des tubes. Pour obliger les deux faisceaux cathodiques à suivre les chemins dessinés dans la figure 4, on dispose, un peu au-dessus de l'endroit où les tubes se séparent, deux petits électro-aimants dont les champs réglables, parallèles et de sens inverses l'un de l'autre, assurent les déviations permanentes des faisceaux, réglées de telle manière qu'ils donnent deux taches cathodiques très voisines et se trouvant sur une même génératrice du cylindre. En outre, pour éviter que les lignes de force de l'un des champs magnétiques oscillants, dans le cas de l'étude de deux courants ou d'un courant et d'une tension, ne viennent troubler les déviations dues à l'autre champ, il faut mettre un écran, réalisé ici par une épaisse lame d'aluminium, entre les deux branches du V constitué par les régions étranglées des tubes E et F.

Les deux tubes cathodiques, ainsi alimentés en parallèle par la source à haute tension, fonctionnent bien simultanément, surtout si l'on a soin de mettre une résistance liquide en série avec chacun d'eux. Mais l'expérience a montré que, bien que l'on ait affaire à un même espace vide, la valeur instantanée de la pression dans chacun des deux tubes n'est pas la même pendant leur fonctionnement par suite du dégagement des gaz de leur paroi sous l'influence du bombardement des rayons cathodiques; la vitesse des électrons émis prend alors des valeurs inégales et variables pour les deux tubes. Les différences de sensibilité qui en résultent pour les tracés ne sont pas gênantes dans les conditions indiquées ci-dessus, mais rendent impos-

sible l'emploi de ces doubles tubes en haute fréquence, où plusieurs champs variables doivent agir. On aurait pu essayer de faire disparaître ce défaut en purgeant les parois de verre par une chauffe prolongée, mais la méthode elliptique est tellement plus commode qu'on ne s'est pas donné la peine de chercher à résoudre cette question.

Quand on veut passer de l'étude d'un courant à celle d'une tension, en utilisant, ce qui est le cas le plus fréquent, les tubes simples, on voit qu'on est obligé de les remplacer l'un par l'autre; cette manœuvre doit être faite avec précaution car leurs rodages inférieurs sont de grandes dimensions. Il est même nécessaire de chauffer le haut de la cloche pour arriver à les retirer de celle-ci; à cet effet, un dispositif de chauffe électrique est placé autour du rodage métallique central; il est même bon d'aider son action par une chauffe directe du haut de la cloche avec la flamme bleue d'un bec Bunsen. Il convient aussi d'attendre que cette région soit suffisamment refroidie avant de remettre le nouveau tube en place.

On peut néanmoins, dans certains cas, laisser monté le tube B

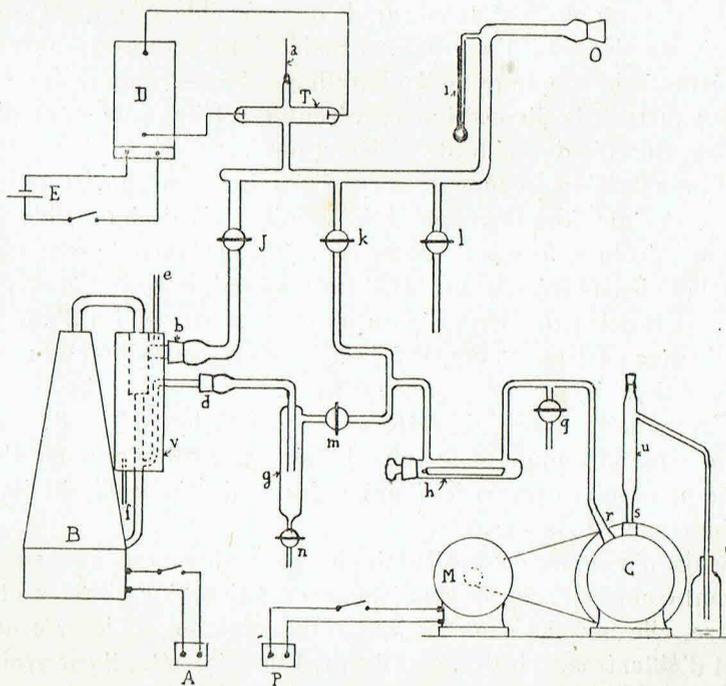


Fig. 5.

spécial à l'étude des courants, et s'en servir aussi pour l'étude des tensions en le garnissant d'un condensateur extérieur jouant le rôle

du condensateur du tube C. Ce dispositif, moins correct mais plus expéditif que le premier, donne d'ailleurs aussi de bons résultats, en particulier en haute fréquence, et dont quelques spécimens se trouvent dans la brochure de 1918 rappelée au début.

La légère complication apportée par l'existence du rodage inférieur du tube A est largement compensée par l'avantage de pouvoir changer immédiatement ce tube quand sa cathode est détériorée; c'est, en effet, ce qui arrive quand des impuretés gazeuses, comme des vapeurs d'essence, ont été par mégarde introduites dans l'appareil ou quand son fonctionnement a été trop intense et trop prolongé. Ce mode de montage permet en outre de pouvoir utiliser pour la partie verrerie une technique de construction et de réglage ayant les qualités de celle qu'on emploie couramment pour réaliser des pièces de mécanique de forme et de qualité définies.

Appareillage pour faire le vide. — L'usage d'un tel oscillographe nécessite l'obtention du vide chaque fois qu'on le garnit à nouveau de son dispositif enregistreur; il faut donc que cette opération soit rendue aussi commode et aussi rapide que possible, ce qui est obtenu aisément par l'emploi d'une pompe moléculaire. On peut naturellement utiliser le montage et l'appareillage de son choix. Je recommande pourtant la disposition représentée schématiquement par la figure 5 et qui m'a donné toute satisfaction.

Une canalisation en tube de verre d'un diamètre un peu grand va de la buse (o) de l'oscillographe à la tubulure (b) de haut vide d'une pompe moléculaire à vapeur de mercure (B), et porte le tube témoin habituel (T) à osmorégulateur (a) et un manomètre à mercure (i).

La canalisation de vide préparatoire commence en (d) d'une part, en (k) d'autre part pour aboutir à la pompe préparatoire (c) du type à palette, actionnée par son moteur (m).

On reconnaît, le long de cette canalisation, le robinet de rentrée d'air (q) pour la pompe et le tube desséchant ordinaire à nacelle (h). Le tube accessoire (u) sert ici à éviter les projections d'huile lors du fonctionnement de la pompe (c).

L'usage d'une pompe moléculaire à vapeur de mercure est particulièrement commode, car sa construction est des plus simples et peu onéreuse, elle marche sans bruit et sans entretien, et le vide qu'elle permet d'obtenir est plus que suffisant. Elle nécessite, il est vrai, une circulation d'eau par les tubes (e) (f) et le seul défaut qu'elle possède est qu'il faut attendre un certain temps, ici environ 20 minutes, avant que le mercure qu'elle contient soit suffisamment chaud.

Pour que ce léger inconvénient n'existe qu'au début d'une période

de travail, on s'est arrangé de manière que cette pompe B soit toujours prête à fonctionner et reste en chauffe, même si la pompe préparatoire est arrêtée. A cet effet la tubulure (*d*) débouche, par un rodage, dans l'ampoule (*g*), à robinet de décharge (*n*), et pouvant être mise en communication avec la canalisation de vide préparatoire par le robinet (*m*).

Quand on ne travaille pas, les robinets (*m*) (*j*) (*k*) (*l*) sont fermés, (*q*) est ouvert. La pompe moléculaire B se trouve donc toujours à la pression très basse obtenue dans une opération antérieure. Au moment d'une période de travail, la pompe moléculaire est mise en chauffe et y reste durant toute cette période; on effectue le vide préparatoire dans l'oscillographe (robinets (*q*) et (*k*), en s'aidant de l'observation du manomètre (*i*). Quand il est achevé, on ferme (*k*), et l'ouverture successive de (*m*) puis de (*j*) permet à la pompe moléculaire d'agir à son tour. On observe les progrès du vide au tube témoin (T) d'abord, puis au tube oscillographique lui-même jusqu'à ce qu'il ait atteint l'état convenable qu'un peu d'expérience fait immédiatement reconnaître; en particulier, la tache cathodique de l'écran fluorescent doit être fine, brillante et à bords aussi nets que possible.

A la fin de l'opération, l'arrêt de la pompe préparatoire doit être précédé de la fermeture du robinet (*m*). La rentrée d'air dans l'oscillographe s'effectue par le robinet (*l*), alors seul ouvert.

Avec cette disposition, il est facile de faire plusieurs fois le vide cathodique durant un après-midi, et d'obtenir par conséquent 4 à 6 films de cylindre tournant ou de 20 à 30 plaques de haute fréquence.

Pour éviter tout déplacement relatif des pièces des divers rodages (*o*) (*b*) (*d*), il est bon de les garnir d'un étrier de maintien et d'assurer aux tubes qui y arrivent, une flexibilité suffisante qu'on obtient en leur donnant une forme contournée qu'on pourra reconnaître dans la figure 1; on est ainsi protégé contre les fuites qui résulteraient des dilatations et déformations dues aux variations de température de la salle.

III. — Équipement et usage de l'appareil pour les basses et moyennes fréquences.

Cylindre enregistreur. — Quand l'oscillographe doit servir à l'étude des phénomènes de basse et moyenne fréquence, c'est-à-dire de fréquence comprise entre 0 et quelques dizaines de mille par seconde en oscillations entretenues, ou quelques centaines de mille par seconde en oscillations amorties, l'interstructure mise dans la cloche

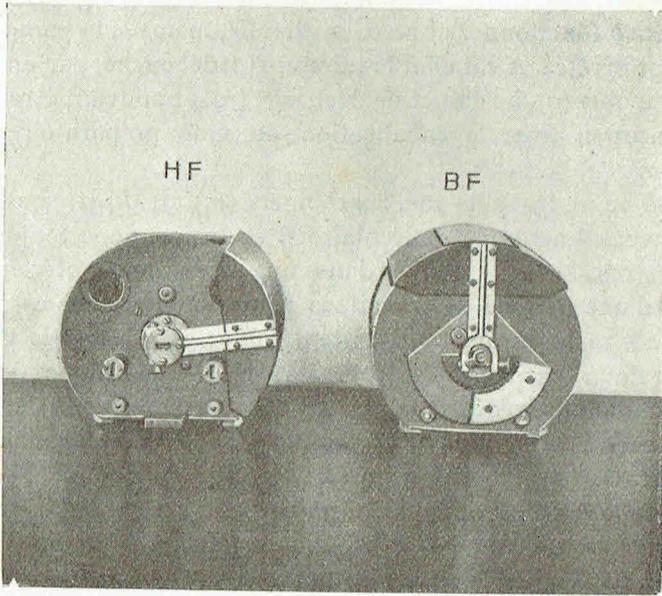


Fig. 6. -- Interstructures haute et basse fréquence.

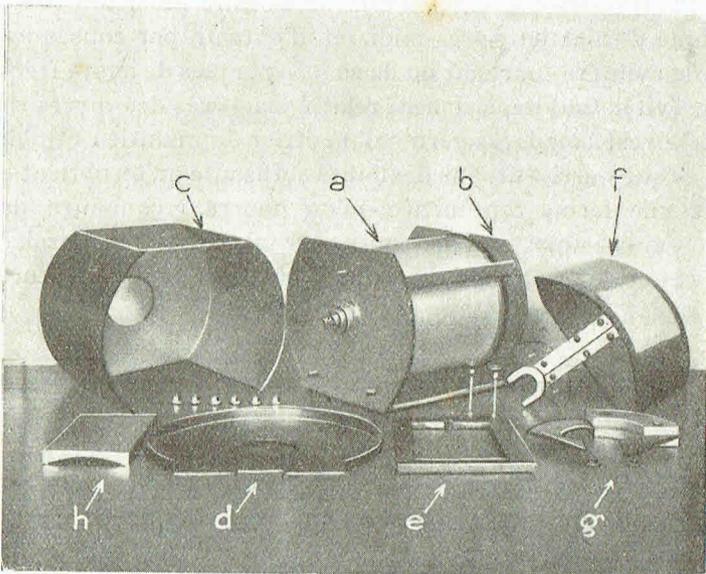


Fig. 7. -- Détails de l'interstructure basse fréquence.

est celle du cylindre tournant. La photographie BF de la figure 6 montre cette interstructure montée, vue par l'arrière, et prête à être mise dans l'appareil (la photographie HF est relative à l'interstructure pour haute fréquence, vue par l'avant, et qui sera décrite ultérieurement).

Les différentes pièces relatives au cylindre enregistreur sont données par la figure 7 qui représente l'état du système au moment où l'on change la pellicule photographique. Celle-ci a comme dimensions $485 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ et est fixée à la manière habituelle employée dans les instruments enregistreurs par une barrette amovible parallèle à l'axe de rotation. Le cylindre, qui a 150 mm. de diamètre et 150 mm. de longueur, reste solidaire du bâti (*b*) sur lequel viennent s'adapter les autres pièces destinées à protéger le film photographique contre la lumière étrangère : à cet effet, on glisse le fourreau (*c*) autour du bâti (*b*), on le garnit de son diaphragme supérieur (*e*), puis on met en place la plaque antérieure (*d*) et l'on assujettit l'ensemble à l'aide des écrous convenables. On recouvre alors le tout de l'écran fluorescent (*f*) qu'on immobilise à son tour et qu'on garnit enfin de son contre-poids (*g*).

On voit au centre de la photographie HF de la figure 6, où l'écran fluorescent est rabattu, la rainure dans laquelle vient s'encastrier la clef du robinet central de la porte de l'oscillographe, et qui sert à la commande du mouvement de l'écran, la même en basse et haute fréquence.

Procédés d'enregistrement. — La vitesse de rotation du cylindre précédent étant de l'ordre d'une dizaine de tours par seconde, on voit immédiatement que si l'on fait fonctionner le tube cathodique sans précaution, l'inscription sur le film photographique sera effectuée durant plusieurs tours successifs et le tracé obtenu pourra être inextricable.

Pour éviter cet inconvénient, un premier procédé consiste à réaliser l'équivalent du déplacement longitudinal du style ou du cylindre des appareils enregistreurs ordinaires ; ici, à l'aide d'un champ magnétique variable, on pourra provoquer un déplacement sinon uniforme, du moins régulier, de la tache cathodique dans une direction parallèle à l'axe du cylindre.

Un second procédé consiste à faire en sorte que le tube cathodique ne s'illumine que pendant un tour du cylindre enregistreur ; on y arrive par l'utilisation d'un disjoncteur spécial.

Je vais d'abord décrire cette dernière méthode qui donne de meilleurs résultats que la précédente.

Disjoncteur pour basses et moyennes fréquences. — Cet appareil, qui porte la commande magnétique provoquant le mouvement de rotation de la pellicule photographique, doit limiter à un tour effectif du cylindre la durée du fonctionnement du tube cathodique; il permet aussi la fermeture ou l'ouverture en temps utile de circuits électriques accessoires actionnant des relais nécessaires dans certains cas.

La figure 8 le représente tel qu'il a été réalisé; la figure 9 en donne

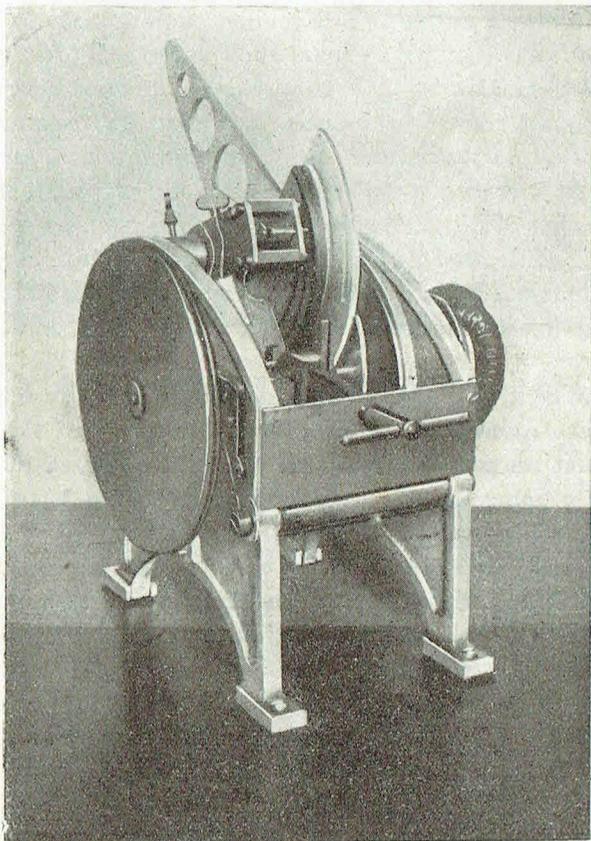


Fig. 8. — Disjoncteur pour basse fréquence.

schématiquement les organes principaux, et, à la même occasion, indique le montage général du circuit d'alimentation du tube.

Le disjoncteur proprement dit comporte un volant (z), qui est mis en rotation à l'aide d'un moteur électrique accessoire, et qui porte une rainure hélicoïdale (f) dans laquelle peut entrer, à la volonté de l'opérateur, un doigt (c) pouvant se déplacer parallèlement à l'axe de

l'appareil; ce doigt (*c*) est solidaire d'un bras métallique (*a*) pivotant autour de l'axe de rotation (*b*). Quand le volant tourne dans le sens de la flèche (*h*), il suffit de tirer brusquement sur la poignée (*e*), pour que le crochet terminant la tige (*d*) oblige le doigt (*c*) à s'engager dans la rainure. Pour que cette opération puisse être effectuée à coup sûr et sans danger, une came, fixée sur l'arbre du disjoncteur et agissant sur une détente de sécurité, détermine automatiquement la liberté de fonctionnement de la poignée tirée par l'opérateur; l'action du crochet (*d*) sur le doigt (*c*) est ainsi rendue effective à une phase convenable de la rotation du disque, celle correspondant au moment où la rainure s'offre au doigt (*c*). Celui-ci peut être mis, à volonté, pendant que le volant reste en rotation, soit dans la position précédente pour laquelle la manœuvre de la poignée (*e*) est suivie d'effet, soit dans la position de repos supprimant toute rotation pour le bras (*a*).

Autour de la borne isolée (*s*) peut pivoter une tige conductrice (*n*) commandée par la tige isolante (*m*) fixée à frottement doux à l'extrémité du bras (*a*). Au moment où, sous l'action du disjoncteur, ce dernier bascule dans le sens de la flèche (*x*) de la position (*a*) à la position (*a'*), la tige (*n*) est temporairement entraînée dans le sens (*y*), de sorte que la rupture du contact (*o*) est suivie de l'établissement du contact (*p*). La source électrique à haute tension étant supposée en fonctionnement, on voit que dans la première position de (*n*) c'est le tube accessoire (*t'*) qui est seul illuminé; aussitôt que la position (*n'*) est atteinte, c'est, au contraire, le tube cathodique de l'oscillographe, dessiné schématiquement en (*t*), qui s'illumine et produit alors l'enregistrement effectif; celui-ci dure pendant le temps de la descente du bras (*a*) et cesse par l'extinction du tube (*t*) quand, le bras occupant la position (*a'*), les deux électrodes de ce tube sont réunis à la masse métallique de l'appareil par le disjoncteur. Tous les supports verticaux, dans la figure, sont ici isolants.

Il est nécessaire d'utiliser un tube accessoire (*t'*), de résistance à peu près équivalente à celle du tube principal (*t*), surtout quand la source électrique à haute tension est une machine électrostatique, et afin que cette source ait atteint son état de régime au moment de l'enregistrement effectif; si l'on n'observe pas cette précaution, la tension aux bornes change, en effet, au début du fonctionnement du tube, et le tracé obtenu correspond à une sensibilité variable du faisceau cathodique.

Il vaut mieux ne pas dépasser une vitesse de rotation du disque (*z*) de l'ordre de 10 tours par seconde, bien qu'on puisse sans danger atteindre celle de 15 tours au besoin. La vitesse linéaire correspon-

dante du film photographique est donc à l'ordinaire de 4 à 5 mètres par seconde. Pour qu'on puisse se rendre compte immédiatement de la vitesse de rotation du disjoncteur, et comme il est difficile d'estimer à l'oreille des vitesses de l'ordre de 10 tours par seconde, un petit système réducteur de vitesse, calé sur l'arbre de l'appareil (et dont on peut apercevoir un fragment à côté de la poulie sur la figure 8), produit un choc chaque fois que le disque du disjoncteur a fait 5 tours; l'estimation de la vitesse de rotation est ainsi rendue très facile. On verra plus loin comment on peut la mesurer d'une manière plus précise.

Dans ce montage, la source électrique peut être indifféremment une machine électrostatique ordinaire à 2 plateaux, ou un transformateur à haute tension, montés comme l'indique la figure 9.

C'est la machine électrostatique qui donne les enregistrements les plus beaux et les plus fins, mais quand elle est d'une faible puissance, comme celles des machines de type courant à deux plateaux, elle ne permet pas de dépasser les fréquences de quelques dizaines de mille par seconde, la vitesse relative de la tache cathodique par rapport au film devenant au delà trop grande pour que l'impression soit suffisante. On n'aime pas en général se servir d'une telle machine à cause des difficultés d'amorçage et des changements de polarité qu'elle présente souvent; il est aisé de faire disparaître ces défauts en opérant comme l'indique la figure 9, où le circuit relatif à cette source particulière est représenté en pointillé de la borne (u) à la borne (s).

La machine électrostatique est représentée schématiquement en (E); pour assurer son amorçage et la constance de sa polarité, on a placé derrière les plateaux, vis-à-vis de l'extrémité supérieure du conducteur diamétral antérieur, un secteur métallique (F) isolé, fixé au bâti de la machine, et qu'on charge négativement de temps en temps, à l'aide d'une bobine d'induction ordinaire (I) dont le secondaire contient en série une soupape (N) convenablement connectée; le primaire fonctionne ici à l'aide d'un Wehnelt (H). Dans ces conditions, la machine fournit toujours un courant du sens convenable, quelles que soient les circonstances, comme il est aisé de s'en rendre compte en se rappelant la théorie classique de ces sources à haute tension.

Le circuit en trait plein, allant de la borne (u) à la borne (s) dans la figure 9, correspond à l'usage d'un transformateur (T) à courant alternatif, pouvant donner de 50.000 à 60.000 volts au secondaire, et qui remplace la machine précédente quand on a besoin d'une puissance plus élevée.

En série avec le secondaire (S) du transformateur, on dispose une

ou deux soupapes à haute tension (M) d'un type quelconque, afin de n'utiliser que l'alternance pour laquelle la borne (s) est négative; une résistance liquide (W), variable, d'eau ou d'alcool, dans un tube étroit de quelques centimètres de longueur, limite le débit. Mais avec cette disposition, le tube ne s'illumine qu'à chaque demi-période et, par conséquent, le film photographique n'est pas utilisé en entier. Pour assurer la permanence du fonctionnement du tube, on ajoute en dérivation, aux bornes du secondaire, un condensateur volant (C) de grande capacité, de l'ordre du centième de microfarad et capable de supporter les tensions élevées.

Quand on veut seulement essayer la manière dont le tube se comporte, il est indiqué de l'alimenter à charge réduite; aussi a-t-on placé, dans ce but, sur le primaire (P) du transformateur, outre le rhéostat de réglage (R'), un autre rhéostat (R) qu'on court-circuite, au contraire, par (K) au moment de l'enregistrement effectif; ce dispositif préserve le tube contre l'usure due à un fonctionnement intensif inutile.

Enfin, l'opérateur ayant ses deux mains occupées, l'une au circuit de la lampe qu'on verra tout à l'heure, l'autre à la poignée du disjoncteur, il est commode de prendre pour L, un interrupteur à pied, de façon que le tube ne s'illumine que juste le temps utile.

Malgré la présence du condensateur volant, la tension aux bornes du tube varie synchroniquement avec le secteur, de sorte que la ligne du zéro des déviations est un peu ondulée; cet inconvénient, notable en très basse fréquence, est tout à fait négligeable dès que la fréquence du phénomène étudié devient un peu grande.

La durée de l'enregistrement effectif correspondant à un tour du cylindre est, comme on l'a vu, d'environ un dixième de seconde; il peut arriver qu'on désire étudier un phénomène ne se produisant qu'une fois, et il faut, par conséquent pouvoir le provoquer dans l'intervalle de temps correspondant à ce dixième de seconde. C'est pour cela que le bras (a) du disjoncteur porte deux paires de balais, dont la position est réglable à volonté, et qui sont reliés aux fils (i) et (j); ils frottent sur des secteurs (k) et (l) solidaires de ce bras; ils permettent d'établir ou de couper un courant auxiliaire commandant un relai dont le fonctionnement détermine le phénomène à étudier.

La mesure précise de la vitesse de rotation du cylindre, vitesse qui est d'ailleurs presque rigoureusement uniforme, se fait à l'aide de l'enregistrement d'un faisceau lumineux qui se projette en (r) dans la figure 9 et qui traverse le bras (a), dans la fente circulaire (g), pendant son mouvement de bascule; par conséquent, l'impression photographique due à ce faisceau lumineux ne se produit que durant le tour du

cylindre correspondant à l'enregistrement effectif. La figure 10 montre la marche de ce faisceau, et en même temps le montage général des autres accessoires relatifs à la basse fréquence.

Le faisceau lumineux issu d'une lampe mignonnette à azote (s), à filament rassemblé, traverse une fente étroite (f) fixée à l'une des branches d'un diapason (h) entretenu électriquement, l'autre branche portant une fente très large (f') dont le rôle est simplement d'équilibrer l'action de la fente (f). Une lentille convergente (L) donne, du filament de la lampe, une image en (r) dans le plan du bras (a) du disjoncteur qu'on a vu précédemment; quand le bras (a) pivote, la lumière qui passe au travers de la fente circulaire du disjoncteur vient donner une image nette de la fente (f) sur une autre fente étroite immobile (F) portée par la cloche (o) de l'oscillographe. La lentille (L')

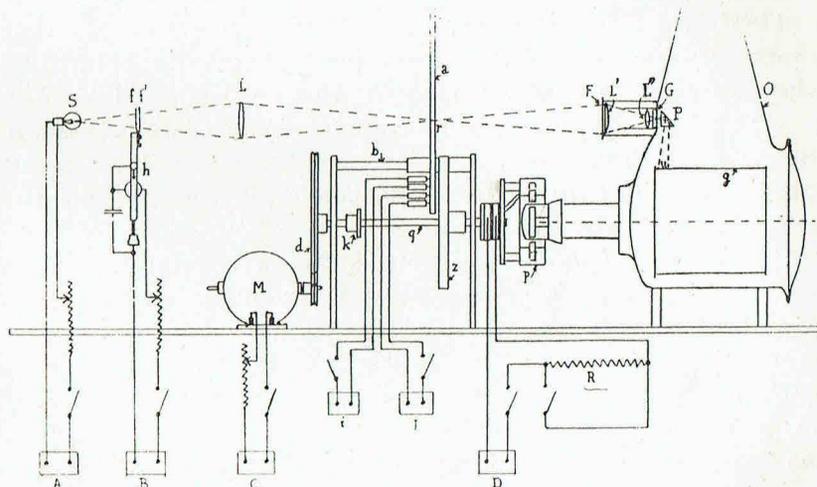


Fig. 10.

concentre la lumière dans la région de la glace (G) et du prisme à réflexion totale (P) de petites dimensions, tandis que la lentille (L') fournit de la fente (F) une image nette en (u) sur le cylindre enregistreur (g).

Quand le diapason vibre, l'image de la fente (f) qui se forme sur l'autre fente (F) vibre aussi, et cette dernière est ainsi périodiquement éclairée; on enregistre donc en (u) une série d'éclairs lumineux se succédant à des intervalles de temps égaux à la durée d'une demi-période du diapason. Celui-ci donnant environ ici 192 vibrations simples à la seconde, l'écart des éclairs successifs sera donc d'à peu près 2 centimètres sur le film dans les conditions ordinaires où le cylindre tourne

à raison de 10 tours par seconde. On ne verra pas toujours ces éclairs parfois peu intenses dans les reproductions des spécimens d'enregistrements qu'on trouvera plus loin, bien qu'ils se trouvent cependant sur les originaux dont elles proviennent.

La figure 10 permet aussi de se rendre compte des détails d'installation, comme des positions relatives du moteur (M) entraînant le disjoncteur et de la commande magnétique du mouvement du cylindre enregistreur, ainsi que du petit appareillage électrique usuel nécessaire. La commande magnétique, qui s'effectue par l'électro-aimant circulaire (*p*) à plusieurs pôles, n'est pas très puissante en régime normal, à cause du jeu assez grand qu'il faut laisser entre les pièces polaires intérieures et extérieures par suite de la présence du capuchon de verre dans l'entrefer; il en résulte qu'il est commode d'augmenter sa puissance, au démarrage, en court-circuitant temporairement le rhéostat (R). De même, il est nécessaire que la mise en route du moteur (M) soit progressive, pour que les dents des deux rotors de la commande magnétique (*p*) restent bien en regard les unes des autres; c'est pourquoi on a mis un rhéostat réglable dans le circuit du moteur; en général, cette précaution ne suffit pas et il est bon de régler à la main, en agissant sur la poulie (*d*), l'accroissement de vitesse du disjoncteur au démarrage.

Première technique avec disjoncteur. Basses fréquences. — Quand les phénomènes étudiés présentent des variations peu rapides, le solénoïde où passe le courant étudié (ou le condensateur pour courbes de tension) est orienté de façon que les déviations de la tache cathodique soient parallèles à l'axe du cylindre tournant. Dans les conditions précédentes, un phénomène durant 1 millième de seconde sera donc étalé sur une longueur de 4 à 5 mm, ce qui permet de discerner des oscillations amorties jusqu'à des fréquences atteignant 8.000 à 10.000 par seconde au maximum. La source la plus commode est ici la machine électrostatique et les déviations peuvent être grandes et atteindre plusieurs centimètres. Mais alors le réglage de l'orientation du champ agissant sur le faisceau doit être assez soigné afin que la courbe obtenue après développement soit bien rapportée à deux axes rectangulaires.

Dans le cas d'un champ magnétique, on y arrive facilement en utilisant un repère fixé à la superstructure de l'oscillographe et se déplaçant devant un cercle gradué solidaire de la cloche. On fait trois enregistrements successifs sur le même film, l'un avec le cylindre en rotation et le faisceau cathodique immobile, les deux autres avec le cylindre immobile et le faisceau soumis à l'action du champ étudié

pour deux positions repérées de la superstructure portant le solénoïde. Un calcul simple de proportions donne la bonne place de cette superstructure.

Le réglage est le même lors d'une courbe de tension obtenue avec un condensateur extérieur au tube; il est un peu moins commode quand le condensateur est porté par le tube cathodique, car c'est celui-ci qu'il faut alors mettre dans le bon azimuth.

Enfin, dans ce mode d'emploi, on peut obtenir très facilement la ligne du zéro des déviations par un enregistrement supplémentaire, le faisceau cathodique étant seul immobile.

(*A suivre.*)

A. DUFOUR,

Chargé de cours à la Sorbonne.

Résumé des résultats techniques obtenus par la Section américaine des signaux U. R. S. I. sur la mesure des signaux et des perturbations atmosphériques (¹).

On a fait des mesures depuis 1915, au laboratoire naval de radiotélégraphie, sur l'intensité du champ de Nauen. Les observations montrent des variabilités très accentuées non seulement à différentes heures du jour, mais de mois en mois et d'années en années. Ces variations ont été grandes au point d'annihiler pratiquement l'effet de l'augmentation de la puissance émettrice de Nauen dont le courant d'antenne a été porté de environ 240 ampères en 1915 à 380 ampères en 1921.

Récemment, on a effectué des comparaisons instructives entre la variabilité des signaux de Nauen ($\lambda = 12\,500$ m) et de ceux de Lafayette ($\lambda = 23\,400$ m). Pendant le mois de juin de cette année, Nauen dans la matinée avait une puissance égale aux deux tiers de celle de Lafayette, mais presque tous les après-midi avant trois heures cette puissance devenait trop petite pour être mesurée par nos appareils, elle était probablement inférieure à 3 microvolts par mètre. Dans les mêmes conditions, Lafayette à trois heures n'avait que le quart ou la moitié de la valeur accusée dans la matinée.

On peut constater cette dégradation de puissance de Nauen sur la plus grande partie de notre côte de l'Atlantique; mais à la partie nord du Maine (Otter Cliffs), le phénomène est moins marqué, et n'est pas

(¹) Communication de M. L.-W. Austin à la réunion de l'U. R. S. I., à Bruxelles, juillet 1922.

plus grand que celui constaté pour Lafayette à Washington. Cette différence indique que la plus grande partie de la dégradation de la puissance a lieu à une petite distance de la station réceptrice.

Les observations faites sur les perturbations atmosphériques dans les différentes parties des États-Unis par la Marine, et dans l'Amérique du Sud par la « Radio Corporation », ont montré que les conditions de réception à travers les perturbations varient beaucoup suivant les endroits; par exemple, dans la Californie du Sud, il y a plusieurs endroits où les perturbations atmosphériques sont tellement dirigées, venant de l'est, qu'elles peuvent être pratiquement éliminées, quand on reçoit des signaux de l'ouest, par une réception unilatérale. De cette manière on a obtenu une réception pratiquement parfaite des signaux des Philippines à une distance de 11 000 km avec moins de 200 ampères dans l'antenne émettrice.

On a constaté que fréquemment les perturbations atmosphériques viennent des régions montagneuses, et que les grandes villes sont aussi des centres de perturbations, mais à un degré moindre que les montagnes. Il est probable que dans les deux cas les courants d'air ascendants ont une influence sur les perturbations.

On a aussi constaté que la plus grande partie des perturbations voyagent au-dessus de la surface de la terre sous forme d'ondes, exactement comme les ondes émises par une station. Dans certains cas, elles semblent consister en pulsations simples, tandis que dans d'autres, elles sont constituées par des trains de petites ondes.

Conclusions.

I. — Pour une réception à longue distance, les très grandes ondes donnent une transmission plus fidèle que les petites.

II. — Il n'est probablement pas possible d'assurer une communication constante à des distances supérieures à 6000 km par la seule puissance.

III. — On devra rechercher une amélioration principalement dans la réception, et spécialement dans la recherche de stations réceptrices pour lesquelles la dégradation du signal est négligeable, et où les perturbations atmosphériques sont suffisamment dirigées pour pouvoir être largement éliminées.

Attendu que les perturbations atmosphériques viennent presque toutes de la terre, il vaut mieux placer les stations réceptrices le plus près possible de la côte, quand elles sont destinées à recevoir des signaux traversant de grandes étendues d'eau comme l'Océan Atlantique.

L.-W. AUSTIN.

ANALYSES ET BIBLIOGRAPHIE ⁽¹⁾

ÉMISSION

Multiplicateur statique de fréquence pour l'obtention industrielle de très hautes fréquences en télégraphie sans fil; MARIUS LATOUR. *Radioélectricité*, juin 1922.

Les alternateurs à haute fréquence permettent de produire directement des courants de l'ordre de 30.000 à 40.000 périodes par seconde dans des conditions de bon rendement. On utilise de préférence, soit des alternateurs homopolaires à grande vitesse périphérique de 250 mètres par seconde, soit des alternateurs homopolaires à nombre d'encoches réduit sur le stator, qui ont une vitesse périphérique relativement faible de 150 mètres par seconde. En introduisant une plus grande vitesse périphérique dans les alternateurs à nombre d'encoches réduit sur le stator, on peut atteindre une fréquence de 50.000 à 60.000 périodes par seconde; mais il ne semble pas que l'on puisse réaliser industriellement, dans de bonnes conditions mécaniques et électriques, des fréquences plus élevées avec des alternateurs haute-fréquence. Il est cependant indispensable d'obtenir des fréquences supérieures, notamment pour les puissances de 5 à 20 kilowatts, si l'on veut concurrencer avec des machines les tubes à 3 électrodes dont le développement va croissant.

C'est en vue de cet objet que l'auteur a cherché à améliorer les multipl-

teurs statiques de fréquence dont le fonctionnement repose sur le phénomène de la saturation des courants magnétiques. Il est avantageux de rechercher tout d'abord une substance magnétique se saturant pour une induction plus faible que le fer, et possédant à la fois un faible coefficient hystérique et une forte résistivité, en même temps que des qualités mécaniques permettant l'obtention de tôles de 0,05 mm environ d'épaisseur. L'auteur donne les caractéristiques d'un alliage spécial, qui réunit ces avantages. Grâce à cet alliage et à l'emploi de montages particuliers destinés à mettre en évidence l'harmonique 3 d'un alternateur dans de bonnes conditions de rendement, on peut réaliser des appareils pratiques, capables de donner, par triplage de fréquence, 12 à 15 kilowatts à 100.000 périodes par seconde.

L'auteur conclut en disant que, grâce à ces appareils, il n'y a plus de limite à la fréquence des courants que l'on peut obtenir industriellement à partir des machines tonnantes — C.

LAMPES

Les lampes à 4 électrodes et leurs circuits (Discussion devant la *Wireless Society of London Wireless World*). — Le capitaine Donisthorpe rappelle la lampe à 4 électrodes de Fleming, puis décrit les lampes à 4 électrodes récemment réalisées par

(¹) L'analyse des revues concernant la radiotélégraphie est assurée par les soins de MM. BERGERON, capitaine au centre radiotélégraphique de la Tour Eiffel (analyses signées Be); BION, capitaine de corvette (analyses signées Bi); CLAVIER, ingénieur à l'établissement central du matériel de la Radiotélégraphie militaire (analyses signées C.); JOUAUST, ingénieur électricien, professeur à la section de radiotélégraphie de l'École supérieure d'Electricité (analyses signées J.); MESNY, professeur d'hydrographie (analyses signées My); METZ, capitaine à l'établissement central de la Radiotélégraphie militaire (analyses signées Mz); commandant PÉRIER, de l'artillerie coloniale (analyses signées Pr); PLANIOL, ingénieur E. S. E. (analyses signées Pl); RIVET, ingénieur E. S. E. (analyses signées R.) Ces analyses seront classées par rubrique suivant le sujet auquel elles se rapportent.

de la Compagnie Marconi et leur mode d'emploi.

Ces lampes comportent essentiellement 2 grilles placées entre le filament et la plaque, la première constituée par un fil enroulé en hélice, la seconde par un grillage serré.

En utilisant ces lampes suivant le montage de la figure 1, on réalise dans

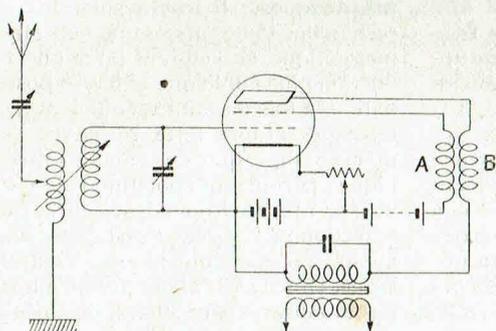


Fig. 1.

la même lampe une amplification haute fréquence et une détection.

La 2^e grille fonctionne comme la plaque d'une lampe amplifiant la haute fréquence, le courant ainsi amplifié agit par l'intermédiaire du transformateur A B sur la plaque et celle-ci se comportant par rapport au filament comme une valve ordinaire produit la détection.

Avec un montage comme celui de la figure 2, les courants de basse fré-

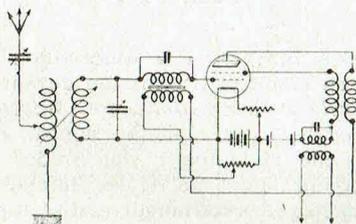


Fig. 2.

quence produits par la détection sont renvoyés sur la première grille, la seconde grille se comportant encore comme une plaque et on produit ainsi une amplification de basse fréquence.

Les condensateurs placés en dériva-

tion sur les enroulements des transformateurs de basse fréquence ont pour but d'assurer la séparation de la fréquence musicale et de la haute fréquence.

M. Scott-Taggart affirme qu'à son avis, il est mauvais de vouloir faire jouer plusieurs rôles à la même lampe; par exemple, de l'utiliser comme amplificateur de haute et de basse fréquence. La lampe, dans ce cas, s'acquitte moins bien de chacune de ces diverses fonctions que si elle n'en avait qu'une seule à remplir.

Il indique qu'il a réalisé une lampe à 4 électrodes baptisée « négatron » qui, convenablement connectée à un circuit, se comporte comme une résistance négative.

Les 4 électrodes sont : le filament, 2 plaques plates placées de part et d'autre du filament et une grille intercalée

entre une des plaques et le filament. Ces 2 plaques sont portées à des tensions positives par rapport au filament. Ce dernier est peu chauffé et les tensions des deux plaques sont suffisamment élevées, puisque le courant capté par ces deux plaques est précisément égal au courant de saturation du filament. Dans ces conditions, si on réalise un montage comme celui

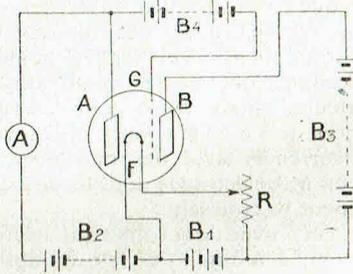


Fig. 3

de la figure 3, une augmentation de la tension appliquée à la plaque A, tend à augmenter le courant absorbé par cette plaque, mais la différence de potentiel entre la grille et le filament augmente également, le courant

absorbé par la plaque B tend à augmenter, et comme la somme des courants des deux plaques doit rester constant, finalement le courant de la plaque B diminue.

La figure 4 donne un exemple de négatron employé comme hétérodyne. La première lampe connectée au cir-

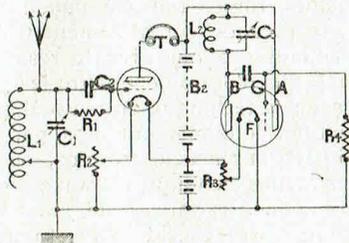


Fig. 4.

cuit oscillant est une lampe montée en détecteur. La même batterie B_2 alimente la plaque de cette lampe et les deux plaques du négatron.

Au lieu d'être réunie à l'une des plaques par une batterie d'accumulateurs comme dans la figure 3, la grille lui est réunie par l'intermédiaire d'un condensateur C, cette grille étant maintenue à un potentiel convenable par rapport au filament, grâce à une résistance élevée R_1 qui la réunit à la batterie de chauffage. C'est au fond le dispositif utilisé dans les amplificateurs à résistance. Dans ces conditions, il se produit des oscillations de haute fréquence dont la période est celle du circuit $L_2 C 3$.

L'auteur signale qu'il a utilisé également des lampes à 2 grilles, l'une destinée à l'amplification de la haute fréquence, l'autre de la basse fréquence.

La figure 5 représente un amplifi-

cateur à 3 lampes utilisant 2 de ces lampes.

Les oscillations amplifiées par la première lampe sont donc renvoyées par le transformateur de haute fréquence L_2 sur la première lampe, détectée par la troisième lampe qui est du type à 3 électrodes, puis, grâce aux transformateurs à basse fréquence T_1, T_2 , les courants de fréquence musicale sont renvoyés et amplifiés par les deux premières lampes — J.

DIVERS

Les machines à cryptographier et leurs applications dans la télégraphie sans fil; Lieutenant-Colonel GIVIERGE. *Génie civil*, tome LXXXI, n° 10. — Bien que la correspondance des grands postes soit protégée par les conditions mêmes de leur transmission, par la difficulté, par exemple, de lire les messages à la vitesse où les signaux se succèdent avec les appareils automatiques, il est néanmoins à craindre que les radiotélégrammes en clair puissent être entendus par des indiscrets, et que ceux-ci fassent abus de renseignements obtenus par cette voie; actuellement le secret télégraphique n'est pas assuré par la télégraphie sans fil comme il l'est par la télégraphie avec fil. Aussi, on constate que le pourcentage des télégrammes chiffrés a tendance à augmenter. Sans doute, l'avantage d'employer des codes où une longue phrase est remplacée par un mot codique, taxé comme un seul mot, ou même comme une partie de mot (puisque l'expéditeur peut accoler jus-

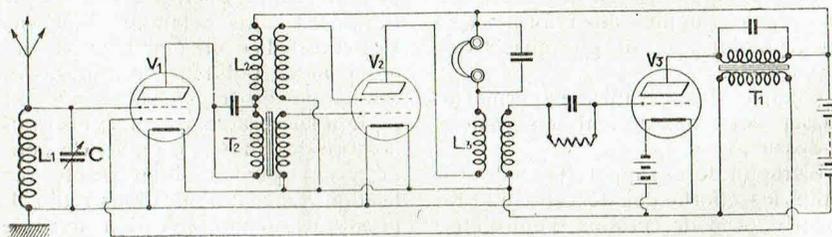


Fig. 5

qu'à dix lettres, pourvu que l'ensemble soit prononçable), est-il pour une grande part dans l'abandon des communications en clair; mais il est probable que le désir de conserver le secret sur les sujets traités intervient également dans le même sens. La télégraphie sans fil favorise l'emploi de la cryptographie.

On sait que les systèmes cryptographiques se classent en deux grandes séries : 1^o celle dite des *systèmes de transposition*, où les caractères du texte clair sont mélangés entre eux de manière à donner une suite illisible, où seul le fil d'Ariane constitué par une clef permet au destinataire de retrouver la succession de ces caractères, mais où ces derniers restent eux-mêmes (A reste A, B reste B, etc.); 2^o celle, dite des *systèmes de substitution*, où les caractères sont remplacés par d'autres (autres lettres, groupe de deux lettres ou de chiffres, etc.), suivant des lois plus ou moins compliquées. Quand on emploie des dictionnaires ou codes, des mots ou des phrases entières sont remplacés par des groupes de chiffres ou de lettres.

Beaucoup de systèmes employés pendant la guerre ont été la superposition d'une substitution et d'une transposition, ou de deux substitutions; dans la pratique, on ne constate presque jamais la superposition de plus de deux opérations : les réclamations des chiffreurs contre un travail par trop long et fastidieux, et l'influence des erreurs de transmission ou de chiffrement rendant absolument impossible, pour le destinataire lui-même, la reconstitution du document tronqué, arrêtent à cette limite la complication des méthodes, et c'est parmi des cryptogrammes ainsi formés que les cryptologues ont pu réussir des traductions.

L'emploi des mécanismes permet de passer outre aux difficultés signalées ci-dessus.

L'emploi de ces appareils rendra-t-il vains les efforts des décrypteurs? En théorie, et pour certains d'entre eux, cela semble probable, tandis que pour certains autres, l'analyse du fonction-

nement de la machine semble présenter des points faibles qui rendent assez faciles les décryptements.

Les Progrès de la Radiotechnique russe de 1918 à 1921; BAGHENOFF, secrétaire de l'Union des Ingénieurs Radio Russes. — Les ingénieurs russes ont été pendant la guerre presque complètement privés de communications avec le reste du monde; ils n'ont pu connaître les progrès de la technique en radiotélégraphie que, de temps en temps, par des radiotélégrammes interceptés, ou de rares revues techniques tombées entre leurs mains. Ils ont cependant accompli une œuvre considérable et paraissent avoir souvent suivi avec succès et parfois même perfectionné les découvertes qui se faisaient en Europe occidentale. Les ingénieurs russes sont groupés en une association « La Rori » depuis mars 1918. Un organisme administratif central coordonne le travail de tous les laboratoires russes.

L'apparition des lampes françaises à trois électrodes en 1917, provoqua en Russie de nombreux travaux pour en organiser la construction et l'étude.

Des usines s'édifièrent. Les ingénieurs russes parvinrent à la construction de tubes émetteurs à grande puissance. Le professeur Boutsch-Bruewitsch imagina des tubes à anode cylindrique compartimentée par des ailettes à 90°, chaque compartiment comprenant filament et grille; un refroidissement par eau était employé. Ces tubes ont donné de bons résultats. Le professeur Tchermischoff a aussi construit des redresseurs et des lampes émettrices de grande puissance, et réalisé une pompe à vide perfectionnée. A l'aide de lampes françaises, Ugloff a réalisé un émetteur téléphonique assez puissant en répartissant ces lampes en étages successifs comportant successivement un plus grand nombre de lampes 3, 12, 84. Ce genre de poste a permis d'intéressantes réalisations de communications radiotéléphoniques (communication avec les bateaux, les trains, les avions). En employant son modèle de lampes, le pro-

fesseur Boustch-Bruewitsch a réalisé en téléphonie des portées considérables. On lui doit aussi des études intéressantes sur les procédés de modulation.

Tschermischoff et S.-R. Schmidt ont fait des travaux sur l'oscillographe haute-fréquence à l'aide d'un appareil à enregistrement photographique dérivé du tube de Braun. Les ingénieurs russes se sont aussi occupés de montages analogues au multivibrateur. Ils ont essayé de construire des alternateurs H. F. du type Alexander-son et un arc de 100 kilowatts a été récemment installé, dont le fonctionnement est réalisé automatiquement.

L'ingénieur Baghenoff a réussi, à l'aide d'antennes fermées spéciales, à recevoir des postes sans être troublé par les émetteurs voisins. Le professeur Petrowski s'est occupé de radiogoniométrie. Le professeur Schuleikin a proposé une amélioration des antennes Alexander-son en vue d'accroître la portée. Des essais d'émission dirigée ont été tentés par Baghenoff et Peterman. L'installation d'un central radiotélégraphique a été étudiée soigneusement à Moscou.

Bref, dans tous les domaines, amplificateurs téléphoniques (Ugloff), mesures (Ziklinski, Troyanski), géodésie, inscription des signaux (Schorin), télémechanique, emploi de la haute-fréquence le long des lignes téléphoniques, pilotage des navires, etc., les ingénieurs russes ont tenu à honneur de rester au niveau de leurs contemporains, et ont souvent apporté d'intéressantes contributions à la science.

Deux revues, sous la direction du Professeur Lebedinski, l'une technique, l'autre populaire, ont constamment paru, même dans les circonstances les plus difficiles.

Clifden; H. J. ROUND. *Radio-Review*, tome II, pp. 459-463, 1921. — L'auteur décrit l'ancienne station de Clifden. La hauteur effective de l'antenne est de 32 mètres, la capacité de 0,035 microfarad. La résistance de l'antenne avec les anciennes prises de terre était de 4,5 ohms.

Dans ces conditions, l'énergie rayonnée n'était que le centième de l'énergie fournie.

L'emploi d'un contrepoids a fait tomber la résistance à 0,6 ohms, le rendement de rayonnement étant de 8 pour 100.

Un poste à lampes a été établi récemment à Clifden. Avec 9 lampes Marconi du type M T, alimentées sous 17000 volts, une intensité de 250 ampères était fournie à l'antenne. Le rendement, en négligeant la puissance nécessaire au chauffage du filament, était de 73 pour 100. — J.

Une séance cinématographique sur les progrès de la téléphonie avec ou sans fil. — Une séance privée de cinématographie a été donnée le 18 novembre 1922 par le Matériel Téléphonique. Les trois films projetés : Un coin du voile soulevé sur la fabrication du matériel téléphonique; — L'audion et ses applications nouvelles; — Les téléphones de demain, leurs inventeurs au travail, ont été des plus intéressants. Très descriptifs de la puissante organisation du travail scientifique aux États-Unis, ils ont aussi montré l'intéressant parti que peut tirer du cinématographe la pédagogie scientifique et, en particulier, l'enseignement pratique de la radiotélégraphie.

Nouvelles d'Amérique. — On annonce d'Amérique que M. Appleby, ingénieur radio à Philadelphie, aurait imaginé un dispositif antiparasite basé sur des phénomènes entièrement nouveaux et actuellement encore secrets. M. Appleby annonce que l'appareil est au point et pourra, vraisemblablement, être mis en service l'été prochain. Il permettrait en téléphonie des réceptions parfaitement nettes et pures même dans les périodes actuellement les plus défavorables.

— Les journaux américains annoncent, d'autre part, que M. Y.-H. Payne, de la General Electric Company, a réalisé un tube à vide de mille kilowatts, cinquante fois plus puissant que les plus gros tubes actuels.

Adresse présidentielle de la « Wireless Society of London ». **Effets directifs des cadres.** *Admiral of the Fleet.* Sir H.-B. JACKSON. *The Journal of the Wireless Society of London*, vol. III, part. I, pp. 1-13, avril 22. — L'amiral Jackson entretient la Société de la formation du « Radio Research Board » dont il est président. Ce comité a été formé il y a deux ans environ après discussions approfondies entre les différents départements ministériels intéressés dans la télégraphie sans fil. Il doit se préoccuper d'organiser l'échange d'informations entre les différents départements et leurs établissements techniques en vue d'éviter des travaux exécutés en double, et faire le nécessaire pour communiquer aux organismes extérieurs les renseignements qui ne peuvent nuire aux services publics.

Son programme d'études comprend : mesures quantitatives et détermination d'étalons de fréquence radiotélégraphiques et acoustiques, mesures de rayonnement, propriétés des matériaux utilisés en télégraphie sans fil, classification des données nécessaires pour la technique, études relatives à l'analyse des résultats des transmissions et réceptions dans différentes stations, études des possibilités de la radiotéléphonie, enfin recherches de science pure même sans application définie.

Le comité s'est réuni pour la première fois en février 1920 et a tenu depuis vingt-quatre séances. Il a reconnu la nécessité de nommer quatre sous-comités pour la classi-

fication et l'organisation des recherches futures; ces sous-comités sont ceux du rayonnement et de la propagation des ondes, des atmosphériques, des tubes électroniques et enfin des recherches d'émission et réception dirigées.

Il a été demandé aux Universités d'apporter leur aide aux travaux du comité et un grand secours a été trouvé auprès d'elles; le comité leur a fourni du matériel pour leurs études.

L'auteur rend ensuite compte d'études personnelles qu'il a entreprises sur la propagation des ondes. Il a employé un cadre monté sur un système à la Cardan dont les axes étaient l'un vertical, l'autre horizontal. Il observait d'abord les minimums de son avec son cadre vertical, puis, ce minimum obtenu, il inclinait le cadre dans un sens ou dans l'autre autour de l'axe horizontal. Quand le minimum était flou pour la position verticale du cadre, il obtenait presque toujours un minimum plus pointu en inclinant le cadre d'un angle de 10 à 20°, dans un sens tel que le côté supérieur de ce cadre s'éloigne de l'émetteur. Pour une inclinaison en sens contraire, le flou augmentait.

Assez fréquemment l'inclinaison du cadre autour de l'axe horizontal donnait lieu à une déviation ou modifiait la déviation obtenue avec le cadre vertical; cet effet se produisait surtout pour les inclinaisons dans le deuxième sens indiqué ci-dessus. — De nombreux graphiques rendent compte d'une façon détaillée des résultats obtenus sur les postes de Tour Eiffel, Nauen, Chelmsford, Poldhu. — My.

≡ AMATEURS ≡

ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET LEUR PROPAGATION

§ I. — Oscillations électriques et ondes stationnaires le long d'un conducteur.

Dans tout circuit électrique, on peut créer des oscillations électriques soit directement à l'aide d'une machine électrique alternative, soit indirectement à l'aide des phénomènes d'induction.

Selon les constantes du circuit, on peut d'ailleurs y obtenir soit des oscillations forcées, soit des oscillations libres, soit des phénomènes de résonance.

Peut-on donner un aperçu simple de ce fonctionnement?

Dans le cas d'un alternateur, par exemple, son effet est analogue à un lancement d'un certain nombre d'électrons tantôt sur une de ses

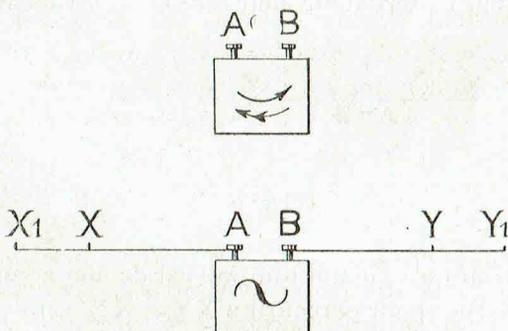


Fig. 1.

bornes et tantôt sur l'autre, leur compression atteignant sur cette borne, à chaque changement de sens, une valeur maxima qui définit la force électromotrice maxima que peut fournir la machine. En même temps, il y a raréfaction d'électrons sur l'autre borne.

Si nous relions maintenant cette machine à deux conducteurs $A X_1$ et $B Y_1$ fins ⁽¹⁾ et de longueur indéfinie, la vitesse de lancement de ces

(1) Ayant par conséquent une capacité négligeable.

électrons étant supposée être de suite de 300 000 km à la seconde, ils seront lancés alternativement sur les fils $B Y_1$ et $A X_1$ à des distances $A X$ et $B Y$ d'ailleurs égales qui dépendront de la rapidité d'inversion du courant, c'est-à-dire de la fréquence de l'alternateur.

La perturbation créée dans cette partie des fils va d'ailleurs se propager au delà, le long de ces conducteurs, avec la même vitesse, grâce aux phénomènes d'influence électrique ⁽¹⁾ et s'amortira progressivement au fur et à mesure qu'on s'éloignera de la machine ⁽²⁾.

Si les deux fils, au lieu d'être de longueurs indéfinies, sont deux tronçons de longueurs égales $A X = B Y$, telles que les électrons ayant été lancés de B vers Y atteignent cette extrémité Y à l'instant précis où la machine les rappelle vers elle ⁽³⁾ pour les lancer en X où ils arrivent au moment exact d'une nouvelle inversion de sens de l'alternateur; la longueur $X Y$ va nous donner ce qu'on appelle la *demi-longueur d'onde* du phénomène. Il y aura apparition d'un phénomène de résonance entre les *oscillations forcées* créées par l'alternateur et les *oscillations libres* du circuit $X Y$.

Le fil $X Y$ sera le siège d'*ondes électriques stationnaires*. Le fil va vibrer en *demi-ondes*, on voit, en effet, clairement sur la figure l'apparition de la longueur d'onde $XX' = 2 XY$. Si la *période* (qui est le temps minimum mis par l'alternateur pour être dans les mêmes conditions

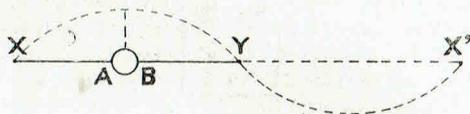


Fig. 2.

de fonctionnement qu'à l'instant initial) est de une seconde, le temps mis par les électrons pour parcourir $2 XY = XX'$ serait également de une seconde et la longueur de XX' atteindrait 300 000 kilomètres.

Si la période de la machine alternative est de $\frac{1}{1\ 000\ 000}$ de seconde, XX' ne sera plus que de 300 mètres et le fil $X Y$ sur lequel devra travailler la machine devra avoir 150 m de longueur.

C'est le principe utilisé pour l'émission et la réception en télégraphie

⁽¹⁾ Application simple de la loi de Coulomb.

⁽²⁾ C'est ce phénomène qui se produit sur les lignes téléphoniques de très grandes longueurs.

⁽³⁾ L'enroulement intérieur de la machine fermant le circuit entre A et B a en réalité une longueur fictive dont il faut tenir compte et qui est englobée dans la longueur totale du circuit $X Y$.

sans fil sur une longueur d'onde donnée, en se servant d'une antenne A X et d'un contrepoids B Y composé d'une deuxième antenne égale et dans le prolongement de la première. La longueur d'onde des oscillations du système sera, dans le cas cité plus haut, égale à 300 mètres.

Augmentons encore la fréquence des inversions de courant de telle sorte que la longueur X X' ne soit plus que de l'ordre de quelques centièmes de microns ⁽¹⁾; on obtient alors les vibrations électriques donnant naissance aux phénomènes lumineux.

En poussant encore très avant la fréquence et par conséquent diminuant X X' qui devient inférieur au diamètre d'un atome matériel, on obtient les oscillations électro-magnétiques donnant naissance aux rayons X ⁽²⁾.

Dans le cas qui nous intéresse actuellement, c'est-à-dire en télégraphie sans fil, si nous prenons une longueur d'onde de 300 mètres, nous pouvons d'ailleurs remplacer B Y par un conducteur de très grande capacité, par exemple la terre, et avoir une antenne A X de longueur 75 mètres. En effet, les électrons envoyés tout à l'heure dans le sens B Y sont maintenant repoussés dans la capacité terre; véritable goutte d'eau dans l'océan, ils ne vont pas changer pratiquement la pression électrique de cette capacité; aucune contre-pression n'apparaîtra tendant à renvoyer les électrons plus rapidement, la courbe des intensités de courant nous donnera un maximum de courant à la base de l'antenne qui vibrera en *quart d'onde*. Si la capacité en B a une dimension restreinte (cas des avions où les masses métalliques toutes réunies électriquement servent de contrepoids d'antenne), il va y avoir une contre-pression appréciable créée par l'envoi des électrons dans ce véritable réservoir; ce phénomène d'*élasticité* va tendre à renvoyer plus vite les électrons vers l'antenne A X; il faudra donc augmenter la fréquence de l'alternateur si l'on veut rester en résonance, par conséquent la longueur d'onde de l'ensemble aura diminué et l'antenne ne vibrera plus en quart d'onde.

La longueur d'onde de l'ensemble sera comprise pratiquement à bord des avions entre 2,5 et 3,5 fois la longueur de l'antenne.

⁽¹⁾ Millionnièmes de millimètres.

⁽²⁾ Dans le cas des phénomènes lumineux, les vibrations des molécules sous l'effet de l'échauffement du corps créeraient les oscillations électriques de fréquence voulue. Elles sont d'autant plus rapides que la température est plus élevée.

Le bombardement électronique d'une anode dans un tube à vide sous l'influence d'une pression électrostatique élevée serait le point de départ de l'émission des rayons X.

L'addition en série d'une capacité C avec l'antenne augmentera encore cet effet, et cela d'autant plus que la capacité C sera plus petite.

Dans le cas d'un fil contrepoids si nous avons pris un fil BY de longueur plus petite que l'antenne AX , en faisant le même raisonnement que plus haut, on verrait que la longueur d'onde propre de

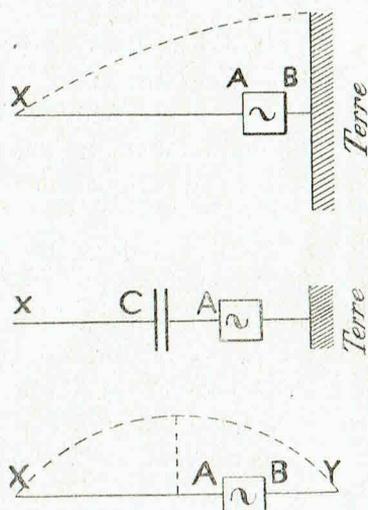


Fig. 3.

cette antenne serait inférieure à quatre fois la longueur de cette antenne AX , l'ensemble antenne et fil contrepoids devant toujours vibrer en demi-onde.

On voit enfin facilement que l'introduction d'une self dans l'antenne produit le même effet qu'un allongement de cette antenne, et cela d'autant plus que la valeur de cette self est plus grande.

Les changements de fréquence indiqués ci-dessus pour obtenir la résonance du système se font automatiquement dans les postes émetteurs de télégraphie sans fil à étincelles, à arc ou à tubes à vide; mais dans le cas d'un alternateur il faut qu'il y ait accord entre le mouvement forcé créé par l'alternateur et le mouvement libre d'oscillation créé par l'élasticité du fluide électrons le long du circuit oscillant, sinon un phénomène confus et désordonné se produit en général.

Nous avons admis jusqu'à présent que l'antenne avait une capacité négligeable; dans le cas contraire, le temps mis par la source pour remplir aux pressions convenables les différentes régions du condensateur antenne-terre (ou contrepoids) devient plus grand, nous voyons

en même temps augmenter la longueur d'onde propre au système. C'est bien ce que l'on trouve dans la pratique.

Supposons maintenant que la fréquence de l'alternateur devienne-

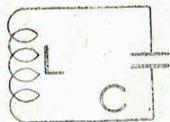


Fig. 4.

telle que la longueur totale de l'antenne et de son contrepois soit un multiple entier de la distance à laquelle la machine lance ses électrons, on verra apparaître les harmoniques du mouvement ⁽¹⁾.

Dans tout circuit se composant d'une capacité C et d'une bobine de self L, la durée T des oscillations propres du système va pouvoir nous définir ce qu'on appelle la longueur d'onde propre du système

$$(\lambda = VT \text{ avec } T = 2\pi\sqrt{LC}).$$

Comme la longueur du circuit est, en général, très faible, l'intensité a partout la même valeur, il ne peut apparaître d'ondes stationnaires et l'on ne peut définir que la longueur d'onde fondamentale du circuit LC donnée par la formule ci-dessus.

Un générateur d'oscillations électriques entretenues de très petite longueur d'ondes, dû à *M. Gutton*, permet d'illustrer d'une façon parfaite la formation des ondes stationnaires électriques le long d'un fil.

Ces oscillations, d'une fréquence voisine d'une centaine de millions ($\lambda =$ quelques mètres), sont produites dans un circuit par une lampe à 3 électrodes génératrice ordinaire de 5 watts.

Ce circuit oscillant P B C A G dont la self se compose d'une spire unique en gros filet, dont la capacité est celle d'un condensateur de l'ordre du $\frac{1}{1\ 000}$ de microfarad en série avec la capacité grille-plaque de la lampe, est intercalé entre la grille et la plaque de la lampe.

Un ampèremètre thermique A de sensibilité 1 ampère permet de suivre l'accrochage des oscillations (on doit obtenir 5 à 7 dixièmes d'ampère).

⁽¹⁾ Une expérience comparative est aisée à faire avec une corde attachée à une extrémité et qu'on fait tourner d'une façon identique à celle des enfants jouant à la corde.

Si la fréquence des rotations est convenable, on obtient l'aspect de la figure 1.

Si l'on double exactement la vitesse de rotation, on a la figure 2.

En triplant la vitesse on voit apparaître quatre nœuds N et trois ventres V (fig. 3), etc...

Dans l'intervalle de ces fréquences le mouvement de la corde est confus et désordonné.

La source à haute tension à courant continu, 350 à 400 volts, intercalée entre les points D et E, débite à travers 2 bobines de choc.

Du point D part la connexion pôle négatif du filament, et quelques spires vont produire l'induction nécessaire à l'accrochage.

Une batterie de 6 volts avec rhéostat donne le chauffage nécessaire du filament.

C'est dans un circuit I J K L couplé avec le circuit émetteur qu'on va produire le phénomène d'ondes stationnaires.

L'induction entre ces deux circuits est obtenue grâce aux deux parties rectilignes parallèles B C et I J (véritable transformateur).

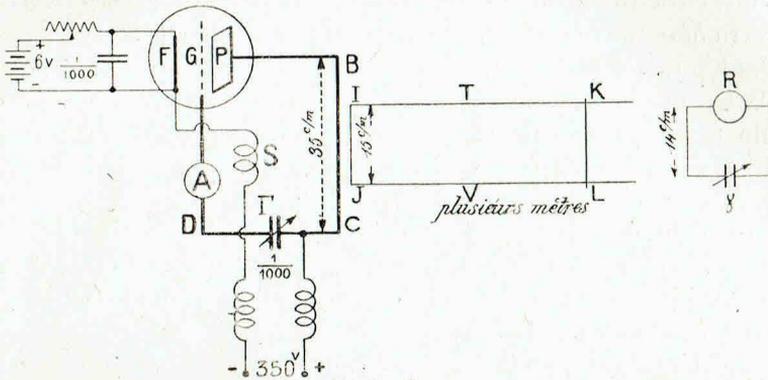


Fig. 5

B C doit, pour que le fonctionnement du circuit émetteur soit bon, avoir une longueur assez grande, 35 centimètres par exemple.

Pour obtenir la résonance on déplace K L tout en faisant fonctionner le poste émetteur jusqu'à ce que l'ampèremètre A indique une baisse brusque d'intensité. C'est le moment de l'accord.

En intercalant des ampoules de lampe de poche en différents points du circuit I K L J, les ventres et les nœuds d'intensité sont signalés très simplement par l'éclairage plus ou moins vif de ces lampes.

L'expérience est plus élégante en utilisant un résonateur R (véritable petit circuit oscillant dans lequel est intercalée une ampoule de lampe de poche) ⁽¹⁾.

Ce circuit étant accordé sur le poste émetteur et placé tout près de lui, la lampe brille d'un vif éclat.

En déplaçant ensuite ce résonateur le long du circuit I K L J, l'éclat de la lampe sera proportionnel à l'intensité du courant tout le long de ce même circuit.

⁽¹⁾ Le condensateur γ de ce résonateur est variable, ses armatures de dimensions très restreintes sont de la grandeur d'une pièce de dix centimes en bronze.

Le moment de l'accord est très net sur l'onde fondamentale, deux maxima d'intensité apparaissent en I J et K L, deux minima en T et en V.

L'expérience doit être conduite rapidement à cause de l'échauffement de la plaque qui est portée au rouge en quelques minutes.

On peut parfaitement mettre en évidence la forme générale de la

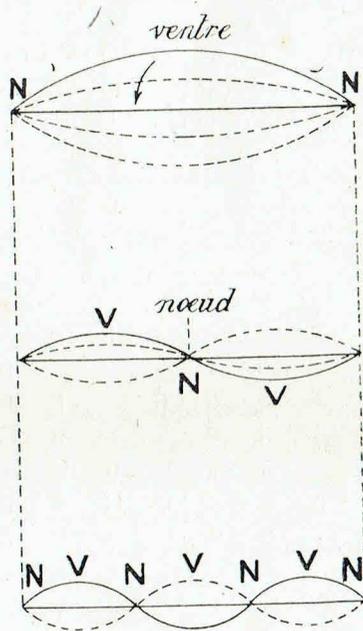


Fig. 6.

courbe de résonance entre le circuit oscillant émetteur seul et le résonateur servant de circuit oscillant récepteur, simplement par l'observation de l'éclat que présente l'ampoule du circuit R lorsqu'on fait varier le condensateur γ autour de la position d'accord.

Le même appareil permet de se rendre compte de l'effet d'un cou-

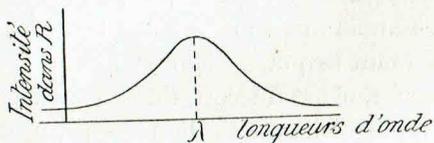


Fig. 7.

plage serré et de déceler dans ce cas le dédoublement du maximum de la courbe précédente.

P. ANCELME

ESSAIS TRANSATLANTIQUES ⁽¹⁾

DISPOSITIONS RELATIVES AUX ESSAIS DE RÉCEPTION ET D'ÉMISSION

Les essais transatlantiques auront lieu du 12 au 31 décembre, les émissions américaines se faisant pendant les dix premières nuits et les transmissions européennes pendant les dix dernières.

Transmissions américaines.

Elles seront faites du 12 au 21 décembre selon l'horaire suivant :

Heures : (Greenwich)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21 décembre.
0 h 00 à 0 h 15.	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 h 15 à 0 h 30.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C
0 h 30 à 0 h 45.	2	3	4	5	6	7	8	9	C	1
0 h 45 à 1 h 00.	3	4	5	6	7	8	9	C	1	2
1 h 00 à 1 h 15.	4	5	6	7	8	9	C	1	2	3
1 h 15 à 1 h 30.	5	6	7	8	9	C	1	2	3	4
1 h 30 à 1 h 45.	6	7	8	9	C	1	2	3	4	5
1 h 45 à 2 h 00.	7	8	9	C	1	2	3	4	5	6
2 h 00 à 2 h 15.	8	9	C	1	2	3	4	5	6	7
2 h 15 à 2 h 30.	9	C	1	2	3	4	5	6	7	8
2 h 30 à 6 h 00.	<i>Transmissions individuelles avec mot de code.</i>									

Comme pour les essais préliminaires, les chiffres figurant dans les colonnes de ce tableau sont les numéros de district d'inspection des postes qui transmettront aux jours et heures correspondants. La lettre C se rapporte aux amateurs du Canada.

C'est ainsi que le samedi 16 décembre, de 1 h 15 à 1 h 30 du matin, transmettront les amateurs du 9^e district (Indicatif commençant par le chiffre 9) et, pendant le quart d'heure suivant, ceux du Canada. Les postes entendus en Europe au cours des essais transatlantiques de l'année dernière appartenaient aux districts : 1, 2, 3, 8 et C.

De minuit à 2 h 30, *période libre* ouverte à tous les postes émetteurs américains. Tous les amateurs d'un même district transmettront ensemble, pendant le quart d'heure qui leur est attribué, un

(1) Note communiquée par le Comité des Essais Transatlantiques,

appel « TEST » répété trois fois, suivi du mot « de » et de leur indicatif répété également trois fois. Par exemple :

TEST TEST TEST de 6ZX 6ZX 6ZX,

le tout répété aussi souvent qu'il sera jugé utile.

De 2 h 30 à 6 h, période des transmissions individuelles avec *mot de code*, réservé aux amateurs dont l'émission a couvert au moins 1920 km (1200 miles) sur terre pendant les essais préliminaires effectués du 26 octobre au 4 novembre. Un mot de code sera transmis par chaque poste qualifié, pour servir à la vérification de sa réception.

La grande majorité (plus de 95 %) des amateurs américains transmettront sur ondes d'environ 200 m, c'est-à-dire entre 175 et 250 m.

Quelques postes spéciaux utiliseront cependant des longueurs d'onde comprises entre 225 et 375 m. Les transmissions se feront soit en ondes amorties, soit en ondes entretenues.

Le plus tôt possible après la fin des essais quotidiens, les amateurs qui auront reçu des émissions des postes américains sont priés de bien vouloir nous en aviser *par télégramme*. Pour les émissions entendues pendant la période libre (entre minuit et 2 h 30), faire connaître *l'indicatif* et *l'heure exacte de réception*. Pour celles entendues pendant la période des transmissions individuelles (entre 2 h 30 et 6 h), donner *l'indicatif* et le *mot de code* transmis.

Pour éviter toute erreur dans les télégrammes, remplacer chaque lettre des indicatifs et des mots de code, par le mot de la liste suivante qui commence par cette lettre :

André, Berthe, Camille, Denise, Émile, François, Georges, Henri, Irène, Jeanne, Képi, Louis, Marie, Noémie, Octave, Pierre, Quimper, René, Suzanne, Thérèse, Ursule, Victor, Wagon, Xavier, Yvonne, Zoé.

Écrire les heures en toutes lettres.

Si, par exemple, un amateur a entendu, à 1 h 37, l'émission « TEST de 6ZA », puis, pendant la période des transmissions individuelles, le poste I AFV transmettant le mot de code YLPMV, il nous adressera le plus tôt possible le télégramme suivant :

CORRET 19 RÉPUBLIQUE VERSAILLES. SIX ZOÉ ANDRÉ UNE HEURE TRENTE SEPT UN ANDRÉ, FRANÇOIS, VICTOR, TRANSMETTANT YVONNE, LOUIS, PIERRE, MARIE, VICTOR. (Signature.)

Les résultats reçus seront téléphonés par nous, le jour même, à 17 h à la Compagnie Radio-France. Le lendemain matin, à 7 h 10 *exactement*, la station de Sainte-Assise UFT les transmettra à celle

de Marion WSO sur onde de 14300 m et à la vitesse modérée de 15 mots par minute.

Marion répétera immédiatement le télégramme pour les amateurs américains qui ne recevraient pas directement Sainte-Assise.

Le Comité exprime ici ses plus vifs remerciements à l'Administration des Postes et Télégraphes et à la Compagnie Radio-France qui ont bien voulu témoigner tout l'intérêt qu'elles portent aux essais transatlantiques en acceptant de transmettre gratuitement nos télégrammes.

Les résultats de l'écoute britannique seront transmis chaque matin à 7 h (dix minutes avant ceux de l'écoute française) par la station Carnarvon MUU, sur onde de 14200 m et répété pour les amateurs américains par celle de New Brunswick WII.

Transmissions françaises.

Elles auront lieu du 22 au 31 décembre selon l'horaire suivant, où la lettre B représente les transmissions britanniques et la lettre F les transmissions françaises :

Heures : (Greenwich).	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	décembre.
de 0 h à 3 h.	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	
de 3 h à 6 h.	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	

Pendant les périodes de trois heures qui leur sont attribuées, les amateurs français transmettront ensemble un appel à ARRL (American Radio Relay League) répété trois fois, suivi du mot « de », de leur *indicatif* et d'un *mot de code* d'identification répété également trois fois. Par exemple :

ARRL ARRL ARRL de 8ZZ 8ZZ 8ZZ — BULKO BULKO BULKO

le tout répété aussi souvent qu'il sera jugé utile.

Le mot de code à transmettre par chacun des amateurs qui nous ont fait connaître avant le 22 novembre leur indicatif et leur longueur d'onde, a été communiqué à la American Radio Relay League.

Il sera indiqué aux intéressés immédiatement avant l'ouverture de la période des transmissions françaises.

Les résultats de l'écoute américaine seront transmis chaque jour à 20 h par la station de New Brunswick WII, sur onde de 13000 m (et sans doute répétée par Carnarvon MUU sur 14200 m), en rempla-

cant chaque lettre des indicatifs des postes reçus par le mot de la liste suivante qui commence par cette lettre :

Able, Boy, Cast, Dog, Easy, Fox, George, Have, Item, Jug, King, Love, Mike, Nan, Oboe, Pup, Quack, Ram, Sail, Tare, Unit, Vice, Watch, X Ray, Yoke, Zed.

Prix offerts par les constructeurs français.

Pour encourager l'étude des petites longueurs d'onde, nos constructeurs offrent des prix nombreux et importants aux amateurs français qui auront obtenu les meilleurs résultats pour la réception ou pour la transmission au cours des essais transatlantiques. Nous en donnerons la liste dans notre prochain numéro.

Postes américains entendus de France pendant les essais préliminaires.

M. J. Behier nous a signalé avoir reçu, au cours des essais préliminaires, quatre émissions d'amateurs américains : deux très bien et deux autres illisibles. La première, reçue le 2 novembre, à 4 h 22, semblait être signée 30 VC ; émission forte sur exactement 200 mètres, mais reçue seulement comme par rafales au milieu de parasites très violents. La seconde, reçue le même jour vers 5 h 20, était longuement signée 3 FG et comportait un message en anglais dont M. Behier a pu prendre quelques mots épars. Les deux autres postes ont été entendus le 28 octobre, mais n'ont pu être identifiés. D'après l'horaire publié, 30 VC serait un poste canadien, et 3 FG aurait transmis avec quelques minutes de retard. M. Behier n'a pris l'écoute qu'au cours de quatre nuits, et seulement aux heures de transmission des districts C, 1, 2, 3. Il employait, avec une antenne à trois fils de 16 mètres peu dégagée, deux étages d'amplification haute fréquence à résonance, détection sur galène, et trois étages d'amplification basse fréquence.

Dans la nuit du 28 au 29 octobre, vers 5 h 50, M. J. Bouchard a entendu avec certitude, mais avec quelques doutes sur l'exactitude de l'indicatif, une émission signée 1 ALC. D'après l'horaire, cette émission aurait été également en retard de quelques minutes. M. J. Bouchard employait, croyons-nous, un récepteur Reinartz.

D'autres amateurs auraient également entendu plusieurs émissions américaines, mais sans pouvoir en saisir les indicatifs.

Si l'on considère que très peu d'amateurs français ont pu se trouver prêts pour l'écoute des essais préliminaires, ces résultats ne peuvent être que très encourageants pour ceux qui se disposent à participer aux essais définitifs.

MONTAGES ET TOURS DE MAIN

Circuits. — Dans un intéressant petit article du *Q. S. T.* de juin 1922, M. Warner donne une classification des circuits émetteurs, avec leur appellation américaine. « Tous, dit-il, sont des circuits Armstrong, en ce

effet difficilement dans les catégories précédentes, et qui est bien connu en France comme celui d'un des postes de la Radiotélégraphie militaire. Le voici (fig. 5), en schéma américain :

Nos lecteurs sont libres de chercher

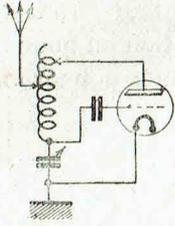


Fig. 1.

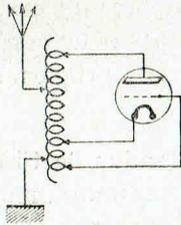


Fig. 2.

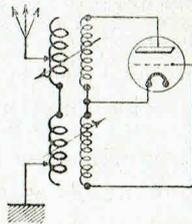


Fig. 3.

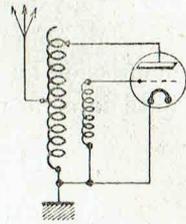


Fig. 4.

qu'ils utilisent tous le principe de la régénération. » Mais on peut rencontrer quatre types principaux. Le circuit Colpitts (fig. 1) a comme caractère distinctif d'avoir un condensateur en série dans l'antenne, et un couplage électrostatique.

Le circuit Hartley est, au contraire, à couplage électromagnétique. (fig. 2).

Le Meissner diffère du précédent en ce que les selfs plaque et grille ne sont pas couplées entre elles; chacune d'elles est couplée séparément à la self d'antenne. Ce circuit peut opérer sur une gamme étendue de longueurs d'ondes sans changement des selfs plaque et grille, en ajustant simplement l'antenne (fig. 3).

Enfin le dernier circuit est appelé par les Américains « reversed feedback circuit ». Si, dans un circuit Hartley, on retourne la self grille à l'intérieur de la self plaque, on obtient un circuit « reversed feedback », mais il faut ou renverser le sens de l'enroulement, ou intervertir les connexions, d'où le nom que lui a donné Heising (fig. 4).

Dans une lettre adressée à M. Warner et parue dans *Q. S. T.* d'octobre 1922, M. le Dr Corret a envoyé un cinquième schéma, qui se classe en

si tous les schémas émetteurs qu'ils connaissent rentrent dans ces catégories. Le travail, qui consiste à simpli-

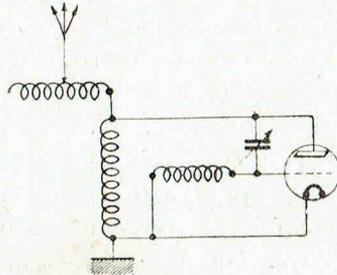


Fig. 5.

fier un schéma compliqué, pour le rattacher à un montage primordial, n'est jamais, croyons-nous, du temps perdu.

Diagnostic et guérison des pannes dans les circuits à lampes.

— M. Kendall remarque avec juste raison, dans le *Wireless World*, du 22 avril 1922, que ce qui distingue l'amateur habile du novice, c'est son flair dans le diagnostic et la guérison des pannes. Comme il paraît avoir lui-même un instinct particulièrement sûr des traitements à appliquer, nous

transcrivons ici quelques-uns de ses remèdes :

L'instrument qui permet la recherche de la panne étant le téléphone, il faut d'abord s'assurer qu'il fonctionne bien : connectez les bornes à celles d'un élément de pile sèche. En coupant et fermant, on doit entendre un fort claquement. S'il n'en est rien, il faut localiser : court-circuitez l'un des écouteurs et faites la même opération. Si le résultat pour les deux écouteurs est aussi négatif, remplacez les cordons du téléphone, car ce sont eux, ou les deux écouteurs à la fois, qui sont mauvais.

Le téléphone étant reconnu bon,

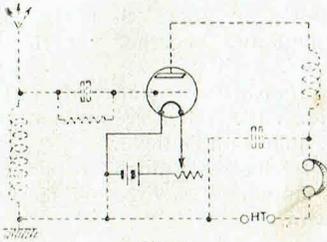


Fig. 1.

considérons le circuit suivant, composé d'une simple lampe autodyne (fig. 1) :

a) Branchez la basse tension ; si la lampe ne s'allume pas, il y a une coupure dans le circuit en trait fort de la figure. Si le filament a l'air bon, écartez les broches de la lampe pour assurer de bons contacts. Rien. Remplacez la lampe par une autre. Rien. Connexions basse tension, rhéostat de chauffage, batterie complètement morte.

b) Branchez la haute tension. cou-

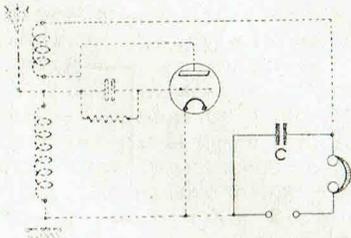


Fig 2.

pez la basse tension. Un fort claquement doit être entendu au téléphone, provoqué par la charge du condensateur C (fig. 2). Pas de claquement veut dire coupure dans le circuit en trait fort de la figure 2. Souvent, c'est le condensateur. Si le claquement est très fort et suivi de crépitements, c'est encore la faute du condensateur.

c) La haute tension étant branchée, ouvrez et fermez la basse tension. On doit entendre un claquement à la fermeture, un plus fort claquement à l'ouverture. Sans quoi c'est le circuit (fig. 3). trait fort qui est fautif. Exami-

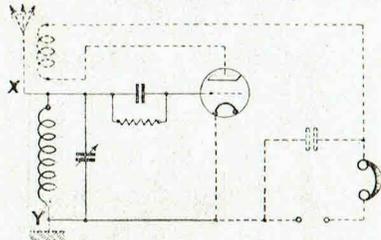


Fig. 3.

nez les connexions de la bobine de réaction, le contact de la broche plaque. Si ce n'est pas cela, changez la lampe.

d) Mettez haute et basse tension. Serrez le couplage de réaction jusqu'à l'entretien. Si vous n'entretenez pas, renversez les connexions de la bobine de réaction si vous n'en êtes pas sûr ; si rien n'y fait, le circuit 4 est fautif.

1) Le condensateur variable peut être en court-circuit, ce qui n'est pas commun quand on s'en sert souvent. Mettez-le en série avec un téléphone et une pile. La capacité étant au minimum, on doit entendre un faible claquement à l'interruption du courant.

2) Il peut y avoir une coupure entre X et Y. Si on entend un ronflement dû à une canalisation lumière ou force passant dans le voisinage, ce ronflement est entendu plus fort dans ce cas. Resserrez les connexions et essayez la self avec un accumulateur et le téléphone.

3) Court-circuit entre X et Y. Peu probable, mais difficile à déceler.

4) Coupure entre X et la grille. Ceci augmente aussi le ronflement provoqué par une canalisation voisine. Voyez la broche grille, la connexion grille du support de lampe, les connexions du condensateur shunté.

Si, tout étant vérifié, on reçoit les amorties et non les entretenues, vérifiez le voltage de la basse tension.

Telles sont les pannes les plus ordinaires dans un pareil circuit ; mais il reste des ennuis à vaincre : on reçoit les signaux, mais l'appareil fonctionne mal. Trois cas peuvent se présenter : instabilité, sifflement, parasites artificiels.

L'instabilité est une grave source d'ennuis pour les débutants, parce

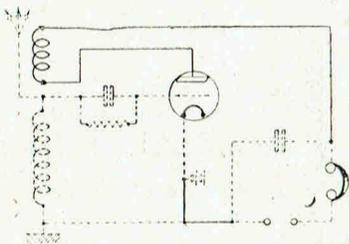


Fig. 4.

qu'ils peuvent ne pas reconnaître que leur appareil a un défaut : nous appelons ainsi le cas où il n'est pas possible de se maintenir près, mais au-dessous du seuil d'accrochage : les oscillations s'accrochent brusquement, et il faut découpler fort la réaction. Alors, on entend mal, et ainsi de suite. Cet accident est généralement dû à une tension plaque trop basse ou trop élevée, à un courant de chauffage trop

fort ou trop faible, ou à une trop faible résistance shuntant le condensateur de grille.

Le sifflement peut être dû à une mauvaise résistance de fuite, à une tension plaque trop élevée, ou à une réaction trop poussée. Quand on est maître de la réaction, cela n'est pas un défaut bien grave. Découplez la bobine de réaction.

Les causes des parasites artificiels peuvent être nombreuses :

1) Mauvais éléments dans la batterie haute tension. Il faut essayer chaque élément tour à tour et éliminer les mauvais.

2) Mauvais contact n'importe où, mais surtout dans le circuit-plaque. Secouez la table ! Si les parasites augmentent, cherchez le mauvais contact.

3) Mauvaise résistance de fuite de grille. Voyez si les crépitements cessent quand on l'enlève.

4) Décharges atmosphériques. Enlevez l'antenne et voyez si les bruits cessent.

Pour des circuits plus compliqués, les recherches sont naturellement plus laborieuses. Le principe directeur est l'essai de chaque lampe et de ses circuits séparément, en commençant par celle qui comporte le téléphone. Cette méthode est facilitée quand on emploie des batteries d'alimentation séparées.

Détecteur et basse fréquence.

1. Vérifier le filament de la lampe BF.
2. Branchez la H. T. Un fort claquement doit se faire entendre au télé-

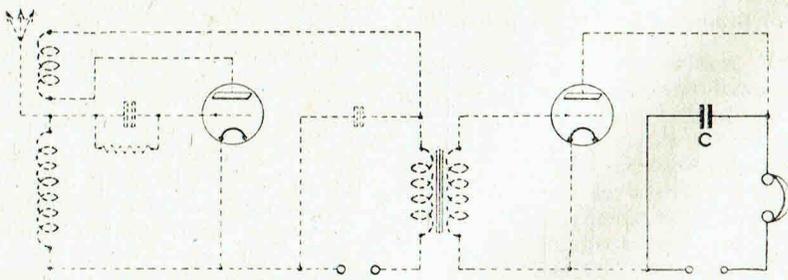


Fig. 5.

phone. Sans quoi le circuit en trait fort (fig. 5) est en défaut.

Cet essai n'a d'effet que s'il y a un condensateur aux bornes du téléphone, et ce serait une raison pour l'y mettre, en dehors de ce qu'il clarifie considérablement les sons.

3. La haute tension branchée, coupez et fermez la B T. Des claquements ont lieu si le circuit plaque est bon.

Si on craint que le circuit grillé ne soit pas correct, branchez une pile sur le primaire du transformateur. L'interruption du courant doit produire de forts claquements au téléphone.

1. Haute fréquence. — 1. Détectrice.

1. On essaie la détectrice comme il a été dit au début.

2. On vérifie le filament de la lampe haute fréquence.

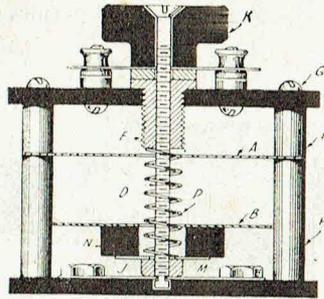
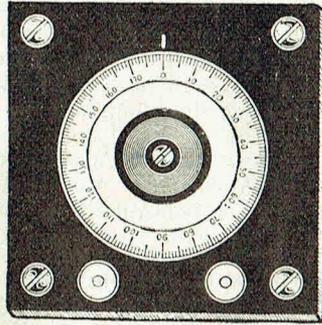
3. La haute tension étant branchée sur les deux lampes, éteignez le filament de la lampe haute fréquence. Un claquement indique que la lampe amplificatrice a un circuit-plaque en bon état.

4. On éprouve les circuits accordés et le circuit de grille de la haute fréquence comme on a fait dans le cas de l'autodyne.

L'ensemble de 1 haute fréquence, 1 détectrice, 1 basse fréquence s'essaierait en combinant les épreuves précédentes, ce qui se ferait facilement. Quant aux circuits plus compliqués, M. Kendall estime avec raison que les amateurs qui les emploient n'en sont plus à l'A. B. C. en radiotélégraphie et de tels conseils leur sembleraient superflus.

Un condensateur variable simple et pratique. —

On peut réaliser soi-même un bon condensateur variable, possédant des qualités comparables au condensateur à air à lames tournantes, en adoptant la construction proposée par la figure 1. La variation de capacité est obtenue par le déplacement d'une lame mobile parallèlement à une lame fixe. Les panneaux supérieur et inférieur peu-

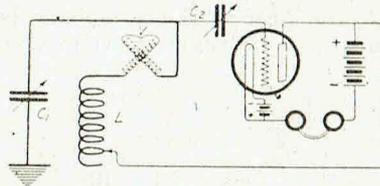


vent être en bakélite, et le travail le plus délicat est le perçement de quelques trous.

(Radio-News, août 1922.)

Un schéma de réception sans antenne. — L est une bobine de self d'environ 55 spires (diamètre du fil employé 0 mm 7) sur une carcasse de 8 cm 75 de diamètre.

C_1 est un condensateur variable de



0,001 microfarad; C_2 est le condensateur de grille de 0,0005 microfarad qui peut être fixe, mais les résultats sont meilleurs s'il est variable.

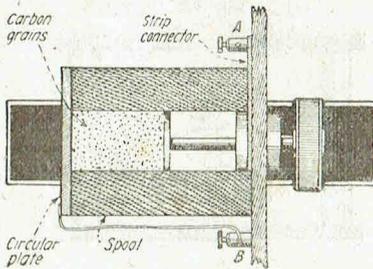
Le variomètre V peut être supprimé; toutefois, il rend plus facile l'accord.

Les variations de la self et du condensateur C, permettent l'accord, tandis que l'entretien des oscillations est régi par le condensateur de grille.

Si l'on ajoute un amplificateur, on le connectera comme il est d'usage, le primaire du transformateur à la place des téléphones.

(Radio-News, août 1921.)

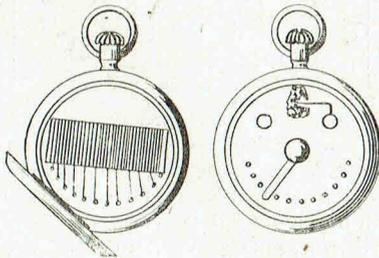
Un rhéostat de chauffage de construction simple et de réglage progressif. — La figure montre la construction d'un rhéostat de chauffage facile à réaliser et qui permet un



réglage progressif. Un tube de porcelaine est rempli de grenaille de charbon. La variation de résistance est obtenue en comprimant plus ou moins le charbon; le pas de vis de la tige compresseuse règle la vitesse de variation.

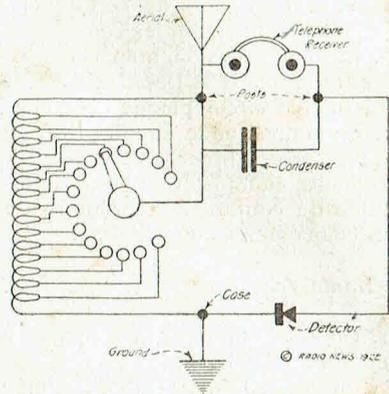
(Radio-News, sept. 1922.)

Un récepteur dans un boîtier de montre. — La vogue de la télégra-



phie sans fil en Amérique est telle que nombreux sont les amateurs qui

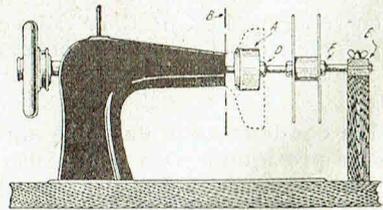
ne se déplacent pas sans leur poste portatif. En voici un dont l'exiguïté ne manquera pas de frapper nos lecteurs. Nous en donnons le schéma. Avec



une paire de récepteurs téléphoniques, et de quoi monter une antenne unifilaire de 30 mètres, on reçoit ainsi très bien, paraît-il, les ondes de 200 à 400 mètres. Le boîtier métallique de la montre est mis à la terre.

(Radio-News, août 1922.)

Pour enrouler les bobines de self avec rapidité. — Un amateur américain, Mr D.-R. Clemons, propose l'appareil suivant construit avec la tête d'une machine à coudre hors d'usage. La partie entourant la came A



de la machine a été sciée. On allonge l'axe de la machine en vissant à l'intérieur de la came en D un axe qui reposera à son autre extrémité en F dans un support, où il pourra tourner. La bobine a enrouler est placée en F.

(Radio-News, nov. 1922.)

Aménagement des entrées de poste. — Pour éviter l'attache de l'entrée de poste au fil d'antenne, la

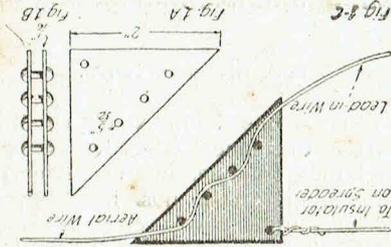


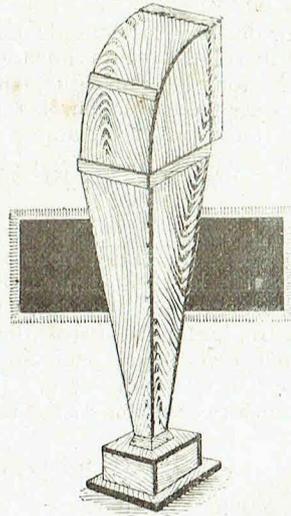
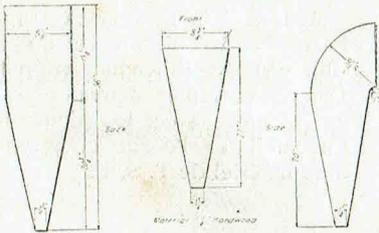
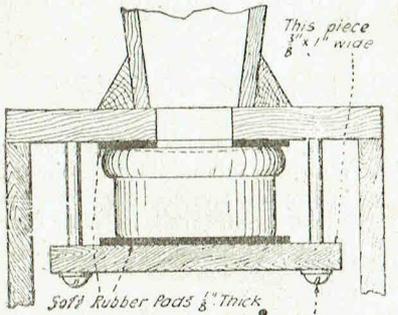
figure montre un moyen simple de ne pas être obligé de couper le fil d'antenne, qui peut ainsi se prolonger jusqu'au récepteur.

(Radio-News, sept. 1922.)

Comment construire soi-même un haut-parleur. — Les haut-parleurs que l'on achète coûtent cher et

ne donnent pas toujours un son bien agréable. Un amateur américain, Paul G. Watson, conseille de se bâtir soi-même, en bois, un renforceur de son, adapté à un récepteur téléphonique ordinaire. Les figures expliquent d'elles-mêmes la construction proposée, les mesures sont en pouces (1 pouce = 2 cm 54). Pour courber le bois, le plonger plusieurs heures dans l'eau bouillante, et le laisser sécher sur forme. Pour assurer la solidité, il faut maintenir par des taquets de bois vissés aux endroits indiqués par la figure.

(Radio-News, août 1922.)



Comment construire soi-même un haut-parleur.

CORRESPONDANCE & AVIS

Horaire des émissions de la Tour Eiffel.

A partir du 25 novembre 1922, l'émission radiotélégraphique de prévision assurée actuellement à 17 h 10 sera reportée à 18 h 20.

Les heures des émissions radiotéléphoniques de prévisions météorologiques seront donc :

6 h 40, 11 h 15, 18 h 20 et 22 h 10.

Seule jusqu'à nouvel ordre, l'émission de 17 h 20 aura lieu le dimanche.



Appels émis et entendus.

Pour faciliter la tâche de nos lecteurs et collaborateurs nous publierons ici tous les renseignements qui nous seront envoyés sur les heures d'émissions privées d'amateurs, et sur les postes qui auront été entendus.

*
**

M. Lardy, du Mans, nous signale que depuis le 15 novembre, il émet sur 200 mètres environ, de 21 heures à 21 h 15, les lundis, mardis, jeudis et samedis de chaque semaine. Indicatif 8 A O. Les mêmes jours, il reste à l'écoute de 21 h 15 à 21 h 30.

*
**

Les postes R E D, 9, rue du Cherche-Midi, à Paris, procéderont à des émissions radiotéléphoniques.

Ces émissions auront lieu chaque jour à partir du 10 décembre, de 12 heures à 12 h 15, sur une longueur d'onde de 200 mètres.

Du 15 décembre au 3 janvier, les émissions seront faites du Grand Palais (Salon de l'Aéronautique).

Appel à nos lecteurs.

Nous serons heureux d'accueillir dans nos colonnes toutes les petites inventions pratiques que l'expérience aura suggérées à nos lecteurs et qu'ils croiront devoir être utiles à l'ensemble des amateurs. La réalisation d'appareils simples et peu coûteux est une des meilleures joies du télégraphiste sans fil. Nous ne doutons pas que les amateurs français n'aient une foule de petits tours de main à conseiller : nous enregistrerons volontiers les exploits de leur ingéniosité.

*
**

M. G. Magnus A/S, Elektrisk Forretning, Kristiania, Karl Johansgt 33, désire entrer en relations avec les constructeurs français pour l'achat en France de tout matériel de T. S. F.

*
**

M. Inz. Franta Stepanek, Praha III Lazenskao-III, secrétaire du Radio-Club Tchéco-Slovaque (République Tchéco-Slovaque), demande à entrer en relation avec les constructeurs français pour l'achat en France de tout matériel de T. S. F.

*
**

Sociétaire 619, demande à connaître quelques amateurs sans-filistes de la région parisienne qui voudraient bien lui permettre d'assister à leurs expériences.

VIENT DE PARAÎTRE

GRAPHIQUE DES ÉMISSIONS

RÉGULIÈRES

de T.S.F.

et **TÉLÉPHONIE SANS FIL**

**Donnant heure par heure le nom du poste émetteur,
son indicatif d'appel, sa longueur d'onde et la
nature des signaux émis :**

SIGNAUX HORAIRES, SIGNAUX URSI
ONDES ÉTALONNÉES, MÉTÉOS, PRESSES

tant en ondes amorties ou entretenues qu'en

TÉLÉPHONIE SANS FIL

.....

En outre de son utilité incontestable, ce graphique présente l'énorme intérêt de fournir tous ces renseignements instantanément et d'un seul coup d'œil.

.....

**Absolument à jour, ce graphique doit figurer
devant tout poste récepteur**

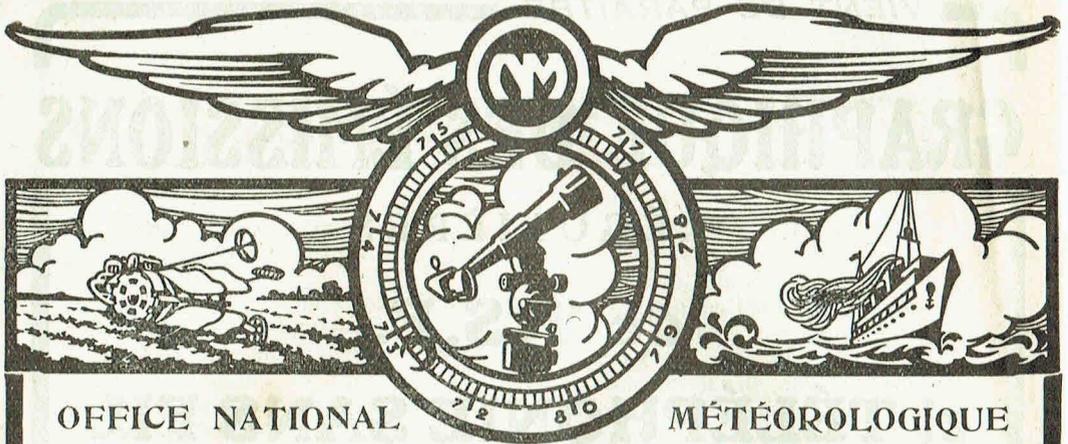
tant chez l'amateur que chez le professionnel

.....

Prix : 3 francs chez tous les libraires

et franco recommandé contre 3 fr. 50 à

Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS



OFFICE NATIONAL

MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE

VIENT DE PARAÎTRE :

RADIOGRAMMES MÉTÉOROLOGIQUES D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

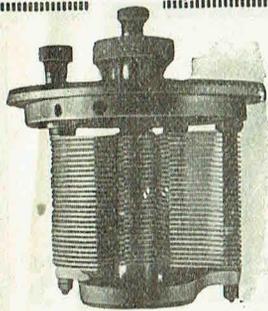
émis par les postes de T. S. F. de la France
et de l'Afrique du Nord française

LISTE DES ÉMISSIONS ET TABLEAU DE DÉCHIFFREMENT

Service en vigueur
au 15 octobre 1922

PRIX : 4 francs

Étienne **CHIRON**, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS



Condensateur P. E. P. série A de 2,5 / 1000° m. f. d.

LA PRÉCISION ÉLECTRIQUE

(Anciens Établissements HORY)

10, rue Crocé-Spinelli, PARIS-14^e (Séгур 73-44)

Fournisseur des Administrations de l'État et des Gouvernements étrangers

GRAND PRIX AU CONCOURS DE T. S. F. 1922

Condensateurs variables à air.

Commandes micrométriques.

Condensateurs fixes. Boîtes de capacité. Résistances.

Transformateurs, Détecteurs,

Commulateurs, Inverseurs, Bornes, etc.

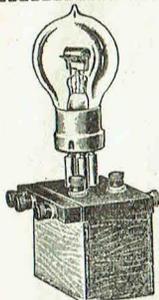
ONDEMÈTRES DE PRÉCISION système H. Armagnat

Breveté S. G. D. G.

T. S. F. RADIO=BLOCS

BRUNET-PELLETIER

Brevetés S. G. D. G.



Amplificateurs Haute et Basse Fréquence.

Transformateurs spéciaux pour télégraphie sans fil.

Récepteurs et Casques de précision de haute sensibilité spécialement étudiés pour la télégraphie et la téléphonie sans fil.

BRUNET & C^{ie}, Ingénieurs-Constructeurs

Fournisseurs de la Radiotélégraphie militaire, de l'Aviation et des grandes Compagnies de Télégraphie sans fil

30, rue des Usines, PARIS-xv^e (Séгур 43-45)

Envoi des Notices et Catalogue contre 1 fr. en timbres-poste

T. S. F. Professionnels! Amateurs!

RETENEZ que le

"VARIO-FIXE"

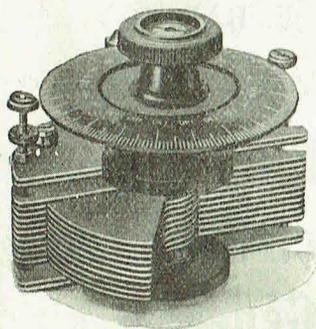
Nouveau condensateur à grand réglage (Breveté s. g. d. g.) est une

Innovation sensationnelle d'invention
de Prix, de Précision

Modèles perfectionnés : 1/1.000°, 40 francs ; 2/1.000°, 50 francs
Franco, France : 2 fr. 50

ACCESSOIRES ÉTUDIÉS, PRÉCISION. PRIX SANS PRÉCÉDENT
DEMANDEZ MES NOTICES, ENVOYÉES CONTRE 0 FR. 25

A. BONNEFONT, constructeur, 9, rue Gassendi, Paris (XIV^e)
Inventeur de "L'EXCENTRO"



Ateliers DUCRETET

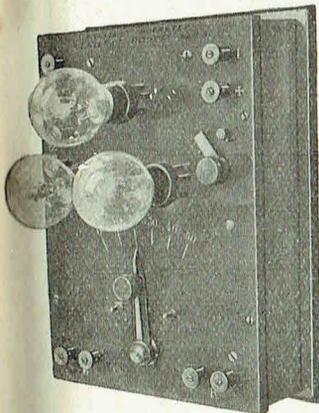
ERNEST ROGER

75, rue Claude-Bernard, PARIS

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE SANS FIL

Détecteurs. — Téléphones Haut-Parleurs.
Condensateurs à air. — Lampes à vide. — Cadres.
Résistances. — Appareils inscripteurs.

AMPLIFICATEURS A LAMPES
(haute et basse fréquence)



VIENT DE PARAÎTRE

A. CLAVIER

Ingénieur diplômé de l'École Supérieure d'Électricité

LES ONDES COURTES

ÉMISSION = RÉCEPTION

DESCRIPTION — CONSTRUCTION
INSTALLATION DES APPAREILS

Prix : 4 francs

chez tous les libraires ou contre mandat de 4.50 adressé à l'éditeur.

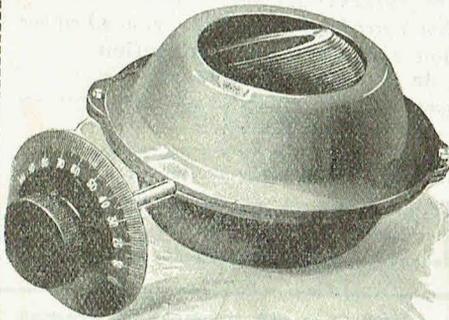
Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, Paris (VI^e)

La S. E. R., 24, rue d'Athènes, PARIS (9^e)

Central 40-29

PRÉSENTE UN NOUVEAU

VARIOMÈTRE DE PRÉCISION



spécialement étudié pour les

PETITES LONGUEURS D'ONDES

Ce variomètre permet une variation de la self induction du circuit oscillant sans plots, sans curseurs, par simple rotation du noyau intérieur.

Ces variomètres, livrables fin novembre, se vendent :

Avec cadrans gradués, bobinés	56 fr.
— — — non bobinés. ..	48 fr.
Avec cadrans non gradués, bobinés ..	50 fr.
— — — non bobinés ..	42 fr.

Tous renseignements à la S. E. R., 24, rue d'Athènes, PARIS

E. BARRÉ

DOCTEUR ÈS SCIENCES
RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Éléments d'Electrotechnique Générale

Présente sous une forme claire et accessible
à tous, les notions élémentaires d'électricité
statique et dynamique

Un beau volume de 328 pages, 230 gravures
Prix : 36 francs franco

Étienne CHIRON, Éditeur, 40, rue de Seine, PARIS

LE SONORE

l'appareil le plus perfectionné pour lecture au son.

RADIO-HALL

23, rue du Rocher, PARIS

centralise toutes les fabrications concernant la T. S. F.
Il est dans votre intérêt de vous adresser au

RADIO-HALL

pour tout ce dont vous avez besoin : poste complet,
..... accessoires

Catalogue illustré (60 pages)
franco contre 50 centimes.

POSTES A GALETTES

RADIO - BLOCS

HAUT PARLEUR A RELAIS

HAUT PARLEUR

CASQUE

ECOUTEURS

CONDENSATEURS A AIR - TOUTES CAPACITÉS

DETECTEURS GALÈNE
DETECTEURS LAMPES
DETECTEURS MIXTES

HÉTÉRODYNE

1000 LAMPES

VOLTMÈTRE, AMPÈREMÈTRE, MILLIAMMÈTRE

AGUS, ETC.

G. PÉRICAUD USINES PARIS-LYON

Constructeur

85, boulevard Voltaire, PARIS (XI^e)

Maison fondée en 1900

Téléphone :
ROQUETTE 00-97

“TÉLÉGRAPHIE et TÉLÉPHONIE SANS FIL”

Réception des prévisions météorologiques
Bulletin de presse

RADIO-CONCERTS

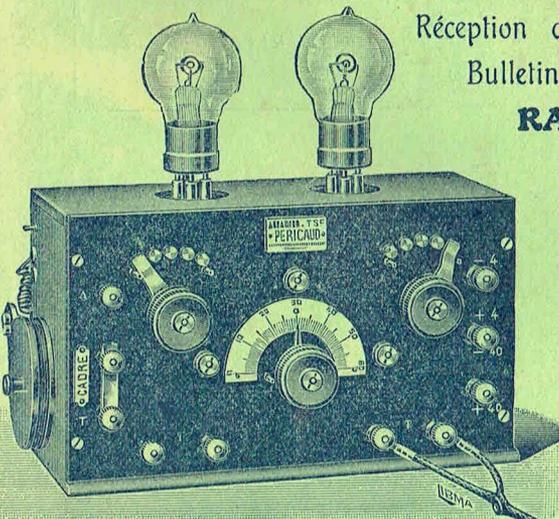
Envoyés par les grandes stations

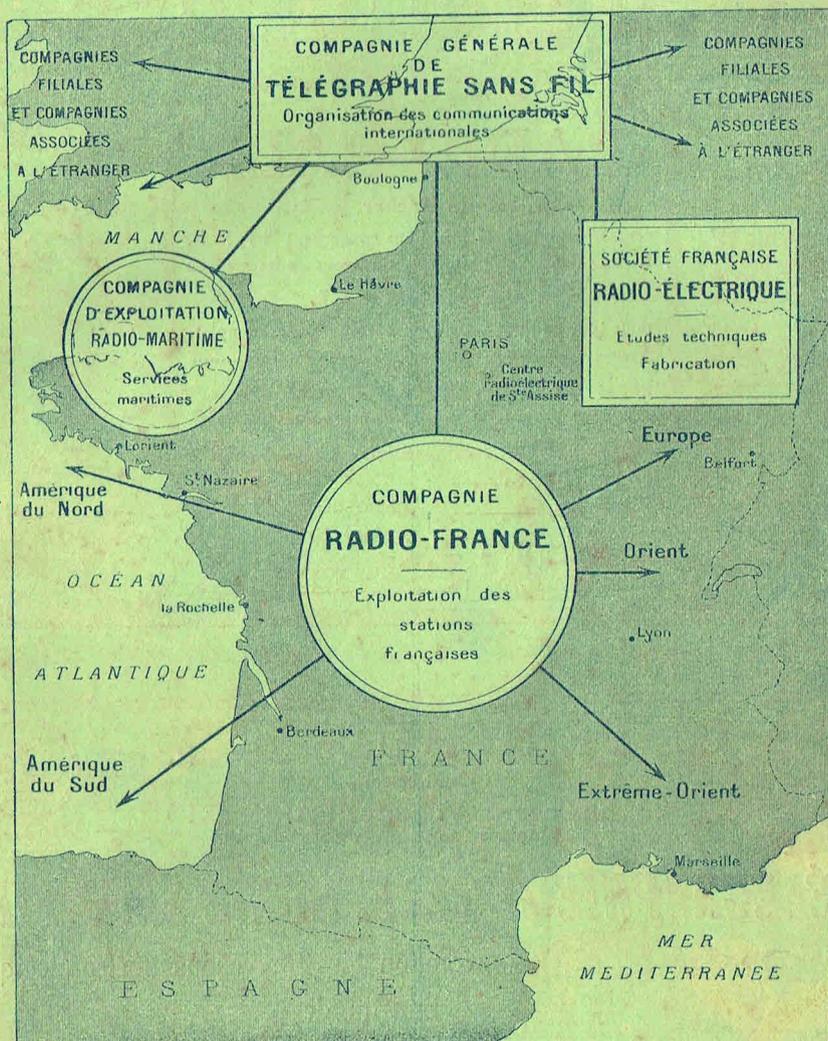
POSTES COMPLETS

Pièces détachées

Tout l'appareillage construit
en **GRANDE SÉRIE**

*Envoi du catalogue illustré (Édition
Juin 1922) contre 0 fr. 40 en timbres-
poste.*





LES GRANDES COMPAGNIES DE T. S. F. FRANÇAISES ASSOCIÉES

79, boulevard Haussmann

PARIS