

L'ONDE ÉLECTRIQUE

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

Honorée d'une subvention de la Confédération des Sociétés
scientifiques françaises à l'aide des fonds alloués par le Parlement



SOMMAIRE

E. BELLINI

Un nouveau radiogoniomètre avec levée du doute

M. LARDRY

Étude de l'évanouissement sur les ondes courtes

M. GUÉRITOT

Le problème du verrouillage en télémechanique

L. BRILLOUIN et E. FROMY

L'influence du brouillage sur les récepteurs à réaction

Chronique du mois

Informations et Correspondance

Analyses

Étienne CHIRON, Éditeur

:: :: 40, rue de Seine :: :: PARIS :: :: Gobelins 06-76 :: ::

L'ONDE ÉLECTRIQUE

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

ABONNEMENT D'UN AN
France 30 fr.
Étranger 35 fr.

Étienne CHIRON
ÉDITEUR

40, RUE DE SEINE, PARIS
CHÈQUES POSTAUX: PARIS 53-35

PRIX
DU NUMÉRO : 3 francs

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Adresser la correspondance administrative et technique à

M. MESNY, secrétaire général
21, rue Jacob, Paris-6^e

Paiement des cotisations à

M. ATTHALIN, trésorier
Banque de Paris et des Pays-Bas
3, rue d'Antin, Paris-2^e

Les correspondants sont priés de rappeler chaque fois le numéro d'inscription porté sur leur carte.
CHANGEMENTS D'ADRESSE : Joindre 0.50 à toute demande.

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.
BLOT-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 PIAZ, 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 LEGOUEZ, 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.

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. ::



L'ANNUAIRE DE LA T. S. F.

est le répertoire indispensable à tous ceux qui, à un titre quelconque, amateurs ou savants, s'occupent de télégraphie sans fil

Il contient :

Formulaire de la T. S. F.
Lexique des termes de T. S. F. en cinq langues
Indications d'appel de tous les postes de T. S. F. du monde entier
Législations radiotélégraphiques internationales et nationales
Répertoire du Commerce de la T. S. F.

Le volume relié, de 1388 pages, prix : 30 francs
Pour l'envoi franco, ajouter le prix d'un colis postal (le volume pèse 2 kg 500)

Étienne CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS (6^e)

UN NOUVEAU RADIOGONIOMÈTRE AVEC LEVÉE DU DOUTE (*)

Par E. BELLINI, docteur ès sciences.

Avant de vous décrire ce nouvel appareil, permettez-moi de rappeler quelques principes généraux nécessaires pour la clarté du sujet.

Généralités. — Les aériens dirigés pratiquement employés sont des aériens « bilatéraux », c'est-à-dire des aériens qui reçoivent également dans deux sens à 180° l'un de l'autre. Le cadre Blondel (†) est le prototype de cette classe d'aériens. Le diagramme de l'intensité du courant dans un cadre Blondel récepteur, en fonction de l'angle φ formé par le plan du cadre avec le rayon électromagnétique, est représenté par deux circonférences égales et tangentes. L'équation de ce diagramme est $\rho = \rho_0 \cos \varphi$: les deux circonférences ont phases ou signes opposés.

Vous savez quel emploi intense a été fait de ces cadres pendant la guerre. Un cadre Blondel, tournant autour d'un axe vertical, convenablement relié à un appareil amplificateur-récepteur permet de déterminer la direction d'intensité minimum ou nulle. La direction du poste émetteur sera à angle droit avec le plan du cadre dans la direction du minimum. Ce cadre nous donne l'orientation du plan vertical passant par le poste émetteur, mais ne nous donne pas le sens de ce poste. Supposons dans un cas particulier qu'on ait trouvé le poste émetteur dans le plan nord-sud. Le cadre Blondel ne pourra pas nous dire si ce poste se trouve au nord ou au sud. C'est pour lever ce doute qu'on a pensé de réaliser des systèmes avec « levée du doute » ou systèmes « unilatéraux ».

Dans certains cas il peut être très utile de connaître le sens d'un poste. En voici deux exemples caractéristiques :

1° Supposez les bateaux d'une escadre dispersés tout autour du bateau amiral, mais au delà des limites de visibilité. Ce dernier leur radiotélégraphie de se rapprocher. Les radiogoniomètres des différents bateaux leur fourniront bien les directions du bateau amiral, mais ils seront incapables de leur indiquer dans quel sens ils devront suivre ces directions pour rallier le bateau amiral ;

2° Supposez un bateau qui navigue par temps de brume. A un

(*) Conférence faite à la réunion du 29 mars 1924.

(†) Brevet belge n° 163 516/1902 et brevet anglais n° 11 427/1903.

certain moment son radiogoniomètre lui indique qu'un autre bateau se trouve juste dans son axe. Il serait d'une utilité extrême de savoir si ce dernier se trouve devant ou derrière. Un radiogoniomètre avec levée du doute peut le lui indiquer.

La première idée des systèmes avec levée du doute remonte aux premiers temps de la télégraphie sans fil. Plusieurs chercheurs avaient tenté d'employer des miroirs paraboliques tournants pour déterminer la direction et le sens d'un poste émetteur. Ces essais ne donnèrent pas de résultats et furent abandonnés. Ces derniers temps ils ont été repris avec beaucoup de succès par l'emploi d'ondes très courtes par MM. Marconi et Franklin.

M. Blondel ⁽¹⁾ imagina en 1899 un aérien unilatéral très intéres-

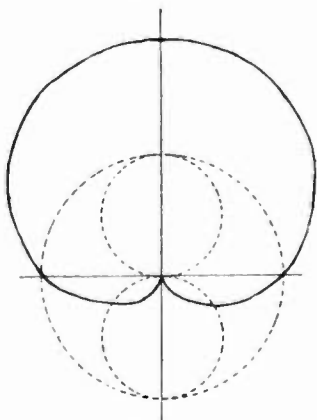


Fig. 1.

sant constitué par deux antennes verticales parcourues par des courants égaux, différant en phase d'un angle tel que le rayonnement dans un sens soit nul. Ce système s'est heurté à des difficultés de réalisation qui, jusqu'à maintenant, n'ont pu être vaincues.

Je rappellerai simplement l'antenne coudée de Marconi et l'antenne Beverage, lesquelles ou donnent une dirigeabilité insuffisante ou ne sont applicables que dans un nombre restreint de cas pratiques.

Systèmes unilatéraux. — Le premier système unilatéral qui ait donné des résultats fut imaginé en 1907, par M. le commandant Tosi et par moi-même ⁽²⁾. Permettez-moi de profiter de l'occasion de cette

⁽¹⁾ *Loc. cit.*

⁽²⁾ Brevet français n° 387 933, du 7 mars 1908; brevet anglais n° 4801, du 24 février 1909; brevet Etats-Unis n° 948 086, du 2 mars 1909; *Proceedings of the*

conférence pour revendiquer la paternité de ce dispositif qu'on a dernièrement tenté de nous enlever ⁽¹⁾ (appendice n° 1).

Ce système consiste à superposer à l'action du cadre ou de l'antenne dirigée l'action d'une antenne verticale disposée dans l'axe du premier. Graphiquement, ce système revient à superposer un diagramme circulaire à un diagramme en forme de 8 (fig. 1). La condition la plus favorable est obtenue quand ces diagrammes ont mêmes amplitudes et phases coïncidentes ou opposées. Le diagramme

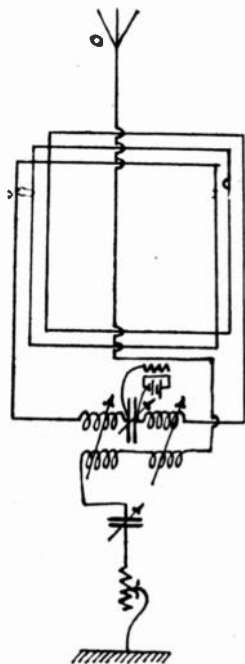


Fig. 2.

résultant a la forme d'une cardioïde. Si on fait tourner le cadre, théoriquement le maximum indiquera la direction et le sens du poste émetteur.

Un développement analytique très simple que j'ai donné en 1908 ⁽²⁾ montre que les courants dans le cadre et dans l'antenne verticale, tous les deux supposés accordés, diffèrent en phase de 90° . Physi-

Physical Society of London, vol. XXI; *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, décembre 1908; *Philosophical Magazine*, octobre 1908.

⁽¹⁾ Greenleaf Pickard. Static Elimination by Directional Reception. *Inst. Radio Eng.* 8, pp. 358-364, octobre 1920.

⁽²⁾ *Phil. Mag.*, loc. cit.

quement, l'explication en est très simple. En effet, la force électromotrice induite dans l'antenne verticale par le champ magnétique est maximum quand ce champ est lui-même maximum, tandis que la force électromotrice induite dans un cadre par le champ magnétique est maximum quand la variation du flux est maximum, c'est-à-dire quand le champ est nul. Si l'antenne et le cadre sont accordés, leurs courants seront en phase avec les forces électromotrices respectives : les deux courants seront donc eux aussi en quadrature. Par conséquent, pour combiner ces deux courants afin d'obtenir un système avec levée du doute, il faut d'abord changer de 90° la phase d'un de ces courants.

Le procédé le plus simple est celui représenté par la figure 2. L'antenne verticale agit par induction sur le cadre : l'amplificateur est dérivé aux armatures du condensateur du cadre. En faisant varier le degré de couplage on peut faire varier le rapport des amplitudes jusqu'à obtenir une compensation parfaite. Ce système est toutefois d'un réglage assez délicat et assez long : il faut surtout se garder de trop coupler pour éviter les phénomènes des deux fréquences propres de l'ensemble des deux circuits.

Un système analogue a été employé par la Compagnie Marconi pour superposer l'action de l'antenne verticale à celle d'un radiogoniomètre Bellini-Tosi (¹).

Il est facile de se rendre compte des imperfections de compensation et des phases des courants dans le cadre et dans l'antenne. Le rayon vecteur du diagramme aura comme valeur générale

$$\sqrt{I_j^2 + I_c^2 \cos^2 \varphi + 2 I_j I_c \cos \alpha \cos \varphi}$$

α , différence des phases.

Les figures 3, 4, 5 et 6 montrent quelques formes que les diagrammes peuvent prendre.

Ce n'est pas toujours facile d'obtenir la cardioïde. En voici la raison principale :

Tous les raisonnements que nous avons faits jusqu'ici présupposent que l'état de régime des courants est atteint. Mais avant et après l'état de régime, il y a des états transitoires.

Quand les ondes commencent à arriver, des courants s'établissent dans l'antenne verticale et dans le cadre. Ces courants augmentent progressivement jusqu'à atteindre leurs valeurs de régime. Mais ces augmentations ne se font pas, en général, avec la même vitesse à

(¹) Keen. Direction and Position Finding by Wireless.

cause des constantes de temps différentes des deux circuits. Pendant cet état transitoire il n'y aura pas, en général, de compensation.

De manière analogue, quand les ondes cessent de parvenir, les courants dans l'antenne et dans le cadre ne s'amortiront pas en

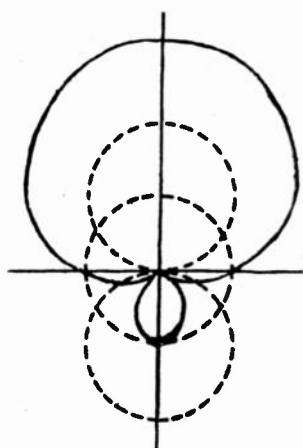


Fig. 3.

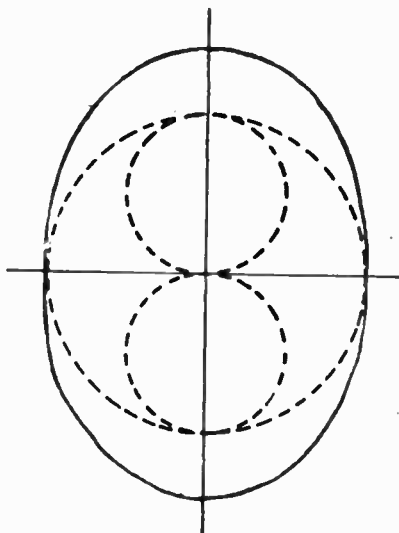


Fig. 4.

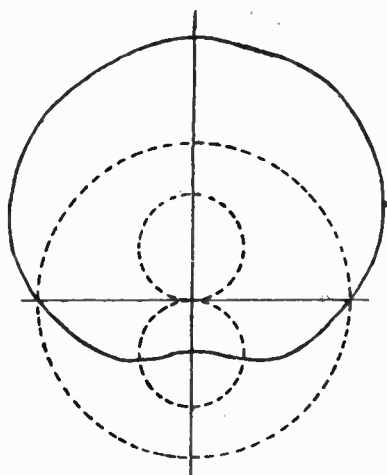


Fig. 5.

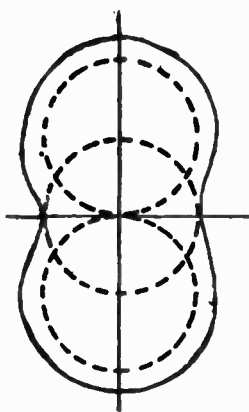


Fig. 6.

général avec la même vitesse à cause des amortissements différents des deux circuits : d'où aussi impossibilité de compensation. Il est donc tout à fait normal qu'on n'arrive pas en général à obtenir la

cardioïde. On y arrive parfaitement si l'on prend soin de rendre égaux les amortissements des deux circuits.

Aujourd'hui ce système est employé avec beaucoup de succès pour se défendre contre les parasites qui proviennent de la direction diamétralement opposée à celle du poste que l'on reçoit.

Une variante de ce système est celle dans laquelle l'antenne verticale est apériodique. Les schémas sont à peu près les mêmes que précédemment, sauf l'insertion d'une résistance très élevée dans l'antenne verticale.

Une autre variante est celle dans laquelle l'antenne verticale est désaccordée, mais non apériodique. Les schémas dans ce cas doivent être forcément différents des précédents pour tenir compte que le courant dans l'antenne verticale est déphasé d'environ 90° vis-à-vis de la force électromotrice.

Une troisième variante, très intéressante, est celle qui consiste à

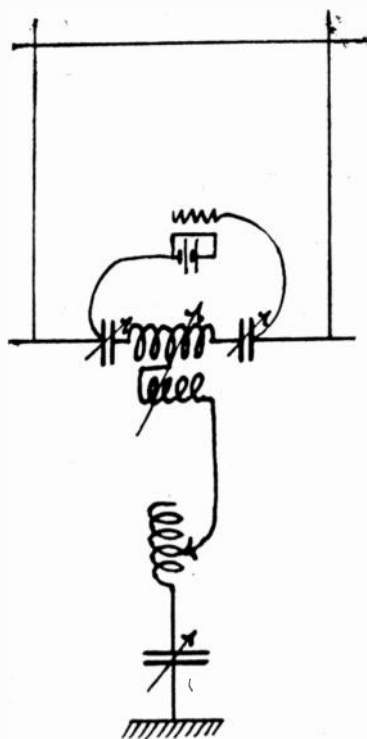


Fig. 7.

se servir du cadre lui-même comme antenne verticale. La figure 7 montre un des schémas employés dans ce cas.

Effet vertical des cadres. — Occupons-nous maintenant de l'effet vertical des cadres.

Un cadre pendant qu'il fonctionne comme cadre tend aussi à fonctionner comme antenne verticale. En effet, un cadre peut être considéré comme une antenne verticale à contrepoids, la capacité du sommet du cadre correspondant à celle du sommet de l'antenne verticale et la capacité entre la base du cadre, les appareils connectés et la terre correspondant à la capacité entre le contrepoids et la terre. Cette condition de choses peut être représentée par la figure 8. Les capacités des condensateurs c et C sont en général différentes. Le sommet du cadre prend un certain potentiel oscillatoire : les courants

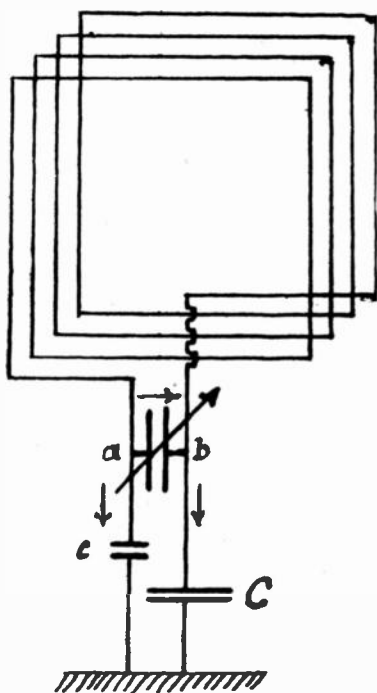


Fig. 8.

à travers c et C seront donc en général différents : le courant vertical passera en partie de a à la terre à travers c , en partie de b à la terre à travers C et en partie de a à b à travers le condensateur variable. Cette fraction du courant vertical qui passe à travers le condensateur d'accord produit entre les armatures de ce condensateur une différence de potentiel de sens constant et de valeur indépendante de

l'orientation du cadre : cette différence de potentiel se superpose à la différence de potentiel dirigée : les zéros se perdent, les minima deviennent flous et ne sont plus à 180° l'un de l'autre : le diagramme prend la forme générale représentée par la figure 9. Mais il faut

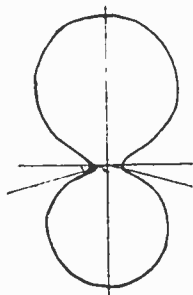


Fig. 9.

remarquer que cette différence de potentiel « verticale » est presque toujours très faible en valeur absolue, parce qu'elle est engendrée par une fraction du courant vertical, qui est lui-même très faible parce que le cadre « vertical » n'est pas accordé et parce que le condensateur variable a une capacité relativement élevée. Il faut supprimer cette action verticale pour obtenir des bons diagrammes et une détermination sûre des azimuts.

Deux méthodes ont été imaginées pour atteindre ce but : la méthode Mesny et la méthode de Bellescize.

La méthode Mesny consiste essentiellement à rendre égales les valeurs des deux capacités c et C .

La différence de ces deux capacités est due à la manière de connecter l'amplificateur. En effet, l'armature du condensateur variable reliée à la grille ne présente qu'une capacité minime par rapport à la terre, tandis que l'autre armature reliée à la batterie de chauffage présente une capacité relativement considérable. Le compensateur Mesny permet d'égaliser ces deux capacités. Cet appareil est en substance un petit condensateur à deux armatures fixes et une mobile. On relie cette dernière à la terre et les premières aux armatures du condensateur variable. En tournant l'armature mobile l'on augmente l'une des capacités et l'on diminue l'autre. Quand les deux capacités c et C sont rendues égales, on obtient des bons zéros.

Je me permets d'attirer votre attention sur le fait que le dispositif de M. Mesny ne supprime pas l'action verticale, ni les potentiels que cette action engendre aux armatures du condensateur variable, mais

il rend ces potentiels égaux, de manière que la différence de potentiel due à l'action verticale devient nulle.

Le but du dispositif de M. de Bellescize est de supprimer radicalement l'action verticale.

Supposez un cadre parfait, c'est-à-dire sans action verticale. Les potentiels le long du cadre se distribuent de façon à présenter des ventres aux armatures du condensateur variable et un nœud au point du milieu du cadre. Nous pourrions donc imaginer ce point relié à la terre sans rien changer aux conditions d'oscillation.

Supposez maintenant que vous ayez un mauvais cadre, c'est-à-dire un cadre présentant une action verticale. Cela veut dire que le point du milieu du cadre au lieu de se trouver au potentiel zéro se trouvera avoir un potentiel oscillatoire d'une certaine valeur. Pour rendre ce cadre bon, il nous suffira de forcer le point du milieu du cadre à rester toujours au potentiel zéro, ce que nous pourrions obtenir en reliant ce point à la terre par un conducteur n'ayant ni self ni résistance appréciables. C'est le dispositif de Bellescize.

En profitant de ces actions verticales des cadres, M. de Bellescize a imaginé en 1920 un système de levée du doute. Suivant ce système on exagère l'action verticale propre des cadres en le déséquilibrant le

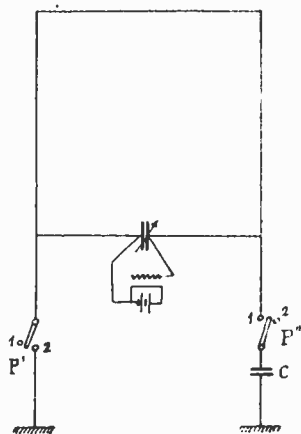


Fig. 10.

plus possible. La figure 10 montre un des schémas de ce dispositif. Les deux commutateurs P' et P'' sont manœuvrés en même temps. Quand ils se trouvent sur les plots 1,1 le cadre est compensé par le condensateur C suivant la méthode Mesny. On cherche dans ces

conditions la direction du poste. Quand on met les commutateurs sur les plots 2.2 le cadre est complètement déséquilibré, car l'une des armatures du condensateur variable est à la terre tandis que l'autre est isolée. Le cadre étant accordé et le système vertical étant complètement désaccordé par construction, il s'ensuit que les deux courants seront presque exactement en phase ou en opposition de phases. La différence de potentiel aux armatures du condensateur variable aura donc une composante dirigée et une composante verticale. Les deux minima du diagramme résultant ne seront plus diamétralement opposés, mais se trouveront toujours du côté du poste émetteur ou dans le sens contraire et cela suivant les données de construction et le sens des connexions du cadre. Il suffira donc de relever une fois pour toutes ce sens. Alors avec le cadre déséquilibré on cherche ces minima qui lèveront donc l'incertitude de 180° .

On peut, au lieu d'équilibrer le cadre par l'insertion d'un condensateur, l'équilibrer par la mise à la terre de son point du milieu.

Nouvel appareil. — Maintenant passons au nouvel appareil.

L'an dernier, la Société Française Radioélectrique a bien voulu me confier l'étude d'un radiogoniomètre avec levée du doute, surtout en vue de son installation sur les bateaux. Cet appareil devait être simple, économique et sûr.

J'ai écarté d'emblée les systèmes à antenne verticale séparée, accordée, désaccordée ou apériodique, à cause de l'installation de cette antenne, difficile sur les bateaux, et des réglages plutôt longs et délicats nécessaires pour obtenir une bonne compensation.

Je me suis donc arrêté au système utilisant le cadre lui-même comme antenne verticale et je me suis laissé guider par l'expérience qui m'avait montré que, sauf dans des cas extraordinaires, l'action verticale d'un cadre, quoique très gênante pour l'obtention de bons zéros, est toutefois très faible vis-à-vis de celle du cadre. Considérez que le cadre, quoique ayant une hauteur effective très faible, présente une très faible résistance, ce qui permet d'obtenir entre les armatures du condensateur variable une différence de potentiel très élevée. Le cadre fonctionnant en antenne verticale présente, il est vrai, une hauteur effective beaucoup plus grande que le cadre proprement dit, mais étant complètement désaccordé, le courant qui le traverse est extrêmement faible. L'amplificateur est régulièrement placé entre les armatures du condensateur. Ce n'est pas tout le courant vertical qui passe par ce condensateur, mais seulement une fraction. En plus le condensateur variable a une valeur relativement élevée. La différence

de potentiel « verticale » entre les armatures de ce condensateur doit donc être très faible.

Pour exalter l'action du courant vertical il faut avant tout augmenter son intensité, ce qu'on peut obtenir en reliant à la terre

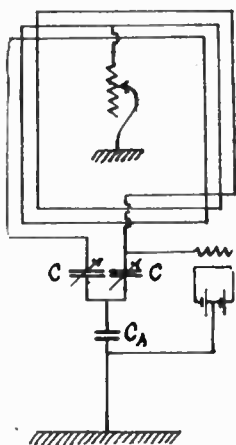


Fig. 11.

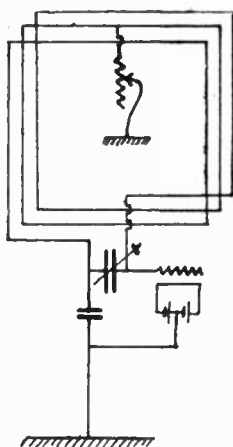


Fig. 12.

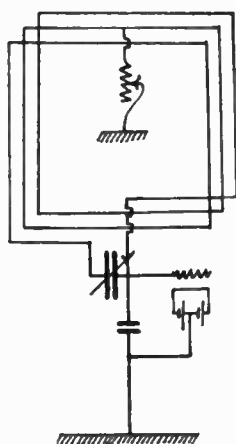


Fig. 13.

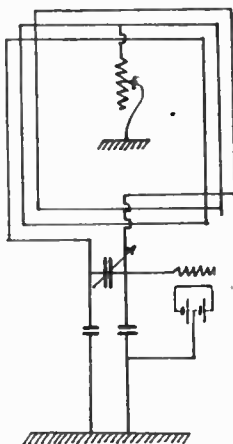


Fig. 14.

la base du cadre, soit par un condensateur de grande capacité, soit par une self. Cette dernière présente le grave inconvénient de rapprocher l'antenne verticale de la condition de résonance, ce qu'il faut éviter coûte que coûte. Ensuite, il faut faire passer ce courant à travers un organe capable de transformer les variations du courant en variations de potentiel de valeurs aussi grandes que possible. Je me suis donc arrêté au schéma de la figure 11. Faisons pour le

**

moment abstraction de la résistance qui relie le centre du cadre à la terre et supposons-la infinie. Les condensateurs CC, variables et égaux, servent à accorder le cadre. Le courant vertical passe par ces deux condensateurs en proportions égales, tout étant symétrique, et par le petit condensateur C_A, fixe et ayant une valeur convenable pour que le courant vertical y engendre la différence de potentiel maximum possible. Pour l'appareil dont nous parlerons ensuite ce condensateur a une valeur de 0,00015 μF. L'amplificateur est connecté entre une des armatures extérieures d'un des condensateurs variables et l'armature du condensateur fixe qui est reliée à la terre. De cette façon, l'amplificateur est soumis à la différence de potentiel résultante de celle du cadre proprement dit et de celle du cadre fonctionnant en antenne verticale. Ces deux différences de potentiel sont sensiblement en phase ou en opposition de phases.

Mais l'action verticale peut être forte en comparaison de l'action dirigée. Pour doser l'action verticale j'ai connecté à la terre le point du milieu du cadre par l'intermédiaire d'un rhéostat. L'idée qui m'a guidé a été la suivante.

Si le centre du cadre est isolé, l'action verticale est maximum; s'il est relié à la terre, l'action verticale est nulle. Pour donner donc à l'action verticale une valeur intermédiaire il fallait trouver un moyen de relier plus ou moins à la terre le centre du cadre. Un rhéostat variable inséré dans la connection à la terre pouvait remplir ce rôle.

La théorie de ce dispositif est donnée à l'appendice n° 2. Elle montre que pour avoir une compensation parfaite il faut que la résistance du cadre et la résistance de mise à la terre aient des valeurs bien déterminées, fonctions de la longueur d'onde. Et précisément :

$$R = \frac{d}{v} \frac{E_0}{E_n} \frac{C_A + C_B}{2CC_B} \quad R_n = 4 \frac{1}{\omega^2 C_A} \frac{v}{d} \frac{E_n}{E_0} \frac{C}{C_A + C_B}$$

R résistance du cadre;

R_n résistance de mise à la terre;

d largeur du cadre;

v vitesse de la lumière;

E₀ amplitude de la force électromotrice dans un des fils du cadre;

E_n amplitude de la force électromotrice dans l'antenne verticale;

C capacité d'un des condensateurs variables;

C_A capacité du petit condensateur fixe;

C_B capacité terminale du cadre « vertical ».

Théoriquement donc R devrait être presque nul et R_n presque

infini. Mais comme dans toute théorie on n'a pas pu prendre en considération toutes les conditions, il faut surtout remarquer qu'on n'a pas tenu compte de la réaction du courant vertical sur le champ électromagnétique, réaction dont on ne sait pas tenir compte, sauf par la méthode imparfaite de l'hypothétique résistance de rayonnement, réaction qui doit être assez considérable, étant donné que ce courant avance d'un quart de période sur la force électromotrice.

Il faut donc se servir de la théorie comme d'un indicateur de la voie à suivre pour obtenir des résultats pratiques.

Or, la pratique démontre que pour obtenir une bonne levée du doute il faut donner à la résistance de mise à la terre une valeur déterminée, assez grande, mais pas extrêmement grande et que cette valeur peut dans certaines conditions être relativement assez faible.

Le schéma considéré présente au point de vue pratique l'inconvénient de comporter deux condensateurs variables égaux, montés sur le même axe ou reliés par des engrenages à rattrapage de jeu. Ces dispositifs sont très coûteux. On a donc pensé à supprimer un des condensateurs variables et on a adopté l'un des schémas des figures 12, 13 et 14. Les résultats sont comparables à ceux du montage primitif.

Résultats. — Pour vous rendre compte des résultats qu'on obtient, je vais vous montrer deux diagrammes (fig. 15 et 16) obtenus avec le montage de la figure 12 : ils ont été obtenus par la méthode simple, mais barbare, du condensateur shunté. Vous voyez que la levée du doute est très nette. Le premier a été obtenu sur une émission entretenue modulée sur 600 mètres faite à Levallois-Perret; le second sur le premier harmonique de l'émission amortie de la Tour Eiffel. On a choisi le premier harmonique parce que l'appareil ne permettait pas de s'accorder sur l'onde fondamentale de 2600 mètres.

Un point sur lequel je désirerai attirer votre attention est celui qui concerne la différence de potentiel agissant sur l'amplificateur, quand on utilise le cadre sans action verticale. Cette différence de potentiel semble devoir être la moitié de celle utilisée quand on relie comme d'habitude l'amplificateur aux deux armatures du condensateur variable. En pratique on a, toutefois, obtenu des portées si considérables qu'on est à se demander si on n'a pas affaire en même temps à un autre phénomène qui compenserait la diminution de la différence de potentiel agissante. On peut certainement admettre que l'amplificateur branché entre le centre du cadre et une des armatures du condensateur amortit moins le cadre que quand il est branché

entre les deux armatures. D'après certaines expériences récentes on obtiendrait même une sensibilité plus grande dans le premier cas que dans le second ⁽¹⁾.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai que la portée du nouvel appareil est comparable à celle d'un cadre avec les connexions habituelles.

Un autre point que je voudrais faire remarquer est celui de la connexion de l'amplificateur à la terre. Vous avez pu remarquer dans les schémas précédents que j'ai connecté à la terre le point de

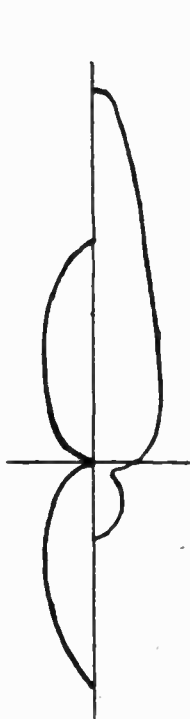


Fig. 15.

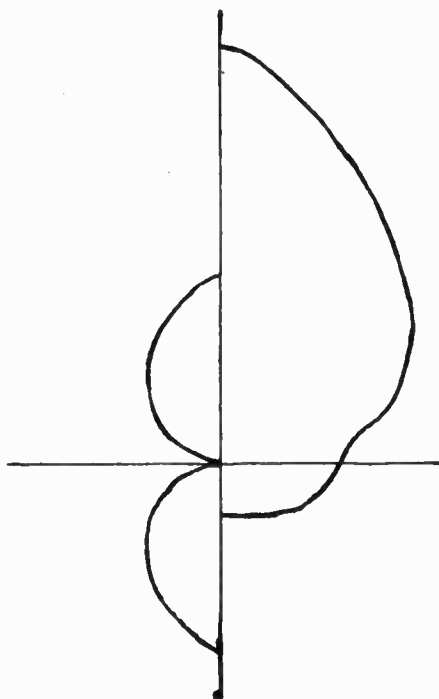


Fig. 16.

milieu de la batterie de chauffage de 4 volts. Cette connexion m'a été suggérée par le fait que le point de l'amplificateur qui est naturellement à potentiel zéro est justement le point de milieu de la batterie de chauffage. J'ajouterai toutefois qu'il semble indifférent en pratique de relier à la terre le pôle négatif de la batterie.

⁽¹⁾ Medlam et Schwald. An Improvement in Frame Aerial Connections. *The Wireless World*, 27 février 1924, pp. 669-673.

L'appareil construit par la Société Française Radioélectrique est représenté par la figure 17. Son schéma est celui de la figure 12. Le cadre employé est le cadre normal de cette Compagnie, constitué par

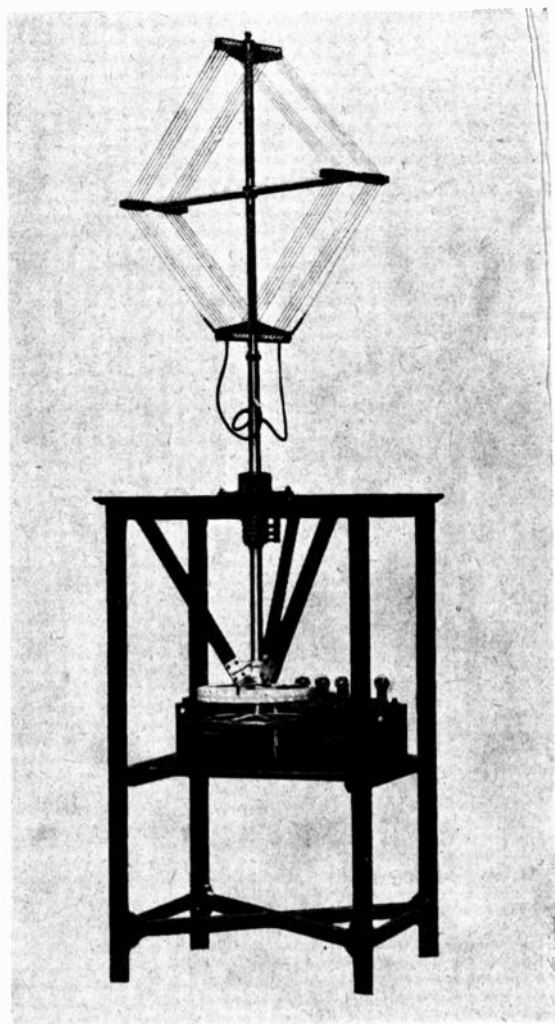


Fig. 17.

dix spires carrées de 70 cm de côté, la distance entre les spires étant de 15 mm. L'enroulement du cadre est supporté par un croisillon en laiton, haubonné à sa partie supérieure par l'intermédiaire d'un coussinet à rotule. Les connexions des extrémités et du centre du cadre

passent à l'intérieur du tube-support et aboutissent à trois bagues situées sous le pont. Une boîte couvre-joint très largement prévue, empêche la pluie et les paquets de mer de rentrer dans la cabine. Deux coussinets à billes permettent la rotation du cadre. A la partie inférieure du tube-support sont adaptés un volant et un tambour largement et très visiblement gradué. Immédiatement au-dessus de ce tambour se trouve un autre coussinet à billes qu'on fixe au plafond au moyen de trois arcs-boutants en bois. L'index est fixé à ce coussinet. Le tambour vient se trouver à la hauteur des yeux. Le goniomètre peut donc être fixé même au-dessus du compas du bord. L'absence de parties en métal magnétique (à part les coussinets à billes dont l'effet est insignifiant) est essentiel dans ce cas. Sur les trois bagues frottent trois balais fixes qui, par des conducteurs câblés, sont reliés à la boîte de résonance et de levée du doute et à l'amplificateur. Celui-ci est l'amplificateur L4 de la Société Française Radioélectrique comportant trois lampes haute fréquence, une détectrice et une basse fréquence. Ces deux boîtes sont blindées. Cet appareil est destiné à recevoir les ondes amorties et la téléphonie entre 300 et 1 100 mètres de longueur d'onde. Un autre type pour des ondes entretenues entre 300 et 3 000 mètres est actuellement à l'étude.

Cet appareil a permis de recevoir des postes ordinaires jusqu'à 750 milles en plein jour. La portée est donc plus que suffisante : elle est même excessive. Mais comme il faut tenir compte des conditions souvent défavorables on a cru opportun de pêcher par excès plutôt que par défaut.

Les résultats fournis par cet appareil ont toujours été excellents.

A la fin de ce mois, il y aura plus de trente de ces nouveaux appareils en fonctionnement. Un nombre à peu près égal est en construction. Et il ne semble pas exagéré de penser que vers la fin de l'année une centaine de ces appareils pourront être en fonction. Ce qui me reste à souhaiter c'est que des radiophares puissent être rapidement installés.

Et pour terminer, permettez-moi de remercier la Société Française Radioélectrique, la Compagnie Radio-Maritime, leur personnel dans tous les rangs qui a été admirable d'abnégation et de courtoisie, les sociétés de Navigation, qui ont vu grand et large, la Société des Amis de la T. S. F. et son distingué président, qui m'ont fourni l'occasion de cette conférence, et enfin vous-mêmes, Mesdames et Messieurs, qui avez bien voulu m'accorder votre bienveillante attention.

E. BELLINI.

APPENDICE N° I

M. Pickard avait breveté le 10 juin 1907 ⁽¹⁾, un dispositif pour utiliser en même temps la composante magnétique et la composante électrique du champ électromagnétique. Ce dispositif est représenté par la figure 18. L'idée, évidemment erronée, de M. Pickard était que le cadre proprement dit était influencé par la composante magnétique, tandis que le cadre fonctionnant en antenne verticale utilisait la composante électrique. Les deux courants agissent sur le détecteur par l'intermédiaire de deux circuits supplémentaires,

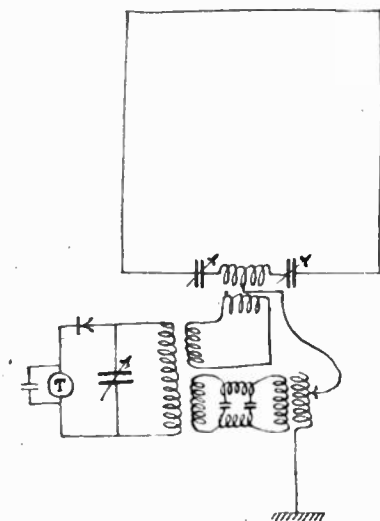


Fig. 18.

destinés à reporter en phase les deux actions. Aucune idée de dirigeabilité n'a présidé à la confection de ce dispositif : le mot « dirigeabilité » ou un mot analogue ne figure pas dans le texte du brevet, aucune idée d'égalité d'actions, aucune idée que les deux actions pouvaient se détruire dans un sens et s'ajouter dans le sens contraire. Pourtant c'est ce brevet que M. Pickard nous oppose pour nous priver du mérite d'avoir été les premiers à concevoir le système unilatéral en question. J'ajouterai même que M. Pickard, loin de supposer que les actions de l'antenne verticale et du cadre pouvaient s'ajouter ou se retrancher, a, au contraire, déclaré que les actions dans les deux sens devaient être égales et l'a prouvé par une expé-

(1) Brevet États-Unis, n° 876991.

rience, évidemment erronée. En effet, dans une lettre publiée par *The Electrical Review*, de New-York, en date du 15 février 1908, pages 262 et 263, M. Pickard a explicitement déclaré (page 263, 3^e colonne, lignes 25 à 28) : This reversal produced no change whatsoever in the intensity of the response, when both primaries acted together upon the secondary.

Notre point de vue a, du reste, été partagé par les examinateurs des brevets de tous les pays à examen, y compris les États-Unis.

APPENDICE N° 2

Considérons le cadre à une spire représenté par la figure 19.

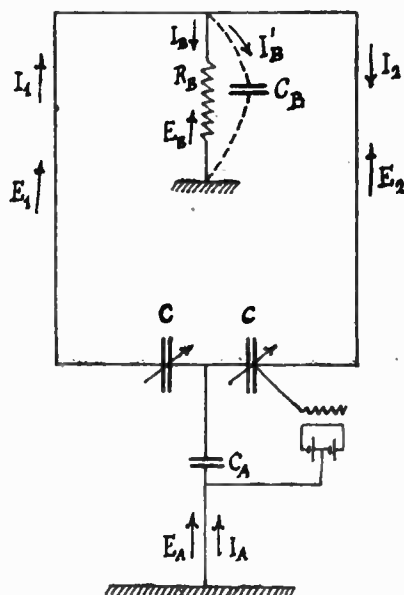


Fig. 19.

C_A représente la capacité à la terre de la base du cadre.

C_B représente la capacité à la terre de l'extrémité supérieure du cadre.

Considérons comme positifs les sens des forces électromotrices et des courants marqués sur la figure.

Nous pouvons écrire les cinq équations :

$$(1) \left(j\omega L + R - \frac{j}{\omega C} \right) I_1 + j\omega M I_2 + R_B I_B - j \frac{I_A}{\omega C_A} = E_1 + E_A - E_B$$

$$(2) \left(j\omega L + R - \frac{j}{\omega C} \right) I_2 + j\omega M I_1 - R_B I_B + j \frac{I_A}{\omega C_A} = -E_2 - E_A + E_B$$

$$(3) \quad R_B I_B + j \frac{I_B'}{\omega C_B} = -E_B$$

$$(4) \quad I_1 - I_2 - I_B - I_B' = 0$$

$$(5) \quad I_A = I_B + I_B'.$$

En additionnant et en soustrayant (1) et (2) on obtient :

$$(6) \quad \left[j \omega (L + M) + R - \frac{j}{\omega C} \right] (I_1 + I_2) = E_1 - E_2$$

$$(7) \quad \left[j \omega (L - M) + R - \frac{j}{\omega C} \right] (I_1 - I_2) + 2 R_B I_B - 2 j \frac{I_A}{\omega C_A} = E_1 + E_2 + 2 (E_A - E_B).$$

On a encore :

$$E_1 = E_0 \cos \left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \varphi \right) + j E_0 \sin \left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \varphi \right)$$

$$E_2 = E_0 \cos \left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \varphi \right) - j E_0 \sin \left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \varphi \right)$$

où :

E_0 représente l'amplitude de la force électromotrice induite;

d la largeur du cadre;

λ la longueur d'onde;

φ l'angle que le plan en cadre forme avec le rayon électromagnétique.

Par addition et soustraction on obtient :

$$E_1 + E_2 = 2 E_0 \cos \left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \varphi \right) \text{ et pratiquement } E_1 + E_2 = 2 E_0$$

$$E_1 - E_2 = 2 j E_0 \sin \left(\frac{\pi d}{\lambda} \cos \varphi \right) \text{ et pratiquement } E_1 - E_2 = 2 j \frac{\pi d}{\lambda} E_0 \cos \varphi.$$

On peut admettre que $E_A - E_B = 0$ et, par conséquent,

$$E_1 + E_2 + 2 (E_A - E_B) = E_0.$$

Quand le cadre est réglé à la résonance

$$j \omega (L + M) - \frac{j}{\omega C} = 0$$

et

$$j \omega (L - M) - \frac{j}{\omega C} = -2 j \omega M.$$

Les (6) et (7) deviennent ainsi :

$$(6') \quad R (I_1 + I_2) = 2 j \frac{\pi d}{\lambda} E_0 \cos \varphi$$

et

$$(7') \quad (R - 2 j \omega M) (I_1 - I_2) + 2 R_B I_B - 2 j \frac{I_A}{\omega C_A} = 0.$$

De (3) et (5) on tire :

$$(8) \quad I_B = -\frac{E_B}{R_B - \frac{j}{\omega C_B}} - j \frac{I_A}{\omega C_B \left(R_B - \frac{j}{\omega C_B} \right)}$$

De (4) et (5) on a :

$$(9) \quad I_1 - I_2 = I_A.$$

En éliminant $I_1 - I_2$ et I_B entre 7', 8 et 9 on obtient :

$$(10) \quad \left[R - 2j\omega M - 2\frac{j}{\omega C_A} - 2j \frac{R_B}{\omega C_B \left(R_B - \frac{j}{\omega C_B} \right)} \right] I_A = \frac{2R_B E_B}{R_B - \frac{j}{\omega C_B}}$$

En éliminant I_1 entre (6') et (9) on obtient :

$$(11) \quad I_2 = -\frac{I_A}{2} + j \frac{\pi d}{\lambda R} E_0 \cos \varphi.$$

La différence de potentiel agissant sur l'amplificateur sera :

$$\Delta P = -\frac{j}{\omega C} I_2 + \frac{j}{\omega C} I_A.$$

En éliminant I_2 et I_A entre cette expression et les (10) et (11) on obtient :

$$(12) \quad \Delta P = 2j \left(\frac{1}{C_A} + \frac{1}{2C} \right) \frac{C_B R_B E_B}{R R_B \omega C_B - 2\omega M - \frac{2}{\omega C_A} - j \left(2\omega^2 M R_B C_B + 2R_B \frac{C_B}{C_A} + R + 2R_i \right)} + \frac{\pi d}{\omega C R \lambda} E_0 \cos \varphi.$$

On voit que, quand $R_B = 0$ on a exclusivement la composante dirigeable. Afin que la composante verticale soit en phase (ou en opposition de phases) avec la composante dirigeable il faut que :

$$R R_B \omega C_B - 2\omega M - \frac{2}{\omega C_A} = 0;$$

d'où

$$R_B = 2 \frac{\omega M + \frac{1}{\omega C_A}}{\omega R C_B}.$$

Supposons cette condition satisfaite. Pour avoir la cardioïde il faut encore que :

$$\frac{2 \left(\frac{1}{C_A} + \frac{1}{2C} \right) C_B R_B E_B}{\left(2\omega^2 M C_B + 2 \frac{C_B}{C_A} + 2 \right) R_B + R} = \frac{\pi d}{\omega C R \lambda} E_0.$$

En pratique R est négligeable vis-à-vis de R_B ; la condition précédente devient :

$$\frac{\left(\frac{1}{C_A} + \frac{1}{2C}\right) C_B E_B}{\omega^2 M C_B + \frac{C_B}{C_A} + 1} = \frac{\pi d}{\omega C R \lambda} E_0 = \frac{d}{2vCR} E_0 \quad (v, \text{ vitesse de la lumière}).$$

En pratique, $\omega^2 M C_B$ est négligeable vis-à-vis de 1; la condition précédente devient :

$$\frac{\frac{1}{C_A} + \frac{1}{2C}}{\frac{1}{C_A} + \frac{1}{C_B}} E_B = \frac{d}{2vCR} E_0.$$

En négligeant $\frac{1}{2C}$ vis-à-vis de $\frac{1}{C_A}$ on tire :

$$R = \frac{d}{v} \frac{E_0}{E_B} \frac{C_A + C_B}{2CC_B}.$$

En substituant cette valeur de R dans l'expression de R_B , celui-ci devient, en négligeant ωM vis-à-vis de $\frac{1}{\omega C_A}$

$$R_B = 4 \frac{1}{\omega^2 C_A} \frac{v}{d} \frac{E_B}{E_0} \frac{C}{C_A + C_B}.$$

E. BELLINI.

ÉTUDE DE L'ÉVANOUISSEMENT SUR LES ONDES COURTES

Par M. LARDRY

*Membre du Bureau de Coordination
des observations scientifiques d'amateurs (4^e commission de l'U. R. S. I.).*

Tout observateur faisant l'écoute d'ondes inférieures à 600 mètres peut constater que certaines émissions sont affectées d'une instabilité extraordinaire rendant parfois inintelligibles des textes tant téléphoniques que télégraphiques.

La cause exacte de ces variations nous est inconnue. Il est pro-

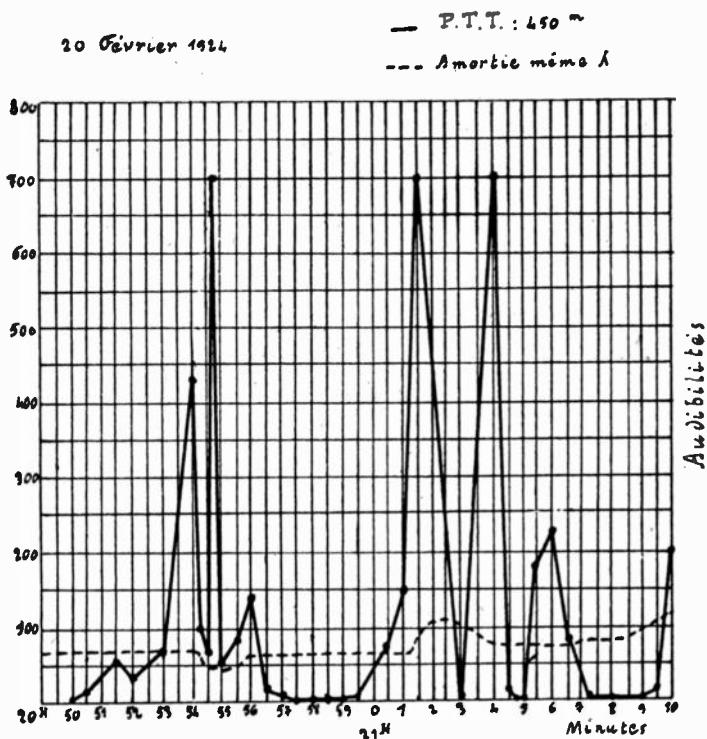


Fig. 1.

bable d'ailleurs qu'il n'y a pas une cause, mais des causes affectant l'émission, la propagation et la réception. Ce n'est que lorsque l'on possédera un très grand nombre de documents que, procédant par élimination, on aura quelque chance de découvrir l'origine de ces perturbations si nuisibles au bon renom de la téléphonie sans fil.

L'étude que je présente résume les premiers résultats de recherches effectuées depuis quelque temps sur les variations d'intensité de réception de certaines ondes. Les observations ont été faites au Mans. Il serait très utile, pour que l'on puisse en dégager des conclusions certaines, que ces études soient conduites simultanément sur les mêmes

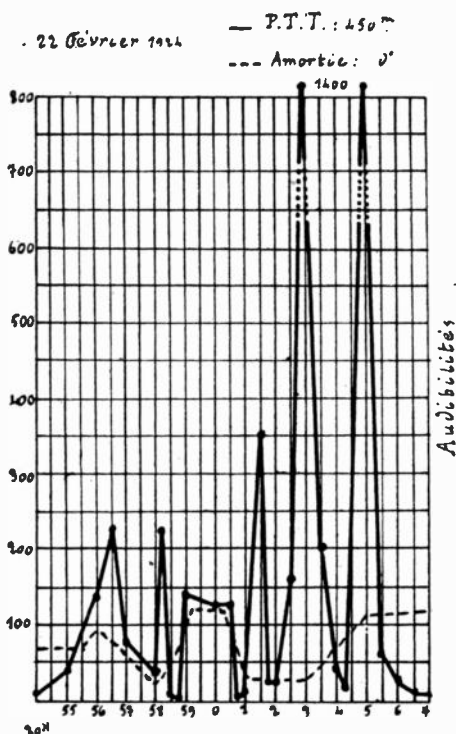


Fig. 2.

ondes en un très grand nombre de points. On pourrait ainsi tracer sur la carte la marche du phénomène et faire la part de la propagation et de la réception.

Voici tout d'abord quelques graphiques (fig. 1, 2, 3) choisis parmi les plus caractéristiques sur deux ondes. Ce ne sont pas à proprement parler des mesures, car les variations sont tellement rapides qu'il est impossible, à moins d'utiliser un dispositif oscillographique, d'évaluer l'intensité de réception. Ce sont plutôt des appréciations relatives relevées au téléphone shunté qu'avec l'habitude on arrive à manier avec rapidité et sûreté.

Tous les graphiques relevés sur les P. T. T. permettent de classer les variations en deux catégories très distinctes. La première (fig. 1)

est caractérisée par de fortes pointes encadrant des inaudibilités ; on est tenté d'y trouver une période. Cette forme est celle obtenue le plus fréquemment. La seconde (fig. 2) est saccadée, à variations déconcertantes ; elle est plus rare.

Les P. T. T. n'ayant à leur programme que des conférences de

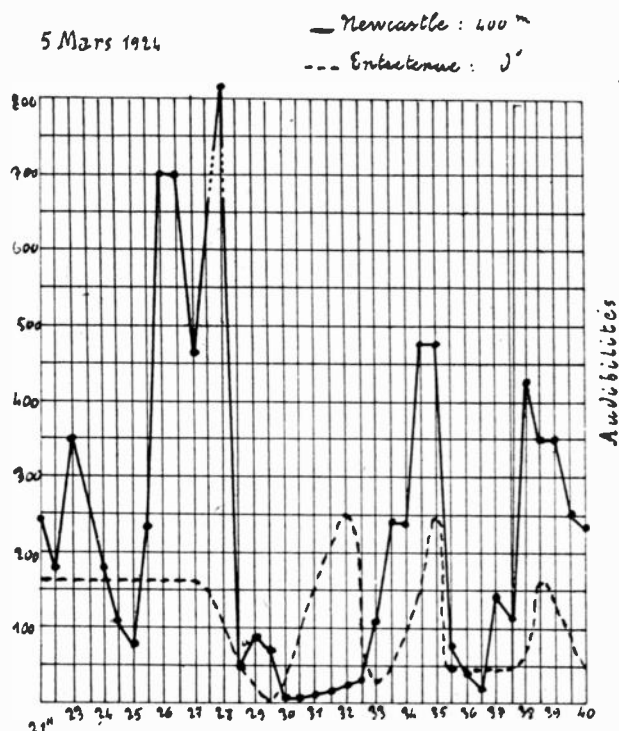


Fig. 3.

courte durée, et les concerts ne se prêtant pas aux mesures, il est difficile de voir si ces deux formes peuvent se succéder au cours d'une même émission. Leur succession a cependant été obtenue au cours d'une émission de près d'une heure donnant toute sécurité (fig. 8).

Je regrette de ne pouvoir présenter de graphiques d'ondes inférieures à 400 mètres, car les amateurs qui font de l'émission ne se prêtent pas volontiers à des essais particuliers donnant toute garantie. Pour ma part, je fais tous les jeudis, à 20 h 30. T. M. G., sous 200 mètres et avec l'indicatif 8 AO, une émission spéciale pour la mesure au téléphone shunté avec émission de deux signaux horaires pour permettre l'étude de la simultanéité des variations (1). Pour dire

(1) *Onde Électrique*, février 1924, p. 117.

vrai, depuis que ces signaux sont lancés régulièrement, aucune observation n'est encore parvenue à l'émetteur. Ceci pour montrer la difficulté d'investigations en dehors du laboratoire.

Il serait à désirer que quelques amateurs ou stations officielles fassent à jours fixes des traits continus de deux minutes en s'assurant de la constance de leur émission. Dans ces conditions, les mesures à la réception seraient extrêmement fertiles pour l'étude de ces ondes.

Les émissions de FL sur 200 mètres ont été suivies. Pas de variations autres que celles très légères dues à des oscillations de longueur d'onde. Ce résultat curieux est-il dû à la puissance grosse vis-à-vis de la distance (Paris-Le Mans : 180 kilomètres)? Il est en tout cas contradictoire avec les observations faites sur les 200 mètres des amateurs.

*
**

Il y a un fait qui se dégage des recherches ci-résumées : c'est qu'au Mans, les P. T. T. sous 450 mètres sont affectés de variations extrêmement rapides et profondes à tel point qu'il est absolument impossible presque toujours de suivre convenablement une conférence ou un concert. Les Anglais, par contre, varient en général peu, et lorsque cela se produit, les variations sont très espacées.

Il y a des régions, par exemple Orléans, où l'inverse se produit : les P. T. T. sont stables, les Anglais irréguliers.

Il faut bien remarquer que les amorties (côtiers ou bateaux) varient peu sur ces ondes sauf à des époques très éloignées; par contre les harmoniques d'arcs varient beaucoup en intensité.

J'ai une réception des 200 mètres tout à fait défectueuse; outre que l'intensité moyenne est toujours très faible, même pour des postes puissants et proches, les variations sont tellement profondes et rapides qu'il est impossible de suivre un texte (sauf pour les 200 mètres d'FL).

Par contre la réception des 100 mètres est merveilleuse comme puissance et est très rarement atteinte par les variations. Quand celles-ci se produisent on a plutôt l'impression d'une baisse de puissance à l'émission que de l'absorption qui semble affecter les autres ondes. C'est ainsi que sur les 115 mètres d'FL il n'a jamais été constaté la moindre variation lorsque l'émission se faisait sur la petite antenne. Dans le cas de l'émission sur grande antenne, les seules variations observées provenaient uniquement de fluctuations de la longueur d'onde qui, rattrapées au condensateur de réception, donnaient une audition d'intensité constante.

De même sur les 70 mètres émis par les P. T. T., pas de variations autres que celles dues aux changements de longueur d'onde. Remarque identique sur les 40 mètres du même émetteur.

*
**

Après avoir constaté, il faut chercher à expliquer.

Les irrégularités proviennent-elles de l'émission, de la propagation ou de la réception ?

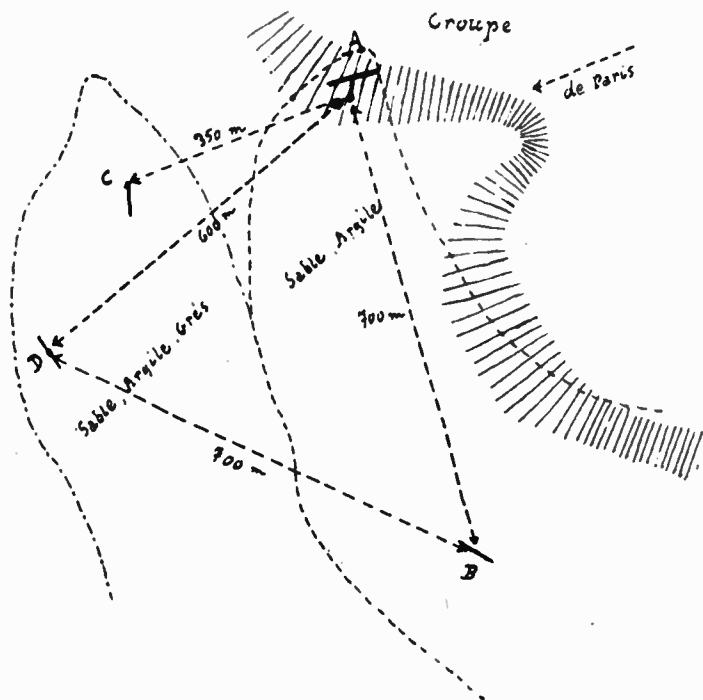


Fig. 4.

On peut alléguer qu'à l'émission la puissance et la longueur d'onde varient sous des causes mécaniques : variation de vitesse des machines, balancement de l'antenne... Mais alors les variations se feraient sentir à la réception partout à la fois. Or voici quelques preuves de non-simultanéité à la réception :

Quatre récepteurs étaient disposés selon les côtés d'un triangle équilatéral (fig. 4). A et C écoulaient les P. T. T. sur 450 mètres, B et D sur 225 mètres. De 20 h 45 à 21 heures, A B C D ont reçu fortement l'émission et de 21 heures à 21 h. 30 l'extinction fut presque totale en A et en B alors que C et D signalaient une très bonne audition.

Sans s'attarder aux différences de longueurs d'ondes, il est une remarque qui peut avoir son importance si elle se trouve confirmée par la suite. A et B d'une part, C et D d'autre part, sont sur deux

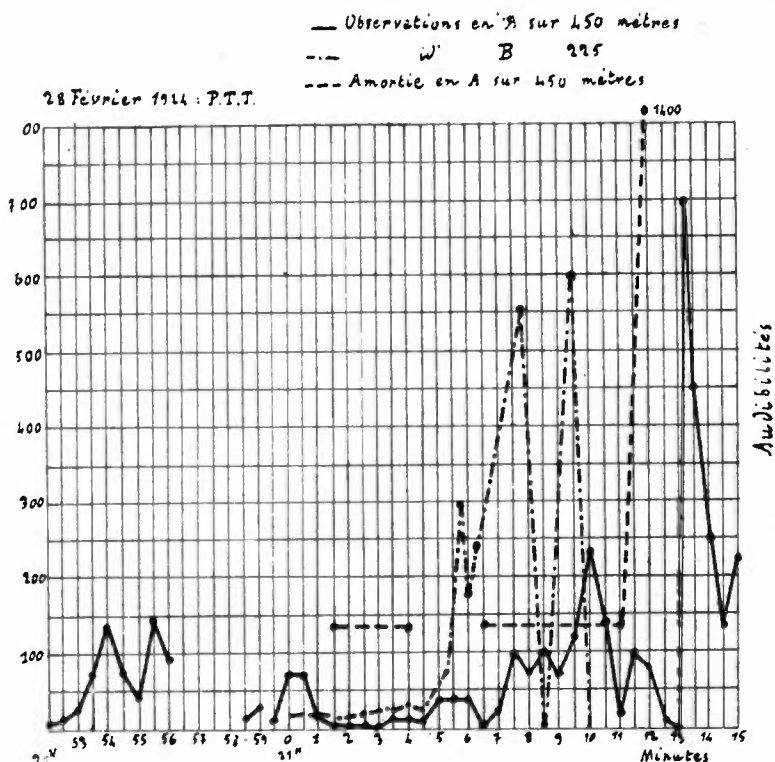


Fig. 5.

terrains de natures différentes. Du cénomanien, sable et argile, pour es premiers (terrain couvrant la majeure partie de la région du Mans); sable, argile et grès pour les seconds.

L'essai fut repris huit jours après. La figure 5 montre qu'il n'y a aucune simultanéité entre la fondamentale et l'harmonique. Les observateurs C et D ayant fait défaut, on ne put étudier la même onde en deux points.

Une nouvelle étude, les deux récepteurs étant sur la même onde, donne une superposition remarquable (fig. 6).

Dans toutes les expériences, les observateurs avaient la même heure car je passais quelques minutes avant, par radio, des signaux de synchronisation.

Il peut donc y avoir simultanéité ou décalage des variations en

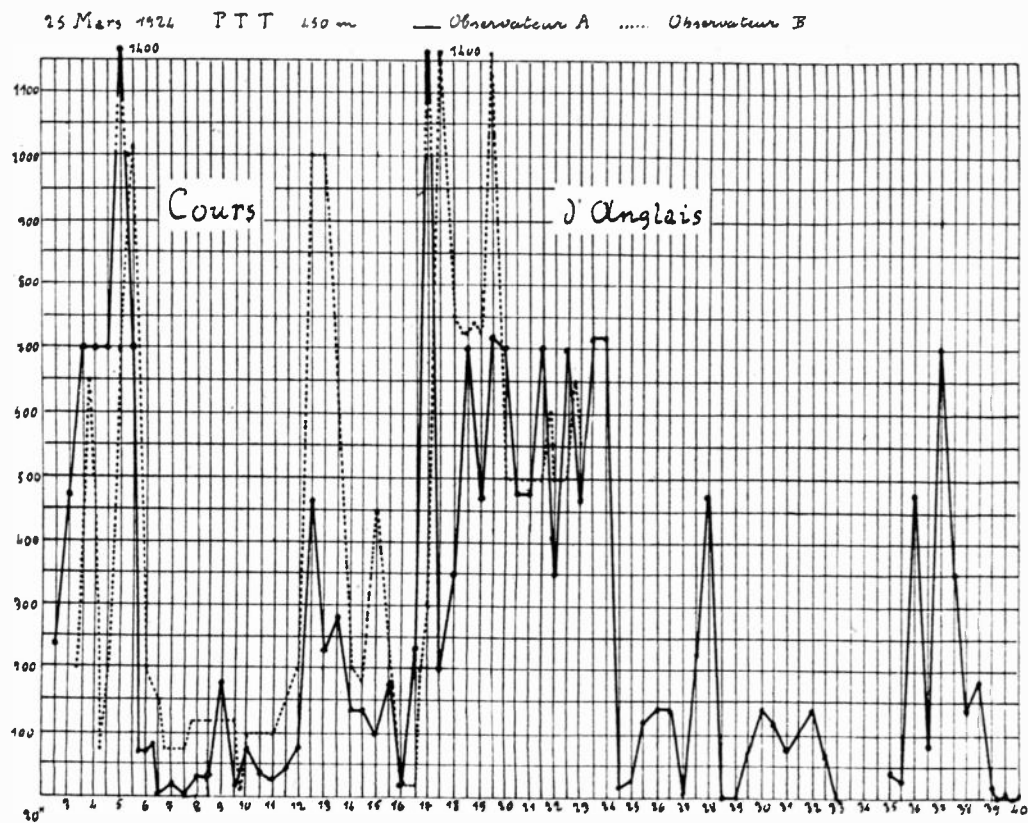


Fig. 6.

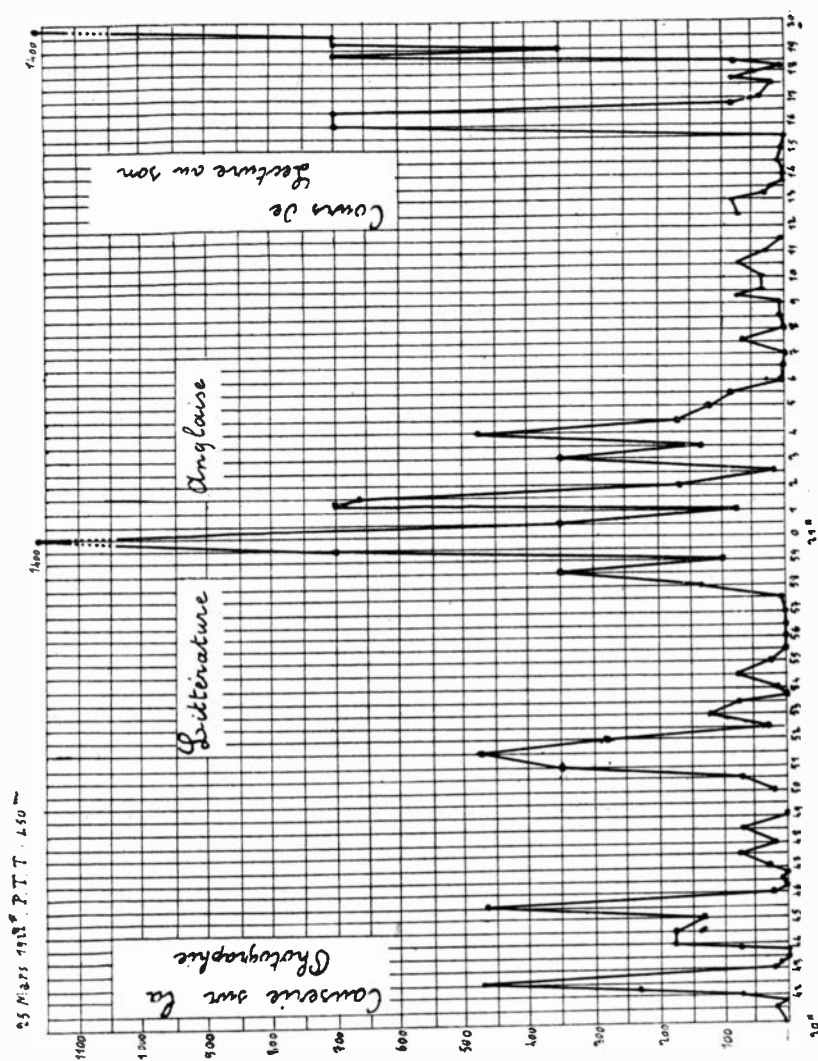


Fig. 7.

Le graphique est le prolongement du précédent

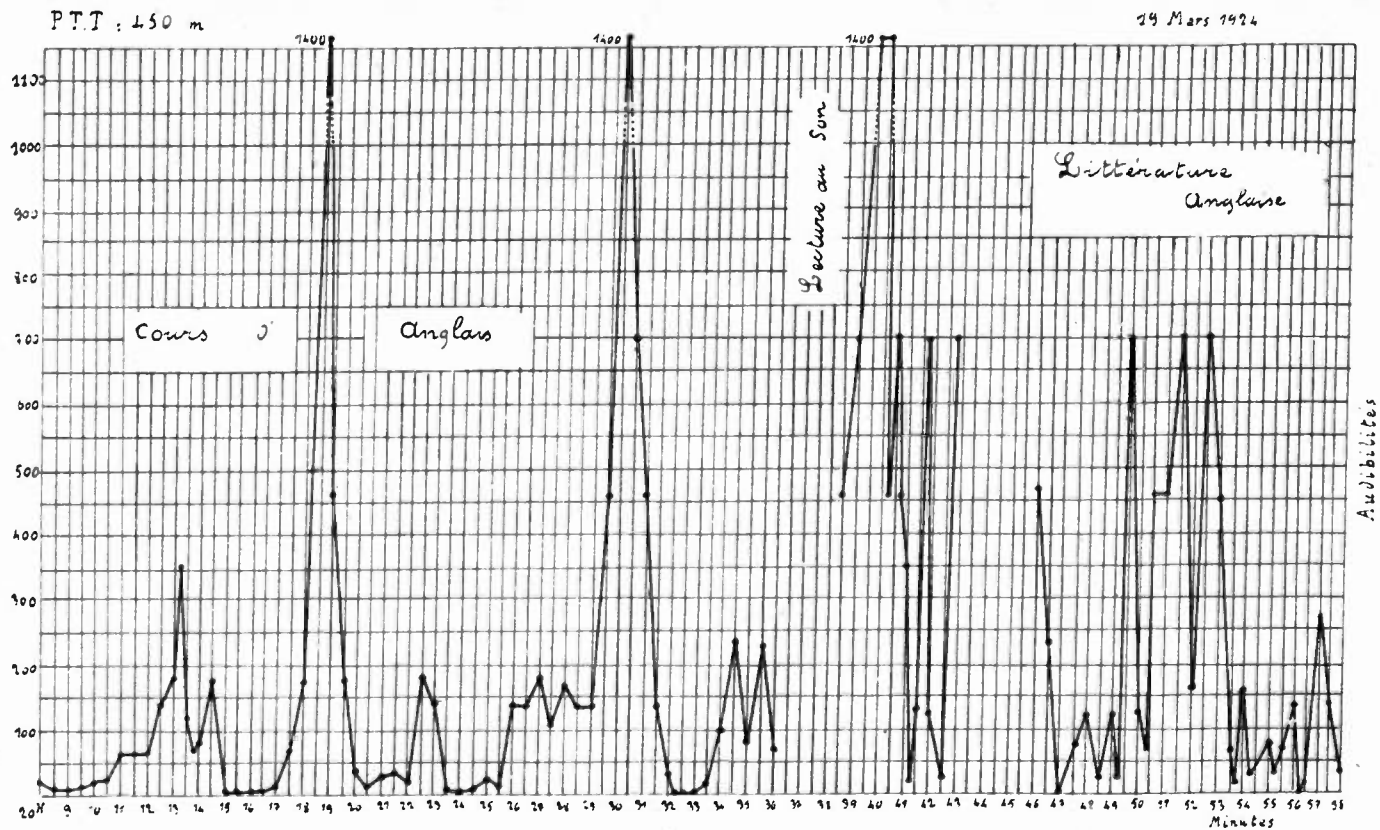


Fig. 8.

deux points peu éloignés. Je poursuis actuellement les mêmes recherches pour étudier les oscillations de ce décalage.

*
**

On peut objecter que les mesures effectuées sur la téléphonie ne signifient rien à cause des variations de modulation. C'est exact, aussi les graphiques présentés ont-ils été relevés uniquement sur des conférences. D'autre part le contrôle de l'émission a montré que s'il y a des variations de puissance de modulation, elles ne sont pas si fréquentes que les variations à la réception.

Cependant pour lever tout doute, j'ai repris les mesures sur le cours de lecture au son des P. T. T. dont à l'émission on est certain de la constance. Les figures 7 et 8 mettent en évidence les variations à la réception.

*
**

Voici enfin un graphique (fig. 9) qui montre nettement l'influence solaire. De jour la réception est faible, mais peu affectée de variations ; de nuit elle est puissante mais vacillante.

L'heure d'été va permettre de suivre des émissions commençant

28 Mars 1934 P.T.T. : 450 m Plein Jour

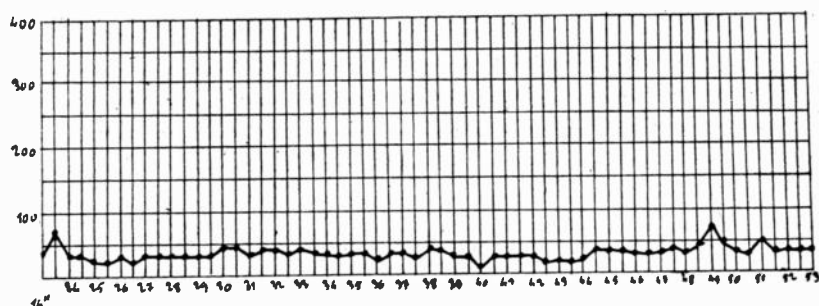


Fig. 9.

de jour et finissant de nuit et de mettre bout à bout le graphique 9 et les précédents. Le résultat en sera probablement intéressant.

*
**

Si je présente cette étude, très incomplète, ce n'est pas avec l'idée de pouvoir en tirer des conclusions, mais avec l'espoir d'avoir des imitateurs en de très nombreux points de France. Il faut absolument posséder la carte des intensités de réception jointe à celle de la direction du champ (dont je poursuis actuellement l'étude au Mans) pour pouvoir soutenir une théorie, sinon on tombe dans le roman.

M. LARDRY.

LE PROBLÈME DU VERROUILLAGE EN TÉLÉMÉCANIQUE

Par M. GUÉRITOT

Dans les papiers laissés par notre regretté collègue M. Guéritot, nous avons trouvé un certain nombre de notes relatives aux divers problèmes auxquels il s'était attaqué.

Si incomplètes que soient ces notes, nous avons cru devoir les publier sous la forme même où nous les avons trouvées.

Nous pensons qu'elles seront parfois susceptibles de rendre service à ceux qui seront appelés à étudier les mêmes questions et qu'ainsi l'œuvre de Guéritot ne sera pas entièrement perdue.

C'est ainsi que nous avons été conduits à faire paraître dans le présent numéro de l'Onde Électrique, quelques remarques sur le verrouillage en télémechanique.

Les perturbations contre lesquelles un appareil récepteur de télémechanique doit être protégé peuvent être classées de la façon suivante :

1° Les parasites atmosphériques.

2° Les effets d'induction occasionnés par les ruptures de courants électriques du bord ; effets contre lesquels la protection sera assurée par les dispositifs éliminant ceux des parasites atmosphériques ; des dispositifs locaux pourront être installés afin d'atténuer directement ces perturbations.

3° Ces brouillages provenant des postes de télégraphie sans fil normaux ; ces brouillages peuvent devenir très intenses, si l'engin conduit par télémechanique attaque le poste lui-même.

4° Ces émissions systématiquement accordées, provenant d'un poste ennemi, qui se défend contre l'attaque dont il est l'objet.

Contre toutes ces perturbations, deux degrés de protection peuvent être atteints : ou la perturbation ne fait pas fonctionner les mécanismes de l'engin commandé par télémechanique, mais si elle est très intense peut paralyser le récepteur sans l'actionner, l'empêchant ainsi de recevoir des signaux ; ou bien la perturbation ne fait pas fonctionner le récepteur et de plus ne l'empêche pas de recevoir un signal émis au même instant, dans ce dernier cas, la protection contre les perturbations est complète.

Les différents types de verrouillage utilisables sur une installation

de télémechanique seront classés suivant les modes d'émission et de réception envisagés.

A. *Transmission et réception de la télégraphie du type normal.*

— La protection sera recherchée dans l'interprétation des signaux reçus.

Un premier procédé consiste à corriger instantanément une fausse manœuvre par l'envoi du signal inverse dès le début de son exécution. Ce procédé, outre qu'il demande beaucoup d'attention, n'est applicable que si les perturbations ne sont pas trop fréquentes. L'opération est facilitée si l'exécution d'une manœuvre est annoncée par l'apparition d'un signal avertisseur (lampe qui s'allume, émission de télégraphie sans fil). Cette méthode fut employée par le capitaine Broca. Il faut remarquer que dans n'importe quelle installation, ce procédé restera toujours à la disposition du pilote.

D'autres procédés plus automatiques peuvent être envisagés :

Le procédé par « cadence très précise » consiste à transmettre des signaux très courts et espacés à une cadence précise; le récepteur est exactement synchronisé par le procédé des télégraphes imprimeurs, il n'est mis en circuit que pendant de courts intervalles de temps correspondant aux instants où l'émetteur peut transmettre. Ainsi la concordance d'un parasite avec l'époque où le récepteur est sensible a moins de chance de se produire, que si le récepteur était constamment en circuit; la protection contre le brouillage par trait continu ne sera pas réalisée.

M. Branly a proposé un appareil de ce type; les Américains en ont expérimenté un à la fin de la guerre.

Le procédé utilisé pour réaliser l'appel de plusieurs postes téléphoniques situés sur la même ligne peut être employé; il suffit de combiner une manœuvre telle qu'elle ne soit pas exécutée par la réception d'un simple signal, mais d'une combinaison complexe ayant peu de chances d'être reproduite par le hasard des brouillages. La protection est ainsi un peu supérieure à celle du procédé précédent.

Enfin, l'emploi de transmetteur et récepteur multiples permet d'améliorer la protection en utilisant pour les signaux d'une des combinaisons envisagées des longueurs d'onde différentes. Tous ces procédés n'ont permis d'obtenir qu'un verrouillage incomplet; on peut éviter, la commande du récepteur par le brouillage, mais ce brouillage peut empêcher le récepteur de répondre à un signal du pilote. De plus, des mécanismes très compliqués sont mis en œuvre.

B. *Émission normale mais agencement spécial du récepteur.* —

Le verrouillage est ici réalisé en empêchant le brouillage d'affecter le poste récepteur.

Les procédés antiparasites de la télégraphie sans fil commerciale sont ici utilisables, mais ils ne sont à retenir que pour être combinés avec d'autres procédés de verrouillage. Ils sont en effet efficaces en face de parasites atmosphériques, des effets des circuits du bord, mais leur efficacité diminue devant un poste brouilleur désaccordé, et ils seront inefficaces contre un poste brouilleur accordé.

S'il était possible de réaliser un récepteur uniquement sensible aux ondes venant d'une direction déterminée, on obtiendrait un verrouillage suffisant pour beaucoup d'applications, en choisissant la direction vers l'arrière de l'engin. Cette réception dirigée ne peut être encore envisagée, les procédés actuels de télégraphie sans fil dirigée n'étant pas suffisants pour obtenir ce résultat.

C. Modulation à l'émission et superposition de deux accords. — C'est cette classe de procédés qui a fourni les meilleurs résultats.

La modulation peut être réalisée à basse fréquence, de l'ordre de 30 à 100 périodes; à fréquence musicale, de 200 à 2000 périodes; à fréquence élevée, à plus de 2000 périodes.

La modulation à basse fréquence peut être obtenue au moyen d'un diapason, ce qui assure une grande fixité de la fréquence. Il est possible d'utiliser à la réception un relais mécanique vibrant à la même fréquence, ainsi les appareils commandés par ce relais ont un fonctionnement indépendant de la distance du pilote; enfin le diapason de réception à basse fréquence aura une amplitude considérable fonctionnant en résonance, et des forces mécaniques importantes seront mises en jeu. L'inconvénient de ce procédé est la lenteur du fonctionnement; une demi-seconde est au moins nécessaire pour mettre en vibration le diapason récepteur.

Trois variantes ont été étudiées pour la réception :

Réception commandée par l'amplitude des vibrations;

Réception commandée par la phase de la vibration;

Réception commandée par détection mécanique.

J'ai indiqué que par l'emploi de deux ondes s'échangeant à chaque période, il est possible d'empêcher l'assourdissement du récepteur par un poste brouilleur puissant, c'est-à-dire d'obtenir un verrouillage complet.

La modulation à fréquence musicale utilise moins un diapason; un contact tournant ou un alternateur ayant une vitesse bien réglée conviendraient mieux.

La réception doit se faire entièrement par un relais électroionique,

la résonance sur la fréquence de modulation étant obtenue sur diapason ou sur circuit électrique. Le procédé multiplex de Raguna-Mercadier est de ce type.

D'ailleurs, l'emploi de fréquences musicales de modulation en télégraphie sans fil commerciale rend le verrouillage incomplet, quoique la probabilité de la coexistence de deux accords, à la fois sur l'aide de transport et sur l'aide musicale, soit très faible.

La modulation à fréquence élevée met mieux à l'abri des brouillages; elle est d'autant plus difficile à réaliser que la fréquence de modulation est élevée.

Si cette modulation à fréquence très élevée a été réalisée complètement dans l'antenne d'émission, elle s'effacera dans l'antenne de réception et de proche en proche dans tous les circuits accordés sur l'onde porteuse. Ce phénomène fixe ainsi une limite supérieure aux fréquences de modulation utilisables.

Remarquons que, dans ce dernier cas, on a l'avantage d'avoir une commande instantanée des mécanismes.

D. *Émission d'une onde non sinusoïdale.* — Je ne puis que mentionner ce procédé qui n'est encore qu'à l'état d'ébauche. C'est une voie nouvelle qui permettrait peut-être d'éviter qu'un brouillage très intense ne paralyse le récepteur.

Paris, le 19 juin 1921.

M. GUÉRITOT.

L'INFLUENCE DU BROUILLAGE SUR LES RÉCEPTEURS A RÉACTION ⁽¹⁾

Par L. BRILLOUIN, *Docteur ès sciences*
et E. FROMY, *Ingénieur à l'E. C. M. R.*

ETUDE D'UN RÉCEPTEUR A LAMPES

Nous avons exposé dans un précédent article les résultats expérimentaux de l'étude systématique des brouillages et nous en avons donné une interprétation générale.

Nous allons maintenant envisager plus spécialement le cas d'un récepteur à lampe à réaction, mais, pour permettre cette étude, nous devons auparavant préciser la nature et la forme des caractéristiques des tubes à vide dont nous aurons à nous servir par la suite. Nous entrerons ensuite dans le cœur du sujet en étudiant le fonctionnement d'un circuit à réaction que nous pourrions prendre quelconque, mais dont nous choisirons le type de façon à réduire au minimum la discussion purement mathématique. Enfin, nous terminerons par la discussion physique complète des résultats obtenus et nous les appliquerons au cas plus général d'un récepteur à réaction d'un type quelconque et à plusieurs lampes.

1. — Étude des caractéristiques d'une lampe.

Dans les études qui vont suivre, nous négligerons comme il est coutume de le faire le débit du circuit filament-grille. La seule caractéristique à considérer est donc celle du courant de plaque en fonction des tensions de plaque et de grille :

$$j = f(u, v).$$

Or, on sait que les courbes du courant de plaque en fonction de la tension de grille pour diverses valeurs de la tension de plaque v sont pratiquement superposables par un glissement, le long de l'axe des u , d'une quantité $\frac{v}{k}$; k étant le coefficient d'amplification de la grille.

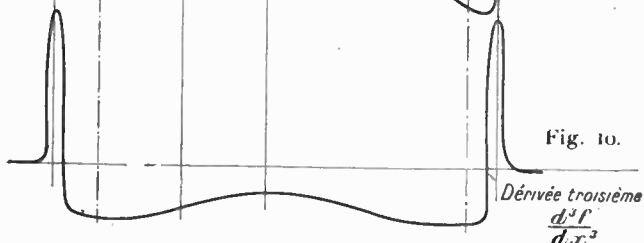
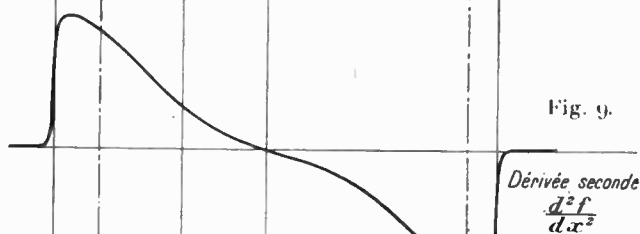
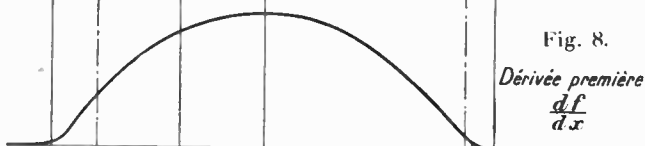
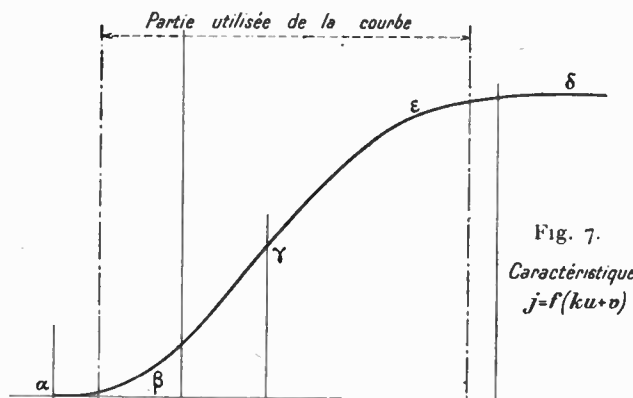
On pourra donc considérer le courant de plaque comme fonction d'une seule variable : $x = (ku + v)$

$$j = f(ku + v)$$

(1) Voir le premier article sur ce même sujet, *Onde Électrique*, t. III (1924), p. 181.

et écrire que, autour d'une position moyenne j_0 , le courant est donné par la relation :

$$(1) \quad j = j_0 + (ku + v) \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2} (ku + v)^2 \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{1}{6} (ku + v)^3 \frac{d^3 f_0}{dx^3} + \dots$$



u et v désignant ici l'excès des tensions instantanées de grille et de plaque sur les valeurs u_0 et v_0 correspondant au courant j_0 .

La caractéristique $j = f(ku + v)$ se présente sous la forme connue représentée figure 7. Elle comprend :

La partie $\alpha \beta \gamma$ ou coude inférieur ;

La partie $\gamma \varepsilon \delta$ ou coude supérieur qui aboutit à la saturation.

La partie $\beta \gamma \varepsilon$ que l'on désigne souvent sous le nom de partie rectiligne est en réalité un S très aplati. Le point γ est un point d'inflexion.

Il résulte de ce fait que la dérivée première $\frac{df}{dx}$ n'est jamais constante (fig. 8) et que la dérivée seconde $\frac{d^2f}{dx^2}$ se présente sous la forme de la figure 9. Elle ne s'annule qu'au point d'inflexion γ . La dérivée troisième a la forme de la figure 10.

Dans la partie utilisée de la courbe, c'est-à-dire entre les deux droites en traits mixtes :

1° La dérivée seconde est :

Positive dans le coude inférieur ;

Négative dans le coude supérieur ;

Nulle au point γ seulement.

2° La dérivée troisième est toujours négative et varie très lentement. La dérivée quatrième est donc faible et pratiquement négligeable. Il en est de même des dérivées d'ordre supérieur.

Il s'ensuit qu'on peut sans erreur sensible arrêter le développement de la fonction $j = f(ku + v)$ au terme en $\frac{d^3f}{dx^3}$ et adopter l'expression :

$$(1) \quad j = j_0 + (ku + v) \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2}(ku + v)^2 \frac{d^2f_0}{dx^2} + \frac{1}{6}(ku + v)^3 \frac{d^3f_0}{dx^3}$$

où :

$\frac{df_0}{dx}$ est toujours positif ;

$\frac{d^3f_0}{dx^3}$ est toujours négatif ;

$\frac{d^2f_0}{dx^2}$ est $\begin{cases} \text{positif dans le coude inférieur,} \\ \text{négatif dans le coude supérieur.} \end{cases}$

II. — Influence d'un brouilleur sur un circuit à réaction.

Le problème se pose comme dans l'étude générale précédente. On se donne un circuit à réaction d'un type quelconque, utilisant une lampe à trois électrodes, et soumis à l'influence de deux ondes incidentes ; l'une faible crée dans le circuit une force électromotrice g_1 sur laquelle on met le système en résonance et qui joue le rôle du poste à recevoir ; l'autre beaucoup plus puissante crée une force électromo-

trice brouilleuse g_2 . Il s'agit de voir comment se comporte le circuit sous cette double influence et ce que devient le courant i_1 , produit par g_1 , en présence de g_2 .

Nous choisirons comme circuit d'étude celui de la figure 11, qui conduit à une discussion mathématique simple, et nous envisagerons

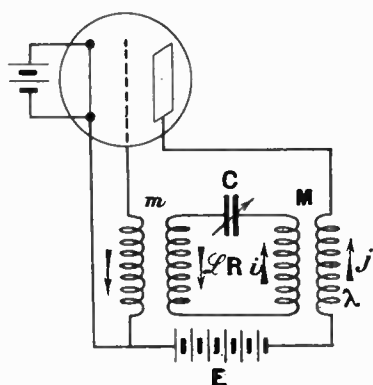


Fig. 11.

tout d'abord le cas où les résistances et les impédances intercalées dans les circuits filament-grille et filament-plaque sont négligeables devant celles de la lampe.

Dans ce cas, on a :

$$\begin{cases} u_0 = 0 = \text{constante} \\ v_0 = E = \text{constante} \\ u = m \frac{di}{dt} \\ v = -M \frac{dj}{dt} \end{cases}$$

De plus, l'équation du circuit oscillant s'écrit, en négligeant la réaction du circuit filament-grille,

$$(2) \quad E \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt + Ri + M \frac{dj}{dt} = g_1 + g_2$$

L'équation (1) du courant de plaque indiquée plus haut donne :

$$\frac{dj}{dt} = \left(k \frac{du}{dt} + \frac{dv}{dt} \right) \left[\frac{df_0}{dx} + (ku + v) \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{1}{2} (ku + v)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} \right]$$

En remplaçant u et v par leurs valeurs, il vient :

$$\frac{dj}{dt} = A (km - M) \frac{d^2 i}{dt^2}$$

en posant a :

$$A = \frac{df_0}{dx} + (km - M) \frac{d^2 f_0}{dx^2} \frac{di}{dt} + \frac{1}{2} (km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} \left(\frac{di}{dt} \right)^2$$

En portant cette valeur dans l'équation (2), il vient :

$$(2 \text{ bis}) \quad e \frac{di}{dt} + \frac{1}{c} \int i dt + Ri + MA (km - M) \frac{d^2 i}{dt^2} = g_1 + g_2$$

Or, le courant i peut être regardé comme la somme de deux courants sinusoïdaux i_1 et i_2 engendrés chacun par les forces électromotrices sinusoïdales g_1 et g_2 :

$$(3) \quad \begin{aligned} i &= i_1 + i_2 \\ i_1 &= I_1 \cos \omega_1 t \\ \text{avec} \quad i_2 &= I_2 \cos (\omega_2 t + \varphi). \end{aligned}$$

Il en résulte qu'on peut écrire l'équation (2) sous la forme :

$$(4) \quad e \frac{di}{dt} + \frac{1}{c} \int i dt + [R - M \omega_1^2 A (km - M)] i_1 + [R - M \omega_2^2 A (km - M)] i_2 = g_1 + g_2.$$

Tout se passe donc comme si la résistance du circuit oscillant pour le courant utile i_1 était :

$$r = R - M \omega_1^2 \bar{A} (km - M)$$

en désignant par $\bar{A}$ la valeur moyenne de A .

En tenant compte des relations 3, l'expression moyenne de A s'écrit :

$$\bar{A} = \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2} (km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} \left[\frac{I_1^2 \omega_1^2}{2} + \frac{I_2^2 \omega_2^2}{2} \right]$$

Mais par hypothèse I_1 est très petit devant I_2 , nous pourrions donc négliger $I_1^2 \omega_1^2$ devant $I_2^2 \omega_2^2$ et écrire :

$$\bar{A} = \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{4} (km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} \omega_2^2 I_2^2$$

(5) d'où :

$$r = R - \alpha \frac{df_0}{dx} - a \frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2$$

en posant :

$$\begin{aligned} \alpha &= M \omega_1^2 (km - M) \\ \alpha &= \frac{1}{4} M \omega_1^2 \omega_2^2 [km - M]^3 \end{aligned}$$

Si on suppose le circuit bien réglé sur l'onde 1, la condition d'accrochage limite donne sensiblement,

$$R - \alpha \frac{df_0}{dx} = 0$$

ce qui exige que α et par suite $(km - M)$ soient positifs.

Les coefficients α et a sont donc des coefficients essentiellement positifs et indépendants de la forme de la caractéristique au point de fonctionnement utilisé.

L'étude du brouillage se ramène alors à la discussion de l'équation (5). En l'absence du brouilleur ($I_2=0$) la résistance apparente du circuit oscillant est :

$$r_0 = R - \alpha \frac{df_0}{dx} = \epsilon$$

Cette résistance est très faible à la limite d'accrochage.

Lorsque le brouilleur agit, la résistance passe de r_0 à :

$$r_b = r_0 - a \frac{d^3f_0}{dx^3} I_2^2 = r_0 + \Delta r_0$$

Comme $\frac{d^3f_0}{dx^3}$ est négatif, la variation de résistance est une augmentation. L'intensité de la réception du poste 1 se trouve donc réduite par le brouilleur.

Si le brouilleur est puissant ou si r_0 est très faible, c'est-à-dire si on est très près de la limite d'accrochage, la variation peut être importante et la réception est complètement étouffée. On peut lui rendre sa valeur normale en augmentant la résistance négative $\alpha \frac{df_0}{dx}$ par le jeu de la réaction ou en supprimant le brouillage. Si on est loin de la limite d'accrochage l'effet du brouilleur est faible, car Δr_0 est très petit devant r_0 .

Nous avons toutes les caractéristiques du phénomène A, décrit à l'article précédent, et c'est le seul qui puisse se produire ici.

Au point de vue physique ce phénomène correspond à une diminution de la valeur moyenne du pouvoir amplificateur en ampères de la lampe, due à ce que, dans une courbe où $\frac{d^3f_0}{dx^3}$ est négatif, c'est-à-dire dans une courbe moins incurvée qu'une parabole, la corde entre les extrémités d'un cycle est moins inclinée que la tangente au point moyen.

Cas général. — Nous allons maintenant envisager le cas plus complexe où l'on place des résistances non négligeables sur les circuits de plaque et de grille. Les tensions moyennes de la plaque et de la grille ne restent plus constantes comme tout à l'heure, mais varient sous l'influence des variations des chutes de tension dans les résistances par suite des phénomènes de détection. Ces variations entraînent des variations des coefficients caractéristiques du point de

fonctionnement : $\frac{df_0}{dx}$ et $\frac{d^2f_0}{dx^2}$. La dérivée troisième seule reste constante par hypothèse.

Pour simplifier les calculs, nous supposons que les résistances introduites soient shuntées par des capacités assez fortes pour constituer un court-circuit pour la haute fréquence; nous pourrions alors appliquer sans modifications les calculs précédents autour des divers points moyens où le système se stabilise.

Nous aurons à envisager tout d'abord le fonctionnement du récepteur en l'absence de brouillage. Nous désignerons par u_0 v_0 les tensions moyennes de la grille et de la plaque auxquelles correspond à l'état de repos un courant de plaque j_0 . Lorsque le tube oscille, le courant moyen de plaque est j_m différent de j_0 à cause des phénomènes de détection.

Le second point de fonctionnement est celui qui correspond à la réception en présence des brouillages. Soient u'_0 et v'_0 les tensions moyennes de grille et de plaque dans ce deuxième cas auquel nous attribuerons les lettres accentuées. Ces tensions moyennes se trouvent définies à partir des premières par les variations η et ε :

$$u'_0 = u_0 + \eta$$

$$v'_0 = v_0 + \varepsilon.$$

Nous aurons encore à considérer le courant au repos j'_0 et le courant moyen en régime j'_m .

Dans les deux cas nous désignerons par u et v les tensions instantanées de la grille et de la plaque comptées à partir des tensions moyennes correspondantes :

$$u = m \frac{di}{dt}$$

$$v = -M \frac{di}{dt}$$

Rappelons avant d'aller plus loin les notations précédemment introduites dans les calculs :

m et M couplages ou circuit oscillant avec la lampe;

i courant dans le circuit oscillant;

$i_1 = I_1 \sin \omega_1 t$ courant dans le circuit oscillant créé par le poste à recevoir;

$i_2 = I_2 \sin \omega_2 t$ courant dans le circuit oscillant dû au brouilleur;

R résistance du circuit oscillant;

$\alpha = M \omega_1^2 (k m - M);$

$a = \frac{1}{4} M \omega_1^2 \omega_2^2 [k m - M]^3;$

r résistance apparente du circuit oscillant en régime pour le courant utile i_1 ;

et indiquons un certain nombre de notations dont nous ferons usage plus loin,

ρ résistance introduite dans le circuit de plaque;

ρ' résistance introduite dans le circuit de grille;

C constante de détection du circuit de grille;

$$b = \frac{\omega_2^2}{4} (km - M)^2;$$

$$\Delta = 1 + \rho \frac{df_0}{dx};$$

$$p = \alpha \left[km^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta} \frac{df_0}{dx} \right) C \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{b\rho}{\Delta} \left(\frac{d^2 f_0}{dx^2} \right)^2 \right] - a \frac{d^3 f_0}{dx^3};$$

$$q = -\frac{\alpha}{2} \left[km^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta} \frac{df_0}{dx} \right) C + \frac{b\rho}{\Delta} \frac{d^2 f_0}{dx^2} \right]^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3};$$

$$\mu = \frac{\alpha km^2 \omega_2^2}{1 + \rho \frac{df_0}{dx}}$$

$$n = \frac{b\rho\alpha}{\Delta}.$$

Nous raisonnerons sur un récepteur du type précédemment

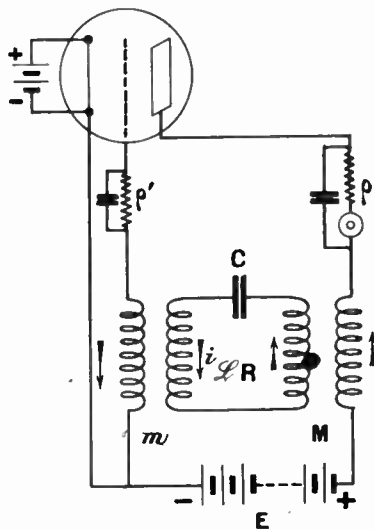


Fig. 12.

étudié et modifié conformément aux conventions exposées plus haut (fig. 12). Nous utiliserons d'autre part les résultats déjà acquis que nous considérerons comme valables autour des divers points moyens

et nous conserverons les hypothèses faites sur les intensités relatives du poste à recevoir et du brouilleur.

En l'absence du brouilleur la résistance du circuit est :

$$r = R - \alpha \frac{df_0}{dx} \text{ (1^{er} point de fonctionnement)}$$

En présence du brouilleur elle devient :

$$r' = R - \alpha \frac{df'_0}{dx} - a \frac{d^3 f'_0}{dx^3} I_2^2 \text{ (2^e cas).}$$

La variation de résistance est donc :

$$\Delta r = -\alpha \left(\frac{df'_0}{dx} - \frac{df_0}{dx} \right) - a \frac{d^3 f'_0}{dx^3} I_2^2$$

Or :

$$\frac{df'_0}{dx} - \frac{df_0}{dx} = \Delta \frac{df_0}{dx} = (k\eta + \varepsilon) \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{1}{2} (k\eta + \varepsilon)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3}$$

de plus : $\frac{d^3 f'_0}{dx^3} = \frac{d^3 f_0}{dx^3}$ en vertu des remarques faites au paragraphe 1.

Donc :

$$(6) \quad \Delta r = -\alpha (k\eta + \varepsilon) \frac{d^2 f_0}{dx^2} - \frac{\alpha}{2} (k\eta + \varepsilon)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} - a \frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2$$

Le problème est ramené au calcul de η et ε , variations moyennes des tensions de grille et de plaque.

Calcul de η (1). — La théorie classique du condensateur shunté sur le circuit grille donne :

$$\eta = -CU^2$$

où C est une constante positive

$$\left(C = \frac{\varphi_0''(u_0)}{4 \left[\frac{1}{\rho'} + \varphi'(u_0) \right]} > 0 \right)$$

et U l'amplitude de la tension alternative de grille.

Comme :

$$u = m \frac{di}{dt} = m \left(\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt} \right) = m \frac{di_2}{dt}$$

en négligeant $\frac{di_1}{dt}$ devant $\frac{di_2}{dt}$, il vient :

$$U = m \omega_2 I_2$$

d'où

$$(7) \quad \eta = -C m^2 \omega_2^2 I_2^2$$

(1) L. Brillouin, Les amplificateurs à résistance. *L'Onde Électrique*, t. I, pp. 7-17, janv. 1922; t. I, pp. 101-123, fév. 1922.

E. Fromy, Quelques remarques sur le fonctionnement d'une lampe détectrice. *L'Onde Électrique*, t. II, pp. 411-419, juillet 1923.

Calcul de ε (1). — Au repos ou en l'absence de brouilleur, la tension moyenne de la plaque est $E - \rho j_m$.

En présence du brouilleur elle devient $E - \rho j'_m$. La variation de la tension de plaque est donc :

$$(8) \quad \varepsilon = -\rho (j'_m - j_m).$$

Mais on peut approximativement écrire $j_m = j_0$ car en l'absence du brouilleur les seuls phénomènes de détection à considérer sont ceux que produit le poste 1 supposé très faible.

Lorsque le brouilleur agit, au contraire, les détections sont importantes et le courant moyen j'_m est différent du courant j'_0 qui correspond aux tensions u'_0 v'_0 . L'équation (1) nous permet d'écrire à chaque instant :

$$j = j'_0 + \left[(ku + v) \frac{df'_0}{dx} + \frac{1}{2} (ku + v)^2 \frac{d^2 f'_0}{dx^2} + \frac{1}{6} (ku + v)^3 \frac{d^3 f'_0}{dx^3} \right]$$

donc $j'_m = j'_0 +$ valeur moyenne du crochet.

Or nous avons admis que :

$$u = m \frac{di}{dt} = m \frac{di_2}{dt}$$

$$v = -M \frac{di}{dt} = -M \frac{di_2}{dt}$$

Ce qui donne :

$$j'_m = j'_0 + \frac{1}{4} (km - M)^2 \frac{d^2 f'_0}{dx^2} \omega_2^2 I_2^2.$$

Nous avons, en outre, la relation de déplacement du point de fonctionnement :

$$j'_0 = j_0 + (k\eta + \varepsilon) \frac{df_0}{dx} + \frac{1}{2} (k\eta + \varepsilon)^2 \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{1}{6} (k\eta + \varepsilon)^3 \frac{d^3 f_0}{dx^3}$$

que nous écrirons pour simplifier les calculs :

$$j'_0 = j_0 + (k\eta + \varepsilon) \frac{df_0}{dx} \quad (\text{voir remarque n° 1 au § 4})$$

et

$$\frac{d^2 f'_0}{dx^2} = \frac{d^2 f_0}{dx^2} + (k\eta + \varepsilon) \frac{d^3 f_0}{dx^3}$$

On trouve alors trois calculs faits :

$$(8bis) \quad \varepsilon = -\rho \frac{\left[\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2}{4} (km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2 \right] k\eta + \frac{\omega_2}{4} (km - M)^2 \frac{d^2 f_0}{dx^2} I_2^2}{1 + \rho \left[\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2}{4} (km - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2 \right]}$$

Cette relation est trop complexe pour permettre une discussion facile. Nous pourrions la simplifier en remarquant que la condition

d'accrochage limite, supposée réalisée au préalable en l'absence du brouilleur, donne :

$$R = M \omega_1^2 [k m - M] \frac{df_0}{dx}$$

d'où

$$\frac{df_0}{dx} + \frac{\omega_2^2}{4} (k m - M)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2 = \frac{1}{\left(\frac{df_0}{dx}\right)^2} \left[\left(\frac{df_0}{dx}\right)^3 + \left(\frac{R}{M \omega}\right)^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3} I_2^2 \right]$$

en posant l'approximation $\omega_1 = \omega_2 = \omega$.

Dans la région utile de la courbe, $\frac{df_0}{dx}$ est relativement grand. De plus R est petit et $M \omega$ grand, donc $\left(\frac{R}{M \omega}\right)^2$ très faible. On peut par suite négliger le deuxième terme du crochet devant le premier et écrire :

$$\varepsilon = -\rho \frac{k \frac{df_0}{dx} \eta + \frac{\omega_2^2}{4} (k m - M)^2 \frac{d^2 f_0}{dx^2} I_2^2}{1 + \rho \frac{df_0}{dx}}$$

Où :

$$(9) \quad \varepsilon = -\frac{\rho}{\Delta} \left[k \frac{df_0}{dx} \eta + b \frac{d^2 f_0}{dx^2} I_2^2 \right]$$

Δ et b étant des coefficients positifs :

$$b = \frac{\omega_2^2}{4} (k m - M)^2$$

$$\Delta = 1 + \rho \frac{df_0}{dx}$$

Calcul de $(k \eta + \varepsilon)$. — Les relations (7) et (9) donnent tous calculs faits :

$$(10) \quad k \eta + \varepsilon = - \left[k m^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta} \frac{df_0}{dx} \right) C + \frac{b \rho}{\Delta} \frac{d^2 f_0}{dx^2} \right] I_2^2$$

Expression de la variation de résistance. — En portant l'expression (10) dans l'expression de Δr donnée ci-dessus, (6) il vient après simplification :

$$(11) \quad \boxed{\Delta r = p I_2^2 + q I_2^4}$$

en posant :

$$p = \alpha \left[k m^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta} \frac{df_0}{dx} \right) C \frac{d^2 f_0}{dx^2} + \frac{b \rho}{\Delta} \left(\frac{d^2 f_0}{dx^2} \right)^2 \right] - \alpha \frac{d^3 f_0}{dx^3}$$

$$q = -\frac{\alpha}{2} \left[k m^2 \omega_2^2 \left(1 - \frac{\rho}{\Delta} \frac{df_0}{dx} \right) C + \frac{b \rho}{\Delta} \frac{d^2 f_0}{dx^2} \right]^2 \frac{d^3 f_0}{dx^3}$$

(A suivre.)

L. BRILLOUIN.

E. FROMY.

CHRONIQUE DU MOIS

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

Réunion du 30 avril 1924.

Liste des nouveaux membres.

- MM. Tricoire (Jean), ingénieur, 12, rue Jabras, à Oran.
Neuburger (Jean), employé de commerce, 6, rue Pierre-le-Grand, Paris (VIII*).
Yaniche (Louis), quartier-maître T. S. F. Cuirassé *Bretagne*, Toulon.
Larinier (Benoît), instituteur, 101, avenue Jean-Jaurès, Aubervilliers.
Nenot (Jean), ingénieur-électricien, 62, boulevard Magenta, Paris (X*).
Lemaire (André), radio-électricien, 67, rue de Mouzaïa, Paris (XIX*).
Bonnefoi (Antonin), stagiaire à la Société industrielle des téléphones, 46, rue Albouy, Paris (X*).
Capitaine Baffert (Adrien), Centre d'études des liaisons et transmissions, à Versailles.
Rousseau (Honoré), mécanicien, 15, rue du Caire, Paris (II*).
Midy (Lucien), ingénieur A. et M., 6, rue Itasse, Maurecourt (S.-et-O.).
Grosjean (Raymond), employé de commerce, 20, rue Crémieux, Paris (XII*).
de Crevoisier d'Hurbache (André), ingénieur, 26, rue Freycinet, Paris (XVI*).
Devaud, professeur au Grand Lycée, Marseille.

Communications.

La radiogoniométrie des ondes courtes par M. du Bourg.

Relations entre certains atmosphériques et les phénomènes météorologiques par M. le capitaine Bureau.

COMITÉ INTERSOCIÉTAIRE

Le Comité intersociétaire s'est réuni le 2 mai, sous la présidence de M. Mesny, secrétaire général de la Société des Amis de la T. S. F. Assistaient à la réunion: MM. Belin, Clavier, Dr Corret, Franchette, Givélet et Quinet.

Le Comité s'est occupé de l'organisation du Congrès international d'amateurs de télégraphie sans fil qui doit avoir lieu à Paris dans le courant de l'année 1925.

Il a été décidé qu'une Commission préparatoire, composée de membres appartenant aux trois sociétés, serait constituée; cette

Commission, dont la première réunion aura lieu le 20 mai, devra étudier les différentes questions que soulève l'organisation du congrès, et, en particulier, les moyens financiers à mettre en œuvre.

Cette Commission sera constituée comme il suit : MM. Cartault, Clavier, Corret, Givelet, Hemardinquer, Laborie, Lakhovsky, Paraf, Quinet, Reynaud-Bonin, colonel Rouffet, Roussel, Taillefer, Waddington et de Waru.

Il sera fait appel, en outre, à la collaboration du Comité international juridique de T. S. F., et à celle des groupements de province. Il est à souhaiter que tous les amateurs français s'intéressent et s'associent à cet important événement, dont nous aurons bientôt l'occasion de reparler.

COMMISSION INTERMINISTÉRIELLE

La Commission interministérielle de T. S. F., où figurent, à côté des représentants des différents ministères, des délégués des sociétés d'amateurs, s'est réunie le 1^{er} mai pour statuer sur les différentes demandes d'autorisation de postes émetteurs qui lui ont été soumises.

Elle a d'autre part inscrit à son programme pour sa réunion du 15 mai, la question extrêmement importante de l'étude de l'organisation de la radio-diffusion.

CONFÉRENCE DE GENÈVE AU SUJET DE LA RADIO-DIFFUSION

Une « conférence préliminaire pour une entente internationale en radiotéléphonie » s'est tenue à Genève, au palais Eynard, les 22 et 23 avril 1924. Ouverte au nom du Gouvernement suisse par M. le conseiller d'État Massard, ministre de l'Instruction publique, cette conférence a choisi pour président M. Isbrücher, ingénieur de la Compagnie des Téléphones, délégué de la Société radiotéléphonique des Pays-Bas et de la station d'Amsterdam. M. Rambert, président de la Société Radio-Électrique suisse, a été élu comme président d'honneur. Des délégués anglais, allemands, italiens, français, tchécoslovaques, chinois, polonais ont pris part à la réunion. M. Haas, directeur de la section du transit de la Société des Nations, qui assistait aux réunions, est venu donner l'assurance que la Société des Nations recevrait avec plaisir les suggestions de la Conférence au sujet d'une nouvelle réglementation internationale de la radiotéléphonie.

Au sujet de la répartition des longueurs d'onde, la Conférence a émis le vœu qu'une nouvelle conférence intergouvernementale soit convoquée prochainement pour donner à la radiotéléphonie la possibilité de se développer le plus librement possible, proposant que certains champs de longueurs d'onde, nettement différents de ceux couverts par la télégraphie, soient réservés à la radio-diffusion; que d'autres champs soient réservés aux amateurs et que les droits de ceux-ci soient reconnus par tous les gouvernements; que les ondes amorties soient uniquement réservées aux signaux de secours des navires et aux signaux horaires.

Un autre vœu a été présenté et adopté à l'unanimité, tendant à l'emploi d'une langue internationale auxiliaire pour les émissions qui visent l'étranger, et demandant à toutes les stations de faire au moins un soir par semaine, à jour fixe, une émission en esperanto et si possible de transmettre des cours d'esperanto.

La Conférence a enfin chargé son bureau de former une commission chargée de créer un lien permanent entre les stations radiotéléphoniques des différents pays, principalement en ce qui concerne l'échange des horaires. Le siège de cet organe d'entente internationale serait Genève, siège de la Société des Nations.

CRÉATION D'UN RADIO-CLUB EN TCHÉCO-SLOVAQUIE

Nous avons reçu de Tchéco-Slovaquie l'annonce de la fondation du « Premier Radio-Club Tchéco-Slovaque » autorisé par le Gouvernement. Cette société qui compte parmi ses fondateurs le maire de la capitale, les professeurs de l'École technique et de l'Université Masaryk, des délégués officiels, des officiers et des industriels, se propose de contribuer de toutes les manières possibles au développement de la télégraphie et de la téléphonie sans fil et de réunir, pour ce faire, tous les autres clubs et toutes les personnes qui s'intéressent à la question en Tchéco-Slovaquie.

En nous annonçant cette nouvelle, les fondateurs du Premier Radio-Club Tchéco-Slovaque ont aussi tenu à transmettre à la Société des Amis de la T. S. F. leur vif désir d'entretenir avec elle les plus cordiales relations. Que les radiotélégraphistes Tchéco-Slovaques veuillent bien en retour trouver ici nos remerciements, avec l'assurance de toute notre sympathie et nos vœux pour la prospérité de leur association.

INFORMATIONS & CORRESPONDANCE

Émissions sur ondes courtes du Poste de la Tour Eiffel

Programme pour le mois de juin 1924

Lundi	Mardi	Vendredi	Samedi	Longueur d'onde
9	3	6	7	115 mètres
16	10	13	14	75 "
23	17	20	21	50 "
30	24	27	28	25 "

de 05 h 00 à 05 h 10	f f f f f
05 h 15 05 h 25	h h h h h
05 h 30 05 h 40	f f f f f
05 h 45 06 h 00	h h h h h
15 h 00 15 h 15	f f f f f
15 h 20 15 h 35	h h h h h
21 h 00 21 h 15	f f f f f
21 h 20 21 h 35	h h h h h

Le texte suivant sera passé en manipulation *très lente* et sera suivi de traits de quelques secondes pour mesures à l'écouteur shunté.

• v. v. v. de FL - FL - 115 mètres
- émission f.f.f. ou h.h.h.

Prière de nous signaler particulièrement les intensités relatives de l'émission à caractéristiques fffff et de l'émission à caractéristiques hhhh ainsi que des circonstances atmosphériques.

Donner autant que possible des coefficients d'intensité à chacune des deux émissions, suivant code ci-dessous :

- R1 = signaux illisibles
- R2 = lisible très difficilement
- R3 = faible mais lisible
- R4 = signaux lisibles
- R5 = lisible confortablement
- R6 = très lisible, assez fort
- R7 = signaux forts
- R8 = signaux trop forts
- R9 = haut parleur

Adresser les renseignements au chef du Centre radioélectrique de Paris, poste de la Tour Eiffel. »

N. B. — Indépendamment de ces émissions, le poste de la Tour Eiffel transmet *chaque jour* aux heures TMG :

04 h 00 14 h 20 23 h 00

des bulletins météorologiques à destination de l'Amérique (longueur d'onde 115 mètres).

Radio-Club Forézien. L'Assemblée générale des membres du Radio-Club Forézien a eu lieu le jeudi 10 avril.

Parmi les principales questions mises à l'ordre du jour, la plus importante est la modification des Statuts. Les principaux changements sont les suivants :

ART. 2. — Cotisations portées à 30 fr. pour les membres actifs et 40 francs pour les membres honoraires.

ART. 4. — Réduction des membres du Conseil d'administration ramené à 10 au lieu de 15 comme précédemment.

En outre le paragraphe suivant est ajouté :

« Ne peut faire partie du Conseil d'administration toute personne intéressée directement ou indirectement au commerce ou à l'industrie de la T. S. F. »

L'établissement d'un Comité directeur technique est également approuvé.

Le nouveau Conseil d'administration est ainsi constitué (Bureau nommé au cours de la réunion du Conseil du 16 avril consécutive à l'Assemblée générale) ;

Président : Antoine Claudinon, industriel.

Vice-présidents : Raimon, ingénieur Compagnie électrique de la Loire et du Centre ; Beutter, docteur.

Secrétaire : Courbon André, sous-chef ventes Mines de la Loire.

Bibliothécaire - secrétaire adjoint,
E. Clément.

Trésorier : Despinasse, banquier.

Membres :

Courbon J., industriel.

Garnier, ingénieur à la Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

Negadelle, ingénieur à la Compagnie électrique de la Loire et Centre.

Vercasson.

Le Comité directeur va immédiatement s'occuper de la nomenclature des appareils nécessaires tant pour l'émission que pour la réception.

Pour venir en aide à la trésorerie, une souscription est ouverte (Les sommes souscrites seront remboursées au fur et à mesure des disponibilités financières). Quelques membres sont déjà inscrits; les sommes recueillies sont appréciables sans toutefois être suffisantes; le Radio Club Forézien fait appel à tous ses membres et sera reconnaissant à tout nouveau souscripteur.

Avec les sommes déjà recueillies, nous avons pu en partie établir notre Laboratoire, 22, rue Désiré Claude. Un poste d'émission fonctionne déjà, mais peut être très sensiblement amélioré. Des appareils de réception font l'objet d'études actuelles de la Commission technique.

Radio-Club de la Côte d'Azur.

— Nous apprenons qu'une assemblée extraordinaire de ce Club a eu lieu à Nice, le 2 mars dernier.

Vu l'accroissement du groupe, qui est passé en peu de temps de 150 à 250 membres, les fonctions de secrétaire et de trésorier ont été doublées par un secrétaire adjoint et par un trésorier adjoint; de plus quatre conseillers ont été nommés pour aider à la direction du Club.

Quelques modifications ont été apportées aux statuts. En particulier, on a créé une section de « Membres Juniors » où auront accès tous les jeunes gens âgés de moins de 21 ans, désireux d'obtenir des notions suffisantes de T. S. F. leur permettant de s'intéresser à cette science nouvelle.

Des cours vont être professés dans

ce but et le Radio-Club se propose de former des radio-télégraphistes aptes aux services de la Marine et du Génie.

Le Radio-Club va demander d'être agréé comme Société de préparation militaire.

Enfin ce club a pris l'initiative de réunir en une Fédération tous les groupes radio-télégraphistes de la région depuis Saint-Raphaël jusqu'à Menton. Il fait appel à tous les groupes existants et personnes isolées que la question intéresse et il espère arriver le plus rapidement possible à la création de cette Fédération.

Pour tous renseignements s'adresser à M. Bermon, vice-président, 12, quai Saint-Jean-Baptiste à Nice.

Radio-Club du Gâtinais. — Dans un but de vulgarisation, le Radio-Club du Gâtinais a décidé d'organiser une exposition d'appareils de T. S. F. et des industries annexes à la date du samedi 11 et dimanche 12 octobre prochain. Déjà de nombreux amateurs et constructeurs lui ont promis leur concours. Tous ceux qui s'intéressent à la T. S. F. pourront ainsi se rendre compte de ses progrès constants et juger des tout derniers perfectionnements. Ceux qui désireraient prendre part à cette manifestation sont priés de s'adresser à M. Liskenne, 28, rue de la Quintaine à Montargis. Le programme de ces deux journées sera donné ultérieurement.

Syndicat professionnel des Industries radio-électriques. — Le 7 avril 1924 à 15 heures, dans l'une des salles de l'hôtel des Anciens Elèves des Ecoles Nationales d'Arts et Métiers, s'est tenue l'Assemblée générale constitutive du « Syndicat professionnel des Industries radio-électriques ».

La création de ce Syndicat est l'heureuse conclusion des accords qui sont intervenus entre le Syndicat national des Industries radio-électriques et la Chambre syndicale de la T. S. F.

Librement et longuement débattu par une Commission intersyndicale, ces accords, en effet, mettent fin aux

divergences de vues qui existaient depuis environ deux ans entre les fabricants d'appareils de T. S. F.

Ils ont recueilli l'adhésion de l'unanimité des adhérents des deux groupements syndicaux.

Les bases essentielles de ces accords sont les suivantes :

1^o Un arrangement est intervenu au sujet des difficultés auxquelles avaient donné lieu des questions de brevets pour la construction des appareils récepteurs de téléphonie sans fil.

2^o En contre-partie d'un programme d'action très précis, comportant notamment la mise en exploitation de postes d'émission régionaux, les constructeurs et commerçants de T. S. F. s'engagent à subventionner les émissions de la Compagnie Française de Radiophonie, suivant un régime forfaitaire de redevances mensuelles en rapport avec l'importance de chaque maison.

La Compagnie Française de Radiophonie recevra au surplus, pour le programme de ses émissions, les suggestions d'un Comité dans lequel les fabricants et commerçants en T. S. F. seront largement représentés.

Comme conséquence de la pacification générale née de ces accords, la Chambre syndicale de la T. S. F. et le Syndicat national des Industries radio-électriques disparaissent et laissent place au seul Syndicat Professionnel des Industries radio-électriques.

Ce Syndicat, dont le siège social est fixé 25, boulevard Malesherbes à Paris, groupe dès sa naissance 61 membres.

Le Comité syndical élu au cours de l'Assemblée générale constitutive reflète bien, par sa composition, l'union si heureuse qui a été réalisée, au mieux des intérêts et des droits de tous.

Les membres de ce Comité syndical sont :

MM. Brenot, représentant la Société Française Radio-Électrique; Brunet, représentant la Société Brunet et Cie; Dalix, représentant la Compagnie Radio-Maritime; Delalande, représentant

la Compagnie des Compteurs; Dubois, industriel; Gilbert, représentant la Compagnie Française d'Installations et Exploitations Électriques; Girardeau, représentant la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil; Guerlais, représentant la Société « Radio-Industrie »; Hurm, représentant les Etablissements Hurm; Lemouzy, représentant les Ateliers Lemouzy; Lévy, représentant les Etablissements Radio L. L.; Lezaud, représentant la Société Indépendante de Télégraphies sans Fil; Montastier, représentant les Etablissements Georg. Montastier, Rouge; Olivetti, représentant les Etablissements Autolume; Péricaud, représentant les Etablissements Péricaud; Poitrat, représentant la maison Mériaud et Poitrat; Regissaert, représentant la Société Radiosita; Saurel, représentant la Compagnie des Lampes; Serf, industriel; Thurneyssen, représentant la Société Radiotechnique; Vallette, représentant les Etablissements Ducretet et Tabouis, secrétaire, représentant la Compagnie Radio-France.

A l'issue de l'Assemblée générale constitutive, le Comité syndical a tenu sa première séance au cours de laquelle le bureau a été constitué comme suit :

Président : M. Girardeau, administrateur-délégué de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.

Vice-présidents : MM. le Commandant Brenot, directeur de la Société Française Radio-Électrique; Guerlais, directeur de la Société « Radio-Industrie »; Lévy, directeur des Etablissements Radio L. L.; Lezaud, directeur de la Société Indépendante de Télégraphie sans Fil; Olivetti, directeur des Etablissements Autolume.

Secrétaire-trésorier : M. Tabouis.

Et le Comité syndical a abordé de suite les problèmes essentiels qui se posent pour l'établissement du statut définitif de la Radiophonie française et le développement des industries qui y sont intéressées.