

L'ONDE ÉLECTRIQUE

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



SOMMAIRE

R. JOUAUST

L'INFLUENCE DE TRACES DE GAZ
DANS LES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

F. BEDEAU

Étalonnage des capacités en valeur absolue au moyen
des circuits à ondes entretenues.

Capitaine METZ

LES GRANDS POSTES COLONIAUX FRANÇAIS

E. BROIN

Note sur la législation et la réglementation
applicable aux communications radioélectriques

La construction d'un ondemètre portatif pour petites
longueurs d'ondes

Analyses et Bibliographie. — Montages et tours de main.
Correspondance et avis

Etienne CHIRON, Éditeur

L'ONDE ÉLECTRIQUE

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

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

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

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

COMITÉ DE PATRONAGE

MM.
Georges LEMOINE, président de l'Académie des Sciences.
L.-E. BERTIN, vice-président de l'Académie des Sciences.
Alfred LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Emile PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Henri DESLANDRES, ancien président de l'Académie des Sciences.
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. DERVILLÉ, 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.

VIENT DE PARAÎTRE

LA RÉCEPTION PAR TÉLÉPHONIE SANS FIL DES Prévisions Météorologiques et des RADIO-CONCERTS

INSTRUCTION PRATIQUE
RÉDIGÉE PAR

L'OFFICE NATIONAL MÉTÉOROLOGIQUE
SUR

La Construction et le Montage des Appareils à galène

Cette Brochure claire et pratique est par excellence le livre du débutant. — Prix : 2 francs.

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

L'INFLUENCE DE TRACES DE GAZ DANS LES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

Par R. JOUAUST

La majorité des lampes à trois électrodes, utilisées aujourd'hui soit pour la réception, soit pour la transmission, sont des lampes « dures », c'est-à-dire des lampes dans lesquelles le vide est aussi parfait que possible. Néanmoins, ces lampes contiennent toujours quelques traces de gaz. Il est impossible, en effet, de réaliser un vide parfait dans des lampes fabriquées d'une façon industrielle. La faible proportion de gaz qui reste dans les lampes est susceptible d'influer parfois sur leur mode de fonctionnement. Nous voudrions ici signaler un certain nombre d'expériences faites au laboratoire de l'Établissement central du matériel de la radiotélégraphie militaire qui mettent en évidence cette influence du gaz restant. Nous pensons que les résultats constatés aux cours de ces expériences permettront d'expliquer certaines des anomalies observées dans l'emploi des lampes.

Nous envisagerons tout d'abord le cas des lampes de petit modèle employées sur les amplificateurs.

Lorsqu'on trace la caractéristique du courant grille de semblables lampes, c'est-à-dire la courbe reliant pour une tension plaque constante le courant-grille à la différence de potentiel filament-grille, on constate (du moins dans les lampes françaises du type T. M.) que, tant que la grille est à une tension supérieure au négatif du filament, le courant circulant du filament à la grille correspond à une absorption d'électrons par la grille.

Ce courant diminue en même temps que la tension filament-grille, mais il ne s'annule que lorsque la tension de la grille est inférieure d'environ 1 volt à celle du négatif du filament.

A ce moment, le courant filament-grille s'inverse. Sa valeur absolue croît rapidement jusqu'au moment où la tension grille devient inférieure de 2 volts à celle du négatif du filament, puis reste sensiblement constante.

Ces divers phénomènes, qui peuvent sembler paradoxaux au premier abord, sont assez faciles à expliquer.

On conçoit facilement que lorsque la grille est réellement positive

*

par rapport au filament, elle doit arrêter au passage un certain nombre des électrons émis par le filament. Ce nombre doit, du reste, être d'autant plus grand que la grille est portée à un potentiel plus élevé par rapport au filament. On peut se demander toutefois comment, lorsque la grille est réunie au négatif du filament, lorsqu'elle est par conséquent négative par rapport à tous les points du filament, elle absorbe encore des électrons. Le fait que, à tension plaque constante, le courant filament-grille diminue avec la température du filament semble indiquer que les électrons ainsi absorbés par la grille sont ceux qui ont été expulsés du filament avec une vitesse propre suffisamment grande pour leur permettre de franchir le champ retardateur de 4 volts au maximum qui existe entre le filament et la grille.

Pour expliquer l'inversion du courant grille, il faut faire intervenir les traces de gaz restant dans la lampe. Les tensions appliquées aux plaques des lampes (80 volts en général) sont bien supérieures aux potentiels d'ionisation des divers gaz. Il en résulte que dans l'espace plaque-grille les électrons sont susceptibles d'ioniser les molécules gazeuses qu'ils rencontrent. Les ions positifs ainsi formés seront attirés par le filament et surtout par la grille, si celle-ci est à un potentiel plus faible que celui du filament.

On s'explique ainsi facilement l'inversion du courant grille signalée plus haut. On s'explique aussi qu'il devienne rapidement constant, lorsque tous les ions positifs formés sont captés par la grille. Ce courant dû à l'ionisation joue un rôle important dans le fonctionnement des lampes dans les amplificateurs, et particulièrement dans ceux à transformateurs. Si le vide était parfait, avec les dimensions de grille des lampes du modèle de la télégraphie militaire, la valeur du courant d'électrons absorbés par la grille lorsqu'elle est réunie au négatif du filament serait de plusieurs microampères. Dans ces conditions, la résistance du circuit filament-grille serait faible. Il y aurait une absorption d'énergie notable dans le circuit filament-grille de chaque lampe et l'amplification en serait diminuée. On remédierait du reste facilement à ce défaut en rendant les grilles négatives par rapport au filament.

Mais pratiquement les lampes ne sont jamais parfaitement vidées. Le courant-grille est la différence entre le courant d'électrons et le courant d'ions positifs. Il n'est, en réalité, qu'une fraction de microampère.

C'est ainsi que s'explique ce résultat qui parut tout d'abord paradoxal. Des lampes vidées avec des précautions toutes spéciales don-

naient une moins bonne amplification que des lampes de fabrication courante (¹).

Le phénomène que nous venons de décrire est la seule influence des traces de gaz restant sur les lampes employées sur les amplificateurs. Mais lorsque les triodes sont utilisés sur des appareils générateurs d'oscillations, dans des conditions où la grille est soumise à des tensions élevées, un autre phénomène se manifeste.

Nous avons dit plus haut que lorsqu'on trace à tension-plaque constante la caractéristique tension-grille, courant-grille, lorsque la différence de potentiel positive entre le filament et la grille augmente, le courant-grille augmente.

Pourtant, lorsque la grille atteint un potentiel suffisamment élevé, on constate souvent que le courant filament-grille se met à décroître. Ce phénomène semble bien dû à la présence des traces de gaz, car il est surtout marqué dans des lampes que d'autres considérations ont fait soupçonner d'être mal vidées.

Nous allons rencontrer ce phénomène exagéré au cours d'expériences entreprises pour étudier les lampes d'émission. Pour se rendre compte du fonctionnement de ces lampes lorsqu'elles sont placées sur des postes, il est bon de tracer leur caractéristique courant-plaque en fonction de la tension filament-grille, la tension-plaque étant constante. Quand il s'agit de lampes de réception, le tracé de cette caractéristique ne présente aucune difficulté. Il suffit de faire varier progressivement la tension filament-grille et de relever pour chacune des tensions ainsi appliquées les indications d'un ampèremètre placé en série avec la source qui alimente la plaque. On ne saurait opérer ainsi par les lampes d'émission. Les tensions appliquées à la plaque sont très élevées, les courants filament-plaque prennent rapidement des valeurs importantes. Dans ces conditions, bien avant qu'on ait atteint la saturation, l'énergie dégradée par la plaque a une valeur telle que la plaque ne peut la rayonner sans atteindre une température dangereuse pour la lampe.

Le seul moyen de tracer ces caractéristiques est d'opérer suffisamment vite pour que ces échauffements dangereux ne puissent se produire, en opérant par exemple en un quarante-deuxième ou en un cinquantième de seconde, c'est-à-dire en un temps égal à la période des courants industriels. Du reste, même dans ces conditions, il se produit un échauffement suffisant pour que, comme nous allons le voir, la

(¹) Des considérations du même genre ont été émises récemment par BARKHAUSEN, *Jahrbuch*, t. 18, p. 48; *Onde Electrique*, t. I, n° 7, p. 418.

plaque de la lampe dégage une certaine quantité du gaz occlus dans le métal qui la compose et la présence de ce gaz se manifeste par son influence sur les caractéristiques de la lampe étudiée.

Les expériences que nous allons décrire ont été faites sur des lampes du type L4 de la radiotélégraphie militaire. Le mode opératoire était le suivant. Le filament étant chauffé par une batterie d'accumulateurs, une tension continue de 800 volts était appliquée entre le filament et la plaque. Cette tension était produite par une machine à courant continu, shuntée par une importante batterie de condensateurs de façon à assurer la constance de cette tension.

La grille et le négatif du filament étaient reliés aux deux bornes du secondaire d'un transformateur dont le primaire était relié à une source de courant alternatif de fréquence 42. Une bobine de self-induction intercalée dans le circuit primaire permettait le réglage de la tension aux bornes du secondaire.

Cette tension était réglée de façon à ce que la valeur maxima de son alternance positive fût plus que suffisante pour amener à la satu-

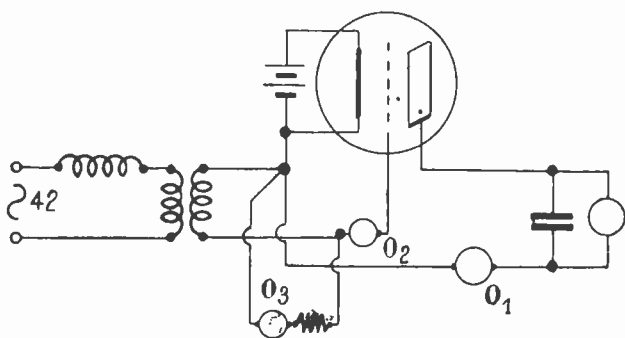


Fig. 1.

ration le courant filament-plaque. L'un des équipages d'un oscillographe triple de Blondel était intercalé dans le circuit filament-plaque, l'autre dans le circuit filament-grille, le troisième monté en voltmètre mesurait la tension filament-grille.

Avec du papier transparent, on dessinait sur le verre dépoli de l'appareil les courbes tracées par les spots des trois équipages. On avait donc ainsi les valeurs simultanées du courant filament-plaque, du courant filament-grille et de la tension filament-grille. Il était alors facile d'en déduire les caractéristiques de la lampe.

La figure 1 représente le schéma de montage réalisé.

La figure 2 représente l'un des oscillogrammes relevés.

On a fait en sorte, pour la commodité de l'observation, de décaler sur cette figure la tension grille de 180° par rapport à l'intensité du courant plaque.

Comme on le voit, le courant plaque commence alors que la tension grille est encore négative. Il croît, puis reste constant, ce qui indique que la tension grille a atteint une valeur positive suffisante pour amener la saturation, décroît alors que la valeur de la tension grille a suffisamment décréu pour qu'il n'y ait plus saturation, et finit par s'annuler de nouveau par une valeur négative de la tension grille.

Le courant de grille commence lorsque la tension grille devient

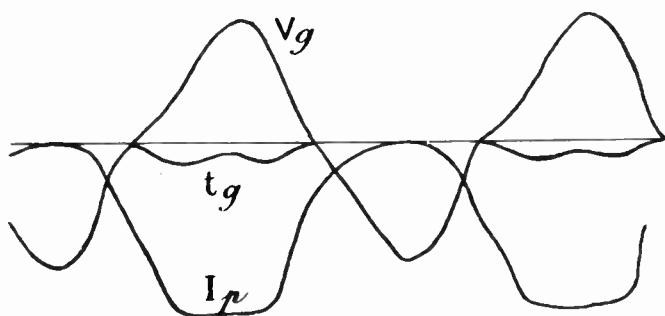


Fig. 2.

positive, il croît, passe par un maximum, puis décroît sans s'annuler, passe par un minimum, puis par un nouveau maximum et s'annule de nouveau quand la tension grille change de signe.

On voit donc qu'il y a des moments où la variation du courant grille est de sens inverse de celle de la tension grille.

L'oscillogramme que nous avons reproduit a été pris tout au début d'une expérience.

Si on prolonge celle-ci, l'allure des phénomènes se modifie.

L'oscillogramme (fig. 3) représente la nouvelle allure des diverses grandeurs caractéristiques de la lampe.

On voit que pendant l'alternance négative de la tension grille, le courant grille n'est pas nul, mais il a une valeur à peu près constante et de sens inverse au courant normal.

C'est le phénomène auquel nous avons déjà fait allusion au début, et que nous avons indiqué comme susceptible de permettre d'apprécier le vide de la lampe.

Lorsque la tension grille devient positive, le courant grille commence par croître, puis à décroître comme dans le cas précédent,

mais cette fois il s'annule et change de sens pour croître et reprendre son sens normal lorsque la tension grille a suffisamment décréu.

On constatera également sur cet oscillogramme que le courant plaque atteint des valeurs beaucoup plus élevées que sur l'oscillogramme précédent. En outre, la région aplatie correspondant à la saturation est de plus courte durée.

La figure 4 dans laquelle les courbes 1 se rapportent à des oscillogrammes pris immédiatement à la mise en service de la lampe, tandis que les courbes 2 ont été prises lorsque la lampe avait eu le

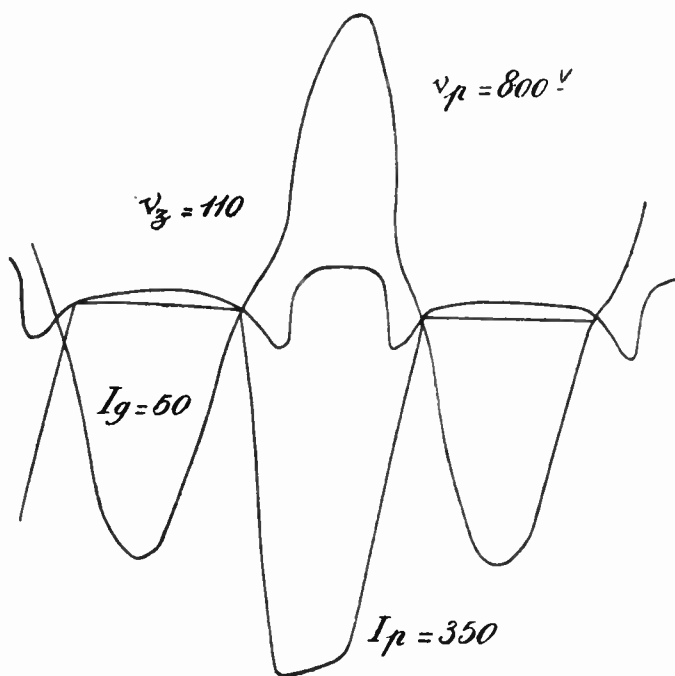


Fig. 3.

temps de s'échauffer, mettent nettement en évidence cette influence de l'échauffement.

Il est à peu près certain que la modification profonde apportée dans les caractéristiques de la lampe est due à la présence de traces de gaz.

Au fur et à mesure que la lampe s'échauffe, elle laisse dégager une certaine quantité du gaz occlus dans sa plaque. C'est le gaz ainsi dégagé qui est ionisé par choc par les électrons émis par le filament. Les nouveaux électrons ainsi formés viennent s'ajouter à l'émission

thermoionique et augmentent le courant filament plaque, tandis que les ions positifs sont captés par la grille. Ce qui indique bien que c'est aux traces de gaz contenus dans l'ampoule qu'il faut attribuer ces modifications des caractéristiques, ce sont les faits suivants : Si on éteint la lampe pendant un temps suffisant (de l'ordre de la minute) pour permettre à la plaque et à la grille de refroidir, et si on recommence les expériences, on obtient les courbes 2 de la figure 4. Pour obtenir de nouveau la courbe 1, il faut laisser la lampe éteinte assez longtemps et même la faire fonctionner un certain temps à régime réduit pour permettre au gaz dégagé d'être absorbé de nouveau par l'ampoule et par la plaque. Ceci nous semble devoir

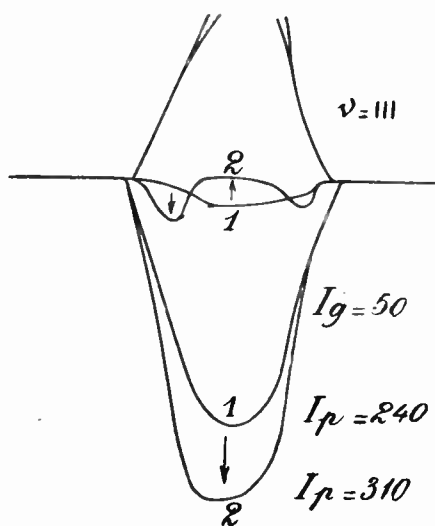


Fig. 4.

écarter l'hypothèse qu'on pourrait faire pour expliquer les phénomènes constatés d'une émission d'électrons par la grille portée à la température du rouge.

Quoi qu'il en soit, il est un fait expérimental, c'est que dans les lampes d'émission telles qu'on les réalise industriellement à l'heure actuelle, la résistance filament grille se comporte dans certaines régions comme une résistance négative.

Il peut en résulter certaines conséquences curieuses lorsqu'on utilise des lampes.

L'une d'elles est illustrée par la figure 5.

L'oscillogramme représenté par cette figure a été relevé dans les

conditions habituelles, mais le transformateur utilisé pour alimenter la plaque était un petit transformateur à fréquence musicale qu'on faisait fonctionner à 42 périodes. En outre, une bobine de self-induction était intercalée sur sa primaire. On voit que les deux alternances de la tension grille sont réellement dissymétriques et qu'au moment où la résistance filament grille devient négative, il se produit une surtension aux bornes du transformateur.

Il est possible que sur les postes d'émission, cette existence d'une

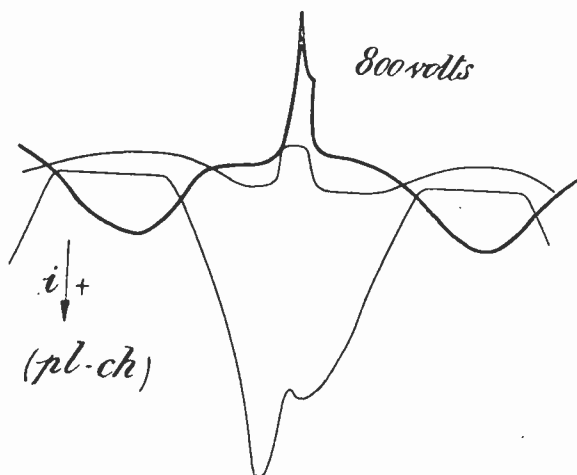


Fig. 5.

fraction de période pendant laquelle la résistance filament grille est négative modifie le fonctionnement de la lampe.

Il existe une autre cause qui peut faire différer le fonctionnement pratique du fonctionnement théorique.

Il est possible en partant d'un des oscillogrammes relevés de tracer la caractéristique tension grille courant plaque.

La figure 6 représente une des caractéristiques ainsi obtenues en partant de l'oscillogramme de la figure 2.

On voit que la caractéristique n'est pas réversible. Il y a une sorte d'hystérésis qui a pour conséquence d'introduire des harmoniques dans le courant plaque, et en même temps d'introduire un décalage entre la tension grille et l'harmonique fondamentale du courant-plaque.

Ainsi, dans le cas de la figure 6, ce décalage est de 3 degrés. Cette valeur n'est pas très élevée, mais il importe de remarquer que les expériences ont été faites avec une fréquence de 42 cycles par seconde.

Il est probable que si cette hystérésis ou plutôt cette viscosité [est due au fait que les molécules émises n'ont pas le temps de se recombiner pendant une période, cette action serait beaucoup plus marquée avec une fréquence plus élevée, et qu'avec les fréquences de la radiotélégraphie, les décalages entre la tension grille et le courant-plaque

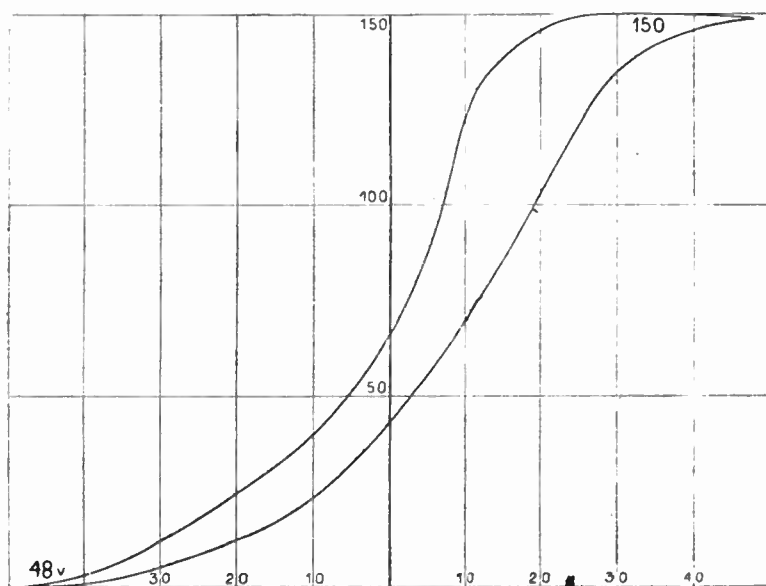


Fig. 6.

auraient des valeurs plus considérables, susceptibles de modifier dans une large mesure le diagramme vectoriel de la lampe fonctionnant comme générateur.

La conclusion de ce travail est donc que les moindres traces de gaz dans les lampes d'émission, et malheureusement il semble difficile de les éviter, doivent rendre le fonctionnement de ces lampes notablement différent de celui auquel conduisaient les considérations théoriques classiques.

R. JOCAUST.

*Laboratoire de l'Établissement central
de la Radiotélégraphie militaire.*

ÉTALONNAGE DES CAPACITÉS EN VALEUR ABSOLUE AU MOYEN DES CIRCUITS A ONDES ENTRETENUES.

Les mesures de capacité en haute fréquence se font, soit par la méthode dite de « substitution », soit par la méthode dite « par différence ».

Un circuit oscillant comprend une self-induction $\mathcal{L}$ et une capacité C (fig. 1); il est donc réglé pour une longueur d'onde λ . Remplaçons la capacité C par la capacité C' telle que le circuit vibre encore pour la même longueur d'onde λ ; on aura $C = C'$, d'où la valeur de C si C' est connue. Telle est la méthode de substitution. On suppose implicitement applicable la formule de Thomson $T = 2\pi\sqrt{\epsilon' C}$ où T désigne la période; nous emploierons de préférence la formule $\lambda = 2\pi\sqrt{\epsilon' C}$ en ayant soin de compter λ en centimètres, ϵ' en unités électromagnétiques C.G.S. et C en unités électrostatiques C.G.S.

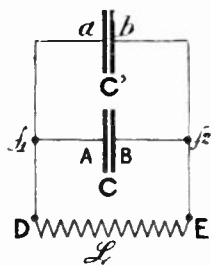


Fig. 1.

Désignons par λ_0 la longueur d'onde propre ou longueur d'onde fondamentale du circuit ADEB (c'est la longueur d'onde sur laquelle est accordé le circuit lorsqu'on supprime le condensateur AB, la capacité se réduisant alors à celle des fils ADEB); soit de même λ'_0 la longueur d'onde fondamentale du circuit aDEb; nous verrons ultérieurement que la formule de Thomson n'est applicable que si λ est grand devant λ_0 et λ'_0 . Pour qu'il en soit ainsi, il est évidemment nécessaire que C et par conséquent C' soient grands, de façon que le circuit ne vibre pas à la façon d'une antenne. La méthode suppose encore que les fils de connexion f_1a et f_1b ainsi que les condensateurs C et C' constituent des lignes dépourvues de self-induction. Si les capacités sont faibles, non seulement λ se rapproche de λ_0 ou λ'_0 , mais la self des deux circuits étant différente, on ne peut dire que $C = C'$, la méthode perd toute précision. En résumé, on ne peut l'appliquer qu'à la mesure de capacités relativement grandes, de l'ordre de 1 000 UES par exemple.

Supposons maintenant les deux capacités C et C' montées en parallèle et variables l'une et l'autre; supposons encore que l'une au moins de ces capacités, C par exemple, soit suffisamment grande

pour que la longueur d'onde λ sur laquelle est accordé le circuit soit très différente de λ_0 . Dans ces conditions, on peut appliquer la formule de Thomson

$$\lambda = 2\pi \sqrt{e(C + C')}.$$

Augmentons la capacité C d'une quantité C_1 , il faudra pour maintenir le circuit accordé sur la même longueur d'onde, diminuer C' d'une quantité C'_1 et on aura

$$\lambda = 2\pi \sqrt{e[(C + C_1) + (C' - C'_1)]}$$

d'où $C_1 = C'_1$: tel est le principe de la méthode par différence, qui est couramment employée.

Cette méthode présente deux avantages sur la précédente : 1° Au cours d'une mesure on ne modifie pas la longueur des fils du circuit; 2° la capacité C' peut être faible sans que la longueur d'onde utilisée λ se rapproche de λ_0 puisque la capacité C est grande. Or, si on veut

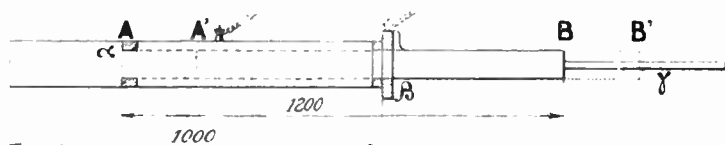


Fig. 2.

faire une mesure de capacité en valeur absolue, la capacité C' sera nécessairement assez petite: en effet, en première approximation, quelle que soit la forme de condensateur on aura $C' = \frac{S}{4\pi e}$, S étant la surface des armatures et e leur distance, et il faudra prendre une valeur de e suffisamment grande pour que l'erreur relative commise sur sa mesure ne soit pas trop considérable.

En fait, le condensateur utilisé est de forme cylindrique et ses constantes sont les suivantes :

Longueur de l'armature externe 1 m.

Longueur de l'armature interne 1 m 20.

Diamètre intérieur de l'armature externe $2 R_2 = 38.88$ millimètres.

Diamètre extérieur de l'armature interne $2 R_1 = 31.58$ millimètres.

Ces deux diamètres sont connus à $\frac{1}{50}$ de millimètre près ⁽¹⁾.

La capacité unitaire c , c'est-à-dire celle qui correspond à un centimètre de longueur des deux armatures est :

⁽¹⁾ Nous verrons ultérieurement comment on peut mesurer directement avec précision le rapport $\frac{R_2}{R_1}$.

$$c = \frac{1}{2 \log \frac{R_2}{R_1}} = 2.386 \text{ unités électrostatiques C.G.S. } ^{(1)}.$$

On conçoit qu'avec cette forme de condensateur il n'y ait pas lieu de tenir compte de la correction des bouts lorsqu'on utilise la méthode par différence; en effet, au début d'une expérience, l'armature interne est dans la position AB; à la fin, elle est dans la position A'B', la variation de capacité est donc

$$C' = \frac{AA'}{2 \log \frac{R_2}{R_1}}$$

Nous verrons d'ailleurs plus loin comment l'expérience peut justifier cette hypothèse que les bouts n'interviennent pratiquement pas.

Intervalle de longueurs d'ondes dans lequel les méthodes précédentes peuvent être utilisées. — Nous avons déjà dit, et c'est un fait bien connu, que, pour que la formule de Thomson soit applicable, il est nécessaire que la longueur d'onde λ soit grande devant la longueur d'onde propre λ_0 du circuit. On peut se rendre exactement compte des phénomènes en appliquant l'équation des radiotélégraphistes.

Considérons un circuit parfaitement symétrique oBB' . Désignons par c et l la capacité et la self unitaires, par C la capacité du condensateur. Nous supposons, ce qui est le cas des circuits utilisés, la résistance négligeable.

Si i et v sont le courant et le potentiel au point M d'abscisse x comptée à partir de o et à l'instant t on a :

$$(1) \quad l \frac{\partial i}{\partial t} = - \frac{\partial v}{\partial x} \quad \text{et} \quad (2) \quad - \frac{\partial i}{\partial x} = c \frac{\partial v}{\partial t}$$

d'où l'on tire

$$(3) \quad lc \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$$

⁽¹⁾ Cette formule établie en électrostatique est encore valable en régime variable lorsque les dimensions du condensateur sont faibles devant la longueur d'onde. C'est ainsi qu'en appliquant les équations de Maxwell on trouve que la capacité d'un condensateur plan formé de deux disques de rayon r a pour valeur très sensiblement

$$C = \frac{S}{4\pi e} \left[1 - \frac{\pi^2 r^2}{\lambda^2} \right]$$

Pour un grand condensateur ayant un diamètre de 2 mètres et pour $\lambda = 1000$ mètres on aurait :

$$C = \frac{S}{4\pi e} \left[1 - 10^{-5} \right].$$

(équation des radiotélégraphistes) qui exprime que la vitesse de propagation u a pour valeur :

$$(4) \quad u = \frac{1}{\sqrt{lc}}$$

Nous admettons, comme l'a fait M. Mesny dans son étude de la résistance d'un circuit oscillant, que la répartition du courant est sinusoïdale, c'est-à-dire qu'on peut poser :

$$(5) \quad r = V \sin \omega t,$$

V étant une fonction sinusoïdale de x . L'équation (3) donne

$$(6) \quad \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -lc\omega^2 V$$

ce qui revient à dire que $V = A \sin \omega \sqrt{lc} x$ le potentiel du point o , constant par raison de symétrie étant pris pour origine et A étant une constante.

L'équation (1) devient

$$l \frac{\partial i}{\partial t} = -\omega \sqrt{lc} A \cos \omega \sqrt{lc} x \sin \omega t$$

d'où

$$i = A \sqrt{\frac{c}{l}} \cos \omega \sqrt{lc} x \cos \omega t$$

et si on pose $I_0 = A \sqrt{\frac{c}{l}}$ il vient finalement :

$$(7) \quad i = I_0 \cos \omega \sqrt{lc} x \cos \omega t = I \cos \omega t.$$

$$(8) \quad r = I_0 \sqrt{\frac{c}{l}} \sin \omega \sqrt{lc} x \sin \omega t = V \sin \omega t.$$

Désignons maintenant par q la charge instantanée du condensateur C , par v_B et $v_{B'}$ les potentiels des points B et B' on a :

$$q = C (v_B - v_{B'}) = 2C v_B \text{ puisque } v_{B'} = -v_B$$

Le courant maximum en B est :

$$I_B = \frac{\partial q_B}{\partial t} = 2C \frac{\partial v_B}{\partial t} = 2C \omega V_B$$

V_B étant le potentiel maximum du point B .

$$\frac{V_B}{I_B} = \frac{1}{2C\omega} = \frac{T}{4\pi C} = \frac{\lambda \sqrt{lc}}{4\pi C}$$

T étant la période reliée à u par la formule $\lambda = uT = \frac{T}{\sqrt{lc}}$.

Posons $OB' = OB = L$. Par application des formules (7) et (8) on a :



Fig. 3.

$$\frac{V_n}{I_n} = \sqrt{\frac{l}{c}} \operatorname{tg} \omega \sqrt{lc} L = \frac{\lambda \sqrt{lc}}{4\pi C}$$

et comme $\omega \sqrt{lc} L = \frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{l}{c}} L = \frac{2\pi L}{\lambda}$

on a finalement

$$(10) \quad \frac{2\pi}{\lambda} \operatorname{tg} \frac{2\pi L}{\lambda} = \frac{c}{2C}$$

Application de la formule (10). — Soit un premier circuit oscillant $CxOx_1$ de longueur $2L$. (Les interrupteurs $x x_1$ sont fermés et les interrupteurs $x' x'_1$ ouverts). Si on supprime le condensateur C , le circuit a une longueur d'onde propre $\lambda_0 = 4L$ puisqu'il y a des nœuds d'intensité en xx_1 et un ventre en O . Ouvrons les interrupteurs xx_1 , fermons $x' x'_1$ et supprimons C' , le nouveau circuit a une longueur $2L'$ et une longueur d'onde propre

$$\lambda'_0 = 4L'.$$

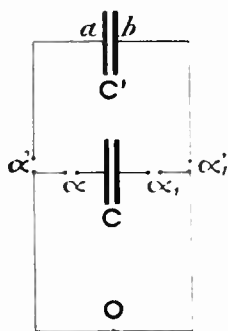


Fig. 4.

Supposons les deux capacités C et C' choisies de telle sorte que les deux circuits, munis de leurs capacités vibrent pour la même longueur d'onde λ , on aura par application de la formule (10)

$$C = \frac{\lambda c}{4\pi} \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\pi \lambda_0}{2 \lambda}} \quad \text{et} \quad C' = \frac{\lambda c}{4\pi} \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\pi \lambda'_0}{2 \lambda}}$$

Divisons membre à membre il vient :

$$(11) \quad C' = C \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi \lambda_0}{2 \lambda}}{\operatorname{tg} \frac{\pi \lambda'_0}{2 \lambda}}$$

1^{re} cas. — λ est grand devant λ_0 et λ'_0 , on peut confondre les arcs et les tangentes et on a :

$$C' = C \frac{\lambda_0}{\lambda'_0} = C \frac{L}{L'}$$

Nous verrons que, dans ce cas, la formule de Thomson est applicable. On remarquera toutefois que, dans l'application de la méthode de substitution pour la mesure des capacités, on n'a pas $C = C'$ à moins que L ne soit très voisin de L' . En tout cas, la formule donne le facteur de correction.

2^e cas. — λ est voisin de λ_0 , alors C' tend vers l'infini, ce qui revient à dire que pour que le circuit $O x' C' x'_1 O$ soit accordé sur la longueur d'onde λ , il faut supprimer le condensateur C' en mettant

les deux points a et b en court-circuit. Il y aurait alors des ventres d'intensité en O et a, b , des nœuds en x' et x'' .

3^e cas. — λ est voisin de λ_0 et C' tend vers zéro, il y a des nœuds d'intensité en a et b , le circuit vibre comme une antenne en demi-onde.

En définitive, la valeur de C' telle que le second circuit OCO soit accordé sur la même longueur d'onde λ que le premier OCO , peut rendre toutes les valeurs possibles entre zéro et l'infini lorsque λ est voisin de λ_0 ou de λ_0' .

Remarque. — Dans ce qui précède, on a supposé que la capacité unitaire C était indépendante des longueurs L et L' . Cependant, il résulte d'expériences de M. Mesny (Notice 2679 de l'E. C. M. R.) que le produit Lc reste à peu près constant. Multiplions les deux membres de la formule (10) par L il vient :

$$\frac{2\pi L}{\lambda} \operatorname{tg} \frac{2\pi L}{\lambda} = \frac{Lc}{2C} \text{ et } \frac{2\pi L'}{\lambda} \operatorname{tg} \frac{2\pi L'}{\lambda} = \frac{L'c'}{2C'}$$

et comme $Lc = L'c'$ on aura

$$C' = C \frac{\lambda_0}{\lambda_0'} \frac{\operatorname{tg} \frac{\pi \lambda_0}{2\lambda}}{\operatorname{tg} \frac{\pi \lambda_0'}{2\lambda}}$$

et les conclusions précédentes restent les mêmes.

Transformation de la formule (10) lorsque λ est grand devant λ_0 .

— La formule (10) donne

$$C = \frac{\lambda L c}{4\pi L \operatorname{tg} \frac{2\pi L}{\lambda}} = \frac{\lambda L c}{\pi \lambda_0 \operatorname{tg} \frac{\pi \lambda_0}{2\lambda}}$$

puisque $4L = \lambda_0$.

Si λ_0 est petit devant λ on peut confondre la tangente et l'arc

$$(12) \quad C = \frac{Lc}{\pi \frac{\lambda_0}{\lambda} \left(\frac{\pi \lambda_0}{2\lambda} \right)}$$

Or, l'intensité i est donnée par la formule (7), si on supprime le condensateur, le circuit vibre sur sa fondamentale on a $x = L$ et ω prend une valeur ω_0 , il y a un nœud de courant à l'extrémité du circuit

$$i = 0 = \cos \omega_0 \sqrt{Lc} L \text{ et } \omega_0 \sqrt{Lc} L = \frac{\pi}{2}$$

d'où :

$$c = \frac{\pi^2}{4\omega_0^2 L^2} \quad Lc = \frac{\pi^2}{4\omega_0^2 L} = \frac{\pi^2}{2\omega_0^2 c}$$

L étant la self totale du circuit, c'est-à-dire que $2LL = L$.

Reportons la valeur de L_c dans la formule (11) $C = \frac{\lambda^2}{\omega_0^2 \epsilon^2 \lambda_0^2}$

mais $\lambda = uT$ $\lambda_0 = uT_0$ $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ d'où $C = \frac{u^2 T^2}{\epsilon^2 \frac{4\pi^2}{T_0^2} u^2 T_0^2}$

c'est-à-dire finalement $T = 2\pi \sqrt{\epsilon C}$.

Vérification expérimentale de la formule (12)

$$C' = C \frac{\lg \frac{\pi \lambda_0}{2 \lambda}}{\lg \frac{\pi \lambda_0'}{2 \lambda}}$$

Un circuit oscillant comprend une self ϵ et trois capacités γ , C et C' . Les capacités γ et C , puis γ et C' sont successivement montées en parallèle. Au moyen de la capacité γ on peut faire varier la longueur d'onde de 300 à 1500 mètres. La capacité C est constante et on cherche la valeur de C' qui équilibre C pour chaque longueur

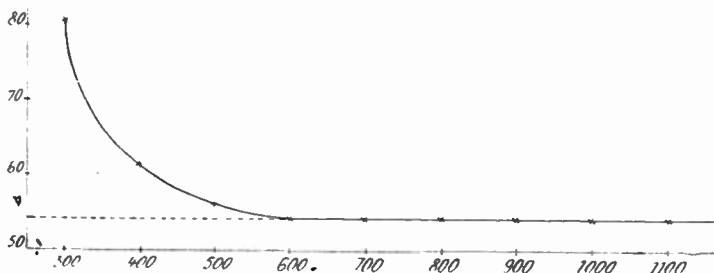


Fig. 5.

d'onde. C' est constituée par un condensateur cylindrique variable à air. Dans le tableau suivant, on a indiqué pour chaque valeur de λ la longueur du condensateur cylindrique équilibrant la capacité C .

λ	C'	λ	C'
300 m	81 c/m	700 m	54 c/m
400 —	61 —		...
500 —	56 —		...
600 —	54 —	1100 —	54 —

La longueur d'onde fondamentale de la bobine utilisée était de l'ordre de 200 mètres. On voit qu'à partir de $\lambda=600$ m, c'est-à-dire pour une longueur d'onde égale à trois fois la longueur d'onde propre C' est constant.

On trouve de même qu'avec une bobine de vingt tours de fil alors que la précédente en avait deux cents (diamètre 43 mm) et dont la longueur d'onde fondamentale est un peu inférieure à 50 mètres, toute anomalie disparaît à partir de $\lambda=150$ m. Bref, si on mesure une même capacité C faisant successivement partie de trois circuits

ERRATA

La figure 7 (page 81) doit être remplacée par la figure ci-contre.

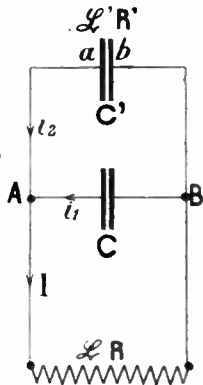
En outre, faire dans l'article de M. Bedeau les corrections suivants :

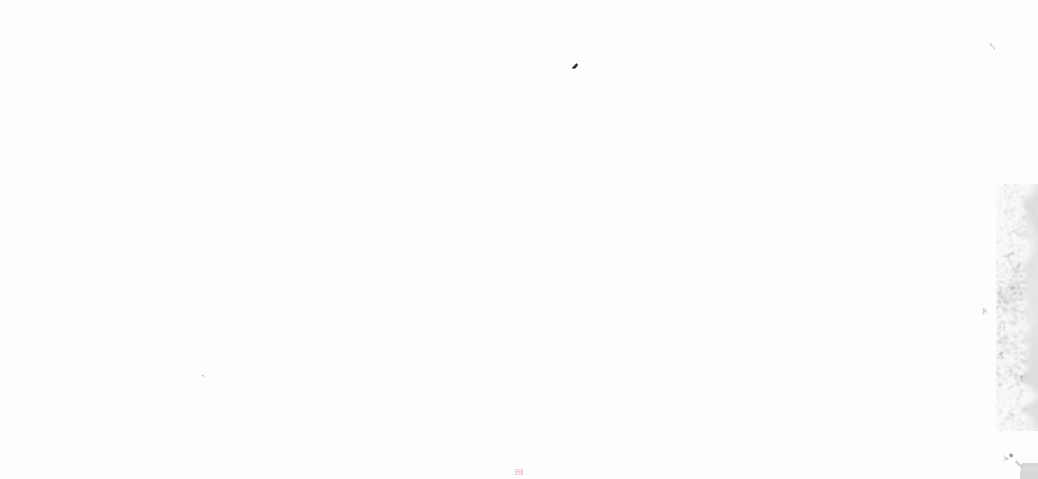
Page 79, ligne 8 au lieu de rendre, lire : prendre.

— — II — unitaire C , — unitaire c .

Page 83, ligne 12 au lieu de 10^3 , lire 10.

Page 89, au lieu de $x_2 = 258$ mm. lire $x_2 = 253$ mm.





oscillants comprenant des selfs ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 de plus en plus grandes, si on porte les valeurs de λ en abscisses et de C' en ordonnées, on obtient les courbes figurées: λ_1 , λ_2 , λ_3 désignent les longueurs d'onde fondamentales de chaque bobine.

Influence de la self-induction du circuit comprenant le condensateur C' . — Nous supposons maintenant que la longueur d'onde utilisée est supérieure au triple de la longueur d'onde propre et qu'on

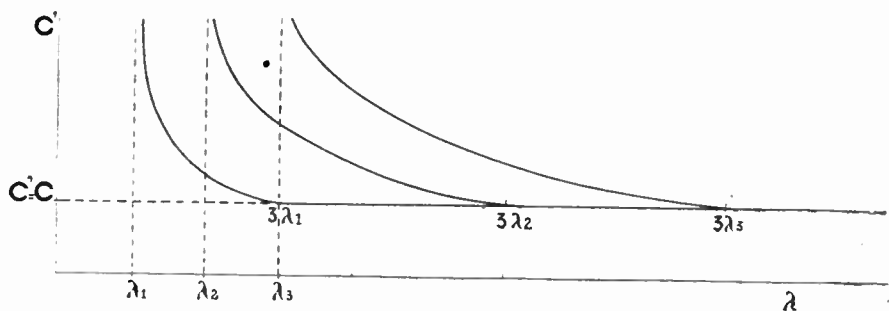


Fig. 6.

utilise la méthode par différence. Les deux condensateurs C et C' étant montés en parallèle la formule de Thomson donnerait

$$\lambda = 2\pi \sqrt{\epsilon(C + C')}$$

si la ligne BbaA (fig. 7) était dépourvue de self-induction: mais il n'en est pas ainsi: tout condensateur cylindrique C' constitue une ligne possédant une self ϵ' d'ailleurs calculable. Désignons par i_1 , i_2 , I , les intensités à un instant donné dans les branches du circuit complexe figuré, par V et r les différences de potentiel entre A et B d'une part, a et b de l'autre. On aura, en supposant les résistances négligeables,

$$V = \epsilon \frac{dI}{dt} \quad r = V + \epsilon' \frac{di_2}{dt} \quad i_1 = -C \frac{dV}{dt}$$

$$i_2 = -C' \frac{dr}{dt} \quad I = i_1 + i_2$$

En éliminant I , i_1 , i_2 , r entre ces cinq équations, il vient

$$\frac{d^4 V}{dt^4} + A \frac{d^2 V}{dt^2} + B V = 0$$

en posant

$$A = \frac{1}{\epsilon' C'} + \frac{1}{\epsilon' C} + \frac{1}{\epsilon C} \quad \text{et} \quad B = \frac{1}{\epsilon C' \epsilon' C'}$$

L'équation caractéristique est bicarrée comme on pouvait le

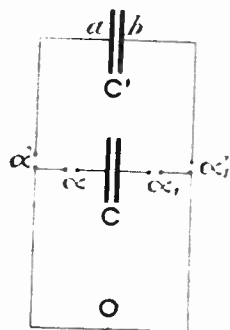


Fig. 7.

prévoir puisque les résistances ayant été négligées, il n'y aura pas d'amortissement.

Tout se passe comme si le circuit était le siège de deux oscillations de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , les pulsations correspondantes ω_1 et ω_2 ayant pour valeur

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{A - \sqrt{A^2 - 4B}} \text{ et } \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{A + \sqrt{A^2 - 4B}}$$

Dans le cas considéré e' et C' sont petits devant e et C (les ordres de grandeur sont les suivants : $e = \frac{10^6}{4}$ U E M $e' = 50$ U E M $C = 1000$ U E S $C' = 100$ U E S). B est petit devant A ; on peut poser

$$(A^2 - 4B)^{\frac{1}{2}} = A - \frac{2B}{A}$$

d'où
$$\omega_1 = \sqrt{\frac{B}{A}} \text{ et } \omega_2 = \sqrt{A - \frac{B}{A}} = \text{sensiblement } \sqrt{A}$$

Finalement
$$\lambda_1 = 2\pi \sqrt{\frac{A}{B}} = 2\pi \sqrt{\frac{e(C+C') + e'C'}{eC}}$$

et
$$\lambda_2 = 2\pi \sqrt{e' C'}$$

Γ étant la capacité donnée par la formule

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$$

Les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 étant très différentes, on pourra, lors de la détection, avoir des résonances très aiguës. Dans l'exemple choisi λ_1 , est de l'ordre du kilomètre et λ_2 n'a que quelques mètres.

Si on tient compte des résistances R et R' des circuits, les deux premières équations deviennent :

$$V = RI + e \frac{dI}{dt} \quad r = R' i_2 + e' \frac{di_2}{dt}$$

Éliminons I , i_1 , i_2 entre les cinq équations, on arrive au système :

$$eC \frac{d^2 V}{dt^2} + eC \frac{d^2 r}{dt^2} + RC \frac{dV}{dt} + RC' \frac{dr}{dt} + V = 0$$

$$e' C' \frac{d^2 r}{dt^2} + R' C' \frac{dr}{dt} + r - V = 0.$$

On trouve facilement les valeurs approchées des pulsations en posant ⁽¹⁾ :

$$V = V_0 e^{i\omega t} \text{ et } r = r_0 e^{i\omega t}$$

(1) Cette approximation revient à négliger les coefficients de $\frac{d^2 r}{dt^2}$ et de $\frac{dr}{dt}$ dans l'équation différentielle du quatrième ordre à laquelle on est conduit lorsque l'on élimine V .

éliminant v_0 entre les deux équations on arrive à l'expression

$$V_0 \left[(1 - e^2 C \omega^2) + i R C \omega + \frac{i R C' \omega - e^2 C' \omega^2}{1 - e^2 C' \omega^2 + i R' C' \omega} \right] = 0.$$

Égalant à zéro la partie réelle il vient :

$$\omega^4 - \omega^2 \left[\frac{1}{e^2 C'} + \frac{1}{e^2 C} + \frac{1}{e'^2 C'} + \frac{R R'}{e^2 e'^2} \right] + \frac{1}{e^2 e'^2 R R'} = 0.$$

Finalement, la période la plus grande, la seule qui nous intéresse, est donnée par la formule

$$T = 2\pi \sqrt{e^2(C + C') + e^2 C' + R R' C C'}$$

Pour le circuit utilisé, on a les ordres de grandeur suivants en utilisant les unités du système pratique :

$$\begin{aligned} e^2(C + C') &= \frac{1}{3^2 \cdot 10^{11}} \frac{1}{4} \\ e^2 C' &= \frac{1}{3^2 \cdot 10^{11}} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \\ R R' C C' &= \left(\frac{1}{3^2 \cdot 10^{11}} \right)^2 10^3 \end{aligned}$$

On voit qu'on pourra considérer le terme contenant les résistances comme tout à fait négligeable.

Formule donnant la valeur de la capacité dans l'application de la méthode « par différence ». — La self e et les capacités C et C' étant choisies de telle sorte que la plus grande longueur d'onde ait pour valeur

$$\lambda = 2\pi \sqrt{e^2(C + C') + e^2 C'}$$

augmentons la capacité C de la quantité C_1 qu'il s'agit de mesurer. Pour que le circuit vibre encore pour la même longueur d'onde, il faudra diminuer C' d'une quantité C'_1 ; du fait même, la self e' est diminuée elle prend la nouvelle valeur $e' - e'_1$ et on aura :

$$\lambda = 2\pi \sqrt{e^2(C + C_1 + C' - C'_1) + (e' - e'_1)^2(C' - C'_1)}$$

Égalant les deux valeurs de λ , il vient :

$$C_1 = C'_1 + \frac{e^2 C'_1}{e^2} + \frac{e'^2_1}{e^2} (C' - C'_1)$$

au lieu de $C' = C'_1$.

Les fils de connexion réunissant les condensateurs C et C' étant très courts, les selfs e et e'_1 se réduisent à celles du condensateur cylindrique. Désignons comme précédemment par c et l la capacité et la self unitaires et soit L la longueur du condensateur cylindrique au début de l'expérience (II, fig. 11), soit X la variation de longueur correspondant à C'_1 , on aura :

$$e' = L l \quad e'_1 = X l \quad C' = L c \quad C'_1 = X c$$

et

$$C_1 = X c + \frac{L X l c}{e} + \frac{X (L - X) l c}{e}$$

Potier ⁽¹⁾ a donné une élégante démonstration de ce fait que le produit $lc = 1$ pour un condensateur cylindrique et pour des courants superficiels ce qui est précisément le cas en haute fréquence (l doit être compté en U. E. M. et c en U. E. S.). On a donc finalement

$$C_1 = Xc + \frac{2LX}{c} - \frac{X^2}{c}$$

Dans les expériences faites à l'Établissement Central de la Radio-télégraphie militaire, pour l'étalonnage du condensateur numéroté P. 110 bis, on avait

$$L = 95 \text{ cm} \quad X = 55 \text{ cm} \quad c = \frac{10^8}{378} \text{ U. E. M.} \quad c = 2,386$$

d'où $C_1 = 131,23 + 0,028.$

Dispositif expérimental. — Le plus généralement, dans les mesures de capacités, les ondes sont engendrées dans le circuit contenant la self c et les condensateurs C et C' (circuit II) par un

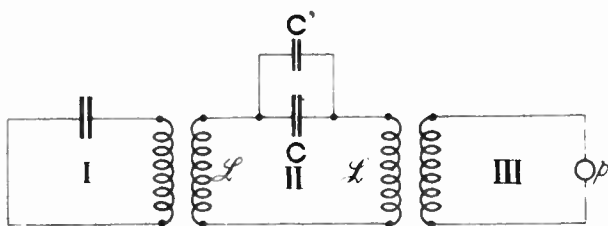


Fig. 8.

circuit générateur oscillant (circuit I). Un circuit de réception (circuit III) contenant un appareil détecteur quelconque p permet de constater que les circuits sont en résonance. C'est le dispositif classique des contrôleurs d'ondes, c'est celui qu'a utilisé récemment M. Jezewski pour la mesure des constantes diélectriques ⁽²⁾. Naturellement le circuit I est parcouru par des ondes entretenues au moyen d'une lampe à trois électrodes, de façon que les résonances soient aiguës.

Un autre procédé consiste à utiliser les battements d'hétérodyne. Deux circuits à ondes entretenues et ne réagissant pas l'un sur l'autre agissent par induction sur un troisième circuit renfermant le système d'observation qui peut être réduit à un détecteur et un téléphone. Cette méthode d'observation permet d'accorder deux oscillations avec une précision presque illimitée et elle donne le moyen

⁽¹⁾ C. R., t. CXVIII, p. 1036, 1894.

⁽²⁾ Journal de Physique, août 1922, p. 263.

de faire toutes les mesures avec une exactitude extrême ⁽¹⁾. » C'est une variante de ce dispositif qui a été adoptée.

Deux circuits oscillants A_1 et A_2 sont parcourus par les ondes entretenues. Le premier A_1 comprend une self c et les deux capacités C et C' montées en parallèle. La capacité C est celle qu'il s'agit d'étalonner, elle est constituée par un condensateur variable à air, du type ordinaire à secteurs. La capacité C' est calculable; elle est constituée par le condensateur cylindrique décrit précédemment. Le

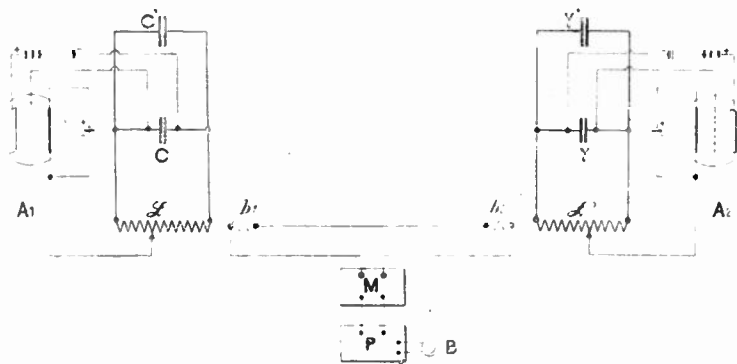


Fig. 9.

circuit A_2 est monté d'une façon analogue, le condensateur γ est sensiblement identique au condensateur C' et γ' est un condensateur cylindrique de très faible capacité; un déplacement de 1 centimètre de l'une de ses armatures correspond à une variation de capacité inférieure à une unité électrostatique C G S.

Le circuit de réception comprend deux bobines b_1 et b_2 couplées très lâchement avec les deux selfs c et c' ; ces deux bobines comprenant chacune quatre ou cinq tours de fil (diamètre des spires 6 centimètres) sont montées en série et connectées aux bornes d'un contrôleur d'ondes M . La détection se fait par galène et on amplifie avec un amplificateur du type 3 *ter* de la Radiotélégraphie militaire.

Désignons par n la fréquence de la source A_1 ; si cette source fonctionne seule, on ne percevra aucun son au téléphone B , car la longueur d'onde utilisée étant d'environ 1 000 mètres, n est de l'ordre 3.10^5 . Si $n + m$ est la fréquence de la source A_2 , on entendra au téléphone le son résultant de fréquence m , lorsque m est d'ordre musical; on entendra des battements si m est très petit; enfin, il y aura le silence si les fréquences de A_1 et A_2 sont rigoureusement

⁽¹⁾ Cours de M. Armagnat, *Radiotélégraphie militaire*, p. 12.

égales. On réalisera aisément cette égalité en faisant varier γ puis γ' .

Pour que les phénomènes se produisent dans l'ordre indiqué, c'est-à-dire pour qu'au téléphone on entende, lorsqu'on fait varier γ et γ' , des sons aigus, puis des sons graves, puis des battements, il est indispensable que les deux bobines b_1 et b_2 soient couplées très lâchement avec c' et c'' . S'il n'en était pas ainsi, on entendrait des sons aigus, puis, brusquement, se produirait une période de silence, il n'y aurait ni sons graves, ni battements. Ce phénomène, observé depuis longtemps, a été étudié en détails par M. Mercier ⁽¹⁾, il a reconnu que lorsque deux oscillations ont un couplage serré il y a « accrochage ». Il existe toute une plage de synchronisation dans laquelle les oscillateurs sont rigoureusement à la même fréquence et cette plage est d'autant plus étendue que le couplage est plus serré.

D'autre part, lorsqu'on entend les battements au téléphone, les deux circuits peuvent n'être pas accordés sur la même longueur d'onde, les battements pouvant être produits par des harmoniques. Dans la pratique, ceci est assez facile à reconnaître : il faut des variations de γ beaucoup plus petites que dans le cas des ondes fondamentales pour produire toute la succession des sons aigus, graves, etc. ⁽²⁾, de plus, l'intensité du son résultant est généralement beaucoup moins grande. D'ailleurs, avec le dispositif de réception utilisé on supprime toute ambiguïté en opérant de la façon suivante : on fait fonctionner le circuit A_1 seul ainsi que le circuit de choc du contrôleur, et on fait varier la capacité du circuit étaloné de ce dernier appareil. Au moment de la résonance, le son du vibreur est sensiblement renforcé, le contrôleur est alors réglé sur une longueur d'onde très voisine de celle de A_1 . On fait ensuite fonctionner A_2 seul, et on agit sur γ jusqu'à entendre à nouveau le renfor-

⁽¹⁾ C. R., 13 février 1922.

⁽²⁾ Supposons les deux circuits de A_1 et A_2 accordés sur la même longueur d'onde et soit Δn le plus petit nombre de vibrations perceptible au téléphone; pour produire le son résultant de fréquence Δn , il faudra faire varier la capacité de l'un des circuits d'une quantité ΔC . Appliquant la formule de Thomson $\frac{1}{n} = 2\pi\sqrt{LC}$ il vient $\Delta C = 2C \frac{\Delta n}{n}$ ou encore $\Delta C = \frac{1}{2\pi^2 L} \frac{\Delta n}{n^3}$. On voit que pour une self-induction L constante, ce qui est le cas des expériences, la variation de capacité produisant un même son résultant varie en raison inverse du cube de la fréquence.

La méthode utilisée est évidemment d'autant plus précise que la « plage » de silence est plus étroite, il faudra donc, pour une capacité donnée, utiliser la self la plus petite possible. On ne peut cependant pas aller très loin dans cette voie car : 1° la condition d'entretien des oscillations pourrait n'être pas satisfaite; 2° l'expérience montre que pour une self trop petite, le régime devient instable : la méthode n'est plus fidèle.

cement, on arrête le vibreur du contrôleur, on fait fonctionner les deux circuits A_1 et A_2 simultanément et on achève le réglage en agissant sur γ' .

Les deux circuits étant rigoureusement accordés sur la même longueur d'onde on augmente la capacité C d'une quantité C_1 ; on rétablit le silence au téléphone en diminuant C' d'une quantité C'_1 et on a en définitive la valeur de C_1 par une méthode de double pesée.

Étalonnage du condensateur P. 110 bis. — Le curseur du condensateur variable C qu'il s'agit d'étalonner est placé aussi exactement que possible devant la division 60; la capacité est telle qu'avec la self utilisée la longueur d'onde correspondante λ_1 est d'environ 1 000 mètres. La longueur d'onde propre du circuit est inférieure à 200 mètres, on est donc dans les limites où la formule de Thomson est applicable ⁽¹⁾. Le circuit A_2 étant mis en résonance avec A_1 , on amène le curseur à la division 70. En fait, on commet des erreurs de lecture sur les divisions 60 et 70 et comme la capacité mesurée est d'environ 120 U. E. S. on perd beaucoup de précision. On se contentera alors d'amener le curseur de la division 60 repérée aussi bien que possible jusque vers la division 70; on effectuera les déplacements toujours dans le même sens et alors même que la division 70 eut été nettement dépassée, on ne reviendra pas en arrière de façon à n'avoir pas à tenir compte du temps perdu de la vis tangente entraînant le curseur. Pour rétablir la résonance, il faudra sortir l'armature interne du condensateur cylindrique d'une longueur X_1 que l'on mesure. Ceci fait, on replace l'armature interne dans sa position primitive et agissant sur les capacités γ et γ' du circuit A_2 on rétablit la résonance pour une longueur d'onde $\lambda_2 > \lambda_1$; le curseur est alors amené au voisinage de la division 80, on rétablit la résonance en sortant l'armature interne de C' d'une longueur X_2 ... et ainsi de suite

⁽¹⁾ L'expérience montre qu'avec les bobines utilisées et le dispositif classique d'entretien de la figure 9 on peut encore amorcer les ondes, en supprimant les condensateurs C et C' ; on a alors le schéma de la figure 10. La capacité se réduit à celle de la bobine et à la capacité grille-plaque, laquelle est de l'ordre de quelque cent millièmes de microfarads. On obtient ainsi par excès une valeur approchée de la longueur d'onde propre de la bobine. Si cette longueur d'onde est inférieure à 100 mètres, on modifiera aisément les contrôleurs d'ondes étalonnés pour les longueurs d'ondes supérieures à 100 m en plaçant une petite self aux bornes du condensateur du contrôleur. Avec une self égale à $1,3 \cdot 10^{-6}$ henrys on pourra mesurer des longueurs d'onde de l'ordre de 20 mètres. Ce dispositif extrêmement commode puisqu'il permet de conserver sans modifications les autres circuits du contrôleur, circuits de choc, de réception... m'a été indiqué par M. Mesny.

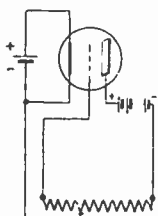


Fig. 10.

de proche en proche jusqu'à la division 120, cette dernière division étant repérée avec tout le soin possible. Les erreurs de lectures ne portent donc plus que sur les divisions 60 et 120.

La capacité C_1 du condensateur à étalonner est alors donnée par la formule :

$$C_1 = c (X_1 + X_2 + \dots + X_6) \left(1 + \frac{\epsilon' - \epsilon'_1}{\epsilon} \right) + \frac{\epsilon'_1}{\epsilon} C'.$$

En fait, la valeur de L_1 n'est pas constante pour chacune des six mesures puisque $L_1 = Xl$, mais les différences sont extrêmement faibles.

Voici les résultats de deux séries d'expériences :

	Première série	Seconde série
X_1	56 ^{cm} , 95	59 ^{cm} , 25
X_2	57 ^{cm} , 15	58 ^{cm} , 90
X_3	61 ^{cm} , 95	57 ^{cm} , 75
X_4	56 ^{cm} , 30	55 ^{cm} , 85
X_5	56 ^{cm} , 10	56 ^{cm} , 90
X_6	55 ^{cm} , 85	55 ^{cm} , 75

La somme des longueurs pour la première série est 344 cm. 3 et 344 cm. 4 pour la seconde. La valeur de c , capacité unitaire, étant 2,386 on a $C (X_1 + X_2 + \dots + X_6) = 821.62$ et $C_1 = 821.63$.

Discussion. — Nous supposons dans ce qui suit, que les précautions suivantes ont été prises :

- 1° $\lambda > 3 \lambda_0$;
- 2° Les fils de connexion reliant C à C' sont aussi courts que possible;
- 3° Les deux bobines b_1 et b_2 sont couplées très lâchement avec c et c' (fig. 9). On reconnaît que le couplage est suffisamment lâche lorsqu'au moment de la résonance une petite variation de γ' produit des battements de fréquence 1 ou 2 par seconde ou encore qu'en approchant la main à une distance de 40 ou 50 centimètres du condensateur C' on fait réapparaître les battements;
- 4° Pendant la durée d'une mesure, l'observateur sera aussi loin que possible des deux circuits;
- 5° Les lampes seront allumées environ un quart d'heure avant la première mesure; on constate en effet, qu'un équilibre réalisé au moment où les lampes viennent d'être allumées ne subsiste pas.

Ces différentes précautions ayant été prises, on constate que plusieurs mesures de $X_1 + X_2 + \dots + X_6$ donnent le même nombre avec une approximation bien supérieure à $\frac{1}{1000}$.

Il reste encore à s'assurer que les « bouts » du condensateur cylindrique n'introduisent pas d'erreurs systématiques. On opère alors de la façon suivante :

L'armature interne étant emmanchée à fond (I, fig. 11) on règle les deux circuits A_1 et A_2 sur la même longueur d'onde λ en agissant

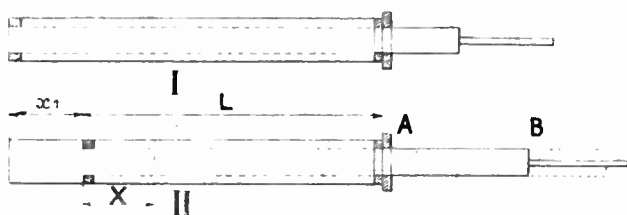


Fig. 11.

sur C et γ , on ajoute une capacité C_1 à C ; il faut, pour rétablir la résonance, sortir l'armature interne de C' d'une longueur x_1 (II, fig. 11). Laissant l'armature interne dans sa nouvelle position et supprimant C_1 on agit sur γ et γ' de façon à rétablir la résonance pour une nouvelle longueur d'onde λ' ; ajoutons alors C_1 il faudra sortir l'armature interne d'une longueur x_2 ,... etc. Autrement dit, on mesure au moyen de la méthode par différence, une même capacité C_1 en utilisant les différentes parties de l'armature interne.

Pour une certaine capacité C_1 l'expérience a donné les nombres suivants :

$$x_1 = 255,5 \text{ mm} \quad x_2 = 258 \text{ mm} \quad x_3 = 252,5 \text{ mm} \quad x_4 = 252,25 \text{ mm}$$

Par un procédé analogue à celui utilisé en thermométrie pour le calibrage du tube, on peut évaluer la capacité d'une région quelconque de l'armature en fonction de la capacité de la région moyenne.

Finalement, la seule erreur supérieure au $\frac{1}{1000}$ que l'on puisse commettre dans la mesure d'une capacité en valeur absolue provient de l'évaluation de la capacité unitaire c ⁽¹⁾. Pour le condensateur

(1) Nous avons supposé que les axes des deux cylindres étaient confondus. Ils sont d'ailleurs nécessairement parallèles, puisque les mesures d'une même capacité, lorsqu'on utilise les différentes parties de l'armature interne, donnent toujours le même nombre.

Si les deux cylindres ont leurs axes parallèles sans être confondus, la formule

$$\frac{1}{C} = 2 \log \frac{R_2}{R_1}$$

n'est plus exacte. La capacité unitaire peut être calculée au moyen de la théorie des images électriques. L'image du système est constituée par deux droites parallèles de distance $2a$ et si $\hat{z}$ est la distance des axes des cylindres on a :

$$\frac{1}{C} = 2 \log \frac{R_2 R_2^2 - R_1^2 - \hat{z}^2 + 2\hat{z}a}{R_1 R_2^2 - R_1^2 + \hat{z}^2 + 2\hat{z}a}$$

cylindrique utilisé, une erreur de $\frac{1}{50}$ de millimètre sur la mesure de chaque diamètre entraîne une erreur de $\frac{1}{200}$ pour c et par conséquent la même erreur pour la capacité mesurée puisque les autres erreurs sont négligeables ⁽¹⁾. Ce condensateur, construit avec beaucoup de soins par la maison Baudoin pour le laboratoire d'enseignement de physique de la Sorbonne, n'était pas destiné à effectuer des mesures absolues; il ne devait servir qu'à des mesures de rapport de capacités (pouvoirs inducteurs spécifiques) où la valeur de c n'intervient pas. Avec un condensateur de capacité unitaire plus faible on peut espérer atteindre dans une mesure de capacité en valeur absolue une précision de $\frac{1}{500}$ au moins; l'influence de la self sera plus grande, mais le terme correctif est calculable. De nouvelles expériences seront prochainement entreprises à l'Établissement Central de la Radiotélégraphie militaire.

F. BEDEAU,
*Agrégé de l'Université,
Préparateur au laboratoire d'enseignement
de physique de la Sorbonne.*

avec
$$a^2 = \frac{(R_2 + R_1 + z)(R_2 + R_1 - z)(R_2 - R_1 + z)(R_2 - R_1 - z)}{4z^2}$$

(Mascart, *Leçons d'électricité*, 2^e édition, p. 184).

En prenant $2 R_2 = 38,88$ mm, $2 R_1 = 31,58$ mm et en admettant une excentricité de $\frac{1}{10}$ mm on trouve $C = 2,4050$ au lieu de 2,4041. L'écart croît rapidement avec le défaut de centrage et pour $z = 1$ mm on trouve $c = 2,438$. Le cylindre interne est guidé par deux pièces annulaires en ébonite, d'épaisseur bien constante, les erreurs pouvant provenir du défaut de centrage sont donc inférieures à $\frac{1}{2000}$.

(1) On obtient avec précision le rapport $\frac{R_2}{R_1}$ en remplissant le cylindre R_2 et de hauteur L d'un liquide quelconque de poids spécifique ρ . Le poids P de ce liquide est $P = \pi R_2^2 L \rho$. On mesure ensuite le poids P' du même liquide remplissant l'espace annulaire compris entre les cylindres de rayons R_1 et R_2 ; on a :

$$P' = \pi (R_2^2 - R_1^2) L \rho$$

d'où
$$\frac{P'}{P} = 1 - \frac{R_1^2}{R_2^2}$$

Une erreur dP commise sur chaque pesée entraîne pour la capacité unitaire c une erreur dc telle que

$$\frac{dc}{c} = \frac{dP}{2 \log \frac{R_2}{R_1}} \frac{P + P'}{P(P + P')}$$

Pour les cylindres utilisés on a $P = 1$ 185,85 grammes, $P' = 405,50$ grammes. Pour $dP = 1$ décigramme on trouve $\frac{dc}{c} = \frac{1}{2400}$ et $c = 2,386$.

On peut montrer que la précision est d'autant plus grande que P' est plus petit, c'est-à-dire que la distance des deux cylindres est plus faible. La méthode est donc précieuse dans le cas où $R_2 - R_1$ est très petit. Dans le cas contraire, il y a intérêt à utiliser les instruments habituels de mesure d'épaisseur.

LES GRANDS POSTES COLONIAUX FRANÇAIS

Par le Capitaine METZ

(Fin)

Le poste de Brazzaville installé à quelques kilomètres de la localité pourra, lui aussi, selon toutes probabilités, faire ses premiers essais en 1923.

Ses huit pylônes de 150 mètres seront montés quand paraîtra le présent article. La figure 3 représente le début du montage de l'un d'eux. Les locaux d'habitation, plus simples à réaliser que les bâtiments techniques, et prévus comme dans les autres postes pour loger une vingtaine d'Européens, sont terminés. Les bâtiments techniques, qui, si l'on fait abstraction des services auxiliaires, bureaux, ateliers et magasins, se ramènent à un seul bâtiment auquel est adossée la chaufferie, ne sont pas achevés encore, mais le matériel qui doit y être installé est à pied d'œuvre et sa mise en place est certainement très prochaine.

Brazzaville devait disposer à l'origine d'un alternateur haute fréquence, d'une puissance analogue à celle du poste de Lyon. Une machine du même type avait été commandée pour Tananarive. L'Afrique Équatoriale française étant de beaucoup la colonie ayant le moins de ressources, il a paru prudent d'installer à Brazzaville un matériel plus rustique et plus facile à réparer en cas d'accident et de mettre à Tananarive l'alternateur haute fréquence, primitivement commandé pour l'Afrique Équatoriale française comme rechange de la machine en service.

On a donc envoyé à Brazzaville deux arcs primitivement installés à la Doua et qui pourront mettre dans l'antenne une puissance de 70 à 100 kilowatts. Cette puissance suffira pour atteindre la France à certaines heures chaque jour. Si le trafic, ce qui paraît d'ailleurs peu probable, prenait une très grande importance, on ferait, en dehors des heures favorables à la liaison directe, le transit par Bamako. Le poste de l'Afrique Équatoriale française se présente donc à l'heure actuelle de la façon suivante. Deux machines à vapeur, dont l'une est une turbine fournissent l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de la station. La turbine, qui entraîne deux dynamos pouvant être mises en série et donner ainsi un voltage allant jusqu'à 1200 volts, sera la génératrice en service normal. La machine à vapeur verticale lui servira de secours.



Fig. 3. — Montage d'un pylône de 150 mètres à Brazzaville.

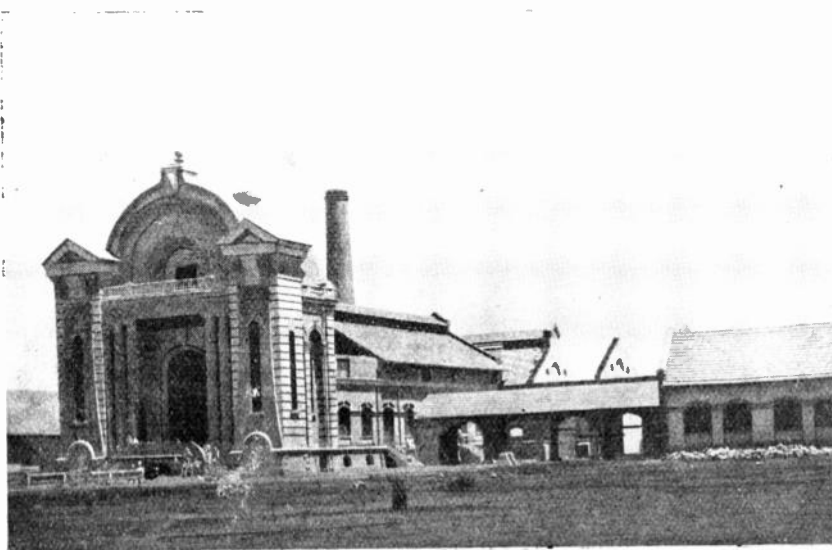


Fig. 4. — Vue du bâtiment technique principal du poste de T. S. F. de Tananarive.
L'antenne entrera par la grande baie de la façade.

Les deux arcs, montés de façon à servir de rechange l'un à l'autre, débiteront dans l'antenne à travers la self en bande de cuivre primitivement prévue pour le fonctionnement avec alternateur. Ces arcs jailliront dans l'alcool.

Machine à vapeur et matériel d'arc sont montés sur un rez-de-chaussée qui contient la condensation, les canalisations électriques et tout le matériel accessoire, les machines elles-mêmes sont installées à l'étage dans une grande salle où tout peut être surveillé d'un seul coup d'œil. A cette salle est adossée la chaufferie qui contient trois

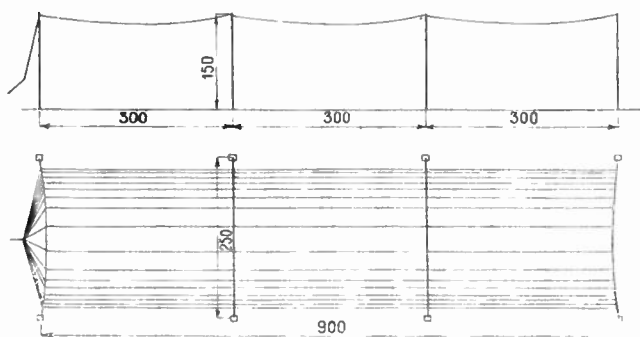


Fig. 5. — Poste de Brazzaville.

Antenne en nappe, 8 pylônes de 150 mètres, 16 fils de 4 mm, $\lambda_0 = 6000$ m, surface couverte par la projection horizontale de la nappe $= 900 \times 250$ m².

chaudières dont deux seulement seront allumées en fonctionnement normal. Les petits bâtiments installés à proximité de la grande salle des machines contiendront les accumulateurs (120 volts, 1500 ampères-heures) avec leurs deux groupes de charge, les bureaux, les ateliers et magasins. Une canalisation d'eau analogue à celle de Bamako et alimentée par une source qui existe à quelques centaines de mètres de la station, permet d'alimenter les chaudières, d'assurer la condensation et le refroidissement des arcs. Vers la fin de la présente année, le poste sera en bonne voie d'installation.

Le poste de Tananarive, qui dispose de plus de ressources que Brazzaville et même que Bamako, semble être de ce fait le poste qui pourra le premier commencer ses essais.

Ce poste est monté sur secteur comme aussi Saïgon et la figure 4 montre comme se présente le bâtiment technique principal (bâtiment de l'émission).

Comme à Brazzaville et Bamako, les pylônes et les bâtiments d'habitation sont entièrement achevés. Le bâtiment technique l'est

aussi à quelques aménagements de détail près. Nous avons cru intéressant d'en donner figure 7 le plan et deux élévations.

La station, montée comme Bamako mais plus puissante (150 kilowatts dans l'antenne au lieu de 100), dispose comme le poste de l'Afrique Occidentale française de deux alternateurs haute fréquence identiques et d'une émission à étincelles et à éclateur tournant mettant dans l'antenne la même puissance que les alternateurs.

Une usine de 600 kilowatts donne du continu 500 volts nécessaire à l'entraînement des alternateurs. Cette usine comporte un convertisseur triphasé continu branché sur le secteur et qui sera la machine

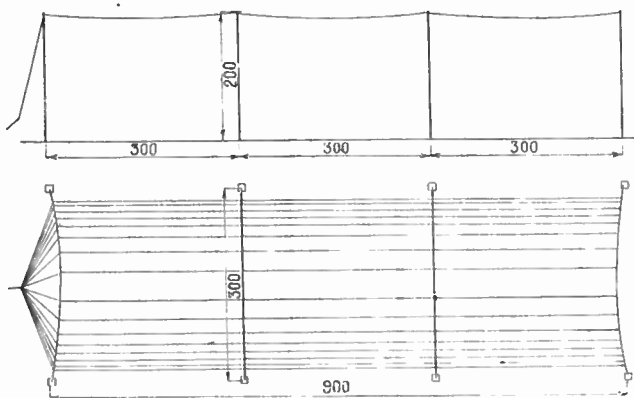


Fig. 6. — Poste de Tananarive.

Antenne en nappe, 8 pylônes de 200 mètres, 16 fils de 4 mm, $\lambda_0 = 6\,000$ m, surface couverte par la nappe 900×300 m².

employée en service normal. Comme secours, la station dispose d'une turbine à vapeur donnant la même puissance et alimentée par une chaufferie de trois chaudières dont une sert de rechange.

Le courant continu produit par le convertisseur ou par les dynamos attelées à la turbine, sert à l'entraînement soit de l'alternateur haute fréquence, soit de l'alternateur 500 périodes qui alimente l'émission à étincelles. Le matériel d'émission dans lequel débite l'un ou l'autre alternateur est tout à fait analogue à la puissance près à ce que nous avons décrit pour Bamako. L'alternateur haute fréquence de rechange, autrefois prévu pour Brazzaville, pourra éventuellement être couplé avec son symétrique si le besoin s'en fait sentir, ce qui ne semble pas non plus probable. On émettrait, dans ce cas, sur l'onde 14 000 que les deux alternateurs peuvent normalement donner l'un et l'autre.

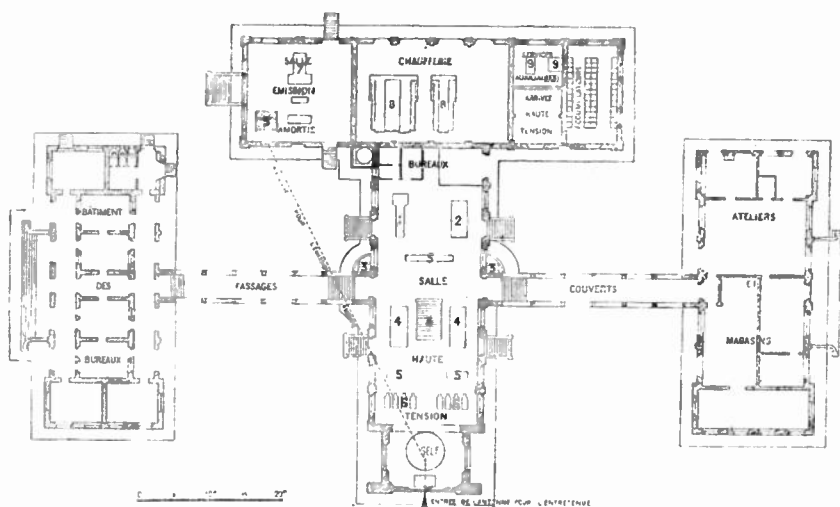
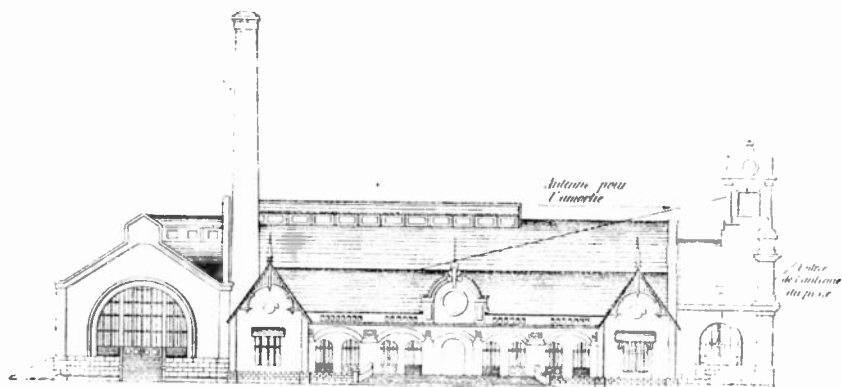
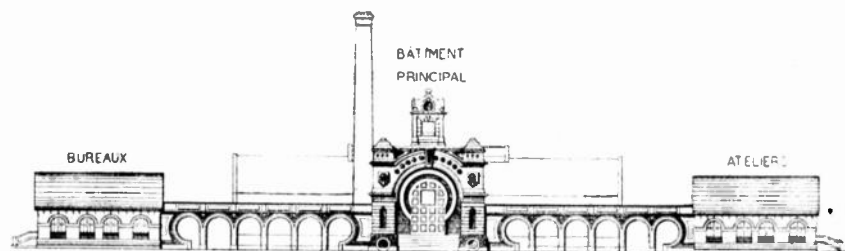
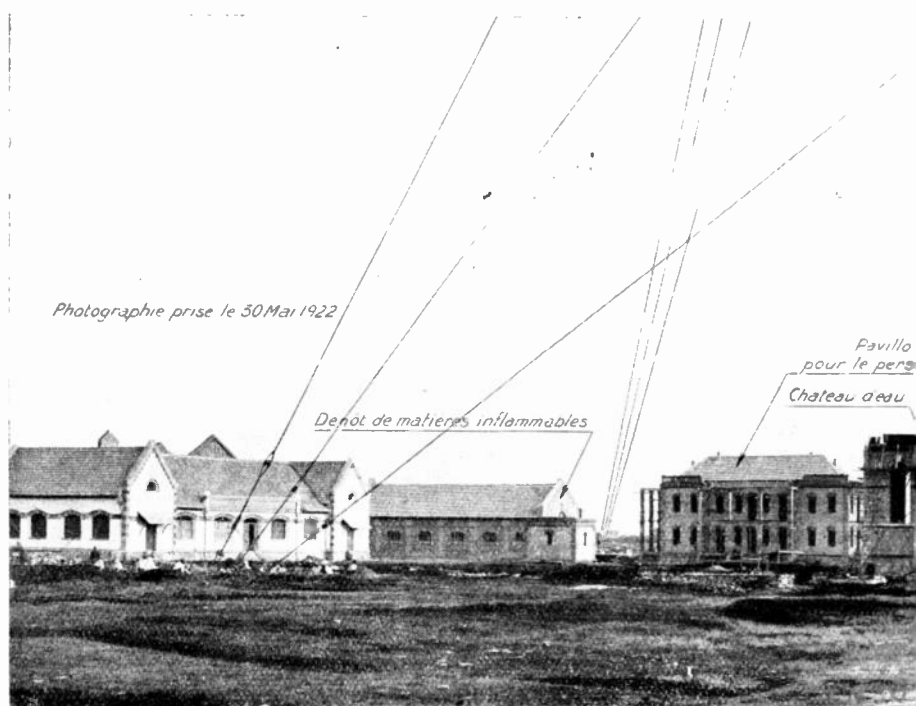


Fig. 7. — Locaux techniques du poste de Tananarive. — Plans généraux.
(La façade principale a été légèrement modifiée
au cours de l'exécution comme le montre la figure 4).

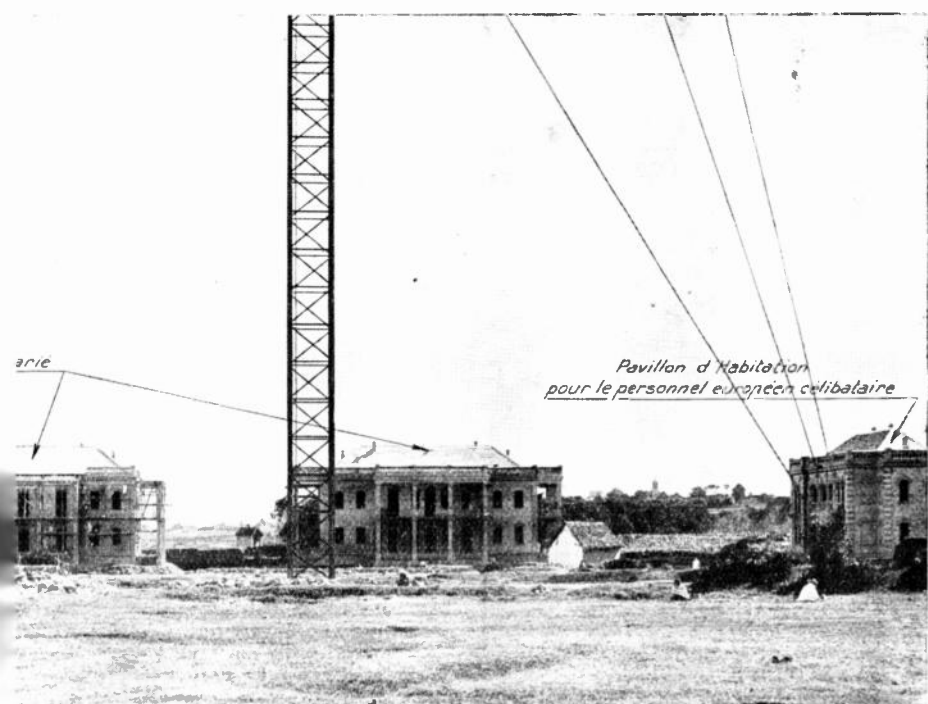
- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 Turbine à vapeur. | 6 Transformateurs haute fréquence. |
| 2 Groupe convertisseur triphasé continu. | 7 Groupe à étincelles. |
| 3 et 5 Pupitres de mise en route des machines. | 8 Chaudières. |
| 4 Alternateurs haute fréquence. | 9 Groupe de charge des accumulateurs |



Vue panoramique du poste de Tananarive prise au mois de mai 1922

Le besoin de ce couplage ne semble pas très grand, puisque aux heures favorables la station de la Doua, qui dispose d'une installation plutôt moins bonne que celle de Tananarive (pylônes de 180 m au lieu de 200 m, alternateur un peu moins puissant), est entendu à la colonie de façon parfaite. Il semble que la réception en France de l'émission de Tananarive doive être plus facile que la liaison inverse.

Si l'on examine le plan représenté par la figure 7, on constate que le bâtiment technique a la forme d'un T. Dans la grande branche sont installées les machines génératrices d'énergie et tout le dispositif émetteur d'ondes entretenues. Toutes ces machines, dont les accessoires et les canalisations seront en sous-sol, pourront être surveillées d'un seul coup d'œil par le chef de quart ou le sous-chef de station, dont le bureau est à une extrémité de la salle. Dans la petite branche du T, on trouve la chaufferie adossée à la salle des alternateurs haute fréquence et, de part et d'autre de cette chaufferie, l'émission à étincelles elle-même installée sur sous-sol, la salle des services auxiliaires (même batterie d'accumulateurs qu'à Brazzaville, chargée



technique de la figure 4 serait à la gauche de cette photographie)

soit par un groupe convertisseur branché sur le secteur, soit par un groupe avec moteur à essence de secours) et l'arrivée de la haute tension. Cette arrivée se fait à l'aide d'une ligne souterraine à 20000 volts alimentant des transformateurs abaisseurs.

En dehors de ce grand bâtiment technique et reliés à lui par des passages couverts, nous trouvons le bâtiment des bureaux et celui qui contient les ateliers. Un hangar à bois, un hangar au gros matériel complètent l'ensemble des locaux à proximité immédiate de l'émission. Le poste dispose naturellement comme tous les autres, d'une canalisation d'eau importante avec château d'eau, bassins et toutes canalisations nécessaires. Il consommera environ 250 mètres cubes à l'heure. Ses essais auront certainement lieu dans le courant de 1923.

Le poste de Saïgon est dans une situation différente des trois autres. Alors que Bamako, Brazzaville et Tananarive sont installés par les soins du Département de la Guerre et seront remis aux P. T. T. après achèvement, le poste de Saïgon appartient depuis

le début de 1921 à l'Indo-Chine qui en a confié l'installation à une compagnie privée.

Les locaux où le matériel radiotélégraphique devait être installé existaient déjà à la colonie et avaient été édifiés pour y installer le poste à étincelles que la colonie avait commandé pour remplacer celui qui, livré en 1914 et réquisitionné, existe encore actuellement à la Doua. La figure 9 représente ces locaux.

Il s'agissait donc simplement de monter les huit pylônes de 250 mètres du poste à proximité de ces locaux et d'y installer le

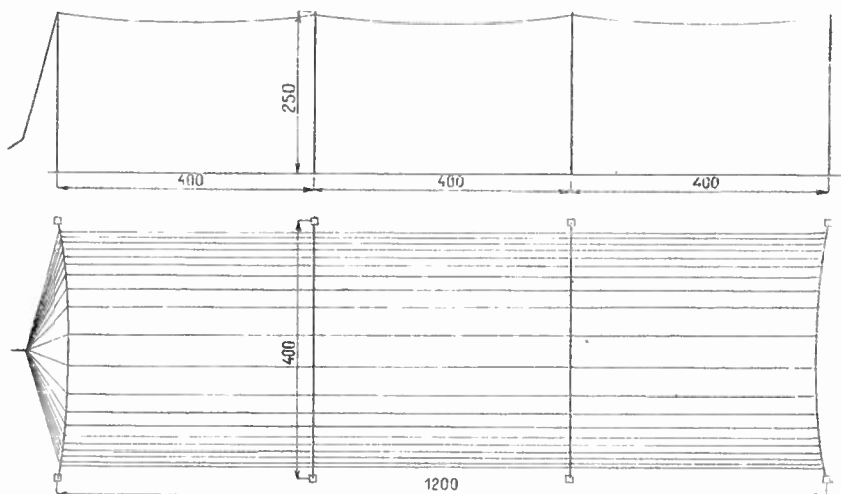


Fig. 8. — Poste de Saigon (antenne analogue à celle de Croix-d'Hins). Antenne en nappe, 8 pylônes de 250 mètres, 20 fils, $\lambda_0 = 7\,500$ m, surface couverte par la projection de la nappe $1\,200 \times 400$ m².

matériel commandé par la Guerre et dont nous allons donner le détail. La station de télégraphie sans fil de Saigon devait fonctionner entièrement sur secteur. Aucune machine thermique de secours n'avait été prévue.

Deux groupes convertisseurs pouvant donner l'un 1 000, l'autre 1 500 kilowatts, transforment le courant triphasé 5 000 volts du secteur en courant continu 500 volts. Ce courant continu alimente les deux moteurs qui actionnent simultanément chacun des deux alternateurs haute fréquence de 500 kilowatts dans l'antenne dont le poste doit disposer et dont la figure 11 donne l'image.

Les alternateurs débitent dans des enroulements qui agissent par induction sur l'antenne et la manipulation se fait par court-circuit de la machine. La longueur d'onde normale est de 20 000 mètres.

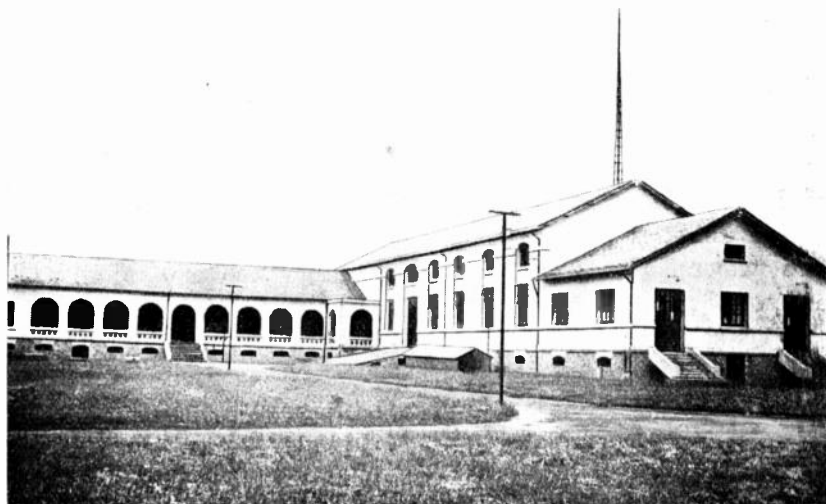


Fig. 9. — Bâtiments où seront installées les machines du poste de T. S. F. de Saïgon.



Fig. 10. — Pose du premier boulon des pylônes du poste de Saïgon, en présence du maréchal Joffre.

Comme les alternateurs 500 kilowatts ne sont sortis que dans le courant de 1922, la colonie avait acheté, pour gagner du temps, un alternateur identique à ceux de Tananarive et dont l'installation provisoire s'achève en ce moment.

Le matériel est monté comme dans les autres stations sur sous-sol, le poste dispose des mêmes accessoires (batteries d'accus, ateliers, etc.) que les trois autres stations.

Les pylônes, dont le premier fer fut posé fin 1921, en présence du maréchal Joffre (fig. 10), sont en voie d'achèvement.

L'installation électrique est en bonne voie, et le poste de Saïgon fera également ses essais avec 200 kilowatts d'abord et peu après avec 500 dans le courant de 1923.

Tels se présentent donc, en ce qui concerne l'émission, les quatre grands postes coloniaux en ce début d'année. A peu de chose près, ils en sont tous au même point : pylônes achevés, bâtiments techniques en voie d'achèvement, matériel à pied d'œuvre et dont l'installation semble prochaine. Premiers essais prévus pour l'année courante.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de l'installation des émissions.

En fait, on projette d'installer à Bamako, Brazzaville, Tananarive et Saïgon, un centre radioélectrique complet comprenant outre l'usine émettrice une réception sur cadre avec les amplificateurs et le dispositif antiparasite convenables et un Bureau central installé si possible dans le bureau de poste de la localité ou à proximité. Dans ce bureau central se tiendront, au voisinage immédiat l'un de l'autre, le manipulant qui commandera à distance le poste émetteur, soit à main, soit par l'intermédiaire d'un dispositif automatique, et le lecteur au son dont le rôle consistera soit à recevoir effectivement à l'oreille les signaux reçus par le cadre dûment amplifiés et retransmis par fil jusqu'au bureau central, soit à surveiller le dispositif d'enregistrement automatique de ces signaux. Dans un tel centre, on fera de façon normale de l'émission et de la réception simultanées. En fait, les emplacements définitifs des postes récepteurs et des bureaux centraux ne sont encore arrêtés nulle part. La possibilité de loger le personnel de façon convenable et d'assurer son existence matérielle dans des conditions acceptables, influera certainement sur le choix des emplacements. La solution qui serait théoriquement la meilleure, les postes émetteurs étant à plusieurs kilomètres des localités, serait d'installer le bureau central dans la localité même, et si l'orientation de la localité par rapport au poste émetteur s'y prête, la réception à proximité immédiate du bureau central. Il y a, en effet, intérêt à ce que le plan du cadre récepteur orienté sur le poste émetteur correspondant ne passe

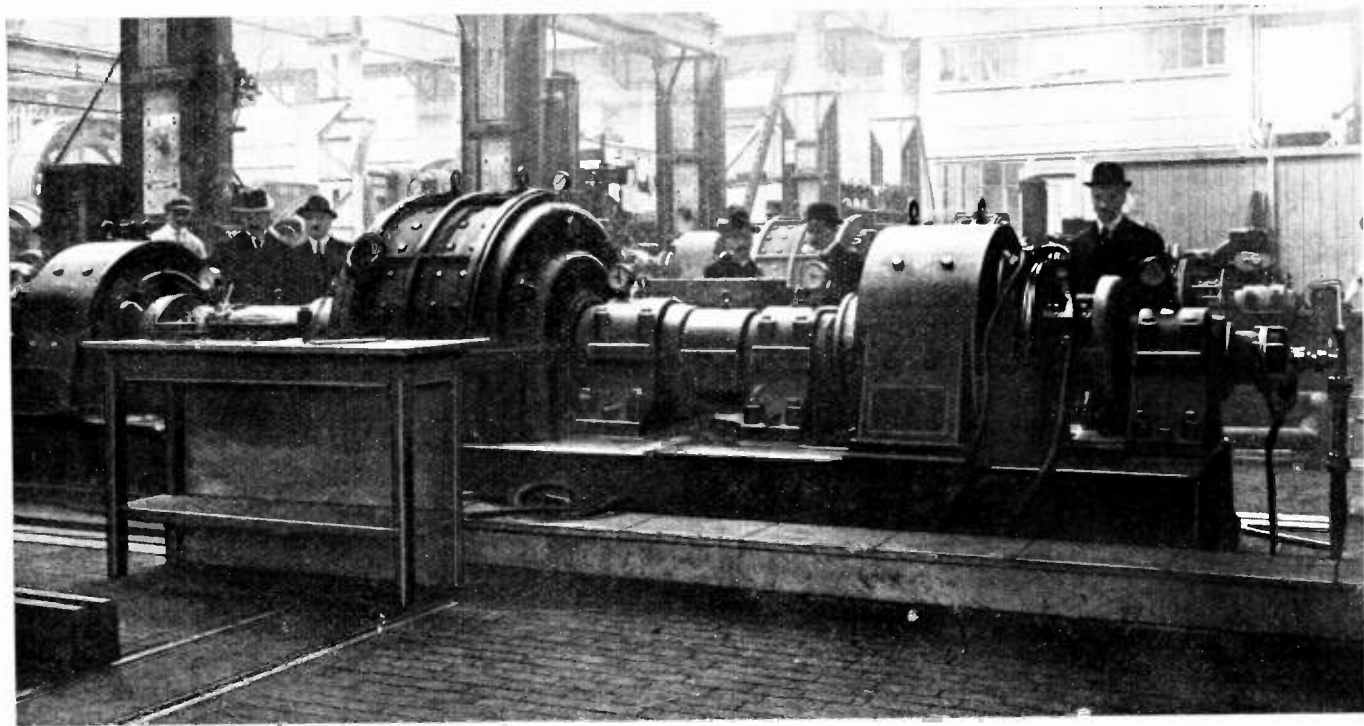


Fig. 11. — Alternateur haute fréquence donnant 500 kilowatts dans l'antenne et destiné au poste de Saïgon. L'alternateur lui-même est au milieu. Il est entraîné par deux moteurs continus 500 volts installés de part et d'autre en bout d'arbre.

pas en même temps par la station émettrice locale. Autrement dit, il faut éviter de mettre dans le prolongement l'un de l'autre le poste émetteur lointain à recevoir, le poste émetteur colonial qui lui répond et la réception installée à la colonie. Toutefois, il sera en général possible, étant donnée la distance assez grande qui sépare l'usine émettrice de la réception supposée à proximité de l'agglomération urbaine et le fait qu'émission et réception se feront sur des longueurs d'ondes notablement différentes, de s'écarter très sensiblement du dispositif optimum qui consiste à disposer la réception en un point tel que le cadre récepteur ait son plan dirigé sur le correspondant et perpendiculaire en même temps à la droite qui joint les emplacements des postes récepteur et émetteur locaux.

Pour le poste de l'Afrique occidentale française, il est décidé qu'on installera non seulement un premier dispositif récepteur à proximité de Bamako même, mais un autre aussi à Dakar. De plus, une liaison directe, probablement radiotélégraphique, sera installée entre les deux points. De cette façon, le trafic de France pour Dakar et les au delà, pourra être pris directement et écoulé, sans que Bamako ait à intervenir et le trafic de Dakar pour la métropole sera remis sans retard à Bamako, quel que soit l'état du réseau télégraphique avec fil.

En attendant que les quatre radio centres coloniaux soient installés et que les quatre usines émettrices fonctionnent, on a pris toutes dispositions utiles pour utiliser provisoirement la télégraphie sans fil dans un seul sens de la Métropole vers les colonies. C'est le service dit unilatéral qui fonctionne depuis plusieurs années et dont nous allons parler avec quelques détails.

Le principe en est le suivant : un poste puissant français (ça été d'abord la Doua près Lyon, c'est actuellement Croix-d'Hins, près Bordeaux) émet à destination de nos possessions lointaines. Celles-ci reçoivent et accusent réception ou demandent des répétitions par câble.

Dès 1918, La Doua passait ainsi chaque jour un bulletin à destination de l'Afrique centrale et un autre pour l'Extrême-Orient (Shanghaï).

Puis Croix-d'Hins a eu successivement comme correspondants unilatéraux et dans des conditions de réception excellentes, Tananarive, Rufisque (Sénégal), Cayenne, Fort-de-France (Martinique), Djibouti, Brazzaville. Tout récemment, on a réalisé des communications du même genre avec Conakry en Guinée française et avec Saïgon. Ce service marche fort bien, les demandes de répétition sont

peu nombreuses. Le trafic est d'ailleurs très inégal. Pour vingt télégrammes expédiés à Tananarive, il en part dix pour Conakry, trois pour Rufisque et Brazzaville, un seul pour Djibouti, la Martinique et Cayenne. Le trafic via Saïgon récemment ouvert au public semble devoir prendre au moins la même importance que celui de Tananarive.

Pendant que Croix-d'Ilins écoule ainsi les télégrammes à destination de nos possessions lointaines, les autres postes français, la Doua, Saint-Pierre-des-Corps, la Tour Eiffel assurent les liaisons avec le Maroc et les postes européens, les postes américains étant les correspondants normaux de la grande station de Sainte-Assise exploitée par une compagnie privée.

Cette télégraphie sans fil unilatérale que l'achèvement prochain des stations émettrices coloniales rendra bilatérale, rend déjà d'excellents services et vaut largement le câble. Elle habitue le public à se servir de la radiotélégraphie. Elle est une première et très importante étape vers l'exploitation totale et rationnelle du réseau colonial français.

Comment ce réseau va-t-il se terminer? Reprendra-t-on pour les colonies non encore desservies les projets de 1911? S'en tiendra-t-on aux quatre postes actuellement en achèvement? La question se discute en ce moment. Il est certain qu'il y aurait intérêt, surtout en cette période de développement intense de la radiotélégraphie mondiale, à ce que la France ne restât pas en arrière et pût toucher directement ou indirectement par des émissions dont elle ait le seul contrôle ses possessions les plus lointaines. Mais il est non moins évident que les postes à prévoir coûteront extrêmement cher et rapporteront infiniment peu. Pécuniairement, leur installation n'est pas défendable, elle est tout à fait souhaitable au point de vue de l'influence française dans le monde.

Le programme actuellement en discussion porte sur un petit nombre de postes qui sont par ordre d'urgence les postes du Pacifique (Nouméa et Tahiti), le poste des Antilles (la Martinique) et de la Côte des Somalis (Djibouti). Enfin, si le trafic de l'A. O. F. se révèle d'une importance considérable, peut-être envisagera-t-on l'installation à Dakar d'un poste doublant Bamako. Mais la création de ce cinquième poste est peu probable.

La tendance actuelle, sans qu'aucune décision soit encore intervenue, serait de prévoir à Nouméa un poste pouvant se faire entendre à Saïgon (7 500 km) à certaines heures seulement, à Papeete (Tahiti), un poste qui assurerait la liaison avec Nouméa (4 600). La Martinique disposerait d'un poste analogue à Nouméa et pouvant se faire entendre

en France aux heures favorables. Le poste de Djibouti sera peut-être de faible puissance et n'atteindra la France qu'à l'aide d'une retransmission, par Beyrouth par exemple. Quant à Dakar, il n'en est pas encore question.

Autant qu'on peut préjuger d'une décision non encore prise, il semble que Nouméa et la Martinique seront analogues à Tananarive, Djibouti et Papeete, au moins de moitié moins puissants.

Mais si les usines émettrices en ces quatre points ne doivent pas transmettre de signaux avant plusieurs années, il semble à peu près certain que le service unilatéral déjà existant à la Martinique et à Djibouti, sera prochainement étendu aux îles du Pacifique. Peut-être ne pourra-t-on les atteindre que par l'intermédiaire de Saïgon dont l'achèvement est assez prochain, mais on les atteindra certainement avant peu.

Installer une liaison unilatérale est relativement simple et peu coûteux, une expérience de deux ans a montré que les résultats en étaient très bons. Une telle liaison sera certainement étendue aux seules possessions françaises que ne touche pas encore l'onde radiotélégraphique émanée de la Métropole.

La France, quand cette dernière installation sera faite, se trouvera libérée de tout câble étranger pour ses communications avec ses possessions les plus lointaines. Elle pourra, si d'autres périodes troublées devaient se produire, rester en liaison avec les siens, sa voix se fera entendre sur toute l'étendue du globe, au milieu du concert toujours plus nourri des émissions radiotélégraphiques étrangères. Elle aura été une puissance de second ordre en ce qui concerne les câbles, elle ne le sera pas pour la radiotélégraphie, grâce à ses grands postes de télégraphie sans fil métropolitains et coloniaux.

Capitaine METZ.

NOTES

SUR LA LÉGISLATION ET LA RÉGLEMENTATION applicables aux communications radioélectriques

Par E. BROIN

(Suite)⁽¹⁾

POSTES RADIO-RÉCEPTEURS PRIVÉS

En suivant l'évolution des progrès réalisés dans le domaine de la radioélectricité, l'Administration des Postes et des Télégraphes n'a pas tardé à reconnaître que la réglementation applicable aux postes récepteurs, telle qu'elle résultait des dispositions des arrêtés des 27 février 1920 et 6 juillet 1921, instituait un régime restrictif ne s'accordant plus avec les possibilités de la technique.

Cette réglementation établissait, en effet, au point de vue des conditions réglant l'établissement et l'usage, par des particuliers, de postes radioélectriques destinés à la réception, une distinction entre les postes récepteurs horaires et météorologiques (arrêté du 27 février 1920) et les postes récepteurs pour essais et expériences (arrêté du 6 juillet 1921), il s'en suivait que le détenteur d'un poste horaire ou météorologique était tenu, en principe, de demander une nouvelle autorisation dans les conditions prévues par ce dernier arrêté, s'il désirait utiliser pour d'autres fins un nouveau dispositif de réception.

Ces distinctions entre postes récepteurs n'avaient qu'une valeur théorique et ne résistaient pas aux faits. L'expérience a montré que des installations assez simples permettent de recevoir la plupart des ondes qui sillonnent l'atmosphère.

Rien n'empêchait, par conséquent, le détenteur d'un poste récepteur horaire ou météorologique d'écouter et de traduire tous les signaux qu'il avait le moyen de capter, et réciproquement, le possesseur d'un poste pour essais ou expériences, de recevoir les émissions horaires et les bulletins météorologiques.

D'autre part, ces infractions au règlement sont difficiles à constater, d'autant plus qu'elles se commettent dans le secret inviolable du domicile. D'ailleurs, si, en fait, un particulier peut recevoir, avec

(1) Voir *l'Onde Électrique*, n° 4, 5, 6 et 7.

un dispositif approprié, n'importe quelle émission adressée à tous, en droit, est-on fondé de lui en tenir rigueur?

L'essentiel est qu'il ne soit pas fait un mauvais usage des renseignements qu'un moyen quelconque a permis d'intercepter. D'autre part, il paraissait utile de tenir compte que l'étude de la radioélectricité et de ses applications constitue un stimulant pour la jeunesse studieuse, et qu'en outre, elle est susceptible d'orienter les esprits vers les recherches scientifiques, favorisant ainsi la découverte de nouveaux perfectionnements.

Il a donc paru désirable d'apporter plus de libéralisme dans la réglementation des postes radiorécepteurs et de simplifier, autant que possible, les formalités imposées pour leur concession, tout en prenant, bien entendu, des garanties pour la sécurité de l'État et de la Défense Nationale.

Or, les dispositions issues des travaux d'une Commission interministérielle présidée par M. le conseiller d'État Tirman, convenaient parfaitement pour réglementer dans cet esprit, les postes radiorécepteurs privés.

D'autant mieux que cette Commission avait recueilli les avis qualifiés des fabricants d'appareils et des usagers.

L'Administration des Postes et des Télégraphes, s'appuyant sur les dispositions du décret du 15 mai 1921, qui permettent au Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes de fixer par un simple arrêté les modalités d'autorisation des postes radiorécepteurs de toute nature, a jugé opportun, après avis des Ministères de l'Intérieur, de la Guerre et de la Marine, de mettre en vigueur immédiatement les dispositions élaborées par la Commission précitée, en ce qui concerne les postes radiorécepteurs.

Un arrêté du Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes, en date du 30 décembre 1922, a donc fixé les conditions auxquelles pourront être établis et utilisés dorénavant les postes radioélectriques privés destinés uniquement à la réception (*Journal officiel* du 14 janvier 1923).

Les arrêtés des 27 février 1920 et 6 juillet 1921 dont il a été parlé plus haut sont rapportés.

*
* *

Quelle est l'étendue des facilités conférées par la réglementation nouvelle aux amateurs et aux professionnels de la télégraphie sans fil et, en retour, quelles obligations leur impose-t-elle?

L'arrêté du 30 décembre 1922 subordonne désormais l'autorisation

d'établir un poste radioélectrique privé servant uniquement à la réception, à l'accomplissement des seules formalités suivantes :

1^o Pour un citoyen français : le pétitionnaire doit adresser, au Directeur des Postes et des Télégraphes du département dans lequel sera installé le poste, une déclaration en double exemplaire⁽¹⁾, dont un sur timbre, appuyée des pièces justificatives de l'identité, du domicile et de la nationalité du déclarant :

2^o Pour un ressortissant étranger : l'autorisation n'est octroyée qu'après accord entre l'Administration des Postes et des Télégraphes et les Départements de l'Intérieur, des Affaires Étrangères, de la Guerre et de la Marine.

Ainsi qu'on l'a fait remarquer au début, le nouvel arrêté supprime les distinctions qui existaient antérieurement, au point de vue de la réglementation, entre les postes radiorécepteurs, d'après l'usage auquel on les destinait. Il n'y a plus désormais en cette matière que des postes radioélectriques servant uniquement à la réception.

Le pétitionnaire n'a plus à notifier, ainsi que le prescrivait l'arrêté du 6 juillet 1921, les modifications de principe qu'il désire apporter dans la constitution de son poste.

Il reste, dorénavant, maître de réaliser à son gré, l'installation qui lui convient.

L'arrêté du 30 décembre 1922 fait, en outre, disparaître la procédure qui subordonnait à l'avis préalable des autorités militaires ou maritimes, l'autorisation d'établir des postes récepteurs dans un rayon de 50 kilomètres ou moins, des frontières terrestres et maritimes.

La nouvelle réglementation instituée pour les citoyens français le régime de la simple déclaration, cette dernière tenant lieu d'autorisation.

Les formalités imposées aux pétitionnaires sont de ce fait réduites au minimum. Ceux-ci sont requis toutefois de justifier de leur identité, de leur domicile et de leur nationalité.

Ce sont là des précautions élémentaires dont la nécessité se comprend aisément.

La déclaration rappelle dans sa teneur les obligations qui incombent au permissionnaire, et celui-ci doit y mentionner des renseignements sur la position exacte du poste et sur ses caractéristiques techniques, etc...

Cette déclaration présente, en somme, un caractère contractuel.

Pour ce qui concerne les ressortissants étrangers, il paraissait

(1) Voir modèle page 109.

indispensable d'entourer l'octroi des autorisations de garanties plus sérieuses pour la sûreté de l'État et la Défense nationale.

Sous la seule réserve spécifiée plus haut, ils peuvent jouir des mêmes facilités que les citoyens français.

Les arrêtés des 27 février 1920 et 6 juillet 1921 ne prévoyaient pas la possibilité pour d'autres postes d'être troublés par des appareils récepteurs voisins.

Or, des dispositifs de réception, couramment utilisés à l'heure actuelle, sont capables d'émettre des ondes entretenues susceptibles de présenter cet inconvénient. Aussi, l'arrêté du 30 décembre 1922 prescrit-il que « les postes récepteurs ne doivent être la cause d'aucune gêne pour les postes voisins, même dans le cas d'appareils récepteurs émettant des ondes de faible intensité dans l'antenne ».

Les précautions nécessaires doivent être prises pour réduire cette émission au minimum.

Ces mesures répondent à la préoccupation de prémunir les services publics contre la situation chaotique qui se produirait inmanquablement dans la voie hertziennne, si aucune limite n'était assignée à l'utilisation des dispositifs émettant des ondes à la réception.

Il convient de préciser, cependant, que l'Administration des Postes et des Télégraphes n'intervient pas dans la réalisation matérielle des postes récepteurs. L'arrêté du 30 décembre 1922 dispose que ces derniers « sont établis, exploités et entretenus par les soins et aux frais des permissionnaires ».

Il appartient donc aux intéressés de se procurer toutes autorisations de voirie ou autres en vue de la pose des antennes.

En outre, l'État n'est soumis à aucune responsabilité à raison de ces opérations.

D'autre part, le permissionnaire d'un poste ne peut se prévaloir de l'autorisation accordée par l'Administration pour faire obstacle à ce que des autorisations de même nature soient octroyées ultérieurement à un pétitionnaire quelconque. Ainsi, les autorisations accordées ne comportent aucun privilège et elles sont essentiellement révocables.

Comme contre-partie des facilités consenties en faveur des permissionnaires, le Gouvernement conserve, en outre, le droit de supprimer les autorisations accordées, lorsqu'il le jugera nécessaire.

Il y a lieu de remarquer que ce correctif existait déjà dans les réglementations antérieures.

Enfin, l'arrêté du 30 décembre 1922, maintient les dispositions précédentes visant la perception d'un droit annuel de statistique fixé

à 10 francs pour chaque réception indépendante et le secret que les permissionnaires doivent observer au regard de la correspondance qu'ils viendraient à capter.

*
* *

Telles sont, dans leur ensemble, les dispositions nouvelles qui régissent, depuis le début de cette année, la concession des postes radiorécepteurs privés. Le régime qu'elles instituent est essentiellement libéral. Si quelques restrictions y subsistent, elles sont inspirées par des raisons d'intérêt général ou de sauvegarde nationale. Aussi, est-il permis de penser que la nouvelle réglementation sera accueillie favorablement dans le monde des amateurs et des professionnels de la télégraphie sans fil.

E. BROIN,

*Directeur de l'Exploitation télégraphique
au Sous-Secrétariat d'État des Postes et des Télégraphes.*

DÉCLARATION ⁽¹⁾

d poste radioélectrique de réception privé

(Arrêté du 30 décembre 1922)

(Place du timbre) Je soussigné (nom, prénoms, profession, adresse)
..... de nationalité, déclare
être en possession d' poste radioélectrique de réception
privé, pour l'utilisation duquel je m'engage à me soumettre,
sans aucune réserve, à toutes les dispositions réglementaires
intervenues ou à intervenir en matière d'établissement et d'usage
de postes radioélectriques privés.

Destination d' poste et but poursuivi par le déclarant :

Position exacte d' poste :

Description sommaire d' poste (principales caractéristiques techniques,
type des appareils utilisés, nombre de réceptions indépendantes)

A le 19

Monsieur le Directeur des Postes et des Télégraphes, à ⁽²⁾

Vu sans observations,

A le 19

Le Directeur des Postes et des Télégraphes.

⁽¹⁾ A établir en double expédition dont une sur timbre (joindre des pièces justificatives de l'identité, du domicile ou de la nationalité).

⁽²⁾ Chef-lieu du département dans lequel le poste est installé.

LA CONSTRUCTION D'UN ONDEMÈTRE PORTATIF POUR PETITES LONGUEURS D'ONDES ⁽¹⁾

Un ondemètre est un appareil servant à mesurer la fréquence ou la longueur des ondes. Les ondes se propageant toujours avec la même vitesse, si la fréquence est connue, la longueur d'onde s'en déduit.

Les ondemètres mettent en jeu le phénomène de la résonance fondamental en radiotélégraphie. Quand la self et la capacité d'un circuit auquel on a appliqué une force électromotrice alternative sont réglées de telle sorte que l'impédance du circuit soit minima et le courant parcourant le circuit maximum, le circuit est, dit-on, en résonance. La fréquence propre du circuit récepteur est alors égale à la fréquence des ondes reçues. C'est le principe de la mesure des fréquences par ondemètre.

Les postes d'amateurs aux États-Unis sont à l'heure actuelle obligés, par la législation, d'employer pour leurs transmissions des longueurs d'onde ne dépassant pas 200 mètres, et pour cette raison, il importe que les amateurs aient un ondemètre approprié, afin de mettre leurs transmissions en accord avec la loi, et il faut que cet ondemètre soit adapté à la mesure des petites longueurs d'onde de 200 mètres. D'autres ondes de petite longueur, de 360 et 485 mètres, sont maintenant employées en radiotéléphonie, et il importe d'avoir un ondemètre pouvant mesurer ces longueurs d'onde. La Conférence de Radiotéléphonie, qui s'est réunie à Washington en 1922, a été d'avis, d'autre part, de n'accorder aux postes que l'emploi de gammes de très peu d'étendue, quelques-unes ne dépassant pas 10 mètres. Les postes qui doivent employer de telles gammes d'ondes doivent évidemment être pourvus d'ondemètres bien construits, afin de satisfaire aux exigences de la loi. La confection d'un ondemètre pour ondes courtes est, pour cette raison, une question importante. C'est le but de cette notice de mettre en lumière les plus intéressantes des considérations

(1) Cet article est extrait d'une circulaire que nous a aimablement envoyée le « Bureau of Standards » en nous autorisant à la publier. Cette circulaire n° 78, adressée aux amateurs américains, rendra sans nul doute aussi, de grands services aux amateurs français. (N. de la R.)

qui permettent d'établir un tel ondemètre et de décrire la construction d'un ondemètre adapté à la mesure de fréquences d'environ 3000 à 536 kilocycles par seconde (longueurs d'onde de 100 à 570 mètres).

L'ondemètre que nous décrivons se compose de trois éléments principaux : un condensateur variable, une self fixe et un appareil indiquant le passage du courant.

Nous nous occuperons d'abord du condensateur.

Il sera bon pour commencer d'éliminer les condensateurs que leur construction rend inutilisables dans les circuits des ondemètres. Les condensateurs variables à diélectriques autres que l'air, et les condensateurs dont la capacité est modifiée par une vis qui change la distance des armatures, quels que soient les services qu'ils peuvent rendre dans d'autres cas, ne gardent pas, en général, leur étalonnage et sont par conséquent impropres à l'emploi que nous envisageons. Cette élimination nous laisse seulement en présence des condensateurs à air dont les variations de capacité sont obtenues en faisant se recouvrir plus ou moins des séries de plaques métalliques parallèles équidistantes. C'est d'ailleurs le type ordinaire du condensateur variable.

Mais tous les condensateurs de ce genre ne peuvent être employés dans les ondemètres. Un condensateur destiné à être employé dans un ondemètre doit avoir : des lames épaisses, maintenues rigide-ment écartées à l'aide de bons supports isolants et des lames mobiles d'assez grand diamètre, et suffisamment épaisses, supportées par un axe bien construit, tournant dans un bon coussinet conique, avec, de préférence, une rotation possible de 360°.

Les défauts qui, d'ordinaire, font que les condensateurs variables ne remplissent pas ces conditions sont : des plaques trop minces, un coussinet d'axe mal établi, des plaques extrêmement proches, du jeu vertical ou latéral dans l'axe, des contacts par balais frottant sur des parties mobiles, des arrêts qui, en interrompant la rotation des plaques mobiles, les désaxent, des échelles et des indices sans fixité, et une construction défectueuse provoquant des courts-circuits en certains endroits. D'une façon générale, tout ce qui permet un changement de capacité sans un changement à l'échelle de lecture ou un changement à cette échelle sans un changement de capacité, empêche un condensateur de servir dans un ondemètre. Un moyen de protection est utile pour éliminer les changements de capacité dus aux mouvements des corps environnants, on emploie habituellement une boîte de métal reposant sur le sol et entourant le condensateur.

Examinons maintenant les bobines de self; pour qu'elles soient

satisfaisantes, il faut : 1° que l'inductance de la bobine soit telle que, étant donné le condensateur employé, la gamme de longueurs d'onde soit couverte; 2° que sa résistance effective et sa capacité répartie soient petites; 3° que son inductance, sa résistance et sa capacité soient toutes trois constantes.

Voyons le premier point : il sera bon de réduire la partie de l'échelle du condensateur employée pour la mesure des fréquences, à une section allant de 15° à 170° sur une échelle graduée en degrés, et de 8 ou 95 sur une échelle comprenant 100 divisions. Étant donné que la capacité à 170° ou 95 centièmes vaudra presque toujours plus de six fois la capacité à 15° ou 8 centièmes, la fréquence obtenue avec une bobine au bas de l'échelle ne vaudra pas moins de 2 fois 1/2 celle qui sera obtenue avec la même bobine à l'autre extrémité. Cela permettra avec une bobine de couvrir la gamme de 3000 à 1200 kilocycles par seconde (100 à 250 mètres) et avec une seconde bobine de couvrir la gamme de 1330 à 530 kilocycles par seconde (de 225 à 570 mètres).

La table suivante donne le nombre de spires nécessaire pour deux bobines de self à une seule couche, donnant avec chaque capacité maxima indiquée dans la table, les gammes dont il a été question. On notera que la grosseur du fil et la distance entre les spires n'est pas spécifiée. L'inductance est à peu près indépendante de la grosseur du fil employé et la grandeur des intervalles dépend du nombre de spires et de la longueur de la bobine, qui sont donnés. On appelle longueur de la bobine la longueur de l'enroulement, non évidemment la longueur de la carcasse.

Bobines d'induction pour un ondemètre pour ondes courtes.

BOBINE 1. — Gamme de 3 000-1 200 kilocycles par seconde (100-250 mètres). Diamètre, 10 cm; longueur d'enroulement, 2,5 cm.

Capacité maxima du condensateur	Nombre de spires
0,0005 microfarad	16
0,0007 —	13
0,0010 —	11

BOBINE 2. — Gamme 1 330-530 kilocycles par seconde (225-570 mètres) diamètre, 10 cm; longueur d'enroulement 5 cm.

Capacité maxima du condensateur	Nombre de spires
0,0005 microfarad	42
0,0007 —	35
0,0010 —	30

La deuxième condition mentionnée était que la résistance effective et la capacité propre soient petites. Une faible résistance est désirable afin de sauvegarder la sensibilité de l'appareil. Il y a plusieurs raisons pour s'assurer une capacité faible. Cette capacité sert à accroître la capacité totale du circuit. Cet accroissement sera seulement une petite partie de la capacité totale lorsque l'on est dans le haut de l'échelle du condensateur et par conséquent n'abaissera pas d'une façon appréciable la fréquence, mais cet accroissement peut être une partie considérable de la capacité lorsque l'on est au bas de l'échelle et peut sérieusement limiter l'extension de la gamme de fréquence. Une autre et plus sérieuse objection à une grande capacité propre, c'est que cette capacité est toujours plus ou moins sujette à variations venant de variations à l'entour de la bobine. Cette capacité ne pouvant être réglée, elle devra être réduite le plus possible. L'habitude d'entourer une bobine de self de vernis ou autres isolants hétérogènes ne doit être suivie dans aucun montage sérieux et il faut particulièrement l'éviter avec les bobines d'ondemètres. Les matières isolantes défectueuses que l'on emploie ainsi augmentent non seulement la capacité répartie, mais aussi la résistance effective de la bobine. Cela ne veut pas dire que tous les genres de matières isolantes fabriquées ne conviennent pas à la construction d'enveloppes pour les bobines d'ondemètres. Il est probable cependant que la meilleure façon d'enrouler la bobine d'un ondemètre telle que celle que nous avons décrite, c'est de la placer sur un cylindre de bois sec évidé à l'intérieur et enduit d'une légère couche d'un bon vernis isolant. L'emploi de gomme laque ne semble pas devoir être conseillé. Quant au bois, il suffit qu'il soit légèrement humide pour abaisser sérieusement la sensibilité de l'ondemètre. On prend cependant du bois bien choisi comme substance isolante de préférence au verre ou au carton ou à d'autres substances. Un grand nombre de matières qui sont de bons isolants accroissent beaucoup la résistance et la capacité de la bobine. Alors que ses propriétés électriques font du verre un bon isolant, il se laisse trop difficilement travailler. Quant au carton, il n'est pas assez rigide pour qu'on puisse le conseiller dans le cas présent.

Le fil utilisé peut être un fil de cuivre recouvert de deux couches de coton de 5/10 de mm ou plus gros. Ce fil doit être légèrement recouvert d'une seule couche de vernis isolant. Un isolement plus grand accroîtrait beaucoup la résistance effective et la capacité de la bobine sans autres avantages. La résistance peut souvent être considérablement réduite par l'emploi de fils divisés. Toutefois, il faut prendre

garde, en utilisant ces conducteurs que tous les brins soient continus, bien isolés et que chacun d'eux soit rattaché aux bornes de la bobine. Si l'isolement est mauvais entre 2 brins adjacents, ces contacts de grande résistance amènent un accroissement considérable des pertes. Des brins rompus rendent à la fois la capacité et la résistance de la bobine beaucoup plus grandes. On peut s'assurer de la continuité des brins en plongeant l'une des extrémités du câble dans un bain de mercure et en joignant successivement à l'autre extrémité chacun des brins à un buzzer ou à un voltmètre relié à une batterie de piles, le circuit se fermant à l'aide du mercure. L'émail peut être enlevé à l'extrémité de chacun des brins en chauffant soigneusement au rouge le bout du câble métallique et en le plongeant dans l'alcool. Mais ce procédé rend les brins plus fragiles et il faut prendre particulièrement soin de ne pas les briser.

Une bobine à une seule couche a, en général, une capacité propre plus faible qu'une bobine à couches multiples de même inductance et de même diamètre. Pour cette raison et aussi parce que l'on peut fournir avec plus de précision les données d'une bobine à une seule couche, nous avons choisi ce type dans la table donnée plus haut. Étant donné que des capacités appréciables existent lorsque se trouvent rapprochées des parties du circuit ayant des surfaces comparative-ment grandes et des potentiels différents, il s'ensuit que les conducteurs allant de la bobine au condensateur ne devront être ni longs ni rapprochés. Une autre raison pour prendre des conducteurs courts est fournie par la troisième des conditions que nous avons préalablement établies, à savoir que l'inductance, la capacité et la résistance de la bobine, y compris ses connexions, devaient être constantes. De longs conducteurs sont aisément flexibles; et des conducteurs flexibles, longs ou courts, introduisent des possibilités de variations dans l'inductance, la capacité et la résistance, qu'un avantage comme un maniement plus facile ne peut compenser. Les meilleurs contacts sont assurés par des parties métalliques rigides soudées aux extrémités du fil de la bobine et vissées dans le support en bois. La position de la bobine doit être telle que le plan de ses spires soit perpendiculaire aux plaques du condensateur si le condensateur n'est pas protégé, afin d'éviter que le courant induit de la bobine ne fasse naître des courants de Foucault dans les plaques du condensateur. Étant donné d'ailleurs que presque toujours il est plus facile pour coupler d'avoir le plan de la bobine vertical et les plaques du condensateur horizontales, ce point se trouvera réalisé de lui-même en général. Il est très important, en construisant définitivement la bobine,

de serrer assez toutes les spires pour que, en les maniant avec soin, elles ne bougent absolument pas.

Les bobines doivent être fixées à des supports de façon à pouvoir être convenablement connectées ou enlevées.

La troisième partie de l'ondemètre est l'appareil qui marque le passage du courant et indique ainsi la résonance. Avec un détecteur à cristal et des récepteurs téléphoniques, il pourra n'y avoir qu'un seul point de connection, c'est-à-dire que le détecteur et les téléphones formeront un circuit clos dont l'un des points sera joint à l'une des bornes de la bobine. Ce dispositif est suffisamment sensible et rend la mesure de l'ondemètre très indépendante de la position des conducteurs téléphoniques, au moins tant qu'ils ne croisent pas quelque partie de l'ondemètre ou tant qu'ils ne l'entourent pas. Un appareil plus précis est le thermogalvanomètre ou le milliampèremètre haute-fréquence. On trouve d'ordinaire que les appareils à couple thermo-électrique donnent de meilleurs résultats que les appareils thermiques, parce qu'ils répondent plus vite aux variations de courant. L'instrument devra donner la déviation maxima pour un courant d'environ 0.1 ampère. Mais il devra pouvoir supporter une surcharge considérable. Il est généralement intercalé directement dans le circuit de l'ondemètre, *quelquefois on le shunte pour maintenir faible la résistance du circuit.* Il est important de noter que la présence de l'appareil modifiera probablement la capacité, l'inductance et la résistance du circuit, de telle sorte que l'ondemètre doit être étalonné en ayant dans son circuit l'appareil qui servira à la mesure des fréquences. Un appareil bon marché et qui donne des résultats satisfaisants est une petite lampe à incandescence branchée directement dans le circuit de l'ondemètre. Pour éviter de changer l'étalonnage de l'ondemètre, on ne changera la lampe que le moins souvent possible. S'il faut la changer, on la remplacera par une lampe tout à fait semblable. La sensibilité de cet appareil peut être beaucoup accrue par l'emploi d'une pile sèche et d'un rhéostat mis en parallèle sur la lampe de l'ondemètre. En réglant le rhéostat de façon à ce que le filament de la lampe soit presque au point d'incandescence, il est possible de faire allumer la lampe par des courants induits beaucoup plus faibles que ceux qui autrement l'allumerait. Toutefois, des changements dans la batterie et le rhéostat changeront les caractéristiques du circuit et, par conséquent, l'étalonnage de l'ondemètre. Cet appareil devra, par conséquent, être employé avec précaution.

L'ondemètre peut être excité par choc, c'est-à-dire par une source

d'ondes très amorties ayant seulement un très petit nombre d'ondes par train d'ondes. L'ondemètre peut alors être employé comme source d'ondes amorties pour déterminer la fréquence pour laquelle un appareil récepteur est accordé. Le buzzer, en série avec la batterie, est connecté aux bornes du condensateur, complétant son circuit, quand le contact est fermé, avec la bobine de self de l'ondemètre. Pas plus de quatre volts ne doivent être utilisés pour actionner le buzzer. Celui-ci augmentera la capacité du circuit, faisant par là décroître sa fréquence. Cela sera particulièrement notable lorsque l'on sera au bas de l'échelle du condensateur, où il pourra y avoir un abaissement de la fréquence de *plusieurs unités* %, ce qui peut être réduit par l'emploi de conducteurs courts et espacés entre la batterie et le buzzer. Si l'ondemètre est construit avec à la fois un buzzer et un ampèremètre, l'ampèremètre devra être connecté dans le circuit de façon que le courant de la batterie qui alimente le buzzer ne traverse pas l'ampèremètre. S'il n'en est pas ainsi, l'ampèremètre pourra être grillé par le courant venant de la batterie du buzzer.

Le montage des parties d'un ondemètre doit être tel que chacun des éléments soit uni au reste du circuit par des conducteurs rigides. Le montage dans une boîte est l'égal de tout autre montage pour ce

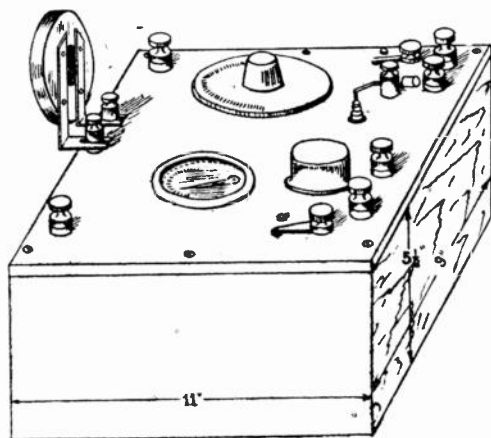


Fig. 1.

qui est de la rigidité, et il est supérieur à tout autre pour la facilité de transport et la protection des diverses parties. La figure 1 montre une boîte de montage.

Les dimensions sont déterminées par le constructeur étant donné

que les dimensions des différents éléments sont sujettes à variation. Le coffre doit pouvoir supporter le transport. Les différents éléments sont montés sur un panneau de matière isolante rigide ne pouvant absorber l'humidité. Ce panneau est à son tour protégé par le coffre qui le supporte. On peut employer un panneau de bois très sec recouvert de vernis isolant. La figure 1 montre une disposition des différentes parties. Il faut se soucier de rendre facile le maniement de l'appareil et de distribuer les connexions de façon à garder aux capacités réparties de faibles valeurs. La meilleure disposition des éléments sur le panneau dépend des appareils employés et le constructeur devra chercher le meilleur dispositif dans chaque cas particulier. La figure 2 donne le schéma des connexions qui doivent être

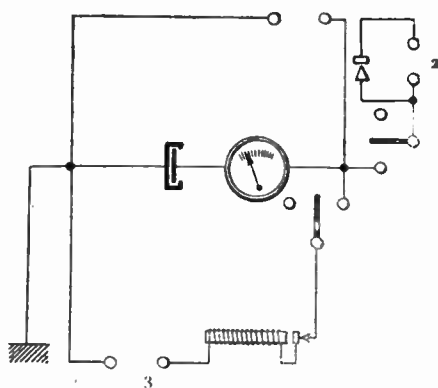


Fig. 2.

1. Bornes de la self

2. Bornes d'antenne

3. Bornes de la pile

faites en fil de cuivre de 2 millimètres ou plus et soudées à des cosses. Là où il faut faire des angles, on courbe à angle droit. Si l'on désire avoir un appareil récepteur pour ondes courtes, des bornes pour l'antenne et des connexions au sol pourront être ajoutées sans nuire à la valeur de l'appareil en aucune manière à condition de le manier avec soin. Un ondemètre doit être touché avec beaucoup plus de soin qu'un appareil récepteur ordinaire. Si l'on veut protéger l'ondemètre, une feuille de cuivre ou de laiton percée de trous pour laisser passer les fils, peut être fixée au-dessous du panneau. Les trous devront avoir au moins 3 millimètres 1/2. La figure 3 donne les dimensions et la construction des bobines de self.

Les carcasses sont faites au tour et sont en bois très sec. Plusieurs couches de vernis isolant appliquées sur la carcasse empêcheront l'absorption de l'humidité. Les spires dont on a calculé le nombre et qui

peut être montée sur un cadran mobile et c'est alors l'aiguille qui est fixe. L'aiguille doit être au zéro pour la capacité maxima. Les échelles de la plupart des condensateurs se lisant en sens inverse des aiguilles d'une montre, ce dispositif fait mettre généralement l'échelle de décrément dans l'espace resté libre à l'opposé de l'échelle des capacités. Une mesure de décrément se fait de la façon suivante : on observe d'abord le courant maximum, puis on lit les nombres marqués à l'échelle des décréments pour les positions où le courant marqué a son carré moitié du carré du courant maximum.

L'échelle est telle que la différence entre les deux lectures soit

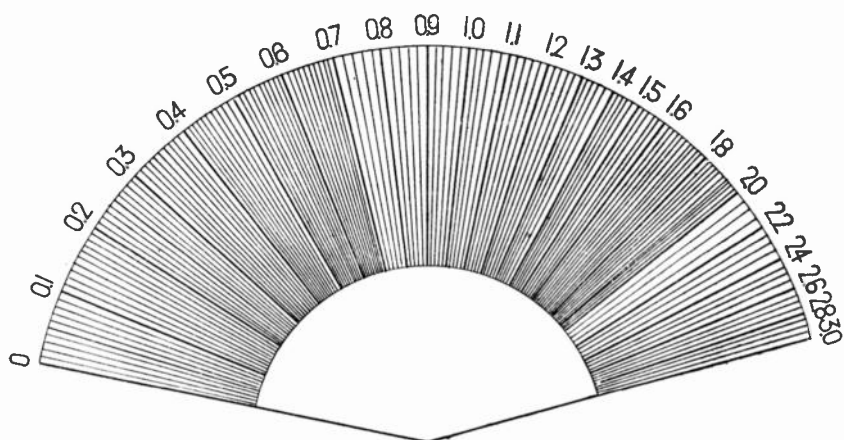


Fig. 4.

égale à $\delta + \delta'$, c'est-à-dire au décrément du circuit transmetteur, plus le décrément de l'ondemètre lui-même. Il faut alors soustraire le décrément de l'ondemètre du total obtenu. Le décrément de l'ondemètre est déterminé de la façon suivante : l'ondemètre est couplé et accordé à une source d'ondes entretenues non modulées. La somme $\delta' + \delta$ est mesurée comme précédemment. Étant donné que les ondes sont entretenues, le décrément des ondes est zéro et le résultat obtenu est δ' le décrément de l'ondemètre seul. En déterminant le décrément pour différents points de l'échelle, on étalonne l'ondemètre aisément.

Les conditions nécessaires pour employer cette méthode suivant les indications ci-dessus sont les suivantes :

1° Le condensateur doit avoir des plaques semi-circulaires. Les condensateurs à plaques d'un modèle différent auront des échelles de décrément différentes, de même qu'ils ont un étalonnage de capacité différent.

2° Il faut se rappeler que ce n'est que dans le cas où la résonance est indiquée par un appareil décelant le carré de l'intensité, qu'il faut chercher la demi-déviatiou de chaque côté de la résonance.

Si l'on emploie un appareil déviant proportionnellement au courant, il faut aller jusqu'aux points où l'on trouve une intensité égale au maximum divisé par $\sqrt{2}$.

3° L'émetteur doit avoir une puissance suffisante pour qu'on puisse coupler lâchement le récepteur avec lui.

4° On ne doit modifier ni l'émetteur, ni son couplage avec l'ondemètre pour faire la mesure du décrément.

On doit prendre la précaution suivante dans la mesure du décrément d'un poste-émetteur. L'ondemètre ne doit être couplé qu'à l'antenne et non au primaire: par suite, il doit être au moins à deux mètres de la self qui couple l'antenne au primaire. L'ondemètre doit être placé de préférence dans la connection de terre: si le courant antenne est trop faible, on fera une boucle dans la connection de terre à l'entour de l'ondemètre (1).

(1) On consultera avec fruit les articles suivants :

Cox, R. T., and Kruse, S., Portable wavemeters for short-wave radio, *Q. S. T.*, 5, 14, sept., 1921.

Sleeper, M. B., A wavemeter for radio experimenters, *Everyday Engineering*, 7 pp. 357-359, sept., 1919.

Sleeper, M. B., A heterodyne wavemeter for 170 to 21,000 meters. *Everyday Engineering*, 9, 247-250, june 1920.

Lacault, R. E., How to make and use a wavemeter for short wave lengths *Radio News*, 3, 384-385, nov., 1921.

Wavemeters, *Wireless Age*, 9, 36-41, nov., 1921.

Goddard, R. W., Heterodyne wavemeters. *Wireless Age*, 7, 15-17, feb., 1920.

Clemons, D. R., A practical 50-5,000 meter wavemeter, *Radio-News*, 3, 934, april-may, 1922.

Kent, A. D., The design and construction of a continuous-wave wavemeter, *Wireless World*, 8, 6-12, april, 1920.

Atkinson, Cyril T., The construction of a continuous-wave wavemeter, with special reference to heterodyne reception, *Wireless World*, 9, 444-447, oct., 15, 1921.

Ballhatchet, A. V., B wavemeter, *Model Engineer*, 44, 84-91, feb. 3, 1921; *Radio-Review*, 2, 217, April, 1921.

Pacent, L. G., Wavemeter construction and operation, *Q. S. T.*, 3, 8-10 décembre 1919.

ANALYSES ET BIBLIOGRAPHIE ⁽¹⁾

ÉMISSION

Projet d'installation d'une station radio télégraphique émettrice, à Pézenas : *R. G. E.*, 23 décembre 1922, tome XII, n° 25, p. 965. — La station de Pézenas (Hérault), dont la construction, commencée en 1919, puis ajournée, vient d'être re-

2 300 m. Se donnant ensuite l'intensité à la base de l'antenne, il en tire, de proche en proche, la répartition du courant et de la tension, pour les deux ondes de travail : 3 000 et 10 000 m. Il détermine aussi la résistance et la hauteur effective. La résistance prévue pour la prise de terre étant de 2 ohms pour 3 000 m. et de 1 ohm seulement pour 10 000 m, il obtient finalement les résultats suivants :

Onde	Hauteur effective	Résistance ohmique	Résistance de rayonnement	Résistance totale	Rendement
3 000 m	114,50 m	0,235 ω	2,36 ω	4,6 ω	0,51
10 000	107,	0,366	0,185	1,55	0,12

prise, est destinée à l'établissement d'une liaison radiotélégraphique directe entre la France et ses possessions de l'Afrique du Nord. Elle comprendra une antenne en T, dont la nappe horizontale, composée de 8 fils, mesurera 320 mètres de longueur. La hauteur moyenne de cette nappe sera d'environ 130 m. Les 8 fils formeront un prisme, dont la section droite sera un octogone régulier inscrit dans une circonférence de 6 m de diamètre. L'article est relatif au calcul mécanique et électrique de cette antenne. L'auteur détermine les efforts supportés par les fils de descente, par ceux de la nappe horizontale, et par les câbles qui supportent celle-ci. Il en déduit la traction exercée sur les pylônes.

Puis il décompose l'antenne en 6 tronçons, dont il calcule la self et la capacité; et, appliquant la méthode des conducteurs chargés, il en déduit la longueur d'onde propre, égale à

Le poste travaillera sur 3 000 m avec un poste à lampes mettant 5 kw dans l'antenne, et sur 10 000, avec un alternateur de 25 kw-ant. — David.

LAMPES

Détermination à l'oscillographe des caractéristiques des tubes thermoioniques ; LÉON CHAFFEE. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. X, pp. 440-450, décembre 1922. — La tension continue constante est appliquée entre le filament et la plaque du triode à étudier.

L'un des équipages d'un oscillographe double est intercalé dans le circuit plaque, l'autre dans le circuit grille.

Les déplacements des spots des deux oscillographes viennent s'enregistrer sur une pellicule photogra-

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

phique enroulée sur un tambour mu par un moteur. Ce moteur commande en même temps le curseur du potentiomètre circulaire qui fait varier la tension intercalée entre le filament et la grille.

Le déplacement angulaire de la pellicule est donc proportionnel aux variations de la différence du potentiel entre le filament et la grille. Les deux caractéristiques plaque et grille sont donc tracées sur la pellicule. A la différence de potentiel fournie par le potentiomètre, on peut superposer une petite différence du potentiel alternative.

Celle-ci a pour effet de produire des dents dans les caractéristiques. L'amplitude de ces dents mesure le pouvoir amplificateur du tube aux divers points de la caractéristique.

Au lieu d'une différence de potentiel alternative, on peut appliquer une différence de potentiel de haute fréquence modulée par un tikker.

On observe encore des dents dans la caractéristique plaque. L'amplitude de ces dents permet d'apprécier pour les diverses régions de la caractéristique les propriétés détectives du tube.

Un certain nombre de figures montrent les résultats obtenus par l'auteur sur plusieurs variétés de lampes. — J.

Tubes électroniques photoélectriques; H. A. BROWN et C. T. KNIPP. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, t. X, pp. 451-464, décembre 1922. — On sait que les tubes contenant des traces de gaz présentent, dans certains cas, des propriétés détectrices remarquables.

Les auteurs ont pensé qu'on améliorerait encore ces propriétés en introduisant dans l'ampoule des gaz ayant des potentiels d'ionisation excessivement faibles. C'est le cas des vapeurs des alliages potassium-sodium, de césium, de rubidium.

Dans ce but, ils ont réalisé des triodes contenant une certaine quantité d'alliage potassium-sodium.

Cet alliage était obtenu en chauffant dans un récipient scellé et vide d'air

un mélange de 23 grammes de sodium et de 30 grammes de potassium.

Pour introduire cet alliage dans les lampes, les auteurs employèrent le mode opératoire suivant:

Un récipient en verre contenant l'alliage était réuni par un tube en verre à l'ampoule d'une lampe à trois électrodes. Une autre tubulure permettait de faire dans cette ampoule le vide par les procédés habituels.

Lorsque ce vide avait été réalisé de façon à obtenir une bonne lampe ordinaire, on chauffait le récipient contenant l'alliage dont une partie distillait et venait former une pellicule sur les parois de l'ampoule.

Les auteurs ont étudié plusieurs lampes ainsi préparées.

Ils donnent les caractéristiques de ces lampes (courant filament plaque en fonction de la différence de potentiel filament grille pour une tension plaque donnée).

Un fait assez curieux, c'est l'existence d'un courant filament plaque en l'absence de toute tension plaque.

Ce courant commence pour une tension grille d'environ — 3 volts et atteint sa valeur de saturation pour environ + 1 volt. Les auteurs attribuent ce fait aux propriétés photoélectriques de l'alliage illuminé par le filament.

L'examen de ces caractéristiques montre qu'une semblable lampe doit posséder des propriétés détectrices particulières pour une tension plaque de 10 volts, la grille étant au potentiel du filament.

En effet, l'expérience a prouvé que, dans ces conditions, les propriétés détectrices de ces lampes étaient environ trois fois supérieures à celles des meilleures lampes douces.

En rendant la grille négative par rapport au filament, ces lampes peuvent être utilisées pour l'amplification. — J.

Amplificateur à haute fréquence; P.-D. LOWELL. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 449. — L'auteur donne des renseignements sur divers amplificateurs

pour courtes longueurs d'onde construits au Bureau of Standards.

Il a réalisé pour les longueurs d'onde de 600 à 1 000 m un amplificateur avec liaison par transformateurs à air. Les deux enroulements de ces transformateurs étaient identiques. Ils étaient réalisés avec du fil de 0.1 mm isolé à la soie et enroulé de façon à former une bobine plate en nid d'abeille ayant 3.17 cm de diamètre intérieur, 4.45 cm de diamètre extérieur, 2.38 mm d'épaisseur. Chaque enroulement comportait 350 tours.

Pour 600 mètres, les deux enroulements étaient placés à environ 1.5 cm l'un de l'autre, on les rapprochait au fur et à mesure que la longueur augmentait, de façon à ce qu'ils fussent en contact pour 1 000 mètres.

On conçoit que cette manière d'agir modifiait la capacité entre les enroulements qu'on amenait ainsi à résonner sur la longueur d'onde à recevoir.

Un dispositif mécanique permettait de faire varier simultanément la distance entre les enroulements de tous les transformateurs de l'amplificateur. — J.

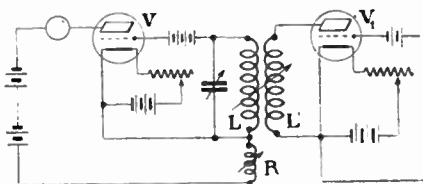
RÉCEPTION

Un appareil pour l'enregistrement automatique des signaux radiotélégraphiques; G. PESSIOX.

Elettrotecnica, 15 oct. 1922, n° 29. — L'auteur a utilisé une conception qu'il avait déjà utilisée pour obtenir une modulation en radiotéléphonie. (Quelques expériences de radiotéléphonie. *Elettrotecnica*, n° 28, 15 oct. 1921, analysé dans *L'Onde Électrique*, n° 5, p. 298). Un oscillateur à une ou plusieurs triodes en parallèle est maintenu en oscillations énergiques et la self de son circuit oscillant L est couplée à une autre self L' en dérivation sur l'intervalle filament-plaque d'une triode V, dont la grille est contrôlée par les oscillations à enregistrer. Les variations du potentiel de cette grille, dont le potentiel moyen est maintenu

à quelques volts négatifs, produisent des variations de résistance de la self L' et il en résulte une absorption variable de l'énergie de l'oscillateur.

Les expériences ont été faites à Monterotondo, avec une réception sur cadre agissant sur quatre triodes haute fréquence. La détection est faite par une triode modulatrice Jouaust (*Onde Électrique*, n° 1, pp. 26-33) qui s'est montrée nette-



ment supérieure à une triode détectrice ordinaire. Le courant basse fréquence détecté traversait un filtreur constitué par des selfs sans fer et agissait par transformateurs sur un circuit absorbant comportant trois triodes en parallèle. Le courant plaque de l'oscillateur actionnait un relais « standard » agissant à son tour sur un Wheatstone. Les variations de ce courant-plaque atteignaient 10 mA pendant la réception des stations de Carnarvon, Naïen, Paris.

De nombreux essais ont été faits et ont montré que l'appareil était très stable et tout à fait capable de faire un service courant, presque sans surveillance; il serait à même d'enregistrer aussi bien des signaux américains.

L'article contient une reproduction de signaux Morse provenant de Paris et émis à la vitesse de 360 mots/minute. — My.

DIVERS

Application à la radiotélégraphie des procédés d'étude des transmissions sur les fils; Lloyd ESPENCHIED.

Proceedings of the Institute of Radio Engineers, pp. 344-370, octobre 1922. — L'auteur cherche à appliquer au pro-

blème des transmissions radiotélégraphiques les résultats auxquels a conduit l'étude de la propagation des courants alternatifs le long des fils.

C'est ainsi qu'il est conduit à admettre que les résistances de radiation des antennes émettrices et réceptrices sont égales.

Dans la discussion qui suit, Carson, mettant en évidence la différence entre les deux problèmes, signale que les raisonnements d'Espenchied peuvent conduire à des mécomptes. — J.

Analyse de la distribution de l'énergie dans la parole; J.-B. CRANDALL et D. MACKENZIE. *Electrical Communication*, août 1922, t. I, pp. 34-40. — Le mode opératoire était le suivant :

Divers opérateurs venaient prononcer des phrases ou des syllabes déterminées devant un condensateur microphonique.

Le courant alternatif engendré par les variations de capacité produites par les déplacements de l'armature du condensateur à air devant lequel on parlait, était amplifié par un système de lampes constituant un amplificateur à quatre étages. Le dernier étage comportait deux lampes en parallèle. Le courant provenant d'une de ces lampes venait agir sur un couple thermo-électrique. On mesurait ainsi une grandeur proportionnelle à l'énergie mise en jeu par la parole.

Le courant amplifié par la deuxième lampe venait aussi agir sur un couple mais par l'intermédiaire d'un système filtreur ne laissant passer qu'une mince bande de fréquences. On pouvait ainsi étudier la répartition de l'énergie de la voix dans le spectre des ondes sonores.

Parmi les résultats relevés par les auteurs, nous mentionnerons particulièrement celui-ci : La puissance d'une voix normale est de 125 ergs par seconde. — J.

La nature de la parole et son interprétation; HARVEY FLETCHER. *Electrical Communication*, t. I,

pp. 41-48. — Travail de phonétique basé en partie sur les recherches de Crandall et de Wendt. Les conclusions sont les suivantes :

L'intensité du son peut devenir cent fois plus grande que celle de la voix normale ou un millier de fois plus faible sans que la parole cesse d'être intelligible. L'intensité du son doit être le 10^{-10} de l'intensité normale pour atteindre le seuil de sensation de l'oreille moyenne.

Tout appareil qui doit reproduire la voix humaine doit être susceptible de transmettre également bien, les fréquences comprises entre 100 et 5 000 cycles par seconde.

Quoique la plus grande partie de l'énergie dans la voix humaine corresponde à la fréquence 1 000, les caractéristiques essentielles de cette voix correspondent à des fréquences supérieures à 1 000.

Les sons *th* (en anglais), *f*, *r* sont les plus difficiles à entendre. Leurs caractéristiques correspondent à des fréquences particulièrement élevées. — J.

Applications du phénomène de Johnsen et Rahbeck; E. T. Z., 27 avril 1922, pp. 587-589; *R. G. E.*, 9 décembre 1922. — On se rappelle en quoi consiste le phénomène de Johnsen et de Rahbeck, analysé par M. Poirson dans un article de *L'onde Electrique* (n° 6, pp. 334-343) : une lame d'ardoise ou d'agate est pourvue d'un côté d'une forte couche de métal reliée à un pôle d'une source à courant continu. Sur la deuxième face, s'applique une plaque de laiton reliée à l'autre pôle de la même source : on observe alors une forte adhérence de la plaque de laiton contre la pierre. Si la première a une surface de 22 cm², l'ardoise une épaisseur de 20 mm et la source, une différence de potentiel de 440 v, une charge de 750 g à 1 000 g est nécessaire pour détacher les deux plaques si elles sont appliquées directement l'une contre l'autre, et une charge de 10 g suffit si on interpose entre elles une plaque de verre de 1,3 mm.

Comme M. Poirson, l'auteur explique ce phénomène par la résistance de contact entre les deux surfaces, en sorte que la chute du potentiel se produit totalement entre les deux surfaces. L'adhérence disparaît si l'on mouille avec de l'alcool les deux plaques : à une tension de 220 v., la source débite alors $0,67 \cdot 10^{-3}$ A., correspondant à une résistance de 300 000 ohms environ. A mesure que l'alcool s'évapore, l'adhérence se manifeste de nouveau, l'intensité diminue pour tomber à la valeur de $1 \cdot 10^{-6}$ A. lors de la disparition complète de l'alcool, la résistance étant alors de $220 \cdot 10^6$ ohms. Une résistance de 100 000 ohms mise en circuit ne modifie pas l'expérience. — Après avoir décrit les variantes essayées et donné les résultats obtenus, l'auteur cite les applications pratiques de ce phénomène qui permet d'obtenir des efforts d'adhérence notables pour des intensités très petites dans des circuits dont la résistance n'entre pas en ligne de compte. L'avantage sur l'électroaimant est la moindre intensité demandée et la plus grande puissance obtenue ; l'inconvénient réside dans la diminution très rapide de l'attraction avec la distance des plaques et dans l'influence néfaste de l'humidité et de la poussière. — On décrit, d'abord, les appareils dont les plaques et les conducteurs sont immobiles : un relais sensible à $1 \cdot 10^{-6}$ A est constitué par une plaque métallique enchâssée dans une plaque d'ébonite et reliée à un fil de la ligne : une plaque d'ardoise reliée au second fil de la ligne, adhère fortement contre elle, tant qu'il passe un courant de $1 \cdot 10^{-6}$ A., mais tombe en actionnant un levier qui enclanche une sonnerie dès que ce courant cesse. Un dispositif du même genre est utilisé pour un réveil. Ensuite sont décrits les appareils dont les plaques et les conducteurs sont mobiles : un relais d'une sensibilité comparable à celle du précédent est réalisé d'une manière un peu différente : les deux plaques sont circulaires, concentriques et l'une d'elles tourne autour d'un axe perpendiculaire à sa surface, tandis que l'autre

est folle. Lorsque le courant passe, la plaque folle est embrayée par l'autre et son mouvement actionne le signal. Un relais télégraphique est constitué par un long levier fixé à une extrémité et muni à l'autre extrémité d'un style inscripteur. Pres du style est disposé le système des plaques à attraction, et quand le courant passe, les deux plaques adhérant fortement, font appuyer le style sur la bande. Ce relais permet de très grandes vitesses, car il n'a aucune inertie magnétique et sa rapidité n'est limitée par aucune constante de temps, comme dans les électro-aimants employés jusqu'ici. — L'auteur décrit, enfin, les appareils où la plaque d'ardoise est remplacée par un cylindre tournant sur la surface duquel une feuille conductrice s'enroule sur 180°. Cette variante permet d'amplifier les conséquences de la variation de l'attraction suivant la tension appliquée. L'adhérence causée par le passage du courant détermine l'entraînement de la feuille métallique par le cylindre et la mise en jeu de contacts. Deux montages sont donnés, destinés à des relais téléphoniques et à des relais inscripteurs de signaux Morse, l'un pour la télégraphie ordinaire, l'autre avec un amplificateur à lampes pour la télégraphie sans fil. — C.

Chauffage par induction à haute fréquence. Etude du rendement du four à induction ; G. RIBAUD, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg. *Recherches et Inventions*, 13 janvier 1923. — *Méthode de mesure*. — L'étude de l'énergie fournie à la substance conductrice placée à l'intérieur de l'enroulement du four peut se faire très aisément par une méthode calorimétrique. On peut, si le corps a une chaleur spécifique bien connue (mercure, par exemple), noter l'élévation de température de ce corps dans un temps donné. Si la chaleur spécifique est mal connue (divers échantillons de carbone), on placera la substance dans un calorimètre à eau et on mesurera l'élévation de température de l'eau du calorimètre dans un temps connu. L'eau, totalement

isolante pour les courants de haute-fréquence, ne perturbe pas les mesures. Cette méthode calorimétrique est très rapide : avec une puissance réduite (1 à 2 kw), les élévations de température en une minute atteignent plusieurs dizaines de degrés.

L'étude a porté sur le rendement du four, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie calorifique recueillie dans la substance et l'énergie mesurée au wattmètre à l'entrée de l'installation.

Conclusions de l'étude. — 1^{re} Toutes choses égales d'ailleurs (capacité, dimensions du four et de la substance) les diverses substances conductrices recueillent une quantité de chaleur qui dépend de leur conductibilité (bien que le charbon soit 1.000 fois moins conducteur que le cuivre, il recueille 10 fois plus de chaleur, son élévation de température est vingt fois plus rapide);

2^o Pour un four et une substance donnés, il existe une capacité du circuit de décharge fournissant un rendement maximum;

3^o L'énergie recueillie dans la substance n'est pas, comme on pourrait le croire, proportionnelle à la section occupée par la substance dans le four, mais varie à peu près proportionnellement au diamètre. Cette énergie croît avec la hauteur occupée par la substance dans le four;

4^o Pour une substance de hauteur donnée, il existe une hauteur d'enroulement et un nombre de tours par centimètre fournissant un rendement maximum.

Ces conclusions sont valables pour une installation à étincelle (éclateur tournant). L'auteur insiste sur le grand

intérêt que présenterait la même étude pour des installations différentes (arc, poste à lampes). — C.

Dispositif de photographie à grande vitesse par oscillographe; E.-A. ECKARDT. *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1922, t. 194, pp. 49-67. — L'auteur décrit un procédé permettant de mesurer d'une façon précise de petits intervalles de temps. On fait en sorte que les phénomènes entre lesquels on veut déterminer la différence de temps produisent des variations de courant dans un oscillographe. Les rayons lumineux réfléchis par le miroir de cet oscillographe viennent impressionner une pellicule enroulée sur un tambour tournant à grande vitesse.

Dans l'appareil réalisé par l'auteur au Bureau of Standards, le tambour portant la pellicule avait 5 pieds (environ 1 m 30) de diamètre.

La vitesse périphérique pouvait atteindre jusqu'à 10 mètres par seconde.

On enregistre également sur la pellicule les rayons réfléchis par un miroir porté par un diapason. Ce diapason était entretenu au moyen d'une lampe à trois électrodes, suivant le procédé indiqué par Eccles et Jordan (*).

Parmi les diverses applications signalées par les auteurs, nous noterons la détermination du temps perdu par les relais qui, de l'Observatoire de Washington, commandent l'émission des signaux horaires par le poste d'Annapolis.

Il a été trouvé que ce temps était de 0,06 seconde, mais qu'il présentait des variations de l'ordre de 0,01 seconde. Pour des déterminations précises de longitude, il est donc nécessaire de le déterminer pour chaque émission de signaux. — J.

(*) Ce procédé avait été indiqué à la même époque par M. Abraham.

MONTAGES ET TOURS DE MAIN

Quelques expériences sur les très courtes ondes. — On peut réaliser un transmetteur de très courtes longueurs d'ondes et un récepteur comme l'indique la figure ci-contre et les schémas. Une tige de laiton est divisée en deux parties égales, séparée

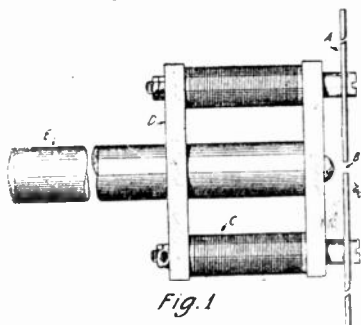


Fig. 1

par un intervalle d'éclatement Théoriquement, la longueur d'onde engendrée est égale au double de la lon-

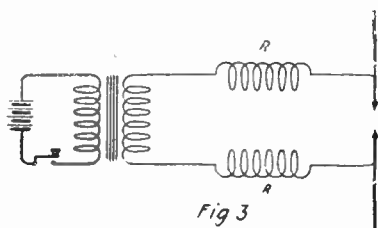


Fig. 3

gueur de la tige, mais dépend pratiquement des connexions voisines. E est un manche en bois de 25 cm de long

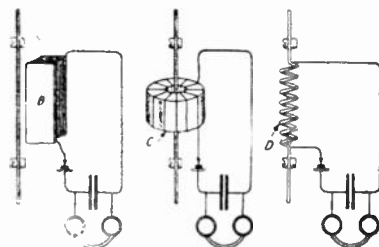


Fig. 4

environ, portant deux plaques de balaitte. D C et R sont des selfs d'arrêt de quelques centaines de tours. Le récepteur est construit aussi très sim-

plement. Les tiges de l'émetteur auront chacune 45 cm de long environ, celle du récepteur 75 à 80, y compris la self B. On pourra, avec ce système, faire d'intéressantes expériences sur les propriétés directives de l'émetteur.

(Radio News. Décembre 1922.)

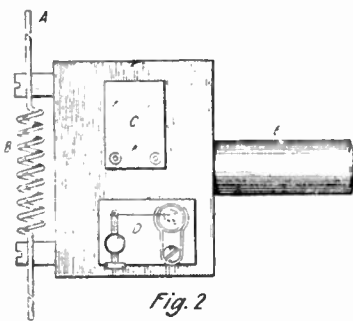


Fig. 2

Une cause de parasites dans les réceptions de télégraphie sans fil.

— M. Lecrenier, docteur ès sciences, directeur technique des cristalleries du Val Saint-Lambert, entendait d'insupportables parasites; il nous en explique la cause :

Lors de réceptions dans un appareil de 4 lampes H F et 2 B F, j'étais gêné par des bruits parasites d'une nature particulière. Ils avaient le caractère d'un léger bourdonnement au commencement de la réception, mais prenaient au cours de cette dernière une importance de plus en plus grande. Cette progression régulière m'en a fait découvrir la cause. Elle résidait dans le rhéostat de chauffage des H F que j'avais construit au moyen d'une spirale de maillechort raccordée au circuit par une manette en bronze. Par suite de l'échauffement de la spirale et du fait de la composition chimique différente des deux alliages, il se produisait un courant thermoélectrique dont les variations amplifiées dans l'appareil récepteur produisaient l'accident en question. Le remplacement de la manette en bronze par une manette en maillechort de même composition que la spirale a fait complètement disparaître l'accident.

CORRESPONDANCE & AVIS

Indicatifs nouveaux. — Les postes R E D, 9, rue du Cherche-Midi, nous informent que l'Administration des Postes et Télégraphes a donné à leur station d'émission l'indicatif 8 B T.

Radiotéléphonie sur ondes courtes. — 8 B F (M. Louis, à Orléans) se distingue ! Nous extrayons d'une lettre les intéressants renseignements suivants :

Voici quelques résultats obtenus au 30 janvier 1923 par mon poste 8 B F, situé à Orléans, constitué comme suit : une antenne de type prismatique en T d'orientation, est-ouest, de longueur d'onde propre 180 mètres ; une terre métallisée, avec 6 fils rayonnant sous l'antenne. Ce poste de montage genre Colpitts américain, modifié, comporte 2 lampes E₁ en parallèle, chauffage des filaments par accumulateurs : la tension plaque de 800 volts est fournie par une dynamo : le courant mis dans l'antenne est de 1,7 à 2 ampères : sa portée télégraphique englobe toute la France, l'Angleterre et la Hollande.

Il a été reçu en téléphonie, par les postes anglais 2 K F et 2 O D, sur 3 lampes, paroles et musique, parfois même sur 2 lampes ; par 5 L Z de Londres sur antenne de 5 mètres de longueur et 3 de hauteur.

Avec 3 lampes, et une très bonne réception, par M. Deloy 8 A B, à Nice ; par M. Luthi, à Genève, avec une seule lampe, montage ordinaire à réaction, réception excellente.

Liaison radiotéléphonique entre New-York et Londres. — Un récent numéro du « Daily Mail » de Londres donne un compte rendu d'expériences de téléphonie sans fil entre New-York et Londres.

La voix empruntait d'abord 90 kilomètres de ligne téléphonique avant de parvenir à la station Radio de Rocky-Point. La réception à la nouvelle usine de la Western Electric à New Southgate était très nette, bien que faite sur cadre de faibles dimensions.

Ces essais permettent d'espérer que la liaison, dans des conditions commerciales, pourra être réalisée, dans un avenir pas très éloigné, entre les deux continents.

Demandes

RADIO-AMATEURS, 46, rue Saint-André-des-Arts, prie MM. les constructeurs d'appareils et de pièces détachées de T. S. F. de leur adresser leur catalogue et de leur faire offre de fournitures.

EXAMEN D'APTITUDE à l'emploi de radiotélégraphiste de bord.

La date de la prochaine session d'examen pour l'obtention du certificat d'aptitude à l'emploi de radiotélégraphiste de bord est fixée au 12 mars 1923, à Paris.

Les candidats se réuniront à la Direction du Service de la Télégraphie sans fil, 5, rue Froidevaux.

Les dossiers complets et réguliers des candidats devront être adressés avant le 2 mars au Service de la Télégraphie sans fil, 5, rue Froidevaux, Paris (XIV^e) ; passé ce délai, les déclarations de candidature ne seront plus acceptées.

La session de Saint-Nazaire aura lieu le 22 mars, à l'hôtel des Postes de Saint-Nazaire ; les dossiers des candidats devront parvenir au Service de la Télégraphie sans fil avant le 12 mars.