

# L'ONDE ÉLECTRIQUE

**RADIOÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS  
SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES**

---

---

**BULLETIN DE LA  
SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS**

---

---

**Conférence de documentation. Amplificateurs à  
contre-réaction, par L. CHRÉTIEN.**

**Les divers modes de vibration du quartz piézo-  
électrique, par J. BENOIT.**

**L'exposition de T. S. F. de Londres.**

**La IX<sup>e</sup> exposition de T. S. F. italienne.**

**Société des Radioélectriciens.**

**Analyses — Brevets.**

**ÉTIENNE CHIRON, Éditeur, 40, rue de Seine, PARIS (VI<sup>e</sup>)**

**Prix : 9 fr.**

# L'ONDE ÉLECTRIQUE

Revue mensuelle publiée par la Société des Radioélectriciens

(Ancienne Société des Amis de la T. S. F.)

ABONNEMENT D'UN AN		Etienne CHIRON	PRIX
France.....	90 fr.	ÉDITEUR	DU NUMÉRO : 9 fr.
Étranger	{tarif faible 110 fr.	40, rue de Seine-PARIS	Tél. : DANTON 47-56
	{tarif fort. 120 fr.		
		CHÈQUES POSTAUX : PARIS 53-35	

## SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

Adresser la correspondance administrative et technique, et effectuer le versement des cotisations à l'adresse suivante :

### SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

14, avenue Pierre-Larousse

Malakoff (Seine)

Tél. : ALESIA 56-30

Compte de chèques postaux n° 697-38

Les correspondants sont priés de rappeler chaque fois le numéro d'inscription porté sur leur carte.

**CHANGEMENTS D'ADRESSE : Joindre 2 francs à toute demande.**

### BUTS ET AVANTAGES OFFERTS

La Société des Radio-Électriciens, fondée en 1921 sous le titre « Société des Amis de la T. S. F. », a pour buts :

1° De contribuer à l'avancement de la Radiotélégraphie théorique et appliquée, ainsi qu'à celui des Sciences et Industries qui s'y rattachent ;

2° D'établir et d'entretenir entre ses membres des relations suivies et des liens de solidarité (art. 1 des Statuts).

Les avantages qu'elle offre à ses membres sont les suivants :

1° Service gratuit de la revue mensuelle *L'Onde Électrique*.

2° Réunions mensuelles, avec conférences, discussions et expériences sur tous les sujets d'actualité technique.

3° Visites de diverses installations radio-électriques : stations d'émission et de réception, postes de navires et d'avions, laboratoires, radiophares, expositions, studios, etc.

4° Bibliothèque et prêt de livres ou de revues à domicile.

5° Abonnements circulaires à certaines revues.

6° Renseignements de tous ordres (joindre un timbre pour la réponse).

### COTISATIONS

Elles sont ainsi fixées :

1° Membres titulaires, âgés de moins de 21 ans ou en cours d'études (pendant 5 ans au plus) .. 48 fr.

2° Membres titulaires, particuliers..... 80 fr.

— sociétés ou collectivités..... 320 fr.

Les membres de ces deux catégories, résidant à l'étranger, doivent verser en plus, pour couvrir le supplément de frais postaux :

Pays ayant adhéré à l'accord de Stockholm..... 20 fr.

Autres pays..... 30 fr.

3° Membres à vie :

Les particuliers, membres titulaires, peuvent racheter leur cotisation annuelle par un versement unique égal à quinze fois le montant de cette cotisation, soit..... 1200 fr.

4° Membres donateurs :

Seront inscrits en qualité de donateurs, les membres qui auront fait don à la Société, en plus de leur cotisation, d'une somme égale au moins à..... 300 fr.

5° Membres bienfaiteurs :

Auront droit au titre de « Bienfaiteurs », les membres qui auront pris l'engagement de verser, pendant cinq années consécutives, pour favoriser les études ou publications techniques ou scientifiques de la Société, une subvention annuelle d'au moins..... 1.000 fr.

# L'ONDE ÉLECTRIQUE

---

CONFÉRENCES DE DOCUMENTATION

---

## AMPLIFICATEURS A CONTRE-RÉACTION

par L. CHRÉTIEN,

Ing. E. S. E.

---

*A la demande de nombreux lecteurs, nous reprenons ici la suite des « conférences de documentation », inaugurées en 1926, et qui ont pour objet de « faire le point » sur une question d'actualité.*

*La « contre-réaction » nous a paru mériter la première place; elle est, en effet, à la mode, et semble constituer un intéressant facteur d'amélioration de certains amplificateurs.*

*M<sup>r</sup> L. Chrétien, auteur d'un récent travail sur ce sujet, a bien voulu le résumer ci-dessous. — Nous renvoyons également le lecteur à plusieurs de nos analyses (novembre 1934, p. 55-A; juin 1937, p. 39-A; septembre 1937, p. 54-A et 57-A) et nous sommes en mesure d'annoncer d'autres études ultérieures sur la question.*

LA RÉDACTION.

L'emploi d'un couplage de contre-réaction dans un amplificateur n'est pas nouveau. A notre connaissance, le procédé a été signalé pour la première fois par H. S. Black dans le *Bell Technical journal*, janvier 1934, et dans *Electrical Engineering*, janvier 1934.

Jusqu'à ces derniers mois, le principe n'avait été utilisé que dans le cas d'amplificateurs spéciaux. Aujourd'hui, l'emploi de la

contre-réaction dans les récepteurs de T. S. F. ou les amplificateurs phonographiques semble se généraliser.

C'est pourquoi nous avons pensé consacrer l'article suivant à cette question.

Dans cette étude, nous avons surtout envisagé le côté pratique de la question. Après une étude générale sommaire du problème, nous avons indiqué les schémas principaux qu'on peut d'ailleurs varier à l'infini. Nous avons ensuite montré comment et à quelles conditions il est possible de corriger certains défauts des systèmes reproducteurs.

Chemin faisant, nous avons donné deux exemples d'application correspondant à des amplificateurs réalisés par l'auteur.

### Effet d'un couplage à contre-réaction.

Soit  $G$  le gain d'un amplificateur, défini comme le rapport des tensions entre  $S$ , tension de sortie et  $E$  tension d'entrée.

$$G = \frac{S}{E}$$

Imaginons qu'une fraction  $r$  de la tension de sortie soit introduite de nouveau dans l'amplificateur. Nous dirons que  $r$  est le taux de réaction.

La tension admise à l'entrée n'est plus  $E$  mais  $E + rS$  — avec la convention que  $r$  peut être positif (réaction positive) ou négatif (contre-réaction).

Les éléments de l'amplificateur n'ayant pas été modifiés, on a encore :

$$G = \frac{S}{E + rS}$$

Mais le gain vrai demeure toujours :  $\frac{S}{E}$ .

Un calcul élémentaire nous donne :

$$\frac{S}{E} = \frac{G}{1 - rG}$$

ce qu'on met sous la forme :

$$= \frac{1}{r \left( 1 - \frac{1}{rG} \right)}$$

Le terme  $rG$  est appelé *facteur de réaction*; physiquement, il correspond à la tension ré-introduite dans l'amplificateur par l'effet de la réaction pour une tension d'entrée égale à 1.

Nous verrons par la suite que la valeur normale du facteur de réaction est comprise entre 10 et 50. Il est, dans ces conditions, parfaitement légitime d'admettre que  $\frac{1}{rG}$  est négligeable par rapport à 1, dans l'expression précédente.

La formule qui donne le gain effectif de l'amplificateur à réaction devient alors :

$$\frac{S}{E} = - \frac{1}{r}$$

Sous la seule réserve que le facteur de réaction soit nettement plus grand que 1, nous arrivons à cette conclusion que le *gain de l'amplificateur ne dépend plus des éléments constitutifs de l'amplificateur (tubes, circuits de liaison, etc...) mais uniquement du facteur de réaction  $r$* . Par contre, il est évident que ce résultat n'est atteint qu'au prix d'un sacrifice souvent très important du « gain ». Si, par exemple, nous disposons d'un gain de 220, et que la fraction  $r$  soit de — 0,2 (chiffre courant), le gain de l'amplificateur réactif n'est plus que de : —  $\frac{1}{0,2}$  ou 5. Nous verrons d'ailleurs qu'il ne faut pas attacher une importance excessive à cette remarque.

### Effet sur la caractéristique de fréquences.

Le gain d'un amplificateur, défini plus haut comme le rapport entre les tensions d'entrée et de sortie est, dans la grande majorité des cas, variable avec la fréquence des tensions qu'il s'agit d'amplifier.

Dans un amplificateur à couplage par résistances-capacité, on observe une diminution du gain pour les fréquences basses (généralement à partir de 100-200 p/s) parce que la réactance des capacités de liaison cesse d'être négligeable par rapport aux résistances de charge des anodes.

A l'autre extrémité du spectre sonore, on observe une diminution du gain (généralement sensible à partir de 4.000 périodes) due aux capacités parasites dans les connexions ou dans les tubes eux-mêmes



et, parfois, à des condensateurs délibérément branchés en parallèle sur les circuits anodiques.

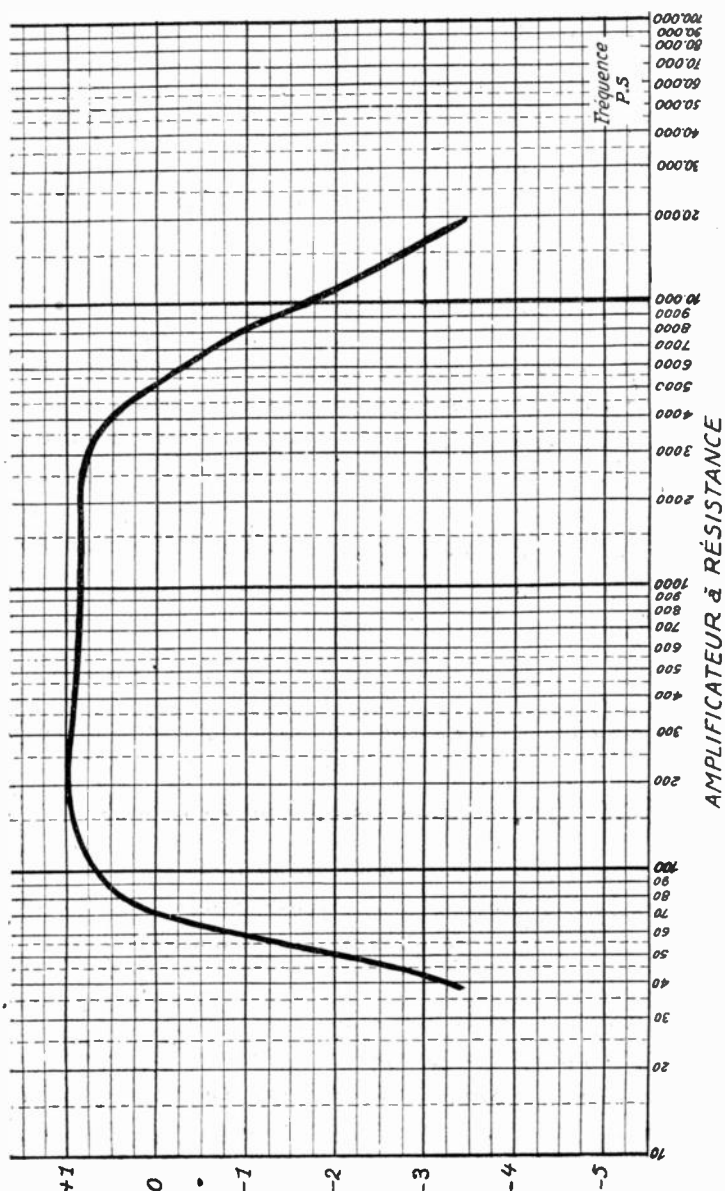


Fig. 1.

Nous donnons, figure 1, la courbe de transmission d'un amplificateur à résistances de bonne qualité moyenne. On peut naturelle-

ment faire beaucoup mieux, mais c'est au prix d'une plus grande complication.

S'il s'agissait d'un couplage par transformateurs, la courbe serait, en général, beaucoup moins favorable; aux causes précédentes

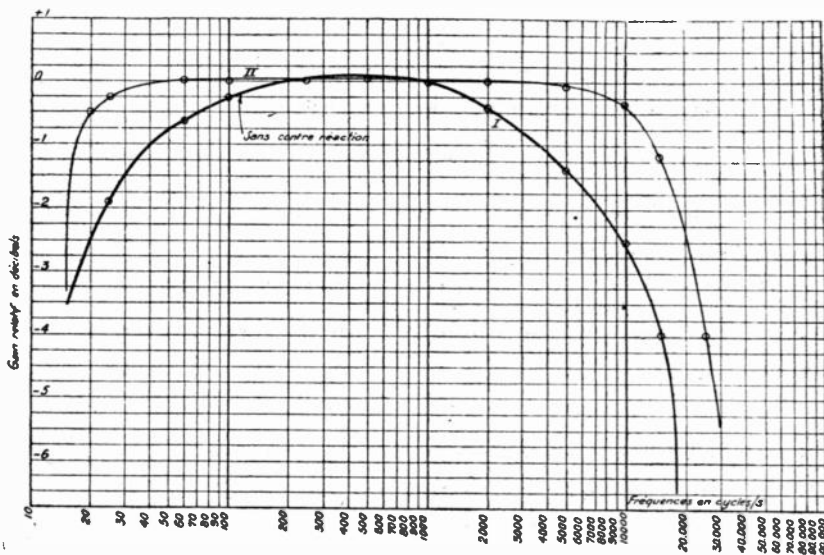


Fig. 2.

viendraient s'ajouter les effets complexes qui naîtraient dans le transformateur lui-même.

La caractéristique de fréquence traduit graphiquement ce fait que, par suite de défaillances dans les tubes ou dans les circuits, le gain n'est pas constant.

Or, nous venons de montrer que, dans un amplificateur à contre-réaction, le gain est *indépendant des tubes et des circuits*. Aussi peut-on en conclure que la régularité de la caractéristique doit être beaucoup plus grande. Ce résultat, établi théoriquement, est parfaitement vérifié par l'expérience.

Nous avons tracé figure 2, la caractéristique de fréquence du même amplificateur avec et sans réaction négative. On peut juger d'un coup d'œil que l'amélioration est considérable.

### Choix de $r$ , taux de réaction, limitation de l'amélioration.

Ce résultat est obtenu sous la réserve expresse que le facteur de réaction  $rG$  demeure notoirement plus grand que 1  $r$  est une constante que nous pouvons choisir à notre gré. Quant à  $G$  c'est une variable.

Le bénéfice apporté par la contre-réaction dépendra en premier lieu de  $r$ . Mais le premier devoir d'un amplificateur, c'est d'amplifier.

Comme le gain effectif est  $-\frac{1}{r}$ , le facteur  $r$  se trouvera pratiquement déterminé par la nécessité d'obtenir le « gain » dont nous avons besoin. Admettons qu'une amplification effective en tension de 10 soit suffisante. Nous choisirons, en conséquence, un taux de réaction de  $r = -0,1$  de telle sorte que le gain  $-\frac{1}{r}$  soit précisément de  $\frac{1}{0,1}$  ou 10 —.

Si le « gain » de l'amplificateur en l'absence de contre-réaction était de 200, le *facteur de réaction* correspondant au gain normal serait de  $-(0,1 \times 200)$  ou 20.

La formule  $-\frac{1}{r}$  cesse d'être applicable quand le facteur de réaction diffère peu de 1. Prenons, par exemple, 2 comme limite. Le gain correspondant de l'amplificateur sera, à ce moment, de  $-0,1 \times G = 2$  ou  $G = 20$ .

Nous pouvons donc en conclure que toutes les variations accidentelles de gain entre 20 et le maximum se trouveront substantiellement aplanies et que, par conséquent, la caractéristique de fréquences sera très largement prolongée aussi bien du côté des graves, que du côté des aiguës.

Toutefois, l'effet de la contre-réaction cessera de se faire sentir quand le gain sera tel que le facteur  $-rG$  deviendra comparable à 1. Il est aisé de voir que ces conditions adviendront quand le gain de l'amplificateur en l'absence de réaction deviendra, pour la fréquence considérée, du même ordre de grandeur que le gain correspondant au fonctionnement avec contre-réaction.

C'est cet effet que nous avons appelé dans un ouvrage sur la même question, un effet *de nivellement par le bas*.



Imaginons une caractéristique d'amplificateur fort accidentée comme celle de la figure 3. Cette caractéristique présente de profondes crevasses comme *abc* et des sommets élevés comme *cde*, correspondant à un « gain » beaucoup plus considérable.

Il ne faudrait pas imaginer, par exemple, que l'application d'une contre-réaction va permettre d'amplifier *davantage* les crevasses comme *abc* pour les amener au même niveau que le sommet *cde*.

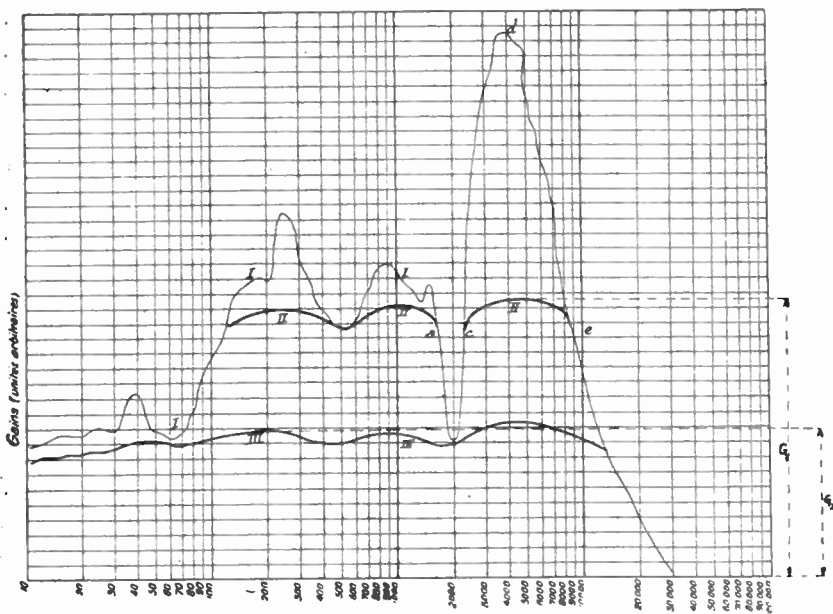


Fig. 3.

C'est exactement l'inverse. La contre-réaction diminuera le gain du sommet pour l'abaisser au niveau le plus bas que nous aurons choisi.

Si  $G_1$  est le gain minimum nécessaire, la courbe se limitera au tracé II. On constate que la crevasse *abc* n'est pas comblée.

Si nous voulons obtenir ce résultat, il faudrait nous contenter du gain  $G_2$ , la caractéristique devient alors la courbe III. A la réflexion ces résultats ne doivent pas surprendre. Ils ne sont que le prolongement, *dans l'autre sens*, des effets bien connus d'une *réaction positive*. Dans ce cas, nous obtiendrions une augmentation du gain

et cette augmentation intéresserait tout spécialement les fréquences déjà naturellement favorisées par l'amplificateur. C'est précisément pourquoi la réaction positive augmente la sélectivité d'un amplificateur à haute fréquence.

### Correction des distorsions non linéaires.

Il faut non seulement qu'un amplificateur ait un gain constant en fonction de la fréquence, mais encore en *fonction de l'amplitude*. Si cette condition n'est pas réalisée, une tension d'entrée sinusoïdale se traduira par une tension de sortie non sinusoïdale, c'est-à-dire accompagnée *d'harmoniques*.

Le phénomène est aussi causé, le plus souvent, par la courbure des caractéristiques des tubes et, quand des transformateurs sont utilisés, par des phénomènes plus complexes qui prennent naissance dans les circuits magnétiques.

On peut, d'après les raisonnements précédents, se douter que la contre-réaction amènera encore une amélioration considérable puisque l'expression du gain, avec contre-réaction, *ne comporte aucun élément susceptible de varier avec l'amplitude des tensions*. Mais on peut facilement chiffrer très exactement le bénéfice réalisé.

Soit  $rG$  le taux de contre-réaction appliqué à un amplificateur dont le taux de distorsion est de  $D$  en l'absence de couplage réactif. Soit  $d$  le taux de distorsion cherché, qui est, en définitive, constitué par la somme algébrique de  $D$  et de la distorsion correspondant à l'amplification de la fraction  $rd$ . On a donc, en définitive :

$$d = D + rdG$$

$$\text{d'où} \quad d = \frac{D}{1 - rG}$$

ou, en valeur absolue, quand il s'agit d'une réaction négative ( $r$  négatif).

$$d = \frac{D}{1 + rG}$$

Sous la même réserve que plus haut, cette expression est sensiblement égale à :  $\frac{D}{rG}$ .

En d'autres termes, le taux de distorsion se trouve divisé par le facteur de réaction. L'amélioration est donc considérable puisqu'en pratique, ainsi que nous l'avons déjà souligné, on sera amené à choisir un facteur de réaction compris entre 10 et 50. Le taux de distorsion sera donc de 10 à 50 fois plus faible.

### Distorsion par transmodulation.

Quand, à l'entrée d'un amplificateur, on introduit simultanément deux tensions pures de fréquence différente on retrouve, naturellement, ces fréquences dans le courant de sortie, *mais elles sont accompagnées de toute une série de « partiels », c'est-à-dire de composantes, qui ne sont point seulement des multiples des fréquences d'entrée, mais des combinaisons plus ou moins complexes de ces multiples ( $f_1 + f_2$ ;  $f_1 - f_2$ ,  $2 f_1 + f_2$ , etc...).*

Cet effet, peu connu des techniciens français, a, croyons-nous, une importance insoupçonnée. C'est lui qui permet d'expliquer pourquoi la reproduction fournie par certaines penthodes est si nettement désagréable malgré l'absence... théorique de distorsion mesurée par le procédé classique. C'est l'absence à peu près complète de cet effet qui confère aux triodes cette qualité de reproduction qui ne trompe pas les oreilles un peu exercées...

Or, il s'agit là, en somme, d'un type spécial de distorsion d'amplitude et il n'y a aucune raison pour que le calcul établi dans le paragraphe précédent ne soit pas valable. On obtiendra donc par l'effet de la contre-réaction une réduction considérable de la distorsion par transmodulation...

### Action sur les bruits parasites.

L'emploi de la contre-réaction permet encore de réduire considérablement les bruits parasites dont l'origine est dans l'amplificateur lui-même (ronflements par défaut de filtrage, bruit d'induction, etc...). S'il s'agissait d'un bruit produit dans le circuit de sortie, on pourrait montrer qu'il est, comme la distorsion, réduit dans le rapport  $-\frac{1}{rG}$ . D'une manière plus générale, le taux de réduction dépend de l'origine du bruit.

Dans un amplificateur à contre-réaction, on peut, par exemple, se contenter d'un filtrage sommaire du courant anodique qui alimente l'étage de sortie. En général, avec un taux de réaction moyen, le ronflement sera imperceptible. Il n'en serait pas de même s'il s'agissait du courant anodique des tubes d'entrée. On pourrait fort bien observer le résultat inverse, qui s'expliquerait par le fait que la contre-réaction améliore la caractéristique de reproduction jusque dans l'extrême grave.

En résumé, d'une manière générale, la contre-réaction aura pour effet de diminuer notablement toutes les composantes du courant de sortie n'ayant pas leur correspondance dans les tensions d'entrée. Cette remarque s'applique tout aussi bien aux bruits de fond, ronflements parasites, distorsions de diverse origine, etc....

### Correction des Amplificateurs.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que le taux de réaction  $r$  était indépendant de la fréquence. Mais si le taux de réaction est rendu fonction de la fréquence, il est possible d'obtenir des

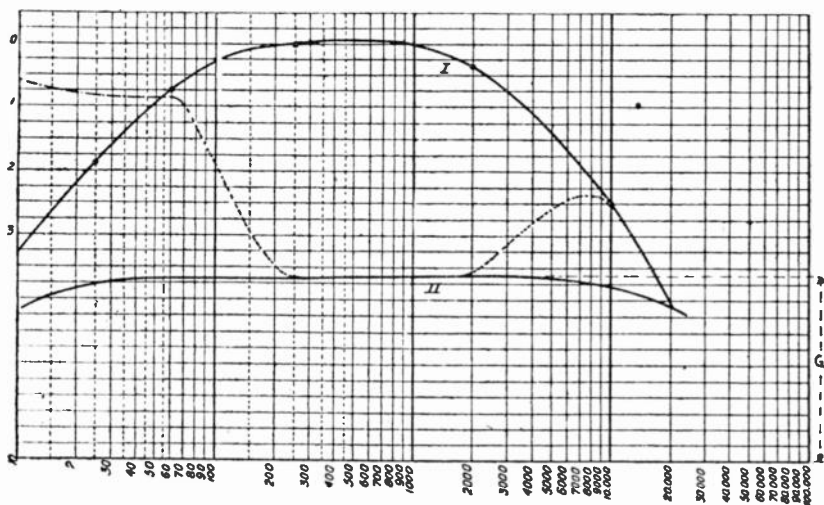


Fig. 4.

résultats intéressants pour corriger certains défauts des amplificateurs ou des reproducteurs.

Soit, par exemple (fig. 4), un amplificateur dont la courbe de

reproduction en l'absence de contre-réaction est I. En réduisant le gain à la valeur  $G_1$ , nous obtiendrons la courbe II pratiquement parfaite entre 15 et 20.000 périodes par seconde.

Mais, il s'agit de la courbe de reproduction de l'amplificateur. Le haut-parleur peut présenter certains défauts. Il peut, comme la plupart des haut-parleurs, présenter une importante diminution de rendement pour les fréquences inférieures à 200 périodes. Pour compenser ce défaut dans une certaine mesure, il serait souhaitable d'augmenter le gain de l'amplificateur.

Nous y arriverons aisément si nous utilisons un dispositif tel que le taux de réaction diminue au-dessous de 200 c/s pour s'annuler par exemple aux environs de 50 c/s. La caractéristique prendra l'allure marquée en pointillé sur la courbe.

On obtiendra le même résultat pour les fréquences élevées, en réduisant le taux de contre-réaction à partir de 2.000 périodes. La caractéristique prendra, dans ces conditions, la forme indiquée en pointillé.

D'après cela, on comprendra qu'il ne faut pas compter — en théorie tout au moins — obtenir, par exemple, une caractéristique comme celle que nous avons tracée en trait mixte.

En pratique, ce n'est cependant pas impossible. Mais il faut alors faire intervenir des phénomènes de réaction positive.

Il va sans dire que puisque la compensation de certains défauts entraîne la suppression de la contre-réaction par certaines fréquences, on perdra, par cela même, le bénéfice de la contre-réaction dans les zones correspondantes.

Si, par exemple, nous favorisons l'amplification des fréquences basses, nous ferons réapparaître le bourdonnement de secteur dû à un filtrage défectueux.

### Les deux classes de contre-réaction.

La contre réaction peut être empruntée au circuit de sortie en utilisant un schéma indiqué figure 5 ou un schéma indiqué figure 6. Dans le premier cas la contre-réaction est proportionnelle à *la tension utile*; dans le second cas, elle est proportionnelle à *l'intensité utile*. Les résultats peuvent être notoirement différents : on obtient dans



le premier cas une diminution de la résistance interne effective et, dans le second cas, une augmentation.

S'il s'agit d'un amplificateur destiné à la reproduction musicale, le premier résultat est plus généralement souhaitable. Un simple

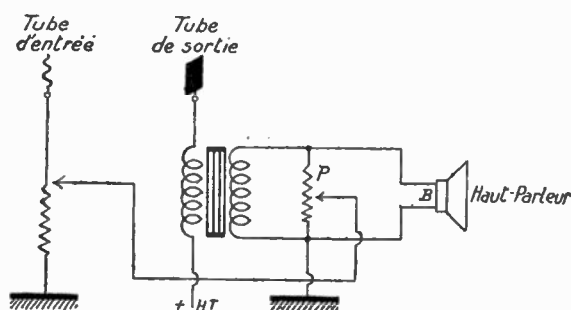


Fig. 5.

exemple va nous montrer pourquoi. Considérons le montage figure 5, dans lequel la réaction est proportionnelle à la tension aux bornes du haut-parleur. Ce dernier présente des résonances mécaniques pour certaines fréquences acoustiques. On sait que le résultat est une augmentation considérable de l'impédance correspondante. En

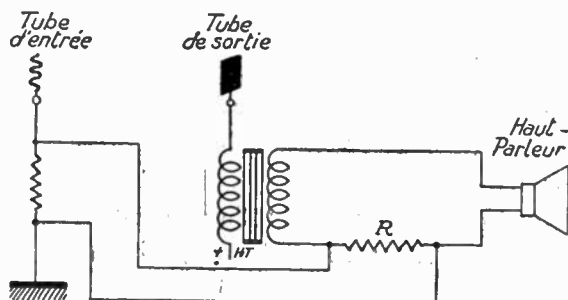


Fig. 6.

conséquence, nous observerons une augmentation de tension aux bornes de la bobine mobile et une augmentation proportionnelle du facteur de réaction. Il y aura donc une diminution de *gain* qui annulera pratiquement l'effet de la résonance. Tout se passera donc comme si le haut-parleur était fortement amorti par une résistance placée en parallèle sur la bobine mobile.

Si, au contraire, la contre-réaction est appliquée conformément

au croquis 6 nous observerons, au moment de la résonance mécanique, une diminution de l'intensité utile et, en conséquence, une diminution de la contre-réaction. Le défaut du système mobile se trouvera donc encore exagéré. Dans ce cas la contre-réaction a pour effet de maintenir l'intensité utile constante quelles que soient les circonstances. Elle correspond, en fait, à une augmentation de la résistance apparente de l'étage final. Ce résultat ne peut guère avoir d'intérêt que dans certains amplificateurs de mesure.

D'autre part, dans ce dernier cas, il est évident qu'une partie de la puissance fournie par l'étage final est soustraite au haut-parleur. Cette fraction peut ne pas être négligeable puisqu'elle est précisément égale au taux de réaction.

### Écarts de phase en fonction de la fréquence.

Il est nécessaire que la réaction appliquée à l'amplificateur soit réellement une *contre-réaction*. En d'autres termes, il faut qu'il y ait aussi exactement que possible opposition de phase ( $180^\circ$ ) entre la tension d'entrée et la tension de sortie. Or, dans un amplificateur normal, le déphasage entre les tensions d'entrée et les tensions de sortie varie avec la fréquence.

Si les conditions optima sont réalisées dans la bande des fréquences moyennes de (400 à 2.000 périodes) nous observerons un déphasage en avant pouvant atteindre  $80^\circ$  pour les fréquences basses et en arrière, pouvant même dépasser  $90^\circ$  pour les fréquences aiguës. Le graphique correspondant est tracé figure 7.

S'il s'agit d'un étage, couplé par transformateur, l'écart peut atteindre des valeurs beaucoup plus considérables. C'est ainsi que, dans la courbe figure 8 il est voisin de  $180^\circ$  pour les fréquences de l'ordre de 10.000 c/s.

Si nous avons réglé le montage pour qu'il ait effectivement contre-réaction dans la zone moyenne, il y aura nécessairement *réaction positive* pour les fréquences les plus élevées.

Cela ne veut pas dire nécessairement qu'il y aura instabilité et oscillations. Il faut, pour cela, que le *taux de réaction positive* soit suffisamment élevé et que le gain correspondant de l'amplificateur ait une certaine grandeur.

Le problème peut, d'ailleurs s'étudier dans tous ses détails (1).  
S'il s'agit d'un amplificateur à deux ou plusieurs étages le pro-

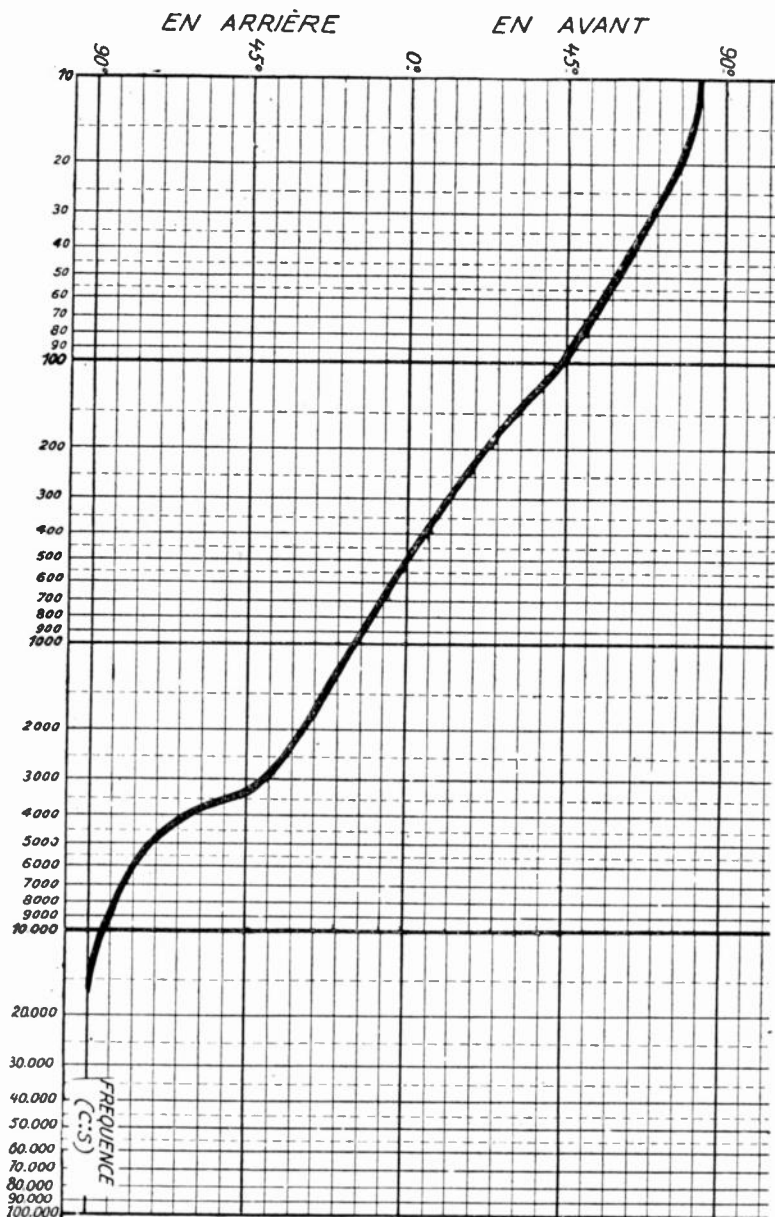


Fig. 7.

(1) Voir à ce sujet E. Peterson, J.-G. Kreer et L.-A. Ware, *Regeneration Theory and Experiment*, Proc. I. R. E., vol. 22, page 1191, octobre 1934.

blème se pose d'une manière beaucoup plus pressante; il est évi-

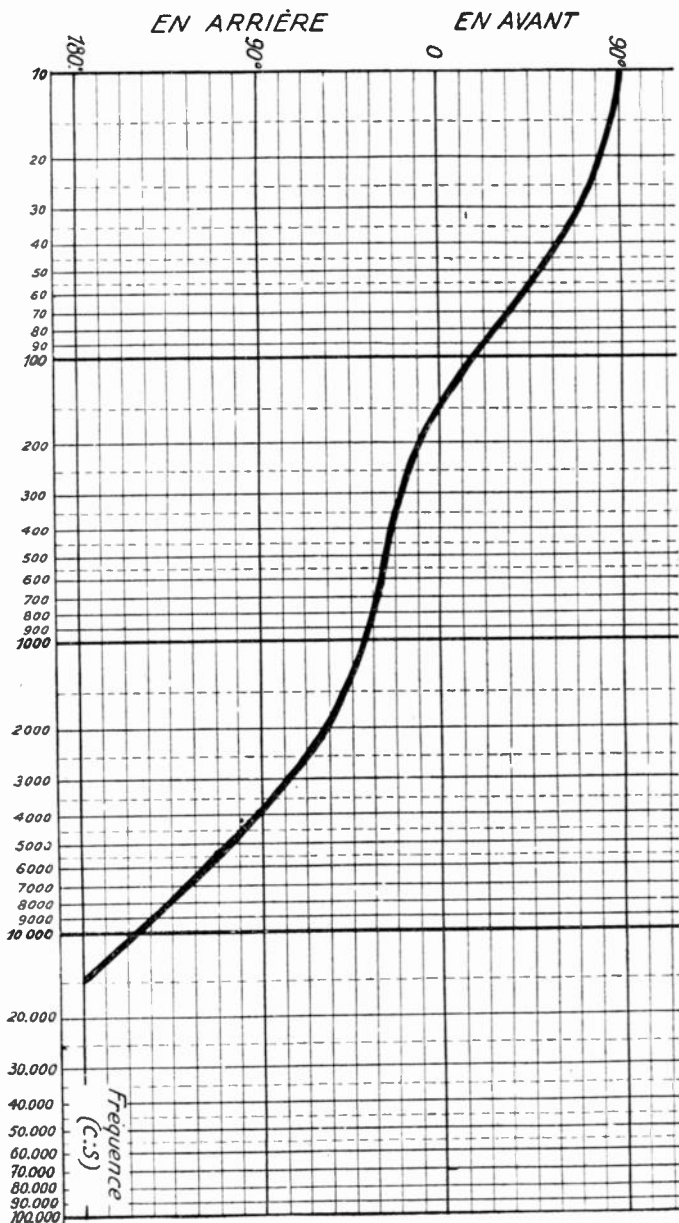


Fig. 8.

dent que chaque étage apporte son propre écart. Ainsi deux étages couplés par résistances apportent un écart qui va de  $+180$  à

—  $180^\circ$  par rapport à la phase des fréquences moyennes. C'est donc l'extrême limite, à moins que le gain devienne tel que, pour ces fréquences extrêmes, le facteur de réaction soit négligeable. S'il s'agit de couplage par transformateur l'écart peut atteindre  $270^\circ$ . Des mesures spéciales doivent être prises pour obtenir un fonctionnement stable.

Il en sera généralement de même pour un amplificateur comportant par exemple, trois étages couplés par-résistance. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur cette importante question.

### Contre-réaction sur l'étage final.

Les plus importantes déformations prennent habituellement naissance dans l'étage final. Il est donc tout naturel de songer à la contre-réaction pour en corriger les défauts.

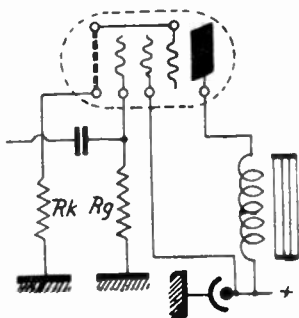


Fig. 9.

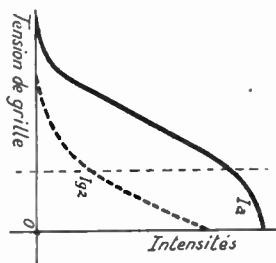


Fig. 10.

*1° Réaction proportionnelle à l'intensité utile.* — Un moyen extrêmement simple pour obtenir la contre-réaction consiste à ne pas shunter la résistance de cathode par l'habituel condensateur électrochimique. Le schéma correspondant est donné figure 9.

Ainsi, beaucoup d'amateurs ont fait de la contre-réaction sans le savoir. Remarquons, toutefois, que ce système simpliste est d'application limitée.

Tout d'abord, le taux de contre-réaction est forcément réduit (en pratique —  $r = 0,05$ , avec un tube à pente élevée comme le tube AL3) puisque la valeur de  $Rk$  est fixée rigidement par les constantes du tube.

D'autre part, la résistance  $Rk$  est parcourue, non seulement par



le courant anodique, mais encore par le courant d'écran ( $I_{g_2}$ ). Si nous traçons les deux caractéristiques correspondantes (fig. 10) nous constatons que les courbures au point de fonctionnement sont en sens inverse. Il est évident, dans ces conditions, que la réaction ainsi obtenue sera une cause non négligeable de distorsion.

Le montage de la figure 11 permet d'éliminer la composante variable du courant d'écran et d'obtenir ainsi, véritablement, une contre-réaction proportionnelle à l'intensité de courant utile. Mais

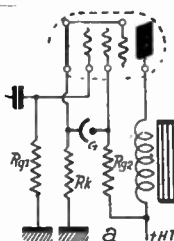


FIG. 11.

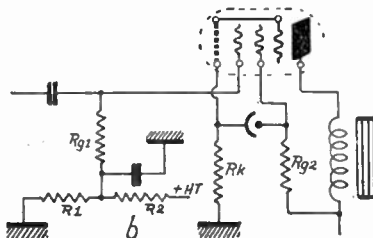


FIG. 12.

il reste l'inconvénient d'avoir un taux de réaction trop faible.

Les montages figures 12 et 13 permettent de tourner la difficulté. La résistance de cathode  $R_k$  est choisie de telle sorte que le facteur de réaction soit suffisant. Dans ces conditions la polarisation du tube serait exagérée si des artifices de montage, différents dans les deux cas, ne venaient rétablir les conditions normales.

Nous avons eu l'occasion d'examiner ici même un montage « cathodyne » destiné à obtenir des tensions égales et décalées de  $180^\circ$  pour l'attaque d'un étage final symétrique. Il s'agissait là d'un montage à contre-réaction avant la lettre. La dissymétrie observée dans certains cas était évidemment due au fait que le facteur  $r$  était fonction de la fréquence.

2° Réaction proportionnelle à la tension utile. — Nous avons indiqué plus haut que ce type de réaction est, en général, plus intéressant, parce qu'il se traduit par une diminution de la résistance apparente de l'étage final.

(A suivre.)

L. CHRÉTIEN.

# LES DIVERS MODES DE VIBRATION DU QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE

par Jean BENOIT,  
Préparateur à la Sorbonne.

---

## SOMMAIRE

- I. — L'étude de l'électrisation des plaques de quartz par traction ou pression a conduit à la production d'oscillations entretenues de plaques soumises à un champ électrique alternatif. De même, on a pu obtenir des vibrations torsionnelles de barres ou cylindres de quartz, en mettant en jeu le phénomène inverse de l'électrisation par torsion. Enfin, au phénomène inverse de l'électrisation par flexion, correspondent des vibrations transversales.
  - II. — Ces quelques modes vibratoires ont pu être récemment observés simultanément sur des cylindres creux de quartz, de révolution autour d'un axe parallèle à l'axe optique.
  - III. — Le coefficient de température des vibrations circulaires de tels cylindres est très faible. Ils pourront donc être utilisés comme étalons de fréquence et de temps.
  - IV. — Note sur la liaison entre l'électrisation par pression et l'électrisation par torsion.
- 

## I. — GÉNÉRALITÉS SUR LES MODES VIBRATOIRES DU QUARTZ

Avant d'examiner la nature et le mode de production des diverses vibrations observées, nous rappellerons succinctement les phénomènes piézoélectriques qui furent à l'origine de la découverte des mieux connues de ces vibrations.

1. *Électrisation du quartz par pression ou traction (Curie).* — Considérons une lame rectangulaire de quartz à coupe Curie, c'est-à-dire ayant son épaisseur  $e$  dirigée suivant l'un des axes électriques  $AA'$  du cristal (fig. 1), axe que nous prendrons comme axe  $Ox$  (fig. 2); les autres dimensions sont  $l'$  et  $l$  respectivement parallèles à l'axe optique ( $Oz$ ) et à l'axe  $Oy$  perpendiculaire au plan des deux précédents, et que nous appellerons le troisième axe.

Les principales lois de l'électrisation du quartz par pression ou traction, découvertes par P. et J. Curie, peuvent s'énoncer (1) :

1° Quelle que soit la direction de la pression appliquée sur le cristal, la polarisation produite est toujours normale à l'axe optique.

2° Une compression uniforme parallèle à l'axe optique ne produit aucune polarisation.

3° Si on exerce une pression  $f$  suivant  $Ox$ , il apparaît sur la face de la lame qui était située du côté de la troncature du cristal (A sur

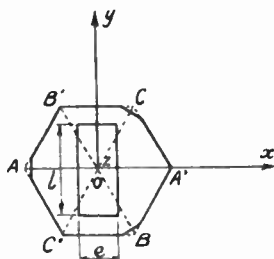


Fig. 1.

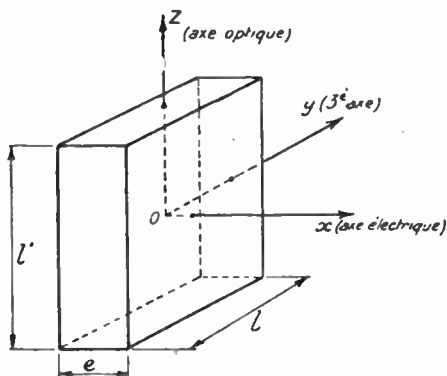


Fig. 2.

la fig. 1) une charge négative  $-q$ ; sur l'autre face apparaît  $+q$ .

On a :  $q = 6,45 \times 10^{-8} f$ .

Si on exerce au lieu d'une pression une traction suivant  $Ox$  les signes des charges qui apparaissent, sont inversés.

4° Si on exerce une pression  $f$  suivant  $Oy$ , il apparaît une charge  $q = 6,45 \times 10^{-8} \frac{l}{e} f$ . La charge est positive là où elle était négative dans le cas précédent, et vice-versa.

2. *Électrisation du quartz par torsion.* — Découvert par Röntgen (2) en 1883, ce phénomène a été repris plus tard (3, 4).

Soit un cylindre de quartz, de révolution autour de l'axe optique. On sait que si on fait arriver sur une des bases du cylindre un rayon polarisé rectilignement, le rayon sortant est encore polarisé rectilignement, mais le plan de polarisation a tourné autour du rayon dans un sens qui dépend du cristal et que nous appellerons sens de la rotation optique du cristal.

Si maintenant, on exerce une torsion du cylindre autour de son

axe, dans le sens de sa rotation optique, une charge positive se répartit sur la surface latérale du cylindre et des charges négatives sur les deux bases (fig. 3). Les signes des charges sont inversés si la torsion a lieu dans le sens contraire de la rotation optique.

Si le cylindre est creux (tube de quartz), les 2 charges de signes

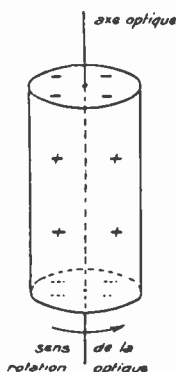


Fig. 3.

contraires se répartissent, l'une sur la surface latérale externe, l'autre sur la surface interne.

Quand on supprime le couple de torsion, le cristal dégage des quantités d'électricité qui annulent celles apparues par torsion.

Nous reviendrons sur les lois quantitatives du phénomène et verrons qu'elles sont prévues aussi bien que celles de l'électrisation par pression, par la théorie de Voigt.

3. *Phénomènes piézoélectriques inverses.* — Les phénomènes que nous venons de rappeler peuvent s'exprimer de la façon suivante : une déformation du cristal de quartz produit une polarisation électrique.

Inversement (Lippmann), l'apparition d'une polarisation électrique doit être la cause de déformations du cristal : dilatations, contractions, torsions, flexions.

Si on fait varier périodiquement cette polarisation, on doit obtenir des déformations variant périodiquement, et si la fréquence de ces déformations est en résonance avec celle d'une vibration mécanique correspondante, on aura des vibrations entretenues.

Les phénomènes piézoélectriques inverses envisagés d'un point de

vue non plus statique, mais dynamique conduisent donc aux divers modes vibratoires du quartz que nous allons décrire rapidement.

4. *Vibrations longitudinales.* — Nous réservons ce nom aux vibrations donnant lieu à des ondes de compression et de dilatation le long de la direction de leur propagation.

Nous allons examiner, comme dans les paragraphes suivants, le cas des plaques, des barres parallélipédiques, et des cylindres.

On peut faire vibrer une plaque rectangulaire à coupe Curie en la soumettant à un champ électrique alternatif de fréquence convenable et parallèle à son épaisseur. Langevin et Cady ont été les premiers à réaliser l'entretien électrique de telles vibrations. Cady trouva deux fréquences fondamentales que nous appellerons, suivant l'usage,  $f_1$  (vibrations suivant le troisième axe,  $Oy$ ) et  $f_3$  (vibrations suivant l'axe électrique,  $Ox$ ). Puis Hund découvrit une troisième fréquence fondamentale,  $f_2$ , qu'il attribua à des vibrations ayant lieu suivant l'axe optique, ce qui semble confirmé par la mise en évidence, grâce à une méthode interférentielle, de déformations suivant l'axe optique quand la plaque est soumise à un champ constant parallèle à l'axe électrique (5).  $f_1, f_2, f_3$  satisfont d'après Hund aux formules :

$$f_1 l = 278,5 \pm 30 \quad f_2 l' = 294,5 \pm 30 \quad f_3 e = 287 \pm 5$$

donnant  $f_1, f_2, f_3$  en kilocycles si  $l, l', e$  (fig. 2) sont évaluées en centimètres.

Hund a également trouvé trois fréquences fondamentales pour des lames à coupe Curie, non plus rectangulaires, mais circulaires, et l'on a alors :

$$f_1 d = 271,5 \pm 5 \quad f_2 d = 383 \pm 5 \quad f_3 e = 287,0 \pm 5$$

$d$  étant le diamètre en centimètres. Les vibrations de fréquence  $f_3$  ont lieu suivant l'axe électrique. On trouvera les renseignements relatifs aux directions des vibrations de fréquence  $f_1$  et  $f_2$ , qui se font dans le plan de la plaque, dans une conférence de Jouaust (6).

Supposons que dans une plaque rectangulaire à coupe Curie, la dimension  $e$  (ou  $l$ ) devienne grande par rapport aux deux autres. C'est alors une barre de quartz dont la longueur est parallèle à  $Ox$  (ou  $Oy$ ). Un champ électrique parallèle à  $Ox$  produit dans ces deux sortes de barres des vibrations suivant  $Ox$ , comme pour les plaques.



Geibe et Scheibe (7) ont mis en évidence, par un procédé de luminescence, non seulement le mode vibratoire fondamental mais aussi ses partiels.

Enfin on a observé (8) des vibrations longitudinales le long de l'axe et le long des rayons d'un cylindre de quartz de révolution

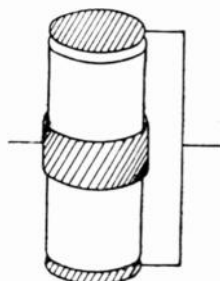


Fig. 4.

autour de l'axe optique. Divers montages d'électrodes peuvent les produire. Le plus intéressant est celui représenté par la figure 4, car il a permis d'obtenir aussi des vibrations de torsion et des vibrations transversales.

5. *Vibrations de torsion.* — Avec un champ excitateur parallèle au troisième axe, on a pu faire vibrer des lames analogues à celles à coupe Curie mais dont l'épaisseur est parallèle au troisième axe.

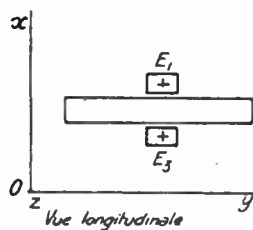


Fig. 5 a.

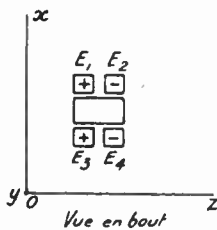


Fig. 5 b.

Ces vibrations s'expliquent par les effets de torsion autour de l'axe optique que le champ doit produire dans ces conditions, d'après la théorie de Voigt.

Considérons à nouveau des barres dont les dimensions sont parallèles à  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ . En disposant autour d'une barre dont la longueur est parallèle au troisième axe ( $Oy$ ), des électrodes comme l'indiquent les schémas 5a ou 5b, on produit des torsions autour

de l'axe  $Oy$ . La réalisation est analogue si la barre a sa longueur parallèle à l'axe optique.

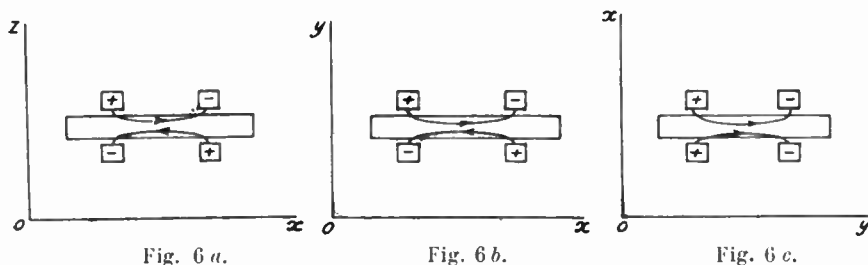
L'un des modes vibratoires produits avec le montage de la figure 4 pour un cylindre, correspondait également, dans les expériences de Hund et Wright, à des vibrations de torsion autour de l'axe optique. En effet, les fréquences observées étaient 63, 118, 179, 296, et 331, kilocycles, et celles calculées d'après la formule donnant la fréquence des vibrations torsionnelles autour de l'axe d'un cylindre

( $f = \frac{p}{2l} \sqrt{\frac{E_2}{D}}$  où  $p$  est l'ordre du mode vibratoire,  $E_2$  le module de torsion égal à  $5,085 \times 10^{11}$  et  $D$  la densité du quartz égale à 2,65) sont : 59,8 119,6 179,4 239,2 299,0 358,8.

6. *Vibrations transversales.* — J. R. Harrison (9) fut le premier à noter la possibilité de produire des vibrations transversales.

Elles sont faciles à mettre en évidence pour les barres de quartz.

En plaçant des électrodes comme l'indiquent les schémas 6a, 6b, 6c, la barre sera animée de vibrations transversales parallèles



respectivement à l'axe optique ( $Oz$ ), le troisième axe ( $Oy$ ), l'axe électrique ( $Ox$ ) : les extrémités de la barre ont des mouvements parallèles à  $Oz$ ,  $Oy$  ou  $Ox$ .

Toujours avec le montage d'électrodes de la figure 4, une des fréquences d'oscillations du cylindre coïncide avec la valeur calculée d'après la formule qui donne la fréquence des vibrations transversales

d'un cylindre ( $f = \frac{d \times \psi_p^2}{8\pi l^2} \sqrt{\frac{E_t}{D}}$  où  $E_t$  est le module d'élasticité,  $D$  la densité,  $l$  la longueur,  $d$  le diamètre du cylindre et  $\psi_p$  un nombre caractéristique de l'ordre vibratoire  $p$ ).

Le cylindre peut donc être animé de vibrations transversales.

Dans les quelques expériences que nous venons de mentionner rapidement, l'excitation des vibrations transversales ou de torsion demandait en général des champs non uniformes qu'on produisait par des montages à trois ou quatre électrodes.

Nous avons réservé un examen plus détaillé aux recherches récentes de Ny Tsi Ze et Sun Hung Fang (10), car elles ont abouti à une synthèse de tous les modes vibratoires que nous avons signalés, synthèse réalisée avec un seul montage simple d'électrodes appliquées à un cylindre de quartz creux.

## II. — FRÉQUENCES FONDAMENTALES DE TUBES DE QUARTZ DE RÉVOLUTION AUTOUR D'UN AXE PARALLÈLE À L'AXE OPTIQUE

Dans le cylindre interne est placée une tige de laiton et la paroi cylindrique externe est entourée par un tube de laiton dont le diamètre dépasse de 0 mm. 25 celui du cylindre de quartz. Les électrodes sont maintenues par deux bouchons d'ébonite s'il le faut. Ce condensateur cylindrique est inséré dans divers circuits.

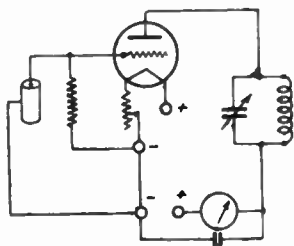


Fig. 7.

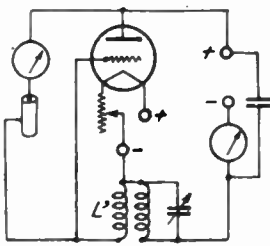


Fig. 8.

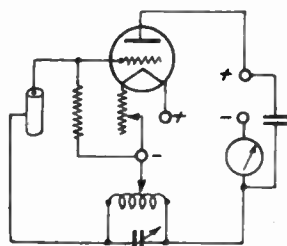


Fig. 9.

1. *Circuits d'excitation.* — Ils sont de trois types :

— *a) Le circuit ordinaire de Pierce (figure 7).*

Le tube de quartz y vibre aussi aisément qu'une lame de quartz ordinaire et y présente deux fréquences fondamentales désignées par  $f_1$  et  $f_2$  dans la table I.

— *b) Le montage oscillateur de la figure 8.*

Le quartz entre en vibration quand la fréquence propre du circuit

est très voisine de la sienne. Cinq fréquences fondamentale ( $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5$ ) ont été obtenues avec ce montage.

— c) *Un circuit utilisant une seule bobine, montée en Hartley.*

Ce montage donne  $f_1, f_2, f_3$ , et  $f_5$ .

2. *Fréquences fondamentales observées* : Elles sont réunies dans la table I.

TABLE I

N <sub>o</sub>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$l$	6,45 cm.	5,25 cm.	6,30 cm.	3,05 cm.	0,74 cm.	0,49 cm.	3,0 cm.	2,71 cm.
$R$	0,43 cm.	1,35 cm.	1,0 cm.	0,99 cm.	0,99 cm.	0,88 cm.	0,85 cm.	0,87 cm.
$r$	0,1 cm.	0,33 cm.	0,25 cm.	0,25 cm.	0,25 cm.	0,25 cm.	0,25 cm.	0,27 cm.
$r/R$	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,28	0,29	0,31
$f_1$	170 Kc	242 Kc	324 Kc	332 Kc	347 Kc	370 Kc	398 Kc	410 Kc
$f_1 (R - r)$	261	248	243	245	256	231	239	246
$f_2$		151,5 Kc	204 Kc	204,7 Kc	189,6 Kc	222 Kc	222,8 Kc	212 Kc
$f_2 \times \pi 3 (R + r)$		265	267	266	247	262	257	253
$f_2 \times \pi 3 (R + r)$								
$f_3$				70,9 Kc			73 Kc	81 Kc
$f_3 \times l$				216			219	220
$f_4$				102,1 Kc				112,5 Kc
$f_4 \times l$				311				305
$f_5$								
IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	Moyenne
7,3 cm.	2,32 cm.	3,25 cm.	3,2 cm.	1,67 cm.	3,2 cm.	2,98 cm.	2,74 cm.	
1,18 cm.	0,63 cm.	0,78 cm.	0,78 cm.	0,78 cm.	0,95 cm.	1,18 cm.	1,16 cm.	
0,55 cm.	0,33 cm.	0,52 cm.	0,52 cm.	0,52 cm.	0,73 cm.	0,96 cm.	0,96 cm.	
0,47	0,52	0,67	0,67	0,67	0,76	0,81	0,83	
	910 Kc	1057 Kc	1052 Kc	1050 Kc		1380 Kc	1380 Kc	
	273	275	274	273		303	275	260
281 Kc	512 Kc	407 Kc	411 Kc	408 Kc	324,5 Kc	260 Kc	260,3 Kc	260
								277
253	257,5	277,5	280	278	286	292	290,5	
	96 Kc	67,5 Kc	68,8 Kc	132,5 Kc	68,6 Kc	73 Kc	80 Kc	
	222	219	220	221	219	217	219	220
			97,1 Kc	195 Kc		104,2 Kc	114 Kc	
			310	326		311	312	312
							233,7 Kc	

1°  $f_1$  ne dépend que de  $R - r$  et on a :  $f_1 = \frac{260}{R - r}$  Kc si  $R$  et  $r$  sont en centimètres. La constante 260, moyenne des valeurs obtenues pour quatorze cylindres, oscille de 10 % autour de cette valeur. Quand  $\frac{r}{R}$  est supérieur à 0,6, elle approche la valeur qui

intervient dans la formule de Hund donnant la fréquence des vibrations d'une plaque suivant son épaisseur.

$f_1$  doit donc correspondre à des vibrations radiales suivant l'épaisseur de la paroi du cylindre.

2°  $f_2$  est fonction seulement du rayon moyen du cylindre. Nous verrons que, dans chaque plan normal à l'axe, ces vibrations ont lieu suivant les cercles centrés sur l'axe.

Quand  $\frac{r}{R}$  est inférieur à 0,31 (cylindres n° II à VIII de la table I)

on a :  $f_2 = \frac{C_1}{\frac{\pi}{3}(R + r)} Kc$ , et la vibration a lieu en trois segments,

les ventres, se trouvant, comme nous le verrons, aux extrémités des axes électriques AA', BB', CC'.  $C_1$  est voisin de 260.

(Quand  $\frac{r}{R} > 0,47$  (cylindres IX à XVI de la table I) le cylindre vibre en six segments, les ventres se trouvant aux extrémités des axes électriques; et :  $f_2 = \frac{C_2}{\frac{\pi}{6}(R + r)} Kc$ .  $C_2$  est voisin de 277.

$C_1$  et  $C_2$  diminuent lentement quand  $\frac{r}{R}$  s'approche de 0,5 par valeurs inférieures ou supérieures.

La valeur exacte de  $\frac{r}{R}$  pour laquelle se fait la transition de la vibration en trois segments à celle en six segments, dépend un peu de la fréquence : dans la table II relative uniquement à l'étude de  $f_2$ , les fréquences varient de 171 à 520 Kc et cette valeur de transition de 0,48 à 0,51 (11).

3°  $f_3$  peut être excitée dans les deux montages *b* et *c*. Elle ne dépend que de la longueur des cylindres et satisfait à :  $f_3 = \frac{220}{l_{cm}} Kc$ .

En égalant les valeurs observées pour  $f_3$  à celles calculées d'après la formule théorique relative aux vibrations de torsion d'un cylindre

$\left(f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E_2}{D}}\right)$  on trouve pour  $E_2 : 5,13 \times 10^{11}$  en bon accord avec

la valeur donnée par Voigt, Ricke et Pockels.  $f_3$  correspond donc à des vibrations de torsion autour de l'axe optique.



TABLE II

N <sub>o</sub>	<i>l</i>	<i>r</i>	R	$\frac{r}{R}$	<i>f</i> <sub>2</sub>	$f_2 \times \frac{\pi}{3} (R+r)$	$f_2 \times \frac{\pi}{3} (R+r)$
1	3.05 cm.	0.25 cm.	0.99 cm.	0.252	204,7 Kc	266	
2	1.95	0.25	0.985	0.254	198	256	
3	1.74	0.285	0.96	0.297	198.2	258	
4	1.39	0.29	0.80	0.36	215	246	
5	3.3	0.28	0.76	0.366	233	254	
6	3.5	0.375	0.94	0.40	177	244	
7	3.3	0.33	0.75	0.44	202	229	
8	1.75	0.36	0.76	0.47	183.9	216	
9	1.9	0.94	1.95	0.482	170.7		258
10	1.9	0.94	1.91	0.491	172.5		258
11	1.35	0.41	0.80	0.51	401		254
12	0.93	0.495	0.96	0.516	343.5		262
13	1.35	0.41	0.791	0.518	406		255
14	2.32	0.325	0.625	0.52	522		260
15	1.95	0.52	0.98	0.53	323.5		254
16	1.74	0.45	0.80	0.56	409		267
17	1.67	0.52	0.78	0.67	408		278
18	3.2	0.73	0.95	0.77	324.5		286
19	1.37	1.18	1.43	0.825	209.5		286
20	2.74	0.96	1.16	0.83	260.3		289

4°  $f_i$  a été obtenue dans le circuit *b*. Comme  $f_s$ , elle ne dépend que de *l*, et on a :  $f_i = \frac{312}{l_{cm}}$  Kc. La constante 312 est voisine de celle d'une lame circulaire vibrant le long de l'axe optique. De plus, en comparant  $f_i$  à la fréquence  $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E_1}{D}}$  de vibrations longitudinales parallèles à l'axe du cylindre, on trouve pour le module d'élasticité  $E_1 : 10,3 \times 10^{11}$  valeur voisine de celle trouvée directement par Voigt.  $f_i$  doit donc correspondre à des vibrations longitudinales parallèles à l'axe optique.

5° Enfin le cylindre n° XVI de la table I a une cinquième fréquence fondamentale  $f_s$  trouvée dans les circuits *b* et *c*. Elle coïncide à peu près avec celle calculée d'après la formule théorique donnant la fréquence des vibrations transversales d'un cylindre

creux :  $f = \frac{\Psi_p^2}{4\pi} \sqrt{\frac{E_1}{D}} \frac{\sqrt{R^2 + r^2}}{l^2}$  où  $\Psi_p = 4,71$  pour le mode fondamental.

Signalons qu'une ou deux autres fréquences fondamentales ont été observées mais leur nature reste encore très obscure.

Ces différents modes vibratoires ont été étudiés par les figures obtenues avec de la poudre de lycopode, ou par les points lumineux observés entre nicols croisés quand le quartz est traversé parallèlement à son axe par un faisceau de lumière polarisée.

C'est par ces procédés qu'on a trouvé la nature des vibrations correspondant à  $f_2$  ainsi que le nombre des ventres et des nœuds de ces vibrations circulaires et qu'on a remarqué que les ventres sont sur les axes électriques.

### III. — EMPLOI DE CYLINDRES CREUX DE QUARTZ COMME ÉTALONS DE FRÉQUENCE

L'étude de la fréquence des vibrations circulaires en fonction de la température a été faite en comparant cette fréquence par battements avec la fréquence fixe d'une plaque de quartz maintenue à température constante. La pente des courbes obtenues en portant en abscisses la température et en ordonnées la variation relative de fréquence par million de périodes par seconde, donne le coefficient de température. Celui-ci dépend beaucoup de  $\frac{r}{R}$ .

1° Lorsque les vibrations ont lieu en trois segments  $\left(\frac{r}{R} < 0,5\right)$ , le coefficient de température est toujours positif. Il augmente d'abord rapidement avec la température, puis il reste à peu près constant. A une température donnée, il est d'autant plus petit que  $\frac{r}{R}$  est plus grand.

Sa valeur pour le cylindre n° 1 de la table II  $\left(\frac{r}{R} = 0,252\right)$  par exemple, est  $+ 35 \times 10^{-6}$  par degré à 15°C et  $+ 60 \times 10^{-6}$  à 70°C tandis que pour le n° 8  $\left(\frac{r}{R} = 0,47\right)$  il est de  $+ 7 \times 10^{-6}$  à 15° et  $+ 12 \times 10^{-6}$  à 70°.

Le cylindre n° 11, pour lequel la valeur de  $\frac{r}{R}$  correspond juste au passage au mode vibratoire en six segments, a encore un coefficient de température positif mais plus petit que celui de tous les cylindres vibrant en trois segments.

2° Quand  $\frac{r}{R}$  est supérieur à 0,5, les vibrations se font en six segments et le coefficient de température est négatif. Sa valeur absolue croît quand la température croît, et, à une température donnée, elle est d'autant plus grande que  $\frac{r}{R}$  l'est. Le dernier cylindre ( $\frac{r}{R} = 0,825$ ) par exemple a un coefficient de  $-14 \times 10^{-6}$  à  $15^\circ$  et  $-20 \times 10^{-6}$  à  $50^\circ$ .

3° Considérons maintenant les cylindres nos 9, 13, 14 de la table II pour lesquels  $\frac{r}{R}$  vaut : 0,482, 0,518, 0,520 valeurs juste supérieures à celles pour lesquelles il y a transition des vibrations en trois segments à celles en six segments. Leur coefficient de température est seulement  $+1 \times 10^{-6}$  par degré aux températures ordinaires; il décroît quand la température augmente et devient pratiquement nul sur un intervalle d'environ  $10^\circ$  autour de  $70^\circ$ ; puis il devient négatif. Sur un intervalle de plus de  $20^\circ$  il n'est pas supérieur à  $0,5 \times 10^{-6}$ . Cette valeur est cinquante fois plus faible que celle relative à une lame à coupe Curie et cinq fois plus petite que celle d'un anneau toroïdal étudié par Essen (12) et qui sert d'étalon au Laboratoire National de physique d'Angleterre. Seules les plaques à taille à  $30^\circ$  et telles que la normale aux faces fait  $55^\circ$  ou  $138^\circ$  avec l'axe optique du cristal, ont d'aussi faibles coefficients de température (13).

On pourrait objecter que les cylindres convenables doivent avoir un rapport  $\frac{r}{R}$  voisin de 0,5. Mais cela ne limite pas leur emploi puisque la fréquence des vibrations circulaires dépend comme nous l'avons vu de  $R + r$  et non de  $\frac{r}{R}$ .

Leur taille simple et leurs propriétés permettraient donc d'en faire de bons étalons de fréquence ou de temps.

#### IV. — NOTE SUR LES LOIS DE L'ÉLECTRISATION DU QUARTZ PAR TORSION

La valeur absolue de la charge développée par un couple de torsion de moment N, sur chaque surface d'un cylindre creux de

longueur  $l$ , rayon externe  $R$ , rayon interne  $r$  est donnée d'après Tawil (14) par :

$$Q = K \frac{Nl}{\pi (R^2 - r^2)} \quad \text{où } K \text{ est une constante.}$$

D'après Ny Tsi Zé et Tsien Ling Chao, on aurait (15) :

$$Q = k \frac{Nl}{4R(R - r)} \quad \text{où } k \text{ est une constante.}$$

Or voici quelques résultats expérimentaux :

TABLE III

$l$	6,6 cm	6,6 cm	6,6 cm	6,6 cm
$2R$	2,35 cm	1,57 cm	2,35 cm	0,87 cm
$\frac{r}{R}$	0,82	0,71	0,48	0,23
$k$	$9,2 \times 10^{-8}$	$9,3 \times 10^{-8}$	$9,4 \times 10^{-8}$	$9,4 \times 10^{-8}$
$K$	0,128	0,124	0,106	0,086

La formule de Tawil représente moins bien les résultats de l'expérience sauf lorsque  $\frac{r}{R}$  est supérieur ou égal à  $\frac{2}{3}$  environ.

Tawil et Ny avaient considéré l'électrisation par torsion comme un phénomène distinct de la piézoélectricité. P. Langevin et J. Solomon (16) ont montré que la théorie de Voigt prévoyait la piézoélectricité et permettait de calculer la valeur de  $Q$  :

$$Q = \frac{2d_{11} Nl}{(R^2 + r^2) \log \frac{R}{r}} \quad \text{où } d_{11} \text{ est une constante.}$$

(Voigt :  $d_{11} = 1,93 \times 10^{-8}$ ). Ils firent remarquer que, quoique différente des formules empiriques trouvées, celle-ci donnait d'après les mesures de Ny citées plus haut les valeurs

$2,1 \times 10^{-8}$   $2,1 \times 10^{-8}$   $2,0 \times 10^{-8}$  et  $2,3 \times 10^{-8}$  pour  $d_{11}$ , en bon accord avec la valeur  $1,93 \times 10^{-8}$  donnée par Voigt.

Un court calcul va nous montrer que la relation théorique se réduit dans certaines conditions aux formules empiriques. Posons en effet :  $\frac{r}{R} = 1 - x$ . Comme on a toujours  $0 < \frac{r}{R} < 1$ ,  $x$  est

compris entre 0 et 1 et on peut alors développer suivant les puissances croissantes de  $x$  la quantité  $(R^2 + r^2) \log \frac{R}{r}$ , ce qui donne :

$$R^2 \left[ 2x - x^2 + 2 \sum_{n=3}^{+\infty} \frac{n^2 - 2n + 2}{n(n-1)(n-2)} x^n \right]$$

$$\text{ou : } R^2 \left[ 1 - \frac{r^2}{R^2} + 2 \sum_{n=3}^{+\infty} \frac{n^2 - 2n + 2}{n(n-1)(n-2)} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^n \right]$$

qu'on peut écrire :

$$\text{soit : } (R^2 - r^2) \left( 1 + \frac{2R}{R+r} \Sigma \right) \quad (1)$$

$$\text{soit : } R(R-r) \left( 1 + \frac{r}{R} + 2\Sigma \right) \quad (2)$$

$$\text{avec : } \Sigma = \sum_{n=3}^{+\infty} \frac{n^2 - 2n + 2}{n(n-1)(n-2)} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{n-1}.$$

On voit tout de suite que si  $\frac{R-r}{R}$  est très petit, c'est-à-dire si le cylindre est à paroi mince et à grand diamètre, l'expression (1) est très voisine de  $R^2 - r^2$ , donc la formule théorique se réduit à celle de Tawil. Ceci explique pourquoi la formule de Tawil était en accord avec l'expérience si  $\frac{r}{R} > \frac{2}{3}$ .

Mais, dans le cas général, la comparaison de (1) et (2) aux formules empiriques montre que  $K$  serait :

$$\frac{2\pi d_{11}}{1 + \frac{2R}{R+r} \Sigma} \text{ et } k \text{ serait : } \frac{8d_{14}}{1 + \frac{r}{R} + 2\Sigma}$$

Si  $\frac{r}{R}$  décroît de 1 à 0,  $\Sigma$  croît, donc  $K$  décroît. C'est bien ce qu'avaient remarqué Ny et Tsien.

Au contraire la dérivée de  $k$  par rapport à  $\frac{r}{R}$  étant du signe de  $- \left[ 1 - 2 \sum_{n=3}^{+\infty} \frac{n^2 - 2n + 2}{n(n-2)} \left(1 - \frac{r}{R}\right)^{n-2} \right]$ ,  $k$  croît puis décroît quand  $\frac{r'}{R}$  croît de 0 à 1. Mais  $\frac{r'}{R}$  et  $\Sigma$  varient en sens inverse,

on s'explique le peu de variation de  $k = \frac{8d_{44}}{1 + \frac{r}{R} + 2\Sigma}$ . De fait, si

$\frac{r}{R}$  prend les valeurs indiquées à la table III,

$$\frac{8}{1 + \frac{r}{R} + 2\Sigma} \text{ prend les valeurs } 4,4 \quad 4,4 \quad 4,7 \quad 4,1.$$

La théorie de Voigt permet donc de vérifier que la formule de Ny Tsi Ze est une bonne approximation pour l'évaluation des charges développées par torsion. Elle donne les lois de la « stréphotoélectricité » qui n'est donc pas distincte de la piézoélectricité.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. F. BEDEAU. — Mémorial des Sciences physiques. Fasc VI, 1928.
2. RONTGEN. — Wied. Ann. der Phys. 18, 213, 1883.
3. E. P. TAWIL. — C. R. 187, 1042 (1928).
4. NY TSI ZE et TSIEN LING CHAO. — C. R. 198, 1395 (1934).
5. NY TSI ZE et TSIEN LING CHAO. — C. R. 184, 1645 (1927).
6. JOUAUST. — O. E. 473 (1935).
7. E. GIEBE et A. SCHEIBE. — Zeits. Phys. 46, 607 (1927).
8. A. HUND et R. WRIGHT. — Bur. Stand. J. Res. 4, 383 (1930).
9. J. R. HARRISON. — Proc. I. R. E. 15, 1040 (1927).
10. NY TSI ZE, TSIEN LING CHAO et SUN HUNG FANG. — Proc. I. R. E. 24, 1484 (1936).
11. NY TSI ZE et SUN HUNG FANG. — Chinese J. Phys. 2, 145 (1936).
12. L. ESSEN. — Proc. Roy. Soc. 155, 498 (1936).
13. KOGA. — O. E. 457 et 498 (1936).
14. E. P. TAWIL. — C. R. 199, 1025 (1934).
15. NY TSI ZE et TSIEN LING CHAO. — C. R. 199, 1101 (1934).
16. P. LANGEVIN et J. SOLOMON. — C. R. 200, 1257 (1935).

## L'EXPOSITION DE T. S. F. DE LONDRES

---

Le Salon de la T. S. F. traditionnel s'est tenu à l'Olympia de Londres en août 1937. Nous résumons ci-dessous quelques observations intéressantes sur le matériel qui s'y trouvait.

\*  
\* \*

### Récepteurs de radio-diffusion.

Le modèle le plus courant est le superhétérodyne « standard » à 4 lampes : par rapport à 1936, le changement principal est l'adoption, bien plus fréquente, d'une gamme d'ondes courtes — ou même, dans les postes soignés, de plusieurs. On signale en particulier plusieurs postes qui « descendent » à 5 ou 6 mètres, et quelques-uns dont la gamme s'étend presque sans interruption, de 10 à 2.000 mètres. Les constructeurs savent rendre la réception des ondes possible, non seulement en théorie, mais aussi entre les mains inexpertes d'un auditeur quelconque, grâce à une démultiplication très soignée de la commande (1) et à une échelle de lecture suffisamment dilatée.

Le montage standard à 4 lampes est assez souvent perfectionné par l'adjonction d'un étage supplémentaire, ou bien en basse fréquence, ou bien en haute fréquence (avant changement, et même en ondes courtes). — On note une augmentation sensible des puissances de sortie annoncées : couramment 5 à 8 watts, parfois 12 à 15; les étages de sortie étant généralement des tétrodes « à faisceau électronique dirigé » ou à « distance critique », c'est-à-dire sans émission secondaire; la pentode est en régression. — On trouve aussi les triodes ou tétrodes associées en push-pull.

Le changement de fréquences sur ondes très courtes est facilité par l'emploi d'hexodes-triodes avec oscillatrice séparée.

---

(1) Souvent associés à un « volant » qui, une fois lancé, entretient la rotation.



La contre-réaction semble se développer; la sélectivité variable ne se trouve guère que sur les postes coûteux; l'« expansion des contrastes » est encore exceptionnelle.

De nombreux postes à batterie subsistent; la puissance de sortie y est limitée à 400 ou 500 milliwatts, mais c'est déjà suffisant avec les haut-parleurs sensibles que l'on est arrivé à construire; la consommation plaque ne dépasse d'ailleurs pas 8 à 10 milliampères, grâce à l'emploi de lampes de sortie convenables et de montages économiseurs à polarisation automatiques.

Enfin, le poste à amplification directe, à partir de 3 lampes, existe toujours un peu; il est souvent muni d'une ou deux gammes d'ondes courtes et d'un antifading — parfois on améliore sa sélectivité par adjonction d'un bouchon (accordé par exemple sur le National Droitwich).

### Télévision.

Un grand effort technique a été fait sur les récepteurs de télévision; en ce domaine neuf, il n'y a pas de solution « standard », et les appareils présentés se font remarquer par leur ingénieuse variété. — On entrevoit cependant une catégorie « bon marché » (6.000 à 10.000 fr.) avec récepteur simple et tube cathodique de petites dimensions (écrans de 7 à 10 cm. de côté); et une catégorie « de luxe » (jusqu'à 30.000 fr.) avec récepteurs soignés, utilisables aussi en radiodiffusion ordinaire, et gros tubes cathodiques (écrans de 30 à 40 cm. de côté).

Les tubes cathodiques sont de modèles très divers, généralement très sensibles (8 volts pour la déflation du faisceau) et utilisent indifféremment la commande magnétique ou électrostatique. — A signaler la solution originale Philips, d'un tube à petit écran très brillant ( $8 \times 10$  cm) avec projection de l'image, par un bon objectif ( $f/1,9$ ) sur un écran plus grand ( $40 \times 50$  cm); le tube est alimenté sous 25.000 volts.

Les récepteurs eux-mêmes procèdent de techniques diverses; en raison de la grande largeur de bande à transmettre, le gain par étage est limité; mais on emploie des lampes spéciales à très grande pente ( $7 \text{ mA}/\nu$ ) et deux constructeurs n'hésitent pas à réaliser

6 étages successifs en haute fréquence directe (gain total annoncé : 50.000). Ailleurs on emploie le changement de fréquence avec des M. F. de 6 à 13 Mégacycles, et certains suppriment résolument une des deux « bandes latérales » de la modulation; le problème de la séparation des tops de synchronisation reçoit des solutions très variées.

Pour le balayage, la thyatron et la triode à vide poussé mènent un combat encore indécis.

• •

### Les lampes et accessoires.

En dehors des modèles spéciaux pour télévision, et des nouvelles tétrodes de puissance, mentionnées ci-dessus, on observe en général plutôt une diminution dans les performances annoncées, au profit d'une plus grande régularité ou commodité d'emploi. — La série « Internationale » avec culot Octal et caractéristiques « américaines » semble gagner du terrain. — Plusieurs maisons présentent pour ondes ultra-courtes, des diodes à faibles capacités, des triodes ou pentodes « gland », et des triodes de puissance (13 watts sur  $\lambda = 1^m$ ).

La question des antennes surélevées avec feeders blindés pour télévision, a fait l'objet de solutions intéressantes; une exhibition antiparasite sur les ondes de 7-8<sup>m</sup> est donnée par le Post Office. Par ailleurs, on signale les progrès des haut-parleurs à aimant permanent, et l'apparition d'un modèle (de marine) de puissance 300 watts avec rendement 50 %.

Dans les appareils de mesure, nombreux sont les « lampemètres » (certains à lecture directe avec zones coloriées sur les cadrans « bon-mauvais » —), les ponts de mesure, les « q-meters » (surten-sion-mètres), et les générateurs étalonnés; certains de ceux-ci « descendent », à  $\lambda = 10$  mètres, parfois à 5 mètres, par l'emploi de bobines interchangeable ou l'utilisation des harmoniques. — On signale un générateur Cossor, particulièrement destiné à être adjoint à un oscillographe pour l'observation visuelle des courbes de sélec-tivité : les impulsions de balayage produisent automatiquement une variation synchrone de la fréquence de  $\pm 15$  Kc/s, de sorte que l'étude d'un récepteur devient très facile.

## LA IX<sup>e</sup> EXPOSITION DE T. S. F. ITALIENNE

---

Les hasards d'un voyage à l'étranger nous ont conduit à Milan alors que venait de s'y ouvrir, au milieu du mois de septembre, l'Exposition annuelle italienne de T. S. F. Mieux que Rome, Milan, ville d'ailleurs très industrielle, pouvait en effet abriter ce Salon, au voisinage même du célèbre château Sforzesco. Nous nous sommes naturellement empressé de visiter l'Exposition, et d'y recueillir des renseignements, à l'usage des lecteurs de *l'Onde Électrique*.

---

Logée au milieu du Parc de Milan, l'Exposition Italienne de T. S. F. n'a sans doute pas l'importance de notre Salon national, et ne groupe pas autant de constructeurs. Elle est cependant fort intéressante, d'un côté par le soin tout particulier que certains



Fig. 1.

fabricants italiens apportent au fini de leur matériel, d'autre part parce que plusieurs techniques étrangères y voisinent, ce qui permet des comparaisons fructueuses. L'exposition, en effet, n'est pas uniquement italienne, et les étrangers y sont largement représentés. Si nous avons eu le regret de n'y trouver aucun constructeur français, l'Allemagne y accueillait les visiteurs par une haie d'antennes verticales antiparasites Siemens, à droite et à gauche de la porte d'entrée; l'Angleterre, la Hollande, avec Philips, l'Amérique aux Crossley, Kennedy, Fada, etc... y participaient également.

Ce qui pouvait tout d'abord frapper le visiteur, était le développement des maisons italiennes construisant des haut-parleurs et s'occupant d'électro-acoustique (phonographes, public-address, etc...). De très nombreux modèles, témoignant de nombreuses recherches pour l'amélioration de la qualité de reproduction étaient présentés.

## Membranes exponentielles; spiders assurant un grand amortisse-

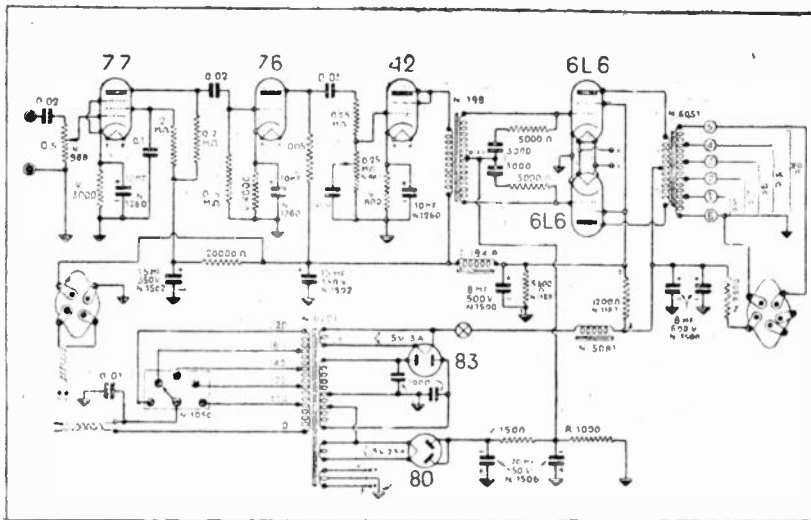


Fig. 2.

sement des vibrations propres étaient en général adoptés. Reprenant une disposition utilisée par Brown en Angleterre vers 1927, un pavillon exponentiel de grand diamètre était parfois placé devant l'électrodynamique (fig. 1). Les avantages invoqués étaient l'accroissement de la résistance de rayonnement (d'où meilleur rendement), la suppression de vibrations parasites, et une meilleure répartition du faisceau sonore dans un angle de 90°. Les amplificateurs associés utilisent souvent la contre-réaction, si à la mode actuellement. Ils se présentent dans beaucoup de cas sous la forme de panneaux verticaux analogues, comme aspect, aux « racks » des téléphones. Quelques constructeurs n'hésitent pas à en donner le schéma très détaillé, le schéma de câblage, et à indiquer le prix séparé de toutes les pièces et organes entrant dans leurs appareils. La figure 2 montre



maisons italiennes, mais encore par Telefunken. Son prix est de 430 liras (ou, si on l'achète à crédit de 80 liras auxquelles viennent s'ajouter 12 versements de 35,60 liras). L'appareil a une seule gamme d'ondes, de 194 à 580 mètres. Il comporte une amplification en haute fréquence, une détectrice et une amplification basse fréquence. C'est d'ailleurs la même lampe qui, avec un montage réflex, fonctionne simultanément en HF et en BF. Valve comprise, il y a donc trois tubes. On notera que, comme pour le récepteur populaire allemand, le prix n'est pas très bas (on peut trouver en France, pour un prix analogue, certains superhétérodynes à 5 lampes et 3 gammes d'onde); cela provient sans doute de ce que les organes composant le poste — et en particulier le haut-parleur — sont assez soignés et robustes.

\*  
\* \*

Un organisme dont il est nécessaire de parler est l'« Ente Radio Rurale ». C'est un office d'État, chargé de développer la radiophonie dans les écoles, dans les campagnes, et d'une façon générale dans



Fig. 4.

les « organisations du régime » (faisceaux, travailleurs volontaires, syndicats, etc...). L'Ente Radio Rurale, qui est subventionné par le budget de l'état, organise des émissions, des cours de T. S. F. — y compris des cours pré militaires — et vend également des appareils. Le type standard (fig. 4), très simple, coûte 550 liras (ou 120 liras et six versements de 80 liras).

Les lampes de rechange pour les appareils de l'Ente Radio Rurale sont procurées à des conditions avantageuses. Au 31 août 1937, cet organisme avait ainsi fourni des appareils pour 10.738 écoles, 11.446 sièges d' « organisations du régime », et 22.184 récepteurs ruraux. Les industriels italiens ne paraissent d'ailleurs pas se plaindre de cette concurrence officielle.

\*  
\*\*

Les pièces détachées étaient assez peu nombreuses, et il semble que le nombre soit moins grand, en Italie, des amateurs qui construisent eux-mêmes leur poste. Nous avons noté des transformateurs-secteur en boîtier bakélite, ce qui donne un aspect excellent, mais n'est peut-être pas très favorable pour dissiper la chaleur. De nombreuses pièces en ces matières internationales qui ont nom Micallex, Trolitul, d'un côté, et Ferrocarr, Sirufer, de l'autre. Un assez grand nombre de cadrans de condensateurs, à translation *verticale*.

Quelques maisons présentaient des appareils de mesure, mais surtout Alliochio Bacchini, de Milan, exposait toute une série d'appareils de haute précision, qui nous ont paru être ceux de General Radio, mais montés dans des boîtiers différents (fréquencemètre, condensateurs variables étalons, Q Meter, etc...).

\*  
\*\*

La télévision était représentée par un récepteur très soigné, construit par SAFAR (441 lignes *interlacées*,  $2 \times 25$  images par seconde, écran de  $22 \times 27$  centimètres, puissance consommée 260 watts, poids 28 kilogrammes, durée garantie de l'oscillographe 1.000 heures).

Du côté émission, un « télépantoscope », sorte d'icône permettant, dit la notice, des analyses à plus de 500 lignes, et garanti 1.000 heures; également, des photographies de la station émettrice à ondes ultra-courtes du Monte Mario, près de Rome.

\*  
\*\*

Enfin, comme dans toute exposition qui se respecte, les services de radio diffusion présentaient des maquettes des stations à ondes



moyennes et à ondes courtes, situées près de Rome, cette dernière très complète et possédant — ou allant posséder — de multiples

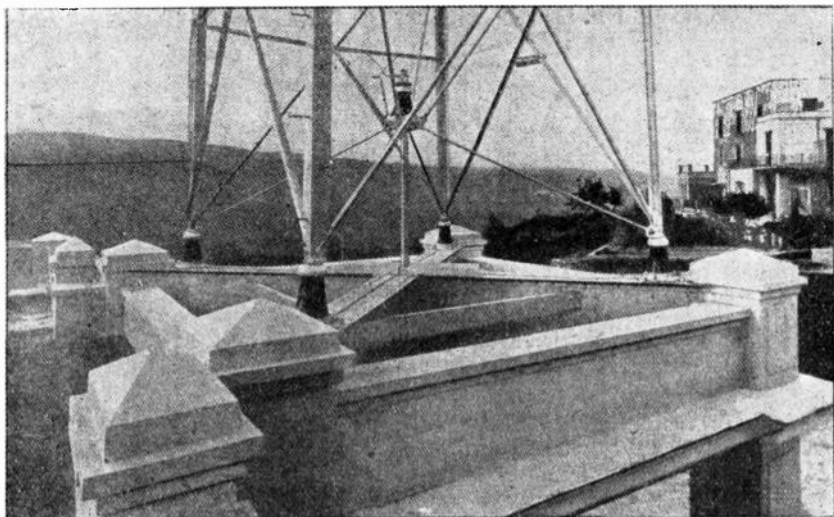


Fig 5.

antennes dirigées. On voyait également une reproduction de la nouvelle station de Naples, de 10 kw, à antenne-pylône sans hauban, les 4 membrures principales reposant sur de gros isolateurs de porcelaine (fig. 5).

*Un Visiteur.*



# SOCIÉTÉ DES RADIOÉLECTRICIENS

## Cotisations 1938.

---

Les membres de la Société des Radioélectriciens sont instamment priés de de vouloir bien régler sans plus attendre leur cotisation 1938, de préférence en utilisant la formule de chèque postal encartée dans le présent numéro.

Nous rappelons que l'Assemblée Générale de novembre s'est vue dans l'obligation de porter le taux des cotisations à :

80 fr. pour les particuliers, membres titulaires.

320 fr. pour les Sociétés et Collectivités.

Le supplément pour les membres résidant à l'étranger étant porté lui-même à :  
20 fr. pour les pays ayant adhéré à l'accord de Stockholm.

30 fr. pour les autres.

Nous espérons que tous nos membres voudront bien, malgré les difficiles circonstances actuelles, soutenir la Société et sa Revue *l'Onde Électrique*, en renouvelant sans retard cette cotisation <sup>1</sup>.

Nous signalons en outre à leur attention que, seules, les cotisations de « membres donateurs » (300 fr.) et de « membres bienfaiteurs » n'ont pas été augmentées.

En outre, nous serions très reconnaissants (et nous en témoignerions en publiant leurs noms dans *l'Onde Électrique*) à ceux de nos lecteurs qui pourraient majorer leur cotisation d'une somme quelconque à titre de soutien.

## Bibliothèque.

Le déménagement du Laboratoire National de Radio-Électricité a entraîné celui de notre Bibliothèque. M. Bedeau, président, a demandé à M. le Professeur Darmois de nous accorder l'hospitalité du Laboratoire d'Enseignement de Physique, à la Sorbonne.

Nous remercions vivement M. le Professeur Darmois d'avoir immédiatement accédé à cette demande.

Nous rappelons que les livres et revues peuvent être, sur demande, communiqués à nos Sociétaires de province, par envoi postal, aux conditions suivantes :

1<sup>o</sup> Absence totale d'un mois ;

2<sup>o</sup> Remboursement des frais d'expédition, et, si l'ouvrage venait à se perdre, son remplacement.

Nous possédons en principe, les ouvrages analysés dans ces colonnes, et les collections suivantes de revues :

*En langue française* : *l'Onde Électrique* (depuis l'origine), *Journal Télégraphique*, *Journal des Télécommunications* (depuis 1930).

R. E. F.

---

1. En réponse à certaines questions qui nous ont été posées par lettre à l'occasion de cette Assemblée Générale, précisons qu'une augmentation moindre de la cotisation, ne nous aurait pas donné la sécurité voulue pour 1938. Par ailleurs on nous a suggéré la fusion avec d'autres Sociétés : nous faisons observer que notre Société résulte déjà de la fusion de la « Société des Amis de la T. S. F. » et de la « Société Française d'Études de Télégraphie et de Téléphonie sans Fil » (depuis 1929) ; enfin, que notre Secrétariat, et certaines séances, sont communs avec la « Société des Électriciens ». Il n'y a donc pas d'économie appréciable à espérer dans ce sens.

*T. S. F. Moderne, Radio-Revue, Radio-Électricité*, pendant leurs années de publication.

*En langue anglaise : Wireless World*, 1919; *Radio-Review*, 1920 à 1922; *Wireless World and Radio Review*, 1922 à 1924.

*Experimental Wireless, Experimental Wireless and Wireless Engineer. Wireless Engineer*, depuis l'origine (1923).

*Proceedings Wireless Section I. E. E.*, depuis 1927.

*Proceedings Institute Radio Engineers*, 1925 à 1929 seulement.

*General Electric Review*, depuis 1922.

*Bureau of Standards Journal of Research*, depuis 1928.

*Journal Inst. El. Eng. Japan*, depuis 1933.

*En langue allemande : Jahrbuch der Drahtlosen... etc.*, puis *Zs. für Hochfrequenztechnik* puis *Hochfrequenztechnik*, depuis 1922.

*Elektrische Nachrichtentechnik*, depuis 1926.

Diverses revues en russe, polonaises, japonaises.

### Anciennes collections.

Nous signalons à nos nouveaux membres, qui seraient désireux de compléter leur collection de *l'Onde Électrique*, que nous pouvons encore leur fournir les années suivantes :

complètes : 1923, 1924, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934.

Certains numéros sont épuisés aux années, 1935, 1936.

Il existe également encore des Tables des Matières récapitulatives des années 1922-1927 d'une part, 1928-1932 d'autre part.

### Abonnements circulaires.

Nous avons reçu un nombre suffisant d'inscriptions pour tenter de faire fonctionner des abonnements circulaires, à certaines revues étrangères. Ceux de nos membres qui nous ont déjà écrit à ce sujet recevront une circulaire spéciale. S'il s'en trouve d'autres intéressés par la question, qu'ils veuillent bien nous avvertir d'urgence.

### Sections spécialisées.

Nous renouvelons également notre appel en vue de la formation éventuelle de « sections spécialisées », où seraient abordés et discutés, plus librement qu'en réunion générale, des sujets intéressant particulièrement certains points de la technique : récepteurs de radio-diffusion ; mesures ; télévision, etc.

---



---

## OFFRES D'EMPLOI

On demande un très bon ingénieur radio, ayant 5 à 10 ans d'industrie, capable de diriger un laboratoire d'études de postes de T. S. F., de réaliser des maquettes, d'étudier et de mettre en route leur fabrication en série.

Écrire en mentionnant références et prétentions à M. R. François, Ingénieur E. S. E., 23, r. du Château, Neuilly-sur-Seine.

On demande un ingénieur pour émission à grande puissance et essais sur ondes ultra-courtes. Situation d'avenir.

Laboratoires Radio-Électriques, 22, rue de l'Oasis, Puteaux, Seine.

Poste privé de radiodiffusion recherche pour diriger service technique, ingénieur ayant pratique radio et basse fréquence. Ne pas se présenter, *écrire* avec références à René Martin, 17, rue François-Bouvin, Paris.

## Réunion mensuelle du 15 décembre 1937.

1<sup>o</sup> Communication de M. Picault, Directeur du Service de la T. S. F. « *Compte rendu de la Réunion du Comité Consultatif International des Radio-Communications (C. C. I. R.), Bucarest, mai-juin 1937* ».

Après avoir rappelé que le C. C. I. R., se borne à discuter certains points précis de la technique, et à formuler, quand il le juge utile, certains « Avis », le conférencier résume rapidement le travail effectué à Bucarest.

Questions de forme : un « vocabulaire international » a été rédigé. La liste des symboles, établie par la Commission Electrotechnique internationale, a été approuvée. Enfin, revanche imprévue du système métrique et de la désignation des ondes par leur longueur — une nouvelle classification a été adoptée, les ondes devant s'appeler « myriamétriques », « kilométriques »..., « métriques »..., « centimétriques », etc. (désignation qui a sur les précédentes, l'avantage fondamental d'être instantanément compréhensible).

Autres questions, auxquelles il a été possible de donner une solution provisoire : tolérance des harmoniques, nouvelles tolérances sur l'instabilité des fréquences; synchronisation des émetteurs; efficacité des antennes antifading (gain dans le « rayon d'action agréable », 30 à 50 %); bruit de fond dans les émetteurs.

Enfin, les questions suivantes sont renvoyées pour études ultérieures dans des directions variées : sensibilité et sélectivité des récepteurs, mesures des champs. des parasites et des brouillages; élimination de ces derniers; propagation des ondes; et diverses autres questions d'exploitation.

En terminant, M. Picault insiste sur l'accueil particulièrement aimable fait en Roumanie à la délégation française, et sur l'intérêt que présente l'entretien des relations amicales entre ces deux pays.

Dans une brève discussion qui a suivi cette communication, les auditeurs ont émis quelques souhaits concernant la prochaine conférence internationale (Le Caire, février 1938) : nécessité de laisser aux constructeurs un temps convenable pour exécuter les décisions prises; possibilité d'économiser les longueurs d'onde de radio-diffusion, en évitant les répétitions de programmes, la publicité, etc.; réglementation possible de la télévision.

2<sup>o</sup> Communication de M. Loeb, ingénieur des Postes et Télégraphes : « *Un nouveau principe d'exploration des images en télévision* ».

Dans le système préconisé, comme dans celui de Farnsworth, l'image est formée sur une plaque photo-sensible continue, dont chaque point émet des électrons en nombre proportionnel à son éclairement.

La différence consiste dans la méthode employée pour recueillir, sur une anode fixe, les électrons provenant de chaque point, successivement.

Tandis que Farnsworth effectue cette exploration en déplaçant d'un bloc, au moyen d'un champ *uniforme*, mobile, toutes ces trajectoires électroniques, de manière qu'elles viennent successivement aboutir en face de la petite ouverture donnant accès à l'anode; au contraire, M. Loeb propose de supprimer tout écran, et de dévier toutes les trajectoires, sauf une, au moyen d'un champ « *dispersif* » de forme divergente. Ce champ se déplacera pour sélectionner l'une après l'autre, les trajectoires correspondant aux divers points de l'image.

Le conférencier rend compte d'un calcul simple et de quelques expériences préliminaires, montrant la possibilité d'appliquer la méthode avec les moyens actuels.

P. D.

# ANALYSES

1. — *Le service des analyses d'articles, d'ouvrages et de brevets est assuré par MM. P. Abadie (P. A.), A. Berton (A. B.), P. Besson (P. B.), P. David (P. D.), B. Decaux (B. D.), R. Jouaust (R. J.), P. Leroy (P. L.), R. Mesny (R. M.), R. Michaud (R. Md) et P. Poincelot (P. P.). Les analyses signées A. F. sont les sommaires des articles parus dans la revue Alta Frequenza.*
2. — *Les analyses sont imprimées avec une pagination spéciale, pour permettre une reliure à part.*
3. — *Les références bibliographiques comportent, après le titre de l'article et le nom de l'auteur, le titre abrégé de la revue, le tome (en caractères gras), le mois et l'année et enfin l'indication des pages.*
4. — *Abréviations utilisées pour le titre des principales revues citées dans les analyses de l'Onde Électrique.*

<i>Alta Frequenza</i> .....	<i>Alt. Freq.</i>
<i>Annalen der Physik</i> .....	<i>Ann. der Phys.</i>
<i>Annales de Physique</i> .....	<i>A. de Phys.</i>
<i>Annales des Postes, Télégraphes, Téléphones</i> ..	<i>Ann. P. T. T.</i>
<i>The Bell System Technical Journal</i> .....	<i>Bell. Syst. Techn.</i>
<i>Bulletin de la Société Française des Électriciens</i> ..	<i>Bul. S. F. E.</i>
<i>Bulletin Société Française Radio-Électrique</i> ....	<i>Bul. S. F. R.</i>
<i>Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences</i> .....	<i>C. R. Ac. Sc.</i>
<i>Electrical Communications</i> .....	<i>El. Comm.</i>
<i>Elektrische Nachrichten Technik</i> .....	<i>E. N. T.</i>
<i>Funk</i> .....	<i>Funk.</i>
<i>General Electric Review</i> .....	<i>G. E. R.</i>
<i>Hochfrequenz technik und Elektroakustik</i> .....	<i>H. F. Techn. El. Ak.</i>
<i>Journal of the Franklin Institute</i> .....	<i>J. Frank. Inst.</i>
<i>Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan</i> .....	<i>J. I. E. E. Japon.</i>
<i>Journal de Physique, Le Radium</i> .....	<i>J. Phys.</i>
<i>Journal of Research of the National Bureau of Standards</i> .....	<i>J. of Res. Bur. Stand.</i>
<i>Journal of Scientific Instruments</i> .....	<i>J. Sc. Instr.</i>
<i>Journal des Télécommunications</i> .....	<i>J. Télécomm.</i>
<i>Marconi Review</i> .....	<i>Marc. Rev.</i>
<i>Nippon Electrical Communication Engineering</i> ..	<i>Nippon El. Comm. Eng.</i>
<i>Onde Électrique</i> .....	<i>O. E.</i>
<i>Philips Transmitting News</i> .....	<i>Philips Tr. N.</i>
<i>The Philosophical Magazine and Journal of Science</i> .....	<i>Phil. Mag.</i>
<i>The Physical Review</i> .....	<i>Phys. Rev.</i>
<i>Proceedings of the Institute of Radio Engineers</i> ..	<i>Proc. Inst. Rad. Eng.</i>
<i>Proceedings of the Physical Society</i> .....	<i>Proc. Phys. Soc.</i>
<i>Proceedings of the Royal Society of London</i> ....	<i>Proc. Roy. Soc.</i>
<i>Proceedings of the Wireless Section of the Institution of Electrical Engineers</i> .....	<i>Proc. Wir. Sect. I. E. E.</i>
<i>Radio News and Short Wave</i> .....	<i>Rad. News.</i>

<i>Radio R. E. F.</i> .....	<i>Radio REF.</i>
<i>Revue Générale de l'Électricité</i> .....	<i>R. G. E.</i>
<i>The Review of Scientific Instruments</i> .....	<i>Rev. Sc. Instr.</i>
<i>Siemens Zeitschrift</i> .....	<i>Siem. Zeits.</i>
<i>Telefunken Zeitung</i> .....	<i>Telef. Ztg.</i>
<i>The Wireless Engineer and Experimental Wireless.</i>	<i>Wir. Eng. Exp. Wir.</i>
<i>Wireless World</i> .....	<i>Wir. World.</i>
<i>Wissenschaftliche Veroffentl. dem Siemens-Konzern</i> .....	<i>Wissen. Veroff. Siemens-Konz.</i>
<i>Zeitschrift für Physik</i> .....	<i>Zts. Phys.</i>
<i>Zeitschrift für Technische Physik</i> .....	<i>Zts. Techn. Phys.</i>

## PROPAGATION -- RAYONNEMENT

**La propagation des ondes de 200 Kc/s au Japon.** S. INANAMI, *Nippon El. Comm. Eng.* 5 mars 1937, p. 61-69.

Compte rendu de mesures faites dans diverses directions et à diverses époques, pour des distances dépassant rarement 500 Km. L'influence du sol, de la saison, le rôle du fading et des parasites sont indiqués par diverses courbes. (D'après les conclusions de l'auteur. L'affaiblissement serait en moyenne plus rapide que ne le feraient prévoir les diagrammes de Madrid-Lucerne).

P. D.

**120. Mesures de l'angle d'incidence des ondes réfléchies sur l'ionosphère.** — S. NAMRA, K. MAEDA, H. YOKOHAMA, *Nippon El. Comm. Eng.* décembre 1936, 480-486.

Le dispositif comporte trois antennes dipôles horizontales placées à des hauteurs différentes au-dessus du sol et dans le même plan vertical. Les deux extrêmes sont connectées ensemble; en comparant, par addition et soustraction, la f. c. m. qu'elles fournissent, avec celle de l'antenne intermédiaire, on peut déduire l'angle d'incidence du signal reçu. — L'appareillage, la méthode d'emploi et d'étalonnage (passablement compliqués), sont décrits.

Deux exemples de mesures faites sur des stations américaines et européennes, sont donnés : l'angle d'incidence est presque toujours supérieur à 70° ou même 80° (c.-à-d. que les ondes arrivent presque horizontalement).

P. D.

**Mesures du rayon indirect sur l'émetteur de Droitwich.** C. H. SMITH, *Wir. Eng.*, octobre 1937, XIV, 169, 537-540.

Certains troubles dans la réception de Droitwich, ayant été observés à distance, surtout la nuit, le « Research Department » de la B. B. C. a procédé à une étude méthodique du champ à Newcastle<sup>1</sup>. On a d'abord fait des émissions spéciales avec modulation fixe à 2.000 c/s, et constaté que l'onde porteuse et les bandes latérales étaient affectées d'évanouissements tout à fait indépendants. On a ensuite modifié l'émission en lui appliquant une variation périodique de fréquence de 8,5 Kc/s; le récepteur, à largeur de bande 12 Kc/s, actionne un oscillographe dont le balayage est synchronisé avec l'ondulation de l'émetteur. Ainsi, on peut voir et photographier les valeurs instantanées du champ dans tout le « spectre » transmis.

Des résultats obtenus — et dont quelques exemples typiques sont reproduits — on peut non seulement déduire l'existence d'un rayon indirect, mais encore des informations très précises sur son intensité et sa durée de trajet. On trouve que le rayon s'est généralement réfléchi une fois à une hauteur de 93 à 97 km., et que son intensité peut être sensiblement égale à celle du rayon direct. En outre, il se manifeste de temps en temps un rayon deux fois réfléchi sur l'ionosphère, et une fois sur le sol; il est en moyenne 3 à 4 fois moins intense que le précédent.

P. D.

1. La distance est d'environ 300 km. Rappelons que la fréquence de Droitwich est de 200 kc/s.

**Mesures d'échos sur l'ionosphère.**

H. E. PAUL, *Hfr. Techn. El. Ak.* octobre 1937, **50**, 4, 121-135.

L'auteur relate — en s'excusant de cette publication tardive — une intéressante série d'expériences faites en 1933-1934. Son dispositif comprenait un double jeu d'émetteurs de « tops » et de récepteurs enregistreurs, de sorte qu'il pouvait inscrire sur la même bande les ondes directes et les échos sur deux fréquences différentes, à 150 de seconde d'intervalle. La hauteur de la couche réfléchissante était déterminée à 2 Km. près.

Un certain nombre d'enregistrements typiques sont reproduits.

Dans l'ensemble, on trouve régulièrement des réflexions simples ou doubles sur les couches E et F. En particulier sur la couche F, la hauteur est minimum à midi sur l'onde 8,5 m., le soir sur l'onde 60 m.; l'auteur pense que la couche F véritable présente un maximum de concentration le soir, mais qu'il se forme en-dessous d'elle une couche F<sub>1</sub> causée par la lumière solaire et disparaissant avec celle-ci.

Les variations rapides de hauteur apparente ne sont pas non plus simultanées pour les deux ondes; il semble que la couche monte ou descende avec une vitesse finie, environ 100 m. s.

Enfin on a également pu séparer, à la réception, la composante « ordinaire » et la composante « extraordinaire » du rayon réfléchi; on a trouvé des variations analogues.

P. D.

**Transmission par radio des indications d'un compteur de rayons cosmiques dans la stratosphère.**

THOMAS H. JOHNSON, *Journal Franklin Inst.*, **223**, mars 1937, 339-354.

Le ballon-sonde portant le compteur de rayons cosmiques et un baromètre est équipé également d'un petit émetteur. Cette application nouvelle et assez curieuse de la radio permettra d'étudier le rayonnement cosmique au-dessus de régions peu habitées où le ballon et ses instruments seront probablement perdus.

L'émetteur décrit ici (2 triodes 31 en push-pull) fonctionne sur une fréquence de 31 mégacycles; la puissance rayonnée est de 1 watt.

A chaque coïncidence de 2 rayons cosmiques enregistrée par le compteur,

l'émetteur envoie un signal d'une durée de quelques centièmes de seconde, durée suffisante pour ne pas confondre avec les chocs plus courts dus aux parasites.

A intervalles réguliers, un dispositif barométrique est mis en circuit. L'appareil émet alors une série de points régulièrement espacés; le montage est tel que chaque changement dans la fréquence de ces points indique une valeur déterminée de la pression.

La réception se fait au lieu même de l'envol, à l'aide d'un récepteur simple à super-réaction, soit au son, soit avec enregistrement sur film par un oscillographe à miroir.

A. B.

**Essai d'un compteur de rayons cosmiques avec équipement radio, aux grandes altitudes, C.**

D. KEEN, M. E., *Journal Franklin Inst.*, **223**, mars 1937, 355-373.

Même application de la radio que dans l'article précédent, mais avec un compteur d'un principe différent.

L'émetteur utilisé (une double triode 6 A 6) travaille sur une longueur de 70 m., la puissance dans l'antenne étant de 2 watts.

Le signal émis en l'absence d'indication des instruments de mesure est une série de traits à la cadence de 120 par minute. A chaque impulsion du compteur de rayons, le signal devient continu pendant 4 secondes. Lorsque le baromètre indique certaines pressions déterminées, le signal, haché ou continu, est modulé à 50 périodes, donnant une note grave aisément reconnaissable.

Dans l'essai décrit en détail, les signaux étaient reçus au son ou enregistrés par un onduleur quand le niveau des parasites le permettait.

A. B.

**Sur la propagation des ondes électromagnétiques dans l'eau. K.**

BRUXE, *Hfr. Techn. El. Ak.*, septembre 1937, **50**, 3, 73-81.

Série de recherches expérimentales sur l'absorption des ondes par l'eau. On a opéré avec les longueurs d'onde 7,20 m., 1,30 m., 0,16 m. enfin avec des infra-rouges et de la lumière. Conformément aux prévisions théoriques bien connues, l'absorption augmente toujours avec la fréquence (sauf peut-être dans



le spectre visible), et aussi avec la conductibilité de l'eau. De sorte que, même en employant des réflecteurs (dont l'efficacité a été vérifiée), les communications sous-marines semblent impossibles avec des ondes plus courtes que 1.000 m.

P. D.

**Sur la théorie de la pénétration des ondes ultra-courtes dans l'épaisseur des tissus biologiques.** H. E. HOLLMANN, *Hfr. Techn. El. Ak.*, septembre 1937, 50, 3, 81-91.

L'auteur analyse avec beaucoup de soin le processus de pénétration des ondes ultra-courtes dans les tissus — ceci en vue des applications thérapeutiques chaque jour plus nombreuses.

Lorsque le faisceau d'ondes ultra-courtes, préalablement concentré par des miroirs, atteint le corps en traitement, il se produit non seulement une absorption variable avec la nature du tissu, mais aussi des réflexions et réflexions à la surface, et à chaque séparation entre les couches graisseuse et musculaire. Le résultat est étudié théoriquement et représenté par des séries de courbes. On voit, en particulier, que pour éviter les pertes à la surface, il est avantageux de placer le corps dans un milieu convenable — comme on le fait pour un objectif de microscope à immersion.

P. D.

**Impédance de rayonnement d'une antenne en T de radio-diffusion.** M. KOREKODA, *E. T. J. (Japan)*, août 1937, 1, 3, 104-108.

Calcul sur l'impédance apparente d'une antenne en forme de T. On tient compte de l'image dans le sol, et de l'influence mutuelle des brins verticaux et horizontaux. La distribution du courant est supposée sinusoïdale.

Courbes calculée et relevée montrant une bonne vérification expérimentale.

P. L.

**Recherches sur les antennes verticales avec capacités en toiture horizontale.** F. VILBIG, K. VOGT, *Hfr. Techn. El. Ak.*, 50, 2, août 1937, 58-65.

Compte rendu d'une série de mesures sur l'impédance des antennes de hauteur inférieure au quart d'onde, chargées à leur sommet par une capacité supplémentaire : plaques, ou fils horizontaux disposés radialement.

Les expériences ont été faites sur modèle réduit ( $h = 8,45$  m.), en ondes courtes par conséquent.

La réactance et la résistance étaient mesurées par méthodes de substitut on.

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux et graphiques montrant l'influence du nombre et de la dimension des fils de « toiture ».

P. D.

**Emploi des ondes ultra-courtes pour des radio-alignements.** — M. OKADA, R. KIMURA, *Nippon El. Comm. Eng.* décembre 1936; 465-467.

Brève description d'un radio-alignement à signaux enchevêtrés, par changement d'antenne réflecteur. La longueur d'onde est de 9,5 m., la puissance de 80 watts. Avec un récepteur à super-réaction installé sur avion Fockker, la portée est de 80 Km., la largeur du faisceau de 7°.

P. D.

**Recherches sur un radioalignement à ondes moyennes.** — T. AMISHIMA, M. OKADA, *Nippon El. Comm. Eng.* décembre 1936, 467-470.

En vue de guider les avions d'un service régulier entre deux îles distantes de 700 km., on a procédé à quelques études sur l'émission d'un faisceau dirigé avec un système d'antennes genre Adcock. Le diagramme de rayonnement observé aurait été très régulier, la portée de 70 km. Mais la description donnée est laconique, et « les questions de précision et d'erreur nocturne seront discutées ultérieurement ».

P. D.

**Goniomètre Marconi-Adcock à feeders allongés.** S. B. SMITH, *Marconi Rev.* mai-août 1937, 66, p. 23-30.

On sait les avantages du système de goniomètre Adcock à antennes différentes; on sait aussi qu'il exige des emplacements étendus et bien dégagés. D'où l'idée de séparer l'ensemble des antennes d'avec le reste des appareils et l'opérateur — la haute fréquence étant transportée par feeders. Des câbles spéciaux ont été étudiés dans ce but; leurs performances sont données, ainsi que les schémas de réalisation. Moyennant un équilibrage soigneux, la précision du relèvement est conservée ( $\pm 2^\circ$ ); par contre, le transport à la distance de 400 m. entraîne une perte de sensibilité d'environ 10 à 15 déci-

bels; si la distance atteint 1000 m., perte de 4 db. supplémentaires. — L'auteur espère que des progrès sont encore possibles.

P. D.

**Goniomètre à impulsions.** H. PLENDL, *Hfr. Techn. El. Ak.*, 50, 2, août 1937, 37-41.

L'auteur a entrepris depuis 1933 la réalisation d'un radiogoniomètre à cadre exempt des erreurs que donne ordinairement la présence d'une onde indirecte réfléchie par l'ionosphère. Le principe est fort simple :

L'émission se fait par « tops » très brefs (quelques dix-millièmes de seconde) répétés à une fréquence quelconque (p. ex. 300 c/s). Le récepteur actionne un oscillographe cathodique dont le balayage est synchronisé par les « tops », de manière à faire apparaître ceux-ci immobiles sur l'écran. S'il y a « écho » sur la couche ionosphérique, le « top » apparaît dédoublé : il suffit de ne pas tenir compte du second, dû à l'onde indirecte, et de chercher l'extinction du premier seul; l'opérateur tourne le cadre tout en observant l'écran de l'oscillographe.

Des appareils de ce type ont été réalisés par deux sociétés allemandes et expérimentés longuement, en liaison avec l'aviation. Leurs photographies sont données. Ils permettent de goniométrer de nuit jusque vers 120 à 180 km., avec une erreur inférieure à  $\pm 10^\circ$ .

Le système présente deux inconvénients : il exige un type spécial d'émission, et une large bande de fréquences. Mais ce dernier défaut est très atténué par le fait : a) que plusieurs émetteurs peuvent travailler sur la même fréquence nominale et se différencier par la fréquence des « tops »; b) que, dans le récepteur, bon nombre de brouillages et de parasites, même plus intenses que le signal (p. ex. 10 fois), ne couvrent pas celui-ci, parce qu'ils ne sont pas synchronisés avec lui.

Par ailleurs, le système présente évidemment, par rapport au dispositif Adecock à antennes, l'énorme avantage de pouvoir être utilisé à bord de navires et d'aéronefs.

P. D.

**Note sur quelques comparaisons pratiques entre méthodes de mesures acoustiques.** E. T. DICKEY, *Proc. I. R. E.*, septembre 1937, 25, 9, 1139-1152.

Pour être fixé, d'une manière indiscutable, sur la précision relative des mesures acoustiques, on a fait circuler entre les six principaux laboratoires américains effectuant ces mesures, un récepteur « étalon », dont ils avaient à relever la caractéristique d'ensemble.

Toutes les courbes ainsi obtenues, ramenées à la même échelle, sont reproduites, avec un tableau résumant les conditions d'essai, et les commentaires des intéressés.

On y voit :

1° que pour une comparaison faite dans les meilleures conditions d'écart possibles, c'est-à-dire à l'air libre et avec un microphone placé de même façon, la concordance des courbes est excellente : 1 à 2 db. sur la plus grande partie (même avec des microphones de types différents).

2° que si l'on s'écarte progressivement de ces conditions idéales simples, les écarts croissent notablement. Les autres mesures ont été faites dans des chambres sourdes, de construction et de dimension variables; la distance du microphone a varié; sa position par rapport à l'axe du haut-parleur, est systématiquement variée par certains; d'autres emploient des sons « hululés » au lieu de sons purs. Enfin, le fait, pour le récepteur, d'être placé sur un plancher et adossé à un mur, modifie sa réponse. L'intervention de tous ces facteurs amène, entre les courbes, des différences de niveau d'une dizaine de décibels, ou des déplacements notables des fréquences de résonances.

Il semble qu'en se mettant d'accord sur un certain nombre de ces détails opératoires, la méthode en chambre sourde pourrait donner des résultats très suffisants.

P. D.

**L'oscillateur à dynatron.** J. E. HOULDIN, *Wir. Eng. Exp. Wir.*, 14, 167, août 1937, 422-426.

Après avoir rappelé les principes du dynatron, l'auteur étudie les divers facteurs agissant sur la fréquence et sur la forme des oscillations. Le facteur qui intervient finalement est  $\epsilon =$

1. Il mentionne les recherches indépendantes d'Eckersley.

√ L C.  $\sigma$ ,  $\sigma$  étant la conductance négative de la lampe. La stabilité et la pureté de l'onde sont d'ailleurs liées et les conditions pour les obtenir sont les mêmes, c'est-à-dire faible rapport de l'inductance à la capacité du circuit oscillant, et polarisation négative de grille aussi grande que possible.

Lorsqu'on fait varier chacune des diverses tensions appliquées au tube, la fréquence passe par un maximum pour une certaine valeur, ce qui permet de choisir les conditions du fonctionnement le plus stable. L'influence de la résistance des circuits dépend également de  $\varepsilon$ .

B. D.

**Magnétron à faisceau électronique.** K. OKABE, *Report Radio Research Japan*, juin 1937, VII, 1, p. 1-6.

D'après les très brèves indications données, il semble que dans ce nouveau magnétron, la plaque ne prend aucune part à l'oscillation et sert simplement à « accélérer » les électrons. Mais, de part et d'autres, se trouvent des disques, fractionnés en 2 ou 4 segments, et connectés à la ligne de Lecher. Bien que leur potentiel moyen soit négatif, ils fournissent une puissance très supérieure à celle d'une « plaque fendue », avec un rendement de 30 à 60 %. Le refroidissement par eau étant très facile sur l'anode, « il ne sera pas difficile, dans des recherches ultérieures, de produire des ondes décimétriques de quelques kilowatts ou davantage ».

P. D.

## BIBLIOGRAPHIE

**Les collecteurs d'ondes. Antennes et descentes antiparasites.** L. CHRÉTIEN et P. L. COURIER, *Les Cahiers de la T. S. F.*, 83 pages, 63 figures, Chiron, éditeur.

Dans une première partie consacrée aux principes généraux, M<sup>r</sup> L. Chrétien montre comment on se trouve

conduit à la conception d'une antenne généralement verticale, élevée au-dessus de la zone infestée de parasites, avec descente protégée par câble blindé à capacité aussi faible que possible. Même faible, cette capacité rend d'ailleurs souvent les résultats très médiocres en ondes courtes, et, pour les ondes de 200 à 2.000 mètres, oblige à utiliser, quand la longueur de la descente dépasse 25 mètres, un système à transformateurs de liaison avec câble simple (de 25 à 50 m.) ou double (au-dessus de 50 m.). Certaines précautions sont indispensables ; par exemple : employer d'excellentes prises de terre, et éliminer s'il y a lieu au moyen d'un filtre les effets nuisibles d'un couplage parasite des circuits récepteurs avec le secteur.

Dans la deuxième partie, M. P. L. Courier décrit et étudie les différents types d'antennes, de câbles de descente, d'éléments de liaison, que l'on trouve dans le commerce, ainsi que différents modèles de filtres-secteur. Enfin, il existe divers dispositifs de protection contre le danger, pourtant assez réduit en général, présenté par la foudre et les lignes électriques.

A. B.

**Les bobines à noyau magnétique.**

P. L. COURIER et R. BRAMERIE *Les cahiers de la T. S. F.*, 66 pages, 59 figures, Chiron, éditeur.

Cette brochure contient essentiellement :

1<sup>o</sup> Un résumé des propriétés générales des bobines à noyau magnétique en fer divisé, comparées aux bobines à air.

2<sup>o</sup> Une description des différentes formes de bobines à noyau en poudre de fer agglomérée fabriquées industriellement, et des procédés de réglage du coefficient de self-induction.

3<sup>o</sup> Des indications pour l'exécution de quelques bobines courantes sur différents types de noyaux du commerce.

# BREVETS ALLEMANDS

Les indications en tête des analyses ont la signification suivante : numéro des brevets, date de dépôt, d'impression et séculaire.

**632.615** — 10-1-35 — 10-7-36 — *Lorenz.* — **Lampe pour ondes ultra-courtes.**

Dans le récipient de la lampe sont logés deux selfs du circuit HF; ces selfs forment en même temps des supports élastiques du système d'électrodes.

**632.666** — 9-11-31 — 11-7-36 — *Pays-Bas 22-11-30 — Philips.* — **Grille de lampe électronique.**

Le brevet couvre une grille en fil de zirconium disposé (par exemple enroulé en hélice) sur un support difficilement fusible en tungstène ou molybdène. Cette grille est suffisamment rigide mécaniquement et, en même temps, son émission secondaire est réduite tandis que les gaz dégagés dans l'ampoule sont liés par le zirconium.

**632.745** — 26-9-34 — 13-7-36 — *Telefunken.* — **Amplificatrice B. F.**

Dans les lampes finales, il existe des parties de la paroi de verre chargées positivement par l'intermédiaire des ions ou de la résistance d'isolement et capables d'émettre des électrons secondaires en cas de bombardement par les fuites des électrons primaires. Cette émission secondaire peut provoquer des chocs de potentiel sur la grille avec des variations en conséquence du courant de plaque et des perturbations acoustiques.

Pour éviter ces phénomènes, le brevet propose de disposer la grille d'une manière telle que la capacité entre la grille et ces points de l'ampoule soit inférieure à 0,1 pF.

**632.820** — 22-12-33 — 14-7-36 — *Patent Treuhand Ges.* — **Dispositif de chauffage rapide pour les cathodes.**

Pour faire passer pendant la durée de chauffage à travers la cathode un courant plus intense que normalement, on utilise une résistance en série avec le filament, court-circuitée pour la durée de chauffage, le court-circuit étant levé par un relais.

Pour assurer une durée constante de la période de chauffage et éviter les surcharges de la cathode, le brevet prévoit une résistance à coefficient négatif de température en série avec la bobine d'excitation du relais qui fonctionne ainsi plus ou moins rapidement suivant la chaleur régnant au voisinage du filament.

**633.150** — 16-9-33 — 21-7-36 — *USA 16-9-32 — R. C. A.* — **Modulation de phase d'un émetteur.**

Le but de l'invention est de simplifier le dispositif mécanique modulant la phase d'un émetteur adapté à la transmission des signaux télégraphiques. La source de haute fréquence alimente l'arbre d'un condensateur différentiel rotatif, entraîné à la fréquence des variations de phase désirées. Les armatures fixes du condensateur sont reliées en parallèle, l'une à travers une self, l'autre à travers une capacité, aux étages ultérieurs de l'émetteur dans lesquels s'effectue la manipulation. Une réalisation particulièrement avantageuse comprend l'armature mobile du condensateur en forme de disque denté dont la périphérie défile devant les armatures fixes.

**633.205** — 22-3-32 — 22-7-36 — *A. E. G.* — **Tube à rayons cathodiques à cathode indirecte.**

Pour obtenir une tache à la fois nette et lumineuses dans un tube à faible tension anodique, dont les rayons sont facilement déviables, on dispose entre le cylindre de Wehnelt 5 (fig. 1) et la cathode 3 une anode auxiliaire 6 perforée d'un trou légèrement plus grand que l'orifice dans le couvercle cathodique 11. La substance émissive est concentrée dans la capsule 10.

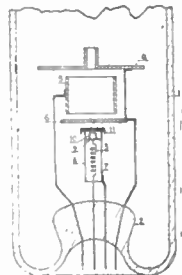


Fig. 1.

**633.695** — 23-4-34 — 4-8-36 — *Telefunken.* — **Commutation de deux circuits d'antennes.**

L'invention se rapporte aux émetteurs de guidage manipulant alternativement des signaux complémentaires (A et N)

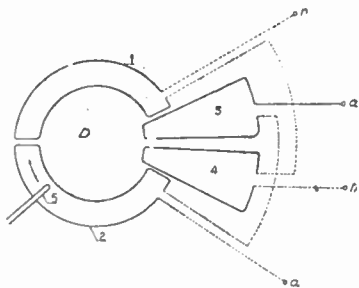


Fig. 2.

sur deux antennes. Pour éviter les coupures du circuit par la commutation, la haute fréquence alimente une bobine primaire 5 (fig. 2) couplée par induction avec les bobines secondaires 1, 2, 3 et 4. La bobine 5 est en rotation continue au-dessus des selfs secondaires autour du centre D. Les bobines 1 et 4 étant reliées en série, la première étant longue et la seconde courte, les variations de couplage pendant la rotation manipulent dans l'antenne connectée aux bornes (n), la lettre N. De même le couplage variable avec les bobines 3 (courte) et 2 (longue) reliées en série, manipule aux bornes (a) la lettre A intercalée entre les signes de la lettre N.

**634.024** — 13-7-32 — 17-8-36 — *F. Weikowitz.* — **Moteur de haut-parleur électrodynamique.**

Pour éviter la diminution du rendement résultant du court-circuitage et de la résistance relativement élevée de la bobine mobile d'un électrodynamique usuel, l'auteur du brevet propose de remplacer cette bobine par un disque mobile dans son plan, parallèlement aux pôles de l'électroaimant. Le système comportera en outre un aimant permanent produisant un flux constant renforcé ou affaibli par le flux de l'électroaimant dont le circuit magnétique shunte l'entrefer de l'aimant permanent.

**634.334** — 21-7-34 — 24-8-36 — *Philips.* — **Cadran pour récepteurs.**

**634.238** — 22-7-32 — 21-8-36 — *Telefunken.* — **Lampe pour ondes très courtes.**

Pour faciliter le montage de la lampe tout en réduisant les capacités internes, le brevet prévoit une grille et une anode ayant une fente parallèle à la cathode; les supports de cette dernière sont fixés sur un pied séparé dont l'axe est perpendiculaire aux supports de grille et d'anode fixés sur deux autres pieds disposés sur les côtés opposés de la lampe.

**635.166** — 30-9-31 — 11-9-36 — *Loewe.* — **Cathode à haut pouvoir émissif.**

Pour éviter les influences des variations de température pendant la préparation de la cathode, on dispose sur un support de métal oxydé une couche d'activation, de préférence protégée par une couche de paraffine qu'on enlève au moment de la réaction désirée. Cette réaction (entre le métal activant et la couche oxydée du support) s'effectue avant l'introduction dans la lampe, dans une atmosphère totalement dépourvue d'oxygène extérieur, et dans les conditions thermiques rigoureusement constantes. Lorsque la couche de métal d'activation est devenue oxydée par l'action exclusive de la couche oxydée du support, on introduit l'ensemble dans la lampe et on revêt la surface d'une nouvelle couche de métal activant, de préférence par pulvérisation.

**635.386** — 18-8-36 — 16-9-36 — *USA* 1-9-32 — *R. C. A.* — **Support de cathode à oxydes.**

Le maximum de propriétés simultanées avantageuses au point de vue mécanique, électrique, prix, fabrication, etc., est réalisé avec la composition suivante: 50 à 80 %, de nickel, 10 à 40 %, de cobalt, 1 à 3 %, de silicium, moins de 1 %, de titanium et, éventuellement, 5 à 10 %, de molybdène.