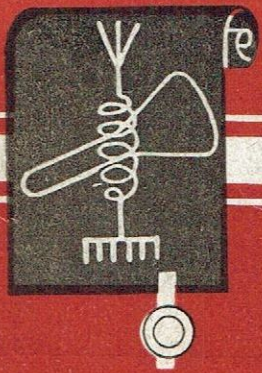
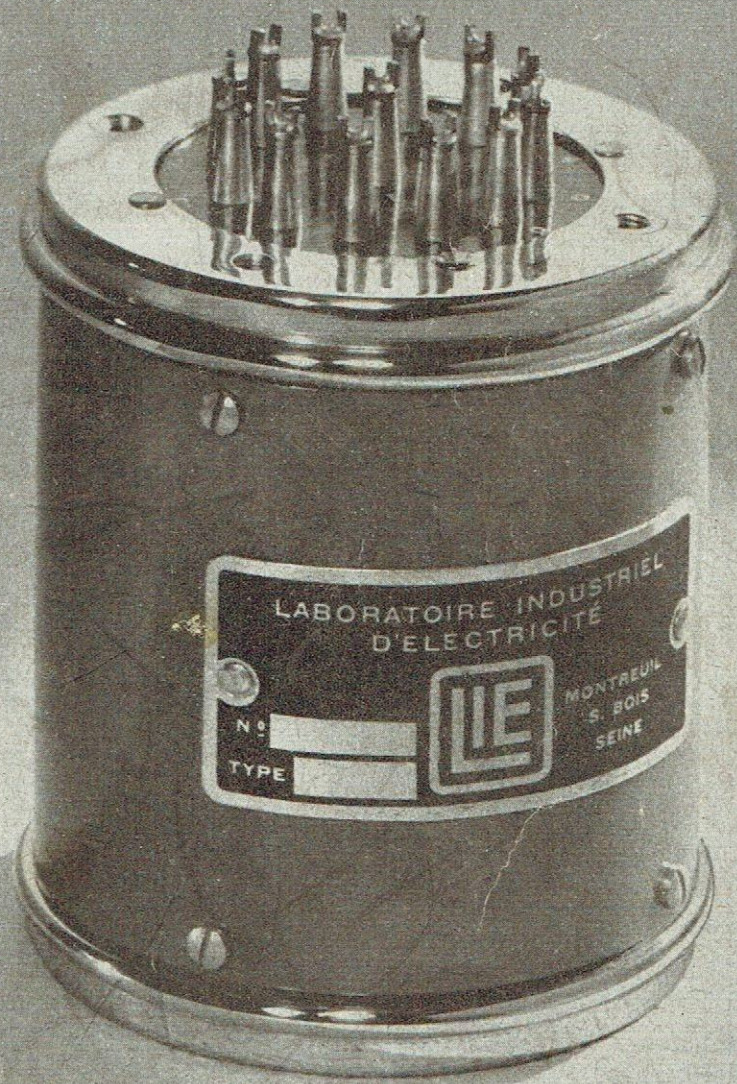


Revue mensuelle : 20 fr.

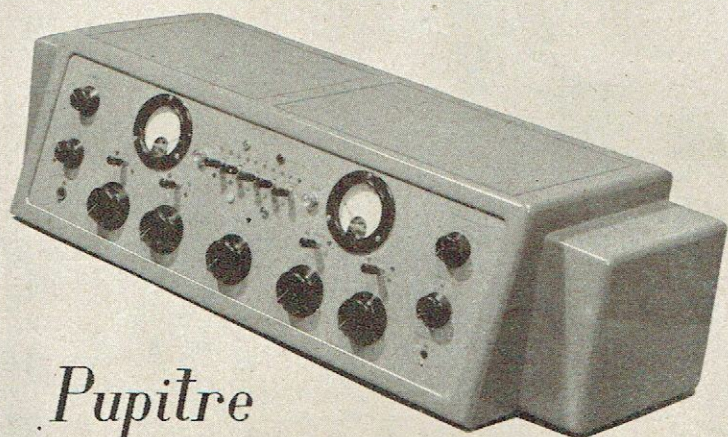
Janvier 1944

la radio française

Radiodiffusion
Télévision
Electronique
Organisation
professionnelle



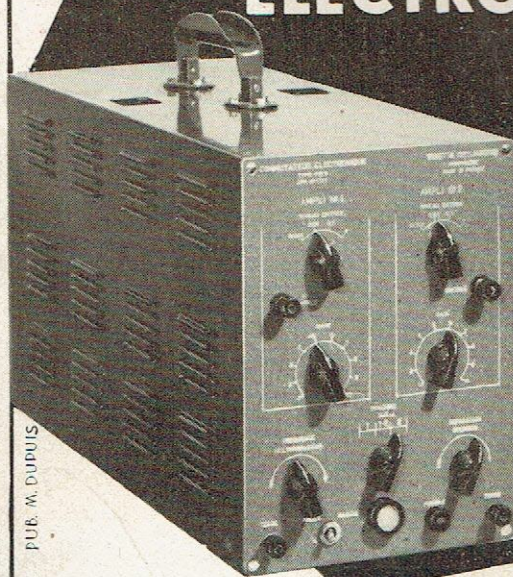
RADIO AIR



*Pupitre
Mélangeur
de Modulation*

APPPLICATIONS **I**NDUSTRIELLES **R**ADIOÉLECTRIQUES
S.A. CAPITAL 5.000.000 FR.
SIÈGE SOCIAL : 72, Rue Chauveau - NEUILLY S/SEINE
ADMINISTRATION : 134, Boulevard Haussmann - PARIS
2 Usines : NEUILLY S/SEINE et BRIONNE (Eure)

COMMUTATEUR ELECTRONIQUE

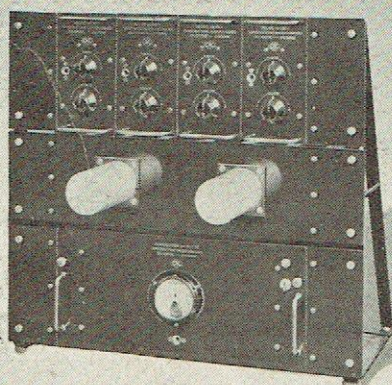


c'est
**LE COMPLÉMENT INDISPENSABLE
DE L'OSCILLOGRAPH CATHODIQUE**

RIBET & DESJARDINS
S.A.R.L. 600.000 FR.
13, Rue Périer. MONTROUGE. Tél. ALÉ. 24-40. 41



Relais Electroniques



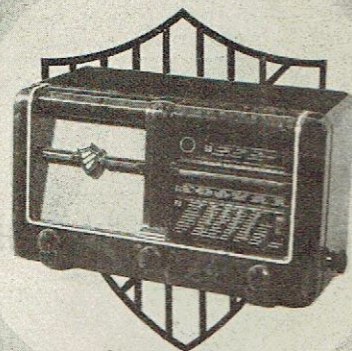
CONSTRUCTIONS RADIOPHONIQUES DU CENTRE

SIÈGE SOCIAL : 41, RUE D'ARTOIS, TEL. BALZAC 24-45
SIÈGE SOCIAL DIRECTION ET USINES, 19, RUE DAGUERRE, TEL. 39-77

ST ETIENNE

REPRÉSENTANT A PARIS : S.C.O.M. 41, RUE D'ARTOIS, TEL. BALZAC 24-45

LA MARQUE
CLARVILLE
TOUJOURS
I-NE-GA-LA-BLE

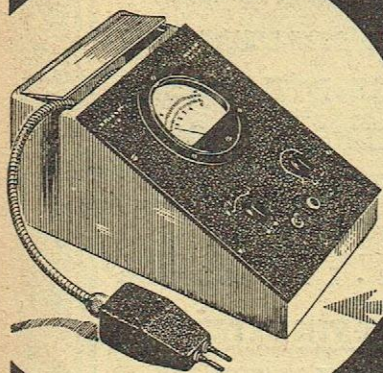
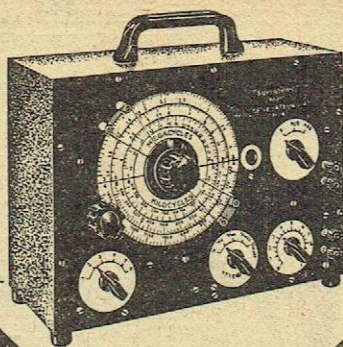


*Soucieuse de sa vieille renommée,
travaille pour l'avenir et sera prête en temps
utile pour satisfaire sa nombreuse clientèle.*

SOCIÉTÉ NOUVELLE DES ETS CLARVILLE
CONSTRUCTIONS RADIO-ÉLECTRIQUES
Société au Capital de 2.000.000 de Francs
Téléphone : MÉNIL : 61-17 — 6 Impasse des Chevaliers — PARIS 20^e

GÉNÉRATEUR H.F. A-43

DE 30 Mcs A 100Kcs
EN 6 GAMMES
MODULATION A 400 PER.
ATTÉNUATEUR EFFICACE
CADRAN
EXTRÊMEMENT LISIBLE



VOLTMÈTRE ÉLECTRONIQUE C.43

TENSION ALTERNATIVE
JUSQU'À 150 VOLTS
TENSION CONTINUE
JUSQU'À 1500 VOLTS
IMPÉDANCE D'ENTRÉE:
10 MEGOHMS

CONSTRUCTION EXTRÊMEMENT SOIGNÉE
LIVRAISON RAPIDE

Représentant pour le Sud-Est
L. RIGAIL, 2 Rue Roland Garros, CANNES

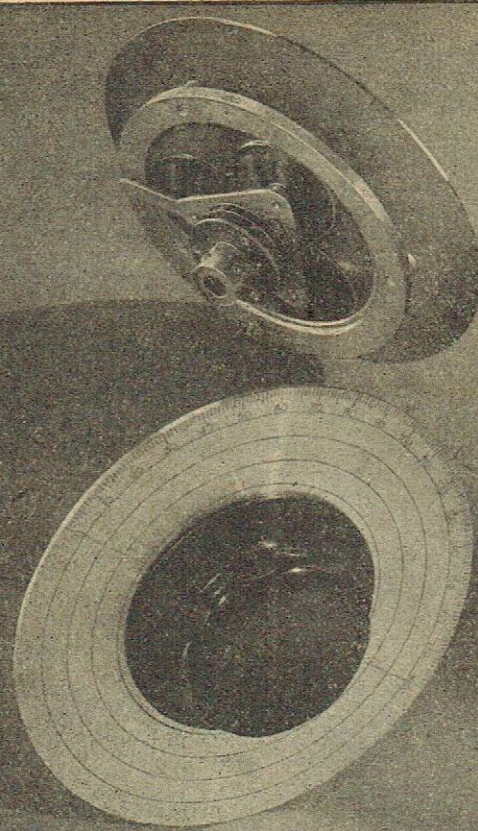
Agent pour le Sud-Ouest
RADIO-BORDEAUX, 3 r. Duffour-Dubergier, BORDEAUX

SUPERSONIC



34, Rue de FLANDRE
PARIS. NOR: 79-64

PUB. RAPPY



DEMULTIPLICATEUR EPICYCLIQUE

RAPPORT 10:1

ADGEMO

SOCIÉTÉ
ANONYME

SIÈGE SOCIAL
ET USINE:
PARIS
12, R. des Pêrichaux
Tél. LEC. 98-40

Usine de Lyon:
VILLEURBANNE
11-17, rue Songieu
Tél. VILL. 89-90



a

ssurez-vous,
pour l'après-guerre,
la représentation d'une
marque de qualité
ayant fait ses preuves

LEMOUZY.

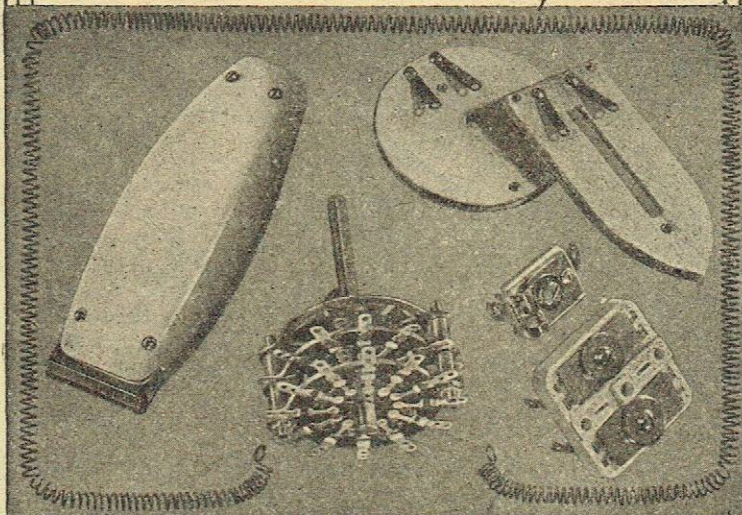
LA MARQUE FRANÇAISE DE HAUTE QUALITÉ

est spécialisé depuis 28 ans
uniquement en T. S. F.
C'est la meilleure garantie.

LEMOUZY

63, Rue de Charenton - Paris-XII^e
DIDEROT 07-74 & 75

C.I.M.E. améliore sans cesse ses fabrications



**Calorifères
Electriques**

960 et 1280 watts
110-210 volts

**Résistances
Electriques**

CHAUFFANTES
(tous modèles)

**Les Rasoirs
Electriques**

"ALGO"
(marque déposée)

Ajustables
(tous modèles)

Stéatite
et Bakélite

**Commutateurs
rotatifs**

nouveau modèle
perfectionné

**Mécanique
de Précision**

DÉCOUPAGE - TOURNAGE
FRAISAGE au 100^e de mm

S.A.R.L.
C^o 1.000.000

C.I.M.E.

17, RUE DES PRUNIER - PARIS XX^e

Tél. MÈN. 90-56
ET LA SUITE

VISSEAUX

la lampe de France



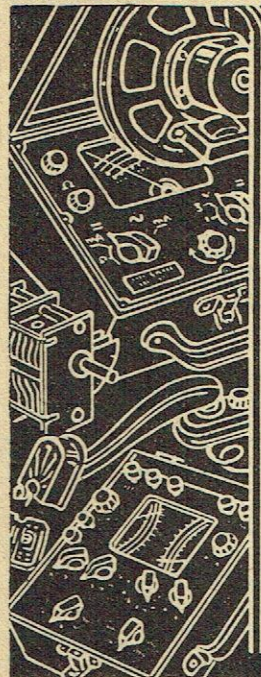
CONTINUE
A RÉPARTIR
AU MIEUX SES
DISPONIBILITÉS
MENSUELLES
ACTUELLEMENT
TRÈS RÉDUITES
AUX
DÉPANNÉURS ET
REVENDEURS
AGRÉÉS

Siège Social:
88 QUAI PIERRE SCIZE
Usines:
22 RUE BERJON LYON

Retournez-
nous vos
emballages.

LE MATÉRIEL SIMPLEX

MAISON DE CONFIANCE FONDÉE EN 1920
4, RUE DE LA BOURSE, PARIS (2)



EN STOCK

ET AUX MEILLEURS PRIX
PIÈCES DÉTACHÉES
DE
GRANDES MARQUES
RIGOREUSEMENT GARANTIES :

RÉSISTANCES

1/2 watt - 1 watt et 2 watts

POTENTIOMÈTRES

toutes valeurs
avec et sans interrupteur

CONDENSATEURS FIXES

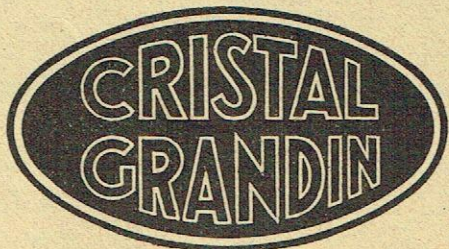
toutes valeurs
mica et papier sous tube

TOUS LES APPAREILS DE MESURE DES
MEILLEURES MARQUES

Consultez nous avant chaque achat

PUBL. J. BONNANGE

POUR L'AVENIR...
être revendeur



sera une garantie de
réussite!

Documentez-vous dès à présent

ET. GRANDIN

96 et 84 r. des Entrepreneurs, PARIS. XV^e Tel: Vau. 93-12 (3 lignes groupées)

PUB. RAY

TRILECTRON

Firme Néerlandaise

important régulièrement de firmes françaises renommées
du matériel radio-électrique et fabriquant elle-même
du matériel

PIÉZO-ÉLECTRIQUE

H. F. et B. F.

cherche à s'adjoindre la vente exclusive d'autres firmes
françaises qui désireraient s'introduire sur le marché
hollandais

Etabl^{ts} **VAN BAERLE, BEMELMANS & C^o**
Graaf Van Waldeckstraat, 22, MAASTRICHT (Holland)

DIX ANS D'EXPÉRIENCE DANS LA

TELEVISION

TELLE EST LA GARANTIE DES ÉTABLISSEMENTS :

LA MODULATION

CONSTRUCTEURS DES RÉCEPTEURS D'IMAGES.



LA MODULATION

S.A.R.L. AU CAPITAL DE 400,000 FR.
43, RUE DU ROCHER — PARIS — Tél. LAB. 09-64

A

djoignez-vous
pour l'après-guerre
une marque de qua-
lité ayant fait ses
preuves

LEMOUZY

LA MARQUE FRANÇAISE DE HAUTE QUALITÉ

est spécialisé depuis 28 ans
uniquement en T. S. F.
C'est la meilleure garantie.

LEMOUZY

63, Rue de Charenton - Paris-XII^e
DIDEROT 07-74 & 75

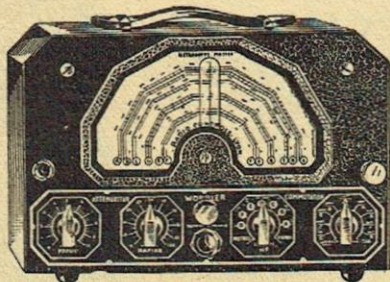
Expérience
Qualité

Deux Garanties
Sérieuses

"MASTER"

L'HÉTÉRODYNE DE RÉGLAGE INDISPENSABLE
A TOUS LES DÉPANNEURS ET TECHNICIENS

- Présentation robuste et agréable. Boîtier en aluminium coulé. Blindage efficace.
- 7 gammes de fréquence couvrant de 8 à 3.000 m. Cadran de 17 centim. Démultiplicateur précis de rapport 1/5.
- Double lecture en mètres et kilocycles. Repères aux fréquences standard d'étalonnage.
- Atténuateur double progressif. Commutateur d'arrêt et de la modulation. Cadran lumineux 24 cm.



AUTRES APPAREILS

LAMPÈMÈTRES - VOLTMÈTRES A LAMPES - OSCILLOGRAPHES
ANALYSEURS - APPAREILS COMBINÉS, ETC.

RADIO-CONTROLE

141 RUE BOILEAU . LYON . (6^e)

Téléphone LALANDE 43-18

PUBL. RAPPY

la radio française

REVUE
MENSUELLE

Rédacteur en Chef : Marc CHAUVIERRE

Abonnement annuel : France et Colonies..... 200 fr.
Etranger..... 276 fr.
Etranger (tarif réduit)..... 258 fr.
Le numéro..... 20 fr.

Chèques Postaux : Paris 75-45

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 2 frs en timbres-poste

RÉDACTION & ADMINISTRATION

92, rue Bonaparte — PARIS (6^e)

Téléphone { Rédaction : DAN. 01-60
Administration : DAN. 99-15

SOMMAIRE N° 1 JANVIER 1944

Couverture :

Transformateur de mesures pour télécommunications, étudié par le « Laboratoire Industriel d'Electricité ».

« Bilan », par Marc Chauvierre.

Quelques mots sur l'enregistrement et la reproduction des disques, par Marc Chauvierre.

L'utilisation des appareils de mesures électroacoustiques pour le contrôle des installations de cinéma sonore, par Jean Vivie.

Distorsion à la reproduction des disques, par Séguel.

Le Q-MÈTRE de la société Férisol.

Le cristal de sel de Seignette dans l'électroacoustique, traduit de l'allemand par G. Poitrau, d'après la revue « Radio-Mentor ».

Chez nos constructeurs.

Informations.

La presse technique à travers le monde.

Liste des Brevets.

Radio-diffusion — Télévision — Electronique
Organisation professionnelle

La Radio Française est servie en zone Sud. Pour les abonnements et la commande de numéros, s'adresser notamment à nos correspondants, libraires, dans les villes suivantes :

Avignon : DAILHE, 10 bis, rue de la République. — Béziers : CLARETON, allées Paul-Riquet. — Clermont-Ferrand : DELAUNAY, 40, avenue des Etats-Unis. — Grenoble : ARTHAUD, 23, Grande-Rue. — Limoges : DUVERGER, 15, boulevard Carnot. — Lyon : CAMUGLI, 6, rue de la Charité ; LAVANDIER, 5, rue Victor-Hugo. — Marseille : LIBRAIRIE DE LA FACULTE, 118, la Canebière ; MAUPETIT, 144, la Canebière. — Montluçon : CHAUBARON, 56, boulevard de Courtais. — Montpellier : VALAT, 9, place Chabaneau. — Narbonne : FIRMIN, 54, rue Jean-Jaurès. — Nice : VERDOLLIN, 36, boulevard Mac-Mahon. — Nîmes : BONIOL-BECHARD, 12, boulevard Alphonse-Daudet. — Pau : GRENIER, 3, rue Henri-IV. — Saint-Etienne : DUBOUCHET, 2, rue du Général-Foy. — Tarbes : ETCHEVERY, rue des Grands-Fossés. — Toulon : BONNAUD, 4, rue Adolphe-Guise ; REBUFA, 21, rue d'Alger. — Toulouse : CAZER, 7, rue Ozenne ; ROYER-LEBON, 52, rue Alsace-Lorraine. — Vichy : ARFEUILLE, 76, rue de Paris.

92, rue Bonaparte **DUNOD** Editeur, PARIS-6^e

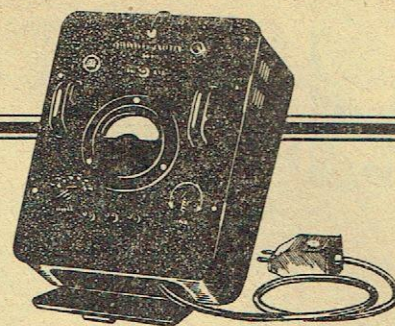
CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES E. ROCH

Société Anonyme au Capital de 1.000.000 de Francs

Avenue du Thiou, **ANNECY** (Hte-Savoie)

HERMÈS RADIO

PUBL. RAPHY



VOLTMÈTRE AMPLIFICATEUR

TYPE 3

MESURE DES TENSIONS ALTERNATIVES
H.F. & B.F. DE 0,01 A 150 V.

SIX GAMMES DE SENSIBILITÉS

INDICATIONS LINÉAIRES A 1% PRÈS
DANS L'INTERVALLE 25 Hz - 100 MHz
(Certificat du Laboratoire National de Radio-
électricité du 22 Juillet 1943)

RÉGULATION PAR FER - HYDROGÈNE & CONTRE - RÉACTION

Le plus sensible des V. - A.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE RADIOÉLECTRIQUE

S.A.R.L. AU CAPITAL DE 500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL :
22^{me}, Boul' de la Bastille
PARIS-XII^e
TÉL. : DOR. 69-90, 69-91

USINES A
BLÉNEAU (Yonne)
et BRIOUDE (H^{te}-Loire)

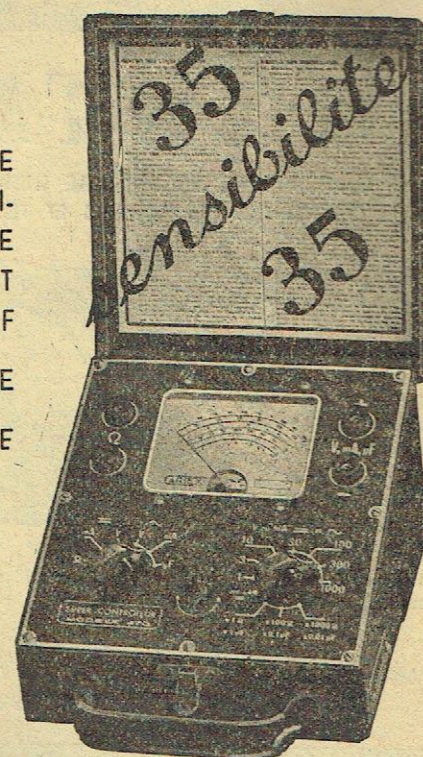


PUB. RAPHY

U 3

CONTROLEUR UNIVERSEL 470

VOLTMÈTRE
MICRO ET MILLI-
AMPÈREMÈTRE
CONTINU ET
ALTERNATIF
—
OHMMÈTRE
—
CAPACIMÈTRE



15, Av. de Chambéry
ANNECY (H.-S.)
Téléphone : 8.61
Télégr. : RadioCortex

CARTEX

Agent pour Seine et S.-& O.
R. MANCAIS
15, Faub. Montmartre
P A R I S
Téléphone : PRO 79-00

LIVRAISONS ASSURÉES DÈS A PRÉSENT

PUB. RAPHY



*...qui garantit de
grands rendements*

Machine **ENTIÈREMENT
AUTOMATIQUE** spécialement
étudiée pour la fabrication de
BOBINAGES EN FILS FINS
d'une très **GRANDE PRÉCISION**

PUB. RAPHY

RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE AUX

ETS MARGUERITAT

12 rue VINCENT . PARIS (19^e) - Métro:BELLEVILLE - Tél: Bot 70-05

" BILAN "

J'HESITE cette année à faire le bilan de l'activité de l'industrie radio-électrique française, car au premier abord, celui-ci ne semble pas brillant. En particulier, l'industrie du récepteur de radiodiffusion a été fortement touchée par la fermeture complète des usines avec interdiction de fabriquer et même de vendre.

Mais l'industrie du poste de radiodiffusion n'est pas toute la radio et ce qui importe avant tout, c'est, dans ce domaine, le potentiel industriel et le potentiel technique de notre pays.

Quoi qu'on en dise, le premier a peu évolué ces dernières années ; trois classes de producteurs se partagent toujours le marché : la grosse industrie, la moyenne et la production artisanale. Apparemment — et officiellement — la première a gagné du terrain au détriment de la seconde et surtout de la troisième. Mais les chiffres officiels sont très discutables. Et il est un fait certain : aucune conclusion ne peut être tirée de la situation actuelle, qui correspond à un état de choses anormal et qui ne durera pas.

Ceci, nul ne l'ignore. Mais ce qui est réconfortant, c'est de voir avec quelle foi, quel courage et même quel enthousiasme certains industriels français — parmi les plus petits comme parmi les plus grands — préparent l'avenir sur le plan technique, malgré la menace (qu'à mon humble avis il ne faut pas exagérer) de se trouver demain surclassés par des techniques nouvelles venues d'outre-mer.

° °

C'est pourquoi il ne faut pas être pessimiste, car, si la puissance industrielle de notre industrie prête à discussions, je crois pouvoir affirmer que son potentiel technique est aujourd'hui plus élevé qu'il ne l'a jamais été.

Certes, dans ce domaine nous souffrons du manque d'hommes, et je répète encore une fois : nous avons trop d'ingénieurs à 2.000 francs et pas assez à 10.000 francs par mois, c'est-à-dire trop de bricoleurs qui s'imaginent connaître la radio parce qu'ils savent dépanner un poste et pas assez de vrais techniciens. Notre enseignement technique est responsable de cette lacune.

Mais, en dehors de cela, nos laboratoires, petits et grands, ont beaucoup travaillé. D'abord, tous se sont équipés, ce qui est déjà quelque chose. Ensuite, l'« esprit pifométrique » a perdu du terrain, ce qui ne peut que nous réjouir.

Enfin, non seulement nous avons rattrapé un certain retard, mais encore quelques laboratoires français ont développé des techniques nouvelles : citons, au hasard, les études de télévision de Defrance, d'EMYRADIO ou de la C. D. C., ou les remarquables travaux de certains grands laboratoires sur un mode de modulation qui n'est ni la modulation d'amplitude, ni la modulation de fréquence : la modulation par impulsions.

Dans un autre ordre d'idées, l'industrie de la pièce détachée prépare des solutions originales. Si, dans quelques jours, un salon de la pièce détachée devait s'ouvrir, on serait étonné des progrès que nous avons faits dans cet ordre d'idées.

° °

Donc, malgré toutes les difficultés qu'elle éprouve, l'industrie française a prouvé qu'elle voulait vivre et je suis convaincu qu'elle survivra aux difficultés actuelles et aux difficultés d'ordre commercial qui l'attendent après la guerre ; mais elle survivra d'autant mieux que, sans copier servilement (et souvent bien mal) l'une ou l'autre des techniques des pays surindustrialisés, elle restera elle-même et gardera sa personnalité.

Marc CHAUVIERRE

QUELQUES MOTS SUR L'ENREGISTREMENT ET LA REPRODUCTION DES DISQUES

par MARC CHAUVIERRE

La plupart des récepteurs possèdent une prise pick-up qui se résume en une entrée à haute impédance sur le premier étage de la basse fréquence. Mais si l'on pose au réalisateur du récepteur la question suivante : Comment avez-vous prévu l'adaptation électrique du pick-up, quelle est la courbe de réponse du système pick-up-ampli-haut-parleur ? Neuf fois sur dix, ou plutôt neuf cent quatre-vingt-dix-neuf fois sur mille, le responsable sera incapable de vous donner à ce sujet la moindre précision, pour la bonne raison que les problèmes de l'enregistrement et de la reproduction sur disques sont totalement ignorés de la plupart des spécialistes du récepteur de radiodiffusion.

Bien mieux, j'ai rencontré, il y a six ans, le chef de l'exploitation d'un grand émetteur de radiodiffusion privé : celui-ci, qui avait plusieurs années de pratique dans l'enregistrement, ignorait comment on mesurait la courbe de réponse d'un graveur avec un faisceau de lumière parallèle.

Cette ignorance de la question de l'enregistrement est particulièrement regrettable, et je voudrais, dans les lignes qui vont suivre, sans prétendre épuiser un vaste problème, résumer le minimum de connaissances qu'un technicien de la radio doit avoir sur ce sujet.

Il ne faut pas non plus oublier qu'il est presque certain qu'après la guerre on assistera au développement de l'enregistrement d'amateurs sur disques souples. Ce dernier ne connaît pas encore en France le succès qu'on est en droit d'attendre : raison de plus pour étudier le problème.

Les bases techniques de l'enregistrement

Le plus ignorant des amateurs connaît la technologie de l'enregistrement tel qu'on le pratique dans l'industrie (enregistrement sur cire, création d'une matrice, reproduction des disques par pressage), ou bien encore dans l'enregistrement sur disques souples (disques Pyrolac par exemple). Mais ce que tout le monde ignore, c'est la technique de celui-ci.

Un disque tourne à vitesse angulaire constante (soit 78 tours, standard le plus courant, soit 33 tours un tiers dans certaines applications professionnelles). Pour graver ce disque, un chariot analogue à celui d'un tour entraîne un burin porté par le graveur. En l'absence de modulation, ce burin trace donc sur le disque une spirale dont le pas est déterminé mécaniquement. En général, pour une raison que nous étudierons plus tard, le pas est choisi entre 30 et 45 sillons au centimètre, le pas rencontré le plus souvent correspondant à 36 sillons. On en conclut que la spirale d'un disque de 30 cm., gravé du bord extérieur jusqu'à 5 cm. du centre, correspondra à une durée d'enregistrement (donc de reproduction) de l'ordre de 3 minutes. Lorsqu'il y a modulation, le burin du graveur se déplace de part et d'autre de la spirale fixant sa position moyenne. Si l'on suppose un graveur idéal, c'est-à-dire sans faire intervenir des phénomènes de résonance, on sait que le déplacement varie en raison inverse de la fréquence. On a : $Af = \text{constante}$.

C'est le cas de tous les systèmes électro-mécaniques de ce genre et on retrouve la même loi dans l'étude d'un haut-parleur.

Dans ces conditions, la vitesse maximum de la pointe et la quantité d'énergie nécessaire pour la gravure sont indépendantes de la fréquence. La pente maximum de la courbe enregistrée est alors :

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{vitesse maximum de la pointe}}{\text{vitesse linéaire du disque}} = \frac{A \omega}{2 \pi R n} = \frac{Af}{Rn}$$

dans lesquelles A est l'amplitude, ω la pulsation, f la fréquence, R le rayon de la spirale au point considéré et n le nombre de tours par seconde (fig. 1). Dans ces conditions, on dit que l'on grave à « vitesse constante ».

Ce qu'il faut retenir avant tout de tout ceci, c'est que dans la

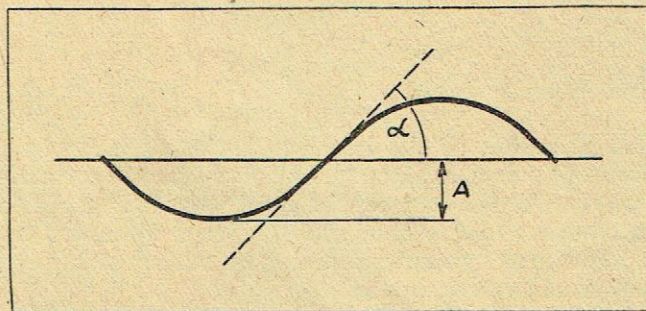


FIG. 1. — Élément déterminant la gravure d'un disque.

gravure du disque l'amplitude est inversement proportionnelle à la fréquence. Si donc on ne prend aucune précaution, l'amplitude va augmenter à mesure que la fréquence va diminuer. Or, c'est l'amplitude maximum de la gravure qui détermine l'espacement des sillons.

Prenons un disque gravé à 40 sillons au centimètre. D'axe en axe de chaque sillon, nous aurons une distance de 25/100 de mm. Le sillon n'est cependant pas une ligne immatérielle, il a une largeur définie et il doit se présenter en général comme un V dans lequel se loge l'aiguille du pick-up. On admet, en général, qu'en l'absence de modulation, la largeur d'un sillon doit être égale à la moitié de la distance séparant deux sillons. Dans le cas qui nous occupe, la largeur doit donc être de 125/1.000 de mm. Sous l'influence de la modulation, le sillon doit se déplacer de part et d'autre de sa position moyenne. Dans le cas le plus défavorable qu'il faut prévoir, un maximum d'amplitude pourra se produire vers l'intérieur du sillon considéré et un minimum vers l'extérieur du sillon suivant. Donc le maximum d'amplitude tolérable est égal au quart de la distance entre deux sillons (soit environ 60/1.000 de mm. (Voir figure 2.)

Or, l'amplitude minimum pour la fréquence la plus élevée du spectre sonore que l'on veut reproduire est déterminée par le bruit de fond : en enregistrement comme en radiodiffusion, c'est toujours le rapport signal-bruit de fond qui détermine les conditions d'utilisation d'un appareil. Il faut donc que dans les pianissimo l'amplitude pour les fréquences élevées soit beaucoup plus grande que les irrégularités de la matière qui constitue le disque (cire ou vernis).

Admettons que pour la fréquence 5.000 cette amplitude minimum soit de l'ordre de 1/10.000 de mm. On remarque aussitôt qu'à la fréquence 50 l'amplitude sera cent fois plus forte, c'est-à-dire de l'ordre de 1/100 de mm.

On voit donc que cette amplitude est voisine de celle admissible

$$\left(\frac{d}{4} \sim 0,060 \right).$$

En outre, nous avons pris comme point de départ un pianissimo ; mais il faut admettre une variation de niveau pour repro-

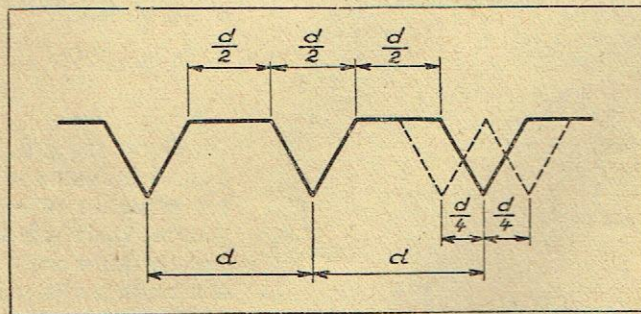


FIG. 2. — Standard ordinaire d'espacement des sillons.

duire la dynamique de l'exécution (notons en passant qu'en enregistrement comme on radiodiffusion la musique doit être « comprimée »). Si l'on admet seulement un rapport de 1 à 10 entre le *piano* et le *forte* (ce qui est totalement insuffisant), on voit qu'il est impossible de graver à vitesse constante sur toute la gamme des fréquences, car dans les basses fréquences les sillons se croisent.

Dans la pratique, pour éviter cet inconvénient, on adopte la

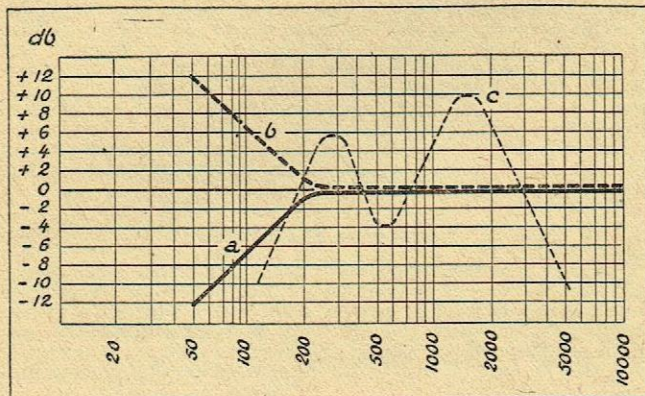


FIG. 3. — a) Courbe standard d'enregistrement (amplitude constante jusqu'à 250, vitesse constante au-dessus); b) courbe normale d'un pick-up (symétrique de la courbe de gravure); c) courbe d'un pick-up quelconque utilisé sur les récepteurs de T. S. F.

solution suivante : on grave à *vitesse constante* les fréquences élevées jusqu'à 250 et à *amplitude constante* pour les fréquences inférieures à 250. On obtient ce résultat en disposant entre l'ampli de gravure et le graveur un correcteur dont l'effet est de diminuer l'énergie appliquée au graveur à mesure que la fréquence diminue (il y a d'ailleurs lieu de tenir compte de la perte de basse fréquence due aux imperfections mécaniques du graveur).

Bien entendu, si dans ces conditions on lit un disque avec un pick-up électro-magnétique idéal, on aura une reproduction incorrecte (manque de basse fréquence), puisqu'un tel pick-up donne une tension constante pour un enregistrement à vitesse constante.

Or, il est évident que si l'on applique au système ampli de gravure-graveur une fréquence variable de tension constante, on doit retrouver après lecture une tension constante pour toutes les fréquences (fig. 3).

Pour arriver à ce résultat, on dispose entre le pick-up et l'amplificateur un correcteur tel que l'on obtient pour le pick-up une courbe de réponse symétrique à celle de la courbe de gravure.

Pratiquement, si l'on ne dispose pas d'un pick-up parfaitement linéaire (c'est le cas d'un pick-up professionnel, mais ce n'est pas le cas d'un pick-up bon marché utilisé sur les postes radio), on doit s'arranger de façon que la courbe naturelle du pick-up combinée avec la courbe du correcteur donnent ensemble la courbe idéale de reproduction à laquelle nous venons de faire allusion.

Telle est la règle fondamentale d'établissement d'un système d'enregistrement et de reproduction phonographique pour la gravure latérale, avec les dispositifs électro-magnétiques classiques.

Combien de techniciens se préoccupent de cette règle élémentaire ?

Mesures de la courbe d'enregistrement d'un graveur électro-magnétique

Au premier abord, il semble extrêmement délicat de vérifier la courbe d'enregistrement d'un graveur et il semble que l'on doive avoir recours à des mesures délicates au microscope.

Or, il n'en est rien. Pour vérifier la courbe d'un graveur, il suffit de prendre un disque, de le regarder à la lumière du soleil... et un technicien pourra conclure instantanément, avec une bonne approximation, si la courbe est correcte ou incorrecte.

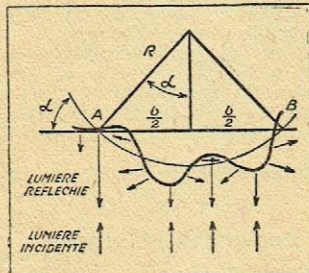


FIG. 4. — Réflexion de la lumière par les sillons d'un disque gravé.

En dehors de cette portion, aucune lumière ne parvient à l'observateur. Si l'on fait tourner le disque, ces points formeront une bande lumineuse à limites nettes. La largeur de la bande

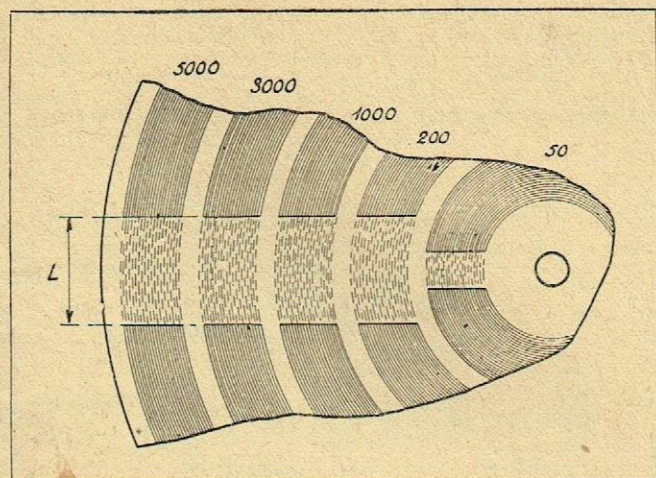


FIG. 5. — Examen en lumière parallèle d'un disque de fréquence gravé normalement.

lumineuse (on suppose, bien entendu, un disque enregistré sur une seule fréquence sinusoïdale) est proportionnelle au produit Af et peut servir à mesurer celui-ci.

En effet, la limite de la raie lumineuse est perpendiculaire à la

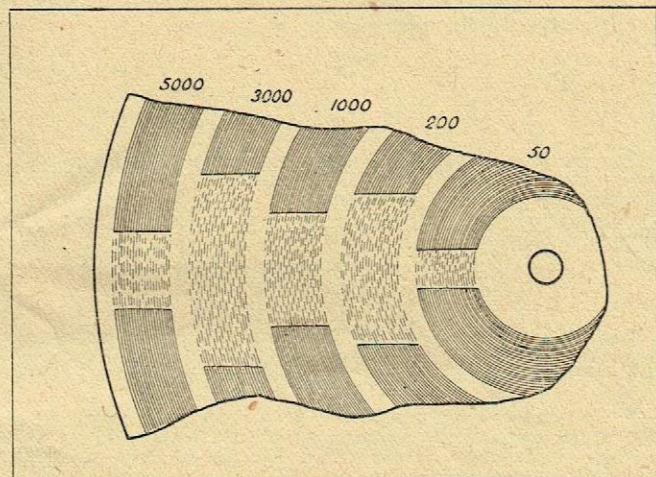


FIG. 6. — Examen en lumière parallèle d'un disque gravé incorrectement.

direction de la lumière. L'angle α donné par la formule

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Af}{Rn}$$

qui correspond, comme on l'a vu tout à l'heure, à la pente maximum

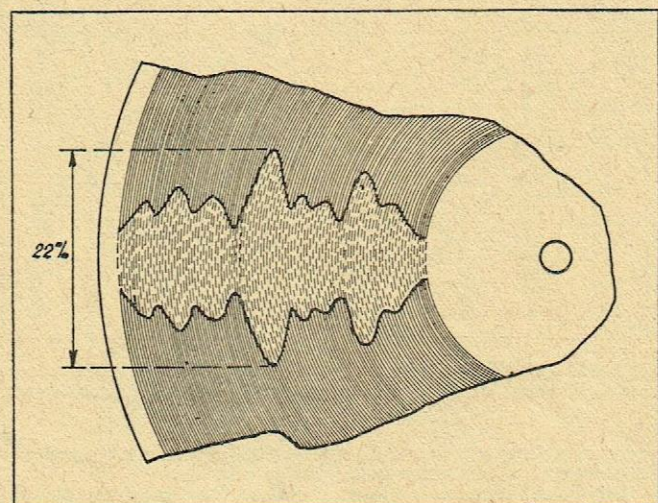


FIG. 7. — Bande lumineuse d'un disque quelconque.

du sillon est donc égale au demi-angle au centre de la bande AB. On a donc :

$$\sin \alpha = \frac{L}{2R}$$

D'où en éliminant α

$$L = Af \times \frac{2 \cos \alpha}{n}$$

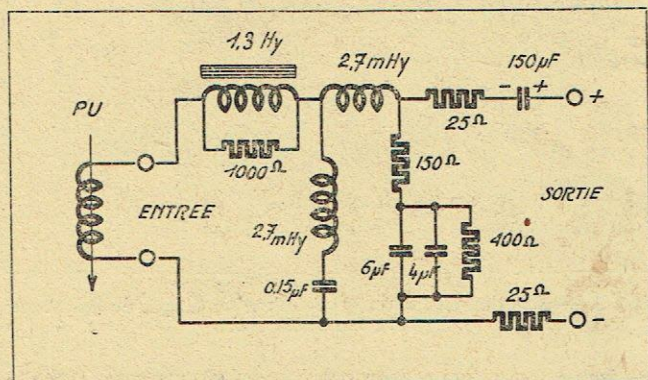


FIG. 8. — Correcteur normal pour un pick-up linéaire (pick-up et correcteur Neumann type radiodiffusion).

Comme B est petit par rapport à r , on peut poser :

$$\cos \alpha = 1$$

On a donc

$$L = \frac{2 A f}{n}$$

Par exemple, dans le cas que nous avons pris, l'amplitude maximum du sillon est de 60/1.000 de mm. Si l'on grave à vitesse constante jusqu'à la fréquence 250 (c'est cette fréquence qui donnera l'amplitude la plus grande), la largeur de la bande lumineuse correspondra à :

$$L = \frac{2 A f}{n} = \frac{2 \cdot 0,06 \cdot 250}{78/60} = 23 \frac{\text{mm}}{\text{cm}}$$

Pour une largeur supérieure l'amplitude sera trop grande, on aura de la distorsion ou de l'écho (on entendra simultanément deux sillons) et même l'aiguille du pick-up sautera d'un sillon à l'autre.

Si l'on trace sur un disque une série de fréquences (50, 100, 200, etc.) en appliquant à l'entrée de l'amplificateur de gravure une tension constante, on obtiendra à l'examen du disque une série de traits lumineux de largeur variable et dont la largeur est fonction des caractéristiques électro-mécaniques du graveur (fig. 5 et 6).

D'après ce que nous avons vu, la courbe idéale de réponse d'un graveur, exprimée en largeur de bande lumineuse, a l'allure de la figure 5.

Pratiquement, elle n'est jamais aussi belle et très souvent des résonances mécaniques se manifestent autour de certaines fréquences, en particulier autour de la fréquence 3.000 (fig. 6).

Au lieu de faire un enregistrement discontinu, fréquence par

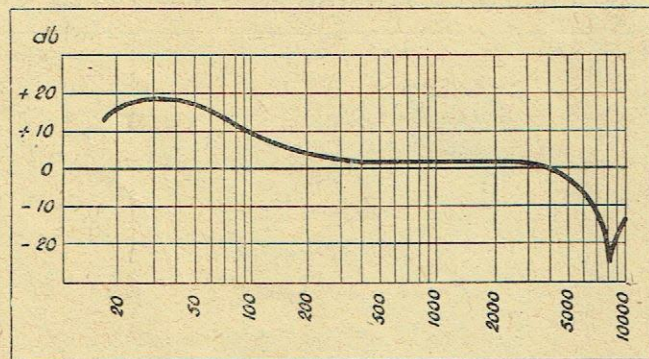


FIG. 9. — Courbe obtenue avec un pick-up linéaire et le correcteur ci-dessus (disque gravé à amplitude fréquence constante).

fréquence, le générateur utilisé peut être commandé mécaniquement par le déplacement du chariot de gravure.

On obtient dans ce cas la courbe de réponse complète du graveur. En examinant le disque à la lumière du soleil ou d'une lampe électrique à filament ponctuel, on peut apprécier approximati-

vement la largeur de la bande lumineuse. Pour une mesure précise, on éclaire le disque avec un projecteur qui donne un faisceau de lumière parallèle, projecteur situé à 5 ou 10 mètres du disque. L'observateur se place dans le voisinage du projecteur et observe le disque avec une longue-vue. Un opérateur déplace perpendiculairement au rayon du disque une règle millimétrée qui est vue en même temps que le disque avec la longue-vue et qui permet de mesurer avec précision la largeur de la bande lumineuse. Lorsque, au lieu d'utiliser une fréquence sinusoïdale, on grave la modulation (musique ou paroles), le graveur observé en rayons parallèles donne une bande lumineuse déchiquetée qui correspond aux variations de niveau de l'enregistrement. En aucun point la largeur de bande lumineuse ne doit dépasser les 25 ou 30 mm, suivant les calculs que nous avons faits tout à l'heure (en fonction du nombre de sillons au centimètre).

Dans les disques du commerce, les crêtes se maintiennent aux environs de ces valeurs et les pianos correspondent à une largeur de bande lumineuse de 10 à 15 mm.

Vérification des pick-up

Pour vérifier un pick-up, il faut utiliser un disque de fréquence gravé suivant une loi connue. La solution la plus simple consiste à utiliser des fréquences gravées d'un bout à l'autre « à vitesse constante ». Mais pour que cet enregistrement soit possible dans les basses fréquences, il faut utiliser un pas spécial (par exemple 10 sillons au cm.) ou bien encore diminuer l'amplitude de la gra-

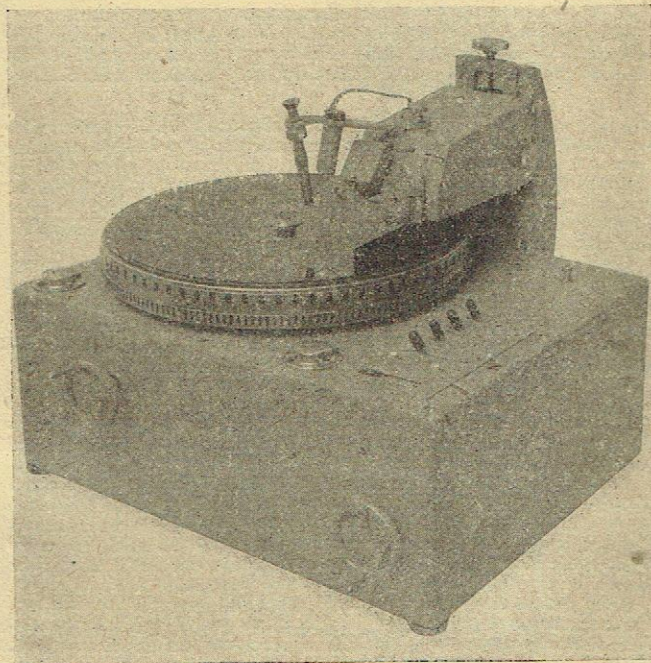


FIG. 10. — Une machine à graver ultra-moderne : la machine Radio Air 78/33 tours à commande automatique électromécanique.

vure (5 mm. de bande lumineuse). Sur un tel disque, la courbe de réponse du pick-up combinée avec son correcteur (à moins qu'il ne s'agisse d'un pick-up auto-correcté) doit être linéaire de 250 à 500 ou 600 périodes et, comme on l'a vu, remonter de 250 à 50. En revanche, si on utilise un disque de fréquences gravé suivant les lois courantes de l'enregistrement (« amplitude constante » de 50 à 250, « vitesse constante » de 250 à 3.000), la tension de sortie doit être linéaire d'un bout à l'autre. En temps normal, on trouve dans l'industrie les disques de fréquences de différents types.

Tout ce que nous venons de voir ne concerne l'enregistrement et la reproduction que du point de vue de la courbe de réponse. Il y a lieu de tenir compte, bien entendu, pour chaque fréquence de la linéarité du pick-up (pour une fréquence déterminée, la tension de sortie doit être proportionnelle à l'amplitude du sillon) et de la distorsion non linéaire.

Ce sont des points très importants, sur lesquels nous reviendrons dans notre prochain article.

Applications de la prise pick-up d'un récepteur

Si l'on considère que la prise pick-up d'un récepteur est suivie d'un ampli tel que la courbe de réponse acoustique du système ampli/haut-parleur soit linéaire à l'entrée, il y a simplement lieu de se préoccuper de disposer d'un système pick-up/correcteur dont la courbe réelle se rapproche de la courbe idéale. Il est presque impossible de prévoir un correcteur standard pour des pick-up du commerce, ceux-ci ayant des courbes de réponse aussi fantaisistes que variables. Parfois (cas d'un pick-up piézo-élec-

trique), la caractéristique naturelle de réponse du pick-up est relevée dans les basses et se rapproche de ce fait de la courbe idéale sans correcteur.

Mais si l'amplificateur basse fréquence du récepteur est corrigé de façon à tenir compte de l'affaiblissement des aigus dû à la sélectivité des circuits moyenne fréquence, il est évident que cet ampli, à la suite d'un système pick-up/correcteur normal, donnera une reproduction suraiguë avec augmentation du bruit d'aiguille. Dans ce cas, il faut, dans la position pick-up, ou bien supprimer la correction radio, ou introduire une deuxième correction telle que, en fin de compte, on retrouve la courbe idéale.

Comme on le voit, la prise pick-up sur un récepteur de radio-diffusion ne doit pas être traitée à la légère et, en principe, c'est une solution incorrecte que de constituer celle-ci par une prise

de courant bon marché disposée entre la masse et la grille de la première lampe basse fréquence, prise de courant sur laquelle on monte au petit bonheur n'importe quel pick-up, quelle que soit sa courbe de réponse. Il y a un problème d'adaptation (et je ne parle pas d'adaptation d'impédance, relativement facile) qui doit être traité aussi sérieusement que le problème de la sélectivité, par exemple.

* * *

Dans la suite de cet article, je traiterai rapidement du bruit d'aiguille, des autres distorsions de l'enregistrement, et surtout de l'évolution de la technique de l'enregistrement sur disques avec les améliorations et les solutions nouvelles entrevues pour l'avenir.

L'UTILISATION DES APPAREILS DE MESURE ÉLECTROACOUSTIQUES pour le contrôle des installations de cinéma sonore

par JEAN VIVIÉ

Sous ce titre, notre collaborateur a déjà publié une étude d'ensemble parue dans nos numéros de décembre 1942 et de février 1943 : il avait annoncé dans sa conclusion que certains appareils de mesure, certaines méthodes de contrôle, allaient être mis au point dans un proche avenir ; c'est aujourd'hui chose faite, en sorte que cet article va pouvoir mettre les lecteurs de la Radio Française au courant des plus récentes réalisations en la matière.

Les appareils de mesure électroacoustiques nécessaires au contrôle des installations de cinéma sonore sont nombreux et variés ; nous avons eu l'occasion d'en exposer les principes et

d'en détailler les divers emplois. L'intérêt présenté par ces appareils est tel que l'année 1943 a vu la mise au point de quelques maquettes intéressantes dans les laboratoires d'études de divers

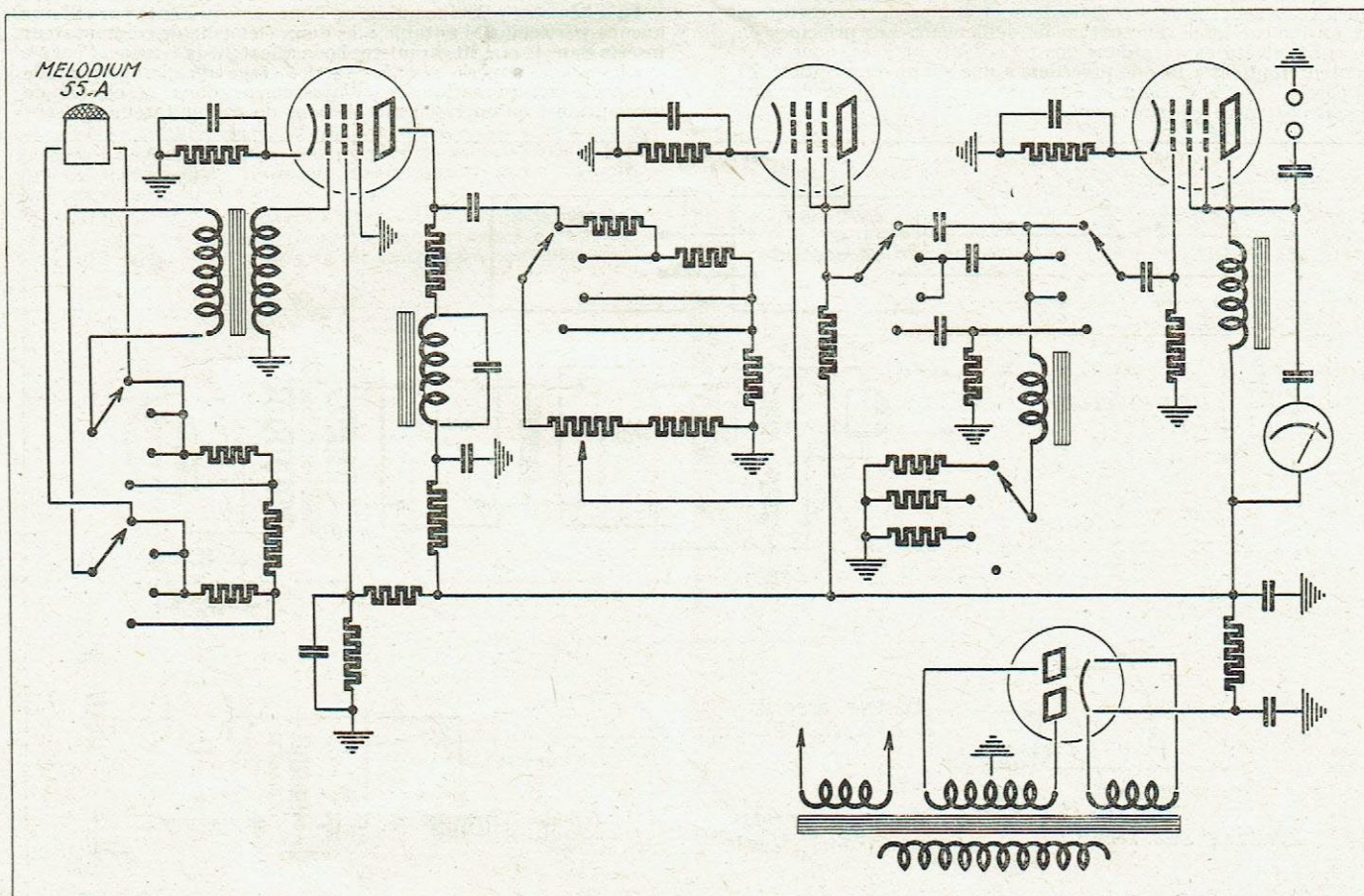
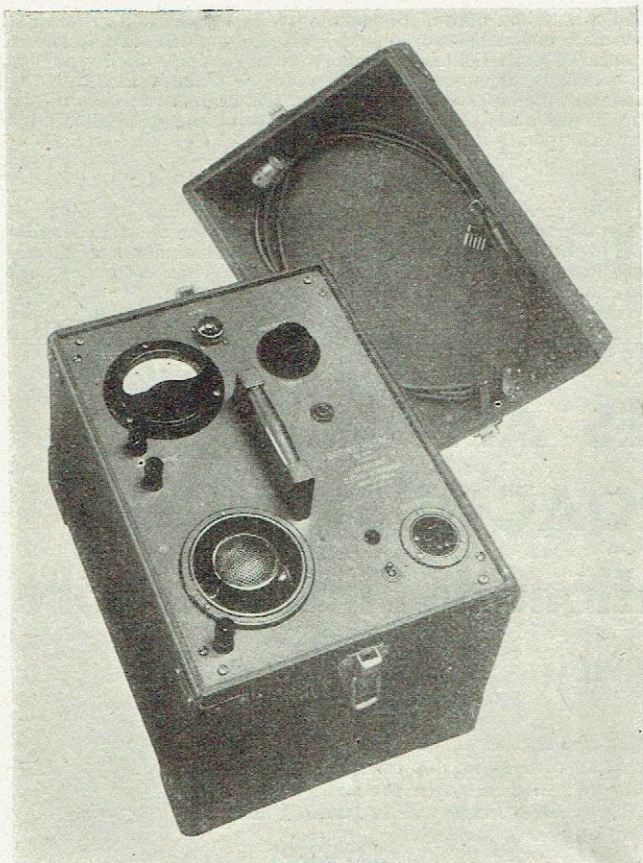


FIG. 1. — Schéma de l'indicateur de niveau acoustique L. E. A.



L'indicateur de niveau acoustique L. E. A.

constructeurs spécialisés : ce sont respectivement un indicateur de niveau acoustique, un indicateur de temps de réverbération et un indicateur de fluctuation de défilement. Les principes de base ayant été exposés dans nos précédents articles, nous nous contenterons cette fois de procéder à une simple description des appareils étudiés et dont la fabrication sera entreprise dès que les circonstances le permettront.

L'indicateur de niveau acoustique " L. E. A. "

La mesure des niveaux acoustiques en *phones* se pose à tout instant dans la technique électroacoustique : le présent indicateur présente la particularité d'être alimenté directement sur secteur alternatif : la plage de mesure s'étend de 30 à 120 *ph* en quatre échelles de 30-50-70-90-120 *ph*.

L'appareil utilise le microphone *Melodium 55 A* dont la courbe de réponse est parfaitement constante dans toute la gamme des fréquences acoustiques ; trois étages d'amplification sont utilisés, équipés d'un même type de lampe pentode, avec liaisons par self-capacité. Le commutateur à quatre positions qui sélectionne les échelles de mesure comprend six éléments insérés, d'une part dans le circuit d'entrée du microphone, d'autre part dans les deux circuits de liaison : la commutation ainsi agencée n'a pas seulement pour but de régler la sensibilité correspondant à chaque échelle de mesure, mais encore de modifier les caractéristiques de transmission du système afin de réaliser sur chaque échelle

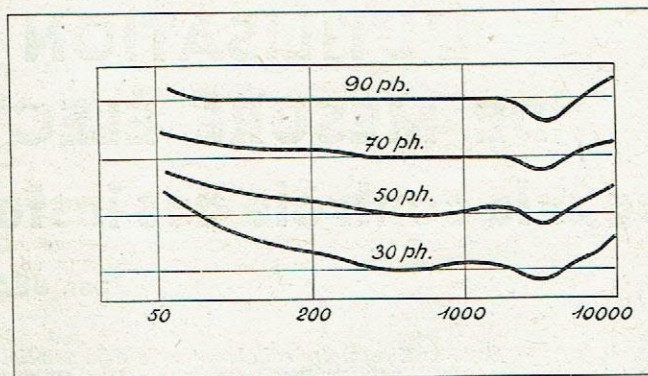


FIG. 2. — Courbes de niveau de l'appareil L. E. A. sur les quatre gammes de mesures.

la courbe caractéristique dictée par les conditions d'audibilité aux divers niveaux acoustiques. L'indicateur branché à la sortie du dernier étage est un modèle spécialement étudié par les *Etablissements Brion-Leroux* qui ont pu réaliser une échelle linéaire sur une plage de 30 db., avec un amortissement convenable.

Le schéma de principe publié en figure 1 ne présente par ailleurs aucune particularité notable : les deux éléments de commutateur insérés dans le circuit du microphone affectent la tension d'entrée sur les plages supérieures ; le premier étage avec lampe pentode comporte un potentiomètre d'ajustement dans le circuit de liaison, ainsi qu'un troisième élément de commutateur agissant

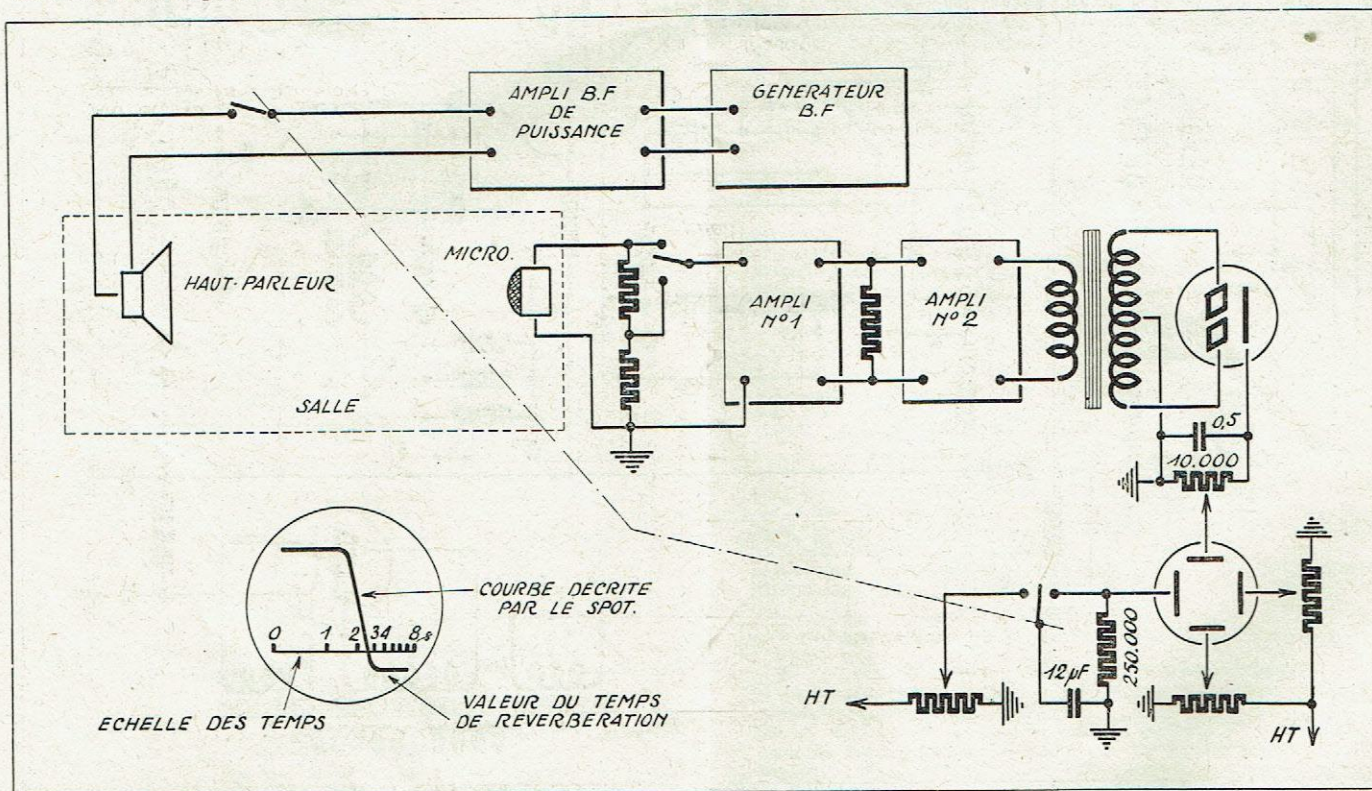


FIG. 3. — Schéma de principe du réverbéromètre électronique « Charlin ».

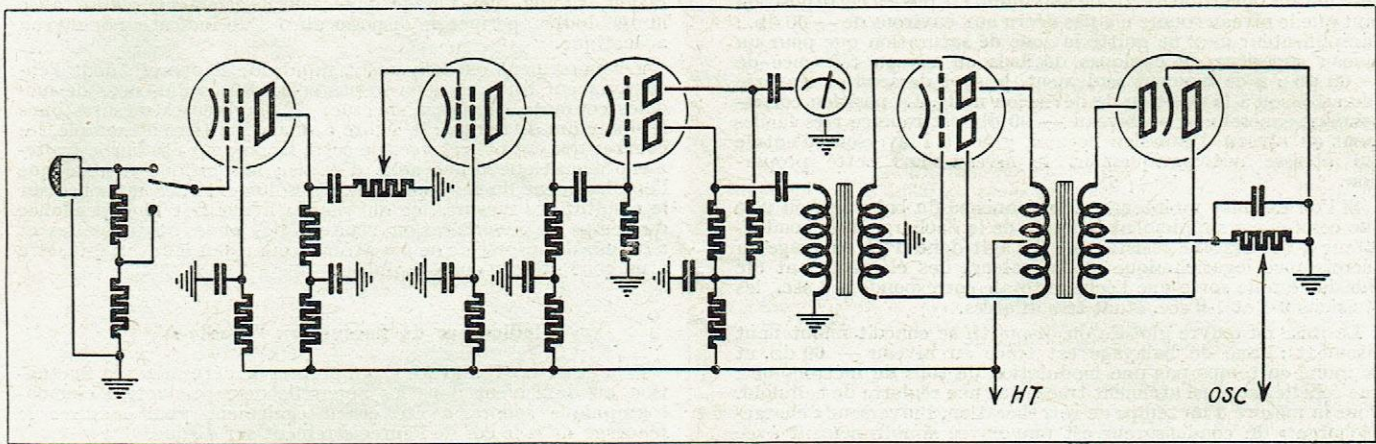


FIG. 4. — Montage de l'amplificateur du réverbéromètre « Charlin »

sur la valeur de la tension transmise ; le second étage fonctionne avec lampe pentode utilisée en triode et son circuit de liaison comprend trois éléments de commutateur servant à modifier la caractéristique de transmission ; le troisième étage, avec lampe également montée en triode, alimente l'indicateur par couplage à self-capacité, avec bornes de branchement pour un appareil auxiliaire. L'alimentation est assurée de façon courante par valve biplaque.

La figure 2 montre les courbes de niveau de l'appareil sur les quatre gammes de mesure : par ailleurs, la constante de temps est conforme à celle de l'oreille humaine.

L'appareil permet d'étudier les problèmes de répartition de l'intensité sonore dans les salles en utilisant le film-test de fréquences (avec fluctuation, si besoin est, pour éliminer les ondes stationnaires).

Le réverbéromètre électronique

C'est sur un principe original qu'est conçu le réverbéromètre électronique des Etablissements A. Charlin, dont la réalisation se révèle particulièrement simple, si on la compare aux multiples appareils et montages de mesure proposés jusqu'alors.

Cet appareil est basé sur la définition même du temps de réverbération : il consiste essentiellement à déterminer sur l'écran d'un oscillographe cathodique un axe de temps à graduation logarithmique et à enregistrer la courbe de décroissance de l'intensité sonore de telle sorte qu'elle coupe l'axe des temps lorsque le niveau a décru de 60 db. par rapport au niveau initial d'émission, le zéro de l'axe des temps étant naturellement fixé par la coupure d'émission du son.

Le schéma de principe du réverbéromètre électronique est indiqué en figure 3 ; la source sonore comporte un générateur B F avec amplificateur de puissance alimentant un haut-parleur. Un

microphone recueille l'onde sonore dans la salle dont on veut déterminer le temps de réverbération : la tension aux bornes du microphone est appliquée à un premier amplificateur de type normal (n° 1), un inverseur permettant d'appliquer soit la tension totale, soit la tension ramenée à un niveau inférieur de 60 db.

Le signal amplifié est ensuite conduit à un second amplificateur

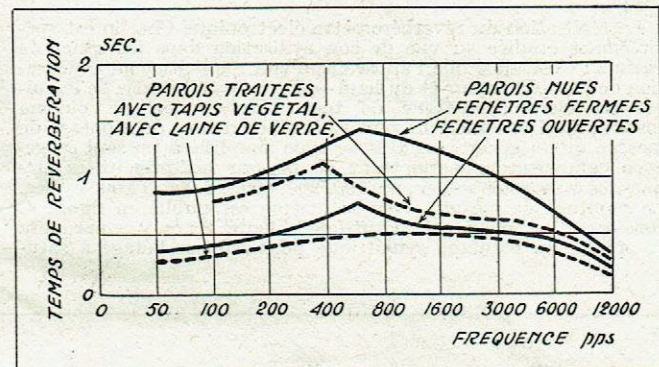


FIG. 5. — Quelques courbes obtenues avec le réverbéromètre.

(n° 2) utilisé dans une zone de saturation ; la tension de sortie redressée est alors appliquée aux plaques de déviation verticale d'un tube cathodique. Le fonctionnement de cet ensemble peut s'expliquer ainsi qu'il suit : au niveau d'émission normal, le second amplificateur est saturé et le spot électronique occupe sa

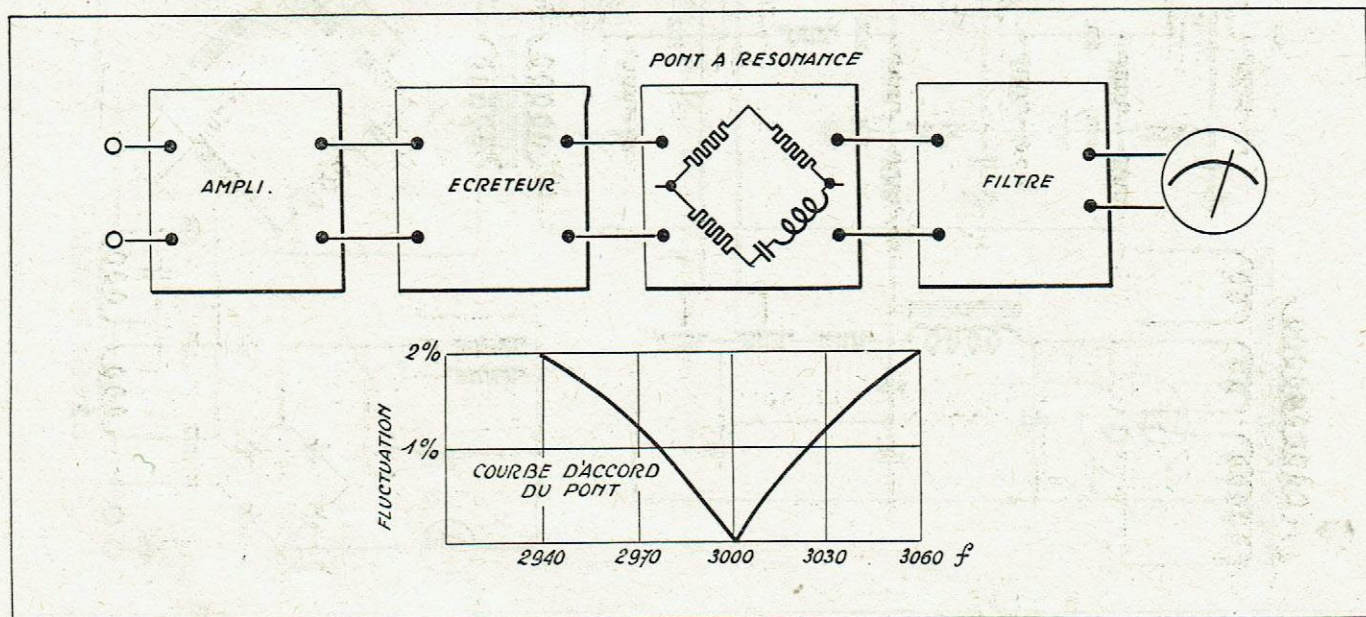


FIG. 6. — Schéma de principe de l'indicateur de fluctuations Radio-Air.

position de déviation verticale maximum : il reste à cette position tant que le niveau sonore n'a pas décru aux environs de -60 db. : l'amplificateur n° 2 ne quitte la zone de saturation que pour un niveau supérieur de quelques décibels au niveau référence de -60 db : à ce moment seulement, le spot descend et traverse l'écran jusqu'à la position de déviation nulle. La position correspondant exactement au niveau -60 db. est repérée très facilement au niveau d'émission normal, grâce à l'inverseur d'entrée qui abaisse automatiquement le niveau dans cette proportion.

Si l'on examine maintenant le mécanisme du balayage, on voit que celui-ci est simplement fonction de la décharge d'un condensateur à travers une résistance : il s'agit donc d'un balayage en décroissance logarithmique et les valeurs des éléments ont été choisis de telle sorte que l'échelle totale corresponde à 8 sec., les divisions 0-1 et 1-2 sec. étant très dilatées.

La mise en œuvre globale du dispositif se conçoit maintenant aisément : l'axe de balayage est tracé au niveau -60 db. et étalonné en temps par une modulation de tops de métronome : une échelle est ainsi aisément tracée sur une règle de celluloid. Pour la mesure d'un temps de réverbération, l'inverseur « charge-décharge » du condensateur est manœuvré simultanément avec l'interrupteur qui coupe l'émission de l'onde sonore ; le spot électronique est alors dévié horizontalement en temps et verticalement en niveau sonore : il décrit d'abord l'horizontale correspondant à la déviation de saturation, puis, lorsque le niveau s'approche de -60 db., le spot décrit une branche descendante très inclinée et vient couper l'échelle de référence du temps de balayage au point qui correspond au temps de décroissance du niveau sonore à -60 db., c'est-à-dire au temps de réverbération ; par la simple manœuvre de l'inverseur-interrupteur, la mesure peut être répétée plusieurs fois de suite, ce qui permet de préciser sans ambiguïté le point où la trace du spot coupe l'échelle des temps.

La réalisation du réverbéromètre électronique Charlin est spécialement étudiée en vue de son utilisation dans les salles de cinéma ; c'est ainsi que l'appareil prévoit explicitement l'utilisation de l'amplificateur et du haut-parleur faisant partie de l'équipement électroacoustique de toute exploitation de cinéma sonore ; ainsi le coffret ne renferme-t-il en dehors du montage de mesure qu'un générateur B F de type simplifié à un seul étage, avec commutateur permettant de couvrir les principales fréquences du spectre sonore, 50, 100, 200, 400... 6.000, 12.000 cy/sec. Le montage de mesure, dont le schéma est publié en figure 4, correspond au schéma constitutif de la figure 3 : on y remarquera l'emploi d'un montage symétrique pour réaliser l'étage à satu-

ration, tandis que l'étage précédent, également réalisé avec lampe double, permet de disposer ainsi d'un indicateur de niveau acoustique.

Le maniement excessivement rapide de l'appareil, dont l'encombrement total ne dépasse pas celui des oscilloscopes de modèles courants, permet d'effectuer de nombreuses mesures dans le minimum de temps : la figure 5 montre, à titre d'exemple, les courbes qui ont été relevées de cette façon pour étudier le traitement acoustique d'une salle d'essais ; la pratique montre que l'emplacement du microphone est absolument sans influence sur le résultat des mesures, ce qui semble démontrer l'indépendance du temps de réverbération vis-à-vis des ondes stationnaires et a permis de la sorte de ne pas avoir recours pour le réverbéromètre à un générateur d'ondes hulinées.

L'indicateur de fluctuation "Radio-Air"

L'indicateur « Radio-Air », qui permet de déterminer la fluctuation au défilement dans les appareils de reproduction cinématographique sonore, a été conçu également pour mesurer le pleurage dans le cas de l'enregistrement sur disque.

Le principe utilisé, schématisé en figure 6, consiste à transformer la modulation de fréquence en modulation d'amplitude au moyen d'un pont à résonance accordé sur la fréquence d'essai standardisée à 3.000 p. p. s. ; l'appareil comporte un amplificateur d'entrée suivi d'un écrêteur, lequel fournit une tension de sortie constante au-dessus d'un certain niveau d'entrée et rend ainsi la mesure indépendante d'une éventuelle modulation d'amplitude (cas de l'enregistrement sur disque) ; à la suite du pont à résonance, un filtre épure la tension de sortie des tensions harmoniques résultant de l'écrêtage.

La réalisation correspond au schéma de principe de la figure 7 : l'amplificateur d'entrée comprend deux étages à lampes pentodes avec liaison par résistance-capacité ; à la suite se trouve inséré l'étage écrêteur, avec une double diode dont on ajuste par potentiomètre la polarisation de l'un des éléments, afin de fixer à sa valeur convenable la tension grille de l'étage amplificateur de puissance équipé avec lampe pentode. Un transformateur assure la liaison avec le pont à résonance : celui-ci comporte un condensateur ajustable permettant de régler la fréquence d'accord de part et d'autre de 3.000 p. p. s., et un potentiomètre permettant de réaliser l'équilibrage. On reconnaît à la suite du pont les éléments du circuit de filtrage : l'indicateur avec redresseur cupoxyde est connecté au moyen de deux commutateurs dont l'un permet

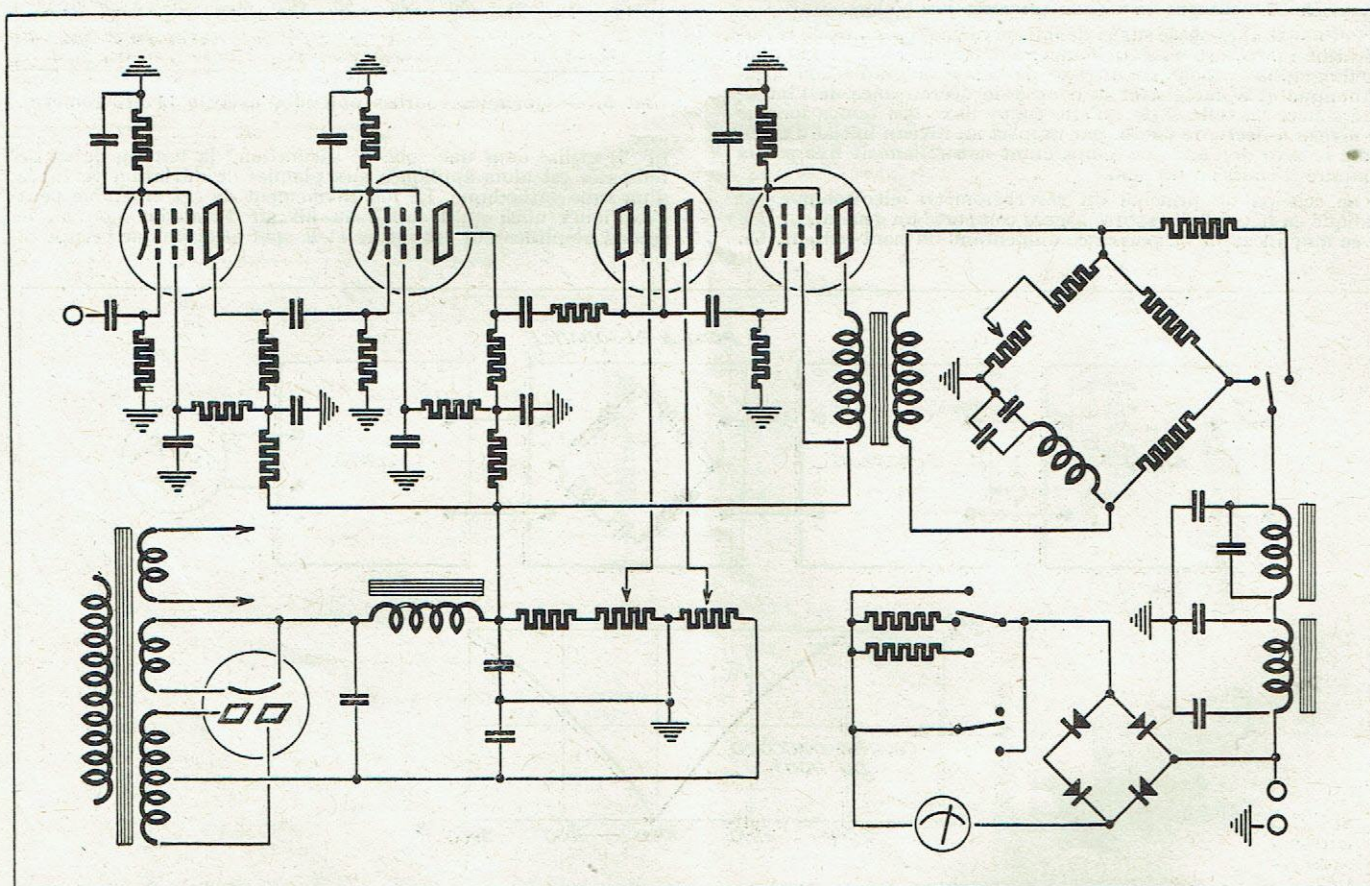
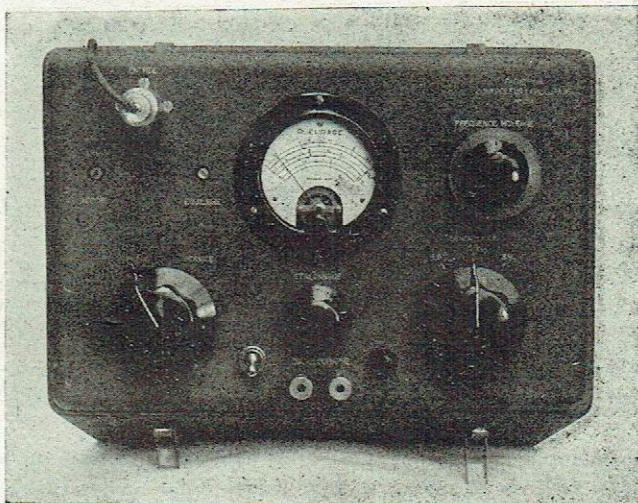


Fig. 7. — Schéma de l'indicateur de fluctuations.



Contrôleur de pleurage Radio-Air.

de l'utiliser pour l'étalonnage de la tension d'attaque du pont, tandis que l'autre réalise le passage sur les trois sensibilités de

lecture ; deux bornes ont été prévues pour le branchement d'un oscillographe.

Le maniement de l'appareil se révèle particulièrement simple, ainsi qu'il a été constaté au cours d'essais dans la cabine du Contrôle Technique du Cinéma avec film-test à 3.000 p. p. s. Les trois sensibilités de 2,5 %, 5 % et 3 % sont bien adaptées à la détection des irrégularités de défilement, et les mesures sont indépendantes des modulations d'amplitude au-dessus d'un niveau de 4 m. V.

Signalons par ailleurs que cet appareil sera complété par un modulateur à 3.000 p. p. s. permettant d'enregistrer les films d'essai à fréquence rigoureusement constante.

Ainsi qu'on le voit, l'appareillage de mesure nécessaire au contrôle des installations de cinéma sonore comptera désormais trois équipements parmi ceux dont la réalisation était la plus urgente.

Nous avons parlé dans notre précédente étude des projets en cours au Contrôle Technique du C. O. de l'industrie cinématographique ; signalons que les *films-tests* sont dès maintenant réalisés, le type A destiné à l'essai optique des projecteurs et au contrôle subjectif de la reproduction sonore, le type B (film de fréquences) destiné aux mesures des caractéristiques de transmission des équipements de cinéma sonore ; par ailleurs, des appareillages d'essai ont été mis au point et des projets de normes vont être prochainement soumis à étude.

Nous nous promettons d'entretenir les lecteurs de ces diverses questions lors d'un prochain article.

DISTORSION A LA REPRODUCTION DES DISQUES

par O. SÉGUREL

Une cause de distorsion à la reproduction provient de ce que le lecteur ne suit pas exactement le rayon où s'est effectuée la gravure.

En effet, considérons un sillon gravé à fréquence fixe (fig. 1)

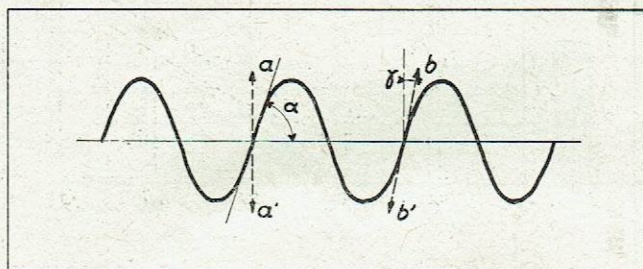


FIG. 1.

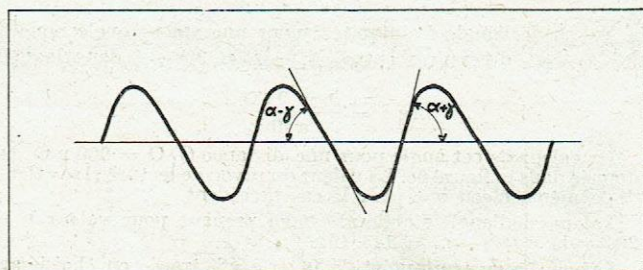


FIG. 2.

Si le plan d'oscillation (aa') de l'aiguille lectrice est perpendiculaire à l'axe AB du sillon, la réponse ne sera pas affectée de distorsion.

Il n'en est pas de même si le plan d'oscillation (bb') n'est pas dans un plan perpendiculaire à AB, et il y aura une distorsion d'au-

tant plus grande que l'obliquité du plan d'oscillation de l'aiguille s'éloignera de la perpendiculaire à l'axe AB et se rapprochera de l'angle α .

La réponse affectera la forme de la sinusoïde de la figure 2.

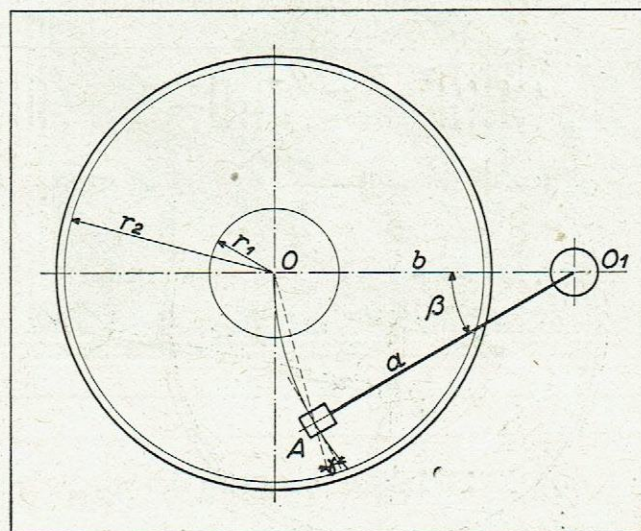


FIG. 3.

D'autre part, l'angle α , donné par l'équation :

$$\tan \alpha = \frac{A f}{R n} \quad (1)$$

- (1) A : Amplitude du sillon en mm.
R : Rayon de la lecture en mm.
f : Fréquence - période par seconde.
n : Nombre de tours du disque par seconde.

étant proportionnel à $\frac{A}{R}$, on voit que la distorsion augmente quand l'amplitude A augmente et que le rayon R diminue.

On voit que si l'on ne prend pas un grand soin à étudier la position du lecteur et du bras, on est amené à avoir de la distorsion. Examinons le cas d'un lecteur monté suivant la figure 3.

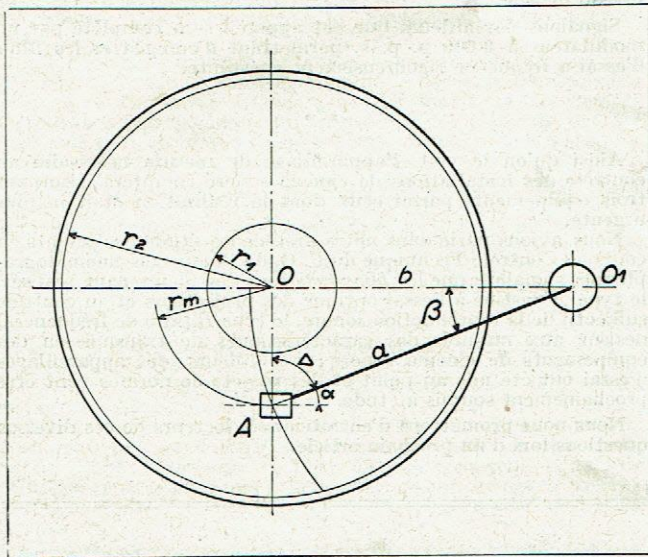


FIG. 4.

Le plan d'oscillation (aa') de l'aiguille étant perpendiculaire à O_1A , la valeur de $\gamma = \frac{\beta}{2}$ et la valeur de cet angle pour une distance $O_1O = 200$ mm. est donnée dans la figure 6a. Par un choix judicieux de l'inclinaison de la tête de lecture, on peut remédier dans des proportions considérables à ce phénomène.

Calcul du montage dans le cas où l'obliquité est nulle sur une spire moyenne et minimum vers les extrémités de la lecture (fig. 4).

On a : a = distance du pivot O_1 à l'aiguille A.
b = distance du pivot O_1 au centre du disque O.
 r_1 et r_2 = rayons extrêmes de lecture.

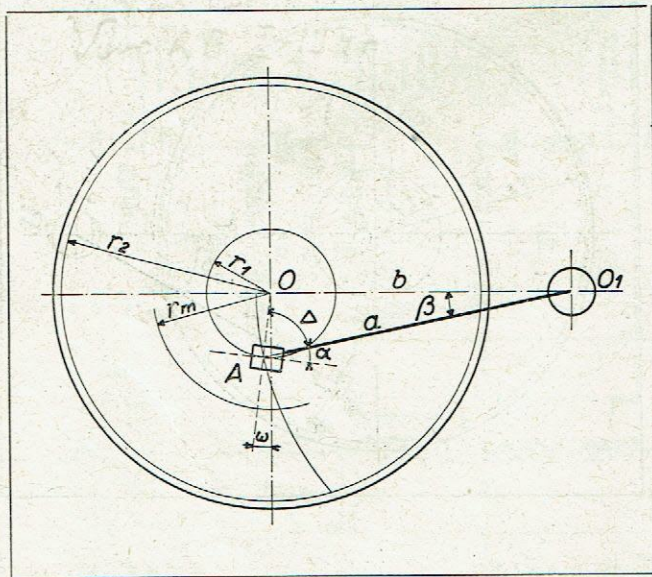


FIG. 5.

On doit avoir la relation $r_1 r_2 = a^2 - b^2$ et la spire moyenne pour laquelle l'angle d'obliquité γ est nul = $rm = \sqrt{r_1 r_2}$. L'angle d'inclinaison α de la tête de lecture sur le bras est donné par l'équation :

$$\cos \alpha = \frac{b}{r_1 m} \text{ d'où } \Delta = 90 - \alpha$$

Valeur de l'angle d'obliquité γ pour une valeur quelconque de $\beta = \gamma$ = différence entre $90 + \delta$ et $\Delta + \beta$ dans laquelle :

$$\tan \delta = \frac{b - a \cos \beta}{a \sin \beta}.$$

La valeur de cet angle pour une distance $O_1O = 200$ mm. est donnée dans la figure 6b. Valeur du rayon rl où se fait la lecture en fonction de $\beta = rl = \sqrt{(b - a \cos \beta)^2 + (a \sin \beta)^2}$.

Ce calcul donnant l'obliquité minimum aux rayons extrêmes n'est pas parfait, car nous avons vu que l'endroit de la lecture le plus critique est au centre; il est donc préférable d'avoir une obliquité nulle sur la spire centrale.

En étudiant le problème, on s'aperçoit que l'on peut passer par deux points où l'obliquité sera nulle avec des maxima entre ces deux points et le rayon extérieur.

Calcul du montage dans le cas où l'obliquité est nulle sur la spire centrale et rm ayant pour valeur $rm = \sqrt{r_1 r_2}$ (fig. 5).

On a : a = distance du pivot O_1 à l'aiguille A.
b = distance du pivot O_1 au centre du disque O.
 r_1 et r_2 = rayons extrêmes de lecture.

$$rm = \sqrt{r_1 r_2}.$$

L'angle d'inclinaison α de la tête de lecture sur le bras est donné par l'équation :

$$\alpha = \beta + \omega \text{ d'où } \Delta = 90 - \alpha$$

dans laquelle :

$$\sin \omega = \frac{rm - r_1}{b} \text{ et } \tan \beta = \frac{r_1 \cos \omega}{b + r_1 \sin \omega}$$

$$\text{Distance } O_1A = a = \sqrt{(b + r_1 \sin \omega)^2 + (r_1 \cos \omega)^2}.$$

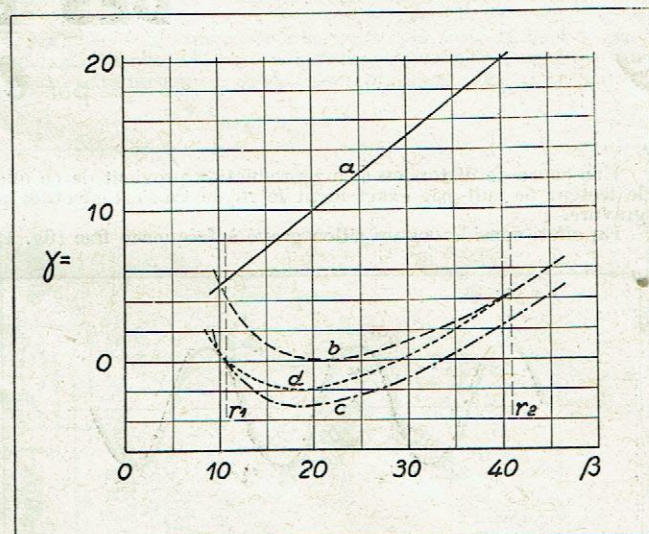


FIG. 6.

Valeur de l'angle d'obliquité γ pour une valeur quelconque de $\beta = \gamma$ = différence entre $\Delta + B$ et $90 + \delta$ dans laquelle

$$\tan \delta = \frac{b - a \cos \beta}{a \sin \beta}.$$

La valeur de cet angle pour une distance $O_1O = 200$ mm. est donnée dans la figure 6c. La valeur du rayon de lecture rl se calcule de la même façon que pour le cas précédent.

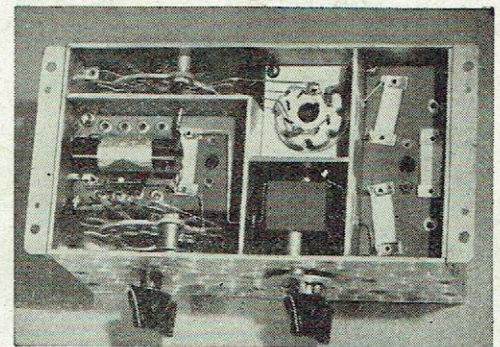
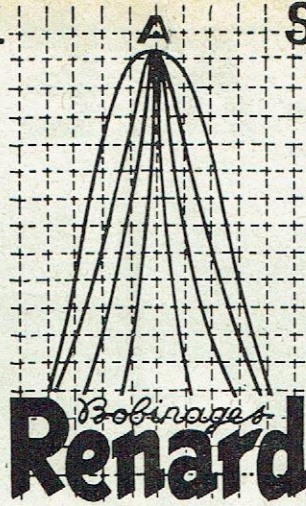
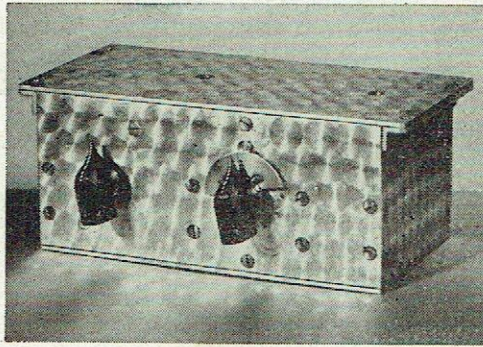
Valeurs de l'angle d'obliquité γ en prenant pour valeur $b = 200 - r_1 = 40 - r_2 = 145$. (fig. 6).

La courbe en trait pointillé (6 d) a été tracée en choisissant une valeur $rm = \frac{9}{10} \sqrt{r_1 r_2}$, ce qui réduit à 2° l'angle γ sur un rayon de 60 mm. sans toutefois exagérer l'obliquité sur le rayon extérieur.

Pour conclure, il reste à dire que la distance entre le pivot du bras et le centre du disque devra être choisie la plus grande possible chaque fois que l'encombrement le rendra possible.

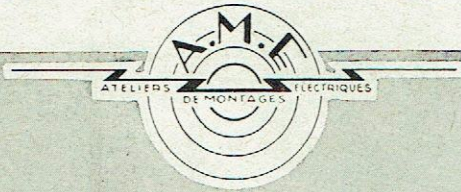
FILTRE A QUARTZ

SELECTIVITE VARIABLE



70 RUE Amelot . PARIS XI^e

Téléphone : ROQ. 20-17

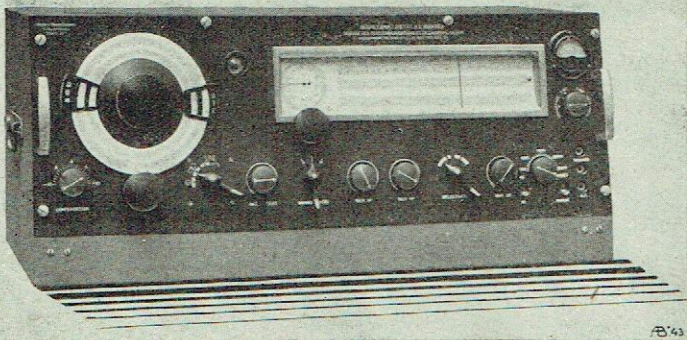


RADIOGONIOMETRE

ADCOCK (ondes courtes)

TYPE : GD3

Gamme 70 à 4 M c/s



Ateliers de Montages Electriques

54. Rue du Théâtre . Paris

FILM



RADIO

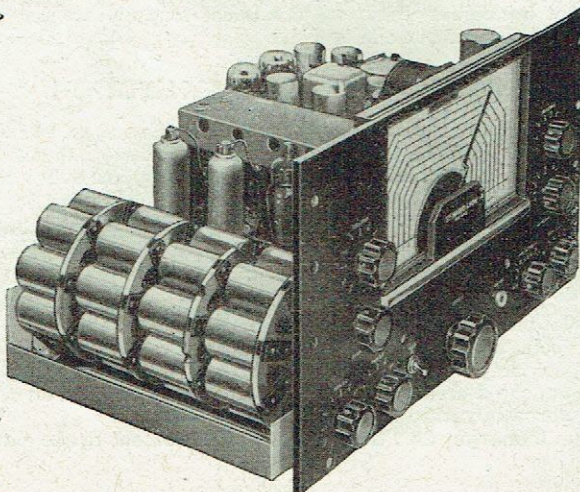
AMPLIS CORRIGÉS
POUR CINÉMAS
MICROPHONES
PIEZO ÉLECTRIQUES
ET DYNAMIQUES 610



5, RUE
DENIS-POISSON

PARIS, 17^e
TÉL ÉTO. 24-62

SLOG

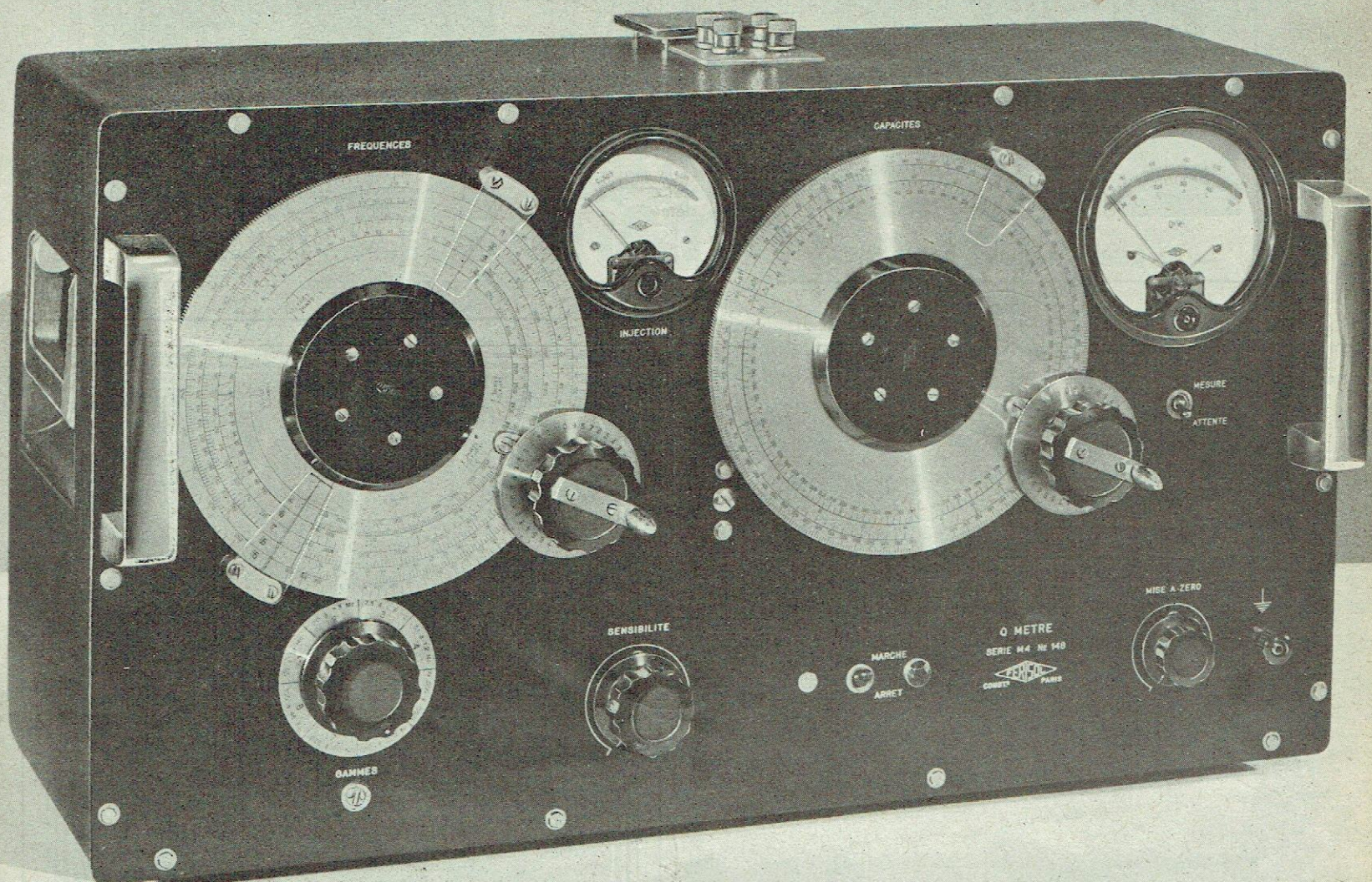


LE RÉCEPTEUR - PROFESSIONNEL
116 - C X - A DE LA SOCIÉTÉ RADIO-LYON

- Huit gammes d'ondes couvrant (sans trous) les fréquences de 250 - 30.500 Kcs.
- Deux étages amplificateurs de H.F. accordés (gain réel à partir de 30 M.H.).
- Bloc de contacteur à barillet.
- Filtre stabilisé par quartz piézo-électrique.
- Limiteur de crêtes.
- Amplificateur V.C.A.

RADIO-LYON - 148, R. OBERKAMPF - PARIS, XI^e

LE Q-MÈTRE DE LA



Voir RF I-1947

SIL est un appareil de mesures dont le schéma est simple, c'est bien celui du Q-mètre classique. On injecte dans le circuit à étudier une fréquence connue dont on mesure la tension aux bornes d'une très faible résistance en série dans ce circuit et on mesure le gain de tension avec un voltmètre à lampe.

Or, si la technique du coefficient de surtension est très simple, il est un fait certain : c'est que le Q-mètre est, de beaucoup, le plus difficile à réaliser des appareils de mesures.

Le Q-mètre de précision Férisol, type M, est une réalisation industrielle permettant la mesure en lecture directe de la « qualité » des selfs ou capacités, à la fréquence et dans les conditions d'utilisation.

En partant des équations de résonance, il est possible d'obtenir très facilement les constituants des éléments des circuits, par exemple : constante diélectrique, facteur de perte d'un isolant, capacité répartie des bobinages, etc.

Le Q-mètre comporte essentiellement un oscillateur maintenant une force électromotrice, constante et connue, aux bornes d'une très faible résistance (0 w. 04). Celle-ci, insérée dans un circuit oscillant, comporte, outre l'élément à étudier, un condensateur variable étalonné. Un voltmètre permet de mesurer la tension aux bornes de ce circuit oscillant, au moment de la résonance, sur la fréquence de l'oscillateur. L'appareil de mesure de ce voltmètre est gradué directement en surtension. De plus, chacun des éléments essentiels : oscillateur, condensateur de mesure, voltmètre à lampes, est disposé pour être utilisé séparément.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

La plage couverte en fréquences s'étend de 50 Kc à 50 Mc en huit gammes. La précision de l'étalonnage en fréquence de l'oscillateur est de $\pm \frac{2}{1000}$.

La stabilité de la fréquence, quand la température de régime est atteinte, est de $\pm 0,02 \%$.

L'oscillateur est du type symétrique, compensé automatiquement. Le condensateur variable est à lames épaisses et son rotor isolé est monté sur roulements à billes. La tourelle, spécialement conçue, présente cette particularité d'avoir les broches des selfs à une distance très réduite des broches des lampes. De même, les connexions du condensateur variable sont à proximité. L'oscillation en ondes courtes est particulièrement énergique, par suite des faibles pertes et l'intensité d'injection est satisfaite, même aux fréquences extrêmes du spectre.

Pour éviter les erreurs de mesure de surtensions, par suite des injections dues au rayonnement, un ensemble de filtres ondes courtes et un boîtier épais en aluminium fondu protègent l'ensemble de l'oscillateur et de la tourelle.

SYSTÈME D'INJECTION

Pour transmettre l'énergie de l'oscillateur au circuit de mesures, il a été adopté un feeder travaillant à basse impédance ; ce feeder est convenablement blindé et disposé pour éviter totalement l'injection par rayonnement.

La résistance de charge de l'oscillateur est réalisée de façon à constituer aussi exactement que possible une résistance pure pour toutes les fréquences de fonctionnement.

La mesure de l'injection se fait par un thermo-couple Férisol dans le vide. Tous ces thermo-couples sont essayés individuellement jusqu'aux fréquences de 50 Mc, par comparaison avec un filament de lampe monté en série avec le thermo-couple ; une cellule à couche d'arrêt, donnant la référence par rapport au courant continu, sert à la vérification.

L'énergie de l'oscillateur est exactement dosée pour ne pas ad-

SOCIÉTÉ FÉRISOL

mettre, en un point quelconque de la gamme, une intensité nuisible à la conservation du couple ; il est remarquable que l'on peut tourner la tourelle de l'oscillateur sans jamais s'occuper de la position du potentiomètre d'injection.

A proximité du condensateur de mesures, fixé sur son support, est disposé un couple de rechange, destiné à remplacer le couple avarié. Il est, en outre, fourni deux selfs stables étalons, avec coefficient de surtension connu, servant à vérifier le Q-mètre.

CONDENSATEUR DE MESURES

C'est assurément cette pièce qui est la partie maîtresse de l'appareil. Il est nécessaire que la rigidité mécanique soit très grande pour que l'étalonnage se conserve, que les connexions de sortie soient suffisamment courtes pour que la self série du condensateur soit faible et surtout que l'angle de pertes soit très bas, car le but principal est la mesure de la surtension d'une bobine ou d'un condensateur.

Comme le résultat de cette mesure est la somme des pertes du condensateur de mesures et de la bobine à mesurer, on voit que, pour affecter de façon négligeable la mesure, la qualité du condensateur de l'appareil doit être très grande ($\tan \varphi = 2,10^{-5}$).

Le condensateur de mesure linéaire en capacité est ajusté à 800 pf, la précision d'étalonnage est de $\pm 0,5\%$.

Il est lié au démultipliateur du cadran frontal par un double jeu d'engrenages, de telle sorte que le cadran principal fasse un tour complet pour 800 pf et le vernier démultiplié au 1/20, sans jeu de renversement, permet d'apprécier le 1/10 de pf.

La disposition du condensateur unique a été préférée à celle du condensateur vernier pour diminuer les isolants et les surfaces rayonnantes, donc les pertes.

De même, pour la fixation du potentiel de grille du voltmètre de surtension, il n'a pas été adopté de résistance, car aux fréquences voisines de 50 Mc l'impédance peut être suffisamment basse pour affecter la mesure. Un interrupteur « Attente mesure » permet

d'isoler le microampèremètre pendant le temps où on opère sur le bornage.

Le voltmètre de surtension est du type 75, compensé ; les lectures de surtension lues sur un micro de (diamètre) 100 m/m avec aiguille-couteau et miroir ont des échelles suffisamment étalées pour permettre un relevé précis. Deux échelles : 10-250 et 20-500 indiquent la surtension ; sur les bornes de mesure existe une barrette amovible isolant, soit le condensateur variable de mesure, soit le voltmètre à lampe, qu'il est possible d'utiliser séparément ; une troisième échelle graduée en volts permet l'usage du voltmètre.

ALIMENTATION

L'appareil possède une alimentation à régulation totale, les variations du secteur dans les limites de $\pm 10\%$ n'ont aucune influence sur la fréquence émise par l'oscillateur, ni sur la stabilité du voltmètre. Il n'y a aucune réaction de l'oscillateur sur le voltmètre, même aux fréquences élevées (transformateur d'alimentation unique, système breveté).

PRÉSENTATION

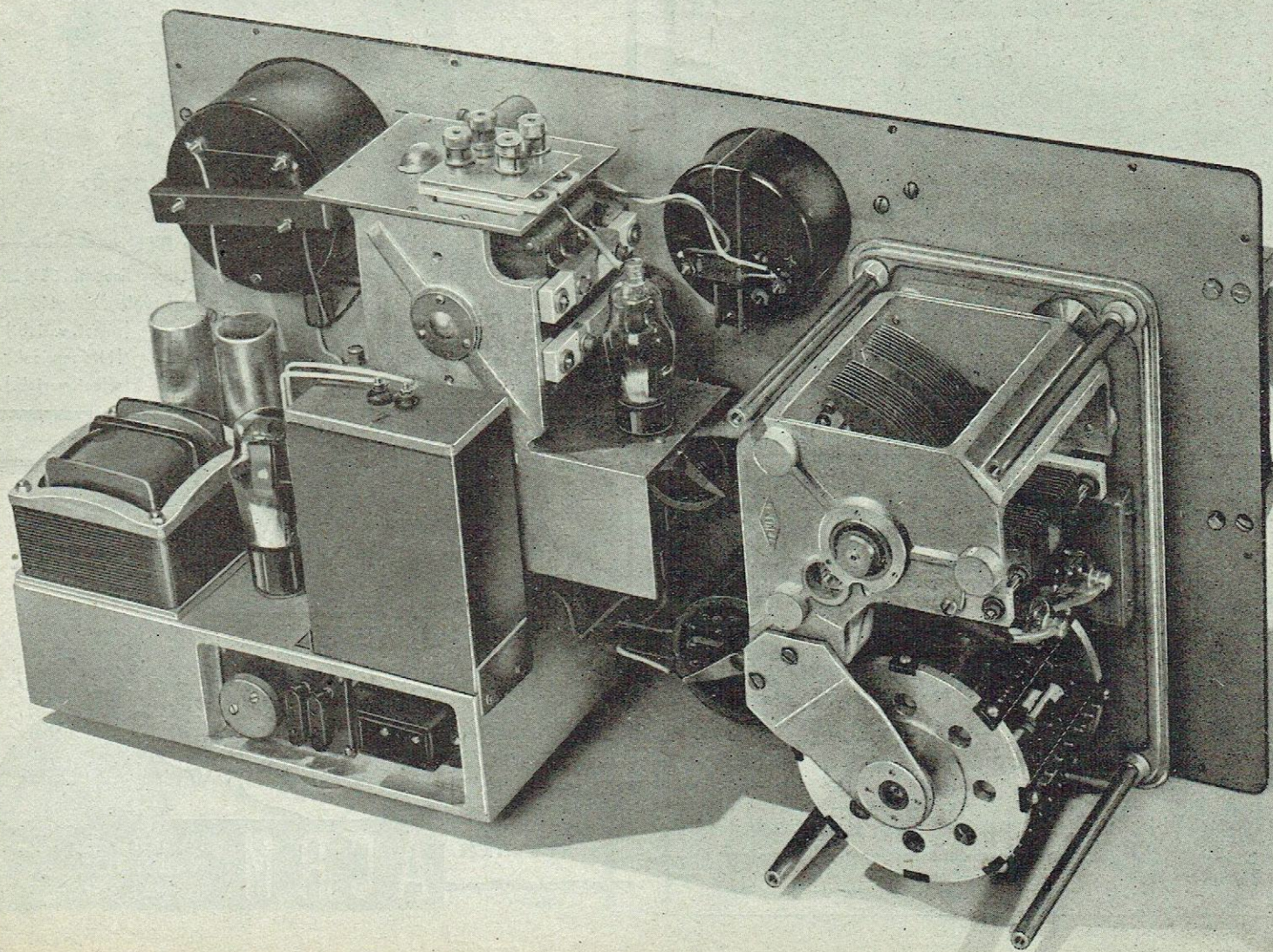
Tous les éléments de l'appareil, socles, berceaux des condensateurs, coffres, châssis, sont en aluminium fondu. Pour diminuer la longueur effective, les poignées latérales sont escamotables.

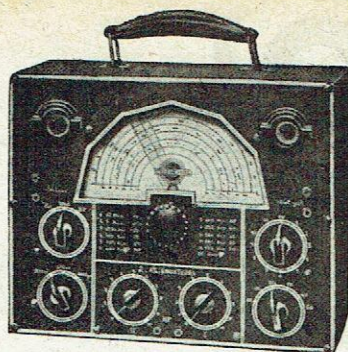
DIMENSIONS ET POIDS

Longueur, 650 ; hauteur, 370 ; profondeur, 200 ; poids, 40 kilos.

La disposition des bornes de branchement permet d'étudier soit des selfs, soit des condensateurs, soit des circuits complets.

Nous aurons l'occasion de revenir en détail sur cet appareil qui mérite une description technique approfondie. Il est déjà hors de doute que c'est là une réalisation qui fait honneur non seulement à Férisol, mais aussi à l'industrie française.





Générateur H 43

RADIO-TECHNICIENS

Préparez l'après-guerre en modernisant votre laboratoire avec les appareils "TÉLÉME-SURE", 10 années de spécialisation

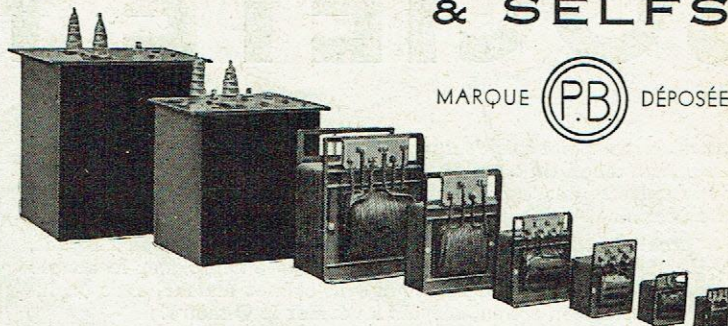
LAMPÈMÈTRES - HÉTÉRO-DYNES - CONTRÔLEURS - PONTS DE MESURES

Toutes documentations sur demande à l'agent général :

RADIO-COMPTOIR DU SUD-EST

57, rue Pierre-Corneille, LYON

TRANSFORMATEURS & SELFS

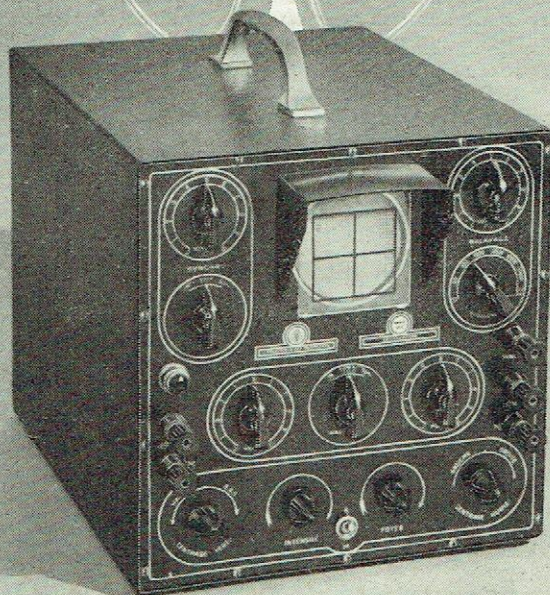


LA CONSTRUCTION RADIOÉLECTRIQUE

(ANCIENS ÉTABLISSEMENTS J. PEYROUZE ET J. BENEZECH)

18 à 22, Chemin des Vignes, PANTIN (Seine) - Tél. : NORD 98-90

OSCILLOSCOPE MOD. 81.C



L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES
2, RUE DES ENTREPRENEURS, PARIS. TÉL. VAU. 38-71

SECURIT

BOUGAULT & POGU S.A.R.L. PARIS

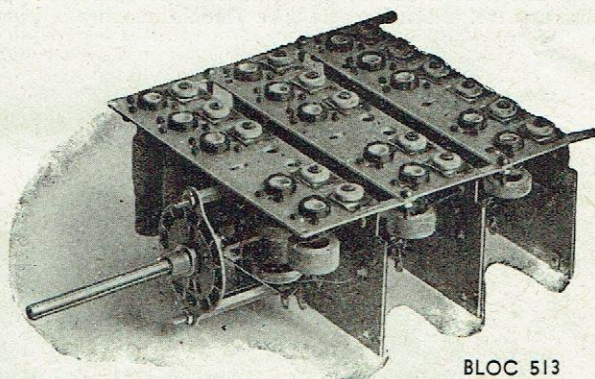
SIÈGE SOCIAL ET USINE • BUREAUX ET VENTE
10, Avenue du Petit-Parc, VINCENNES (Seine)

Tél. : DAumesnil 39-77 et 78

MATÉRIEL RADIO-ÉLECTRICITÉ

CIRCUIT MAGNÉTIQUE EN FER HF

Toutes études pour matériel professionnel



BLOC 513

BLOCS HF

507	Petit modèle . . .	3 gammes
509	Modèle Standard.	»
510	Grand modèle . .	»
511	Modèle à poussoirs	»
512	Grand modèle . .	5 gammes
513	» » avec HF	»

MF

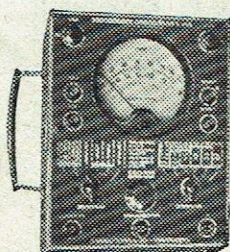
207-209	à ajustables	Encomb. 35×35
TRI-MR3	noyaux régl.	» 44×44
SVTRI-MR3	—	» (sélect. variab.)
TR13-MR23-MR33		(Hte musical.)
SVTRI3	—	(sélect. variab.)

PUBL. RAPHY

F. GUERPILLON & C^{IE}

64, av. Aristide-Briand, MONTROUGE (Seine) - Tél. : ALE 29-85, 86
Ancienne route d'ORLÉANS A 200 m. de la Porte d'ORLÉANS

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES INDUSTRIEL
DE TABLEAUX DE CONTRÔLE ET DE LABORATOIRES



5 TYPES DE CONTRÔLEURS UNIVERSELS :

13 K, 1333, 333, GM, 432

MULTIMÈTRE Z 41, 1 à 75 sensibilités
échelle de 100 m

ADAPTATEUR CR

pour mesure des capacités et résistances avec 13 K

Notices et tarifs franco sur demande



Condensateurs
AÉRO
Bobinages
AÉROFIX

CETTE MARQUE
GARANTIT
LE SUCCÈS
POUR L'AVENIR

Matériel
Professionnel
ÉMISSION
RECEPTION

A.C.R.M.

18, rue Saisset
MONTROUGE (SEINE)
Tél. : ALÉSIA 00-76

RAPHY

LE CRISTAL DE SEL DE SEIGNETTE DANS L'ÉLECTROACOUSTIQUE

Traduit de l'allemand par **G. Poitrat**, d'après la revue "Radio-Mentor"

Le domaine de plus en plus vaste des applications de la piézo-électricité des cristaux, surtout celle des sels de Seignette, à l'électroacoustique nous donne l'occasion d'approfondir un peu les questions qui s'y rattachent. Le physicien français Pierre Curie, connu surtout par ses recherches sur le radium faites en commun avec sa femme, découvrit en 1880, avec son frère Jacques, la propriété qu'ont certains cristaux de faire apparaître des charges électriques sur certaines de leurs faces, c'est-à-dire d'engendrer des champs électriques dans le cristal lorsqu'on leur fait subir des pressions dans des directions déterminées. Tous les cristaux ne présentent pas cet effet. Il se présente notamment avec plus ou moins d'intensité dans le quartz, la tourmaline, le sel de Seignette, le sucre de canne, la blende.

L'étude détaillée expérimentale et théorique de ce phénomène par les frères Curie et d'autres physiciens éminents de la même époque conduisit le physicien allemand spécialiste des cristaux, Voigt, à des études théoriques décisives et à une importante compilation. L'œuvre de Voigt est encore aujourd'hui le point de départ et le fondement de tous les travaux scientifiques sur la piézo-électricité. On doit également à Röntgen des études sur la question ; il en a prédit le premier en 1890 les applications à l'acoustique. Ce n'est qu'environ quarante ans après sa découverte que la piézo-électricité trouva sa première application technique. Le savant français Langevin associa, pendant la guerre mondiale, les amplificateurs à tubes et les cristaux piézo-électriques pour l'étude de la propagation des sons dans l'eau. Et en janvier 1922, l'Américain Cady découvrit l'oscillateur piézo-électrique.

Cristaux piézo-électriques

Un simple examen extérieur d'un cristal permet de savoir s'il est ou n'est pas piézo-électrique. De plus, de simples considérations extérieures permettent de conclure dans quelle direction le cristal doit être comprimé et sur quelles faces apparaissent les charges électriques. Tout cela est déterminé à partir des relations de symétrie géométrique de la forme cristalline naturelle et dont la recherche est l'objet de la cristallographie. En pratique, on n'utilise que des plaques ou des barres qui sont découpées dans le cristal suivant une direction déterminée. Cette direction, dite « orientation », est imposée par la direction de la pression à appliquer et par l'emplacement des faces sur lesquelles apparaissent les charges.

Le cristal de Seignette

Les frères Curie avaient déjà trouvé que le cristal de Seignette présentait l'effet piézo-électrique d'une façon particulièrement importante. Par exemple, pour une même pression, un cristal de

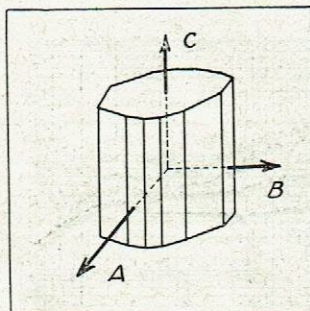


FIG. 1. — Axes d'un cristal.

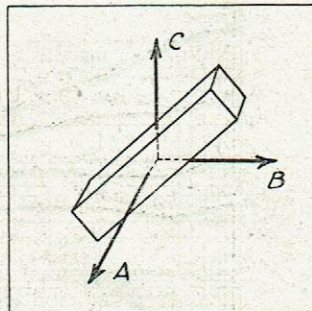


FIG. 2. — Taille oblique d'un cristal.

sel de Seignette produit une charge qui, en gros, est mille fois plus importante qu'avec un cristal de quartz. Aucun des corps antérieurement connus ne présente même de façon approchée un effet piézo-électrique aussi intense.

Tous les cristaux ne peuvent pas être obtenus artificiellement avec des dimensions suffisantes pour leur utilisation industrielle. Comme le sel de Seignette possède à un très haut degré l'effet piézo-électrique, il était naturel de chercher à produire indus-

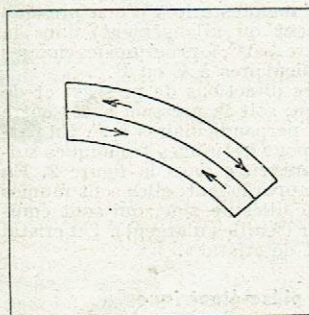


FIG. 3. — Bilame piézo-électrique.

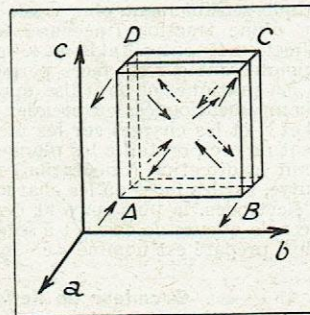


FIG. 4. — Bilame classique.

trieusement ce cristal et la résolution de ce problème fut le point de départ des applications de plus en plus nombreuses de la piézo-électricité à l'électroacoustique.

Le sel de Seignette est un tartrate double de sodium et de potassium $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 4\text{H}_2\text{O}$. Il a été découvert en 1672 par le pharmacien Seignette, de la Rochelle et utilisé à l'époque comme médicament. A cause de son lieu d'origine, on le désigne souvent sous le nom de sel de Rochelle. Quand on l'examine en détail, le sel de Seignette se présente sous la forme indiquée par la figure 1. Sur ce dessin, trois directions sont désignées par les lettres A, B, C. C'est à ces trois directions (ou axes cristallographiques) que sont rapportées la position de la plaque découpée dans le cristal, ainsi que la direction de la pression et celle du champ électrique produit par l'effet piézo-électrique. La détermination de telles directions dans le cristal est nécessaire, car la caractéristique particulière d'un cristal consiste en ce que ses propriétés physiques sont différentes dans différentes directions. Il était par conséquent nécessaire d'aboutir avant tout à un accord pour la désignation de ces directions. Celui-ci consiste précisément en ce qu'en cristallographie on désigne par A, B, C les axes cristallographiques habituels.

Effet piézo-électrique direct et inverse

Si on fait subir au sel de Seignette une pression dans une direction inclinée à 45° sur les axes B et C, des charges apparaissent sur les faces situées dans une direction perpendiculaire à l'axe A, l'une se chargeant négativement, l'autre positivement. Si, au lieu d'une pression on exerce une traction, les signes des charges s'inversent : la face qui était positive lorsque le cristal était soumis à une pression devient négative et inversement. Si on fait se succéder périodiquement des pressions et des tractions, le cristal est soumis à une vibration mécanique (allongement et raccourcissement) et une tension alternative prend naissance. L'apparition de charges à la suite de pressions ou de tractions est dit *effet piézo-électrique direct*.

Cet effet est réversible. Ceci signifie que si la paire de faces perpendiculaires à l'axe A reçoit une charge électrique, le cristal s'allonge ou se raccourcit dans une direction inclinée à 45° entre les axes B et C. Le sens de la variation de longueur (allongement ou raccourcissement) dépend du signe de la charge. Si on applique à cette paire de faces une tension alternative, le cristal est le siège d'une oscillation mécanique. L'apparition d'une déformation (allongement ou raccourcissement) à la suite de l'application d'un champ électrique est dite *effet piézo-électrique inverse*. Il y a encore d'autres subdivisions de l'effet piézo-électrique, mais qui nous entraîneraient trop loin du cadre de cet exposé.

L'effet piézo-électrique se manifeste dans une fraction de cristal de forme convenable, exactement comme dans le cristal

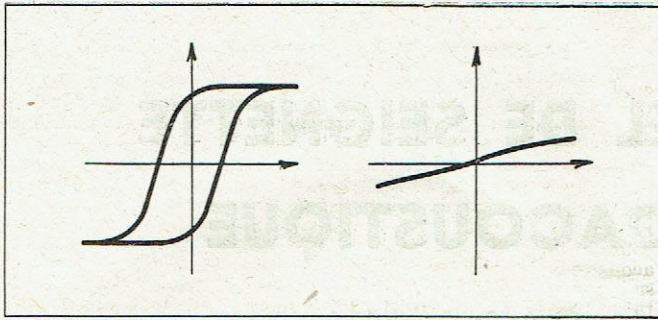


Fig. 5. - Phénomènes d'hystérésis d'un cristal de sel de Seignette.

entier. En outre, il y a deux directions perpendiculaires l'une à l'autre qui sont inclinées à 45° sur les axes B et C. Dans ces deux directions, les variations ont toujours lieu en sens opposé. Il faut entendre par là qu'une contraction dans une des directions est toujours accompagnée d'une dilatation dans l'autre. Le cristal de sel de Seignette présente un effet piézo-électrique maximum dans les directions mentionnées ci-dessus. Un effet piézo-électrique sensiblement plus faible se manifeste lors d'une pression ou d'une traction (raccourcissement ou allongement) dans la direction 45° entre A et B, ou 45° entre A et C, lors de quoi les charges apparaissent sur les faces perpendiculaires à C ou B.

En pratique, on n'utilise que les directions de pression et de champ mentionnées en premier lieu, soit la pression à 45° entre B et C et les charges sur les faces perpendiculaires à A. En partant de ceci, on taille les plaques pour les usages techniques suivant la direction (orientation) représentée dans la figure 2. En outre, sur les faces où les charges apparaissent, elles sont munies d'électrodes, le plus souvent des feuilles de zinc, qui sont équipées de queues de contact à souder (feuilles d'argent). Un cristal ainsi préparé est nommé « élément de cristal ».

Grandeur de l'effet piézo-électrique

Nous allons examiner les deux effets piézo-électriques, le direct et l'inverse, en grandeur, le signe restant indéterminé, car il n'est pas nécessaire dans cette étude.

L'effet piézo-électrique direct suit la loi suivante :

« La charge par cm² apparaissant sur les faces électrisées est égale au coefficient piézo-électrique multiplié par la pression par cm² appliquée aux faces correspondantes. »

Et l'effet piézo-électrique inverse :

« L'allongement est égal au coefficient piézo-électrique multiplié par l'intensité de champ et par la longueur primitive. »

Le coefficient piézo-électrique qu'on nomme aussi « module piézo-électrique » est une grandeur propre au cristal, pour les directions qu'il concerne, et qui, pour les directions indiquées ci-dessus, est désigné par l'indice d₁₄. Si nous désignons maintenant la charge par Q, la face électrisée par Fq, la pression par P, la face comprimée par Fr, l'allongement par Δl, la longueur initiale par l et l'intensité de champ par E, nous obtenons les équations simples :

$$\frac{Q}{F_p} = d_{14} \frac{P}{F_p} \quad \text{et} \quad \Delta l = d_{14} E l$$

Comme tous les phénomènes électrostatiques, dont l'effet piézo-électrique fait partie, il est habituel d'exprimer la charge en unités électrostatiques ($= \frac{1}{3} 10^{-9}$ Coulomb) ; la tension en unités électrostatiques de tension ($= 300$ volts) ; la force en dynes ($= \frac{1}{981}$ gramme) et les dimensions géométriques en cm. Les équations ci-dessus comportent l'emploi de ces unités. La conversion des unités ordinaires en unités électrostatiques n'entraîne aucune difficulté. En outre, on a $d_{14} \approx 2,2 \cdot 10^{-5}$. Nous prenons comme base dans les exemples suivants un cristal préparé de 2 cm. de long, 1 cm. de large et 0,1 cm. d'épaisseur,

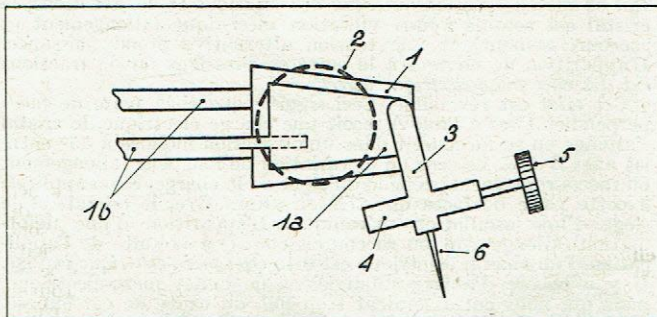


Fig. 6. — Montage classique d'un pick-up piézo.

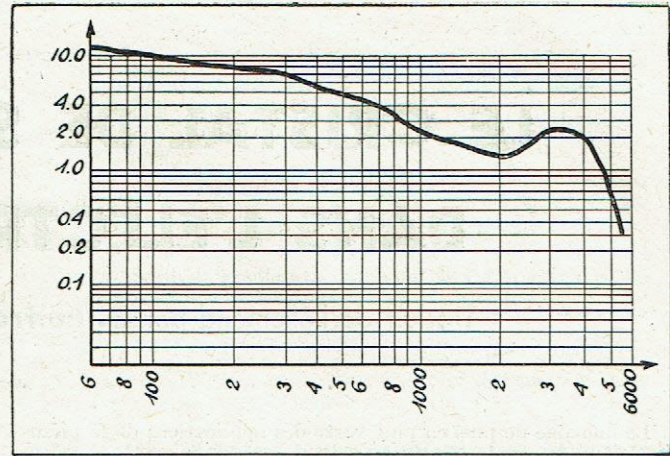


Fig. 7. — Courbe de réponse d'un pick-up piézo.

orienté suivant les indications de la figure 2. Si on fait subir à ce cristal, dans le sens de la longueur, une pression de 10 g, c'est-à-dire 9810 dynes, il apparaîtra, sur la face de 2×1 cm², une charge

$$Q = d_{14} P \frac{F_a}{F_p} = 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot 9,81 \cdot 10^3 \cdot \frac{2}{0,1} = 4,3 \text{ UES}$$

La constante diélectrique du cristal dans la direction A est d'environ 1.000, par suite la plaque présente une capacité C

$$C = \frac{\epsilon F}{4 \pi d} = \frac{10^3 \cdot 2}{4 \pi \cdot 10^{-1}} = \frac{10^4}{2 \pi} \text{ cm}$$

de ce fait, on a pour la tension :

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{2 \pi \cdot 4,3}{10^4} = \text{environ } 27 \cdot 10^{-4} \text{ UES} = 0,81 \text{ volt.}$$

Voyons maintenant un exemple se rapportant à l'effet piézo-électrique inverse. Si on calcule la dilatation (ou la contraction) de la même plaque de cristal lorsqu'on lui applique une tension de 100 V ($= 1/3$ UES de tension), on obtient :

$$\Delta l = d_{14} E l = 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^{-1}} \cdot 2 = 1,47 \cdot 10^{-4}, \text{ soit à peu près } 0,0015 \text{ mm.}$$

Ces exemples montrent qu'une plaque simple de cristal absorbe toujours une certaine quantité d'énergie et ne produit surtout que de faibles mouvements. Elle n'est donc pas utilisable à des fins électroacoustiques, car il s'agit en ce cas de déplacements beaucoup plus importants avec des énergies bien plus faibles. Nous allons voir que le bilame piézo-électrique présente au contraire les propriétés requises.

Le bilame piézo-électrique

Curie avait déjà utilisé un élément piézo-électrique doué de propriétés très favorables bien que ce ne fût pas en vue d'une application électroacoustique. On sait qu'une bande formée de deux lames réunies se courbe si une lame s'allonge pendant que l'autre se raccourcit, et qu'inversement si on courbe l'ensemble une des lames subit un allongement et l'autre un raccourcissement. La figure 8 montre schématiquement ces relations. Si on constitue une telle bande double de deux cristaux piézo-électriques et si on choisit l'orientation et les connexions élec-

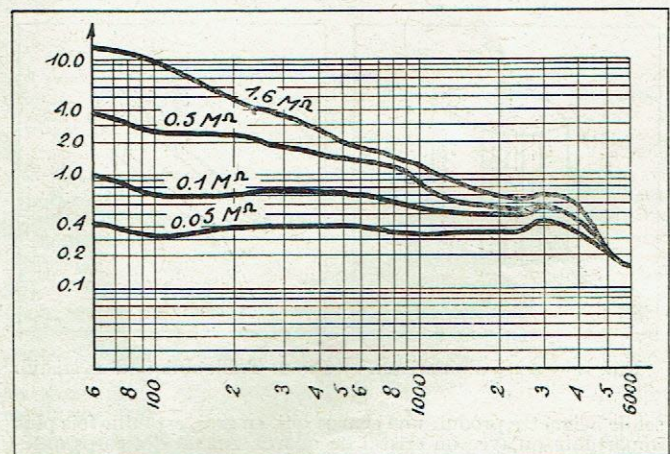


Fig. 8. — Action d'une résistance en parallèle sur un pick-up piézo.

triques de façon que pour l'application d'une charge électrique l'un des cristaux s'allonge tandis que l'autre se raccourcit, l'ensemble se courbera de ce fait même. Si, inversement, on courbe la bande, les charges qui prennent naissance sur les deux plaquettes s'additionneront ayant le même signe, si on a pris soin d'orienter et de connecter convenablement les deux cristaux. La flexion et les charges qui apparaissent sont en relation linéaire, ainsi que le montre une étude approfondie. Le signe et la grandeur de la tension électrique dépendent par conséquent du sens

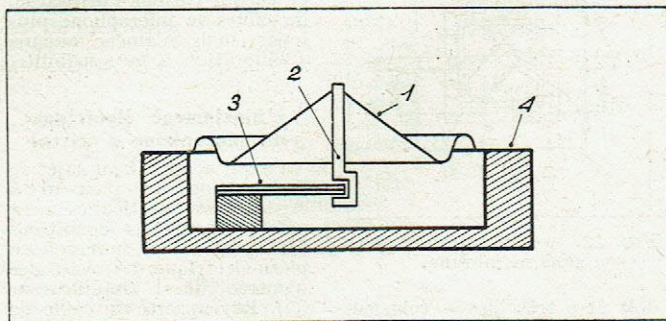


Fig. 9. — Montage d'un micro à membrane.

et de la grandeur de la courbure et inversement. Il s'ensuit que l'application d'une tension alternative produit une flexion oscillante et qu'une flexion oscillante reproduit la tension alternative correspondante. Un élément monté de cette façon est désigné sous le nom de « bilame piézo-électrique ». Un bilame se compose donc de deux plaques de cristal assemblées suivant les idées émises ci-dessus et dont les électrodes sont reliées l'une à l'autre de façon convenable. Ainsi que le montre un examen théorique plus précis, la courbure obtenue est sensiblement plus importante que ne le sont l'allongement et le raccourcissement de chaque lame prise isolément et la force nécessaire pour obtenir une flexion déterminée est sensiblement plus faible que la force correspondante à l'allongement ou à la compression d'une plaque isolée. C'est pour ces raisons que le bilame piézo-électrique possède des propriétés bien meilleures que la simple lame de cristal pour des applications électroacoustiques.

Un bilame dont les dimensions extérieures sont les mêmes que celles de la lame unique prise comme base dans les exemples précédents donne, si on applique la même énergie à la courber, une tension électrique quinze fois plus grande que celle donnée par la lame unique de dimensions égales. Si on applique une tension électrique à ce bilame, le mouvement dû à la courbure ainsi obtenu est cinquante-sept fois plus grand que l'allongement ou le raccourcissement de la plaque unique. Une place à part doit être faite à celui de ces bilames, généralement de forme carrée, que l'on nomme (en Allemagne) « bilame en selle ». Nous avons déjà exposé qu'il existe deux directions perpendiculaires entre elles situées à 45° entre les axes B et C et pour lesquelles les variations ont toujours lieu, dans le même temps, en sens opposé. Un allongement dans une de ces directions correspond toujours à un raccourcissement dans l'autre, et inversement. Dans un bilame en forme de bande et à cause de la largeur relativement petite vis-à-vis de la longueur, seuls sont à considérer comme ayant une action le raccourcissement de l'une et l'allongement de l'autre lame dans le sens de la longueur. Les phénomènes transversaux à la bande sont insignifiants à cause de la petite largeur de celle-ci. Mais si la largeur n'est plus petite par rapport à la longueur, il faut tenir compte des phénomènes dans les deux directions situées à 45° sur les axes B et C pour obtenir une véritable représentation de la déformation.

Les « bilames en selle » que l'on étudie sont presque uniquement ceux dont les arêtes sont orientées parallèlement aux faces du cristal (fig. 4). Si dans ce dessin la plaque avant se dilate dans la direction A C, la plaque arrière se contracte dans la même direction, ce qui fait qu'elles se courbent de façon que les angles A et C se déplacent vers l'arrière.

Mais à cette dilatation et à cette contraction dans le sens de A C sont liées une contraction de la plaque avant et une dilatation de la plaque arrière dans la direction B D. De ce fait, la diagonale B D se courbe dans le sens qui correspond à un déplacement vers l'avant des angles B et D. Dans la figure, ces phénomènes sont indiqués par des flèches. Il résulte de cet examen que les diagonales se courbent en sens inverse. Les diagonales représentent alors deux arcs de cercle se croisant, le centre de l'un étant d'un côté du bilame, le centre de l'autre étant de l'autre côté. Une surface présentant une telle courbure se nomme en géométrie « surface en forme de selle ». D'où le nom de « bilame en selle ». On peut se représenter un « bilame en selle » de façon suggestive comme deux bilames reliés en croix et travaillant en opposition de phase. Il peut être employé de façon à utiliser soit les mouvements des sommets A et C relativement à B et D, et, dans ce cas, les deux coins considérés doivent être reliés de façon rigide; soit le déplacement d'un des angles par rapport aux trois autres qui, dans ce cas, sont reliés l'un à l'autre de façon

rigide. C'est avec ce dernier montage qu'on obtient les mouvements les plus importants.

Le cristal de sel de Seignette présente un comportement diélectrique extraordinairement intéressant, dont l'étude n'est pas encore terminée. Nous n'en montrerons que la courbe en boucle qui représente la relation entre la tension et la charge d'une plaque de cristal placée dans un circuit alternatif et qui rappelle la courbe d'hystérésis du fer, ce qui montre l'existence d'un effet d'hystérésis et de saturation (fig. 5). La température agit de façon importante sur ce phénomène. Cependant, le bilame possède l'importante particularité de ne présenter pratiquement ni hystérésis, ni saturation. Le bilame a bien répondu à ce qu'on attendait de lui comme convertisseur électromécanique appliqué à l'électroacoustique. Dans un circuit électrique, il représente, ainsi que sa construction le faisait prévoir, un condensateur dont la constante diélectrique possède dans la direction A la valeur remarquable d'environ 1.000. Nous reviendrons de façon plus approfondie sur l'importance de cette impédance interne capacitive lors de la manipulation des dispositifs électroacoustiques à cristaux.

Longévité du cristal

Il y a surtout lieu de signaler que le sel de Seignette n'est pas hygroscopique, abstraction faite de la possibilité d'utiliser une couche protectrice de laque hydrofuge. Ce cristal ne perd même pas de son eau de cristallisation dans un air très sec. Sa longévité est pratiquement illimitée. On ne constate pas d'influence des agents atmosphériques ni de manifestations de fatigue sur des préparations de cristaux correctement exécutées. Des cristaux ont déjà été exposés pendant plus de deux années ininterrompues à une tension alternative de réseau de 220 volts, ainsi qu'aux variations de température et d'humidité se rencontrant dans la pratique, sans qu'on ait pu déceler de signes de diminution de leurs qualités.

Le pick-up à cristal

De tous les dispositifs piézo-électriques, le pick-up à cristal est celui qui a rencontré la plus grande diffusion. Ses supériorités consistent d'une part en une courbe de réponse qui, favorisant les fréquences graves, compense lors de la reproduction leur inévitable coupure lors de l'enregistrement sur disques, et d'autre part en une production de tension si considérable que des petites penthodes modernes peuvent être modulées sans préamplification.

Le principe de la fabrication la plus courante est représenté dans la figure 6. Le bilame affecte la forme d'un trapèze et est fixé en arrière de son milieu entre deux pièces de calage (représentées par le cercle pointillé 2) en feutre, liège ou caoutchouc mousse. Le porte-aiguille 3 a la forme d'un levier et se meut autour d'un axe 4 fixé de façon élastique et qui contient la vis de fixation 5 de l'aiguille 6. Celle-ci est reçue dans un trou forant un des bras du levier; l'autre bras du levier est fourchu et enserrme le bilame généralement par l'intermédiaire d'une liaison élastique. Le tout est serré entre deux demi-boîtiers qui contiennent aussi les deux plaques de fixation pour l'axe du porte-aiguille. Des butées fixes limitent les déplacements de celui-ci et en empêchent les trop grands mouvements proches de la limite de rupture du bilame.

Si on fait abstraction des particularités de la résonance, la tension produite par un tel dispositif ne dépend que de l'amplitude et non de la fréquence, à l'inverse du système électromagnétique dont la production de tension dépend du produit de l'amplitude et de la fréquence et est donc en soi fonction de la fréquence. La limite supérieure des fréquences du système piézo-électrique est déterminée en substance par la fréquence propre du porte-aiguille, la limite inférieure par la participation

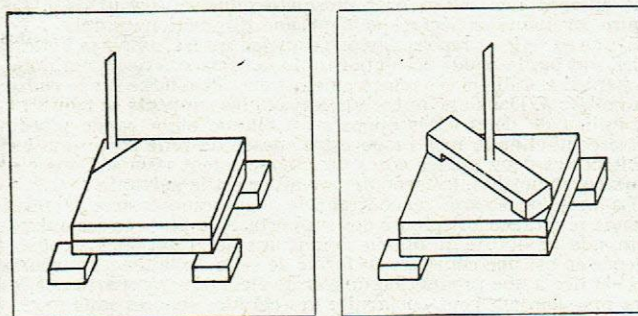


Fig. 10 et 11. — Différent mode d'action sur le cristal dans un micro à membrane.

de tout le bras de pick-up au phénomène oscillatoire. La fréquence propre de l'élément de cristal ne se manifeste pas, par suite de la fréquence dont il est maintenu. Les distorsions non linéaires sont éliminées de prime abord en raison des lois de la piézo-électricité énoncées ci-dessus. La figure 7 donne un exemple de courbe de réponse en fréquence d'un pick-up piézo-électrique. Cette courbe est obtenue à partir d'un disque de fréquences ordinaire, c'est-à-dire enregistré de telle façon que le produit amplitude vitesse soit constant. Il fallait s'attendre à l'ascension de la courbe dans

les fréquences basses, car le produit amplitude $\times$ vitesse devant être maintenu constant oblige à de plus grandes amplitudes des « graves » et le cristal donne une tension fonction de l'amplitude. C'est à cause de la constance du produit amplitude $\times$ vitesse que les disques ordinaires actuels sont obligés d'avoir une coupure des fréquences basses, sans cela il y aurait danger à ce que les amplitudes deviennent si grandes dans les fréquences les plus basses que deux sillons voisins se rapprochent trop ou viennent même à se couper. Un avantage du pick-up piézo-électrique réside en ce qu'il compense cet abaissement des sons graves sur le disque par l'ascension de sa courbe de réponse dans les fréquences basses.

Du point de vue électrique, le pick-up à cristal diffère essentiellement du pick-up électromagnétique par sa résistance interne. Pour un pick-up à cristal et pour 800 Hz, elle se maintient aux alentours de 100.000 Ω contre 35.000 Ω chez un pick-up électromagnétique à grande résistance et 2.500 Ω chez celui à faible résistance. En outre, l'impédance du pick-up à cristal augmente vers les fréquences basses, tandis que celle du pick-up électromagnétique augmente vers les fréquences élevées. La conséquence pratique en est que le pick-up piézo-électrique exige un potentiomètre de réglage à grande résistance, c'est-à-dire d'au moins 0,5 M Ω . L'emploi de valeurs plus réduites influerait fâcheusement sur la reproduction des fréquences basses, ainsi que le montre la figure 8. Cette particularité peut trouver son emploi pour le réglage du timbre (toute central). Un pick-up à cristal est absolument insensible aux champs magnétiques parasites, étant statique et sans bobinage inductif.

Le microphone piézo-électrique à membrane

La façon de travailler des différents microphones piézo-électriques repose sur l'effet piézo-électrique direct. Un tel microphone se compose en général d'un bilame piézo-électrique relié à une membrane ; dans certains cas, le bilame peut jouer lui-même le rôle de membrane.

Parmi les microphones désignés sous le nom de microphones à membrane (fig. 9) se trouve le microphone à membrane conique 1 de métal mince ou de papier. Le centre de celle-ci est relié rigidement au moyen d'une pièce intermédiaire 2 au bilame 3. Celui-ci est soit une languette dont une extrémité est solidaire de la pièce intermédiaire, tandis que l'autre est fixée au boîtier 4, soit un « bilame en selle » dont un des coins est fixé à la pièce intermédiaire pendant que les trois autres sont solidaires du boîtier (fig. 10). Dans une autre construction, la pièce intermédiaire se termine par un étrier qui s'accroche à deux angles opposés du « bilame en selle » dont les deux autres angles sont solidaires du boîtier (fig. 11). Une autre réalisation concerne un microphone agissant des deux côtés avec deux membranes coaxiales dont chacune est en liaison avec le bilame en selle par un étrier qui est fixé à deux angles diagonalement opposés. Tous les microphones à membrane de cette sorte ont l'avantage d'une grande sensibilité par rapport aux microphones à cellule sonore décrits ci-dessous, mais dont ils n'approchent cependant pas au point de vue qualité de reproduction. De même que dans les pick-up à cristal, il n'y a aucune distorsion non linéaire dans le microphone piézo-électrique, car le principe piézo-électrique garantit la linéarité des relations entre les phénomènes mécaniques et électriques.

Le microphone piézo-électrique à cellules sonores

Un microphone à cellules sonores se compose le plus souvent de plusieurs convertisseurs électroacoustiques nommés cellules sonores, plus rarement d'un seul. Il y a plusieurs genres de cellules sonores, dont les plus importantes vont être décrites. Une cellule peut être activée sur une de ses faces ou sur les deux. Les bilames « en selle » sont presque exclusivement utilisés. La figure 12 donne, schématiquement, une disposition courante. Le « bilame en selle » 1 repose par deux angles sur les supports 2 et est relié, soit par la bande 3, soit par toute sa surface, à une membrane de papier 4. Celle-ci est relativement mince et tendue sur le cadre du boîtier 5. Dans une autre réalisation, les supports se trouvent au milieu de deux côtés opposés du bilame et la bande placée entre celui-ci et la membrane est disposée de telle sorte que les milieux des deux autres côtés du bilame soient réunis. Dans ces deux constructions, la façon de travailler est la suivante :

La pression sonore rencontrant la membrane trouve la plus grande résistance à l'aplomb des supports. A la plupart des autres points, la flexibilité du bilame définit une déformation. La conséquence en est une courbure en forme de selle du bilame, courbure qui est liée à une production de charge électrique proportionnelle à la pression. On peut construire des cellules sonores sans membrane, le bilame en jouant le rôle. Dans ces réalisations, le boîtier doit être constitué d'un corps élastique, déformable et être solidaire du bilame. Toute cellule sonore peut être active sur une ou deux faces. Dans le premier cas, l'autre côté du cadre est fermé par une plaque rigide ; dans l'autre, il est fermé soit par un bilame avec membrane, etc., soit par un bilame seul. Les cellules sonores permettent d'obtenir des microphones de grande valeur, comparables quant à leur qualité aux microphones à condensateurs. Ils sont pratiquement non directionnels à cause de leurs petites dimensions et, dans des réalisations spéciales de dimensions très réduites, supérieurement adaptés à des buts de mesures sonores.

Un microphone à cellules se compose en général de plusieurs cellules sonores qui sont réunies dans un boîtier laissant passer

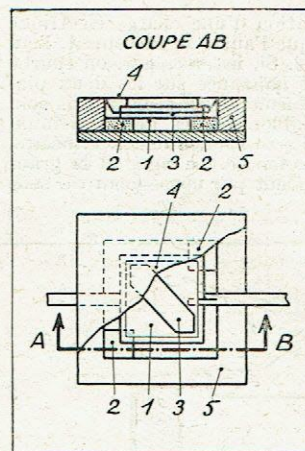


Fig. 12. — Microphone piézo sans membrane.

doit être très élevée (plusieurs M Ω). La capacité du câble de microphone n'a aucune influence sur la qualité de la reproduction. Cependant la tension produite tombe de façon notable si la capacité du câble est égale ou supérieure à celle du microphone. L'affaiblissement produit par la capacité du câble s'obtient à partir de cette capacité CK et de celle du microphone C et est donné par l'équation :

$$\text{affaiblissement} = 20 \lg \left(1 + \frac{C_k}{C} \right) \text{ décibels}$$

En pratique, 10 mètres de câble à faible capacité (environ 30 pF par m) entre le microphone et l'amplificateur n'apportent pas de pertes appréciables.

Les avantages du microphone à cristal

Les microphones à cristal présentent un intérêt tout particulier du fait qu'ils sont indépendants de toute source de courant et qu'ils permettent sans difficulté l'utilisation de grands câbles de microphone. Il en résulte l'avantage supplémentaire d'une grande mobilité de ce type de microphone. Ses petites dimensions et le fait qu'il n'est plus utile de réunir dans un même bloc le microphone et l'amplificateur lui donnent une supériorité marquée pour l'utilisation sur les pupitres d'orateurs ou sur une scène. L'absence complète de bruit de fond et son insensibilité absolue aux champs parasites tant électriques que magnétiques y ajoutent encore. Des tensions de l'ordre de grandeur des tensions anodiques habituellement employées pourraient lui être accidentellement appliquées sans causer aucun dégât au système piézo-électrique.

La sensibilité d'un microphone à cristal dépend dans chaque cas de la réalisation et des dimensions. Pour les cellules sonores, elle se situe dans l'ordre de grandeur de quelques dixièmes de millivolt pour un microbar... La sensibilité du microphone à membrane peut être poussée si loin que lors de la réception avec un téléphone à cristal il est possible de transmettre sans amplification.

Microphone piézo-électrique à solides sonores et mesure des vibrations

Une espèce particulière de microphone qui est supérieurement adaptée à l'utilisation de l'effet piézo-électrique est le microphone à solides sonores. Comme dans tous les solides sonores il s'agit de grandes puissances et de petits déplacements oscillatoires, une simple lame de cristal est parfois préférable à un bilame. Les deux microphones à solides sonores les plus importants sont le laryngophone et le cardiophone. Dans le laryngophone, les vibrations du larynx et du cou sont directement transformées en tensions électriques correspondantes. En outre, le laryngophone est insensible aux vibrations de l'air, ce qui fait que les bruits parasites sont sans effet sur lui. Le cardiophone, tout en étant également insensible aux sons transmis par l'air, relève les bruits du cœur de l'homme ou des animaux directement à partir du corps. Sa réalisation avec un cristal piézo-électrique a déjà fait ses preuves en physiologie et en médecine.

Enfin, l'utilisation de l'effet piézo-électrique direct a revêtu une importance particulière dans les recherches techniques sur les vibrations. Dans sa forme primitive, le pick-up à cristal exécute déjà une transformation des oscillations mécaniques en oscillations électriques ; c'est pourquoi il avait également trouvé de multiples applications dans les recherches sur les vibrations dans la technique et dans la science. Sa façon de travailler reproduisant fidèlement les amplitudes tout en restant indépendante de la fréquence le rendait éminemment propre à de telles fins. Mais on ne s'est pas cantonné dans l'emploi du pick-up, tout un appareillage spécial s'est développé. Comme exemple de la sensibilité de ces dispositifs spéciaux, nous ne mentionnerons que les « mesureurs de choc » qui peuvent être établis de façon si sensible que le choc d'une allumette tombant sur une table provoque une grande déviation de l'aiguille de l'appareil indicateur.

les vibrations sonores. La liaison de ces cellules entre elles dépend des conditions d'ajustement électrique, parmi lesquelles on doit évidemment considérer la phase de la tension des cellules isolées. Le montage en série augmente la sensibilité, mais également la résistance interne. Le montage en parallèle diminue celle-ci, ce qui permet l'utilisation de câbles de microphone plus longs, mais n'amène aucune amélioration à la sensibilité.

L'ajustement électrique du microphone à cristal

Ce qui a été dit au sujet de l'adaptation du pick-up à cristal est particulièrement valable pour les conditions d'adaptation du microphone piézo-électrique. La résistance d'entrée de l'amplificateur

CHEZ NOS CONSTRUCTEURS

UN PONT DE MESURE DE PRÉCISION LE PHILOSOPHE MS 342

Sommaire : L'article décrit un nouveau pont de mesure de fabrication française et indique les principales applications courantes du Philosophe en radio-électricité et dans les branches connexes. Le Philosophe permet la mesure, en courant alternatif 50 périodes, des résistances non inductives comprises entre 0,1 ohm et 10 mégohms, des capacités de 1 micromicrofarad à 10 microfarads ainsi que des self-inductances et des impédances complexes. Il permet également de rechercher et de localiser les coupures et défauts d'isolement des câbles, etc...

Introduction : L'appareil Philosophe que nous décrivons constitue une méthode de pont qui présente plusieurs particularités intéressantes :

1° Lecture directe des résistances et des capacités sur une même échelle finement graduée et protégée par un verre incassable ;

2° Lecture par comparaison des tolérances d'étalonnage, des résistances, des capacités et des self-inductances ;

3° Alimentation totale de l'appareil par le réseau à courant alternatif ;

4° Indicateur de zéro constitué par un tube à rayons cathodiques simplifié avec tube de préamplification assurant ainsi une grande sensibilité avec absence complète d'inertie ;

5° L'indicateur est insensible aux trépidations. La lecture du zéro se fait visuellement à l'aide d'une optique de lecture qui permet de lire l'équilibre à distance ;

6° Etalons de résistances et de capacités pratiquement invariables ;

7° Le pont permettant de déterminer par lecture directe les résistances entre 0,1 ohm et 10 mégohms et les capacités entre 1 $\mu\mu\text{F}$ et 10 μF , il en résulte que le rapport entre la plus grande et la plus petite des valeurs couramment mesurables est pour les résistances de $10^8 : 1$ et pour les capacités de $10^7 : 1$. La précision obtenue pour la lecture directe est toujours meilleure de 1 %. Elle est de 1 % dans l'emploi du pont en comparateur.

Sensibilité du Philosophe 342

L'impédance d'entrée de l'indicateur de zéro est plus élevée que la plus grande des résistances à mesurer. Le courant dans la branche médiane est donc extrêmement faible. Si nous caractérisons la sensibilité de la mesure par la déviation de l'indicateur obtenue pour un déplacement angulaire donné du curseur potentiométrique à partir de la position d'équilibre, nous pouvons vérifier que cette sensibilité est indépendante de la valeur des éléments mesurés. Dans les ponts à courant alternatif où l'on utilise des galvanomètres à vibration comme indicateur de zéro, l'impédance est au contraire plus faible que les résistances des bras de pont, ce qui diminue fortement la sensibilité de ces ponts pour la mesure des résistances élevées.

Prenons pour exemple un pont de Wheatstone ordinaire à curseur sur fil. Les résistances r_1, r_2, r_3, r_4 sont telles que le pont est d'abord à l'équilibre.

Donnons à r_1 un petit accroissement Δr et à r_4 une petite diminution égale Δr (action du curseur sur le fil continu $r_3 + r_4$), désignons par :

V_B^A la différence de potentiel entre A et B
 V_Q^P la différence de potentiel entre P et Q

R = la résistance du galvanomètre

Posons de plus $R' = \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2}$

$$R'' = \frac{r_3 - r_4}{r_3 + r_4}$$

L'équilibre étant rompu par la manœuvre Δr du curseur, il en résulte une variation ΔV_B^A de la différence de potentiel entre les points A et B.

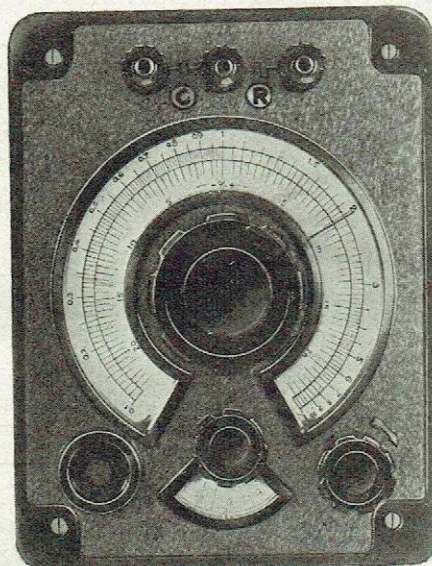
$$\Delta V_B^A = - \frac{V_Q^P \Delta r}{r_3 + r_4}$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{r_1}{r_1 + r_2} \cdot \frac{1}{R} + \frac{r_3}{r_3 + r_4} \cdot \frac{1}{R}}$$

$$\Delta V_B^A = - \frac{V_Q^P \Delta r}{r_3 + r_4} = \frac{1}{1 + \frac{R' + R''}{R}}$$

L'indicateur du Philosophe présente une résistance R beaucoup plus élevée que la résistance la plus grande à mesurer, il en résulte que nous avons pratiquement :

$$\Delta V_B^A \approx - \frac{V_Q^P \Delta r}{r_3 + r_4}$$



La déviation de l'indicateur est donc constante pour un r donné et indépendante des valeurs de la résistance à mesurer. La résistance totale dans la branche neutre est très élevée, car elle est constituée par l'entrée de la lampe pentode préamplificatrice.

Bras de proportion du pont et précision

Le rapport obtenu sur le potentiomètre à curseur doit être compris entre 0,1 et 10 pour éviter les rapports extrêmes de précision moindre. Pour exclure les proportions de bras plus petites que 0,1 et plus grandes que 10, deux résistances égales W sont prévues de part et d'autre du potentiomètre et elles sont choisies pour que l'on ait : $W = 0,1 (r_1 + r_4 + W)$.

L'emploi d'un curseur excentré sur un support de grand diamètre permet d'obtenir du Philosophe 342 une précision de lecture très favorable et une grande stabilité.

Sur la position de « contrôle » du sélecteur N deux résistances rigoureusement égales remplacent dans le pont l'ensemble $(R_3 + r_4)$. L'équilibre du trèfle se trouve alors sur 1 de l'échelle extérieure. L'index peut être rendu non solidaire de l'arbre par dévissage d'une glissière pour la coïncidence parfaite de l'équilibre.

Mesures en %

Sur cette position le potentiomètre principal se trouve shunté et les bras de proportion donnent alors un rapport variant entre 0,8 et 1,25 avec l'étalon extérieur. L'échelle spéciale en % permet ainsi de lire par comparaison à l'étalon avec une très grande précision ; l'échantillon et l'étalon étant tels que l'écart entre eux soit compris entre - 20 % et + 25 %. Les écarts en % et leur sens sont ainsi connus directement, ce qui facilite singulièrement les essais de réception portant sur un grand nombre de pièces toutes similaires.

Mesures de capacités

L'un des condensateurs étalons intérieurs vient, sur ces positions du sélecteur N, prendre la place de la résistance extérieure et l'échelle de lecture est la même que pour les résistances. Les trois capacités étalons sont dans la proportion $10^4 : 10^2 : 1$. Ici, la capacité des connexions intérieures du pont intervient. Elle est ajustée sur 10 $\mu\mu\text{F}$ à la construction. Il faut donc retrancher cette capacité du résultat de la mesure. Cette particularité intéressante de construction est utilisée aussi pour la mesure des capacités de 1 à 90 $\mu\mu\text{F}$ sur la position de « pont ouvert ».

L'instrument indicateur

Le préamplificateur (EF 6) reçoit la tension de déséquilibre entre cathode et grille et la transmet amplifiée à la triode d'un trèfle à rayons cathodiques (EM 4). L'entrée de l'indicateur est donc constituée par une capacité apparente

$$C_g = C_{gk} + C_{ga} \frac{R_a}{R_i + R_a}$$

R_i et R_a sont les résistances interne et externe de la pentode ; C_{gk} = capacité grille cathode ; C_{ga} = capacité grille anode. C_g correspond à 5 $\mu\mu\text{F}$. Environ et la réactance d'entrée pour la tension de mesure à 50 p/s est supérieure à 100 mégohms. L'angle de déviation totale θ du trèfle EM 4 est minimum lorsque la pentode n'est pas attaquée par une tension d'entrée V , donc lorsque le pont est dans les conditions d'équilibre.

La sensibilité du pont $\frac{\Delta U}{U}$ peut être réglée en toutes proportions utiles à l'aide du bouton S.

La tension de mesure appliquée au pont est d'environ 2 volts. Une résistance protège l'enroulement du transformateur contre les courts-circuits. La tension anodique est obtenue par un redresseur à deux alternances muni d'un filtre. Les dimensions du Philosophe sont : longueur 220, largeur 170, hauteur 150, poids total 4 kilos.

Les méthodes du Philosophe MS-342

Méthode n° 1. — Mesure des résistances à l'aide des étalons intérieurs (déjà décrits).

Méthode n° 2. — Mesure de résistances d'après un étalon extérieur (échelle en % déjà décrite).

Méthode n° 3. — Mesure des capacités à l'aide des étalons intérieurs.

Méthode n° 4. — Mesure des capacités supérieures à 10 microfarads. Il suffit pour faire cette mesure de disposer d'un condensateur fixe dont la capacité déjà mesurée soit au moins la dixième de celle du condensateur à examiner.

Méthode n° 5. — Mesure des capacités comprises entre 90 $\mu\mu\text{F}$ et 1 $\mu\mu\text{F}$ (méthode décrite de « pont ouvert »).

Méthode n° 6. — Vérification de tolérances en % sur des capacités quelconques.

Méthode n° 7. — Vérification des condensateurs électrolytiques. Evaluation de la résistance-série.

Méthode n° 8. — Capacité et tangente de l'angle de pertes des condensateurs.

Méthode n° 9. — Essai des bobinages.

Méthode n° 10. — Vérification des lignes électriques. Recherche et localisation des défauts :

a) Court-circuit entre un conducteur et la terre ou entre deux conducteurs ;

b) Rupture d'un fil conducteur.

Méthode n° 11. — Indicateur de zéro.

Méthode n° 12. — Mesure de la résistance des mises à la terre. Le Philoscope MS 342 est en tout point conforme au projet de normalisation pour la mesure des résistances du Syndicat de la Construction radio-électrique, notamment en ce qui concerne la tension aux bornes des résistances mesurées.

Alimentation spéciale par batterie de 6 volts

Les usagers qui ne disposent pas d'un secteur électrique alternatif (c'est le cas

pour les électriciens qui recherchent dans la campagne les défauts des câbles) peuvent encore utiliser le pont de mesure Philoscope. Un convertisseur à vibreur Philips 4226 transforme le courant continu d'une batterie d'accumulateurs de 6 volts en courant alternatif 220 volts sinusoïdal capable d'alimenter simultanément le pont de mesure et le nouvel oscillateur 1.000 périodes MS 348.

Le pont de mesure Philoscope MS 342 C avec Générateur de 1000 p/s MS 348

Cet ensemble constitue un pont à impédances pour toutes les mesures à 1000 p/s.

Citons parmi les nombreuses applications :

1° La mesure des rapports de transformation des transformateurs pour fréquences musicales. Nous branchons sur le secondaire les résistances de charge prévues pour l'adaptation sur cette fréquence. Le primaire peut, dans ces conditions, être

mesuré sur le Philoscope et son impédance à 1000 p/s dans les conditions d'essai est alors lue directement. On peut ainsi vérifier le rapport de transformation du transformateur dans des conditions très voisines des conditions d'utilisation.

2° La mesure des bobinages et de leur coefficient de surtension à 1000 p/s.

3° La mesure de la conductivité électrolytique des liquides, pour laquelle il existe plusieurs modèles de cellules spéciales destinées à être plongées dans les liquides dont on désire connaître la conductivité à 1000 p/s et pour une température connue.

Le nouvel oscillateur à 1.000 périodes MS 348 permet de pratiquer à volonté les mesures au pont à 50 périodes ou à 1.000 périodes, à l'aide du pont de précision Philoscope. Signalons à ce propos, pour ceux qui s'intéressent aux mesures de conductivité, qu'une méthode nouvelle proposée par Philips permet de déterminer les conductivités relatives sans influence de la température.

INFORMATIONS

A la Société française des Electriciens

D'intéressantes communications relatives à la radioélectricité et à la radio-technique viennent d'être présentées à la Société française des Electriciens.

Ce sont, le 15 octobre 1943, deux communications de M. Bouthillon : « Axialité du champ magnétique et radioélectricité » et « Abaque pour la résolution de quelques problèmes importants de la technique des radiocommunications ».

De même le 9 novembre 1943, toujours à la 5^e Section des Electriciens : « Quelques problèmes de téléphonie multiplex en radio » par M. Rabuteau, ingénieur aux Laboratoires L. M. T.

Il a été proposé de partager par moitié le Prix Ancel 1943 entre M. Pierre Toulon, pour ses travaux sur la télévision et la transmission des images animées, et M. R. Warnecke, pour ses recherches sur les tubes à temps de transit et modulation de vitesse, ainsi que sur la transmission des ondes centimétriques par les volumes résonnants.

L'enseignement par radio ajourné sine die

Radio-Paris, déférant au désir exprimé par le ministre de l'Education nationale, M. Abel Bonnard, a institué depuis la rentrée des classes un cours par radio d'un quart d'heure, à son émission de variétés. Ce n'était qu'un début. Il avait été prévu trois heures de classe radiophonique par semaine, d'un enseignement condensé susceptible de conduire jusqu'au baccalauréat inclusivement les élèves empêchés de suivre les cours des lycées et collèges. Malheureusement, faute de préparation suffisante, ces cours n'ont pu être poursuivis. C'est une œuvre de longue haleine qui demande à être mûrie et qui n'a pu être réalisée pour cette année. Plutôt que de faire une médiocre besogne, le ministre a préféré ajourner sine die cet enseignement par radio, qui sera repris dès que les circonstances le permettront, pour le plus grand bien des élèves travaillant à domicile.

Création du Comité technique des instruments de mesure

Un arrêté du 2 novembre 1943 vient d'instituer, sous la présidence de M. Bruhat, directeur adjoint de l'Ecole Normale Supérieure, un Comité technique des instruments de mesure auprès du Secrétariat d'Etat à la Production industrielle. La compétence de ce nouvel organisme s'étend à tous les problèmes techniques intéressant les mesures physiques, en particulier aux mesures d'électricité et de radioélectricité.

Suppression d'attribution de matières premières

Jusqu'à ce jour, certaines entreprises fermées administrativement ont continué, par inadvertance, à recevoir des attributions de matières premières et d'énergie. Un contrôle sévère sera désormais effectué afin que cet abus ne se renouvelle plus.

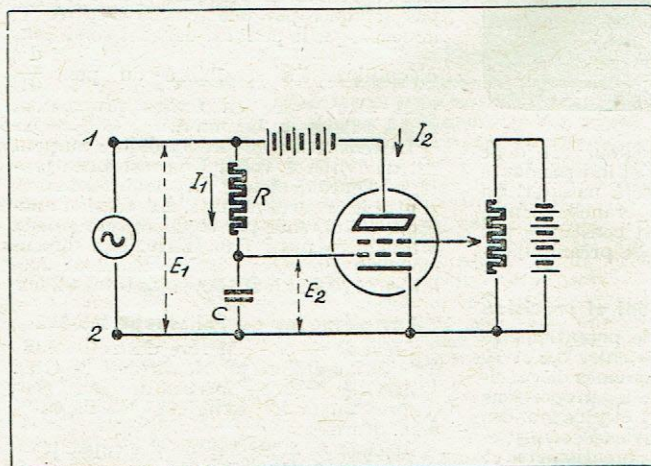


FIG. 1.

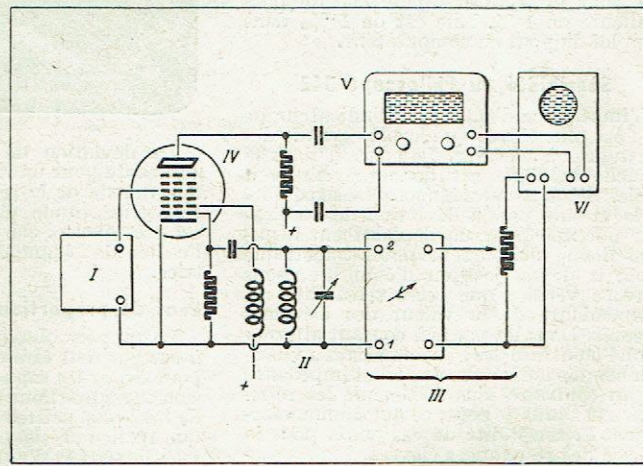


FIG. 2.

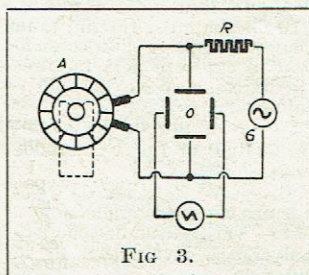


FIG. 3.

ERRATUM

Dans notre dernier numéro, les trois clichés illustrant l'analyse de l'article *Utilisation des tubes à rayons cathodiques dans la fabrication en série* n'étaient pas ceux convenant à cette analyse.

Voici les trois dessins corrects avec leurs légendes :

FIG. 1. — Schéma du modulateur à fréquence variable.

FIG. 2. — Dispositif pour le relevé des courbes de résonance.

FIG. 3. — Dispositif pour le contrôle d'induits à collecteur.

Nous nous excusons auprès de nos lecteurs de cette erreur de mise en page.

La Presse Technique à travers le Monde

SUR LES PRINCIPES DES TUBES ÉLECTRONIQUES A MODULATION DE VITESSE GÉNÉRATEURS D'OSCILLATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES D'ULTRA-HAUTES FRÉQUENCES.

par R. Warnecke (Bulletin de la Société française des Électriciens, juin 1942, t. II (6^e série), n° 16, p. 237-259, 16 figures).

Cette communication, présentée à la réunion mensuelle de la Société Française des Electriciens du 11 avril 1942, résume les recherches et les travaux de l'auteur, en expose la philosophie et les conclusions. Il débute par la révision de la conception habituelle du passage du courant dans un tube à vide. Les limites de circuits et les limites de temps de transit ont pu être systématiquement dépassées, grâce à une modification du concept habituel du passage du courant dans un tube électronique conventionnel. On considère généralement que le courant parcourant la connexion d'une électrode est mesuré par le taux instantané du transfert des charges entre l'espace environnant et cette électrode. Conception inexacte, car le courant est déterminé par le taux instantané de variation du flux électrostatique aboutissant à l'électrode. De la modification des charges d'un électron de l'espace induites sur les électrodes, résulte l'écoulement des charges électriques dans le circuit extérieur. A son arrivée sur l'électrode, l'électron neutralise une charge positive et le courant produit pendant son trajet cesse.

Cette conception implique que les électrodes soient couplées entre elles par un courant de déplacement fonction du champ, lorsque des tensions rapidement variables sont appliquées au tube. Ainsi, diverses électrodes peuvent échanger entre elles de l'énergie par induction, phénomène à la base de la théorie des tubes à modulation de vitesse.

M. Warnecke entreprend ensuite l'analyse mathématique qualitative de l'échange d'énergie entre des charges en mouvement et des champs électriques périodiques. On peut généralement admettre que les champs se propagent avec une vitesse infinie et étudier les problèmes de répartition du potentiel comme en électrostatique. On admet aussi que les électrodes ont une résistance nulle et que les effets de l'induction magnétique sont négligeables.

Le courant circulant dans la connexion extérieure d'une électrode doit être regardé comme un courant induit entièrement dû à l'effet du courant total d'espace — de convection et de déplacement. Le courant passant d'une électrode à l'espace environnant ne change que la charge de l'électrode et ne constitue aucun courant extérieur. En fait, toutes les électrodes sont liées par le courant d'espace total. La somme du taux de variation de l'énergie cinétique de tous les électrons de l'espace et du taux de variation de l'énergie du champ est égale à la somme des puissances instantanées de toutes les électrodes. Il s'ensuit que la somme des puissances moyennes dans le circuit extérieur, toutes pertes exclues, est égale à la variation moyenne d'énergie cinétique de tous les électrons. Ainsi, lorsqu'une électrode est alimentée avec une tension périodique, elle peut fournir ou emprunter de l'énergie à des électrons qui passent dans son voisinage sans la toucher.

Le fonctionnement des tubes conventionnels est limité par le temps de transit, ce qui oblige à abandonner le procédé classique de commande du courant.

En ultra-haute fréquence, le champ électrique créé dans une triode, au voisinage de la cathode, par les charges des électrodes et la charge spatiale, a le temps de varier sensiblement pendant la durée du trajet des électrons dans l'espace interélectrode, cette durée n'étant pas négligeable eu égard à celle de la période d'os-

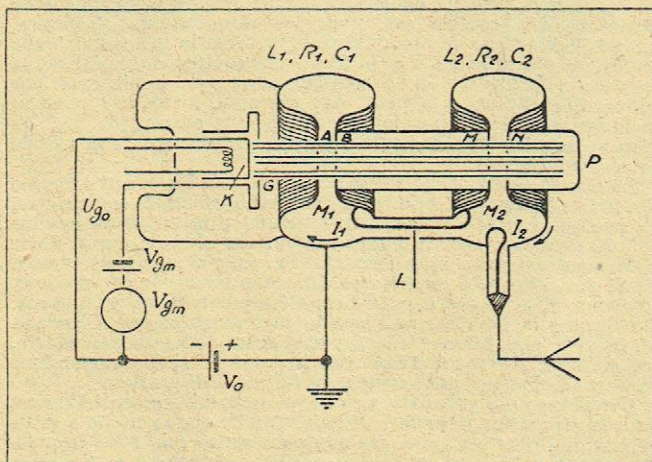


FIG. 1. — Coupe axiale schématique d'un klystron montrant les deux rhumbatrons réunis par un tube.

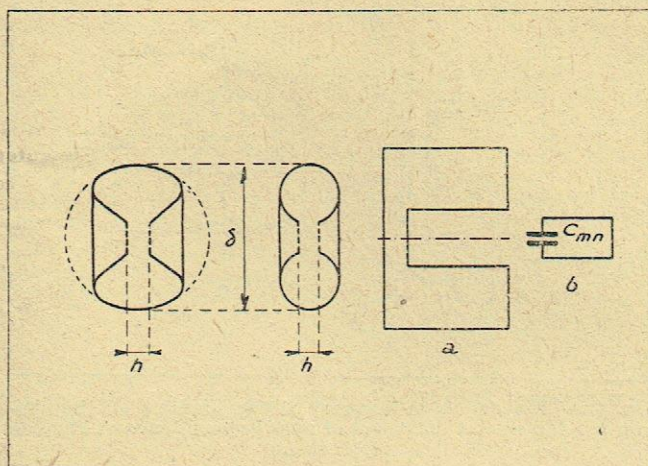


FIG. 2. — Coupe de rhumbatrons de sections diverses.

cillation. Lorsque la grille d'une triode est portée à un potentiel rapidement variable, il existe dans le circuit de grille un courant d'induction résultant des différences instantanées des courants de convection correspondant aux électrons qui s'approchent de la grille et à ceux qui s'en éloignent. C'est l'origine de la perte interne d'énergie en haute fréquence, différente de celle produite par l'arrivée réelle d'électrons sur cette électrode.

Si la fréquence est assez élevée, la puissance en haute fréquence consommée à l'entrée d'une amplificatrice devient aussi grande que la puissance de sortie, si bien que la lampe n'amplifie plus. Ce qui se traduit par une diminution de l'impédance d'entrée du tube.

Pour éviter ces variations locales de courant de convection, Hahn et Metcalf et les frères Varian ont proposé de contrôler le courant de convection en utilisant une modification longitudinale périodiquement contrôlée de la vitesse des électrons d'un faisceau électronique, procédé d'où dérivent les tubes dits « à modulation de vitesse ».

L'auteur expose ensuite les principes généraux du fonctionnement des tubes générateurs à modulation de vitesse longitudinale. Le champ à haute fréquence traversé par le faisceau électronique initialement homogène modifie cycliquement et faiblement la vitesse des électrons, si bien qu'à l'issue du modulateur les électrons ont des vitesses périodiquement réparties autour de la vitesse initiale : c'est la modulation de vitesse.

Dans l'espace de rassemblement, la modulation de vitesse est transformée en modulation de densité, les électrons étant assujettis à se grouper par régions denses en certains points le long de l'axe du faisceau.

Enfin, dans le collecteur d'énergie, le faisceau modulé en densité est utilisé pour exciter un circuit oscillant chargé; cette action est opérée par le courant induit dans les conducteurs par les groupes d'électrons en mouvement.

Les avantages procurés dans un générateur d'ondes très courtes par la modulation de vitesse sont les suivants :

1^o Faible énergie à haute fréquence nécessaire pour créer la modulation de vitesse ;

2^o Possibilité d'obtenir, sans dépense d'énergie H F, une profonde modulation en densité avec une faible modulation de vitesse ;

3^o Mise en jeu, par la modulation en densité, dans le circuit d'utilisation, d'une énergie H F grande par rapport à celle nécessaire pour assurer la commande par modulation de vitesse. On obtient ainsi des tubes oscillateurs efficaces en très haute fréquence.

L'auteur indique ensuite le schéma et le mécanisme de fonctionnement des électrodes d'un tube à commande par modulation de vitesse longitudinale et à conversion par glissement dans un espace exempt de champ à haute fréquence. Il étudie le fonctionnement des électrodes de commande et la transformation de la modulation de

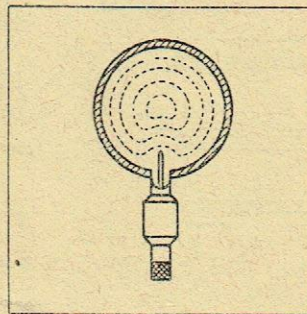


FIG. 3. — Réglage de la longueur d'onde propre d'un rhumbatron par enfouissement d'un diaphragme.

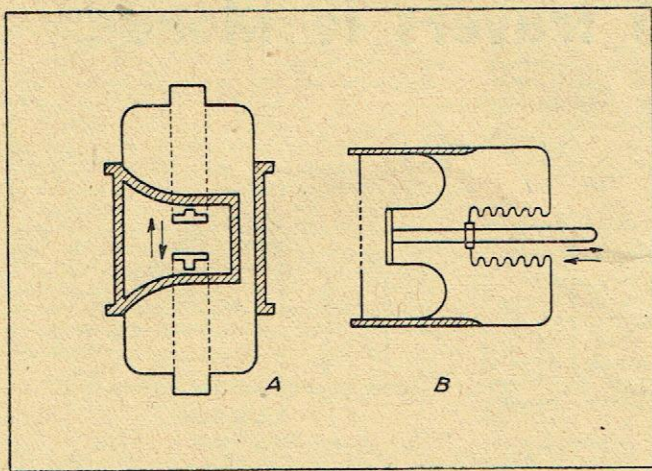


FIG. 4. — Réglage de la longueur d'onde propre d'un rhumbatron par écrasement diamétral et aplatissement suivant l'axe de révolution.

vitesse en modulation de densité. Cette transformation a lieu dans une cage de Faraday où glisse le faisceau à l'abri de tous les champs électriques et magnétiques. C'est généralement un tube métallique fermé par des grillages. Le glissement du faisceau préalablement modulé en vitesse permet d'obtenir, en un point suffisamment éloigné du modulateur, et avec une faible dépense d'énergie, de grandes variations périodiques dans le courant de conduction transporté par le faisceau.

Les électrodes de sortie sont constituées par deux grillages également portés au potentiel continu par rapport à la cathode et placés à l'endroit où le faisceau est profondément modulé en densité. En traversant ce système d'électrodes, les électrons y induisent un courant périodique qui circule dans le circuit reliant ces électrodes. Si ce circuit a une résistance appréciable, il naît entre les électrodes une différence de potentiel, d'où un champ électrique alternatif, parallèle au mouvement des électrons, et qui peut, à chaque instant, les accélérer ou les retarder. Si c'est la résistance équivalente à l'ensemble du circuit qui est placée dans la connexion extérieure, le champ est retardateur pour les groupes denses, accélérateur pour les faibles densités, d'où freinage du courant induit par diminution de la vitesse moyenne du faisceau. La variation d'énergie cinétique moyenne correspondante mesure la puissance en haute fréquence mise en jeu dans le circuit. Si sa résistance apparente est élevée, une grande partie de l'énergie H F peut être utilisée à l'extérieur.

L'écartement entre les électrodes de sortie a une grande importance pour l'échange d'énergie et le rendement. Le rapport du courant induit entre ces électrodes au courant inducteur décroît en fonction de cet écart, tandis que l'impédance du circuit en est une fonction croissante. D'où il résulte que le meilleur rendement est obtenu pour une valeur optimum de cet écart.

Etudiant les effets de la charge d'espace, l'auteur montre qu'elle diminue le champ électrique alternatif, donc la force agissant sur les électrons, et provoque une force réactive de dégroupement. Cependant, l'auteur néglige ces actions dans ses calculs.

Exposant le schéma de principe et l'image simplifiée du fonctionnement d'un tube à conversion par glissement, il donne d'abord un aperçu qualitatif du processus. Le système fonctionne

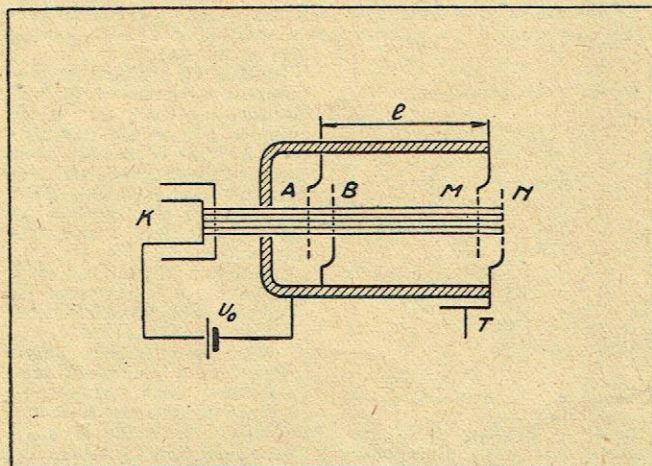


FIG. 5. — Tube oscillant à ligne de Lecher.

en auto-oscillateur si l'on ramène avec la phase convenable une partie de l'énergie de sortie dans le circuit d'entrée.

L'auteur étudie ensuite la puissance disponible, le rendement et le réglage du fonctionnement. Les oscillations forcées dans le circuit de sortie diffèrent considérablement des oscillations libres, parce qu'il y a une contrainte de phase entre les champs électriques agissant dans le rassembleur et dans le collecteur, alors que les circuits d'entrée et de sortie sont électriquement couplés. Le fonctionnement est optimum lorsque ces deux relations de phase s'accordent. La puissance et le rendement sont optima lorsque les éléments des circuits sont librement réglables.

Clavier et Le Boiteux ont montré qu'en utilisant des circuits d'entrée et de sortie désaccordés et à couplage serré, on peut satisfaire à la condition de phase en faisant varier la tension de polarisation. Mais la puissance et le rendement ne sont plus optima. Le couplage lâche est donc préférable et, d'ailleurs, moins affecté par les variations de cette tension.

L'association des circuits aux électrodes ne doit pas introduire de « limites » analogues à celles des lampes ordinaires, ce à quoi l'on arrive en supprimant les connexions et en introduisant les électrodes dans des volumes résonnants tels que le circuit équivalent, vu du faisceau, ait une impédance parallèle et une surtension élevée : tels sont les tronçons de lignes, les guides d'ondes et les cavités à résonance spatiale.

M. Warnecke décrit à titre d'exemple le *klystron* de la Stanford University dont les volumes résonnant ou *rhumbatrons* sont des chambres métalliques creuses de révolution autour de l'axe du faisceau, assimilables pour le calcul à des circuits à constantes localisées (fig. 1).

Le rhumbatron rassembleur est couplé au rhumbatron collecteur d'énergie par des boucles reliées par une petite ligne. Ces

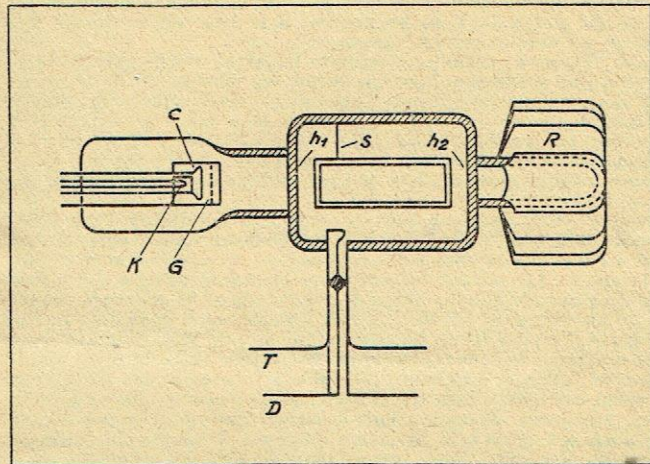


FIG. 6. — Klystron constitué par un élément de tube coaxial.

boucles, encerclant un flux magnétique, peuvent être remplacées par des trous ou des fentes.

Les rhumbatrons procurent l'avantage d'une faible longueur d'onde propre, d'un grand coefficient de surtension, d'une impédance parallèle élevée. Ainsi une cavité traversée par un faisceau de 500 mA oscillant sur 25 cm. peut, lorsqu'elle n'est pas chargée, présenter une impédance shunt de 250.000 ohms, d'où l'efficacité de ces circuits pour les ondes très courtes. La longueur d'onde de résonance des cavités est, pour les rhumbatrons classiques, 2,5 fois le diamètre environ. On peut modifier la longueur d'onde en faisant varier la taille et la forme des cavités, en modifiant la forme du champ ou en la couplant avec un circuit extérieur convenable (fig. 2). On peut, par exemple, introduire plus ou moins profondément un diaphragme dans le champ (fig. 3), ou bien aplatir le rhumbatron diamétralement ou selon son axe de révolution (fig. 4).

Le circuit oscillant peut être un tronçon de ligne, par exemple des fils de Lecher (fig. 5). Il peut donner des résultats équivalents, en puissance et rendement, aux systèmes utilisant deux cavités couplées par un circuit intermédiaire. On obtient un meilleur rendement avec une ligne coaxiale (fig. 6), qui met le système à l'abri des influences extérieures. On retombe sur le cas de deux systèmes d'électrodes à grilles couplées par tube de glissement. On dispose la boucle encerclant le flux magnétique à l'endroit où il est le plus intense, de part et d'autre de la surface nodale. La stabilité de ce système subsiste même si les dimensions viennent à changer, par exemple du fait de la dilatation.

L'avantage des tubes du genre klystron réside essentiellement dans la séparation des effets utilisés. Tandis que la triode à grille négative la plus perfectionnée ne donne guère que 1 W de puissance H F sur $\lambda = 20$ cm., avec un rendement infime, un klystron à ligne de Lecher, réglable entre $\lambda = 22$ et $\lambda = 25$ cm., peut donner plus de 100 W sous une tension de 3.500 V avec un rendement voisin de 20 %. On adoptera de préférence des rhumba-

trons à couplage lâche et à fréquence propre réglable. Cette faculté de réglage permet le remplacement instantané d'un tube par un autre.

Autre avantage pour les grandes puissances : possibilité de refroidir énergiquement les rhumbatrons métalliques, cette opération n'entraînant qu'une dérive négligeable (1/10.000^e au bout de plusieurs heures de fonctionnement).

L'absence de diélectrique réduit au minimum les pertes à haute fréquence, qui se ramènent à celles correspondant à la pénétration du champ dans la paroi interne des rhumbatrons.

Les klystrons peuvent être réalisés sous forme de tubes scellés. Ils sont modulés sans grande dépense d'énergie B F et sans distorsion linéaire importante. La tension de grille variant de la quantité nécessaire pour une modulation à 100 %, la fréquence de l'onde émise varie de moins de 1/10.000^e. La stabilité de fonctionnement est si grande qu'une variation de 1.000 V dans la tension de polarisation n'entraîne qu'une variation de fréquence de 8/10.000^e environ.

En raison de l'intégration des circuits au tube, un poste émetteur à klystron est d'une « simplicité révolutionnaire », selon l'expression de M. Warnecke. Il est vrai que les magnétrons permettent déjà d'obtenir plus de 1 kW sur $\lambda = 15$ cm. environ. Mais le rendement, la stabilité et la facilité de modulation des klystrons leur promettent un bel avenir. On peut d'ores et déjà envisager des puissances de plusieurs kilowatts pour quelques dizaines de centimètres de longueur d'onde. Le domaine des ondes ultra-courtes est désormais ouvert aux applications techniques.

ÉLECTROACOUSTIQUE ET AUDIOMÉTRIE, par P. Chavasse (Bulletin de la Société française des Électriciens, septembre 1942, 6^e série, t. II, n^o 19, p. 341-362, 17 figures).

La base de ces techniques est la recherche d'une échelle commune pour les mesures et la détermination de la notion de seuil d'audibilité. Sous les auspices de l'A. F. N. O. R., les acousticiens ont élaboré une norme pour la spécification des audiomètres, déterminant la limite inférieure de l'audition. L'auteur expose l'aspect physique du problème audiométrique et ses rapports avec l'électroacoustique, en distinguant la conduction aérotympanique de la conduction osseuse.

L'onde sonore est caractérisée par trois paramètres : l'amplitude de vibration a ; la vitesse v des éléments vibrants; les variations sinusoidales p de pression, reliées par les équations

$$p = c \rho v \text{ et } v = j \omega a,$$

en appelant c la vitesse de propagation et ρ la masse spécifique du gaz ou du milieu transmissif. La fréquence f varie entre 20 et 20.000 p.-s.; p de 10^{-4} à 10^3 baryes; a est de l'ordre du μ m ou du mm; v est compris entre quelques dixièmes de μ m - s et quelques cm - s. Le seuil d'audibilité est caractérisé par la pression p_0 ; une pression p correspond au niveau suivant exprimé en décibels :

$$N = 20 \log p/p_0$$

L'auteur définit la notion physiologique du seuil d'audibilité dans la perception par la voie aérotympanique. Or l'extinction de la sensation sonore se produit pour une valeur b_1 de l'affaiblissement par valeurs décroissantes et pour une valeur b_2 , supérieures par valeurs croissantes. Le premier, déterminé avec plus de précision, est admis comme véritable seuil. Les sujets peuvent être classés en cinq catégories :

- 1^o Sujets parfaits (seuil défini sans contradiction et constant);
- 2^o Sujets hésitants (contradictions au début de l'essai);
- 3^o Sujets oscillants (seuil variant entre deux limites : période 1,5 minute);
- 4^o Sujets fatigués (seuil s'accroissant progressivement);
- 5^o Sujets oscillants et fatigués (seuil croissant irrégulièrement).

Quelle valeur de pression acoustique convient-il d'attribuer à une sensation sonore ? L'auteur se réfère aux travaux de Waetzmann et Keibs (*Akustische Zeitschrift*, n^o 1) et de Sivian et White (*The Journal of acoustical Society of the America*). On distingue l'écoute dans l'air libre, dans le champ du haut-parleur, et celle avec un récepteur téléphonique appliqué contre l'oreille, ainsi que le champ acoustique dans une salle.

Le seuil d'audibilité des physiiciens est défini mathématiquement à la fréquence de 1.000 p.-s., relativement à une onde plane se propageant librement, par la puissance acoustique de 10^{-12} W/cm² ou par une pression pratiquement équivalente de 2.10^{-4} barye, approximativement 2.10^{-4} mg.-cm², dans les conditions habituelles de température et de pression (acuité auditive au moins égale à celle des meilleures oreilles).

On définit ensuite la relation existant entre le champ acoustique et l'excitation tympanique dans le cas de l'écoute à l'air libre. L'auteur considère le cas où les ondes sont arrêtées par un obstacle sphérique, qui est pratiquement la tête de l'opérateur. De ce fait, il existe un rapport de 5 environ, soit 15 décibels entre la pression sur le tympan et celle de l'onde libre. Cet effet, négligeable aux fréquences inférieures à 300 p.-s., devient important à celle de 800 p.-s. Pour l'écoute monoauriculaire, la direction la plus favorable est la normale au plan tangent à la tête.

Une partie de l'énergie engagée dans le conduit auditif est réfléchiée, l'autre est absorbée par le fonctionnement du tympan,

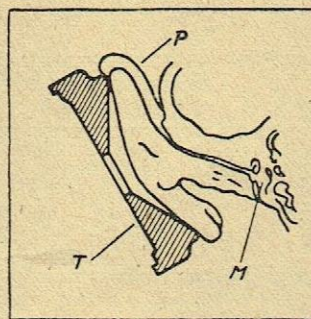


FIG. 1. — Coupe de l'oreille humaine : M, membrane tympanique; P, pavillon; T, téléphone.

point dépendant du temps de réverbération T de la chambre et de l'emplacement des objets. La pression moyenne correspondant à l'absorption par le tympan est

$$p_a = \sqrt{\frac{\rho c^2}{13,8}} \sqrt{\frac{TW}{V}}$$

pour une puissance acoustique W , un volume V de la salle, une masse spécifique c de l'air et une vitesse c du son.

Les écarts entre les courbes de réponse d'un haut-parleur dans deux salles ayant des temps de réverbération respectifs de 0,4 et 0,8 s., avec un même microphone à 1 m. du haut-parleur et suivant deux angles de rayonnement différents 0° et 30°, atteignent et dépassent 10 décibels.

L'effet d'obstacle de la tête dépend de la forme du champ. L'expérimentation avec un récepteur appliqué contre l'oreille dans des conditions de pression spécifiées est plus accessible et conduit à des valeurs mieux définissables que celle avec le haut-parleur. L'écouteur est appliqué contre l'oreille avec une pression moyenne. Si entre diaphragme et tympan le volume est faible et la distance petite par rapport à la longueur d'onde du son, on peut admettre que la pression est la même en tous les points de cet espace. Le seuil est alors défini par la pression existant sur le diaphragme à la limite de la perception auditive. Mais l'efficacité absolue du récepteur dépend de l'impédance acoustique offerte à son rayonnement.

L'impédance acoustique est définie par le rapport vectoriel de la force (pression X surface) à la vitesse :

$$Z_a = \rho c \frac{\sigma - jkV}{\sigma^2 + (kV)^2},$$

$$\text{avec } k = \frac{\omega}{c} \text{ et } \sigma = S \frac{1-g}{1+g},$$

σ étant la portion de la section S où est localisé l'effet d'absorption. Pour montrer l'influence du volume où rayonne le récepteur et définir l'impédance acoustique des oreilles artificielles, l'auteur publie les courbes d'étalonnage de trois récepteurs :

- a) Récepteur électrodynamique à faible résistance (15 à 25 ohms), diaphragme léger, non tendu, sans résonance accentuée;
- b) Récepteur magnétique, de 250 ohms d'impédance à 1.000 p.-s. à diaphragme lourd et rigide, à résonance près de 1.000 p.-s.;
- c) Récepteur piézoélectrique, de caractéristique uniforme et de faible rendement en B F, à grande impédance mécanique et électrique. La chambre d'étalonnage varie de 2,6 à 39 cm³ (volume du récepteur, du coupleur et du microphone d'un diaphragme à l'autre). On limite le volume du pavillon par remplissage à la matière plastique.

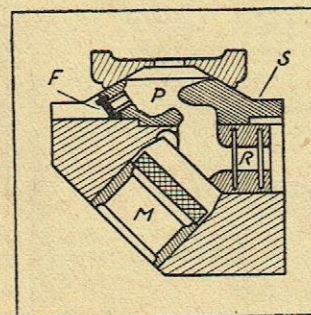


FIG. 2. — Coupe d'une oreille artificielle : F, fuite acoustique; M, microphone à condensateur; P, pavillon (reproduction du contour interne); R, réseau acoustique; S, surface d'appui en caoutchouc.

membrane dont le coefficient d'absorption est variable : par exemple 0,1 à 100 p.-s. et 0,5 à 800 p.-s.

Il faut préciser la position de la tête par rapport à la source sonore, dont l'impédance acoustique est plus ou moins modifiée par la présence de la tête. A 40 cm. du centre d'un haut-parleur, la directivité est déjà très marquée (écarts de l'ordre de 10 décibels). L'auteur produit un diagramme polaire de directivité pour les deux fréquences de 2.000 et 4.000 p.-s., tracé dans une salle ayant un temps de réverbération de 0,8 s., pour deux distances de 1 et 2 m. entre le haut-parleur et le microphone. La distribution et l'intensité du son en chaque

point dépendent du temps de réverbération T de la chambre et de l'emplacement des objets. La pression moyenne correspondant à l'absorption par le tympan est

$$p_a = \sqrt{\frac{\rho c^2}{13,8}} \sqrt{\frac{TW}{V}}$$

pour une puissance acoustique W , un volume V de la salle, une masse spécifique c de l'air et une vitesse c du son.

Les écarts entre les courbes de réponse d'un haut-parleur dans deux salles ayant des temps de réverbération respectifs de 0,4 et 0,8 s., avec un même microphone à 1 m. du haut-parleur et suivant deux angles de rayonnement différents 0° et 30°, atteignent et dépassent 10 décibels.

L'effet d'obstacle de la tête dépend de la forme du champ. L'expérimentation avec un récepteur appliqué contre l'oreille dans des conditions de pression spécifiées est plus accessible et conduit à des valeurs mieux définissables que celle avec le haut-parleur. L'écouteur est appliqué contre l'oreille avec une pression moyenne. Si entre diaphragme et tympan le volume est faible et la distance petite par rapport à la longueur d'onde du son, on peut admettre que la pression est la même en tous les points de cet espace. Le seuil est alors défini par la pression existant sur le diaphragme à la limite de la perception auditive. Mais l'efficacité absolue du récepteur dépend de l'impédance acoustique offerte à son rayonnement.

L'impédance acoustique est définie par le rapport vectoriel de la force (pression X surface) à la vitesse :

$$Z_a = \rho c \frac{\sigma - jkV}{\sigma^2 + (kV)^2},$$

$$\text{avec } k = \frac{\omega}{c} \text{ et } \sigma = S \frac{1-g}{1+g},$$

σ étant la portion de la section S où est localisé l'effet d'absorption. Pour montrer l'influence du volume où rayonne le récepteur et définir l'impédance acoustique des oreilles artificielles, l'auteur publie les courbes d'étalonnage de trois récepteurs :

- a) Récepteur électrodynamique à faible résistance (15 à 25 ohms), diaphragme léger, non tendu, sans résonance accentuée;
- b) Récepteur magnétique, de 250 ohms d'impédance à 1.000 p.-s. à diaphragme lourd et rigide, à résonance près de 1.000 p.-s.;
- c) Récepteur piézoélectrique, de caractéristique uniforme et de faible rendement en B F, à grande impédance mécanique et électrique. La chambre d'étalonnage varie de 2,6 à 39 cm³ (volume du récepteur, du coupleur et du microphone d'un diaphragme à l'autre). On limite le volume du pavillon par remplissage à la matière plastique.

Pour les récepteurs électrodynamiques, une résonance apparaît entre 300 et 8.000 p.-s. avec différence d'efficacité de 15 décibels à 1.000 p.-s.

Pour les récepteurs magnétiques, l'efficacité est notablement réduite pour les grands volumes, ainsi que l'acuité de la résonance.

Les mesures entreprises par Gray et Jenkins sur 70 oreilles masculines aux

Bell Laboratories de New-York ont donné les impédances suivantes :

FRÉQUENCES p.-s.	RÉSISTANCES OHMS ACOUSTIQUES	RÉACTANCES MOY. OHMS ACOUSTIQUES
200	50 à 250	— 1.134 à — 633
400	20 à 250	— 760 à — 254
800	35 à 136	— 300 à — 130
1.200	60 à 91	— 180 à — 20
2.000	8 à 70	— 155 à — 50
3.000	15 à 60	— 140 à + 30

Les schémas en coupe de l'oreille réelle et de l'oreille artificielle simplifiée sont indiqués sur les figures.

Dans le cas d'un récepteur thermique ou thermophone, le volume résiduel est très restreint (1 cm³). Une cause d'erreur de mesures résulte de la transmission directe du son par la paroi osseuse, de la définition imprécise de l'impédance acoustique du tympan, des bruits d'origine plus ou moins subjective, des surpressions par application trop forte du récepteur, du fait qu'aux très hautes fréquences interviennent les longueurs d'onde propres du conduit auditif et du tympan.

Une normalisation a été élaborée par l'A. F. N. O. R. Elle prévoit un volume de 4 cm³ pour la chambre de couplage, très supérieur au volume de 1 cm³ du conduit auditif.

Le seuil d'audibilité est défini par la pression p_0 qu'exerce le récepteur sur le microphone-tympan lorsqu'on applique à ses bornes la tension u correspondant à la limite de perception du sujet.

L'auteur passe ensuite à l'étude de la conduction osseuse, possible depuis la création de vibreurs électromécaniques, dont l'impédance mécanique est adaptée à celle de la boîte crânienne. La résistance acoustique par centimètre carré du milieu de propagation est

$$r_1 = \frac{P_1}{v_1} = c_1 \rho_1$$

Le passage de l'énergie d'un milieu 1 à un milieu 2 dépend du rapport r_1/r_2 , le minimum de pertes étant réalisé lorsque les deux circuits ont des impédances identiques ($r_1 = r_2$). Il faut donc réaliser l'adaptation des impédances, le système de liaison tympan-osselets de l'oreille interne jouant le rôle de transformateur d'adaptation. Le récepteur téléphonique ordinaire ne convient absolument pas pour la voix osseuse. On supprime l'intermédiaire

aérien en réalisant des écouteurs dont la partie vibrante attaque directement la boîte crânienne. La Direction des Recherches des P. T. T. utilise un récepteur à conduction osseuse constitué comme un écouteur téléphonique par un aimant ou un électro-aimant avec pièces polaires sur lesquelles on bobine directement les enroulements inducteurs, qui forment avec l'aimant un ensemble rigide rendu solide par le diaphragme par une liaison périphérique. Le diaphragme épais est rigidement assujéti en son centre au boîtier parallépipédique, se comportant comme une caisse de résonance.

On peut aussi utiliser un élément de haut-parleur électrodynamique comprenant deux pièces polaires cylindriques concentriques, où un diapason dont la queue

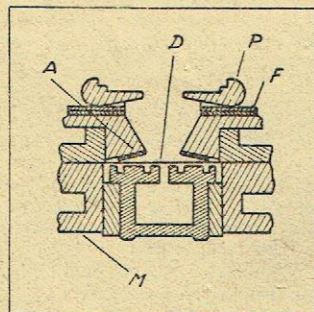


FIG. 3. — Coupe d'une oreille artificielle simplifiée : A, matériau amortissant ; M, microphone à condensateur ; D, diaphragme ; F, fuite acoustique ; P, pavillon.

repose sur la boîte crânienne.

L'efficacité du vibreur est caractérisée par le rapport de la force F produite par le bouton ou l'élément explorateur à la tension d'excitation U mesurée aux bobines d'enroulement, rapport exprimé en dynes par volt. La sensibilité auditive est exprimée en dynes.

L'étalonnage des écouteurs à conduction osseuse est opéré au moyen d'un microphone physiquement défini, microphone à diaphragme rigide capable de supporter une pression de l'ordre de 1 kg.-cm².

Pour l'étalonnage, le laboratoire de la Direction des Recherches des P. T. T. utilise des quartz piézoélectriques (*Annales des P. T. T.* 1930) taillés parallèlement à l'axe optique et perpendiculairement à un axe électrique en disques de 45 mm. de diamètre, épais de 2 mm. et bloqués par bague contre une deuxième plaque isolante. Les deux faces du quartz sont argentées. Entre la face inférieure et l'isolant, on interpose une feuille d'étain comprimée. La force de 300 g semble correspondre aux conditions moyennes de la

pratique courante. Les vibrations sont transmises au microphone à quartz ou à la paroi osseuse par une pièce moulée ayant la forme du vibreur, une surface de 1 à 2 cm² et une épaisseur de 5 mm. La valeur nominale de la tension de sortie de l'oscillateur est affaiblie au moyen d'une ligne artificielle graduée en décibels et insérée entre l'oscillateur et le vibreur. On transpose le résultat en dynes ou en dynes. Si la graduation O correspond au seuil normal, on lit directement en décibels la déficience ou l'excès de l'activité auditive.

Le microphone piézoélectrique de Békésy (*Akustische Zeitschrift*, mars 1939) peut supporter des pressions de l'ordre de 1 kg.-cm². Il est constitué par l'assemblage de deux quartz de signes opposés avec des masses métalliques servant d'électrodes. Pour réduire l'effet nuisible des vibrations propres, on utilise des quartz taillés dans des plans différents par rapport à l'axe optique, dont le rapport des modules piézoélectriques est choisi pour entraîner un équilibre de ces vibrations. C'est ainsi que l'un des quartz est en forme d'anneau, l'autre en forme de disque concentrique.

Békésy a également utilisé un microphone à condensateur de 1 cm. de diamètre, isolé par une couche de trolitul de 1 μ m. d'épaisseur. L'électrode fixe est en acier, l'électrode vibrante en aluminium. Ce microphone sans résonance marquée peut supporter des forces de plusieurs centaines de grammes. La capacité atteint 50 p F sous une force de 1 kg.

On étalonne comparativement le microphone à condensateur et le microphone à quartz en disposant en regard leurs diaphragmes et en les excitant simultanément par un vibreur électrodynamique.

Les différences de potentiel, recueillies et amplifiées, sont appliquées aux plaques d'un oscillographe cathodique, sur l'écran duquel elles dessinent des courbes de Lissajous. Les courbes d'efficacité relatives du quartz et du condensateur semblent avoir une régularité convenable des fréquences les plus basses aux plus élevées (13.000 p.-s.), pour des pressions statiques supérieures à 100 g.

Des mesures de Békésy, il ressort que le seuil d'audibilité par voie osseuse est voisin d'une dizaine de dynes pour des fréquences de 10³ p.-s. et passe par un minimum de quelques dynes entre 2.10³ et 5.10³ p.-s. Mais on doit tenir compte de la position du vibreur d'exploration, de l'effet de résonateur ou d'amplificateur produit par le conduit auditif, selon qu'il est ouvert ou fermé.

Ainsi les développements de la science électrique ont permis de serrer de plus près les problèmes de l'audiométrie, par la définition et la mesure des seuils d'audibilité.

LISTE DES BREVETS

- 888.847 : 20 janvier 1942. — Société dite : ALBISWERKE ZURICH A. G. — Appareil de détection pour barrages lumineux.
- 888.853 : 26 février 1942 — ASCHEN (R.)-DREYFUS (Y.). — Récepteur radiophonique à contrôleur de bandes.
- 888.956 : 8 décembre 1942. — Société dite : FARNESCH G. M. B. H. — Système déflecteur pour tubes à rayons cathodiques.
- 888.964 : 8 décembre 1942. — Société : G. LORENZ AKT. GES. — Installation de réception pour messages sur les avions.
- 888.984 : 9 décembre 1942. — Société dite : LICENTIA PATENT VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG. — Dispositif de réception pour systèmes de télégraphie à courant alternatif.
- 888.989 : 9 décembre 1942. — Société : C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT. — Montage pour transmission de signaux par combinaisons d'impulsions de courants.
- 888.993 : 10 décembre 1942. — Société dite : OPTA-RADIO A. G. — Procédé de télévision à trame spirale d'exploration de l'image.
- 889.121 : 16 décembre 1942. — Société C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT. — Procédé d'obtention d'indications clignotantes de lignes de cap.
- 889.131 : 17 décembre 1942. — Société : FIDES GESELLSCHAFT FÜR DIE VERWALTUNG UND VERWERTUNG VON GEWERBLICHEN SCHUTSRECHTEN MIT BESCHRANKTER HAFTUNG. — Antenne pour équipement radioélectrique, en particulier pour avions.
- 889.144 : 17 décembre 1942. — Société dite : TELEFUNKEN GESELLSCHAFT FÜR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE M. B. H. — Disposition pour l'émission et la réception d'ondes électriques très courtes.
- 889.162 : 22 janvier 1943. — BEALEM (M.)-PETIT (S.). — Filtres à quartz aux fréquences acoustiques.
- 889.176 : 23 mars 1943. — DE REGNAULT DE BELLECIZE. — Procédé et dispositif pour la coopération des ondes de signal et des ondes pilotes à la liaison des réseaux de fils par l'éther.
- (Liste communiquée par la Compagnie des Ingénieurs-Conseils en propriété industrielle.)

L'abondance des matières nous a contraints de reporter au numéro de février la publication de la table des matières de l'année 1943.

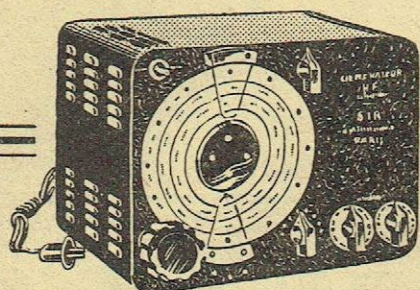
SADIR

*Toutes
Applications
Radioélectriques*

S1

4D

SADIR-CARPENTIER DÉPT RADIO S.A. AU CAPITAL DE 20.000.000 DE FR.
101, BOULEVARD MURAT ★ PARIS
TÉL. AUT. 81-25 - JAS. 57-80 R.C. SEINE 282.150 B



OSCILLATEUR H.F. étalonné

Type 3 S T.C. - 101.202

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- GAMMES DE LONGUEUR D'ONDES DE 10 m. A 5.000 m. EN 6 S.GAMMES
- PRÉCISION : $\pm 3\%$ SUR TOUTES GAMMES
- TENSION DE SORTIE DE 1 MICROVOLT A 0,1 VOLT
- IMPÉDANCE DE SORTIE VARIABLE DE 0 A 3.500 OHMS
- ATTENUATEUR DOUBLE
- MODULATION PAR OSCILLATEUR B.F. INCLUS DANS L'APPAREIL PERMETTANT DE MODULER LA HAUTE FRÉQUENCE A 400 PERIODES AU TAUX FIXE DE 30 %
- ALIMENTATION 110-130-220 VOLTS ALTERNATIF OU CONTINU

AUTRES FABRICATIONS : VOLTMÈTRE A LAMPES
ENSEMBLE OSCILLOGRAPHIQUE

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE RADIOÉLECTRIQUE

S.A.R.L. AU CAPITAL DE 540.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL :
22 B^{is} Boul' de la Bastille
PARIS-XII^e
Tél : DOR. 69-90, 69-91

USINES A
BLÉNEAU (Yonne)
ET BRIOUDE (H^{te}-Loire)

C 21



Pub. RAPP.

**MATÉRIEL
RADIOÉLECTRIQUE
PROFESSIONNEL**



**RADIO GUIDAGE
ÉMETTEURS**
de toutes puissances
**APPAREILS
DE
MESURE**
♦
**AÉRONAUTIQUE
RADIO DIFFUSION
COLONIES
MARINE**
♦

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES
PROCÉDÉS LOTH**

11, R. ED. NORTIER, NEUILLY (Seine)

MAI. 77-71

PHOT. DUPUIS
PUB. COIRAT



**TRANSFOS
POUR ÉTUDES
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS**
(A L'ÉTUDE)



LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ
41, RUE EMILE ZOLA - MONTREUIL-S/S-BOIS Seine
Tél. AVRON 39-20

FOURNISSEUR DU L.N.R.

DE GROSSES POSSIBILITÉS POUR L'AVENIR

VOUS SONT OFFERTES PAR L'UNE
DES MARQUES LES PLUS ANCIENNES
dont la devise reste toujours :
QUALITÉ d'ABORD

DOCUMENTEZ-VOUS DÈS À PRÉSENT

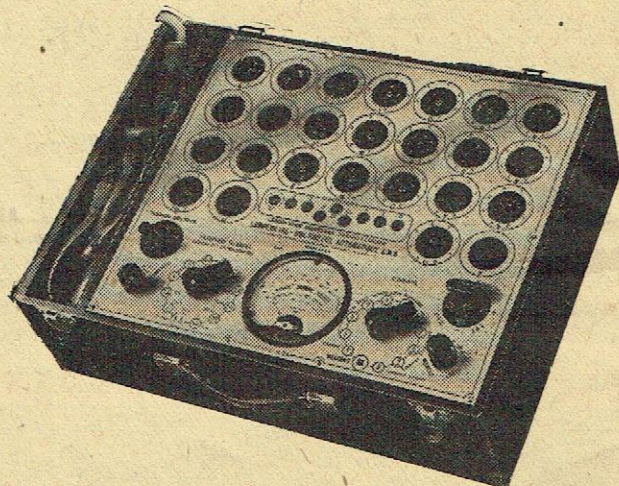


ETS ORA

96, rue des Entrepreneurs, PARIS. XV. Tel. Vau. 93-10 (3 lignes groupées)
USINE: 66 à 72, rue Marceau, MONTREUIL. (Seine)

PUB. RAPH

LAMPEMÈTRE-MULTIMÈTRE AUTOMATIQUE E-N-B



TYPE A 24. PROCÉDÉS E. N. BATLOUNI

Ensemble d'une précision et d'une simplicité étonnantes, aussi compact que complet. C'est l'appareil rêvé des techniciens, dépanneurs et ingénieurs de la radioélectricité.

AUTRES FABRICATIONS :

LAMPÈMÈTRE AUTOMATIQUE TYPE A 12 - MULTIMÈTRE DE PRÉCISION TYPE M 40 - BLOC-MULTIMÈTRE TYPE M 29

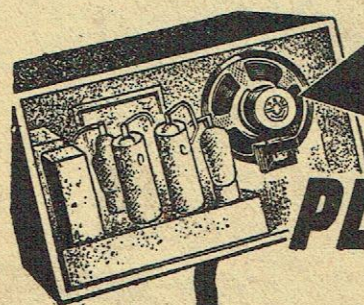
Demandez les notices techniques détaillées et illustrées au
COMPTOIR M. B. RADIOPHONIQUE
160, RUE MONTMARTRE, PARIS (2^e)

PUBL. RAPH

*La plus haute
qualité
caractérise
les récepteurs*

TELECO

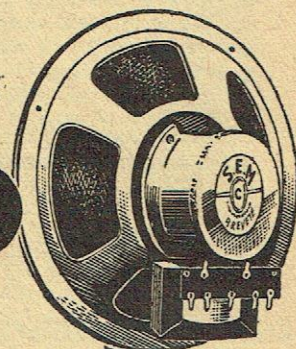
175, rue de Flandres
PARIS - 19^e



PLUS DE 400.000

récepteurs de qualité sont équipés avec
les **DYNAMIQUES**

S.E.M



PUBL. RAPH

S.E.M

HAUT - PARLEURS
ELECTRODYNAMIQUES

26, rue de Lagny - PARIS 20^e
Tél. : DOR. 43-81

"RADIOSTELLA"

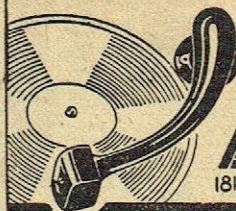
S. A. R. L. 180.000 frs

ÉTUDE DE TOUS TRANSFORMATEURS
APPAREILS DE MESURE POUR TÉLÉCOMMUNICATIONS

51 bis, rue Piat
PARIS (XX^e)

Téléphone :
MENilmontant 92-72

LE PICK-UP  DE QUALITÉ



Plus fidèle qu'un Dynamique
Plus puissant qu'un Magnétique
B^{te} France et Etranger

A. CHARLIN

181 bis R^{te} de Châtillon, MONTROUGE - ALÉ 44-00



Ecrivez-nous

VOTRE AVENIR EST DANS L'ÉLECTRICITÉ

Cours le
JOUR le SOIR

Cours par
CORRESPONDANCE

ÉCOLE CENTRALE DE T-S-F

12 rue de la Lune PARIS 2^e

Telephone Central 78-87

Annexe : 8, Rue Porte de France à Vichy (Allier)



Ecrivez-nous

PUBLICITÉS - RÉUNIES

UNE MARQUE APPRÉCIÉE



RECEPTEURS DE QUALITÉ

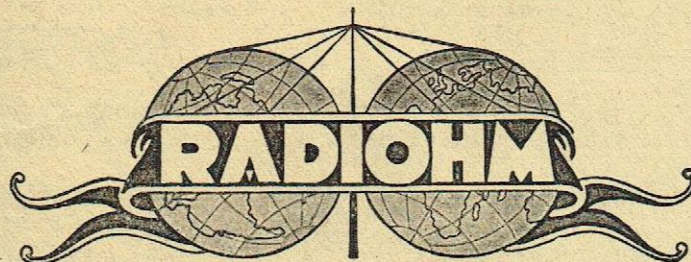
UNE MARQUE D'AVENIR

S.E.F.E.D.

1, Av. Rond. CHOISY-le ROI (SEINE)

TEL : BELLE-ÉPINE 08-23 & 08-24

PUBL. RAPPY



FABRIQUE DE MATÉRIEL ELECTROTECHNIQUE

14, RUE CRESPIN-DU-GAST
PARIS (XI^e)

Téléph. : OBERkampf

83-62
18-73
18-74

RÉSISTANCES AGGLOMÉRÉES

RÉSISTANCES BOBINÉES

SOUS CIMENT OU ÉMAILLÉES, TOUS WATTAGES

CONDENSATEURS

POTENTIOMÈTRES



Brevetés
S.G.D.G.

ANCIENS ET
BAC

23 rue aux OURS
PARIS 3^e TEL. ARCHIVES 50.42
50.43



CRÉATEUR EN FRANCE DU RIVET RADIO

Tous les Cèllets Rivets - Cosses - Capsules et toutes Pièces
découpées Machines et Accessoires de pose pour T.S.F.



Fondée en
1783

LA PRÉSENTATION FACILITE LA VENTE

SI VOUS RECHERCHÉZ UN GRAVEUR
QUALIFIÉ ET A L'EXÉCUTION RAPIDE

Voyez les Etablissements G. JARDILLIER (DÉPARTEMENT
GRAVURE MÉCANIQUE)

68, rue Jean-Jaurès, 68 -- LEVALLOIS-PERRET (Seine)

14 années d'expérience

OREOR

BOBINAGES

AMATEURS
& PROFESSIONNELS

9 & 11 Passage DARTOIS-BIDOT, ST MAUR (SEINE) TEL. GRA. 05-33 & 05-34

PRINCIPAUX FOURNISSEURS DE LA RADIO

ARENA, 35, av. Faiderbe, Montreuil.
AVR 28-80

ARTEX, 6, impasse Lemièrre, Paris.
NOR 12-22

ATELIERS DE MONTAGE,
54, rue du Théâtre, Paris.
SUF 72-74

BAC (Anc. étab.),
23, rue aux Ours. ARC 50-42

BOBINAGES RENARD,
70, rue Amelot, Paris. ROQ. 20-17

BRION-LEROUX ET C^{ie},
40, quai Jemmapes, Paris.
NOR 81-48

CARTEX, 15, av. de Chambéry, Annecy
(Haute-Savoie). TEL. 8-61

CENTRAL-RADIO,
35, r. de Rome, Paris (8^e). LAB 12-00-01

CHARLIN, 181 bis, rte de Châtillon,
Montrouge. ALÉ 44-00

C.I.M.E., 17, rue des Pruniers (20^e).
MEN 90-56 et la suite

CLARVILLE, 6, impasse des Chevaliers,
Paris. MÉN 61-17

Cie DES COMPTEURS,
12, place des Etats-Unis, Montrouge.

COBRA INDIANA SPEAKER,
9, passage des Petites-Ecuries, Paris (10^e).
PRO 07-08

CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES ROCH
(Hermès-Radio), avenue du Thiou,
Annecy.

LA CONSTRUCTION RADIOELECTRIQUE
18, Chemin des Vignes, Pantin.
NOR 98-90

C.R.C. (Constructions Radiophoniques du
Centre), Etabl. M. Bealem, 49, rue
Parmentier, Saint-Etienne. TEL. 74-92

ELVECO,
70, rue de Strasbourg, Vincennes.
DAU 33-60

EMYRADIO,
19-21, rue de l'Ancienne-Comédie, Paris.
DAN 48-79

FERISOL, 9, rue des Cloys, Paris.
MON 44-65 (3 l. groupées)

FERRIVOX,
98, avenue Saint-Lambert, NICE.

FILM ET RADIO, 5, rue Denis-Poisson,
Paris. ÉTO 24-62

GUERPILLON ET Cie, 64, av. Aristide-
Briand, Montrouge. ALE 29-85-86

L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 2, r.
des Entrepreneurs, Paris. VAU 38-71

JARDILLIER, 68, rue Jean-Jaurès, Le-
vallois. PER 36-34

**LES LABORATOIRES RADIO-ELECTRI-
QUES**, 3, avenue Barbier-Daubrée,
Clermont-Ferrand, et 22, rue de l'Oasis,
Puteaux.

LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE,
46, q. de Boulogne, Boulogne-Billancourt.
MOL 50-00

LEMOUZY, 63, r. de Charenton (12^e).
DID 07-74

L. I. E. (Laboratoire Industriel d'Electr.),
41, rue Emile-Zola, Montreuil-sous-Bois.
AVR 39-20

**MANUFACTURE FRANÇAISE D'CEILLES
MÉTALLIQUES**, 64, bd de Strasbourg
(10^e). BOT 72-76

H. MARGUERITAT,
Mach. à bobiner, fils et condensat. papier
12, rue Vincent, Paris (19^e).

MATERA (S.I.D.E.),
17, Villa Faucheur, Paris (20^e).
MEN 69-79

MELODIUM, 296, rue Lecourbe (15^e).
VAU 18-66

METOX, 104 bis, rue Pelleport, Paris.
MEN 99-63

LA MODULATION, 43, rue du Rocher.
LAB 09-64

Sté OMEGA, 14, r. des Périchaux (15^e).
LEC 98-40-41

ORÉOR, 9, passage Dartois-Bidot, Saint-
Maur. GRA 05-33

ETS PAPHYRUS,
25, boulevard Voltaire, Paris.

PHILIPS, 50, avenue Montaigne, Paris.
BAL 07-30

PHILIPS-INDUSTRIE,
105, rue de Paris, Bobigny (Seine).
NOR 28-55

RADIO-AIR, 72, rue Chauveau, Neuilly.
MAI 59-84

RADIO-CONTROLE,
141, rue Boileau, Lyon.

RADIOHM, 14, rue Crespin-du-Gast, Paris.
OBE 83-62

SOCIÉTÉ RADIO-LYON,
148, rue Oberkampf, Paris. OBE 15-93

RADIOSTELLA, 51 bis, rue Piat, Paris.
MÉN 92-72

R. B. V., 13, passage des Tourelles, Paris.
MEN 79-30

RIBET ET DESJARDINS (S. A. R. L.),
13, rue Périer, Montrouge.

SAEDRA RADIO-L.L.,
5, rue du Cirque, Paris (8^e).
ELY 14-30

SECURIT (MM. Bougault et Pogu).
Us. : 10, av. du Petit-Parc, Vincennes.
DAU 39-77

S. I. R., 31, rue Censier, à Paris.
Et à Brioude (Allier).

SITRE,
16, rue Saint-Marc, Paris.

SUPERSONIC, 34, rue de Flandre.
NOR 79-64

VEGA, 52, rue du Surmelin, Paris.
MEN 42-73

VISSEAU, 103, rue Lafayette, Paris.
TRU 81-10

FONDE EN
1878 BREVETS-MARQUES-MODELES
CABINET FABER
34, rue de Petrograd - PARIS
EUR 34-34
DOCUMENTATION N°10 *Gratuite!*

PETITES ANNONCES

Serais acheteur :
Machine à bobiner pouvant faire nids d'abeilles avec compte-tours
et, éventuellement, moteur, matériel neuf ou d'occasion, très bon état.
Faire offre à André MAIRE, LEPUUX-CY (département de Belfort).

Je cherche participation ou représentation dans affaire fabrication
ou vente d'appareils de mesure.
Ecrire n° 960, au Bureau de la Revue.

Firme belge désire entrer en relation avec firme française s'occu-
pant fabrication élect. radio orgue.
Ecr. à HAMOUR, hôtel Altona, 166, r. du Faubourg-Poissonnière, Paris.

A vendre SUPERANAL 405 cimel, 20.000 fr., état neuf. Ecrire BOU-
LANGER, 5, bd Charonne, PARIS-XI^e (VOL. 04-40).

IMPORTANTE USINE Construction Radioélectrique et matériel pro-
fessionnel recherche :
INGÉNIEUR de laboratoire d'études, INGÉNIEUR de fabrication
matériel professionnel, CHEF DE BUREAU de dessin, DESSINATEURS
D'ÉTUDES non recensables, situation stable et d'avenir.

Ecrire seulement :
M. PONTHEUX, 150, avenue Emile-Zola, PARIS.

Jeune homme, retour d'Allemagne, dégagé toutes obligations, ex-
directeur Ets Radio, cherche gérance gros ou détail dans affaire radio,
lampes ou pièces dét. Très sér. réf. Ecrire au journal sous le n° 947.

A vendre RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION en état de marche, parfaite-
ment au point, avec tube Cossor de 32 cm de diamètre, déviation élec-
tro-statique, réalisation maquette industrielle. Prix : 20.000 francs.

A VENDRE, cause santé, fonds de radio-électricité, dépannages et
installations, situé centre ville importante Vosges. Belle affaire. Gros
rapport justifié. S'ad. Cabinet DELBET, 4, r. de la Gare, Epinal (Vosges).

Sommes acheteurs APPAREIL T. S. F. Radiola 190 A ou Philips même
modèle. Pourrions fournir, si besoin est, R A 138 U.
S'adresser Ets C. MONNIER T. S. F., Saint-Dié (Vosges).

Condensateur Electrochimique Sté dem. INGÉNIEUR ou TECHNICIEN
p. dir. fabric., av. reprise part associé décédé. Ecr. 1^{re} let. Référence :
GZ, à CONTESSÉ-PUBLICITÉ, 8, square de la Dordogne (17^e), qui trans.

S.S.M. RADIO 127, Faub. du Temple, PARIS-10^e - Tél. : NORD 10-17

Condensateur "MICARGENT" Modèle nu — Grattable pour M. F.
au mica métallisé pour H. F. Type professionnel — Boîtier stéatite
Type Marine — Emission petite puissance

PUBL. RAPP

BRION LEROUX & C^{ie}

Société Anonyme au capital de 2.000.000 de francs

Appareils de Mesures Electriques

TÉL. : NORD 81-48
81-49

40, QUAI JEMMAPES
PARIS-X^e

POUR VOTRE LABORATOIRE D'ÉTUDES

vos essais ondes T. C., mesures et
autres applications demandant une
H. T. stable.

Les Laboratoires ROCHAT ont
étudié pour vous une

BOÎTE D'ALIMENTATION STABILISÉE
adaptée à tous vos besoins pour
secteur 50 P., 110 à 240 v.

H. T. stabilisées 0 à 560 v., prises
tous les 70 v., sous 80 millis (autres
modèles à l'étude).

Polarisations réglables, 0 à — 20 v.
0 à — 70, 0 à — 140. 12 prises B. T.
pour toutes tensions courantes.

Adoptée par les Laboratoires de la Radiodiffusion Nationale
et les grandes administrations.

NOTICES SUR DEMANDE - LIVRAISON IMMÉDIATE

Amplificateurs : Cinéma et Sonorisation

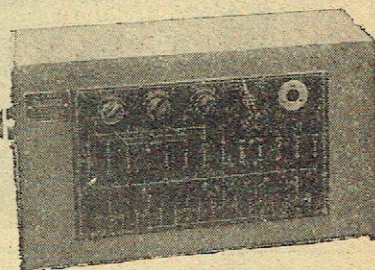
Lampemètres : ROCHAT HAMPSTEAD

LABORATOIRES ROCHAT

S. A. R. L. Capital 300.000 francs

3, Villa Moderne, 3, PARIS-XIV^e — Tél. : SUFren 71-81

PUBL. RAPP



6, IMPASSE
LEMIÈRE
PARIS XIX^e

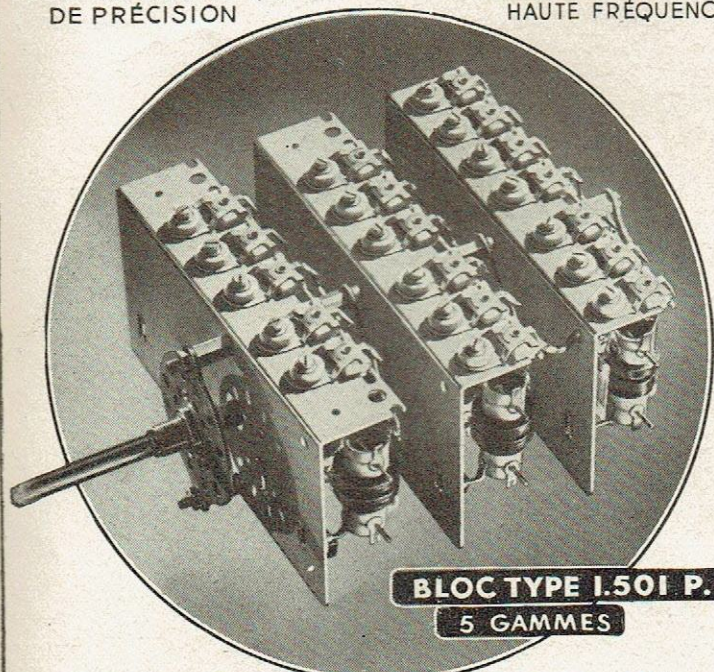
LES ATELIERS

ARTEX

TÉLÉPHONE
NORD 12.22

ÉLECTRO-MÉCANIQUE
DE PRÉCISION

CONSTRUCTION DE MATÉRIEL
HAUTE FRÉQUENCE



BLOC TYPE 1.501 P.A.
5 GAMMES

BLOC TYPE 401
4 GAMMES

1^{re} Gamme O. C. : 12-50 à 21-80
2^e Gamme O. C. : 21-80 à 51-
1^{re} Gamme P. O. - 1 Gamme G. O.

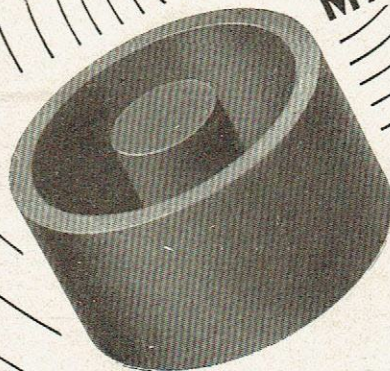
BLOC TYPE 301
3 GAMMES
O.C. - P.O. - G.O.

Ces deux types de blocs sont étudiés et réalisés comme notre bloc ci-contre : Type 1.501

*La plus grande régularité de fabrication
pour la plus grande régularité de rendement*

LIE

**NOYAUX
MAGNÉTIQUES**



Publi Corrat

...ET TOUT CE QUI CONCERNE LA B.F.

LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ
41, RUE ÉMILE ZOLA - MONTREUIL (SEINE)
TEL. AVRON 39-20

LES LABORATOIRES RADIOÉLECTRIQUES

QUARTZ

Publ. R. Domenach — M. C. S. P.

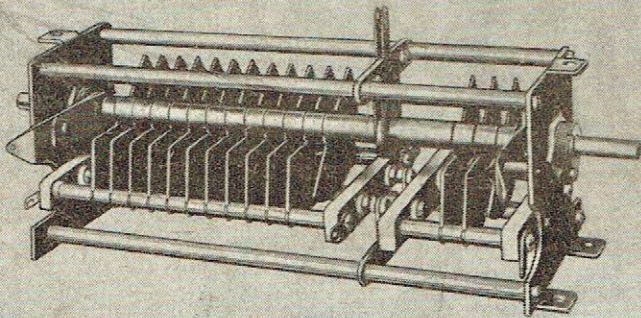
LES LABORATOIRES RADIOÉLECTRIQUES

APPAREILS DE MESURES

PUTEAUX 22 Rue de l'Oasis
CLERMONT-FERRAND 3 Av. Barbier-Daubrée

Publ. R. Domenach — M. C. S. P.

ELVECO *Professionnel*



70 RUE DE STRASBOURG

== VINCENNES ==

Tel : DAU. 33.60 (4 lignes groupées)

ATTÉNUATEURS B.F.
SELS, TRANSFOS
PICK-UP, GRAVEURS
NOYAUX MAGNÉTIQUES H.F.

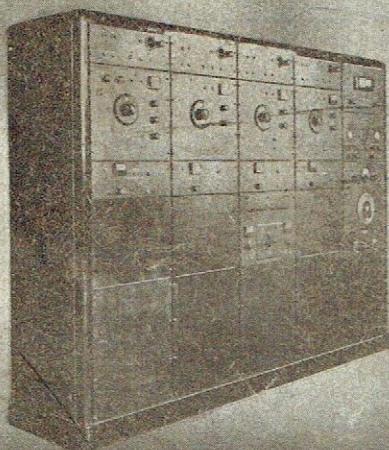


ATTÉNUATEURS
TOUTES STRUCTURES

LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ
41, RUE EMILE ZOLA - MONTREUIL - (Seine) Téléph: AVRON 39-20



LES LABORATOIRES RADIOÉLECTRIQUES



FRÉQUENCÉMÈTRE DE H^{te} PRÉCISION
À LECTURE DIRECTE

PUTEAUX 22 Rue de l'Oasis
CLERMONT-FERRAND 3 Av. Barbier-Daubrée

Pub. R. Domenach — M. S. C. P.



LES LABORATOIRES RADIOÉLECTRIQUES



CONTROLEUR UNIVERSEL

PUTEAUX 22 Rue de l'Oasis
CLERMONT-FERRAND 3 Av. Barbier-Daubrée

Pub. R. Domenach — M. C. S. P.