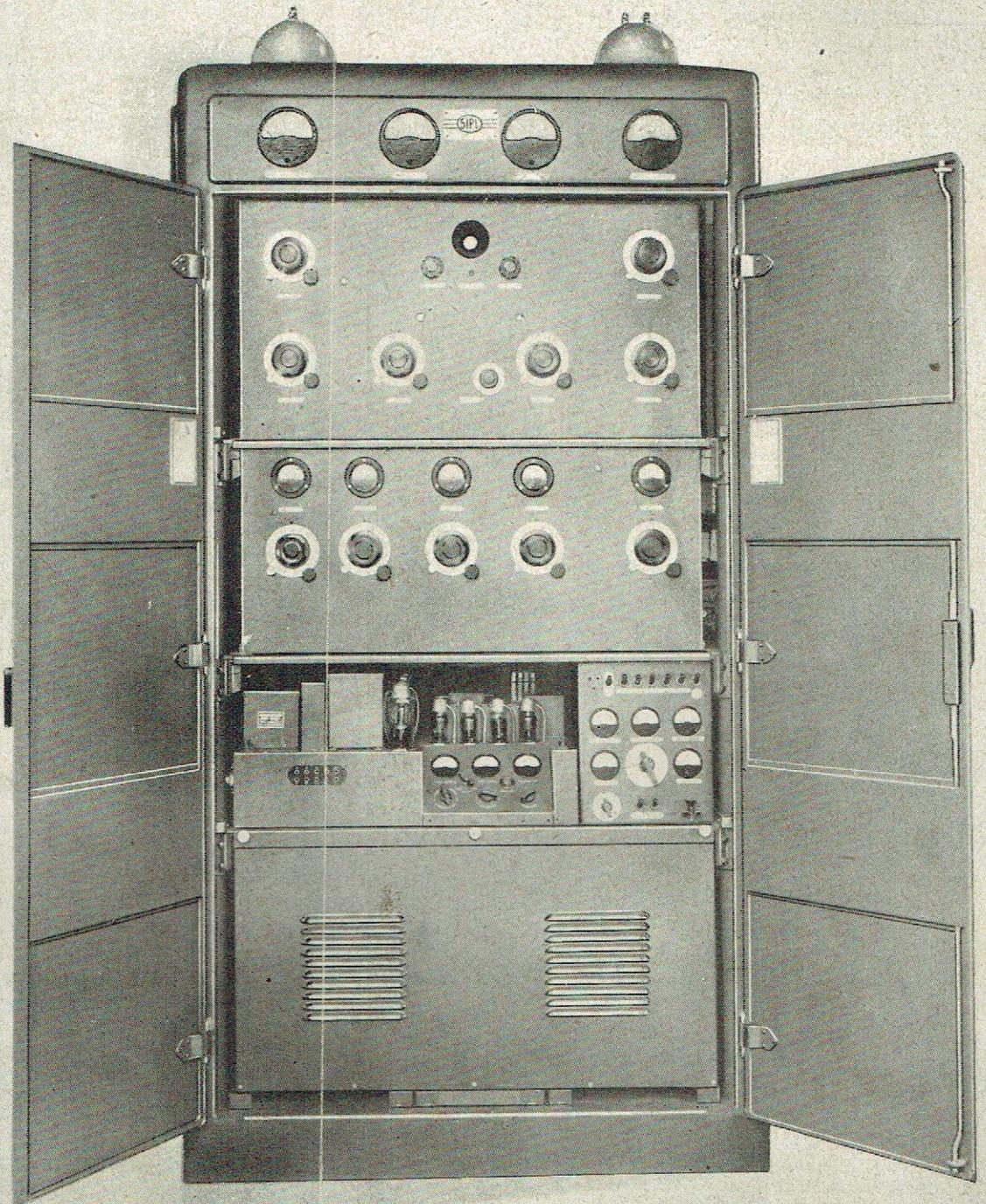


Revue mensuelle : 20 fr.

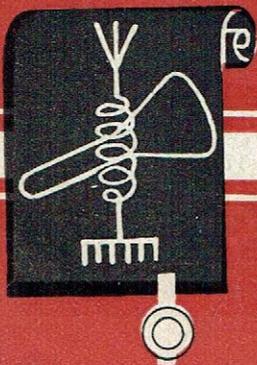
Juillet 1944

la radio française

PUB. COIRAT



Radiodiffusion
Télévision
Electronique
Organisation
professionnelle



HARMONIC RADIO

VOLTMÈTRE-OHMÈTRE
A LAMPES



10 MÉGOHMS PAR VOLT

MESURE DE TENSIONS CONTINUES JUSQU'A 1.000V
MESURE DE RÉSTANCES DE 1 OHM A 20 MÉGOHMS
ALIMENTATION STABILISÉE :
INDÉPENDANCE TOTALE DU SECTEUR DE 90 A 130°

Etablissements P. BOUYER

Bureaux et Usine

98-100, FAUBOURG TOULOUSAIN, 98-100 - MONTAUBAN (T.&G.)

GÉNÉRATEUR H F
MODULE EN FRÉQUENCE
ACCOUPLÉ AVEC
OSCILLOGRAPHÉ CATHODIQUE



475.A

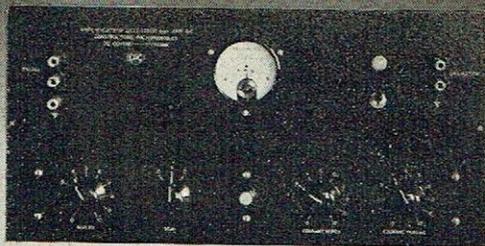
**RIBET
&
DESJARDINS**

S.A.R.L. CAP 600.000 FR\$

13, Rue Périer - MONTROUGE - Tel. Alésia 24.40 & 41



*Amplificateurs
détecteurs
de Signaux télégraphiques*



CONSTRUCTIONS RADIOPHONIQUES DU CENTRE

S^{te} A^{me} des E^{ts} M. BEALEM, CAPITAL 3.000.000 FR.
SIEGE SOCIAL, DIRECTION et USINES, 19, RUE DAGUERRE, TEL. 59-77

ST ETIENNE

HAVAS

REPRÉSENTANT A PARIS : S.C.O.M. 41, RUE D'ARTOIS - TEL. BALZAC 24.45

**MATERIEL
RADIOELECTRIQUE
PROFESSIONNEL**

RADIOGUIDAGE
APPAREILS DE MESURE

et
EMETTEURS-RECEPTEURS
DE TOUTES PUISSANCES

pour

**RADIODIFFUSION
AERONAUTIQUE
COLONIES
MARINE**



SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES

PROCEDES LOTH

11, RUE EDUARD NORTIER - NEUILLY-SUR-SEINE - MAIL 77-71

*Une qualité!
Une production
qui croit!*

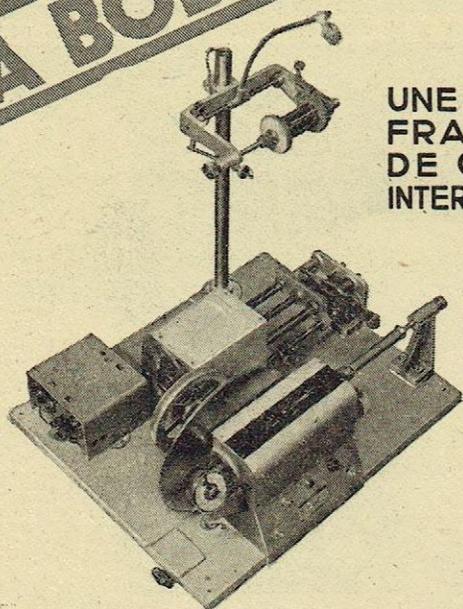
CELLES DES
**HAUT-PARLEURS
S.E.M**

S.A.R.L. 825.000 Frs

26, RUE DE LAGNY
PARIS, 20^e Tél : DORIAN 43-81

PUBL. ROPY

MACHINE A BOBINER...



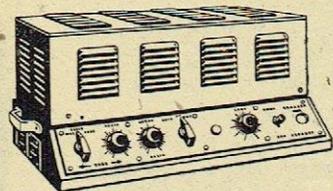
UNE MACHINE
FRANÇAISE
DE CLASSE
INTERNATIONALE

PUBL. ROPY

NOTICE TECHNIQUE SUR DEMANDE AUX

E^{TS} MARGUERITAT

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



AMPLIFICATEURS

pour PICK UP — ENREGISTREMENT
SONORISATION — CINÉMAS
4 W — 10 W — 25-30 W
Courbe linéaire de 50 à 10.000 pps

Alimentation sur secteur alternatif 50 p — 110 à 240 volts
Sur demande : mêmes modèles alimentés par batterie 6 V
ou 12 V pour Voitures Publicitaires, Police, Défense passive

Révision, Transformation, Echange standard

LABORATOIRES ROCHAT

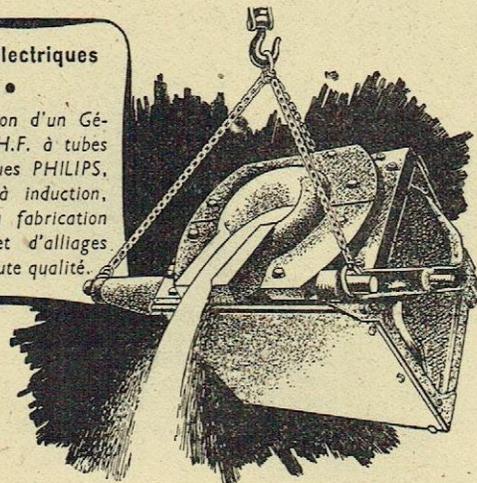
S. A. R. L. Capital 300.000 francs

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

PUBL. ROPY

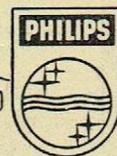
Fours électriques

L'application d'un Générateur H.F. à tubes électroniques PHILIPS, au four à induction, permet la fabrication d'aciers et d'alliages de très haute qualité.



PHILIPS

De multiples activités dans tous les domaines de l'Électronique moderne mais **une seule** qualité ont fait la réputation de



S.A. PHILIPS, ÉCLAIRAGE ET RADIO

50, AVENUE MONTAIGNE, PARIS. 8^e

SECURIT

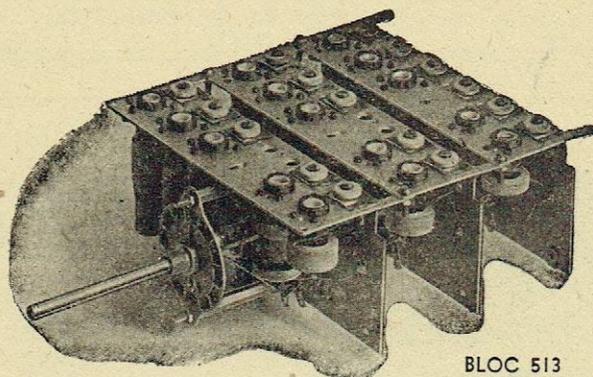
BOUGAULT & POGU S.A.R.L. PARIS

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 pousoirs	»
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.)
TRI3-MR23-MR33	—	(Hte musical.)
SVTRI3	—	(sélect. variab.)

PUBL. ROPY

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

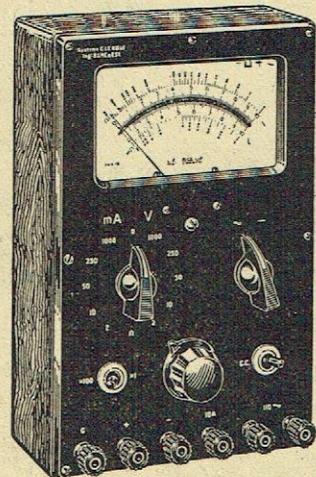
DOCUMENTEZ-VOUS DÈS À PRÉSENT

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

PUB. RAPPY

CONTROLEUR UNIVERSEL TYPE T.5.

36 SENSIBILITÉS



Galvanomètre de grande précision, pivotage sur rubis. Cadran rectangulaire de 110x65 avec miroir anti-parallaxe. Correcteur du zéro. Echelles en 2 coloris permettant les mesures suivantes :

TENSIONS alternatives et continues : 10 sensibilités.

INTENSITÉS alternatives et continues : 11 sensibilités.

RÉSISTANCES de 0 à 5.000 ω et de 0 à 500.000 ω sur pile intérieure de 4 volts.

De 0 à 1 mégohm avec secteur de 110 volts.

Dispositif de tarage immédiat pour les différentes sensibilités • Capacités de 0,003 à 10 mfd en 6 gammes • Répertoire à index permettant la lecture immédiate des échelles de capacités • Etalonnage des shunts et résistances à 0,05 %.

Cette boîte de contrôle, entièrement étudiée et réalisée par des spécialistes dans la construction des instruments de mesure de précision, présente toutes les garanties désirables tant pour le galvanomètre que pour l'ensemble des organes qui lui sont adjoints.

Prix et conditions sur demande au

COMPTOIR M B RADIOPHONIQUE

160, rue Montmartre -- Paris (2^e)

LE MATÉRIEL SIMPLEX

MAISON DE CONFIANCE FONDÉE EN 1920

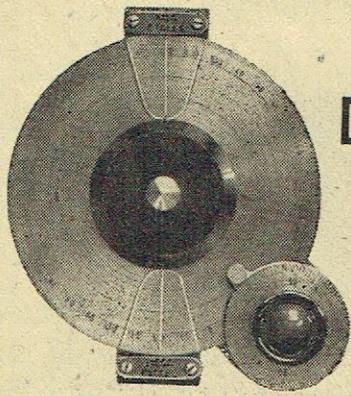


TOUS LES
APPAREILS
DE MESURE
DES GRANDES
MARQUES

EN STOCK

Pièces détachées grandes marques
RÉSISTANCES : 1/2 watt, 1 et 2 watts
POTENTIOMÈTRES toutes valeurs avec et sans interrupteur.
CONDENSATEURS FIXES toutes valeurs mica et papier sous tube.
4, RUE DE LA BOURSE, PARIS-2^e

PUBL. BONNANCE



CADRAN DÉMULTIPLICATEUR

D-150

Rapport 1/10
Double alidade
Capacité 6 échelles de 180°

A. C. R. M. 18, rue Saisset
MONTROUGE (Seine)

PUBL. RAPPY



CONDENSATEURS PAPIER

POUR RADIO

1 - 2 - 4 - 6 MF 500 volts service

POUR AMPLIS

1 - 2 - 4 - 6 MF 900 volts service

Condensateurs blindés pour liaison de modulation

POUR TÉLÉVISION

0,1 - 0,25 - 0,5 - 1 MF, de 1.800 à 10.000 volts service

Demandez liste générale 544

A. JACOB, 17, rue Martel, Paris-10^e -- Tél. : PRO. 78-38

PUBL. RAPPY

Les revendeurs des Postes

SERRE



sont assurés de

VENDRE

APRÈS GUERRE

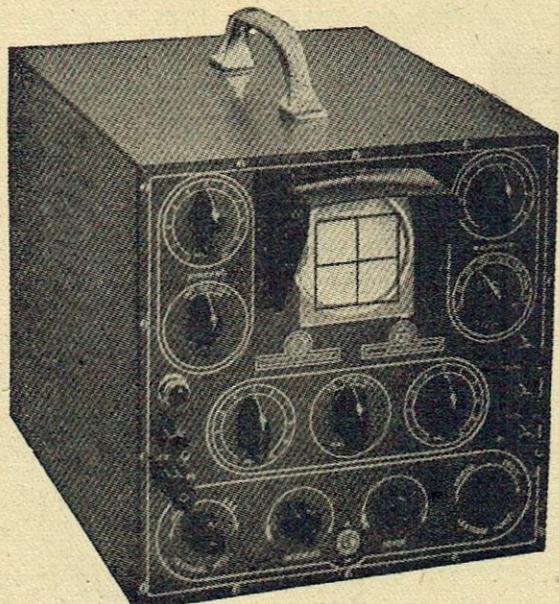
ET DE MAINTENIR UNE SÉRIEUSE
AVANCE SUR LA CONCURRENCE

A. BLANCHY 35, rue du Pré-Saint-Gervais
PANTIN (Seine)
Téléphone : NORD 92-16

• Quelques agences encore disponibles, nous consulter. •

Pub. RAPHY

OSCILLOSCOPE MOD. 81.C



DE L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

DISPONIBLE

AU MATÉRIEL SIMPLEX

4, Rue de la Bourse -- Paris (2^e)

PHOT. H. BUCIUS
DUB. 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.

Malgré les circonstances actuelles, L. I. E. livre rapidement
un matériel de première qualité.

SOC^{TE} DE L'OUTILLAGE
13, Passage des Tourelles, PARIS, xx^e
TEL: MEN. 79.30

R.B.V

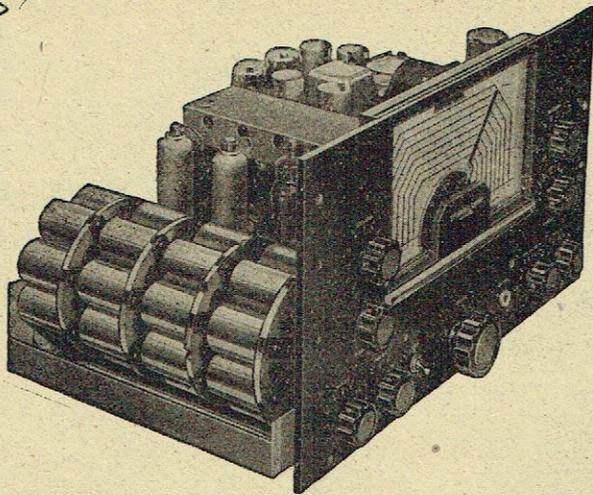
TUBES A VIDE

- TUBES CATHODIQUES POUR OSCILLOGRAPHES DE MESURE, TÉLÉVISION, APPAREILS D'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES TRANSITOIRES
- ICONOSCOPES, MULTIPLICATEURS D'ÉLECTRONS

OSCILLOGRAPHES

- OSCILLOGRAPHES CATHODIQUES DE MESURE POUR: RADIO-DEPANNEURS ET PROFESSIONNELS SPÉCIAUX POUR ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES TRANSITOIRES
- TOUS APPAREILS UTILISANT LES TUBES CATHODIQUES

CARTE PROF^{TE} N° 972

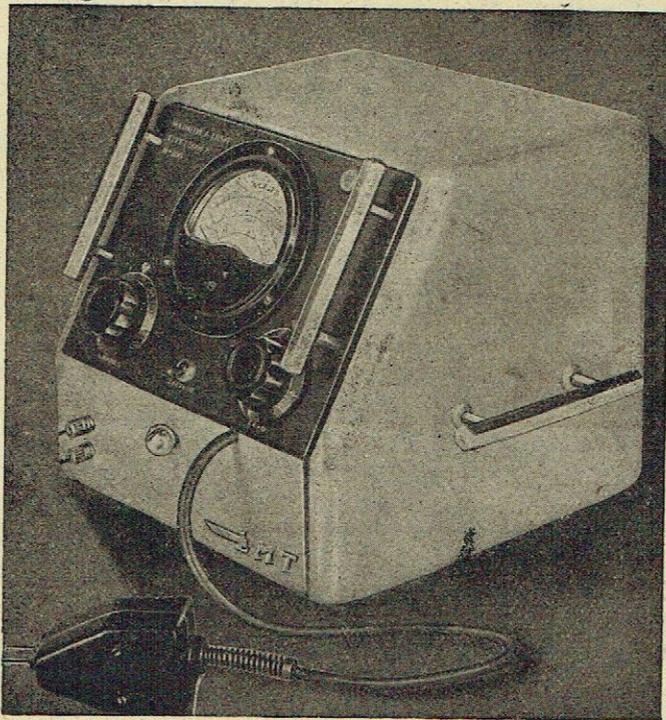


1670

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



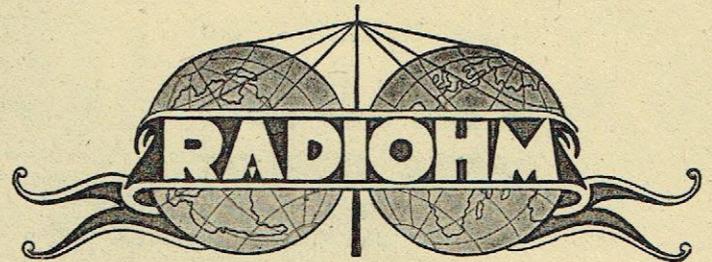
Voltmètre à lampes

LMT

Le Matériel  Téléphonique

S.A. Cap. 175.000.000 frs - Boulogne - Billancourt

MOlitor 50-00



FABRIQUE DE MATÉRIEL ELECTROTECHNIQUE

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

Téléph. : OBERkampf { 83-62
18-73
18-74

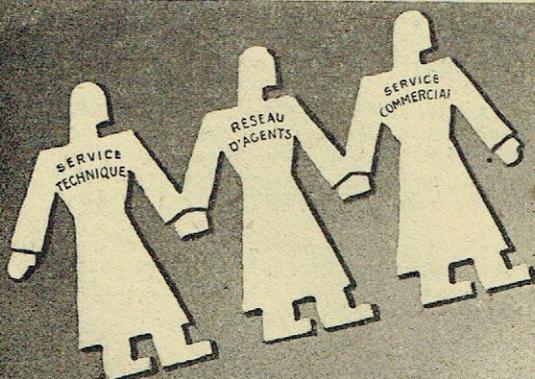
RÉSISTANCES AGGLOMÉRÉES

RÉSISTANCES BOBINÉES

SOUS CIMENT OU ÉMAILLÉES, TOUS WATTAGES

CONDENSATEURS

POTENTIOMÈTRES



★ AMPLIFICATEURS
★ TÉLÉVISION

*Un esprit d'équipe incomparable
caractérise la grande famille*

Sonora

RADIO



5, Rue de la Mairie, PUTEAUX - Tél : LON. 08-33 - LON 21-60

LE NUMÉRO 20 frs

ABONNEMENTS :

FRANCE 200 frs

ÉTRANGER 276 frs

Prix spécial pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit . . 258 frs

CH. POST. : PARIS 75-45

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

la radio française

Rédacteur en Chef, Marc CHAUVIERRE

ÉDITEUR  PARIS (6^e)

REVUE MENSUELLE

RADIODIFFUSION

TÉLÉVISION

ÉLECTRONIQUE

ORGANISATION

PROFESSIONNELLE

Rédaction (Tél. : DANTON 01-60) - 92, RUE BONAPARTE, 92 - Administr. (Tél. : DANTON 99-15)

NUMÉRO 7

SOMMAIRE

JUILLET 1944

Couverture :

Meuble émetteur de radioalignement construit par la Société Industrielle des Procédés Loth. Cet appareil, fonctionnant sur une longueur d'onde de 9 m., alimente un groupe d'antennes créant dans l'espace un axe d'atterrissage. L'observation de cet axe encadré par des points et des traits permet l'atterrissage des avions par temps de brume. — Caractéristiques : puissance, 350-450 watts ; fréquence, 33 mégacycles 300 ; modulation, 1.150 périodes ; manipulation automatique point-trait.

Difficultés, par M. Chauvierre.

Le haut-parleur Eckmiller, adaptation de L. Poitrat.

La mesure des très hautes résistances et des courants très faibles, par A. Givelet.

Le récepteur Diversity, des Laboratoires Radioélectriques, type LR 601 A.

Génération d'une tension à dents de scie par un top de synchronisme avec réglage automatique, par M. Chamarade.

Les matériaux céramiques pour la radio-électricité, par Paul Michel.

Bibliographie. — Liste des brevets. — Petites annonces.

Chez nos constructeurs.

La reproduction sans autorisation des articles et des illustrations de la Radio Française est interdite.

DIFFICULTÉS

Je critique assez souvent les constructeurs français pour qu'une fois je prenne leur défense.

Voici l'aventure qui vient d'arriver récemment, non pas à un constructeur, mais à plusieurs :

La situation actuelle a obligé quelques industriels français à envisager de fabriquer eux-mêmes des tubes de réception pour la télévision ; et il était logique de concevoir ces tubes sous la forme la plus moderne qui soit afin que les tubes fabriqués actuellement ne soient pas trop démodés vis-à-vis de la concurrence étrangère.

* * *

Ce que sera le tube de télévision de demain, nous le savons à peu près. Nous connaissons les caractéristiques du tube 1939 : diamètre 35 centimètres, surface légèrement bombée, fonctionnement haute tension entre 4.000 et 6.000 volts, avec un courant de l'ordre de 100 microampères. Dans quel sens peut-on améliorer le tube 1939 ? On peut travailler la matière fluorescente de l'écran pour augmenter sa luminosité, en même temps travailler le canon de façon à obtenir le même résultat avec moins de volts et plus de microampères ; en même temps améliorer la courbe de modulation de façon à le moduler avec très peu de volts, ce qui permet de supprimer l'étage vidéo-fréquence.

La diminution de la haute tension aura une conséquence heureuse : rendre le balayage plus facile, donc, d'une part, de diminuer les watts consommés dans la base de temps et, d'autre part, augmenter l'angle de balayage, ce qui permet de raccourcir le tube. En effet, l'un des grands problèmes du tube de télévision, c'est l'amélioration de la forme.

En deux ou trois ans, le tube de télévision s'est déjà considérablement raccourci, et il est évident que pour rendre maniable et pratique le tube du récepteur de télévision, il faut le raccourcir encore plus. L'adoption du culottage analogue à celui des lampes « tout verre » permet déjà de gagner quelques centimètres. L'étude des formes permet d'arriver à un fond pratiquement plat, ce qui a pour résultat de permettre une image beaucoup plus grande pour un encombrement minimum.

Enfin, dans cet ordre d'idées, il est à peu près probable que le tube de télévision de demain sera un tube à écran rectan-

gulaire, tel qu'a été conçu le tube de télévision du récepteur populaire allemand.

Le tube à écran rectangulaire à la place de l'écran circulaire permet encore un gain sensible d'encombrement.

* * *

Or, c'est là que vient se placer la petite histoire que je voulais vous raconter.

Arrivant aux mêmes conclusions, plusieurs industriels ont proposé le même problème du tube à écran carré aux principaux verriers de France. Savez-vous ce qui leur a été répondu ? « C'est impossible. »

Non pas, comme vous pourriez le supposer, à cause des circonstances actuelles : difficultés d'approvisionnement, etc., qui entrent en ligne de compte évidemment, mais purement et simplement comme étant impossible. Lorsqu'on leur a dit que ces tubes existaient à l'étranger, ils ont répondu : « Ce n'est pas vrai. » Lorsqu'on leur en a montré un échantillon, ils ont dit : « C'est une maquette, c'est une acrobatie. » Or, le tube carré allemand a été construit à 10.000 exemplaires.

Nous voici donc en face d'un problème industriel : des constructeurs français veulent se libérer de l'importation étrangère, ce qui est louable ! Dans leurs laboratoires, ils font l'effort nécessaire. Mais ils ne peuvent tout faire par eux-mêmes. Ils s'adressent à certains spécialistes : auprès de ceux-ci incompréhension totale, aucune aide, aucune collaboration.

Et, fait typique, la même incompréhension se manifeste chez tous les verriers consultés.

Je cite ce fait parce qu'il montre combien est difficile la lutte de nos industriels pour leur indépendance.

Il s'agit de savoir si nous devons renoncer à toute autonomie industrielle pour ne devenir que des revendeurs ou si nous voulons encore exister en temps que constructeurs.

Cette dernière solution, quoi qu'on en dise, n'est pas impossible, mais pour cela il serait souhaitable que des industriels de la Radio rencontrent auprès de leurs collègues des autres industries un soutien qui leur manque.

LE HAUT-PARLEUR ECKMILLER

Extrait abrégé d'une conférence de l'ingénieur en chef Hans Eckmiller, en date du 14 mai 1941, se rapportant à un nouveau genre de haut-parleur électrodynamique à grande largeur de bande.

Adapté par L. POITRAT

En ce qui concerne les microphones, les amplificateurs, les émetteurs, les récepteurs et autres éléments d'une chaîne de transmission, on sait depuis longtemps, tout au moins en principe, quelles sont les mesures à prendre pour obtenir une qualité de transmission satisfaisante à ce point de vue. Il en va tout autrement en ce qui concerne les haut-parleurs dont la qualité de reproduction se place nettement au-dessous de celle des autres éléments de la chaîne de transmission.

Il n'est en somme techniquement pas possible d'adapter la qualité de reproduction du haut-parleur à la qualité supérieure propre de chacun des éléments séparés du canal de transmission, si bien que toute amélioration de la qualité technique du canal de transmission, voire même son maintien à la qualité actuelle, ne se justifierait pas économiquement parlant comme n'étant pas audible. Une amélioration importante des propriétés acoustiques du haut-parleur présenterait donc, pour cette raison, une grande importance pratique.

Au cours d'un travail d'études de plusieurs années, il a été créé un haut-parleur à membrane de grande surface, se composant d'un seul instrument et qui, dans de larges limites, est exempt de distorsions linéaires, non linéaires, directionnelles et dues aux phénomènes transitoires. Sa qualité, aussi bien celle résultant de mesures que celle constatée à l'audition, correspond à peu près à la qualité des autres éléments du canal de transmission.

Ce haut-parleur, dénommé : « haut-parleur à large bande », utilise le principe du haut-parleur électrodynamique comme système d'impulsion et est, dans une certaine mesure, une combinaison simultanée d'un haut-parleur à pavillon avec un haut-parleur à grande surface de membrane. Son encombrement n'excède cependant pas celui d'un haut-parleur électrodynamique habituel à grande surface de membrane susceptible d'une charge acoustique comparable.

Dans un seul entrefer annulaire d'un puissant aimant permanent oscillent deux bobines mobiles absolument indépendantes l'une de l'autre, chacune d'elles étant reliée mécaniquement de façon fixe à une membrane partielle. Les fréquences basses et moyennes sont envoyées, au moyen d'un filtre de puissance, à la bobine mobile extérieure qui est reliée à une membrane de papier, de grande surface non développable, dont la convexité est tournée dans la direction du rayonnement du son ; tandis que les fréquences plus élevées, en partant de la fréquence de recouvrement, sont dirigées au moyen du même filtre sur la bobine mobile intérieure située concentriquement et à faible distance de la précédente et qui est reliée à une membrane métallique légère en forme de calotte sphérique dont la convexité est tournée dans la direction du rayonnement acoustique.

Les membranes partielles sont établies de telle sorte que la membrane pour sons graves reproduise impeccablement, du point de vue acoustique, les fréquences graves et moyennes jusqu'à la fréquence de recouvrement, et que la membrane pour sons aigus agisse de même pour les fréquences élevées, à partir de la fréquence de recouvrement.

En dehors de leur domaine de transmission propre, les courbes de fréquences des membranes partielles tombent brutalement grâce à des mesures spéciales, si bien qu'on obtient acoustiquement une pente suffisante des flancs de la courbe des fréquences pour la fréquence de recouvrement sans être obligé de perdre beaucoup d'énergie dans le filtre.

Dans le domaine des fréquences basses et moyennes jusqu'à la fréquence de coupure, la membrane partielle des sons graves travaille uniquement comme un radiateur acoustique à membrane de grande surface, au delà de cette fréquence de recouvrement ; par contre, en raison de sa forme spéciale, elle sert de conducteur acoustique pour le rayonnement des sons émis par la membrane pour sons aigus disposée à son intérieur.

Le haut-parleur à large bande est donc bien une combinaison simultanée d'un haut-parleur à membrane à grande surface et d'un haut-parleur à pavillon, si on veut bien comprendre, sous le nom de haut-parleur à pavillon, d'une façon générale, les haut-parleurs dans lesquels existe une conduite du son caractérisée sans que celle-ci soit obligatoirement reconnaissable de l'extérieur, sans autre examen, comme par exemple dans les haut-parleurs à pavillon.

La membrane pour sons graves oscille exactement comme un piston jusqu'à environ 300 Hz et, en tant que système accordé sur une fréquence plus basse, avec une amplitude décroissant de façon inversement proportionnelle au carré de la fréquence et avec une impédance acoustique de rayonnement croissant pro-

portionnellement au carré de la fréquence, elle engendre une énergie acoustique rayonnée constante, indépendante de la fréquence, et dans de larges proportions, indépendante de la direction. Par contre, au-dessus de 300 Hz, la membrane pour sons graves vibre pour des fréquences déterminées, subdivisée en formes oscillantes avec diamètres et cercles nodaux et les combinaisons qui en résultent. Les vibrations des cercles nodaux surtout sont souvent perceptibles de façon désagréable dans le haut-parleur ; en même temps, ces formes oscillantes, agissent de façon défavorable sur la caractéristique directionnelle, c'est-à-dire que celle-ci est plus fortement rattachée à l'axe du haut-parleur.

Dans les haut-parleurs ayant un faible rendement électro-acoustique, les amplitudes des oscillations partielles dépendent presque exclusivement de l'amortissement interne de la matière dont est faite la membrane. C'est pourquoi on utilise pour la membrane des sons graves du haut-parleur à large bande un papier à membrane très mou, feutré, ayant de grandes pertes par amortissements internes, — qui serait tout à fait inapproprié à la construction de haut-parleurs à une seule membrane, car elle ne rayonnerait pas les fréquences élevées de façon efficace. Mais quoi qu'il en soit, malgré son grand amortissement interne, la matière dont est faite la membrane des sons graves présente encore une vitesse de propagation acoustique interne quelque peu supérieure à 1.000 m.-s.

Cette vitesse de propagation acoustique interne minimum est de grande importance pour la reproduction acoustique exacte des variations soudaines d'énergie dans le système moteur. Lors d'une variation soudaine de l'énergie, la membrane, dans toute son étendue, doit avoir atteint son état d'équilibre (son régime permanent) dans un temps qui doit être très petit en regard de la durée d'une période de la plus élevée des fréquences à transmettre irréprochablement, c'est-à-dire de la fréquence de recouvrement dans le cas de la membrane des sons graves. Les forces d'excitation se propagent en partant du point d'application des forces radialement vers le bord de la membrane avec la vitesse de propagation acoustique interne dans la matière constitutive de la membrane.

Dans le but d'avoir des régimes transitoires rapides et exacts même pour les plus hautes fréquences à reproduire acoustiquement, sans défaut, dans le haut-parleur à large bande, la membrane partielle des sons aigus est établie en métal léger et ses dimensions sont telles que jusqu'à 10.000 Hz, elle oscille à la façon d'un piston, c'est-à-dire sans oscillation partielle.

Pour équilibrer la sonorité de la membrane des sons aigus avec celle de la membrane des sons graves, on a disposé dans le voisinage immédiat de la membrane des sons aigus un organe n'oscillant pas dénommé « déflecteur », qui transpose la surface relativement grande de la membrane des sons aigus en une surface proportionnellement plus petite, au début de la conduite acoustique formée par la membrane à sons graves et le déflecteur, et qui équilibre la sonorité des sons aigus et des sons graves, en augmentant la sonorité de la membrane des sons aigus.

Le déflecteur n'effectue pas seulement l'équilibrage des sonorités, mais il remplit encore d'autres tâches importantes. Sa forme a été étudiée pour qu'en conjonction avec la forme de la membrane des sons graves il assure le plus possible une propagation par ondes sphériques concentriques des sons aigus, même pour les fréquences les plus élevées.

En outre, la façon dont il est formé prévient l'influence pouvant apparaître sous forme de modulation des sons aigus, lorsque la membrane des sons graves est actionnée dans le même instant pas des fréquences graves de grande amplitude, et finalement il prévient, conformément à une expansion axiale en forme de pavillon, les zones de silence acoustiques causées par les interférences des composantes des sons aigus dont les différences de parcours seraient de l'ordre de grandeur de la moitié de leur longueur d'onde acoustique.

De ce fait, le déflecteur affecte extérieurement la forme d'un cylindre droit et sa surface située au voisinage immédiat de la calotte des sons aigus, « surface de contiguïté », est ajustée à la forme de cette membrane. Finalement, il présente, ainsi qu'il a déjà été mentionné, un intérieur se développant en forme de pavillon et qui est établi de telle façon que la zone annulaire acoustiquement neutre existant entre la membrane à sons aigus et la surface de continuité du déflecteur soit située à peu près dans la largeur radiale de la surface de contiguïté du déflecteur. De cette façon, les parcours acoustiques pour les composantes sonores, d'une part depuis la zone neutre jusqu'à l'espace annulaire compris entre le déflecteur et la membrane des sons graves, et d'autre part depuis la zone neutre jusqu'à la plus petite ouverture du pavillon dans la surface de contiguïté, sont devenus si petits qu'ils parviennent pratiquement avec la même phase à la section transversale de sortie.

Du fait de l'existence d'une zone acoustiquement neutre on peut s'imaginer le son de la membrane des sons aigus comme provenant de deux radiateurs acoustiques fictifs, séparés par la susdite zone neutre et mus en phase par la membrane des sons aigus oscillant à la façon d'un piston. Le radiateur acoustique à sons aigus fictif interne engendre a priori un champ d'ondes sphériques concentriques, tandis que le radiateur à sons aigus fictif externe n'est contraint à produire des surfaces d'ondes le plus possible sphériques et concentriques, qu'en raison de la forme donnée à la membrane des sons graves et à la surface extérieure du déflecteur. Les deux sons se composent vectoriellement à la sortie du

défecteur en un son total relativement indépendant de la direction à l'intérieur d'un angle solide de 90°.

Les conditions suivantes sont impératives pour les dimensions à donner à la membrane partielle des sons graves :

1° Le plus grand diamètre de la membrane est choisi suffisamment grand pour que la caractéristique directionnelle de la membrane à sons graves, oscillant comme membrane à grande surface dans le domaine des fréquences graves et moyennes, soit encore favorable à l'intérieur d'un angle solide de 90° en avant de la membrane et ce jusqu'à la fréquence de recouvrement même lors de l'apparition éventuelle d'oscillations partielles ;

2° La courbure de la génératrice de la membrane, génératrice qui doit être convexe dans la direction de rayonnement acoustique, est calculée de façon qu'à l'intérieur de la membrane à sons graves, la superficie des ondes supposées concentriques sphériques émises par le radiateur acoustique de sons aigus, croisse en pourcentage, de façon uniforme, pour des distances égales parcourues sur l'axe central du haut-parleur ;

3° La fréquence de coupure acoustique du conduit acoustique formée par la membrane des sons graves et le déflecteur, pour le rayonnement des sons aigus, est réglée à peu de chose près sur la fréquence de recouvrement ;

4° La fréquence de recouvrement a été choisie assez élevée (environ 1.500 Hz) pour que l'angle formé par la tangente à la génératrice de la membrane des sons graves et l'axe du haut-parleur soit d'au moins 30° à l'endroit où la largeur radiale de l'espace annulaire compris entre la membrane des sons graves et la surface extérieure cylindrique du déflecteur atteint 1,5 cm. (soit environ $\frac{\lambda}{2}$ pour 10.000 Hz.

L'oscillation propre la plus basse de la membrane des sons graves, qui dans les haut-parleurs électrodynamiques normaux se manifeste de façon gênante, surtout lors de la reproduction de la parole par l'établissement, qui se répète chaque fois, de l'oscillation propre, a été efficacement atténuée par des mesures spéciales dans le haut-parleur à large bande. Dans ce but, la face arrière de la membrane à sons graves est entourée d'une corbeille fermée par ailleurs de tous côtés, et dans laquelle sont disposés un grand nombre de trous de petit diamètre uniformément répartis, à travers lesquels un volume d'air considérable est obligé de circuler dans un sens et dans l'autre, surtout lors des oscillations propres les plus basses, ce qui engendre des tourbillons d'air ayant une action amortissante.

Des amortisseurs individuels à graisse ont en outre été prévus pour le spider de la membrane à sons graves ; ils contribuent, de même, de façon sensible à l'amortissement des oscillations propres inférieures. Ces amortisseurs à graisse servent aussi en même temps à amortir les oscillations partielles du bras relativement long du spider de la membrane des sons graves.

Une pression acoustique notable règne dans l'espace annulaire compris entre la membrane à sons graves et la surface extérieure du déflecteur. Celle-ci se propage d'une part dans la direction du rayonnement acoustique sous forme de son utile, mais pénètre par ailleurs par la fente annulaire située entre les bobines mobiles à sons aigus et à sons graves dans la cavité de l'aimant et provoque des oscillations de celle-ci sur sa fréquence propre. Ces oscillations sont faiblement amorties en elles-mêmes.

Pour éviter ces résonances nuisibles, on a réduit le volume de la cavité de l'aimant derrière les bobines mobiles de façon à en élever la fréquence propre et on l'a garnie de feutre. Ce matériau, même employé en petite quantité, amortit efficacement les fréquences élevées.

Dans le but d'obtenir une impédance uniforme du haut-parleur, les constantes de temps des bobines mobiles pour les sons graves et pour les sons aigus ont été choisies de telle sorte que l'impédance de la bobine des sons graves pour la fréquence de recouvrement d'une part et l'impédance de la bobine des sons aigus pour 10.000 Hz environ d'autre part, soient environ $\sqrt{2}$ fois plus grandes que les résistances ohmiques de la bobine considérée.

Associée avec un filtre du modèle à impédance d'entrée constante, cette façon de procéder permet d'obtenir dans de larges limites une régularisation de l'impédance du haut-parleur qui sans cela varie fortement en fonction de la fréquence. Dans le haut-parleur à large bande, aucune variation du timbre ne se produit que le haut-parleur soit actionné par une triode (tension constante) ou par une penthode (courant constant). L'uniformisation de l'impédance du haut-parleur donne en outre la possibilité de régler l'intensité sonore de façon impeccable, sans faire varier le timbre, en insérant simplement une résistance purement ohmique en série sur les bornes d'alimentation du haut-parleur.

Un réglage de la dynamique de reproduction serait également réalisable de façon simple, étant donné que l'impédance du haut-parleur est réelle et indépendante de la fréquence. L'augmentation de l'impédance pour la plus basse fréquence propre de la membrane des sons graves est également réduite de façon sensible par les amortissements déjà décrits.

La figure 1 montre une coupe axiale du haut-parleur qui affecte la forme d'un solide de révolution. Ainsi qu'il est facile de le voir sur la figure, malgré la difficulté et la complexité que pose le problème du haut-parleur, la solution définitive est simple et élégante.

Pour terminer, on donnera quelques résultats de mesures et d'essais. Lors des mesures, le haut-parleur était incorporé dans un coffret 0-3 entièrement fermé et dont l'intérieur était convenablement absorbant. La fréquence de résonance du haut-parleur ainsi monté se situait à 76 Hz, celle du haut-parleur dans un écran infini était de 45 Hz.

I. *Courbe de fréquence.* — On a mesuré dans l'axe du haut-parleur à une distance de 1 mètre à l'air libre, au moyen d'un microphone corrigé, dans un domaine de fréquences s'étendant de 50 à 10.000 Hz, une courbe de pression acoustique présentant une allure moyenne horizontale avec des fluctuations d'environ $\pm 0,3$ N pour une tension constante aux bornes d'entrée.

La courbe de fréquence réellement mesurée est représentée dans le diagramme supérieur de la figure 2. La retombée vers 1.100 Hz est vraisemblablement liée au fait que le haut-parleur était inclus dans un coffret O3, car cette irrégularité ne se présente pas lors de la mesure effectuée avec un grand écran. Par contre, la chute vers 2.200 Hz est causée par le haut-parleur et correspond à la fréquence propre du volume d'air du pavillon du déflecteur.

Si on songe que les mesures acoustiques, surtout lorsqu'il s'agit de fréquences élevées, ne peuvent être reproduites par des laboratoires différents qu'avec une précision qui n'est de toute façon que d'environ $\pm 0,2$ N ; la courbe de fréquence du haut-parleur à large bande peut être qualifiée de pratiquement régulière dans de larges proportions.

II. *Caractéristique directionnelle.* — A l'intérieur d'un cône droit à base circulaire dont l'angle au sommet est de 90°, la courbe de fréquences s'écarte au maximum de 0,5 N de celle relevée par l'axe du haut-parleur. Les caractéristiques directionnelles mesurées pour une inclinaison de 30° et de 45° sur l'axe sont reproduites respectivement sur les diagrammes du milieu et du bas de la figure 2.]

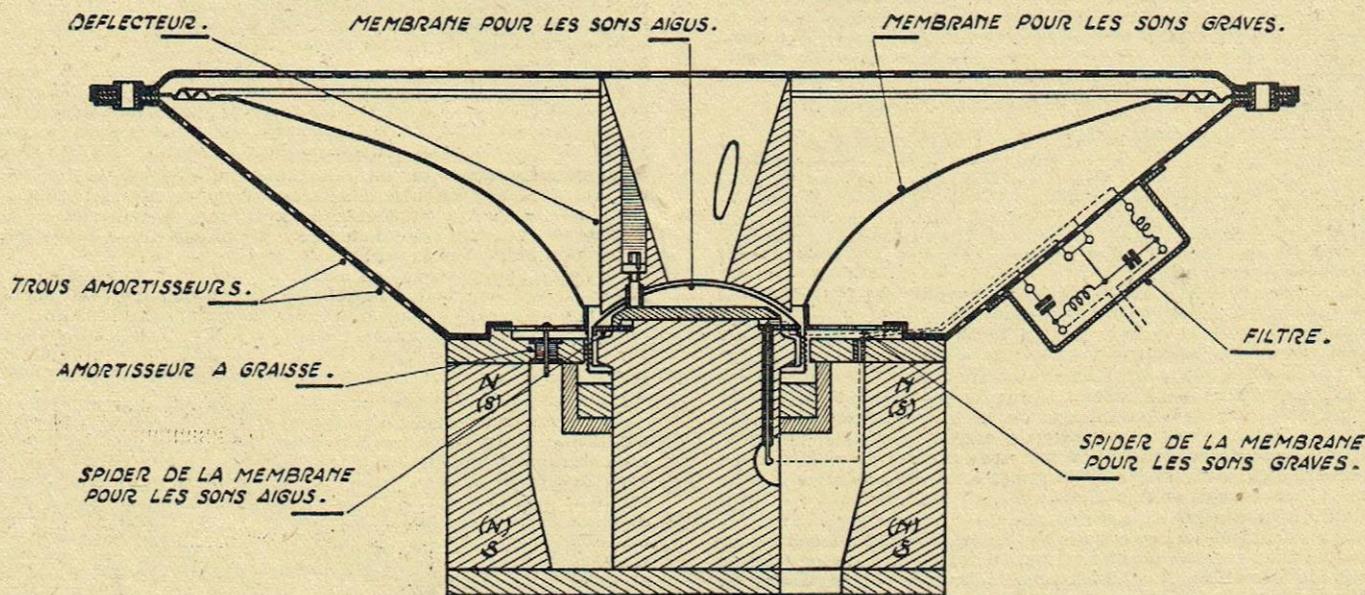


Fig. 1.

Par rapport à la mesure effectuée sur l'axe du haut-parleur, la reproduction relativement exempte de fluctuations tombe déjà de façon sensible à partir de 2.500 Hz, pour les petites inclinaisons sur l'axe du haut-parleur.

Dans l'axe, les fluctuations sont relativement plus grandes car une certaine influence est encore exercée par des réflexions, entre le microphone de mesure et la membrane des sons graves d'une

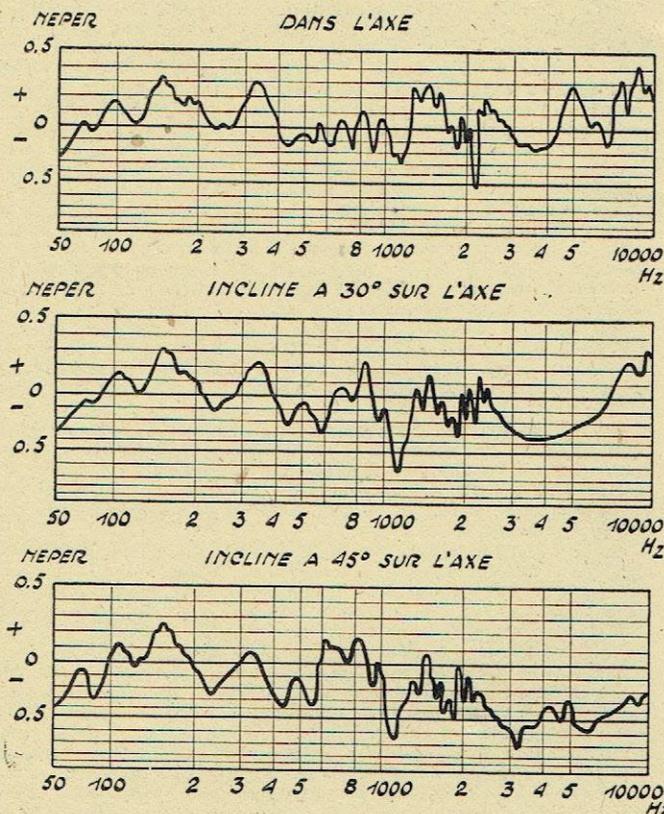


FIG. 2.

part, et un faible rayonnement résiduel de la membrane à sons graves résultant d'un couplage inductif avec la bobine mobile des sons aigus se faisant par le détour du filtre d'autre part.

III. *Courbe de pression acoustique moyenne.* — Ainsi que le montre la figure 3, la pression acoustique moyenne, calculée par M. Baer à partir de l'énergie acoustique totale rayonnée, se déroule horizontalement jusqu'à environ 2.000 Hz, tombe alors de façon continue jusqu'à 5.000 Hz où elle atteint la moitié de sa valeur et se déroule ensuite, de nouveau, de façon sensiblement horizontale. La chute entre 2.000 et 5.000 Hz est causée par le fait que la partie correspondant aux sons aigus ne produit pas de sons uniformément dans un angle solide de 360° ce qui serait une sphère, mais seulement dans un angle solide de 90° conformément à ce qui précède. De ce fait, dans une chambre sourde, l'allure de la pression acoustique est en pratique sensiblement horizontale pour toute la bande passante à l'intérieur d'un angle solide de 90°.

IV. *Rendement électro-acoustique apparent.* — Son allure est donnée par le diagramme du milieu de la figure 3. Elle s'obtient à partir du carré de la pression acoustique moyenne du diagramme situé au-dessus. La chute entre 2.000 et 5.000 Hz se rapporte ici encore à l'énergie rayonnée totale. A l'intérieur d'un angle solide de 90°, l'allure du rendement apparent est par conséquent ici aussi sensiblement horizontale pour toute la bande des fréquences passantes.

La valeur absolue du rendement apparent est faible comme dans tous les haut-parleurs à grande membrane. La sensibilité subjective du haut-parleur à large bande passante correspond à peu près à celle du haut-parleur dynamique à aimant permanent, 0,8 ainsi que l'ont montré des essais d'écoute.

V. *Impédance.* — L'impédance aux bornes du haut-parleur est constante avec des fluctuations de $\pm 15\%$ entre 70 Hz et 10.000 Hz. Ainsi que le montre le diagramme inférieur de la figure 3 qui ne se rapporte au reste pas à une mesure faite avec le coffret 03, mais avec un très grand écran, l'impédance atteint en moyenne environ 12,5 ohms.

VI. *Charge admissible et distorsion.* — Les distorsions non linéaires du haut-parleur ont été mesurées entre 150 à 5.000 Hz au moyen d'un pont de mesure du taux d'harmoniques. Ces mesures ont été faites tous les 100 Hz jusqu'à 1.000 Hz et par bonds de 500 Hz jusqu'à 5.000 Hz avec une charge constante de 4 watts.

On a déterminé un taux d'harmoniques de 2 à 2,5 %. Le taux

d'harmoniques n'a été mesuré que jusqu'à 4 watts de charge à cause de la surcharge thermique possible des bobines mobiles. Au point de vue subjectif, par contre, le haut-parleur a pu subir des surcharges de pointe allant jusqu'à 10 watts sur différentes sortes de reproductions sans manifester de distorsions gênantes.

VII. *Phénomènes transitoires.* — Un vibreur donnant une fréquence d'interruption de 100 Hz permettait d'appliquer au

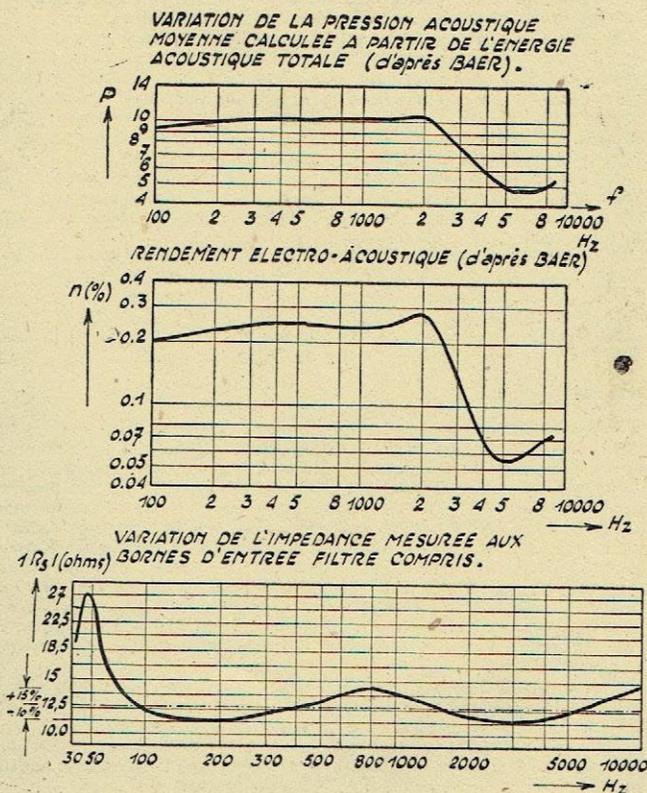


FIG. 3.

haut-parleur des groupes rectangulaires d'impulsion à fréquence variable. Le champ acoustique résultant était observé à l'oscillographe par l'intermédiaire d'un microphone placé à 1 mètre du haut-parleur. En moyenne, le champ acoustique était rectangulaire. Au-dessus de 2.000 Hz, les phénomènes transitoires étaient terminés au bout d'environ 0,5 ms. Pour quelques fréquences élevées isolées seulement, un écho d'environ 1 à 2 ms a pu être observé sans qu'on ait pu préciser si cet écho provenait du haut-parleur ou d'une réflexion dans la salle.

Comparativement, le haut-parleur 0,8 donnait une image très défavorable pour les phénomènes transitoires d'extinction aux fréquences élevées. On observait souvent des figures déformées fusiformes au lieu de figures rectangulaires.

VIII. *Transmodulation.* — Pour vérifier la modulation, toujours possible en soi, des sons aigus par la membrane des sons graves lorsque celle-ci oscille, on avait appliqué simultanément à ce haut-parleur un courant alternatif 50 périodes 4 volts provenant du secteur et une fréquence élevée (à partir de 5.000 Hz).

La pression acoustique résultante était observée à l'oscillographe par l'intermédiaire d'un microphone de mesure. Aucune transmodulation n'a pu être relevée. On n'a pu remarquer non plus du point de vue auditif aucune combinaison acoustique résultant d'une telle modulation.

IX. *Reproduction et essai d'écoute.* — Les haut-parleurs de grande classe exigent naturellement que les autres éléments du canal de transmission soient dans une large mesure exempts de distorsions linéaires et non linéaires. Un total de distorsions dont le taux d'harmoniques est de l'ordre de 3 % est déjà nettement audible.

Pour les essais d'écoute, on utilisait la capsule microphonique à condensateur « rectiligne en fonction de la fréquence » M 1-2a dont l'augmentation de pression pour les fréquences élevées à l'air libre était compensée par un correcteur simple.

Lors de la comparaison de la qualité de reproduction du haut-parleur à large bande avec des haut-parleurs électrodynamiques ordinaires de grande classe, ce qui frappe est surtout la reproduction profondément fidèle et naturelle de la parole, ainsi qu'une considérable facilité d'analyse surtout dans les grandes distributions orchestrales, ce qui donne déjà une impression auditive profondément limpide et plastique, même lors d'une reproduction non stéréophonique.

LA MESURE des très hautes résistances et des courants très faibles

par A. GIVELET

Le problème de la mesure des très hautes résistances et celui de la mesure des courants très faibles sont deux problèmes connexes particulièrement délicats que l'on ne peut mener à bonne fin qu'au moyen de méthodes spéciales et à l'aide d'un appareillage d'une extrême sensibilité. Ce sont ces deux problèmes que nous nous proposons d'examiner dans les lignes qui suivent, en indiquant les principales solutions qui peuvent être adoptées et sans prétendre épuiser une question dont le lecteur ne tardera pas à deviner l'importance et la complexité.

Les résistances très élevées sont, comme on le sait, employées notamment pour créer une fuite entre la grille et la cathode d'une lampe thermo-ionique et éviter l'accumulation des charges électriques sur cette grille. Supposons, par exemple, qu'il s'agisse, à l'aide d'une de ces lampes, de mesurer un courant de l'ordre de 10^{-14} ampère (soit le cent milliardième de micro ampère), on disposera une résistance de 10^{18} ohms, par exemple, entre la grille et la cathode. L'application de la loi d'ohm donnera alors pour la tension U_g appliquée à la grille :

$$U_g = 10^{-14} \times 10^{18}, \text{ ou } 1/10^8 \text{ de volt,}$$

quantité qui se mesure sans difficulté, notamment avec un électromètre ou un voltmètre à lampe, car le branchement d'un voltmètre ordinaire, même à résistance très élevée, aux bornes de la résistance en question fausserait évidemment complètement les résultats.

Nous verrons plus loin dans quelles circonstances on peut être amené à mesurer d'aussi faibles courants et comment il est possible de réaliser des résistances aussi élevées suivant presque rigoureusement la loi d'ohm, ce qui est nécessaire pour conserver la proportionnalité entre le courant considéré et la tension appliquée à la grille de la lampe. Pour le moment, nous donnerons seulement la description des principales méthodes employées dans ces mesures.

Ces mesures sont notamment :

- 1° Les mesures effectuées au moyen du quartz piézo-électrique ;
- 2° Les méthodes dites « par la perte de charge » ;
- 3° Les mesures par compensation, telles que la méthode de Townsend et les méthodes analogues ;
- 4° Les mesures dites de « la vitesse de déviation ».

Toutes ces mesures s'effectuent à l'aide d'électromètres ou de « lampes électromètres » combinées à un galvanomètre de sensibilité moyenne (galvanomètre à cadre mobile, par exemple).

On verra qu'elles peuvent, en général, convenir aussi bien à l'évaluation des courants les plus faibles qu'à celle des résistances les plus élevées.

Mesures au quartz piézo-électrique.

Le quartz piézo-électrique, tel qu'il est employé pour la mesure des courants les plus faibles, a été imaginé par P. et J. Curie à la suite de leurs travaux sur la piézo-électricité des cristaux, c'est-à-dire sur la propriété que possèdent les cristaux dépourvus de centres de symétrie de dégager de petites quantités d'électricité sous l'effet d'une traction ou d'une compression (fig. 1).

La partie essentielle de cet appareil consiste en une lame de quartz de quelques centimètres de longueur, d'un centimètre et demi de largeur et d'un demi-millimètre d'épaisseur (dimensions approximatives). Cette lame doit être taillée de telle sorte que l'axe principal (ou axe ternaire) du cristal soit dirigé suivant sa largeur, tandis que l'un de ses trois axes binaires reste parallèle à son épaisseur. Cette lame est munie sur ses deux faces de deux armatures métalliques (papier d'étain, feuille d'aluminium, etc...) qui se chargent de quantités d'électricité égales et de signe contraire lorsqu'on exerce une traction sur le quartz.

Chose curieuse, ces quantités d'électricité ne dépendent pas de la largeur de la lame, mais seulement de sa longueur et de son épaisseur. Elles sont données par la relation :

$$q = 0,068 \frac{l}{e} F$$

où q est exprimé en unités électrostatiques, C. G. S. et F en kilogrammes (1 et e sont indiqués avec des unités quelconques, puisque leur rapport seul figure dans la formule).

Les lames utilisées à l'Institut du Radium dégagent 5 à 10 unités électrostatiques par kilo. Soit donc une lame dégagant, par exemple, 6 U. E. S. par kilo, soumise à une traction de 0 kg. 200

pendant 30 secondes, comme $i = \frac{q}{t}$, on aura :

$$i = \frac{0,2 \times 6}{30} = 0,04 \text{ U. E. S. soit } 1,3 \times 10^{-11} \text{ ampère.}$$

Le courant ainsi produit sert, par exemple, à compenser celui qui se forme sous l'effet d'une substance radioactive dans une chambre d'ionisation à laquelle est appliquée une certaine diffé-

rence de potentiel. L'une des électrodes de la chambre d'ionisation étant reliée au sol, l'autre est connectée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre. Cette même paire de quadrants est en relation avec l'une des armatures du quartz piézo-électrique, l'autre armature de ce quartz étant également mise à la terre. On compense ainsi le courant provenant de la différence de potentiel appliquée à cette chambre d'ionisation, courant qui tend à charger la paire de quadrants considérée.

Pratiquement, on arrive à maintenir l'électromètre au zéro

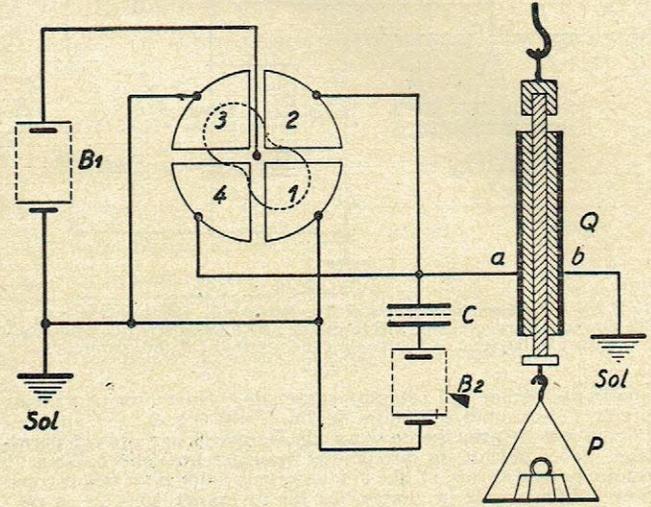


Fig. 1. — Quartz piézo-électrique : Q, lame de quartz avec armatures métalliques a, b et poids tenseur P ; C, chambre d'ionisation contenant une substance radioactive ; B₁, batterie de charge de l'aiguille de l'électromètre ; B₂, batterie destinée à produire le courant d'ionisation dans la chambre C ; 1, 2, 3, 4, quadrants de l'électromètre.

en dégageant progressivement la charge électrique q produite par le cristal. Pour cela, on soulève peu à peu à la main un poids placé dans un plateau suspendu sous le quartz en déclenchant, au début de la mesure, l'aiguille d'un chronomètre.

Au bout du temps t , il n'est plus possible de maintenir l'électromètre au zéro et le rayon lumineux renvoyé par le miroir de cet appareil s'échappe alors hors de la règle graduée. La charge étant calculée par la formule indiquée plus haut, on a alors :

$$i = \frac{q}{t}.$$

On mesure ainsi des courants compris entre 10^{-9} et 10^{-13} ampère, selon les dimensions du quartz et la valeur des poids employés. La lame de quartz doit être parfaitement desséchée. Elle peut constituer, dans ces conditions, un véritable étalon absolu d'électricité, ce qui est extrêmement précieux.

Mesure par la méthode de la perte de charge

Soit un condensateur de capacité C , porté à un potentiel V et se déchargeant à travers une résistance R . On a les relations classiques :

$$Q = CV, \frac{dQ}{dt} = C \times \frac{dV}{dt}, \text{ ou } i = C \times \frac{dV}{dt}$$

$$\text{comme } i = \frac{V}{R}, \text{ il vient : } \frac{V}{R} = C \frac{dV}{dt}, \text{ ou } dt = CR \frac{dV}{V}$$

en intégrant, on trouve immédiatement :

$$t = CR \log V \text{ ou } R = \frac{t}{C \log V}$$

Si l'expérience est faite entre deux valeurs de la différence de potentiel V_1 et V_2 , on aura : $R = \frac{t}{C \log \frac{V_1}{V_2}}$ où \log désigne le

logarithme népérien (1).

Pratiquement, la mesure s'effectue de la façon suivante : on charge un condensateur à très haut isolement à l'aide d'une batterie au potentiel V_1 , soit à 200 volts, par exemple. On note la déviation d'un électromètre auquel ce condensateur est relié. On débranche la batterie et on laisse le condensateur se décharger sur la résistance jusqu'à ce que l'électromètre indique le potentiel V_2 , soit 5 volts, par exemple. On note le temps nécessaire t , pour que la différence de potentiel soit passée de V_1 à V_2 (soit ici de 200 à 5 volts). La résistance est donnée par la relation :

$$R = \frac{t}{C \log \frac{200}{5}} = \frac{t}{C [\log 200 - \log 5]}$$

(1) On obtient le logarithme népérien en multipliant le logarithme vulgaire par 2,3026.

En opérant avec des tensions variables, par exemple d'abord entre 200 et 150 volts, puis ensuite entre 50 et 20 volts, puis entre 15 et 5 volts, etc... on peut vérifier si la résistance reste constante à ces diverses tensions, ou si elle varie, ce qui est généralement le cas pour les résistances très élevées.

On peut, pour cette série de mesures, utiliser l'électromètre à

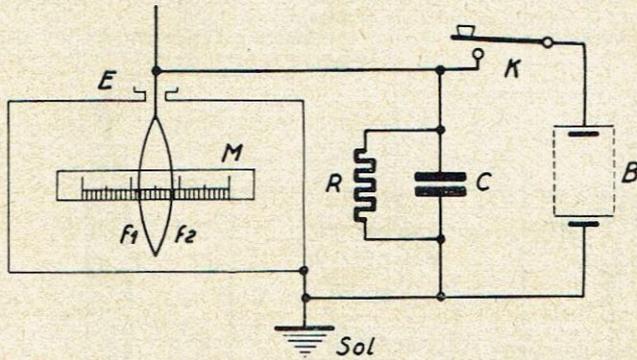


FIG. 2. — *Electromètre bifilaire de Th. Wulff* : E, électromètre ; f_1, f_2 , fils de quartz argentés de l'électromètre ; M, micromètre ; C, condensateur ; B, batterie de charge du condensateur ; K, interrupteur.

quadrants ou, ce qui est plus commode, bien qu'un peu moins précis, l'électromètre bifilaire de Th. Wulff (fig. 2). Cet appareil se compose en principe de deux fils de quartz argentés et parallèles placés devant un micromètre transparent, convenablement éclairé par un miroir, et que l'on observe à l'aide d'un microscope. Sous l'influence de la charge, les fils divergent, puis ils se rapprochent progressivement l'un de l'autre au cours de la décharge. On étalonne au préalable l'appareil en le chargeant à des tensions connues à l'aide d'une batterie et en notant les divisions correspondantes de volt en volt, à diverses tensions.

Cette méthode permet de mesurer des résistances très élevées, de 10^{14} à 10^{15} ohms, par exemple, à condition que l'isolement de l'électromètre soit lui-même supérieur à cette valeur, par exemple s'il atteint 10^{17} ohms, ce qui nécessite des isolants de premier ordre comme l'ambre et une absence totale d'humidité.

Méthodes de compensation : méthode de Townsend et méthodes analogues

Considérons la formule fondamentale de la charge d'un condensateur :

$$Q = CV$$

Dérivons cette formule par rapport au temps t , il viendra :

$$\frac{dQ}{dt} = C \frac{dV}{dt} + V \frac{dC}{dt}$$

On déduit de cette relation, tout à fait générale, deux moyens d'obtenir de faibles courants de compensation pour compenser, par exemple, le courant de charge apporté à l'une des paires de quadrants d'un électromètre par la colonne d'air ionisée d'une chambre d'ionisation renfermant une substance radioactive.

Dans le premier cas, supposons C constant, la formule ci-dessus se réduit à :

$$\frac{dQ}{dt} = C \frac{dV}{dt}, \text{ ou } i = C \frac{dV}{dt}$$

et l'on déduit i de la connaissance de C (capacité du condensateur de charge) et de la variation dV de la tension de charge pendant le temps dt .

Dans le second cas, on laisse V fixe et l'on fait varier la capacité de la quantité dC pendant le temps dt .

Comme on le voit, les deux méthodes présentent les plus grandes analogies.

Voyons pratiquement comment on peut opérer dans le premier cas. Soit une batterie de dix volts connectée entre la terre et l'une des électrodes d'une chambre d'ionisation dont l'autre électrode est reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre (l'autre paire de quadrants étant naturellement mise au sol). La tension de la batterie provoque un courant d'ionisation qui tend à faire dévier l'électromètre.

On maintient cet électromètre au zéro en opposant à ce courant d'ionisation le courant de charge d'un condensateur dont l'une des armatures est reliée à la même paire de quadrants, l'autre armature étant reliée au curseur d'un potentiomètre alimenté par une batterie dont l'un des pôles est mis à la terre. On déplace alors avec la main le curseur du potentiomètre de façon à maintenir au zéro l'électromètre (ou plus exactement le rayon lumineux renvoyé sur l'échelle transparente par le miroir de cet appareil). Si l'électromètre reste bien immobile, c'est que la compensation est parfaite ; il suffit alors d'appliquer la relation : $i = C \frac{dV}{dt}$

Supposons par exemple que C soit égal à 30 U. S. E. et que V varie entre 0 et 10 volts en 27 secondes.

La variation de V est $\frac{10}{300}$, puisque le volt vaut $\frac{1}{300}$ d'unité

électrostatique ; quant à dt , il vaut 27 secondes par hypothèse.

$$\text{D'où } i = \frac{30 \times \frac{10}{300}}{27} = \frac{1}{27} \text{ U. E. S.}$$

ou, en ampère, $i = \frac{1}{27 \times 3 \times 10^9} = 1,23 \times 10^{-11}$ ampère.

Le plus commode est d'opérer avec un potentiomètre circulaire dont on tourne le bouton de commande. On effectue une dizaine de mesures en déclenchant chaque fois un chronomètre pour mesurer le temps dt et l'on prend la moyenne de ces mesures. Le potentiomètre doit être d'excellente qualité et assurer un contact parfait pendant toute la course de la manette. Sa résistance doit être suffisante pour ne pas provoquer la décharge rapide de la batterie (par exemple quelques milliers d'ohms).

Pour éviter justement l'inconvénient des contacts glissants souvent imparfaits, certains expérimentateurs préfèrent laisser fixe la tension de charge et faire varier la capacité. La formule à appliquer est alors :

$$i = \frac{dQ}{dt} = V \frac{dC}{dt}$$

Il est tout indiqué, dans ce cas, d'employer un condensateur tournant comme ceux utilisés en T. S. F., par exemple un condensateur d'un millième ou d'un demi-millième de microfarad. La manœuvre est encore plus aisée qu'avec le potentiomètre, car on supprime ainsi tous les frottements. Il faut naturellement un condensateur parfaitement isolé, avec de l'ambre, par exemple. Le calcul se conduit comme précédemment. On évalue C en U. E. S. (centimètres), pour dV on prend le nombre de volts appliqués divisés par 300 (ce qui donne des unités électrostatiques), et le temps dt pendant lequel on manœuvre le condensateur est compté en secondes.

On mesure ainsi facilement des courants de 10^{-11} à 10^{-13} ampère.

Sachant maintenant mesurer d'aussi faibles courants, nous pouvons nous servir de ces méthodes pour la détermination de résistances très élevées, de plusieurs millions de mégohms, par exemple.

Plaçons, par exemple, entre l'une des paires de quadrants d'un électromètre et la terre une résistance à mesurer en série avec une batterie de 100 volts. Supposons que le courant trouvé soit

$$\text{de } 10^{-11} \text{ ampères. Nous avons immédiatement : } r = \frac{V}{i} = \frac{100}{10^{-11}} = 10^{13} \text{ ohms, soit dix millions de mégohms.}$$

Méthode de la vitesse de déviation avec capacité additionnelle

Cette méthode est également très employée pour la mesure des courants très faibles, notamment dans le cas des courants d'ionisation produits par les substances radioactives. Soit $\alpha = kV$, la relation qui lie la déviation de l'aiguille (ou du spot lumineux)

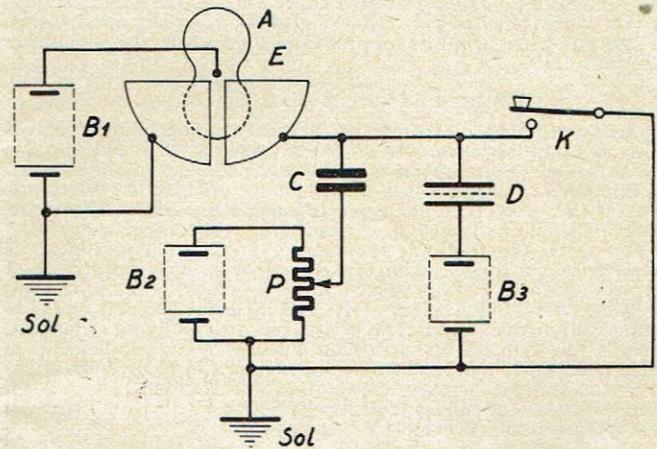


FIG. 3. — *Montage pour l'application de la méthode de Townsend* : A, aiguille de l'électromètre E ; B₁, batterie de charge de l'électromètre ; B₂, batterie du potentiomètre P ; B₃, batterie de la chambre d'ionisation ; C, condensateur ; K, interrupteur ; P, potentiomètre.

de l'électromètre au potentiel V auquel est portée l'une des paires de quadrants, si C représente la capacité du système formé par l'électromètre et les appareils auxquels il est connecté, on peut écrire :

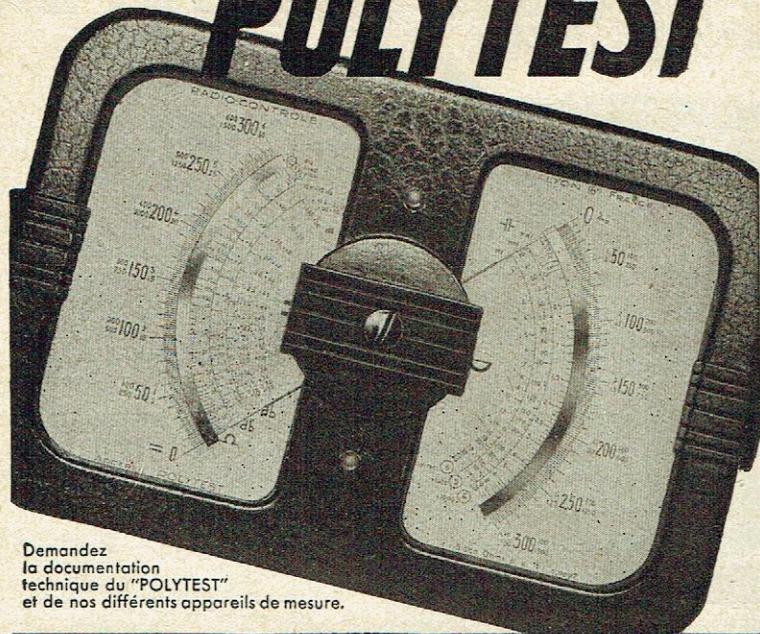
$$Q = CV \text{ et, par suite, } \alpha = \frac{kQ}{C}$$

D'autre part, $Q = it$, i étant le courant de charge et t le temps correspondant, d'où : $\alpha = \frac{kit}{C}$

Mais on a aussi $\alpha = \omega t$, ω représentant la vitesse angulaire de l'aiguille (ou du spot), d'où $\omega t = \frac{kit}{C}$ ou $\omega = \frac{ki}{C}$.

L'APPAREIL DE PRÉCISION
AUX POSSIBILITÉS MULTIPLES
QUE TOUT TECHNICIEN RÊVERA D'AVOIR DANS SON LABORATOIRE

"POLYTEST"



Demandez
la documentation
technique du "POLYTEST"
et de nos différents appareils de mesure.

RADIO-CONTROL

141 RUE BOILEAU . LYON (6^e)

Téléphone LALANDE 43-18

PUBL. RAPHY

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

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.



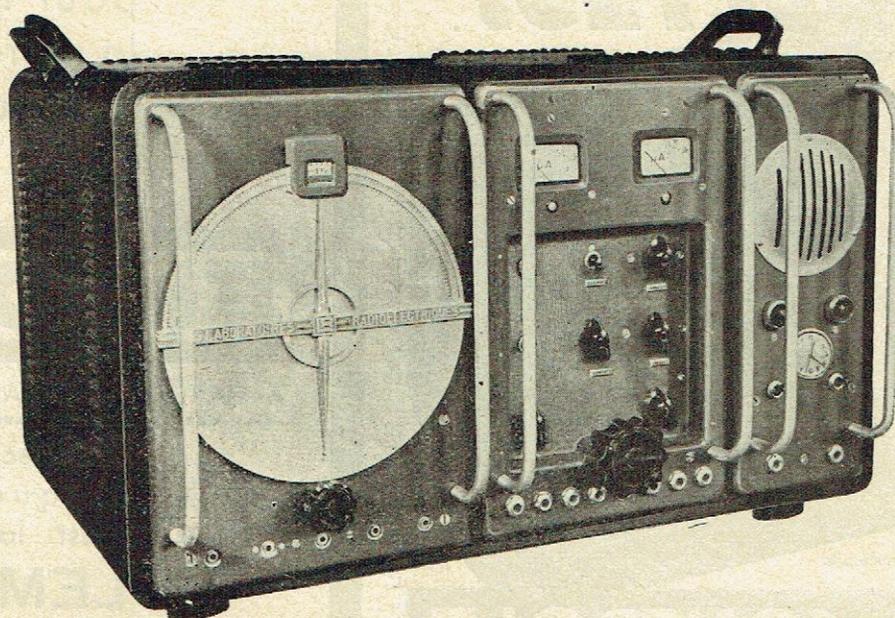
Dans nos laboratoires,
une élite de techniciens
met au point aujourd'hui
la radio de demain, sui-
vant les conceptions qui
ont fait la renommée de
SADIR-CARPENTIER

101, BOULEV. MURAT
R.C. Seine 253-831 B



TÉL. : AUTEUIL 81-25
C.P. A et C N° 82

LE RÉCEPTEUR DIVERSITY DES LAB TYPE LR



CONÇU suivant une formule inédite, le récepteur récemment mis au point par les Laboratoires Radioélectriques, qui convient à la fois à la graphie et à la phonie, se caractérise par les points suivants :

— Emploi de blocs interchangeables, permettant de couvrir un ensemble de gammes très étendu, tout en assurant dans chaque gamme des conditions optima de sélectivité ;

— Fonctionnement extrêmement simple en phonie (3 boutons de commande) ;

— Equipement très complet pour la réception en graphie ;

— Faculté de stabiliser la fréquence locale par quartz ;

— Existence d'un circuit d'absorption supprimant le rayonnement ;

— Possibilité d'emploi en « Diversity » réduisant considérablement l'influence des évanouissements et des parasites.

Voici quelques détails sur ses particularités.

BLOCS INTERCHANGEABLES.

L'appareil se compose de trois blocs : H. F., M. F. et B. F. alimentation. Chacun de ces blocs peut être instantanément enlevé et remplacé. La mise en service d'un bloc s'effectue automatiquement à l'aide d'une plaquette de fiches entrant dans une plaquette de douilles par un guidage précis.

REPARTITION DES GAMMES.

Chaque bloc H. F. comporte deux canaux. Chaque canal a ses propres C. V. bobinages et lampes ; on évite ainsi toute panne provenant de contacts mobiles.

La répartition des gammes est la suivante :

Bloc ondes courtes..	{	1 ^{re} gamme..	13 à	26 m.
		2 ^e gamme..	26 à	80 m.

Bloc ondes moyennes	{	1 ^{re} gamme..	80 à	250 m.
		2 ^e gamme..	240 à	800 m.

Bloc ondes longues..	{	1 ^{re} gamme..	750 à	2.500 m.
		2 ^e gamme..	2.000 à	6.000 m.

On peut utiliser également des blocs spéciaux pour ondes très courtes (3 à 13 m.) et pour ondes très longues (5.000 à 30.000 m.).

SELECTIVITE H. F.

On a pu améliorer considérablement la sélectivité H. F. en employant avec chaque bloc H. F., une M. F. appropriée. C'est ainsi qu'en ondes courtes, avec une M. F. de 700 Kc/s, l'atténuation de la fréquence image par rapport au signal dépasse 30 db.

La nécessité de changer le bloc M. F. quand on passe des O. C. aux O. M. n'introduit pas de complication sensible, à cause de la facilité avec laquelle s'effectue le changement.

SELECTIVITE M. F.

Le réglage de la sélectivité M. F. comporte quatre positions : la première utilise le quartz et les trois autres des transformateurs à couplage variable. Nous ne parlerons pas des avantages du bloc à quartz avec circuit de rejection, nos lecteurs savent que le quartz en M. F. est devenu indispensable. Signalons seulement que les quartz sont également fabriqués par les Laboratoires Radioélectriques.

PARTIE B. F.

Cette partie a été particulièrement soignée. En effet, elle comporte deux sorties pour casque, une sortie pour haut-parleur extérieur, deux sorties pour lignes de 800 ohms ; de plus, le bloc B. F. comporte un petit haut-parleur incorporé. La bande passante est réglable ; l'une des positions du bouton de sélectivité correspond à une haute fidélité ; l'autre à une protection efficace contre les brouillages et les parasites.

LABORATOIRES RADIOÉLECTRIQUES

R 601 A

Pour la réception télégraphique, on utilise un amplificateur extérieur avec oscillateur musical et enregistreur. Si on fait seulement de l'écoute, le récepteur seul est suffisant.

Les commandes destinées à la réception télégraphique se trouvent derrière une petite porte placée sur le panneau avant du bloc M. F.-B. F. En ouvrant cette porte, l'opérateur a sous les yeux toutes les commandes nécessaires à l'exploitation télégraphique : B. F. O., sélectivité, V. C. A., constantes de temps, sensibilité, etc... En fermant la porte, il ne reste que les commandes destinées à la phonie : gammes, accord H. F. et niveau B. F. ; l'opérateur évite ainsi des fausses manœuvres.

RECEPTION STABILISÉE PAR QUARTZ.

Lorsqu'on effectue une réception permanente ou prolongée sur une même émission, on a intérêt à stabiliser l'oscillateur local par quartz. Les quartz peuvent être livrés avec une précision de 10^{-6} . Leur emploi facilite énormément l'utilisation du quartz en M. F. avec circuit de rejection.

Le quartz se loge dans un bloc H. F. spécial comportant un thermostat. Le même bloc peut fonctionner avec ou sans quartz. Le pilote à quartz est interchangeable.

SUPPRESSION DU RAYONNEMENT.

Il arrive souvent que deux récepteurs fonctionnent sur des émissions dont la différence des fréquences est égale à M. F. Il en résulte, à cause de la fréquence locale rayonnée, une gêne empêchant souvent toute réception correcte.

Dans le récepteur « Diversity » des Laboratoires Radioélectriques, cet inconvénient n'existe pas. Un circuit d'absorption accordé sur la fréquence locale empêche le rayonnement de celle-ci dans l'antenne.

RECEPTION EN DIVERSITY.

La réception en « Diversity » présente des avantages incontestables. L'appareil a été étudié pour fonctionner en

« Diversity », soit sur une seule fréquence, soit sur deux fréquences différentes diffusant le même programme. Le fonctionnement en « Diversity » exige deux récepteurs. Si la réception s'effectue sur une seule fréquence, l'un des oscillateurs locaux est supprimé.

Chaque récepteur fonctionne avec une antenne en losange. Si la réception s'effectue sur une seule fréquence, l'un des losanges est décalé en phase par rapport à l'autre. Les tensions détectées aux deux récepteurs sont appliquées au canal « mélangeur » comportant une mélangeuse B. F. et tous les appareils de contrôle du fonctionnement en « Diversity ».

Ce procédé de réception assure un trafic avec un déchet minime.

PERFORMANCES GARANTIES.

Stabilité à chaud : 10^{-5} .

Sélectivité H. F. :

Fréquence image > 30 dbs sur n'importe quelle fréquence.

Sélectivité M. F. :

N° 1..	500 cycles à 6 db
N° 2..	3,5 Kc/s à 6 db 11,5 Kc/s à 60 db
N° 3..	7 Kc/s à 6 db 15 Kc/s à 60 db
N° 4..	13,5 Kc/s à 6 db 24 Kc/s à 60 db

Sensibilité utilisable :

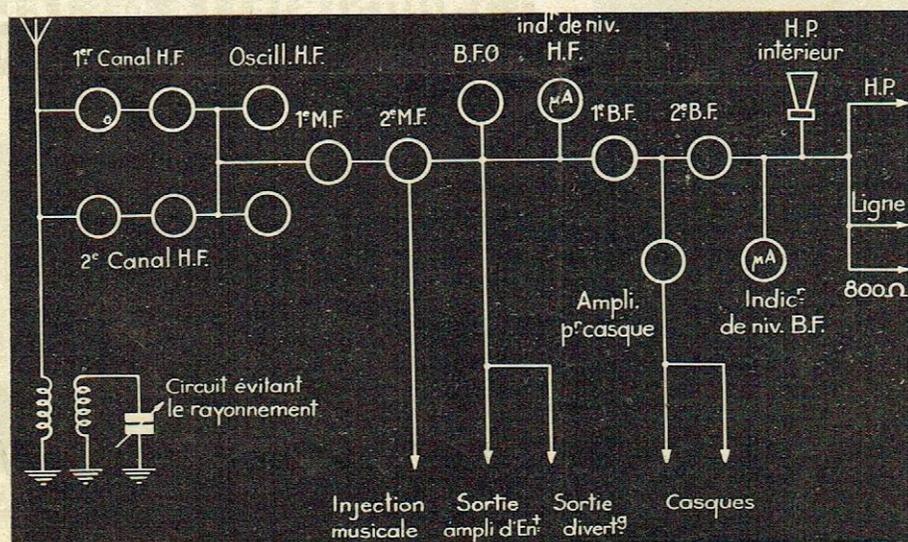
Sur bande large.....	10 μ V
Sur bande étroite.....	3 μ V

Efficacité de la C. A. V. :

Une variation de la tension d'entrée de 10 à 100.000 μ V provoque une variation de la tension B. F. de 12 db.

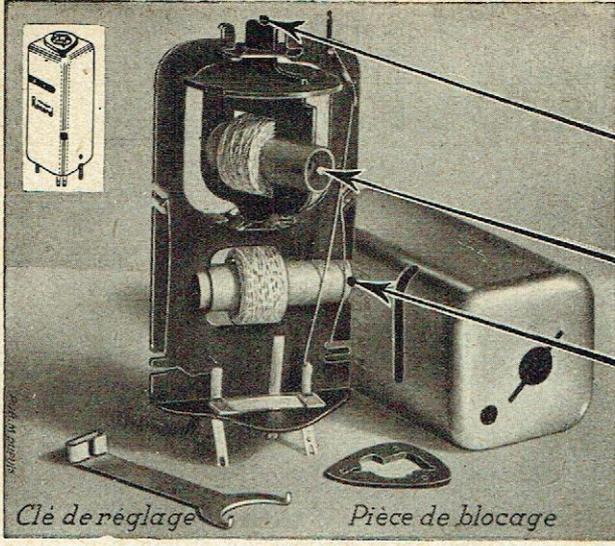
Stabilité tropicale :

Pour une température de $+60^{\circ}$ avec 30 % d'humidité, la dérive atteint 10^{-3} .



TRANSFOS MOYENNE FRÉQUENCE A COUPLAGE AJUSTABLE

Leurs 3 Réglages compensent
toutes les tolérances



1 ACCORD DU SECONDAIRE
Tolérance sur capacités
de câblage, lampes etc...

2 ACCORD DU PRIMAIRE
Tolérance sur capacités
de câblage, lampes etc...

3 AJUSTAGE DU COUPLAGE
Tolérance sur capacités de
couplage, réactions et amor-
tissements sur le chassis

Bobinages Renard

70, RUE AMELOT - PARIS (XI^e)
TÉL: ROQ 20-17

ÉTABLISSEMENTS

P. BOUYER

PIÈCES DÉTACHÉES pour PROFESSIONNELS

**INTERRUPTEURS
& INVERSEURS**
type "MIDGET"
professionnel

Tous contacts Laiton
Pièces calibrées
au 1/100

250 V - 3 A



**PRISES
DE
COURANT
INCASSABLES**

CORPS CAOUTCHOUC MOULÉ
BROCHES LAITON
CONNEXION AUTOMATIQUE

LIVRABLE PAR RETOUR

BUREAUX ET ATELIERS :
98-100, Faubourg Toulousain - MONTAUBAN (T.-&G.)

VOLTMÈTRE LAMPES

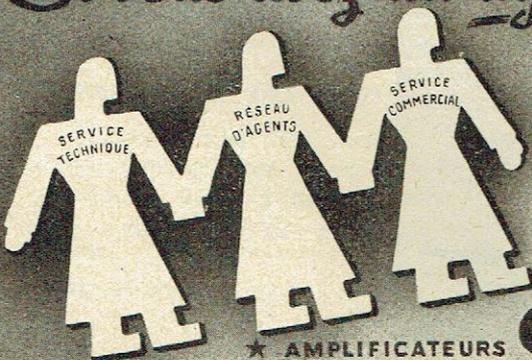
MOD. 52.B



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

PUB. RAPHY

Si vous avez du dynamisme, une place vous est réservée
dans l'ÉQUIPE



★ AMPLIFICATEURS
★ TÉLÉVISION

Sonorá

RADIO

Écrivez-nous : 5, Rue de la Mairie, PUTEAUX - Tél. : LON 08-33 - LON 21-60

PUBLICITÉ RAPHY

Supposons connus ω , k et C , on pourra en déduire i . Toutefois C se trouve mal déterminé, c'est la capacité de l'ensemble, électromètre, chambre d'ionisation, connexions, etc... Il convient donc d'éliminer cette inconnue.

On répète alors l'expérience en ajoutant au système une capacité connue γ (un condensateur étalon de 30 unités électrostatiques C. G. S. par exemple); l'aiguille (ou le spot) va se déplacer avec une autre vitesse angulaire ω' , (différente de ω), et l'on pourra

écrire : $\omega' = \frac{Ki}{C + \gamma}$ d'où, après élimination de C ,

$$i = \frac{\gamma}{K \left(\frac{1}{\omega} - \frac{1}{\omega'} \right)} = \frac{\gamma}{\frac{K}{\omega} - \frac{K}{\omega'}}$$

C sont les rapports $\frac{k}{\omega}$ et $\frac{k}{\omega'}$, qu'il importe de connaître. Or,

comme nous l'avons écrit au début, $k = \frac{\alpha}{V}$, de même

$$\omega = \frac{\alpha}{t}, \text{ par conséquent : } \frac{K}{\omega} = \frac{\alpha}{t} \frac{V}{\alpha}$$

α entre au numérateur comme au dénominateur, et l'on peut l'évaluer avec une unité arbitraire. V sera évalué en unités électrostatiques, de même que la capacité additionnelle γ et t sera compté en secondes.

Le rapport $k = \frac{\alpha}{V}$ se détermine expérimentalement en portant l'une des paires de quadrants de l'électromètre à diverses tensions de l'ordre du volt ou d'une fraction de volt et en lisant sur l'échelle graduée la déviation correspondante.

Au cours de mesures effectuées avec une substance radioactive, la samarskite, on a trouvé, pour la durée de parcours du rayon lumineux (spot) de l'électromètre, sans condensateur

additionnel, 12 sec. 34; avec, 16 sec. 5 pour $\frac{\alpha}{V} = 27$ cm. 7 par volt, ou $27,7 \times 300$ par unité électrostatique C. G. S., d'où

$$i = \frac{\gamma}{K \left(\frac{1}{\omega} - \frac{1}{\omega'} \right)} = \frac{30}{300 \times 27,7 \left(\frac{16,5}{10} - \frac{12,34}{10} \right)}$$

car $\gamma = 30$ U. E. S. ou $i = 0,0104$ U. E. S.

et en ampères, $i = \frac{0,0104}{3 \times 10^9} = 3,46 \times 10^{-12}$

ou 3,46 millionnièmes de micro-ampère.

Dans un prochain article, nous étudierons d'autres dispositifs comme ceux qui utilisent les lampes électromètres et permettent d'arriver à une sensibilité encore plus grande, puis enfin les compteurs d'électrons qui sont capables de déceler la plus petite charge d'électricité qu'il soit possible de rencontrer, l'électron.

(A suivre.)

TÉLÉVISION

Génération d'une tension à dents de scie par un top de synchronisme avec réglage automatique

par M. CHAMARADE

Principe :

Le balayage se trouve dans la plaque d'une lampe apériodique jouant le rôle de séparatrice dans sa grille. La polarisation est automatiquement proportionnelle à l'amplitude du signal de la modulation et du synchronisme.

Quant au système de balayage, sa nature apériodique élimine toute question d'accord et réglage de fréquence en fonction de l'émetteur, le top se comportant comme un pilote, la fréquence est nécessairement celle des lignes, seule l'amplitude peut varier et elle est aisément réglable par C_2 .

Ce montage doit être commandé par une tension de modulation à polarité négative, c'est-à-dire le signal attaquant la grille de l'étage de sortie. On obtient ainsi un balayage de lignes.

Le même montage de la lampe peut s'appliquer pour la modulation de la tension d'image, la tension de modulation étant remplacée par un top de synchronisme d'image après séparation du top de ligne et de la modulation; soit après une séparatrice, ou mieux en prenant l'impulsion sur la tension en opposition de phase avec celle de ligne dans le cas d'un balayage lignes symétrique.

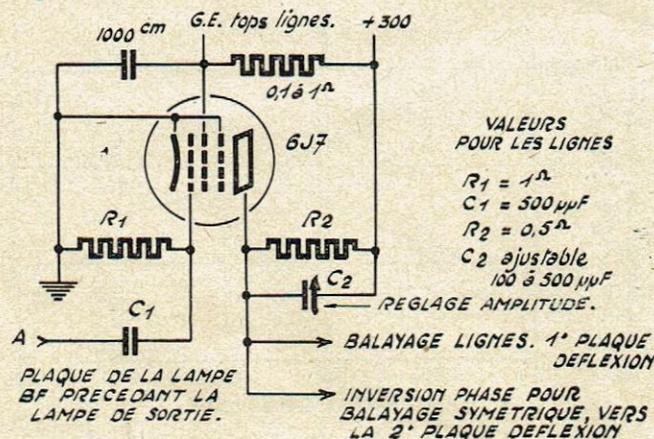


FIG. 1.

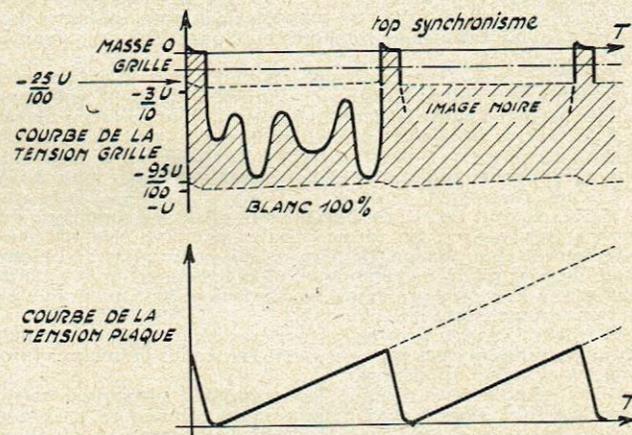


FIG. 2.

Dans le cas d'une lampe pour le balayage image, on a :

$R_2 = 2$ ohms $C_2 = 10.000$ à 50.000

$R_1 = 1$ ohm $C_1 = 50.000$

La tension en A n'est plus prise sur la grille de la lampe de sortie, mais soit après amplification et inversion de la tension en G. E., ou mieux d'une séparatrice normale ou si le montage ligne est symétrique, A doit être pris sur la deuxième plaque de déflexion.

La courbe de la tension grille montre bien le fonctionnement, le top de synchronisme est positif (polarité modulation négative), il ouvre la lampe dont le potentiel plaque s'effondre par la charge de C_2 . En même temps, C_1 se charge si bien, qu'après la fin du top la modulation reste comprise dans la bande hachurée.

Il suffit que la tension U correspondant à un blanc 100 % soit supérieure à quatre fois la tension S du seuil de grille, pour lequel le courant plaque naît pour que la bande de modulation ne dépasse jamais ce seuil. La lampe est donc bloquée pendant la période de modulation, d'où restitution en régime libre.

Détermination de C_1 : C_1 doit être tel que sa charge soit terminée avant la fin du top de synchronisme. En prenant pour base un courant de grille de 0,5 mA par volt, le calcul montre qu'en admettant une décharge de 5 % de U (pour U_2 allant jusqu'à 200 volts), la condition est réalisée avec C_1 égal à 500 ppf. Pour cette décharge de 5 % de U, R_1 doit être de 1 ohm. Ces 5 % de décharge sont nécessaires pour éviter les variations de U dues à la modulation (par suite des distorsions dans l'amplification, il peut y avoir déplacement de la tension moyenne).

La tension d'écran est réglée à la tension minimum pour que le seuil de la lampe soit voisin de zéro, on est limité par la nécessité d'avoir une modulation en fin de top bien déterminée par la tension de déchet de la lampe, autrement dit C_1 doit être chargé, d'où un courant plaque minimum :

$$i = \frac{300}{R_2} + C_2 \frac{du}{dt} \text{ déterminant la tension minimum de la grille écran.}$$

Ce courant est assez faible dans le cas où le système fournit une tension faible servant de pilote. Même dans le cas d'un balayage direct, il est assez faible pour permettre l'emploi d'une 6 J 7 avec une tension écran inférieure à 100 d'où un seuil S inférieur à 5 volts.

Le système se polarisera donc automatiquement à la valeur convenable pour une tension U comprise entre $4 \times S = 20$ volts et 200 V. On voit la souplesse d'adaptation. On peut avoir une très bonne linéarité en remplaçant R_2 soit par une résistance de 5 ohms et C_2 par 2.000 p.p.f., on a alors une amplitude faible pour la dent de scie, à moins que l'on porte la tension plaque de 300 à 2 ou 3.000 volts. On peut ainsi remplacer R_2 par une diode saturée ou une penthode. On a alors un système à nombre de lampes très réduit. Il se prête à toutes les applications des relaxa-

teurs à vide ou à gaz, immersion de phase, amplification pour balayage magnétique, c'est une tension « pilote ». Ce système simplifie le réglage et donne une stabilité absolue aux images, il ne craint pas plus les parasites que les relaxateurs ; six mois de fonctionnement l'ont démontré.

On peut passer d'une émission à une autre de fréquences d'exploration différentes sans retouches autres que celle de l'amplitude, retouches qui ne dérèglent pas la fréquence.

A la mise sous tension, le système fonctionne dès que les cathodes sont chaudes et peut être manié par le plus profane. Les lampes, débitant peu, durent longtemps.

Ce montage permettra aux lecteurs de se libérer de la servitude du réglage de fréquence et de réduire le nombre de lampes de leur récepteur en améliorant sa stabilité.

Les matériaux céramiques pour la radioélectricité

par PAUL MICHEL

I. — Introduction

Les matériaux céramiques sont couramment utilisés en radioélectricité et leur champ d'application ne fait que s'étendre de jour en jour.

C'est ainsi qu'aux isolateurs d'antennes et aux carcasses de selfs primitivement utilisés sont venus s'ajouter les supports de condensateurs ou d'éléments H F, les condensateurs proprement dits en disques ou en tubes, les supports de lampes, les entretoises de lampes, les flasques de commutateurs pour H F, les parois de tubes à vide, etc...

Les matériaux céramiques sont, en effet, doués d'intéressantes propriétés mécaniques et électriques (robustesse, haut isolement, faibles pertes en haute fréquence) qui les classent au même niveau que les autres isolants minéraux et bien en avant des isolants organiques parce que plus résistants à la chaleur, plus résistants aux agents chimiques et aux efforts mécaniques et de plus faible dilatation thermique.

Enfin, on peut donner facilement aux pièces de céramique des formes très variées, les formes finales pouvant être obtenues directement sans usinage. De plus, on sait couramment à présent métalliser les pièces de céramique, et la technique de la soudure du verre à la céramique s'améliore de jour en jour, ouvrant ainsi de nouveaux champs d'application.

Il existe différentes sortes de matières céramiques de qualités variables telles que ces matières se trouvent plus ou moins appropriées à certaines applications.

Nous examinerons d'abord les propriétés physiques, mécaniques et électriques générales des produits céramiques, puis nous indiquerons pour chaque type de produit ses caractères généraux et les constantes correspondantes.

Rappelons pour mémoire la façon dont sont obtenues les pièces de céramique.

La fabrication se fait à partir des matières premières en poudre, mélangées à un liant.

Les pièces obtenues avec ce mélange par pressage, filage, coulage ou tournage sont séchées à l'air. Elles sont alors très fragiles.

La dureté et la résistance augmentent avec la température et la durée de la cuisson.

Après cuisson à 900°, les pièces sont suffisamment solides pour pouvoir être usinées facilement par limage, tournage ou perçage.

La cuisson finale s'opère à haute température (1.350 à 1.500° C).

Les pièces sont alors très dures ; elles ne peuvent être travaillées que difficilement (perçage au foret vidia ou diamanté, meulage par meules au carborandum ou à concrétion diamantée).

II. — Propriétés physiques

Les propriétés physiques des matériaux céramiques suivent des règles dont l'interprétation mathématique, peu développée, présente des difficultés.

Les valeurs numériques sur lesquelles on se base dépendent en général de la forme et des dimensions des pièces, et souvent aussi de leur mode de fabrication.

Les essais s'effectuent d'après des consignes et sur des éprouvettes de formes et dimensions nettement définies.

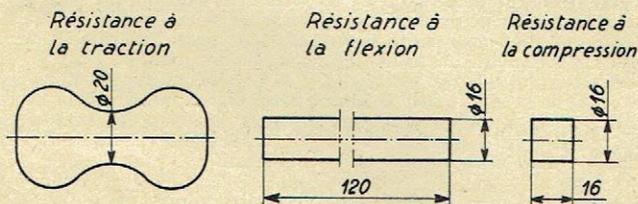


FIG. 1. — Formes d'éprouvettes standardisées.

La figure 1 représente quelques formes d'éprouvettes utilisées de façon courante dans les essais de résistance à la traction, à la flexion, à la compression.

A. *Densité*. — On peut distinguer théoriquement les matières compactes et les matières poreuses. Pratiquement, il n'existe pas de matières exemptes de pores.

Pour déterminer le poids spécifique r , on réduit la matière en poudre.

La matière poreuse fournit la densité apparente a .

Le degré de densité est égal au rapport $\frac{a}{r}$.

Le degré de non-étanchéité est donné par $1 - \frac{a}{r}$.

Exprimé en %, on obtient la porosité vraie.

Le degré de densité caractérise une substance étanche, le degré de non-étanchéité une matière poreuse.

B. *Hygroscopie*. — Fréquemment, au lieu du degré de non-étanchéité, on détermine le degré hygroscopique en considérant seulement les cavités de surface.

On pèse d'abord la pièce sèche, puis après immersion dans l'eau.

La différence de poids en grammes rapportée à 100 grammes de la matière sèche constitue le degré hygroscopique.

Un autre essai important est l'épreuve à la fuschine.

On fait pénétrer dans la pièce pendant plusieurs heures, sous pression de 150 à 200 atmosphères, une solution de fuschine dans l'alcool méthylique. La pièce est ensuite brisée. Les cavités de la cassure apparaissent en rouge.

III. — Propriétés mécaniques

Résistance statique. — La détermination des efforts et les formules employées sont les mêmes pour les produits céramiques que pour les métaux.

Cependant, en céramique, les efforts sont plus importants sur les bords de la section, de sorte que les résistances spécifiques (résistances par unités de section) décroissent avec l'augmentation de la section.

Pour la même raison, une glaçure des pièces (émaillage) augmente la résistance, surtout pour la porcelaine.

Les produits céramiques résistent très bien à la compression et moins bien à la traction.

Les figures 2, 3 et 4 indiquent comment varie la charge de rupture spécifique à la traction, à la compression, à la flexion, en fonction de la section, pour les pièces en stéatite.

Contrairement aux métaux, la limite d'élasticité et la limite de rupture coïncident presque pour les produits céramiques.

En pratique, la rupture intervient après un très faible allongement.

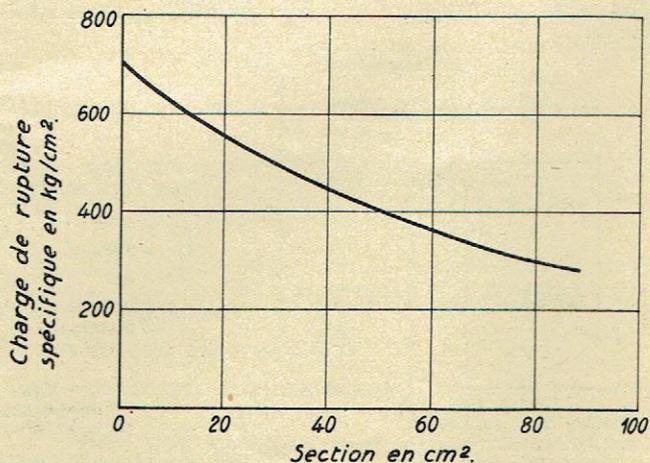


FIG. 2. — Charge de rupture à la traction en fonction de la section pour la stéatite.

Les matières poreuses sont moins résistantes que les matières compactes.

Le module d'élasticité est donné par le rapport de la charge unitaire à l'allongement unitaire.

IV. — Propriétés thermiques

a) *Résistance à la chaleur.* — Les matériaux céramiques sont mauvais conducteurs de la chaleur. Leur grande résistance à la chaleur permet d'utiliser des procédés de métallisation à haute température.

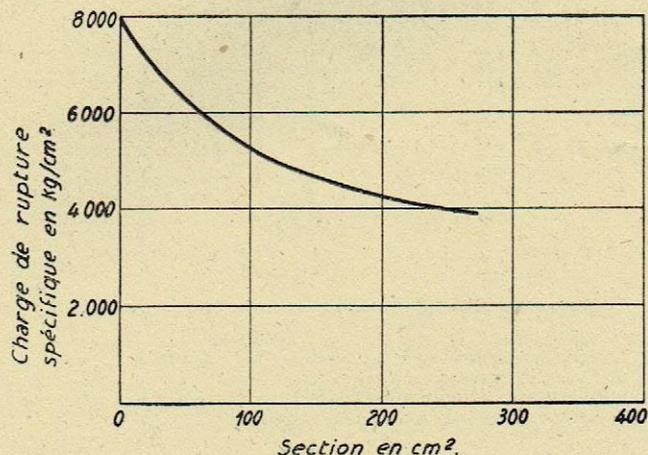


FIG. 3. — Charge de rupture à la compression en fonction de la section pour la stéatite.

b) *Dilatation thermique.* — Résistance aux changements de température. Les produits céramiques ont une faible dilatation thermique, de sorte qu'ils sont particulièrement aptes à la réalisation de pièces insensibles aux variations de température (circuits oscillants pour ondes courtes, condensateurs étalons).

Des pièces métallisées au cuivre ou à l'argent ont accusé des dilatations extrêmement faibles (de l'ordre de 10⁻⁶).

La résistance aux variations brusques de température est observée par l'essai qui consiste à plonger brusquement la pièce chaude dans l'eau froide et à répéter plusieurs fois cette opération pour des températures croissantes. Une faible dilatation thermique accompagne toujours une grande résistance aux changements de température.

V. — Propriétés électriques

a) *Constante diélectrique.* — La constante diélectrique est, d'après Maxwell, le rapport de l'intensité du champ électrique au déplacement électrique.

Dans le vide ou l'air, la constante diélectrique est 1.

Le champ électrique peut être représenté par des lignes de force dont la direction coïncide avec celle du déplacement électrique et dont la densité est proportionnelle à la grandeur du déplacement.

Prenons le cas d'un condensateur plan.

Les lignes de champ sont des droites perpendiculaires aux armatures ; elles ont partout la même densité. Le champ électrique occupe tout l'espace extérieur à l'isolant (champ de dispersion).

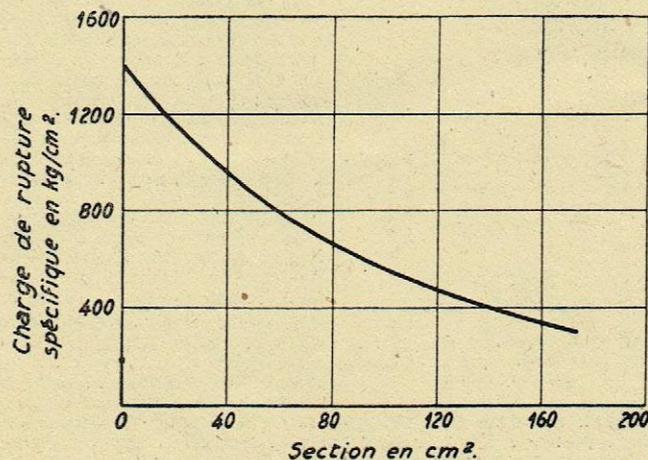


FIG. 4. — Charge de rupture à la flexion en fonction de la section pour la stéatite.

Au bord des armatures, dans l'air, l'intensité du champ et le déplacement sont plus grands qu'en d'autres points du champ de dispersion. Le courant de déplacement total correspond à la charge Q emmagasinée par le condensateur ; il est fonction de la tension U et de la capacité C.

La constante diélectrique des matériaux céramiques compacts est d'environ 5 à 6, ce qui est favorable à l'usage sous potentiel variable dans tous les cas où on ne cherche pas un effet de capacité.

Par contre, quand on utilise l'isolant céramique comme condensateur, on a toujours besoin d'une constante diélectrique élevée pour réaliser la capacité maximum sous le volume le plus réduit.

Les isolants poreux ont une faible constante diélectrique par suite de la présence d'air dans les cavités dont ils sont pourvus.

Les produits destinés à la construction de condensateurs sont à base de stéatite avec addition de bioxyde de titane (TiO₂) sous forme cristalline de rutile.

La constante diélectrique varie alors entre 40 et 80 suivant les produits ; elle diminue sensiblement avec l'accroissement de température. Le facteur de pertes tg δ est moindre que pour les autres matériaux, mais croît avec la température et avec la fréquence. Une addition d'oxyde de zirconium à l'oxyde de titane améliore les produits.

Une propriété particulière due au rutile est que le coefficient de température de la constante diélectrique est négatif, contrairement aux autres constituants céramiques dont le coefficient de température est positif.

Par une judicieuse association des produits de base, on peut réaliser des condensateurs insensibles aux variations de température (par exemple condensateurs Hescho de 10, 20 et 40 pf).

b) *Pertes diélectriques.* — Ces pertes correspondent à la quantité d'énergie transformée en chaleur Joule dans le diélectrique à chaque oscillation. Elles sont proportionnelles à la fréquence et au carré de la tension. On peut dire que le courant alternatif total I dans un diélectrique est la résultante d'un courant de déplacement ID diwatté et d'un courant de conduction IR watté (fig. 5).

Ce courant I est déphasé de l'angle φ par rapport à la tension U ; l'angle complémentaire est désigné par δ.

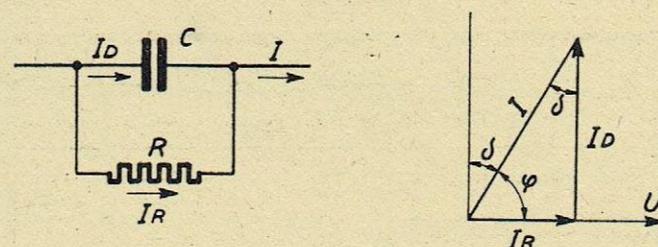


FIG. 5. — Courants wattés et diwattés et leur résultante dans un diélectrique.

$$\begin{aligned} \text{On a : } IR &= I \cos \varphi \\ ID &= I \sin \varphi \\ \frac{IR}{ID} &= \cotg \varphi = \operatorname{tg} \delta \end{aligned}$$

La puissance perdue $P = U I \cos \varphi$.

Or, $\cos \varphi = \sin \delta$.

φ est de l'ordre de 85° et δ est par conséquent voisin de 5°, soit $\operatorname{tg} \delta < 0,1$.

On peut écrire avec une très grande approximation :

$$\begin{aligned} \sin \delta &= \operatorname{tg} \delta, \\ \text{d'où } P &= U I \operatorname{tg} \delta. \end{aligned}$$

En remplaçant I par sa valeur $U \omega C$ il vient :

$$P = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta.$$

c) *Facteur de perte.* — Le facteur de pertes δ caractérise le comportement des isolants en courant alternatif. δ varie peu dans de grands domaines de fréquence.

Il suffit d'indiquer les valeurs de tg δ pour 50 pps, 10⁶ pps et 20 mégacycles par exemple.

En appelant K une constante dépendant de la forme et des dimensions du diélectrique et si ε est la constante diélectrique, on peut écrire :

$$C = K \epsilon,$$

d'où

$$P = U^2 \omega K \epsilon \operatorname{tg} \delta.$$

D'après les Américains tg δ peut être choisi pour désigner la qualité d'un isolant.

d) *Variations de tg δ.* — tg δ varie avec la température comme l'indique le tableau I relatif à deux matériaux céramiques particuliers.

TABLEAU I

FRÉQUENTITE		FRÉQUENTA	
tg δ × 10 ⁴	T en ° C	tg δ × 10 ⁴	T en ° C
10,5	50	5	50
12	100	7	150
15	180	9	250
20	225		

En ce qui concerne le comportement de tg δ avec la fréquence dans le domaine radio, le tableau II indique la variation de tg δ en fonction de la longueur d'onde pour quatre produits constants.

TABLEAU II

STÉATITE		CALIT		CALAN		PORCELAINE DURE	
tg δ × 10 ⁴	λ m	tg δ × 10 ⁴	λ m	tg δ × 10 ⁴	λ m	tg δ × 10 ⁴	λ m
15	6 à 7	10 à 14	20	4,5	6	85	6
18	75	13,5	70	3,8	25	63	25
19	150	13 à 15	100	3,5	50	50	75
20	300	13 à 16	200	3,5	100 à 200	48	150
		15 à 16	300			55	300

Le tableau III donne encore la variation de tg δ en fonction de λ aux ondes ultra-courtes pour quelques matériaux céramiques comparativement avec quelques autres matériaux isolants.

TABLEAU III

MATÉRIAUX	TG δ × 10 ⁻⁴				
	λ = 6 M	λ = 3 M	λ = 1,50 M	λ = 0,75 M	λ = 0,60 M
Ultra calan...	1,2	1,1	—	—	—
Fréquenta	1,9	1,8	4	4	—
Condensa	3,8	3,5	5	5	—
Silice	1,2	1,1	2	—	2
Trolitul	1,5	1,5	4	4	4
Mica	1,6	1,6	2	2	—
Verre au plomb	11	14	—	—	—
Caoutchouc...	120	120	230	200	—
Bakélite.....	450	500	—	—	—

Enfin, le tableau IV indique, pour trois matériaux différents, quelle est la température atteinte pour chacun d'eux dans un champ HF correspondant à λ = 7 mètres ; ces matériaux étant caractérisés par leur tg δ à λ = 35 mètres.

TABLEAU IV

TG δ × 10 ⁴ A λ = 35 M	TEMPÉRATURE ATTEINTE DANS UN CHAMP HF A λ = 7 M
8,4	11° C
22,5	16
110	181

e) Méthodes de détermination de tg δ. — 1° Méthode de substitution : en remarquant qu'un condensateur avec pertes est égal à un condensateur sans pertes qui comporte une résistance en série Rs ou une résistance en parallèle Rp, on substitue au condensateur à étudier un condensateur de même capacité sans pertes (condensateur à air) et on ajuste une résistance série ou parallèle de façon à obtenir le même amortissement de la courbe de résonance.

Dans le montage en série, on a :

$$tg \delta = R_s \omega C$$

Dans le montage en parallèle, on a :

$$tg \delta = \frac{1}{R_p \omega C}$$

Pour qu'avec les angles de pertes très petits on ait une bonne précision, il faut obtenir une différence d'amplitude assez importante.

Par suite, l'atténuation du montage doit être faible et l'indicateur de tension doit être à faible consommation (électromètre ou voltmètre à lampe).

Une autre difficulté provient de l'évaluation exacte de la perte par « effet de peau » dans la résistance de substitution. Celle-ci doit être de l'ordre de grandeur de la résistance inconnue.

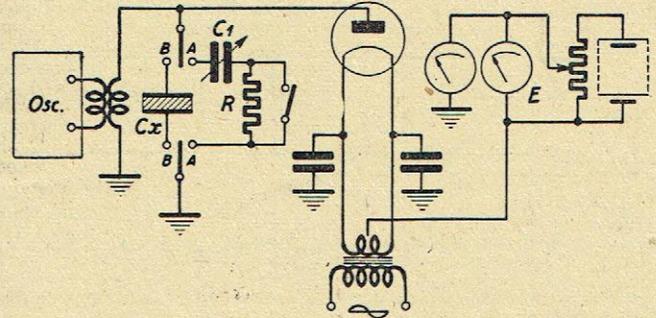


FIG. 6. — Montage pour la mesure du facteur de pertes.

Le montage à employer est donné par la figure 6.

Si E₁ est la tension sans le diélectrique à essayer ; E₂ est la tension avec le diélectrique à essayer ; E₃ est la tension sans le diélectrique à essayer, avec la résistance R branchée, on a :

$$R_x = R \frac{\frac{E_1}{E_2} - 1}{\frac{E_1}{E_3} - 1}$$

Il faut utiliser un couplage très lâche entre l'oscillateur et le circuit accordé. Le matériau à essayer est mis entre deux plaques pour former un condensateur Cx. La résistance, non selfique, est en fil de constantan mince ; et la valeur exacte est obtenue par la mise en parallèle des différents brins.

La clef double étant d'abord en B, on ajuste la fréquence de l'oscillateur de façon à avoir la déviation maximum de l'appareil E. On met ensuite la clef en A et on ajuste C1 de façon à obtenir à nouveau la déviation maximum de E (avec R court-circuitée). Enfin, on intercale R et on note la nouvelle déviation de E.

2° Méthode d'atténuation : ayant réglé à la résonance un circuit oscillant couplé à un oscillateur, on dérègle le circuit d'une quantité telle que la valeur du courant ou de la tension dans le circuit oscillant soit la moitié de la valeur à la résonance.

Le décrement est alors :

$$d = \frac{r \lambda 2_2 - \lambda 2_1}{2 \lambda 2_1} = \frac{r C_2 - C_1}{2 Cr}$$

d'où

$$R_x = 152,3 \frac{d_2 - d_1}{C}$$

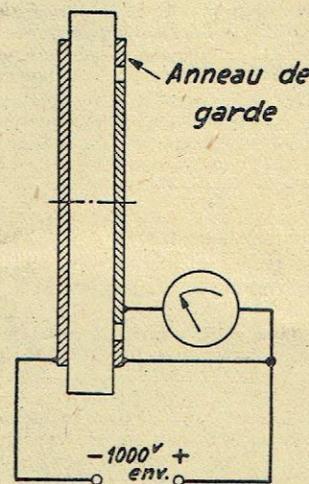


FIG. 7. — Dispositif pour la mesure de la résistance d'isolement dans la masse.

Cette méthode est valable pour autant que l'atténuation n'est pas trop faible ou que la variation de λ n'est pas trop importante, ce qui est difficile à réaliser aux fréquences très élevées.

f) Résistance d'isolement. —

1° Résistance dans la masse : c'est la résistance existant entre deux faces opposées d'un cube de 1 centimètre de côté. Elle est exprimée en ohm/cm. ; elle atteint, à la température ambiante, des valeurs voisines de 10¹³ ohm/cm. Elle diminue fortement avec l'élévation de température. Pour faire les mesures de résistance dans la masse, on doit d'abord s'assurer qu'il n'y a pas de courants superficiels (opérer dans l'air sec). Le dispositif est indiqué par la figure 7.

Les échantillons sont des disques d'au moins 50 pF de capacité. Deux armatures métalliques sont appliquées de part et d'autre ; l'une des armatures étant de diamètre plus petit, de façon à disposer un anneau de garde destiné à éliminer les courants superficiels. Une telle précaution n'est pas nécessaire quand on effectue la mesure aux températures élevées, parce qu'alors les courants de surface sont négligeables devant le courant dans la masse.

La résistance d'isolement diminue avec l'augmentation de température. Par exemple, une stéatite dont la résistance d'isolement est de 10^{10} ohms à 200° , ne fait plus que 10^7 ohms à 400° et 10^5 ohms à 700° C. (1).

2° *Résistance superficielle* : pour mesurer la résistance en surface, on applique deux électrodes sur la surface de l'échantillon

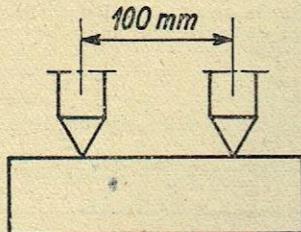


FIG. 8. — Dispositif pour la mesure de la résistance d'isolement superficielle.

comme il est indiqué sur la figure 8. Une tension continue d'un millier de volts est appliquée entre les deux électrodes, et le courant est mesuré au moyen d'un galvanomètre. Il existe une certaine cause d'erreur due à ce qu'un courant dérivé passe par la masse de l'échantillon. On peut répéter la mesure après avoir plongé l'échantillon dans l'eau ou dans l'acide sulfurique étendu.

Les produits céramiques compacts possèdent une résistance superficielle de l'ordre de 10^{10} ohms.

Pour les produits poreux, il n'y a pas lieu évidemment de distinguer le courant de surface et le courant dans la masse.

On mesure la résistance globale directement.

On peut protéger les matières poreuses contre l'humidité en les recouvrant (par imprégnation par exemple) de produits protecteurs (cires ou paraffines).

Il faut alors prendre garde que ces produits ne provoquent pas des pertes diélectriques supplémentaires qui pourraient être plus importantes que celles relatives à la matière céramique sèche et nue.

Les isolants qui doivent être exposés aux intempéries sont avantageusement protégés par une glaçure (émaillage). Cependant, là encore, il y a lieu d'être prudent, l'émaillage risquant d'augmenter quelque peu les pertes.

g) *Tension disruptive*. — Pour déterminer l'intensité du champ de percement, une certaine forme d'éprouvette est nécessaire. On doit s'attacher à éliminer l'influence néfaste des distorsions de champ sur les bords des armatures. La forme d'éprouvette la plus employée est représentée par la figure 9.

La rigidité diélectrique est exprimée en kv/cm.

Pour les matériaux du groupe stéatite, la tension disruptive est, à 10 pps, la moitié de celle en basse fréquence.

VI. — Caractères généraux des principaux produits céramiques

A. Porcelaine.

La porcelaine est un mélange de kaolin (50 %), de feldspath (25 %) et de sable quartzueux (25 %).

Une plus forte teneur en kaolin augmente la résistance à la chaleur ; s'il y a davantage de feldspath, la rigidité diélectrique croît, et si la proportion de quartz est plus élevée, la résistance mécanique est plus grande.

Le kaolin pur est un silicate d'alumine hydratée (mélange de 39,6 % d'alumine, de 46,5 % de silice, et 13,9 % d'eau).

A la place du feldspath, ou avec le feldspath, les mélanges peuvent contenir des fondants (oxydes alcalino-terreux, oxydes de béryllium, de bore, etc.).

Au lieu de quartz, ils peuvent contenir des oxydes tels que ceux de zirconium, de titane.

La cuisson s'opère vers 1350 à 1400° C., le retrait atteint 15 à 20 %.

Les tolérances admises sont de 3 à 4 %.

A la température normale, la porcelaine est opaque aux gaz.

A température élevée, elle laisse passer un peu l'hydrogène.

La porcelaine ne donne aucune combinaison avec les acides, sauf l'acide fluorhydrique.

L'émaillage empêche les pièces de se salir, d'être atteintes par les intempéries dans le cas d'emploi extérieur ; il augmente la résistance mécanique.

La chaleur spécifique de la porcelaine est de 0,258 calorie. La rigidité électrique, variable avec l'échantillon, est de 210 à 350 kv/cm. pour des épaisseurs comprises entre 1 et 6 mm.

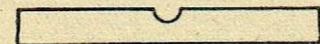


FIG. 9. — Forme d'éprouvette pour la mesure de la tension disruptive.

Elle est indépendante de la température jusqu'à 150° C et diminue ensuite progressivement jusqu'à 300° C. Au-delà de 300° , il se produit une transformation chimique qui fait perdre aux pièces leurs qualités isolantes.

(1) D'après W. WEICKER, in Viervogel - Isolierstoffe der Electrotechnik (Berlin 1937).

Le coefficient de dilatation linéaire est compris entre $2,5 \times 10^{-6}$ et $3,5 \times 10^{-6}$ mm/m/ $^{\circ}$ C.

La résistance à la compression est variable avec les dimensions de l'éprouvette.

Pour un diamètre de 20 cm., la résistance est de 10 kg/mm² ; pour un diamètre de 5 cm., la résistance est de 40 kg/mm².

La résistance à la traction est de 1,6 à 3,5 kg/mm².

Le module d'élasticité est de 6.800 à 7.800 kg/mm². La constante diélectrique est comprise entre 5 et 6,5. Le coefficient de pertes $\text{tg } \delta = 90$ à 110×10^{-4} .

Le poids spécifique est de 2,3 à 2,5.

La dureté est de 7 à 8 mohs.

Le pouvoir hygroscopique est faible.

Le point de fusion est de 1.600° .

B. Stéatite.

La stéatite est un silicate de magnésie hydratée.

Le produit de base est le talc. Celui-ci doit être exempt d'impuretés : oxyde de fer en particulier. Sa teinte est alors blanche. L'oxyde de fer lui confère une teinte gris verdâtre.

La stéatite réduit la porosité des produits céramiques où elle est mélangée.

La cuisson s'opère vers 1.400° C. Le retrait est de l'ordre de 10 à 11 %. Les tolérances admises sont de 2 à 2,5 %.

Par rapport à la porcelaine, la stéatite a une résistance mécanique plus grande, une résistance électrique plus élevée, et de faibles pertes.

La chaleur spécifique est de 0,19 à 0,2 calorie.

Le coefficient de dilatation linéaire est de $4,5 \times 10^{-6}$ à $8,5 \times 10^{-6}$.

La rigidité diélectrique est de 150 kv/cm pour une épaisseur d'éprouvette de 1 cm.

La résistivité est de 10^{20} ohms/cm.

La constante diélectrique est comprise entre 5,5 et 6,5.

Le poids spécifique est de 2,7 à 2,8.

Le facteur de pertes $\text{tg } \delta = 8$ à 10×10^{-4} .

La dureté est comprise entre 7 et 8 mohs.

Résistance à la traction : 500 à 800 kg/cm².

Résistance à la compression : 8.000 à 10.000 kg/cm².

Résistance à la flexion : 1.200 à 1.600 kg/cm².

Module d'élasticité : 0,9 à $1,1 \times 10^6$ kg/cm².

Point de ramollissement : 1.400° C environ.

Certaines stéatites ont été élaborées dont les pertes ont encore été réduites. Ce sont les produits nommés Calan, Calit et Fréquenta ($\text{tg } \delta = 5 \times 10^{-4}$).

Le silicate de magnésium après cuisson est insensible aux acides et aux bases.

On peut le souder au verre, et après métallisation, on peut le souder au métal.

La stéatite est utilisée très largement dans toutes les réalisations radio où l'on a besoin de supports ou isolateurs de haute qualité ou pour constituer les éléments H F eux-mêmes, condensateurs plateau, etc...

La tenue en température est bonne jusque vers 300° C.

C. Produits céramiques à base de rutile et de silicate de magnésie ou de rutile avec bioxyde de zirconium.

Le rutile, dont la constante diélectrique est de 110, doit toujours être mélangé à un fondant tel que le silicate de magnésie, ce dernier dans la proportion d'au moins 10 %.

La constante diélectrique se trouve alors ramenée à environ 80.

Le coefficient de température des fondants étant opposé à celui du rutile, on peut obtenir un mélange tel que la variation de sa constante diélectrique avec la température soit très faible, par suite d'une compensation mutuelle.

En ajoutant du bioxyde de zirconium au rutile, on produit un abaissement de la constante diélectrique ; par contre, le produit est meilleur au point de vue du coefficient de température et de la variation du facteur de perte avec la fréquence.

Le poids spécifique est de 3,6 à 3,9.

D. Produits à base d'oxyde de magnésie.

Ces produits (Ergan, par exemple) sont souvent utilisés, à l'heure actuelle, à la réalisation de plaquettes ou entretoises isolantes d'électrodes des lampes de radio (généralement en remplacement des isolants mica).

On peut les usiner après cuisson avec des outils en Widia.

La constante diélectrique peut varier de 2,7 à 4,5 et $\text{tg } \delta$ de 3 à 5×10^{-4} , suivant les échantillons.

Le coefficient de dilatation linéaire est de 9 à $9,5 \times 10^{-6}$ mm/m/ $^{\circ}$ C.

Le poids spécifique est de 3,6.

La densité apparente est de 2,04 (matière essentiellement poreuse).

E. Produits au titanate de magnésium

Il s'agit de mélanges de titane avec des alcalino-terreux (mélanges exempts de silicate de magnésium ou d'alumine).

Ces produits sont appelés Tempa.

La constante diélectrique est voisine de 14, et $\text{tg } \delta = 1$ pour les fréquences de 30 à 50 mégacycles.

Le tableau V résume les propriétés physiques des principaux produits céramiques.

Prix du moule réduit, cadence de pressage plus grande, contrôle simplifié, suppression des retouches ou usinages ultérieurs après pressages, réduction des déchets dus à la casse, etc...

Les tolérances doivent être les plus larges possible.

Les angles seront avantageusement arrondis, de façon à réduire l'usure des moules et éviter les bavures.

Eventuellement, les parties en saillie auront leurs parois inclinées de quelques degrés pour faciliter le démoulage.

Réduire le plus possible les niveaux différents.

TABEAU V

	Porcelaine		Stéatite	Calit	Fréquenta	Carborandum
	Non émaillée	Emaillée				
Poids spécifique	2,4		2,7	2,7	2,7	3,9
Dureté en mohs	7		7,5	7,5	7,5	9
Point de fusion en degrés C.....	1.600		—	—	—	2.050
Temp. de ramollissement sous une charge de 2 kg/cm ² en degrés C.....	1.410 à 1.550		1.470	1.310	1.440	1.730
Résistance à la traction en kg/mm ²	2,4 à 3,2	3 à 5	5,5 à 8,5	6,5 à 9,5	5,5 à 8,5	3,5
Résistance à la compression en kg/mm ²	30 à 45	30 à 55	75 à 95	85 à 100	90 à 95	51 à 62
Résistance à la flexion en kg/mm ²	3 à 8	6 à 10	11 à 14	14 à 16	14 à 16	12
Résistance à la flexion par choc en kg/mm ²	1,3 à 2,2	1,8 à 2,3	2,5 à 4,5	3,5 à 4,5	4 à 5	3,1
Résistance à la torsion en kg/mm ²	1,8 à 2,5	2,5 à 4	5	—	—	—
Module d'élasticité en kg/mm ²	7.500 à 8.000	6.800 à 7.100	5.000 à 11.000	—	9.000 à 11.000	23.500
Coefficient moyen de dilatation linéaire ($\alpha \times 10^7$).....	25 à 55		76 à 85	78	70 à 80	46 de 20-100° 68 de 20-400° 80 de 20-800°
Chaleur spécifique cal/G1/degé.....	0,25 à 0,3		0,20	—	0,194	0,25
Conductibilité calorifique cal/cm. sec/degé.....	0,0019 à 0,0037		0,0054	—	0,0061	0,047 à 20° C 0,019 à 400° 0,013 à 900°
Résistance électrique spécif. ohm/cm. à 20° C.....	10 ¹⁸		10 ¹⁵	—	10 ¹⁵	—
Rigidité diélectrique kv/mm à 20° C.....	10 ⁵		10 ⁶	1,8 × 10 ⁶	2 × 10 ⁶	1,8 × 10 ¹¹
A 400° C.....	30 à 35		20 à 30	35 à 45	35 à 45	15
Constante diélectrique.....	5		—	—	—	5,7
Pertes diélectriques $\text{tg } \delta \times 10^4$:	3 à 6,5		5,5 à 6,5	6,5	5,6	9,5 à 9,9
A 50 pps.....	170 à 200		25 à 100	—	10 à 15	32 à 77
A 10 ⁶ pps.....	—		15 à 20	4	4,7	—
A 5 × 10 ⁷ pps.....	70 à 120		8 à 15	3,2	2,8	—

Conclusion

Nous concluons par quelques considérations sur les relations qui doivent s'établir normalement entre les fabricants de produits céramiques et les usagers.

Du fait que la fabrication d'isolants en stéatite est une industrie relativement récente, ses méthodes et problèmes d'usinage ne sont pas très connus des usagers de ces produits.

Il en découle des difficultés de réalisation de certaines pièces conçues par les bureaux d'études des usines radiotechniques, sans souci des possibilités de fabrication.

Dans d'autres cas, des dessins plus étudiés peuvent amener à des pièces meilleur marché et de production plus rapide.

D'une façon générale, le pressage est le procédé de fabrication le plus économique, parce que les pièces peuvent être pressées avec une vitesse considérable.

Le projet d'une pièce à presser doit être réalisé en prenant souci de la plus grande simplicité pour les raisons suivantes :

Eviter les parois minces trop fragiles.

Les pièces ne doivent pas être trop longues, dans la direction du pressage, en proportion de la section.

Si l'entre-axe de deux trous doit être précis, l'un d'eux devra être dessiné ovalisé.

On peut obtenir une grande précision de cotes par un usinage après cuisson (rectification, surfacage, perçage), mais ceci moyennant un sensible accroissement du prix des pièces ainsi traitées.

Dans tous les cas, l'usager a intérêt, après avoir fait son projet, à soumettre celui-ci au fabricant de façon à réaliser en accord avec ce dernier le dessin idéal définitif de la pièce.

BIBLIOGRAPHIE

- Hochfrequenzkeramik, par E. ALBERS-SCHNÖBERG.
- Der Kondensator unter Fernmeldetechnik, par GEORG STRAIMER.
- Physique et technique des ondes ultra-courtes, par HOLLMAN.
- Technique des tubes à vide, par ESPE et KNOLL.

BIBLIOGRAPHIE

L'AMPLIFICATEUR A EXCITATION PAR LA CATHODE par J. J. Muller, ingénieur à L.M. T. (Annales de la Radio-diffusion, octobre 1943, t. III, n° 3, p. 10 à 23, 14 figures).

Pour les émetteurs de grande puissance sur ondes courtes et ultra-courtes, l'amplificateur à excitation par la cathode présente sur ceux excités par la grille, divers avantages : capacité résiduelle plus faible, puissance de sortie plus élevée, plus grande facilité de neutralisation, et parfois contre-réaction automatique.

En ondes courtes, on en fait les deux applications suivantes :

1° *Liaison par capacités* : on relie les grilles à un point de potentiel HF nul et

on neutrodyne l'amplificateur par un pont de capacités de neutrodyne égales aux capacités intérieures filament-anode. (Strong, the inverted amplifier. *Electrical Communication* 1941, vol. 19, n° 3, p. 32-36.)

2° *Liaison inductive* : on neutrodyne l'amplificateur en plaçant entre grilles une réactance inductive telle que le couplage entre circuit d'entrée et circuit de sortie dû aux capacités internes des lampes se trouve compensé (Mallein et Rabuteau, l'émetteur de télévision de la Tour Eiffel. *Revue des communications électriques*, avril 1939, vol. 17, n° 4, p. 376-392).

Ces deux modes de liaison sont des cas particuliers du cas le plus général, dans lequel l'amplificateur est neutrodyné par des condensateurs de valeur différente de la capacité interne, combinés avec une réac-

tance appropriée entre grilles. Le choix de la capacité de neutrodyne permet de faire varier, d'une manière continue, les propriétés de l'amplificateur, tant du point de vue de l'amplification en puissance que du point de vue stabilité et contre-réaction.

Le couplage entre circuits d'entrée et de sortie dû aux capacités internes des lampes est nuisible parce qu'il détermine la modulation de phase, ne permet pas l'indépendance de l'accord des circuits d'entrée et de sortie et s'oppose à la suppression totale du signal de sortie, le courant dans ce circuit n'étant pas indépendant de la tension aux bornes du circuit d'entrée.

Dans l'amplificateur classique, le couplage entre circuit de grille et circuit anodique est produit par la capacité interne

grille-anode Cgp. L'impédance dynamique reliant les circuits se comporte comme une capacité qui peut être décuplé de la capacité interne statique et qui varie en fonction de la tension appliquée et de l'accord du circuit de sortie.

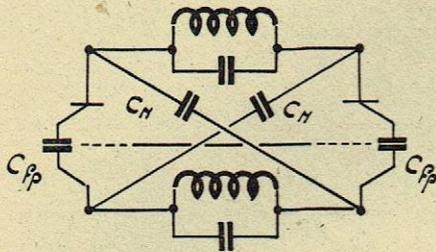


FIG. 1.

Tout se passe comme si la source d'excitation débitait dans une impédance présentant un angle de phase variable avec la modulation. Ces variations de modulation de phase peuvent atteindre 90°. D'autre part, une modulation de grille à 100 % n'est pas possible, parce qu'une simple diminution de la tension continue de grille ne parvient pas à arrêter tout passage du signal à travers l'amplificateur. Pour éviter ces inconvénients, on utilise le pont à deux capacités de neutrodyne de valeurs égales à la capacité interne. Il n'y a plus, alors, de modulation de phase, les accords des circuits sont indépendants, les tensions entre grilles et entre plaques sont indépendantes. Un étage est neutre lorsque le couplage entre circuits d'entrée et de sortie est nul.

L'amplificateur inversé peut être neutrodyné par un pont de capacités en croix, égales aux capacités internes filament-

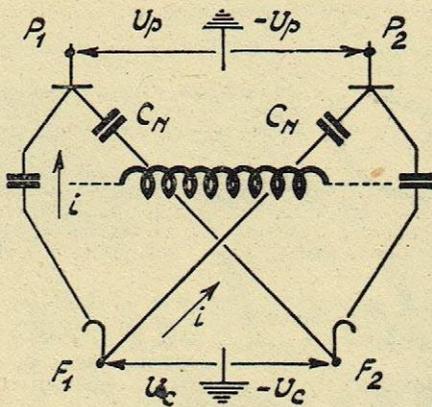


FIG. 2.

anodes (fig. 1). Les inductances des connexions doivent être compensées par des capacités en série.

On peut aussi utiliser à la neutrodynation ces inductances. On peut combiner une réactance appropriée entre grilles avec une valeur de neutrodynes différente de la capacité interne (fig. 2). Le courant capacitif entrant par la cathode ne dépendant pas de la tension anodique, l'étage est neutre, sans modulation de phase. Il faut

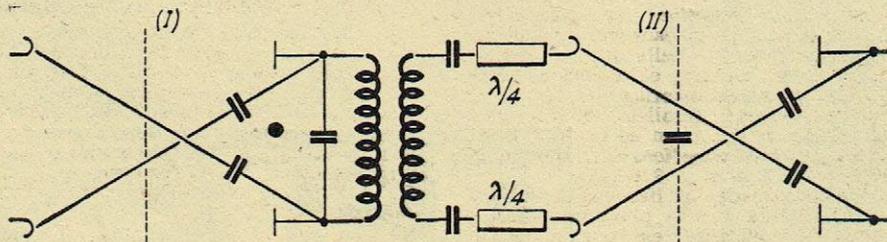


FIG. 3.

compenser l'inductance de la connexion filament et éviter les valeurs exagérées du courant de grille. La condition de neutralité est satisfaite pour des valeurs quelconques du neutrodyne si la condition de disposer entre grilles d'une réactance variable accordée, constituée par exemple par une capacité en série avec deux inductances. Cette réactance de grille n'est traversée que par des courants provenant des capacités adjacentes et la neutrodynation reste correcte quel que soit le courant électronique d'anode.

Ce qui permet le réglage de l'amplification en puissance en fonction de la valeur des capacités de neutrodyne tout en maintenant l'indépendance du point de vue des courants réactifs entre les circuits de filament et d'anode. Il faut utiliser les tubes pour qu'ils fournissent le maximum de puissance compatible avec la tension anodique continue, leur courant de saturation et la puissance dissipable. L'auteur détermine la tension d'excitation et la variation de l'amplification en puissance en fonction de la capacité de neutrodyne.

A puissance constante fournie par les tubes, la puissance d'excitation à fournir aux tubes augmente quand la capacité de neutrodyne augmente. Mais l'amplification en puissance diminue quand les capacités de neutrodyne augmentent. La puissance de sortie est donc fonction croissante des capacités de neutrodyne, puisque la puissance totale fournie par l'étage est égale à la somme de la puissance d'excitation et de la puissance fournie par les lampes.

Pour avoir une forte amplification en puissance, on réduira au maximum les capacités neutrodynes ($C_n < C_{fp}$).

Pour avoir une forte puissance de sortie, avec excitateur, on prendra $C_n > C_{fp}$.

Dans le cas de la figure 3, le circuit cathodique de l'étage II contient une ligne quart d'onde associée à un circuit de couplage magnétique à accord série. La ligne permet d'accorder la capacité entre filaments au moyen des condensateurs du circuit de couplage. L'impédance entre filaments est transformée à une valeur assez faible pour permettre le couplage magnétique variable avec accord série.

Il y a stabilité si la puissance débitée par le tube vers sa cathode est inférieure à la puissance nécessaire pour faire passer le courant anodique à travers la résistance cathodique.

Le fait que la neutralité ou l'indépendance des circuits soit réalisée au point de vue réactif n'implique pas la stabilité, parce que la tension grille-cathode n'est pas indépendante du courant anodique. Il peut y avoir autooscillation si les neutrodynes sont plus faibles que la capacité interne (réactance inductive entre grilles) et si la résistance cathodique est faible.

L'amplificateur inversé neutrodyné par inductance entre grilles convient particulièrement bien aux émetteurs de télévision, dont le circuit anodique est chargé pour des raisons de bande passante et dont le circuit de filament est amorti. On peut toujours choisir des valeurs de neutrodyne telles qu'on assure à la fois la neutralité et la stabilité.

Au point de vue de la contre-réaction, les neutrodynes de valeur supérieure à la capacité interne ont le même effet qu'une résis-

tance introduite entre filament et masse. Les amplificateurs présentant cette contre-réaction conviennent particulièrement à l'amplification de haute fréquence modulée. Une chaîne d'étages de ce genre permet d'économiser un modulateur de classe B. Les distorsions de l'amplificateur classique, dues au courant de grille, sont fortement réduites, le courant de grille étant faible par rapport au courant anodique.

En résumé, les amplificateurs inversés peuvent être neutrodynés par des capacités différentes des capacités internes, combinées avec une réactance appropriée entre grilles. On peut ainsi régler l'amplification en puissance, le taux de contre-réaction et la stabilité.

LISTE DES BREVETS

- 892.814 : 24 mars 1934. — SOC. C. LORENZ AKTIENG. — Dispositif correcteur des erreurs de relèvement goniométrique.
- 892.816 : 24 mars 1943. — SOC. DITE FIDES GESELLSCHAFT FÜR DIE VERWALTUNG UND VERWERTUNG VON GEWERBLICHEN SCHUTZRECHTEN m. b. H. — Récepteur de signaux électriques.
- 892.829 : 24 mars 1943. — SOC. DITE N. V. PHILIPPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN. — Cavité de résonance pour ondes radio-électriques ultra-courtes.
- 892.834 : 25 mars 1943. — SOC. DITE LICENCIA PATENT VERWALTUNGS G. m. b. H. — Ligne aérienne de transmission à distance.
- 892.854 : 25 mars 1943. — SOC. C. LORENZ AKTIENG. — Dispositif de vérification de la fréquence.
- 892.903 : 26 mars 1943. — SOC. ZEISS IKON AKTIENG. — Haut-parleur.
- 892.904 : 26 mars 1943. — SOC. DITE N. V. PHILIPPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN. — Dispositif destiné à la production d'oscillations à très haute fréquence.
- 892.908 : 27 mars 1943. — SOC. DITE ALBISWERK ZUERICH A. G. — Installation pour la transmission d'ordres à distance.

(Liste communiquée par la Compagnie des Ingénieurs-conseils en propriété industrielle.)

PETITES ANNONCES

Importateur grossiste hollandais désire entrer en relations avec fabricants matériel T. S. F., pièces détachées radio et matériel électro-ménager maintenant et après la guerre. Ecrire sous le n° 970 à la revue qui transmettra.

Vends ampli. 30 W mod. neuf, complet avec H. P. et meuble radio-phono, 9 lampes état neuf. GILLET, Thiel-s.-Acolin (Allier).

Etudiant recherche : Barkhausen tubes à vide et applic. Tome II, Quinet Théo. et prat. des ampli. VENIAT René, à Triangle, par Coulommiers (S.-et-M.).

Ing. A. M. ESE. 33 a. peut dispos. moitié de son temps pr s'occup. études, rech. mises au point, construct. pet. matér. mécan., élect. ou radioélect. Ecrire M. DUMONCHELLE, 63, rue Truffaut, Paris (17^e).

Liquide : stock p. détachées et lampes pour dépan. Téléphoner matin : LAB. 16-49.

Ing tr. au cour. basse fréq. et agents techn. d'inst. demandés Ets Charlin, 181 bis, r. de Châtillon, Montrouge (Seine). Visa 07.920.

A vendre p. cause d. emploi : un générateur H.F., un lampemètre DAYRAD en b. état, un modulateur de fréquence I.D.T., une machine à bobiner T.S.F., état neuf. Radio-Ser-vice, 105, av. du MI Michel-Bizot Paris-12^e.

Distorsiomètre L.E.A. Type E.H.D.2

Dans le numéro de mars 1944 de la *Radio Française*, nous avons fait une description succincte de quelques appareils de mesure construits par le Laboratoire Electro-Acoustique de Neuilly-sur-Seine.

Ayant reçu de nombreux lecteurs des demandes de renseignements concernant ces appareils, il nous a paru intéressant de revenir avec plus de détails sur la description de l'un d'eux.

Le Laboratoire Electro-Acoustique a réalisé un appareil de mesure universel permettant de relever facilement et rapidement les trois caractéristiques principales d'un appareil de transmission, c'est-à-dire la distorsion non linéaire (taux d'harmoniques), la distorsion linéaire (courbe de fréquence) et le rapport signal-bruit de fond.

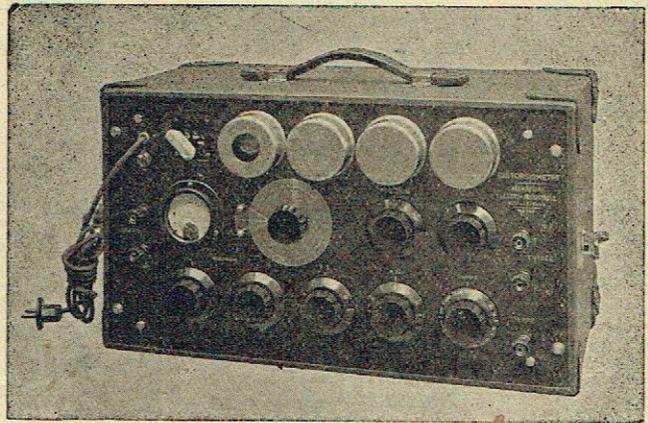
Il se compose d'un pont accordé, connu sous le nom de « pont d'harmoniques », d'un amplificateur et d'un instrument de mesure gradué en décibels.

Le principe de la mesure du taux d'harmoniques est le suivant : Après avoir éliminé la fondamentale par le pont accordé, on compare la somme géométrique des harmoniques avec la fondamentale même. A cet effet, on réduit l'amplitude de la fondamentale à l'aide d'un potentiomètre jusqu'à ce que l'on obtienne la même déviation de l'instrument de lecture que pour les harmoniques seules.

Tout a été prévu pour simplifier cette manipulation autant que possible. Il y a un bouton qui fixe la gamme de fréquences et quatre pour l'accord exact du pont. La mesure du taux se fait par lecture directe sur le cadran du potentiomètre, mentionné plus haut, gradué de 0,3 % à 35 %.

Pour la mesure de la courbe de fréquence, le pont accordé est éliminé et on n'utilise que l'amplificateur et l'instrument de mesure. Le même potentiomètre qui sert pour la mesure du taux d'harmoniques sert dans ce cas comme affaiblisseur pour régler le gain de l'amplificateur. A cet effet, le cadran porte, outre la graduation en %, une deuxième graduation en décibels. L'instrument de mesure étant également gradué en décibels, on peut facilement relever la courbe de fréquence d'une source, directement en Dbs, par la lecture de la déviation de l'instrument et de la position du cadran.

La mesure du rapport signal-bruit de fond s'effectue de la même



manière. On fait sur l'instrument et sur le cadran la lecture du bruit de fond, et on mesure ensuite, après un affaiblissement convenable, l'amplitude du signal. La différence des deux lectures donne immédiatement le rapport signal-bruit en Dbs.

Pour ne pas charger la sortie de l'appareil à contrôler, l'entrée du distorsiomètre a été choisie à 10.000 ohms, ce qui permet d'utiliser l'appareil dans tous les cas. D'autre part, le gain de l'amplificateur étant fixe pour la mesure du taux d'harmoniques, on est toujours certain de ne rien surcharger.

L'instrument de lecture a une caractéristique quadratique pour répondre aux conditions techniques de la mesure du taux.

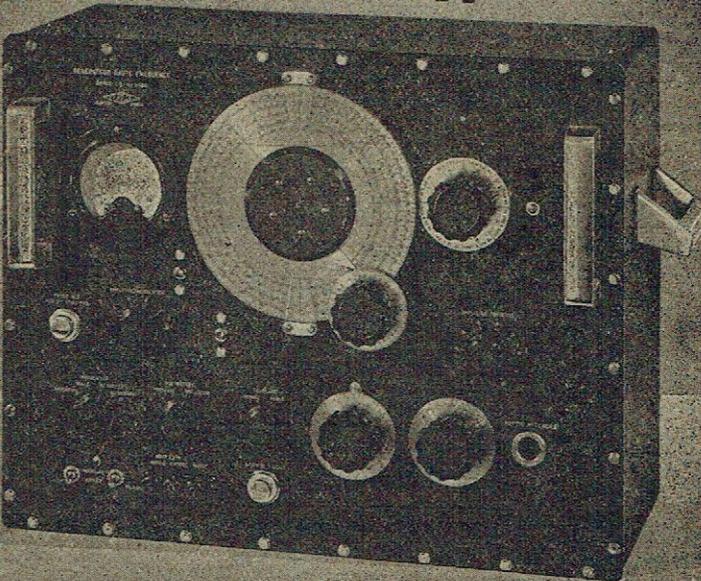
Deux bornes de sortie sont prévues pour le contrôle visuel de la phase et du rang des harmoniques (oscilloscope).

Caractéristiques principales.

- Impédance d'entrée : 10.000 ohms.
- Tension d'entrée maximum : 10 volts.
- Impédance de sortie : 5.000 ohms.
- Fréquences analysables : de 30 à 6.000 pps, 3 points fixes (30, 40, 60 pps) et de 70 à 6.000 pps de façon continue.
- Gamme de taux : 0,3 à 35 %.
- Mesure de la courbe de fréquence : entre - 30 et + 30 dbs.
- Mesure du rapport signal-bruit de fond : jusqu'à 60 dbs.
- Alimentation : 100 à 240 volts, 50 pps



NOUVEAU
GÉNÉRATEUR H.F.
Type L3



Représentant en Zone non Occupée
Établissements ROJAT, 158, Rue de Vendôme. LYON

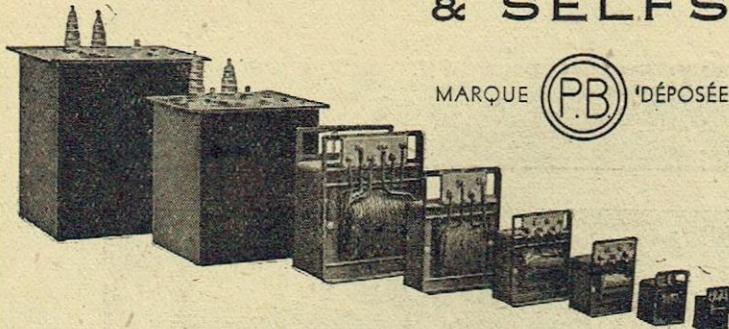
PUBL. RAPP.

La plus haute qualité caractérise les récepteurs



175, rue de Flandres
PARIS - 19^e

TRANSFORMATEURS & SELFS



MARQUE  DÉPOSÉE

LA CONSTRUCTION RADIOÉLECTRIQUE

(ANCIENS ÉTABLISSEMENTS J. PEYROUZE ET J. BENEZÉCH)

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

DIX ANS D'EXPÉRIENCE DANS LA

TÉLÉVISION

TELLE EST LA GARANTIE DES ÉTABLISSEMENTS :

LA MODULATION

CONSTRUCTEURS DES RÉCEPTEURS D'IMAGES.

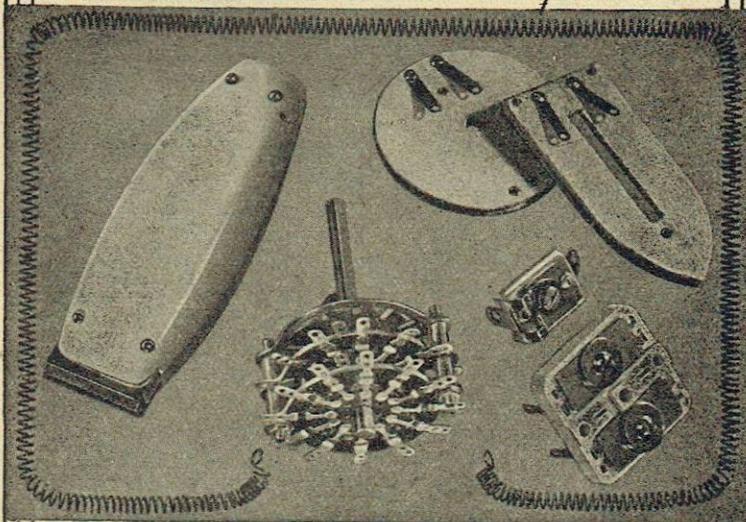


LA MODULATION

S. A. R. L. AU CAPITAL DE 400.000 FRS

43, RUE DU ROCHER — PARIS — Tél. LAB. 09-64

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

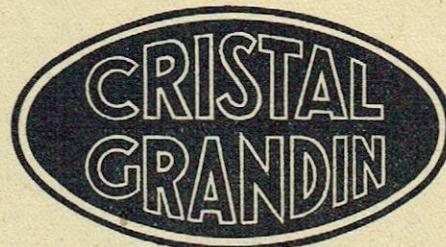
S.A.R.L.
C^e 1.000.000

C.I.M.E.

17, RUE DES PRUNIER, PARIS XX^e

TÉL.
MÉN. 90-56
ET LA SUITE

**POUR L'AVENIR...
être revendeur**



**sera une garantie de
réussite!**

Documentez-vous dès à présent

E^{TS} GRANDIN

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

PUBL. RAPPY

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

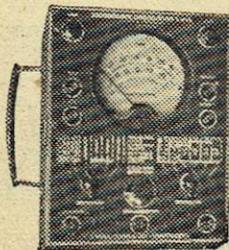
**5 TYPES DE CONTRÔLEURS
UNIVERSELS :**

13 K, 1333, 333, GM, 432

MULTIMÈTRE Z41, 1 à 75 sensibilités
échelle de 100 %

ADAPTATEUR CR

pour mesure des capacités et résistances avec 13 K



Notices et tarifs franco sur demande

BRION LEROUX & C^{ie}

Société Anonyme au capital de 2.000.000 de francs
Appareils de Mesures Electriques

TÉL. : NORD } 81-48
81-49

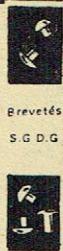
40, QUAI JEMMAPES
PARIS-X^e

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

Condensateur "MICARGENT"
au mica métallisé pour H. F.

Modèle nu — Grattable pour M. F.
Type professionnel — Boîtier stéatite
Type Marine - Emission petite puissance

PUBL. RAPPY



ANCIEN ET
BAC

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



CRÉATEUR EN FRANCE DU RIVET RADIO

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

fonclés en
1783

LA PRÉSENTATION FACILITE LA VENTE

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

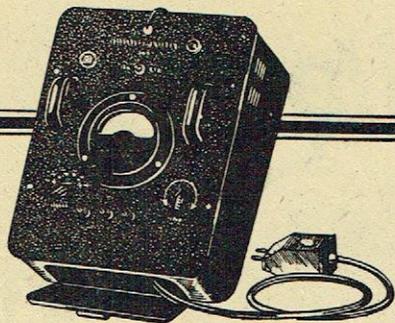
Voyez les Etablissements G. JARDILLIER (DÉPARTEMENT GRAVURE MÉCANIQUE)
68, rue Jean-Jaurès, 68 -- LEVALLOIS-PERRET (Seine)

14 années d'expérience

OREOR

BOBINAGES
AMATEURS & PROFESSIONNELS

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



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 640.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL :
22^m, Boul' de la Bastille
PARIS-XII^e
TEL. : DOR. 69-90, 69-91

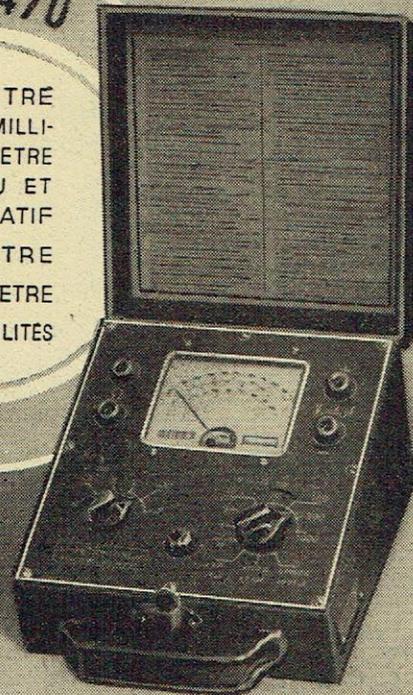
USINES A :
BLÉNEAU (Yonne)
et BRIOUDE (H^e-Loire)



PUB. RAY

CONTROLEUR UNIVERSEL 470

VOLTMÈTRE
MICRO & MILLI-
AMPEREMÈTRE
CONTINU ET
ALTERNATIF
OHMMÈTRE
CAPACIMÈTRE
35 SENSIBILITÉS



CARTEX 15, Avenue de Chambéry
ANNECY (Haute-Savoie)

Téléphone : 8-61 - Télégr. : Radio-Cartex

Agent pour Seine et Seine-et-Oise : R. MANÇAIS, 15, Faub. Montmartre, PARIS
Téléphone : PRO. 79-00

"RADIOSTELLA"

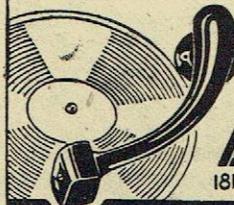
S. A. R. L. 180.000 frs

ÉTUDE DE TOUS TRANSFORMATEURS
APPAREILS DE MESURE POUR TÉLÉCOMMUNICATIONS

51 bis, rue Piat
PARIS (XX^e)

Téléphone :
MENilmontant 92-72

LE PICK-UP **STELLA** DE QUALITÉ



*Plus fidèle qu'un Dynamique
Plus puissant qu'un Caprétique*
B^e France et Etranger

A. CHARLIN

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

AT A. ANNECY

VOTRE AVENIR EST DANS L'ÉLECTRICITÉ

Cours le
JOUR le SOIR

Cours par
CORRESPONDANCE

ECOLE 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)



PUBLICITÉS - RÉUNIES

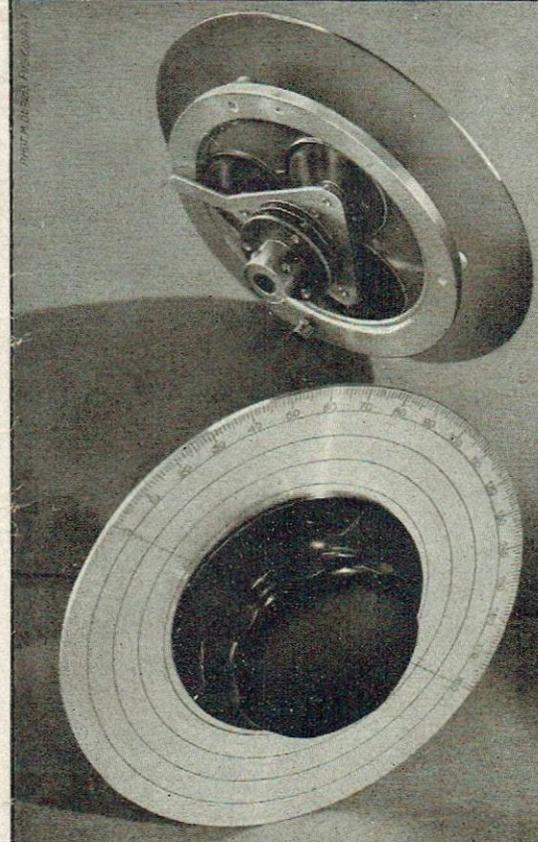
**VOLTMÈTRE
ÉLECTRONIQUE**



GÉNÉRATEUR H.F.
GÉNÉRATEUR B.F.
CONDENSATEUR
ÉTALON
ONDE MÈTRE
HÉTÉRODYNE
VOLTMÈTRE
ÉLECTRONIQUE
Q. MÈTRE WATTMÈTRE
PONT DE DISTORSION
DÉTECTEUR
QUADRATIQUE
SPECTROGRAPHE
PANTOGRAPHÉ
CUVE D'ANALOGIE

GEFFROY & C^{IE}
CONSTRUCTEURS

9, Rue des CLOYS - PARIS 18^e
TEL: MONTMARTRE 29-28



**DEMULTIPLICATEUR
EPICYCLIQUE**

RAPPORT 10:1

OMEGA

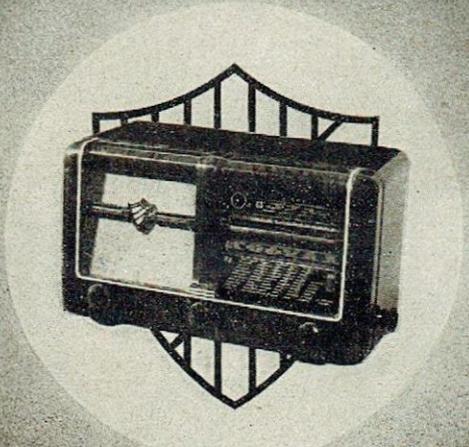
SOCIÉTÉ ANONYME

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

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

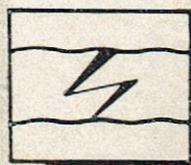


LA MARQUE
CLARVILLE
TOUJOURS
I-NE-GA-LA-BLE



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

SOCIÉTÉ NOUVELLE DES E^{TS} **CLARVILLE**
CONSTRUCTIONS RADIO-ÉLECTRIQUES
Société au Capital de 2.000.000 de Francs
Téléphone : MENIL : 61-17 — 6 Impasse des Chevaliers — PARIS 20^e



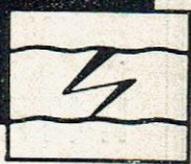
RADIO

ÉMETTEURS ET RÉCEPTEURS
PROFESSIONNELS DE TOUS
TYPES - ONDES MÉTRIQUES
RADIODIFFUSION - TÉLÉVISION - RADIOGUIDAGE

101, BOULEVARD MURAT
PARIS-16^e TÉL. AUT. 81-25

SOCIÉTÉ ANONYME DES INDUSTRIES RADIOÉLECTRIQUES

SADIR
ET DES ATELIERS J. CARPENTIER



6, IMPASSE
LEMIÈRE
PARIS XIX^e

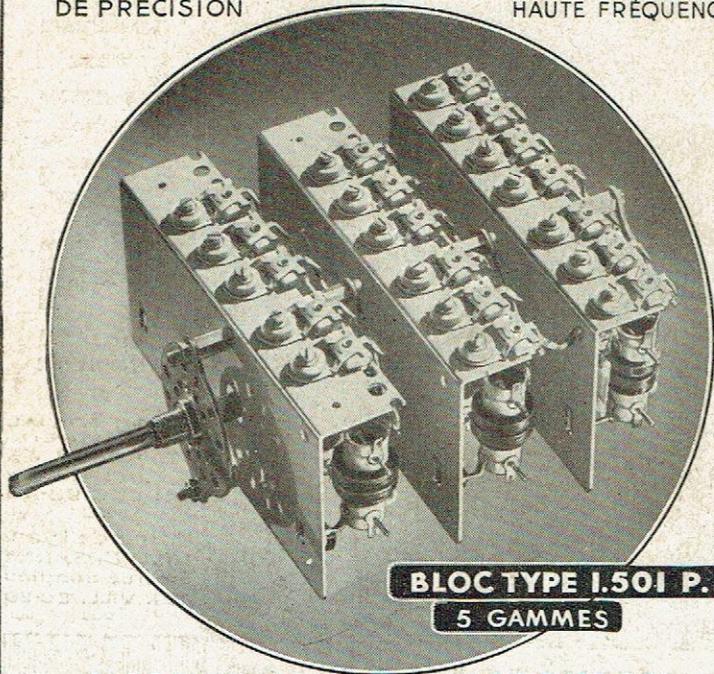
LES ATELIERS

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- à 51-
1 Gamme P. O. - 1 Gamme G. O.

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

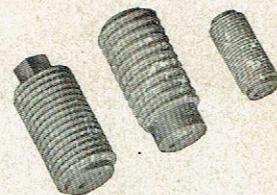
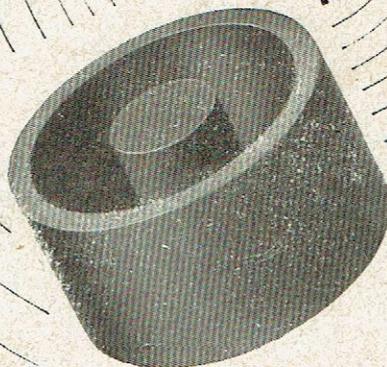
Ces deux types de blocs sont étudiés et réalisés comme notre bloc ci-contre : Type 1.501

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

PUB. M. DUPUIS

LE

NOYAUX MAGNÉTIQUES



Publi Corret

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

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

LE PREMIER EN FRANCE

INTEGRA

a construit
industriellement
des récepteurs de

TÉLÉVISION

FORT DE SES 13 ANNÉES
D'EXPÉRIENCE EN CETTE
MATIÈRE, IL DEMEURE A
L'AVANT-GARDE DU PROGRÈS

INTEGRA 6, rue Jules-Simon, 6
Boulogne-sur-Seine (Seine)
Tél. : Mol. 37-00

PUBL. RAPPY

MICROVOLTMETRE A LAMPES

50 MICROVOLTS
500 MILLIVOLTS



54 RUE DU THEATRE. PARIS. XV^e
SUF. 72-74

Ⓐ 44