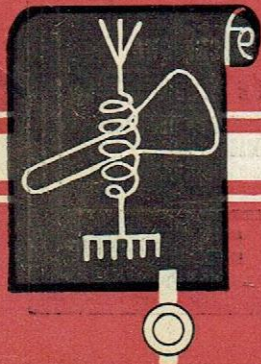
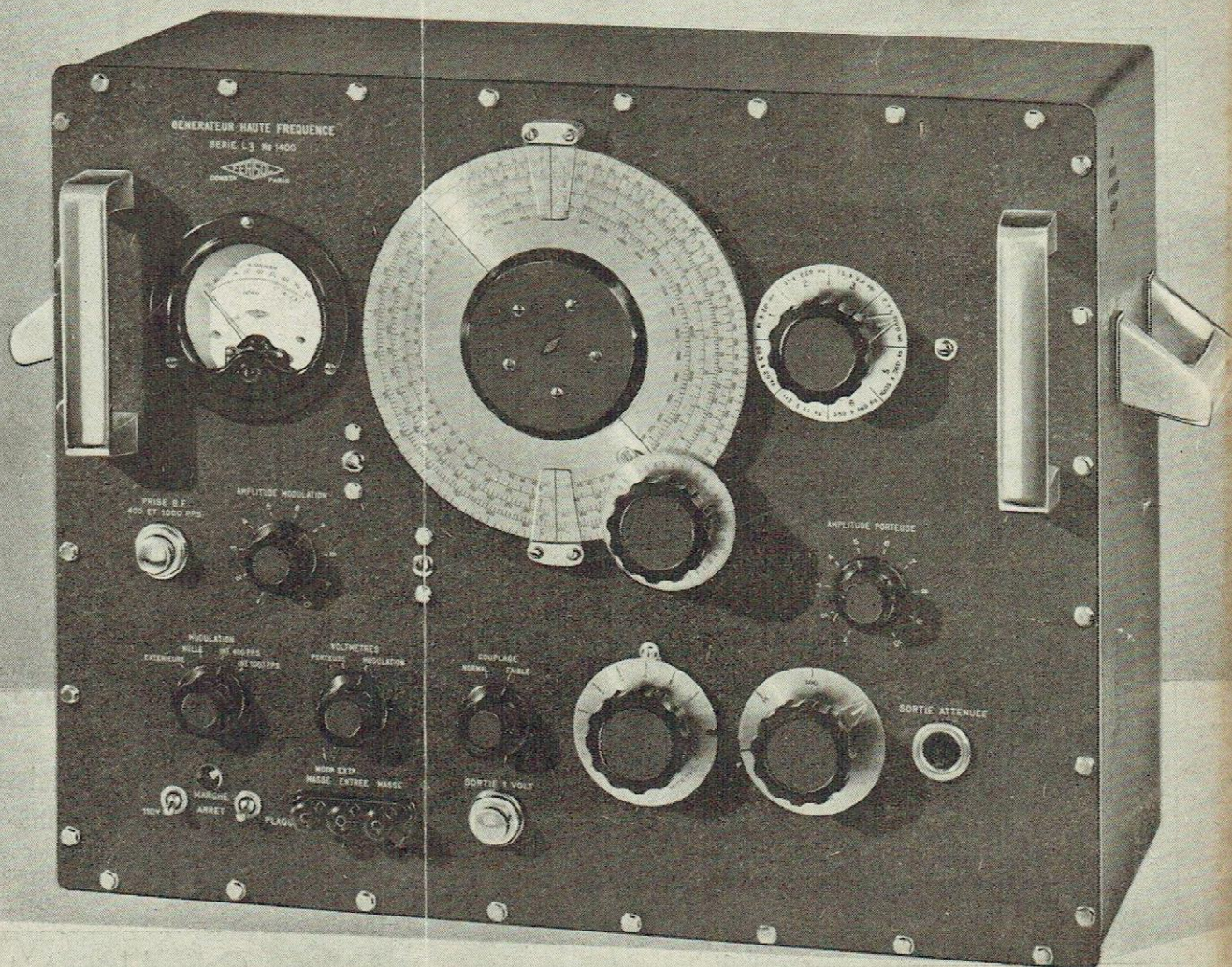


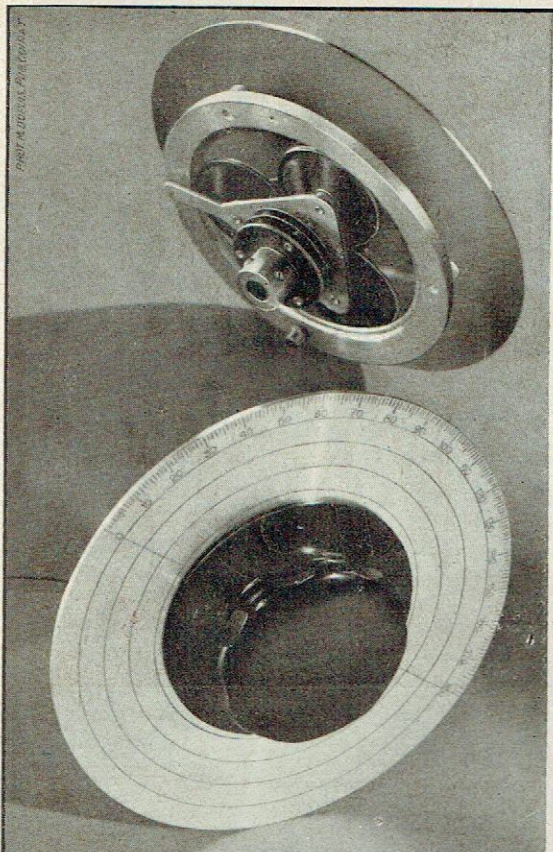
Revue mensuelle : 16 fr.

Octobre 1943

# la radio française

Radiodiffusion  
Télévision  
Electronique  
Organisation  
professionnelle





## DEMULTIPLICATEUR EPICYCLIQUE

RAPPORT 10:1

# OMEGA

SOCIÉTÉ  
ANONYME

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

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



*Boîtes de Résistance*  
*Boîtes d'affaiblissement*



BOITE D'AFFAIBLISSEMENT  
B.A. 62



CONSTRUCTION/RADIOPHONIQUE/DU CENTRE

S. A. Capital 3.000.000 de francs

19, rue Daguerra, SAINT-ETIENNE — Tél.: 39.77

LES ATELIERS

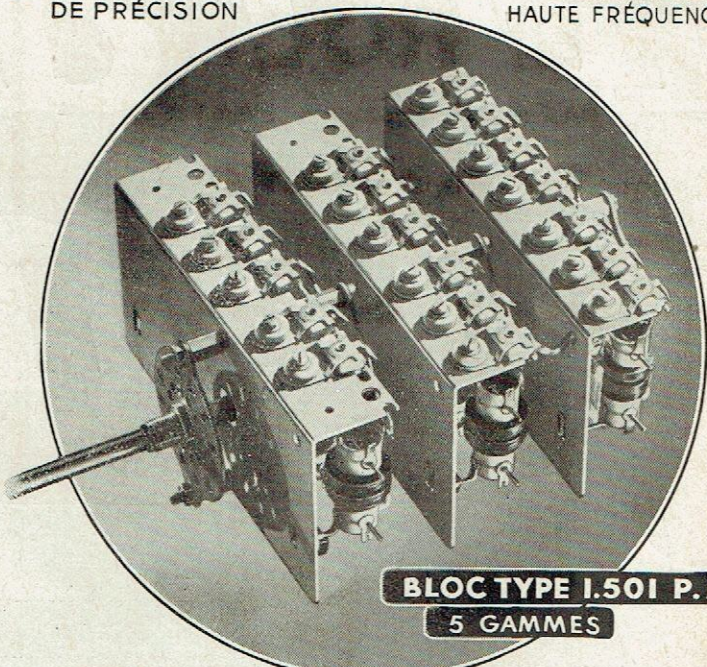
6, IMPASSE  
LEMIÈRE  
PARIS XIX<sup>e</sup>

TÉLÉPHONE  
NORD 12.22

# ARTEX

ÉLECTRO-MÉCANIQUE  
DE PRÉCISION

CONSTRUCTION DE MATÉRIEL  
HAUTE FRÉQUENCE



**BLOC TYPE 1.501 P.A.**  
5 GAMMES

**BLOC TYPE 401**  
4 GAMMES

**BLOC TYPE 301**  
3 GAMMES

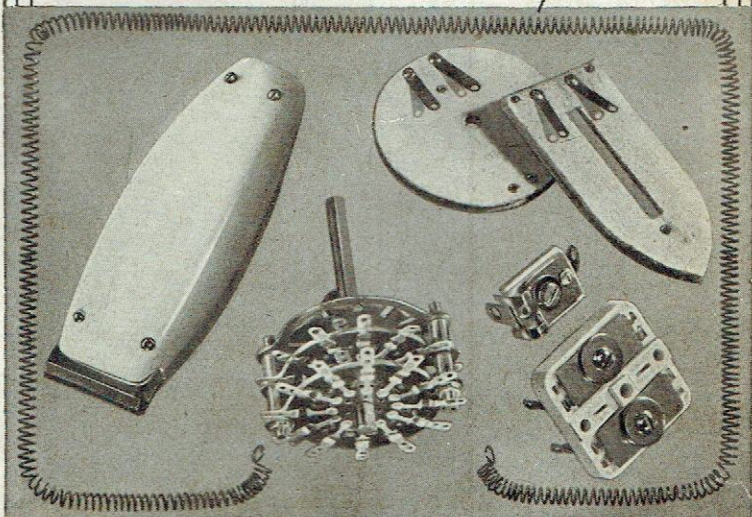
1<sup>re</sup> Gamme O. C. : 12°50 à 21°80  
2<sup>e</sup> Gamme O. C. : 21° à 51°  
1 Gamme P. O. - 1 Gamme G. O.

O.C. - P.O. - G.O.  
Ces deux types de blocs sont étudiés et réalisés comme notre bloc ci-contre : Type 1.501

PUB. M. DUPUIS

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

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**

DECOUPE - TOURNAGE  
FRAISAGE au 100<sup>e</sup> de mm

S.A.R.L.  
C<sup>o</sup> 1.000.000

# C.I.M.E.

17, RUE DES PRUNIER - PARIS XX<sup>e</sup>

TÉL  
MÉN. 90-56  
ET LA SUITE

# CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES E. ROCH

Société Anonyme au Capital de 1.000.000 Francs  
Avenue du Thiou, ANNECY (Hte-Savoie)

## HERMÈS RADIO

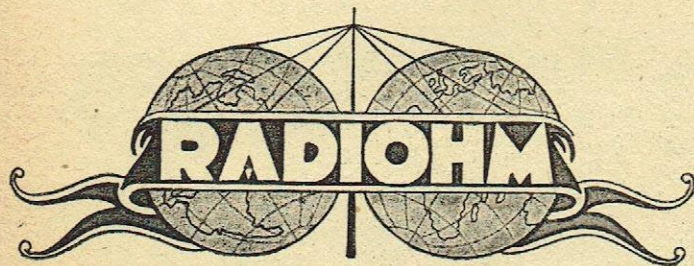
PUBL. RAPHY

PUBL. RAPHY

*La plus haute  
qualité  
caractérise  
les récepteurs*

# TELECO

175, rue de Flandres  
PARIS - 19<sup>e</sup>



FABRIQUE DE MATÉRIEL ELECTROTECHNIQUE

14, RUE CRESPIN-DU-GAST } 83-62  
PARIS (XI<sup>e</sup>) } 18-73  
Téléph. : OBErkampf } 18-74

**RÉSISTANCES AGGLOMÉRÉES**

**RÉSISTANCES BOBINÉES**  
SOUS CIMENT OU ÉMAILLÉES, TOUS WATTAGES

**CONDENSATEURS**

**POTENTIOMÈTRES**

## SUPERSELF

*répare ou échange*

SELS DE FILTRAGE  
TRANSFOS DE MODULATION  
TRANSFOS D'ALIMENTATION

M. L. LAVAL, 5, Cité Industrielle, PARIS (XI<sup>e</sup>)  
Métro : Voltaire

PUBL. RAPHY

DIX ANS D'EXPÉRIENCE DANS LA

## TÉLÉVISION

TÈLLE EST LA GARANTIE DES ÉTABLISSEMENTS :

## LA MODULATION

CONSTRUCTEURS DES RÉCEPTEURS D'IMAGES.



LA MODULATION  
S. A. R. L. AU CAPITAL DE 400.000 FR.  
43, RUE DU ROCHER — PARIS — TÉL. : LAB. 09-64

## MESURES RADIOÉLECTRIQUES ÉLÉMENTAIRES

PAR  
Fr. DACOS et M. ROUSSEAU

Préface de  
O. DE BAST

233 pages 12x19, avec 83 figures. 1933. Broché . . . . . 50 fr. 50

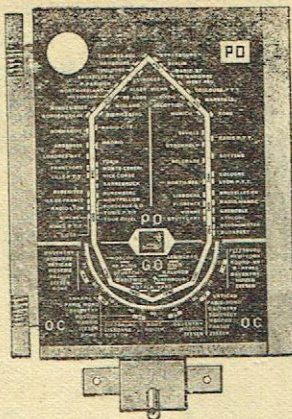
92, rue Bonaparte

**DUNOD**

Éditeur, PARIS (VI<sup>e</sup>)

DÉMULTIPLIEUR

Entraînement robuste et souple, type américain, avec butée sur le tambour



AC

OUVERTURE (visibilité verticale): Hauteur: 175 Largeur: 120

NÉGATIF

POSITIF

H.-P. INDIANA-SPEAKER

RADIO ET CINÉMA

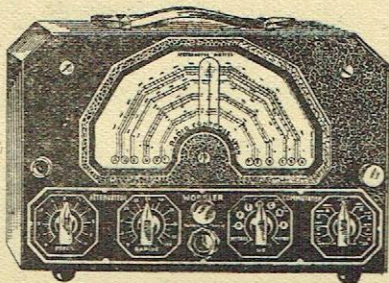
CADRANS COBRA 9, Cour des Petites-Ecuries Tél.: PROVENCE 07-08 PARIS-10<sup>e</sup>

Expérience  
Qualité  
Deux Garanties  
Sérieuses

# “MASTER”

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

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



### AUTRES APPAREILS

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

## RADIO-CONTROLE

141 RUE BOILEAU . LYON (6<sup>e</sup>)

Téléphone LALANDE 43-18

PUBL. RAPHY

## F. GUERPILLON & C<sup>IE</sup>

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 :

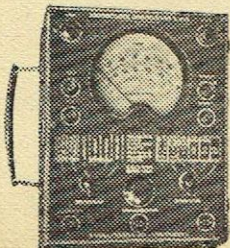
13K. 1333, 333, GM 432

MULTIMÈTRE Z41 I à 75 sensibilités:  
échelle de 100 m/m.

### ADAPTATEUR CR

pour mesure des capacités et résistances  
avec 13K.

Notices et Tarifs franco sur demande



POUR TOUS LES PROBLÈMES  
touchant

le haut-parleur...

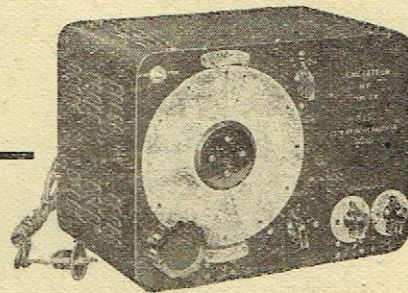
# VÉGA

met à votre disposition

18 années d'expérience

VÉGA 52 et 54, Rue du Surmeliin, PARIS-20<sup>e</sup>  
Tél.: MEN. 73-10, 42-73

PUBL. RAPHY



## OSCILLATEUR H.F. étalonné

Type 3 S T.C. - 101.202

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

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

AUTRES FABRICATIONS : VOLTMÈTRE A LAMPES  
ENSEMBLE OSCILLOGRAPHIQUE

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE RADIOÉLECTRIQUE

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

SIÈGE SOCIAL :  
22, Boul' de la Bastille  
PARIS-XII<sup>e</sup>  
Tél. : DOR. 69-90, 69-91

USINES A  
BLÉNEAU (Yonne)  
ET BRIOUDE (H<sup>e</sup>-Loire)

SIR

PUB. RAPHY

**RADIO POUR TOUS**

B. BROUSSE  
DIRECTEUR

INFORME SA FIDÈLE  
CLIENTÈLE QUE SES  
MAGASINS DE LA PORTE  
CLIGNANCOURT  
SONT TRANSFÉRÉS  
81, B<sup>e</sup> MAGENTA  
PARIS-X<sup>e</sup>

Entre les 2 gares

TEL. PRO. 26-64

PUB. RAPHY

# A

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

## LEMOUZY.

LA MARQUE FRANÇAISE DE HAUTE QUALITÉ

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

### LEMOUZY

63, Rue de Charenton - Paris-XII<sup>e</sup>  
DIDEROT 07-74 & 75

# la radio française

REVUE  
MENSUELLE

Rédacteur en Chef : Marc CHAUVIERRE

Abonnement annuel : France et Colonies ..... 150 fr.  
Etranger ..... 205 fr.  
Etranger (tarif réduit) .. 192 fr.  
Le numéro ..... 16 fr.

Chèques Postaux : Paris 75-95

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

RÉDACTION & ADMINISTRATION

92, rue Bonaparte — PARIS (6<sup>e</sup>)

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

SOMMAIRE

N° 10

OCTOBRE 1943

Couverture.

Nouveau générateur haute fréquence FERISOL type L. 3. —  
Gamme de fréquences 50 Mc à 20 kc. — Profondeur de modulation  
100 %. — Taux de distorsion BF : 0,1 %. — Sorties étalonnées en  
fréquences : 400 à 1.000 p/s. — Sorties étalonnées HF de 0,5 à  
10<sup>5</sup>  $\mu$  V. — Démultiplicateur de précision au 1/20. — Condensateur  
linéaire de fréquence. — Alimentation régulée.

Planche à torture, par Marc Chauvierre.

Les Hétérodynes à battements, par Hugues Gilloux.

Chez nos constructeurs.

Détermination rapide des conditions de fonctionnement  
et des constantes du circuit d'un amplificateur fonc-  
tionnant en classe C ou B, par G. Henry.

La mesure des selfs à fer avec composante continue, par  
P. de Richebourg.

Voltmètre à lampe N° 52A de l'Industrielle des Télé-  
phones.

Commutateur électronique à trace variable, par J. Pail-  
let.

Amplification basse fréquence à résistances, par Paul  
Michel.

Pont de mesure de distorsion, par A. Ferrand.

Informations.

La presse technique à travers le monde.

Radio-diffusion — Télévision — Electronique  
Organisation professionnelle

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

Avignon : DAILHE, 10 bis, rue de la République. — Béziers : CLA-

RETON, allées Paul-Riquet. — Clermont-Ferrand : DELAUNAY,

40, avenue des Etats-Unis. — Grenoble : ARTHAUD, 23, Grande-Rue.

— Limoges : DUVERGER, 15, boulevard Carnot. — Lyon : CAMUGLI,

6, rue de la Charité; LAVANDIER, 5, rue Victor-Hugo. — Marseille :

Librairie de la Faculté, 118, la Canebière; MAUPETIT, 144, la Cane-

bière. — Montluçon : CHAUBARON, 56, boulevard de Courtais. —

Montpellier : VALAT, 9, place Chabaneau. — Narbonne : FIRMIN,

54, rue Jean-Jaurès. — Nice : VERDOLLIN, 36, boulevard Mac-Mahon.

— Nîmes : BONIOL-BECHARD, 12, boulevard Alphonse-Daudet. —

Pau : GRENIER, 3, rue Henri-IV. — Saint-Etienne : DUBOUCHET,

2, rue du Général-Foy. — Tarbes : ETCHEVERY, rue des Grands-Fos-

sés. — Toulon : BONNAUD, 4, rue Adolphe-Guise; REBUFA, 21, rue

d'Alger. — Toulouse : CAZER, 7, rue Ozanne; ROYER-LEBON, 52, rue

Alsace-Lorraine. — Vichy : ARFEUILLE, 76, rue de Paris.

92, rue Bonaparte

**DUNOD**

Editeur, PARIS-6<sup>e</sup>



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

PUB. RAPPY

RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE AUX

## ETS MARGUERITAT

12 rue VINCENT . PARIS (19<sup>e</sup>) - Métro: BELLEVILLE - Tél. Bot. 70-05



**Tous**  
les haut-parleurs  
se ressemblent...

mais un

# MUSICALPHA

se distingue par sa  
**musicalité**

De nouveaux modèles sont à l'étude et pourront être fabriqués en série dès que les circonstances le permettront.

**E<sup>TS</sup> P. HUGUET D'AMOUR**  
51 rue Desnouettes. PARIS. XV. Tel. Lec. 97-55

PUB. ROPY

**UNE MARQUE APPRECIÉE**



RECEPTEURS DE QUALITÉ

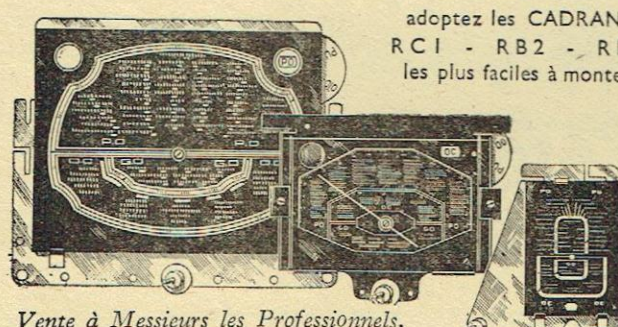
**UNE MARQUE D'AVENIR**

**S.E.F.E.D.**  
1, Av. Rondu CHOISY-le-ROI (SEINE)  
TEL. : BELLE-ÉPINE 08-23 & 08-24

PUB. ROPY

**DÉPANNEURS,**  
pour vos réparations et transformations

adoptez les CADRANS  
RCI - RB2 - RD1  
les plus faciles à monter



Vente à Messieurs les Professionnels,  
limitée au stock en magasin

**RADIO-PAPYRUS, 25, Boul. Voltaire, PARIS-XI<sup>e</sup>**  
Téléphone : ROquette 53-31

PUB. ROPY



Condensateurs  
AERO  
Bobinages  
AEROFIX

**CETTE MARQUE  
GARANTIT  
LE SUCCÈS  
POUR L'AVENIR**

Matériel  
Professionnel  
EMISSION  
RECEPTION

**A.C.R.M.** 18, rue Saisset  
MONTROUGE (SEINE)  
Tel. : ALÉSIA 00-76

PUB. ROPY

**ANCIEN ET BAC**

Brevetés  
S.G.D.G.


23 rue aux OURS  
PARIS 3<sup>e</sup> TEL. ARCHIVES 50.42  
50.43

**CRÉATEUR EN FRANCE DU RIVET RADIO**

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

*Fondés en 1783*



**LE PICK-UP**  **DE QUALITÉ**

Plus fidèle qu'un Dynamique  
Plus puissant qu'un Magnétique  
Brevetés en France et Etranger

**A. CHARLIN**  
181 bis R<sup>te</sup> de Châtillon, MONTROUGE - ALÉ 44-00

**TOUTES PIÈCES DÉTACHÉES SPÉCIALES**  
POUR

**GÉNÉRATEURS & APPAREILS DE MESURES**

Modèles Standard ou Spéciaux

**PURSON**

Bureau de Vente pour Paris :  
93, rue Compans, PARIS-19<sup>e</sup> 20, r. de l'Aqueduc, PARIS-10<sup>e</sup>  
Tél. : BOT 88-18 et 20-48 Tél. : NOR 15-64 et 05-09

PUB. ROPY

# PLANCHE A TORTURE

LORSQUE parurent les règles d'application de la marque de sécurité, un grand nombre de constructeurs accueillirent celles-ci avec un petit sourire ironique. C'est là, pensaient-ils, les fameuses règles de sécurité qui doivent relever le niveau de la construction française ? Mais c'est une plaisanterie ! Le dernier poste de margoulin pourra supporter sans difficulté les épreuves annoncées. Et ceux-ci, après quelques vagues précautions, d'envoyer en toute confiance les récepteurs de leur fabrication à la planche à torture.

Or, aujourd'hui, on arrive à ce résultat inattendu : 80 % des récepteurs proposés à l'examen se voient refuser la marque de sécurité et certains constructeurs, qui trouvaient, il y a quelque temps, ces règles trop simples, estiment aujourd'hui qu'elles sont inutiles et qu'elles ne signifient rien.

Non, ces essais ne sont pas inutiles ; ils prouvent simplement que beaucoup de constructeurs français avaient trop négligé jusqu'à présent la fabrication proprement dite des récepteurs. Qu'importe, en effet, de mettre au point un excellent schéma, de pouvoir publier (fût-ce dans « LA RADIO FRANÇAISE ») un tableau de performances remarquable, si, à la première expédition par le chemin de fer, le poste arrive en panne, ou même parfois en pièces détachées, le haut-parleur séparé de l'ébénisterie ayant fait des ravages parmi les lampes.

Je cite le cas du haut-parleur qui se détache de l'ébénisterie, car, sept fois sur dix, c'est le motif du refus du récepteur aux essais sur la planche à torture.

Il me semble, pourtant, qu'il ne faut pas être un grand ingénieur, ni un grand chef de fabrication pour se rendre compte qu'un haut-parleur qui pèse trois ou quatre kilos ne doit pas être fixé par deux ou trois vis à bois sur une feuille de contreplaqué. C'est pourtant ce que faisaient la plupart des constructeurs français avant guerre et, n'auraient-ils appris que ces temps-ci qu'un haut-parleur doit être fixé solidement pour résister au transport, il faudrait en être reconnaissant au Comité d'organisation et au Syndicat de la Construction Radioélectrique.

D'ailleurs, il est étonnant de voir jusqu'à quel point certains constructeurs évaluent mal les problèmes de la fabrication.

Je posais récemment à un brave constructeur de province — qui me vantait les mérites de son organisation — la question suivante :

— Combien, estimez-vous, votre service de vérification laisse-t-il passer de soudures défectueuses susceptibles d'occasionner une panne ?

Avec fierté, mon bonhomme de me répondre :

— Une sur mille.

— Alors, lui dis-je, vous admettez que 20 % des récepteurs que vous livrez à votre clientèle sont en panne ou vont l'être rapidement ?

— Comment cela ?

— Il y a dans un petit récepteur, tel que celui que vous fabriquez, environ 200 soudures. Sur 5 récepteurs, vous en avez donc inévitablement un condamné à la panne, soit 20 %.

J'avais posé la question et mon constructeur fut tout étonné du résultat de ce simple raisonnement, qu'il ne s'était lui-même jamais tenu.

Oui, un service de vérification bien organisé ne doit laisser passer qu'une mauvaise soudure sur 100.000, ce qui autorise encore, rien que sur le domaine soudure, 2 pour 1.000 de déchets inutilisables.

Ajoutez à cela toutes les causes de panne d'un récepteur : des lampes défectueuses, les ennuis mécaniques, les boutons qui tournent fou, etc...

On conviendra qu'on ne sera jamais assez sévère dans l'établissement des règles de construction de récepteurs et il ne faut pas oublier qu'un service de vérification sérieux coûte toujours moins cher au constructeur qu'un service de dépannage gratuit des récepteurs sous garantie.

Vive la planche à torture !!

Marc CHAUVIERRE.

# LES HÉTÉRODYNES A BATTEMENTS

par **Hugues GILLOUX**

## I. — Introduction.

Le technicien a parfois à étudier ou à réaliser des dispositifs à battements dont les applications peuvent être très variées. Il nous a paru intéressant de traiter ce problème avec un certain degré de généralité, afin de pouvoir tirer le maximum de ce genre de montage.

On pourra observer que suivant le mode de fonctionnement il sera possible d'avoir une grande variété d'effets. Le dispositif étudié permettant d'obtenir des fréquences dans un rapport donné avec les fréquences incidentes, des battements haute ou basse fréquence, etc... De plus, nous pourrions tirer des conclusions pratiques permettant à coup sûr de prévoir des éléments perturbateurs, ainsi que les moyens de les éliminer dans chaque cas particulier.

Nous traiterons le problème dans le cas de la détection par modulation, avec injection des tensions incidentes sur deux grilles distinctes d'une lampe multi-grille, par exemple sur la grille de contrôle et la grille d'injection d'une hexode, ou sur la grille de contrôle et la grille surpresseuse d'une penthode. Le cas d'une détection quadratique, avec injection simultanée des fréquences incidentes sur la même électrode serait plus simple, mais par contre a contre lui des inconvénients sérieux dus au branchement des sources en série ou en parallèle sur un circuit d'entrée commun (en particulier pour les hétérodynes basse fréquence, possibilité de mise en synchronisme des deux oscillateurs). D'autre part, si les possibilités en sont aussi variées, la souplesse d'emploi en est beaucoup moins grande.

## II. — Élément modulateur.

2-1. — Nous désignons sous ce terme l'élément destiné au mélange des deux oscillations : l'oscillation appliquée à la grille de contrôle  $g_1$  sera désignée par sa pulsation  $\omega$  et celle appliquée à l'autre grille par sa pulsation  $\omega'$ . Soit  $S_1$  la pente par rapport à la première grille, on a :

$$S_1 = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_{g_1}} \quad (1)$$

d'où, évidemment :

$$\Delta I_a = S_1 \Delta U_{g_1} \quad (2)$$

Sous cette forme, cette égalité peut être considérée comme une équation à deux variables :  $S_1$  et  $\Delta U_{g_1}$ .

2-2. — La première grille, outre sa tension de polarisation, reçoit la tension oscillante du signal incident de pulsation  $\omega$ .

La troisième grille (fig. 1), dans le cas d'une penthode, reçoit les oscillations de pulsation  $\omega'$ , superposées à une tension de polarisation, négative le plus souvent.

La pente de la caractéristique par rapport à la première grille variera à la même pulsation  $\omega'$  et l'on a :

$$\Delta I_a = \Delta U_{g_1} (S_1 + S_1 \sin \omega' t) \quad (3)$$

Nous avons également :

$$\Delta U_{g_1} = U_{g_{1m}} \sin \omega t \quad (4)$$

En combinant 3 et 4, on obtient finalement l'expression complète du courant anodique :

$$\Delta I_a = U_{g_{1m}} \sin \omega t (S_1 + S_1 \sin \omega' t). \quad (5)$$

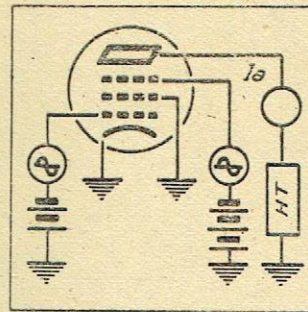


Fig. 1. — Schéma de principe d'une penthode fonctionnant en modulatrice.

2-3. — En explicitant l'équation précédente, nous arrivons aux deux termes principaux :

$$S_1 U_{g_{1m}} \sin \omega t$$

et

$$S_1 U_{g_{1m}} \sin \omega t \sin \omega' t.$$

Cette dernière expression contenant un produit de sinus peut encore s'écrire :

$$\frac{1}{2} S_1 U_{g_{1m}} [\sin (\omega + \omega') t + \sin (\omega - \omega') t]$$

En définitive, nous voyons qu'en partant de l'équation (5) nous obtenons dans le circuit anodique :

- a) Une composante à la pulsation  $\omega$ .
- b) — — — — —  $\omega + \omega'$
- c) — — — — —  $\omega - \omega'$

2-4. — Par un calcul classique on démontre, de plus, que les fonctions des grilles 1 et 3 sont réversibles. En conclusion, nous pouvons dire que nous aurons également une pulsation  $\omega'$  dans le circuit anodique de la lampe considérée.

En général, les éléments en  $\omega$  et  $\omega'$  ne sont pas intéressants, puisque, si l'on désirait les obtenir, il serait plus simple d'amplifier directement ; on les élimine donc le plus souvent en ne gardant que ceux en  $(\omega + \omega')$  ou  $(\omega - \omega')$  et l'on obtient alors le fonctionnement classique en changeur de fréquence.

2-5. — Si nous supposons que  $\omega$  et  $\omega'$  soient très peu différents, on obtiendra trois composantes à fréquence plus haute ( $\omega$ ,  $\omega'$  et  $\omega + \omega'$ ) et une à fréquence basse ( $\omega - \omega'$ ) qui pourront être facilement séparées par un ensemble de filtres.

Malheureusement, les choses ne se présentent pas toujours sous cet angle, et nous devons tenir compte d'éléments perturbateurs dus au fait que les ondes injectées sont rarement exemptes d'harmoniques.

## III. — Effet des harmoniques.

3-1. — En nous reportant toujours à l'équation (5), et si nous supposons que les deux ondes incidentes sont pourvues d'harmoniques de pulsation  $2\omega$ ,  $2\omega'$ ,  $3\omega$ ,  $3\omega'$ , etc..., un calcul trigonométrique élémentaire nous prouve que :

3-2. — Dans le cas où les deux ondes contiennent des harmoniques, on obtient, outre les expressions



en  $\omega$ ,  $\omega'$ ;  $2\omega$ ,  $2\omega'$ ;  $3\omega$ ,  $3\omega'$ , etc..., les expressions en :

$$\begin{array}{ll} \omega + \omega' & \omega - \omega' \\ 2\omega + \omega' & 2\omega - \omega' \\ \omega + 2\omega' & \omega - 2\omega' \\ 2(\omega + \omega') & 2(\omega - \omega') \\ \text{etc...} & \end{array}$$

3.3. — Si nous supposons, comme en 2-5, que  $\omega$  et  $\omega'$  sont très voisins, nous obtiendrons, à peu de chose près :

- a) La composante  $\omega$
- b) Une composante  $2\omega$
- c) —  $3\omega$
- d) —  $4\omega$ , etc...
- h) Une composante  $\omega - \omega'$
- i) —  $2(\omega - \omega')$

En résumé, outre des composantes de fréquence plus haute, nous obtiendrons toujours une onde de battement, mais également une onde de fréquence double, triple, etc... de la fréquence de battement.

3.4. — Dans le cas où l'une des ondes seulement contient des harmoniques. Un calcul analogue nous montre la présence d'ondes de pulsation :

$$\begin{array}{ll} \omega \text{ et } \omega' & \\ \omega + \omega' & \omega - \omega' \\ \omega + 2\omega' & \omega - 2\omega' \\ \omega + 3\omega' & \omega - 3\omega' \\ \text{etc...} & \end{array}$$

3.5. — Dans la même hypothèse que précédemment ( $\omega \cong \omega'$ ), on trouve, à peu de chose près :

- a) La composante  $\omega'$
- b) —  $2\omega$
- c) —  $3\omega$
- h) Une composante  $(\omega - \omega')$  et  $(\omega + \omega')$

En résumé, dans ce cas particulier, nous pourrions obtenir une onde de battement pure, et les harmoniques 1-2-3, etc... de la fondamentale.

#### IV. — Application aux hétérodynes BF.

4.1. — Schématiquement, l'hétérodyne BF se présente sous la forme de la figure 2. Ici, il importe d'obtenir une onde de battement aussi pure que possible. Nous nous mettrons donc dans le cas soit du paragraphe 2-5, soit du paragraphe 3-5. Il sera nécessaire de prévoir un filtre éliminant toutes les fré-

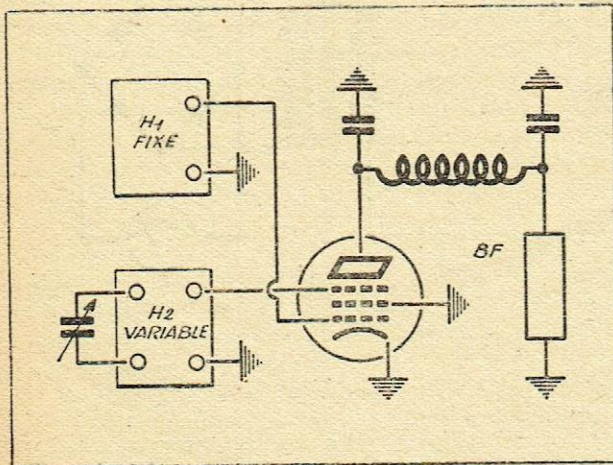


Fig. 2. — Schéma de principe d'une hétérodyne à battements.

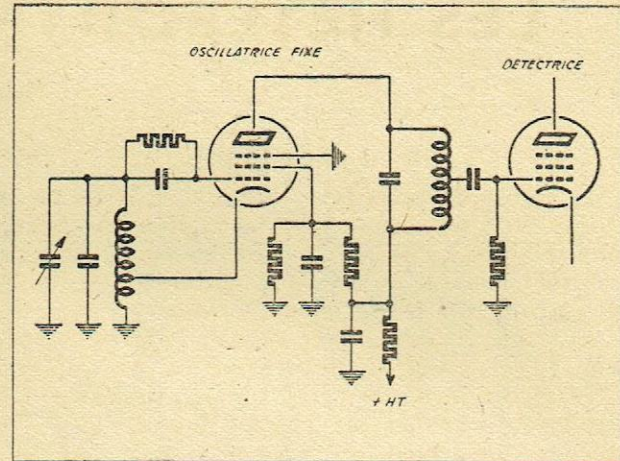


Fig. 3. — Montage d'un circuit filtre d'harmoniques dans le circuit anodique de l'oscillatrice fixe.

quences trop élevées et passant sans affaiblissement les fréquences de battement.

4.2. — Dans le cas, le plus simple à réaliser, du § 3-5, nous pourrions filtrer soigneusement l'onde émise par l'hétérodyne à fréquence fixe, sans nous occuper outre mesure de l'hétérodyne variable.

Ce filtrage pourra être obtenu très simplement en prévoyant uniquement un circuit accordé, à grand coefficient de surtension dans l'anode de la lampe oscillatrice, montée par exemple suivant le schéma de la figure 3.

4.3. — Supposons que la fréquence de base soit de 100 KHz, le circuit accordé sur cette valeur présentant une capacité de 3.000 pF par exemple, la self-induction sera de : 840  $\mu$ H et, alors que l'impédance à la résonance pourra être de 53.000  $\Omega$ , ( $Q = 100$ ), alors qu'elle ne sera que de 350  $\Omega$  pour l'harmonique 2 et l'effet de filtrage sera amplement suffisant.

4.4. — Toutefois, dans le cas où il serait prévu une retouche de l'hétérodyne fixe, soit pour couvrir une gamme moins étendue de fréquence (par exemple 0 — 1.500 Hz et 0 — 15.000 Hz), il serait intéressant de remplacer le simple circuit accordé par un filtre de bande établi comme un transformateur HF et permettant le passage d'une bande de 1,5 à 2,5 kHz (fig. 4).

#### V. — Application à la multiplication de fréquence.

5.1. — En se reportant toujours au § 3-5, et en supposant  $\omega = \omega'$ , on obtient la série des harmoniques avec une intensité remarquable, le battement  $\omega - \omega'$  disparaît, et l'harmonique 2 particulièrement devient très intense, car à la composante propre en  $2\omega$  vient s'ajouter la composante en  $\omega + \omega' = 2\omega$ . L'étude mathématique de ce cas, particulièrement adapté au doublage de fréquence, permet de déterminer les conditions de phase auxquelles doivent satisfaire les tensions injectées afin de réduire la fondamentale. Nous ne traiterons pas ici ce problème qui, d'ailleurs, ne soulève aucune difficulté particulière.

5.2. — En se basant toujours sur le § 3-5, et toujours à condition que l'une des ondes soit rigoureusement sinusoïdale, on peut imaginer de nombreuses applications basées sur l'analyse harmonique d'une onde complexe par changement de fréquence ; nous

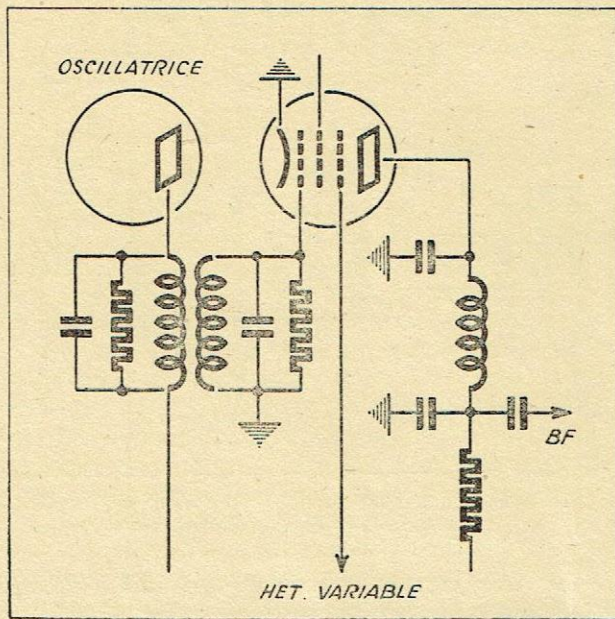


Fig. 4. — Montage d'un filtre de bande simple dans le circuit anodique d'une oscillatrice dont la fréquence doit varier légèrement.

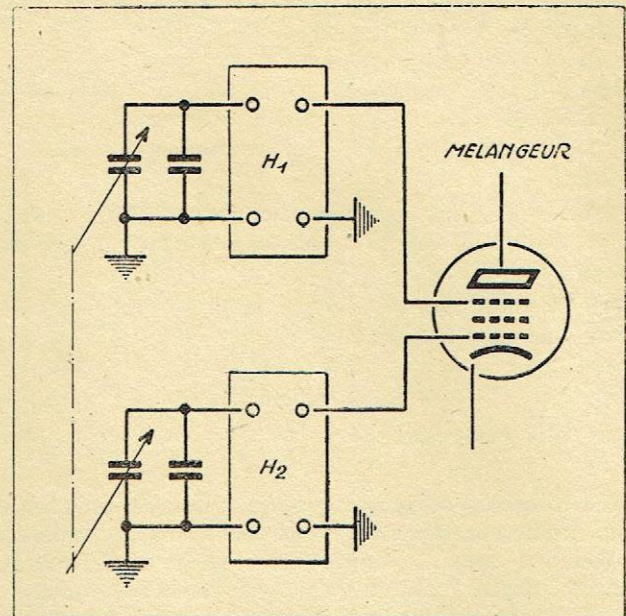


Fig. 5. — Schéma de principe d'une hétérodyne pour la mesure des condensateurs par battements.

ne nous étendrons pas non plus sur ce sujet, qui sort par trop du cadre que nous nous sommes assignés.

#### VI. — Hétérodynes de mesure.

6-1. — Le type le plus courant se présente dans le dispositif de la figure 5, particulièrement adapté à la vérification des condensateurs variables. Le point le plus délicat réside dans l'égalité absolue des self-inductances afin d'obtenir avec des capacités égales en  $H_1$  et  $H_2$ , une fréquence égale pour les deux oscillateurs. Une autre cause — accidentelle — de

dérégage peut venir de la non-identité des caractéristiques des lampes utilisées. Enfin une bonne précaution consiste à utiliser de fortes capacités de départ, de manière à réduire le plus possible le rapport  $C_{a \max}/C_0$  et d'obtenir ainsi un fonctionnement aussi stable que possible. Ici encore on aurait intérêt à filtrer les harmoniques. Pratiquement, comme on travaille toujours au silence, on peut éviter un filtrage des harmoniques en considérant (§ 3-3) que si le battement  $\omega - \omega'$  devient nul, les battements  $3(\omega - \omega')$ ,  $2(\omega - \omega')$ , etc... le deviennent égale-

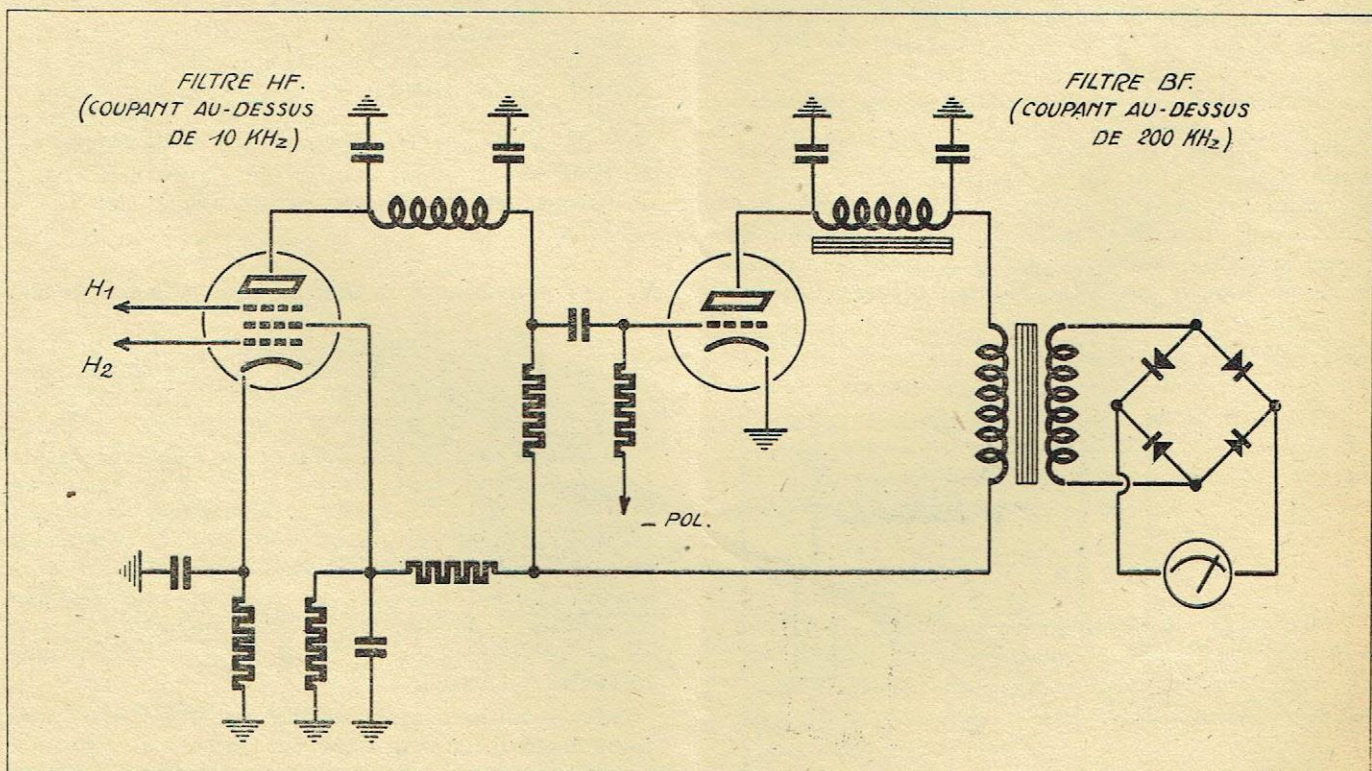


Fig. 6. — Dispositif de sortie destiné à la lecture visuelle du zéro dans un dispositif de mesure de condensateurs. Les deux filtres éliminent toutes les fréquences indésirables.

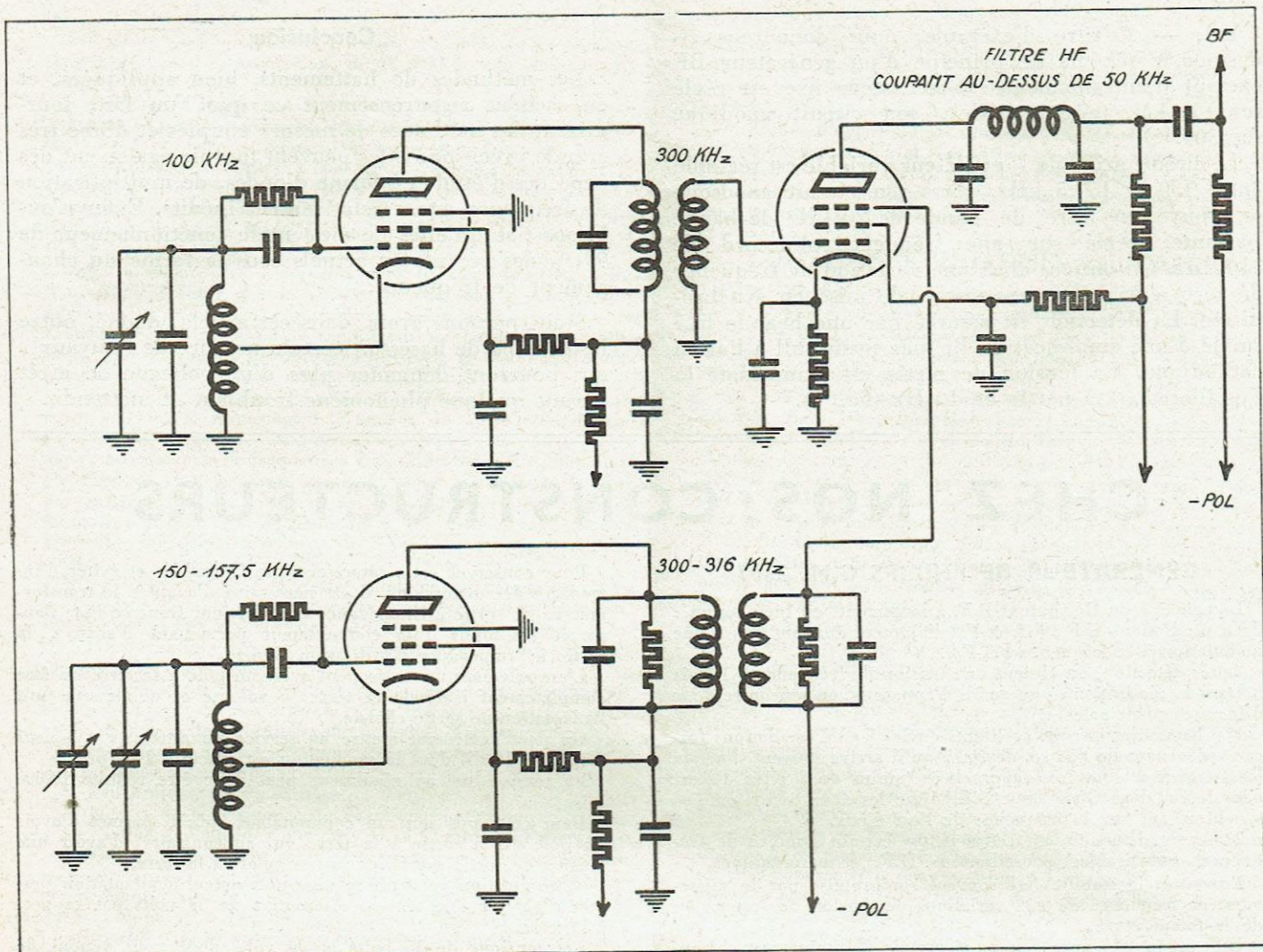


Fig. 7. — Schéma d'une hétérodyne BF exempte d'entraînement : l'un des oscillateurs fonctionne en doubleur de fréquences, l'autre en tripleur.

ment. Il suffit alors de brancher en sortie un voltmètre, à lampes ou à cellule, pour obtenir une grande précision dans la lecture du battement zéro, en intercalant pour plus de précaution un filtre coupant à quelques centaines de Hz (fig. 6).

6-2. — Dans l'appareil précédent, on fonctionne à fréquence variable et l'étalonnage continu est alors possible. Si l'on se contente d'un étalonnage par points, on peut fonctionner à fréquence fixe.

Dans ce cas, l'un des oscillateurs est fixe et peut, par suite, être remplacé par un quartz, quoique ce fait n'augmente pas considérablement la stabilité dans le temps, par suite de la différence considérable des effets thermiques sur le quartz et sur l'auto-oscillation. En utilisant pour chaque hétérodyne un oscillateur du même type, comportant en particulier des bobinages (et autant que possible des capacités) identiques, les effets thermiques sont les mêmes pour chaque oscillateur, ce qui réduit la dérive du zéro.

Dans le cas de l'étalonnage par points, la somme des capacités de l'étalon et de l'appareil à étalonner reste constante, les deux condensateurs étant en parallèle sur l'un des oscillateurs.

Un avantage de cette méthode réside dans le fait que l'on peut réaliser un filtrage efficace des harmoniques et que l'on peut arriver à se placer au cas 2-4 qui correspond à des signaux sinusoïdaux.

## VII. — Synchronisme.

6-1. — Le cas de mise en synchronisme ou de l'accrochage des deux générateurs l'un sur l'autre a été traité complètement par H. Subra (Fonctionnement d'un auto-oscillateur perturbé par une onde extérieure de fréquence peu différente de la sienne). C'est le plus gros écueil que présentent, lors de la mise au point, les divers générateurs à battements. Dans le cas des hétérodynes HF ou BF, on constate que les basses fréquences ne sont plus sinusoïdales ; dans le cas des hétérodynes de mesure, la précision peut devenir tout à fait illusoire. Nous avons nous-même l'occasion de l'observer sur un appareil de contrôle fonctionnant sur 200 kHz environ et où la plage de synchronisme s'étendait sur une valeur correspondant à 1.000 Hz environ.

6-2. — Le moyen le plus utilisé pour parer à la mise en synchronisme consiste à découpler efficacement les circuits des deux oscillateurs par blindages et par cellules de découplage à résistance-capacité ou à inductances-capacité. L'emploi d'étages séparateurs n'apporte souvent qu'un palliatif très incomplet. Enfin le couplage des deux oscillateurs peut encore se produire dans le dispositif de détection. Nous avons nous-même utilisé un dispositif dérivé pour la réalisation d'appareils de divers types, soit comme hétérodynes BF, soit comme appareils de contrôle.

6-3. — A titre d'exemple, nous donnerons ci-dessous le schéma de principe d'un générateur BF exempt d'entraînement : l'oscillateur fixe est réglé sur 100 kHz (circuit grille), son circuit anodique sur 300.

Le circuit grille de l'oscillateur variable est réglable entre 150 et 157,5 kHz. Dans son circuit anodique se trouve un filtre de bande de 20 kHz de bande passante, réglé sur une fréquence d'accord de 310 kHz. On obtient ainsi une variation de fréquence de zéro à 15 kHz, sans risque de mise en synchronisme. La détection est assurée par une hexode 6L7 suivie d'une amplification BF par push-pull à liaison cathodique. La tension de sortie est sinusoïdale (à l'oscilloscope) à partir de 10 Hz (fig. 7).

## Conclusion

Les méthodes de battements, bien appliquées, et en sachant rigoureusement ce que l'on fait, fournissent des méthodes de mesure simples et d'une très grande précision. Elles peuvent fournir également des procédés d'étude en forme d'ondes, de multiplication de fréquence, etc... relativement inédits. Enfin n'oublions pas qu'elles permettent le fonctionnement de 99 % des récepteurs actuels sous la forme du changement de fréquence.

Nous pensons avoir, dans cet article, donné, outre le principe de base, un certain nombre de « tuyaux » qui pourront dépanner plus d'un collègue en arrêt devant quelque phénomène troublant et inattendu.

# CHEZ NOS CONSTRUCTEURS

## GÉNÉRATEUR BF PHILIPS G.M. 2307

Le principe du Générateur B.F. à battements est bien connu : deux oscillations H.F., F.1. et F.2 s'ajoutent donnant lieu à une modulation à la fréquence F.1-F.2.

Après détection, on obtient une tension de fréquence F.1-F.2. Dans la réalisation de ce genre d'appareils, on rencontre deux difficultés principales :

1° Chacun des circuits oscillants est le siège d'oscillations forcées provenant de l'autre, de sorte qu'il arrive souvent, lorsque les fréquences sont très rapprochées (moins de 2 KHz d'écart dans le cas d'un Générateur B.F.), que les deux oscillateurs se synchronisent sur la fréquence de l'un d'eux.

2° Après détection, on retrouve un certain nombre de fréquences indésirables : oscillations H.F. et harmoniques.

En outre, la stabilité est souvent compromise par le glissement de fréquence dû aux variations de tension de secteur ou de la température.

Une étude très approfondie a permis d'éliminer ces inconvénients et de réaliser le Générateur B.F. G.M.2307 qui répond aux exigences les plus sévères de la pratique des mesures.

Chacun des générateurs H.F. est complètement enfermé dans un blindage épais. Le couplage par la source d'alimentation est évité au moyen de cellules de filtrage appropriées.

Les deux tensions H.F. sont appliquées à une changeuse de fréquence triode-hexode du type E.C.H.3. utilisée de façon à obtenir un pourcentage d'harmoniques extrêmement faible.

Un filtre destiné à éliminer la H.F. permet de n'appliquer au régulateur de tension que la tension B.F. désirée.

Par l'intermédiaire du régulateur de tension, les oscillations sont ensuite transmises à l'amplificateur B.F. Une contre-réaction convenablement dosée permet de maintenir la distorsion à un niveau très faible, tandis que la tension de sortie est maintenue à un niveau très constant.

**Gamme de fréquences.** — Un premier cadran permet de couvrir la gamme de 0 à 1.000 hertz. Un deuxième cadran, indépendant, correspond à la gamme de 0 à 15.000 hertz. La fréquence obtenue est égale à la somme des deux lectures. L'appareil peut donc couvrir la gamme de 0 à 16.000 hertz.

L'étalonnage en fréquence est exact à 1 % près, entre 200 et 16.000 hertz. De 30 à 200 hertz, l'écart maximum est de 2 hertz.

La fréquence des oscillations est stable dix minutes après la mise en service. En effet, après ce temps, la variation de fréquence pendant les trois premières heures ne dépasse pas 20 hertz. Ensuite, elle est tout à fait négligeable.

Ceci est dû à la stabilisation de tension employée et qui figure pour la première fois dans ce Générateur B.F. vraiment « professionnel ».

Un indicateur cathodique permet de régler le battement nul des deux oscillateurs.

**Tension de sortie.** — Toutes les précautions ont été prises pour que la tension de sortie soit indépendante de la fréquence; elle reste, en effet, constante à  $\pm 2,5$  près.

De ce fait, il a été possible de graduer le régulateur de 0 à 15 volts avec une précision suffisante. Dans de nombreux cas, il n'est donc pas nécessaire de mesurer la tension de sortie (l'erreur maxima est de 5 %).

Pour conserver cette caractéristique favorable et éviter d'introduire des distorsions, il est nécessaire d'adapter le transformateur de sortie à l'impédance d'utilisation. Dans ce but, l'appareil est muni d'un commutateur permettant d'adapter la sortie à l'impédance d'utilisation choisie.

L'enroulement de sortie peut avoir un pôle à la terre ou être complètement isolé de la terre, à volonté et quelle que soit l'adaptation de sortie choisie.

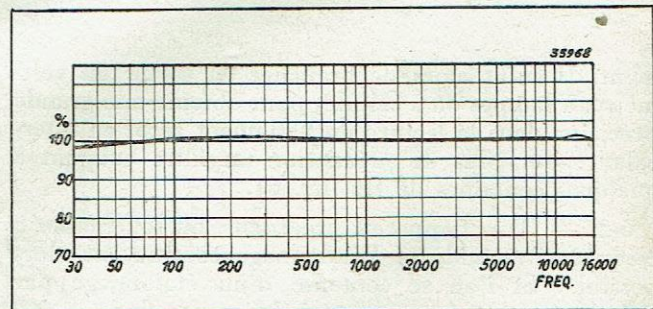
On peut également mettre en service un atténuateur à neuf étages de 10 dB dont la graduation est exacte à 1 % près.

La tension lue au régulateur peut donc être réduite 10.000 fois.

Dans cette position, un commutateur spécial permet d'avoir un pôle de la sortie à la terre ou, au contraire, d'avoir une tension de sortie symétrique par rapport à la terre.

Une position particulière du commutateur d'adaptation permet d'obtenir une tension alternative de 50 volts par rapport à la terre.

Les tensions de 15 volts et 50 volts dont nous venons de parler correspondent à une puissance de sortie de 225 mW.



Une vis de réglage spéciale permet de porter cette puissance à 1 watt (et dans ce cas, toutes les tensions sont doublées) ou, au contraire, de la réduire à 100 mW (dans ce cas, les tensions sont réduites aux deux tiers de leurs valeurs nominales).

La distorsion d'amplitude est extrêmement faible. Elle est donnée en fonction de la puissance de sortie par le tableau suivant :

Fréquences	Distorsion d'amplitude <i>pr</i>		
	100 mW	225 mW	1 W
30- 200 pps	0,5 %	1 %	2,5 %
200-1.600 pps	0,25 %	0,5 %	1,5 %

Le soin apporté à la réalisation de l'alimentation permet d'avoir une tension de ronflement inférieure à 1 % pour une tension de sortie de 15 volts.

**Alimentation.** — L'appareil peut être adapté sur les tensions alternatives de 100 à 250 volts (40-100 hertz) au moyen d'un commutateur carrousel. Sa consommation n'est que de 40 watts environ.

**Exécution.** — L'appareil est portable, son poids est de 12 kilos seulement. Ses dimensions sont de  $34 \times 25,5 \times 20$  cm, boutons inclus.

L'exécution a été prévue, aussi bien dans la partie électrique que dans la partie mécanique, pour permettre l'utilisation constante de ces appareils, même dans les régions tropicales.

**Applications.** — Grâce à ses caractéristiques originales, le Générateur B.F. Philips GM.2307 s'adapte particulièrement bien à de très nombreuses méthodes de mesures nécessitant une source de courant à fréquence musicale comprise entre 30 et 16.000 hertz.

Pour la mesure des distorsions dans les amplificateurs B.F., il est indispensable que la tension fournie par la source soit elle-même parfaitement sinusoïdale. Nous avons vu que le Générateur Philips GM.2307 remplissait très bien cette condition. Pour la gamme des tensions utilisées, la distorsion d'amplitude peut être rendue inférieure à 0,25 %.

A ce premier avantage (tension sinusoïdale), s'en ajoute un autre, non moins important : la tension de sortie est indépendante de la fréquence. Cette propriété simplifie le relevé précis des caractéristiques de fréquences d'amplificateurs B.F., de haut-parleurs, de transformateurs, etc. De plus, on pourra le plus souvent se passer du voltmètre amplificateur, destiné à mesurer la tension fournie par le générateur, car celle-ci peut se lire avec une précision suffisante sur le cadran du régulateur de tension.

Il est fréquent que l'on désire moduler un générateur H.F. à fréquence variable tout en conservant le même taux de modulation. Ici encore le Générateur Philips GM.2307 offre la solution la plus simple grâce à sa caractéristique de fréquence très sensiblement horizontale.

La précision de l'échelle des fréquences rend cet appareil indispensable pour toutes les mesures précises de durées effectuées au moyen de l'oscillographe à rayons électroniques :

— Modulation du faisceau pour obtenir le marquage du temps par un tracé interrompu ;

— Synchronisation de la base de temps ;

— Mesure de la fréquence du phénomène étudié.

La gamme des tensions obtenues et la possibilité d'adaptation à différentes impédances permettent d'utiliser avantageusement ce générateur pour remplacer l'installation très coûteuse d'alternateurs qui servaient jusqu'ici pour obtenir les différentes fréquences dont on a régulièrement besoin dans les laboratoires. La disparition de ces alternateurs bruyants, capricieux et généralement peu sinusoïdaux, est certes un bienfait.

La stabilité du Générateur B.F. Philips GM.2307 a été particulièrement étudiée. Des essais comparatifs le prouvent immédiatement.

Parmi les applications les plus fréquentes, citons :

1° La mesure de la sensibilité des amplificateurs B.F. aux différentes fréquences. Une tension alternative sinusoïdale d'amplitude constante est appliquée à l'entrée de l'amplificateur. On mesure la tension ou la puissance à la sortie pour différentes fréquences, ce qui permet d'établir :

soit la courbe de l'amplification en tension en fonction de la fréquence ;

soit la courbe donnant la puissance de sortie en fonction de la fréquence pour une tension d'entrée donnée.

2° L'étude des distorsions des amplificateurs B.F.

La tension de sortie étant appliquée à un oscillographe à rayons cathodiques, on peut examiner la forme qui doit être semblable à celle de la tension d'entrée.

On peut également appliquer la tension d'entrée à une paire de plaques et la tension de sortie à l'autre. Les figures obtenues permettent de constater les distorsions. L'élimination de l'oscillation fondamentale à l'aide d'un filtre permet d'entreprendre alors les mesures quantitatives.

3° L'alimentation des ponts permettant la mesure des impédances ou des conductibilités à différentes fréquences.

4° La modulation du faisceau des oscillographes à rayons électroniques pour marquer le temps au moyen d'un tracé interrompu périodiquement.

5° La synchronisation de la base de temps d'un oscillographe à rayons électroniques.

La sortie du générateur B.F. est alors reliée aux bornes de synchronisation et, provisoirement, à l'entrée de l'amplificateur de déviation verticale. On règle ensuite la fréquence de la base de temps jusqu'à l'obtention d'une courbe stationnaire. Après avoir réglé la tension à la valeur convenable, il suffit de libérer l'amplificateur de déviation verticale pour pouvoir lui appliquer le phénomène extérieur.

6° De déterminer la fréquence de la base de temps.

Sans modifier le réglage de la base de temps, on relie la sortie du générateur B.F. à la fois aux bornes de synchronisation et à

l'entrée de l'amplificateur. On règle ensuite la fréquence émise par le générateur jusqu'à obtenir une image stationnaire d'une période complète. Dans ce cas, la fréquence de la base de temps est égale à la fréquence lue sur les cadrans du générateur.

7° Etudes d'appareils et d'installations de téléphonie.

L'étude des lignes et des filtres se trouve grandement facilitée par l'emploi du Générateur B.F. Philips GM.2307, qui permet la détermination rapide et aussi exacte que possible de tous les coefficients utiles.

## CONTROLEUR UNIVERSEL 470 CARTEX

Pour l'accomplissement de divers travaux d'électricité et de radio, l'appareil de mesure sans conteste le plus populaire et le plus utile est le contrôleur universel. Car les mesures les plus fréquentes sont toujours celles des tensions, des intensités, des résistances et des capacités.

Un bon contrôleur universel doit posséder de nombreuses qualités, dont les principales sont la sensibilité aux courants très faibles et la précision de ses indications. De plus, son introduction dans un circuit ne doit pas perturber d'une façon sensible la répartition des courants, ce qui suppose une résistance élevée de l'appareil lorsqu'il est utilisé en voltmètre et sa résistance très faible lorsqu'on l'emploie comme ampèremètre. Il est non moins important que sa manœuvre soit facile et logique, que ses indications puissent être aisément interprétées et, enfin, qu'il soit aussi robuste au point de vue électrique que du point de vue mécanique.

Toutes ces qualités sont réunies avec un rare bonheur dans le Contrôleur Universel 470 Cartex. L'âme de l'appareil est constituée par un galvanomètre de grande sensibilité dont la construction a fait l'objet de tous les soins. Muni d'un aimant Al-Ni très puissant et d'un équipage extra-léger en aluminium, parfaitement amorti, cet instrument a une sensibilité de 200  $\mu$ A pour la déviation totale de l'aiguille. Son échelle de base a un développement de 85 mm. Cadran très lisible en trois couleurs, aiguille à couteau, dispositif de remise à zéro, telles sont les autres caractéristiques de cet instrument.

Le panneau de l'appareil comporte, en outre, un contacteur de fonctions, permettant d'utiliser l'appareil comme voltmètre ou milliampèremètre pour continu ou alternatif, comme ohmmètre et comme capacimètre, un autre contacteur servant à passer d'une sensibilité à l'autre, le bouton du potentiomètre de tarage et deux paires de douilles isolées. Grâce aux différentes combinaisons obtenues par les positions respectives des deux contacteurs, le contrôleur permet de couvrir 35 gammes de mesures, soit :

8 gammes d'intensités en courant continu de 200  $\mu$ A à 1 A,

7 gammes d'intensités en courant alternatif de 1 mA à 1 A,

7 gammes en tension continue (5.000 ohms par volt) de 1 à 1.000 V,

7 gammes en tension alternative (1.585 ohms par volt) de 1 à 1.000 V,

3 gammes de résistances de 0 à 2 mégohms (seuil de sensibilité 0,2 ohm),

3 gammes de capacités (utilisant comme source de tension le secteur alternatif de 110 V, 50 p/s) de 1.000  $\mu$ F à 20  $\mu$ F.

Pour les tensions et intensités, le rapport entre les sensibilités successives est égal à  $\sqrt{10} = 3,16$ . De cette manière, toutes les lectures peuvent être effectuées dans la partie la plus précise du galvanomètre, soit dans les deux derniers tiers des échelles. Le cadran porte, aussi bien en continu qu'en alternatif, deux échelles, dont une, graduée de 0 à 100, et l'autre de 0 à 31,6. De la sorte, toutes les lectures sont directes et ne nécessitent que des multiplications par des puissances de 10.

Pour l'échelle des résistances et des capacités, on a également adopté le principe des puissances de 10.

L'influence de la température sur la précision des indications est rendue négligeable du fait que la plupart des résistances sont bobinées en constantan.

L'appareil est présenté sous la forme d'un coffret métallique genre pupitre, verni, dont le couvercle est fixé sur charnières déboîtables, en sorte qu'il peut aussi bien servir comme appareil d'atelier que comme appareil portable. Le coffret est muni d'une poignée et de pieds de caoutchouc. Toutes les inscriptions sont gravées sur la platine en blanc sur fond noir. Latéralement, le coffret est équipé de deux compartiments, dont un contient une pile sèche de 6 V amovible, l'autre une paire de cordons munis de fiches et de pointes de touche.

La disposition claire et logique de tous les éléments, la netteté des inscriptions et la facilité de l'emploi éliminent pratiquement toute possibilité de fausse manœuvre et procurent un appréciable gain de temps au technicien qui se sert de cet appareil remarquablement bien conçu et réalisé.

# Détermination rapide des conditions de fonctionnement et des constantes du circuit d'un amplificateur fonctionnant en classe C ou B

par G. HENRY

Il est souvent utile, pour l'ingénieur, de déterminer rapidement les conditions de fonctionnement d'une lampe triode, tétrode ou penthode, devant fonctionner en amplificatrice haute fréquence, soit avec une puissance appliquée déterminée, soit pour obtenir une puissance utile demandée.

La méthode simplifiée suivante permet d'obtenir ce résultat avec suffisamment d'exactitude pour la plupart des projets qu'un technicien peut avoir à faire en pratique.

Les notations suivantes seront utilisées :

- $I_{cr}$  : courant plaque de crête.
- $I_1$  : valeur maximum de la composante fondamentale du courant plaque.
- $I_2$  : valeur maximum du deuxième harmonique du courant plaque.
- $I_a$  : courant continu de plaque.
- $E_a$  : tension continue d'anode.
- $E_{ge}$  : tension de polarisation de grille.
- $E_{g1}$  : valeur de crête de la tension alternative de grille.
- $E_{a1}$  : valeur de crête de la tension alternative d'anode.
- $E_{a\ min}$  : valeur minimum de la tension alternative d'anode.
- $E_{g\ max}$  : valeur maximum de la tension positive de grille.
- $W_a$  : puissance appliquée à l'anode.
- $W_u$  : puissance utile HF.
- $\theta$  : angle de passage du courant de fréquence fondamentale.

La méthode est basée sur les hypothèses suivantes :

1° Les courbes  $I_a = f(E_a)$  sont parallèles et équidistantes pour des augmentations égales de la tension grille dans les régions des valeurs positives.

2° La valeur du courant plaque est donnée par  $I_a = A \left( E_g + \frac{E_a}{K} \right)$ , A étant une constante et K le coefficient d'amplification de la lampe.

3° Le coefficient d'amplification K est constant.

En général, la valeur du courant d'anode maximum permis pour un tube donné n'est pas indiquée par le constructeur. Ce courant peut être estimé approximativement en tenant compte de la nature de la cathode de la lampe et de la puissance absorbée pour le chauffage de celle-ci.

Les valeurs de courant cathodique admissibles indiquées ci-dessous comprennent, en plus du courant d'anode, le courant grille (de l'ordre de 10 à 20 % du courant d'anode) et pour les tétrodes ou penthodes, le courant écran.

TABLEAU I

Nature de la cathode	(en ma par watt de chauffage) Courant cathodique
Tungstène pur.....	2 à 4 (1)
Tungstène thorié.....	10 à 35
Oxydes.....	10 à 40

(1) Ces valeurs sont à multiplier par 0,6 quand il s'agit d'un amplificateur linéaire.

PREMIER CAS. — *Projet d'amplificateur classe C, la puissance appliquée étant donnée :*

1° Choisir le tube et, d'après les données du constructeur, la tension continue de plaque  $E_a$  (les tensions plaques élevées permettent d'obtenir des rendements meilleurs, mais exigent, par contre, des puissances de commande plus grandes).

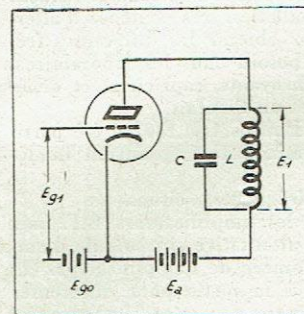


Fig. 1. — Schéma général simplifié d'une amplificatrice classe B ou C; les lettres correspondent à celles qui sont utilisées dans le texte.

2° Le courant continu de plaque est déterminé à l'aide de la puissance appliquée  $I_a = W_a/E_a$ .

3° Choisir plusieurs angles de passage du courant plaque entre 100 et 130° (les valeurs les plus faibles donnent les plus grands rendements plaque, mais demandent de plus grandes tensions d'excitation).

Pour le fonctionnement en classe B, le courant passé pendant une demi-période  $\theta$  sera donc égal à 180°. Des valeurs de  $\theta$  choisies et du courant continu  $I_a$  détermineront les valeurs de crête du courant plaque  $I_{cr}$  et de la composante fondamentale  $I_1$  en se servant de l'abaque I.

4° Vérifier que le courant de crête  $I_{cr}$  a encore une valeur permise en se servant du tableau I et des données du constructeur concernant la cathode utilisée.

5° Consulter le réseau  $I_a = f(E)$  relatif à la lampe (au besoin extrapolé d'après l'hypothèse [1]) et choisir les valeurs de  $E_{g\ max}$  et  $E_{g\ min}$  donnant le courant  $I_{cr}$  demandé. La valeur de la tension  $E_{a\ min}$  doit être aussi petite que possible pour obtenir un rendement maximum et  $E_{g\ max}$  doit être inférieure à 80 % de  $E_{a\ min}$  pour avoir de faibles puissances de commande. Dans le cas de tétrodes ou penthodes,  $E_{g\ max}$  ne doit

pas dépasser 80 % de la tension écran et  $E_{a \min}$  ne doit jamais être inférieure à la tension écran.

6° Calculer la polarisation appliquée à la grille de commande en se servant de la formule :

$$E_{g0} = \frac{E_a}{K} + \left( E_{g \max} = E_{a \min} \frac{1}{K} \right)^\alpha$$

avec :

$$\alpha = \frac{\cos \theta / 2}{1 - \cos \theta / 2}$$

la valeur de l'exposant  $\alpha$  étant donnée directement par l'abaque I.

7° Calculer la valeur de crête de la tension d'excitation :

$$E_{g1} = E_{g0} + E_{g \max}$$

8° Calculer la puissance utile d'après la formule :

$$W_u = \frac{1}{2} E_{a1} I_1$$

ou

$$E_{a1} = E_a - E_{a \min}$$

Calculer aussi la puissance dissipée qui est égale à  $W_u - W_a$ .

9° Choisir un courant grille de 10 à 20 % du courant plaque  $I_v$ . La puissance de commande est alors approximativement égale au produit du courant grille par la tension  $E_{g1}$ .

10° Vérifier que le courant continu d'anode, la polarisation de grille, la puissance d'excitation et la puissance dissipée sur la plaque sont bien situés près du maximum permis par la lampe choisie.

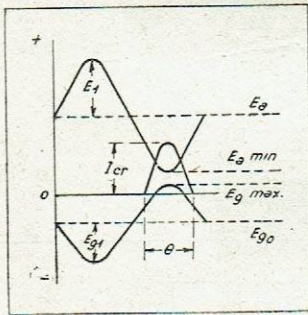


Fig. 2. — Signification des termes employés pour désigner les différentes tensions et intensités.

11° Choisir alors l'angle de passage du courant  $\theta$  qui donne les meilleures conditions au point de vue de la puissance utile, du rendement et de la puissance de commande.

L'opération peut être répétée, si cela est nécessaire, pour plusieurs valeurs de la tension plaque minimum (c'est-à-dire pour plusieurs valeurs de la tension de déchet) et plusieurs valeurs de la tension positive de grille  $E_{g \max}$ .

12° Le circuit oscillant est déterminé de la façon suivante : l'impédance équivalente est donnée par  $Z_0 = E_a / I_1$ . La surtension  $Q$  du circuit peut être choisie arbitrairement (par exemple de 10 à 15) suivant les besoins de l'amplificateur (téléphonie ou télégraphie), ou déterminée en se fixant la valeur du second harmonique du courant par la formule suivante :

$$Q = \frac{66}{\% \text{ du } 2^{\circ} \text{ harmonique}} \times \frac{I_1}{I_2}$$

formule dans laquelle  $I_2$  est la valeur de crête du 2° harmonique du courant plaque pour un angle de passage  $\theta$  donné. Cette valeur est trouvée sur l'abaque I.

Pour le choix de la surtension, on pensera également que les valeurs élevées de  $Q$  donnent un faible

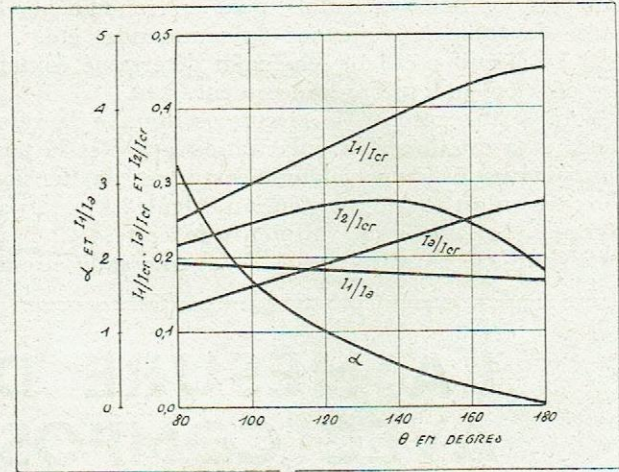


Fig. 3. — Abaques permettant de calculer les constantes d'un amplificateur classe C en fonction de l'angle de passage.

harmonique, mais augmentent les pertes par échauffement dans le circuit.

Enfin, les valeurs de la self et de la capacité du circuit oscillant seront déterminées à partir des formules :

$$L = \frac{Z_0}{2 \pi f Q} \text{ Henry}$$

$$C = \frac{1}{(2 \pi f)^2 L} \text{ pf}$$

où  $f$  est la fréquence.

Toutes les conditions de fonctionnement de l'amplification seront ainsi déterminées très simplement.

DEUXIÈME CAS. — *Projet d'amplificateur classe C, la puissance utile étant donnée.*

Dans le cas où le projet de l'amplificateur doit être fait en se fixant la puissance de sortie, l'abaque sera utilisée comme suit :

1° Choisir le tube et la tension plaque comme il a été indiqué au § 1 du cas précédent.

2° Choisir  $I_{a0}$  en se servant du tableau I et des données du constructeur relatives à la lampe utilisée.

3° Choisir la tension de déchet  $E_{a \min}$  et la tension  $E_{a \max}$  suivant les indications données au § 5 du cas précédent.

4° Calculer  $E_{a1}$  et  $I_1$  à l'aide des formules :

$$E_{a1} = E_a - E_{a \min}$$

$$I_1 = \frac{2 W_u}{E_a}$$

5° En se servant de l'abaque, déterminer l'angle de passage  $\theta$  et le courant continu d'anode  $I_a$  en se basant sur le rapport  $I_1 / I_{cr}$ .

6° Calculer alors la puissance appliquée  $W_a = E_a I_a$  et la puissance dissipée sur la plaque qui est égale à la différence entre la puissance appliquée  $W_a$  et la puissance utile  $W_u$ .

7° Calculer la polarisation grille  $E_{g0}$ , la tension de crête, la tension alternative de grille  $E_{g1}$  et la puissance de commande, comme il a déjà été indiqué dans la marche à suivre précédente (§§ 6, 7 et 10).

8° Répéter ces opérations pour différentes valeurs de l'intensité maximum du courant anodique  $I_{cr}$  ou essayer différentes combinaisons des tensions maxima positives appliquées à la grille et des tensions de déchet  $E_{a \min}$  pour un courant de crête donné  $I_{cr}$ .

On se fixera comme valeurs définitives celles don-

nant les meilleurs résultats pour le rendement, la durée du tube, la puissance de commande, etc.

9° Le circuit oscillant sera enfin déterminé comme il a déjà été indiqué précédemment.

Après avoir accordé le circuit oscillant à la résonance et avoir ajusté la polarisation grille et la tension plaque à leurs valeurs correctes, la tension d'excitation est réglée à la tension calculée  $E_{g_{max}}$ , par exemple, à l'aide d'un voltmètre de crête.

Le couplage entre le circuit de charge et le circuit

oscillant est augmenté jusqu'à ce que le courant continu d'anode prenne sa valeur  $I_a$ .

Pendant ce dernier réglage, l'accord du circuit oscillant doit être retouché chaque fois que le couplage est changé.

Enfin, dans les amplificateurs utilisant des lampes écran ou des penthodes, le circuit oscillant peut être accordé en se basant sur le maximum de puissance utile, la valeur maximum du courant plaque n'étant pas critique avec l'accord du circuit.

## LA MESURE DES SELFS A FER AVEC COMPOSANTE CONTINUE

par P. de RICHEBOURG

d'après un article de E.-H. MAYER et D.-L. WAIDELICH, de la Revue « Communications »

*La mesure des selfs de chocs à fer en basse fréquence, notamment quand ces selfs sont traversées par un courant continu superposé à un courant alternatif.*

La détermination d'une self de filtre demande une connaissance de l'inductance de ce bobinage dans les conditions d'emploi, c'est-à-dire parcouru par un courant continu et alternatif superposés.

Le but de cette étude est d'indiquer une méthode de mesure tenant compte de ces facteurs.

Cette méthode peut servir également à la mesure de l'inductance des transfos BF et différents bobinages employés dans les postes de réception ou d'émission.

Dans un montage de filtre alimentation, la self est parcourue : 1° par un courant continu ; 2° par un courant alternatif composé d'une fondamentale et de ses harmoniques ; on peut, en général, négliger les harmoniques devant la fondamentale.

La valeur de cette self dépend donc finalement : 1° du niveau de la composante alternatif ; 2° de la fréquence de ce courant ; 3° du courant continu qui la traverse.

Il existe un grand nombre de méthodes pour ce genre de mesures, notamment une modification du pont de Hay présentant le défaut d'avoir un courant alternatif variable pendant l'équilibrage du pont ; de plus, cet équilibre est fonction de la fréquence.

Nous avons adopté une modification du pont d'Owen.

L'essentiel du circuit est représenté figure 1.

Les résistances  $R_1$  et  $R_2$  sont fixes, non inductives, de valeurs connues ;  $C_3$  est une capacité fixe ;  $C_4$  une capacité étalonnée pouvant varier très progressivement ;  $R_4$  une résistance variable étalonnée. La self à mesurer est représentée par  $L$ , et sa résistance apparente par  $R_L$  ; l'équation du pont est :

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$$

Soit en imaginaire :

d'où :

$$\frac{R_1}{C_4} = \frac{R_2 + R_L}{C_3}$$

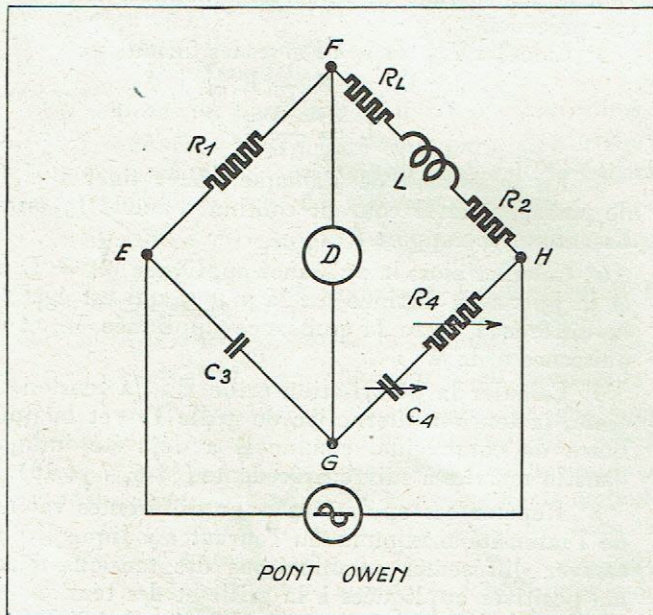


Fig. 1.

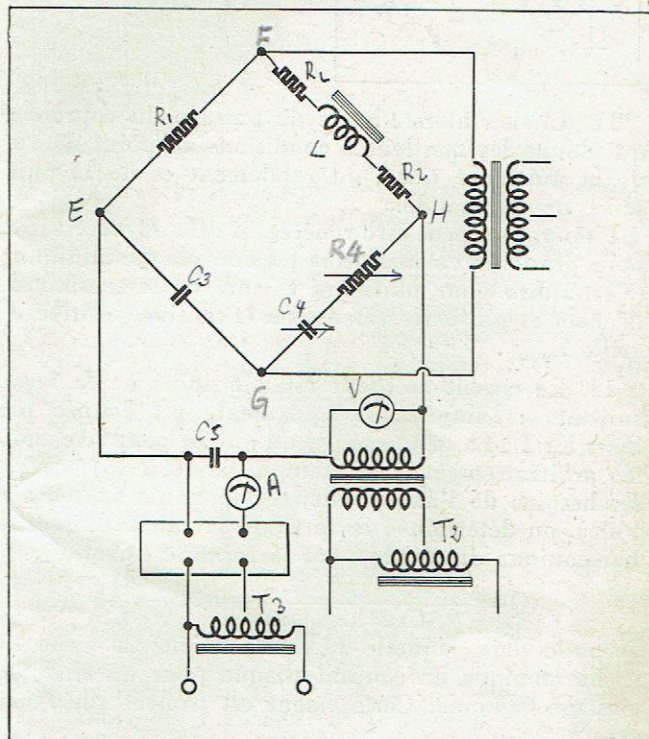


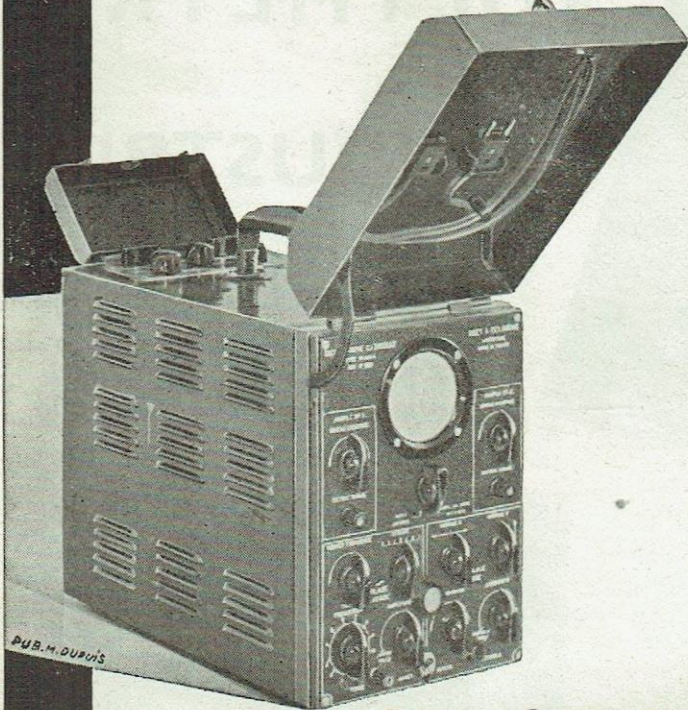
Fig. 2.



# RIBET & DESJARDINS

S.A.R.L. 300 000 FR\$

13, RUE PÉRIER, MONTROUGE  
TÉL: ALÉ 24-40-41



**OSCILLOGRAPHE  
PORTATIF, 269.A**

**MATÉRIEL PROFESSIONNEL**

PHOT. M. DUPUIS  
PUB. COIRAT



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



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

Fournisseur du L.N.R.

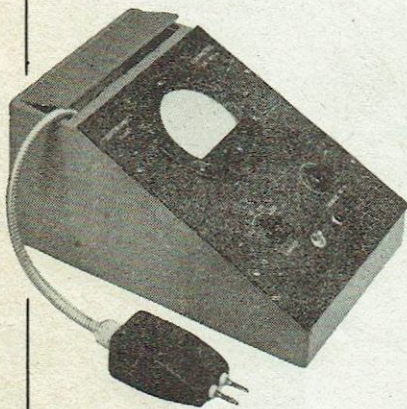
## GÉNÉRATEUR H.F. A-43

De 30 Mcs à 100 Kcs  
en 6 gammes  
Modulation à 400 pcr.  
Atténuateur efficace  
Cadran  
extrêmement lisible



## VOLTMÈTRE ELECTRONIQUE C. 43

Tension alternative  
jusqu'à 150 volts  
Tension continue  
jusqu'à 1500 volts  
Impédance d'entrée :  
10 Mégohms



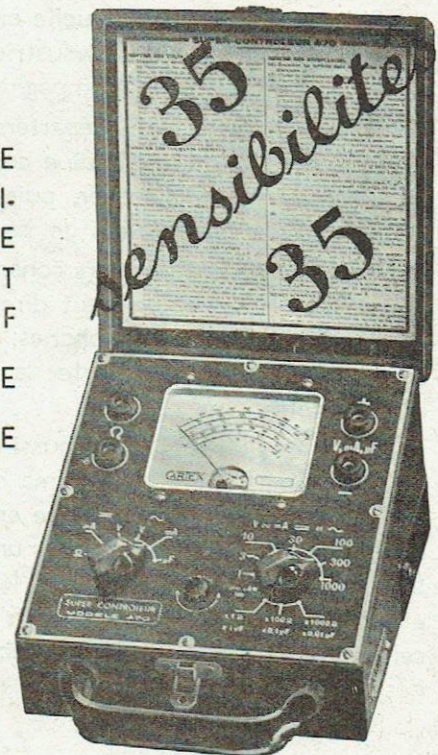
**CONSTRUCTION EXTRÊMEMENT SOIGNEE  
LIVRAISON RAPIDE**

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

**SUPERSONIC**  34, Rue de FLANDRE  
PARIS, NOR. 79-64

## CONTROLEUR UNIVERSEL 470

VOLTMÈTRE  
MICRO ET MILLI-  
AMPÈREMÈTRE  
CONTINU ET  
ALTERNATIF  
OHMMÈTRE  
CAPACIMÈTRE



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

**CARTEX**

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

LIVRAISONS ASSURÉES DÈS A PRÉSENT



# VOLTMÈTRE A D L'INDUSTRIELLE

L'ETUDE et la réalisation des appareils de mesure est un travail considérable, car il faut, pour mener à bien ces travaux, des moyens qui ne sont pas à la portée de

Il faut d'abord des laboratoires parfaitement outillés et possédant tous les étalons nécessaires pour la vérification du matériel que l'on construit. Il faut encore des cadres à la hauteur de la tâche qui leur est demandée, des cadres non seulement constitués par de purs techniciens, mais aussi par des praticiens qui utilisent quotidiennement les appareils de mesures que l'on se propose de réaliser, afin qu'ils soient à même de connaître tous les problèmes posés par leur emploi quotidien.

S'il est une firme à laquelle on peut faire confiance dans cet ordre d'idées, c'est bien l'Industrielle des Téléphones, qui appartient au Groupe de la Compagnie Générale d'Electricité.

Depuis trois ans, un département « Appareils de Mesure » a été créé, département qui a consacré ses efforts à l'étude de quelques appareils d'atelier, puis au développement d'appareils de mesure de laboratoires de haute précision.

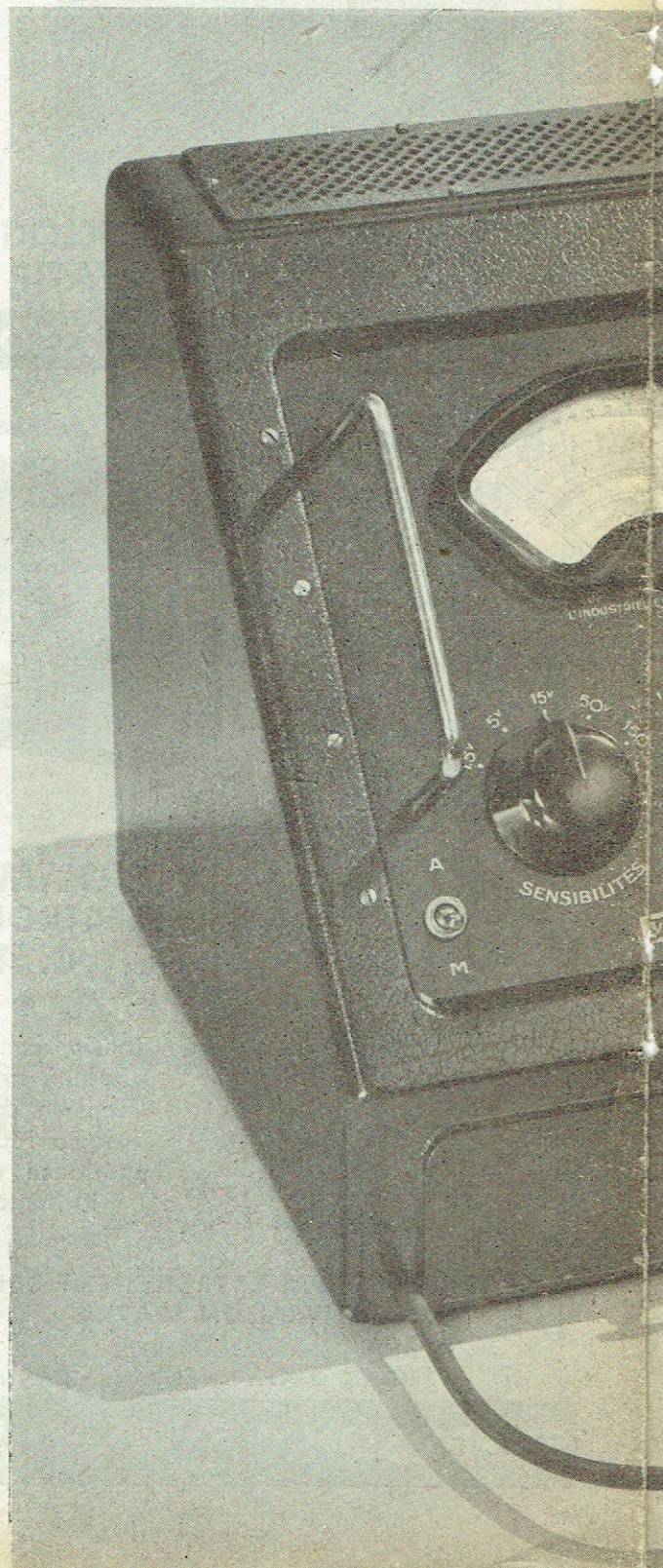
Une pléiade d'ingénieurs consacre toute son activité à l'étude de ces problèmes et on peut dire aujourd'hui que la production de l'Industrielle des Téléphones, dans le domaine des appareils de laboratoire, peut supporter la comparaison avec les appareils étrangers les plus réputés.

Il y a lieu de remarquer aussi que ses efforts ont porté parallèlement sur l'étude du schéma et sur la réalisation mécanique et industrielle. C'est l'équilibre entre ces deux points qui fait la qualité d'un appareil de mesure; une mauvaise réalisation du meilleur schéma rend inutiles tous les efforts du technicien qui l'a établi et une belle mécanique n'a de valeur que si elle est au service d'une technique impeccable. Cet équilibre, l'Industrielle des Téléphones l'a parfaitement réalisé.

\*  
\*\*

Il est un appareil dont le besoin se fait sentir dans tous les laboratoires et dont les applications sont innombrables : c'est le voltmètre à lampe.

Le modèle 52-A réalisé par l'« Industrielle des Téléphones » répond aux desiderata des plus difficiles. C'est un voltmètre à

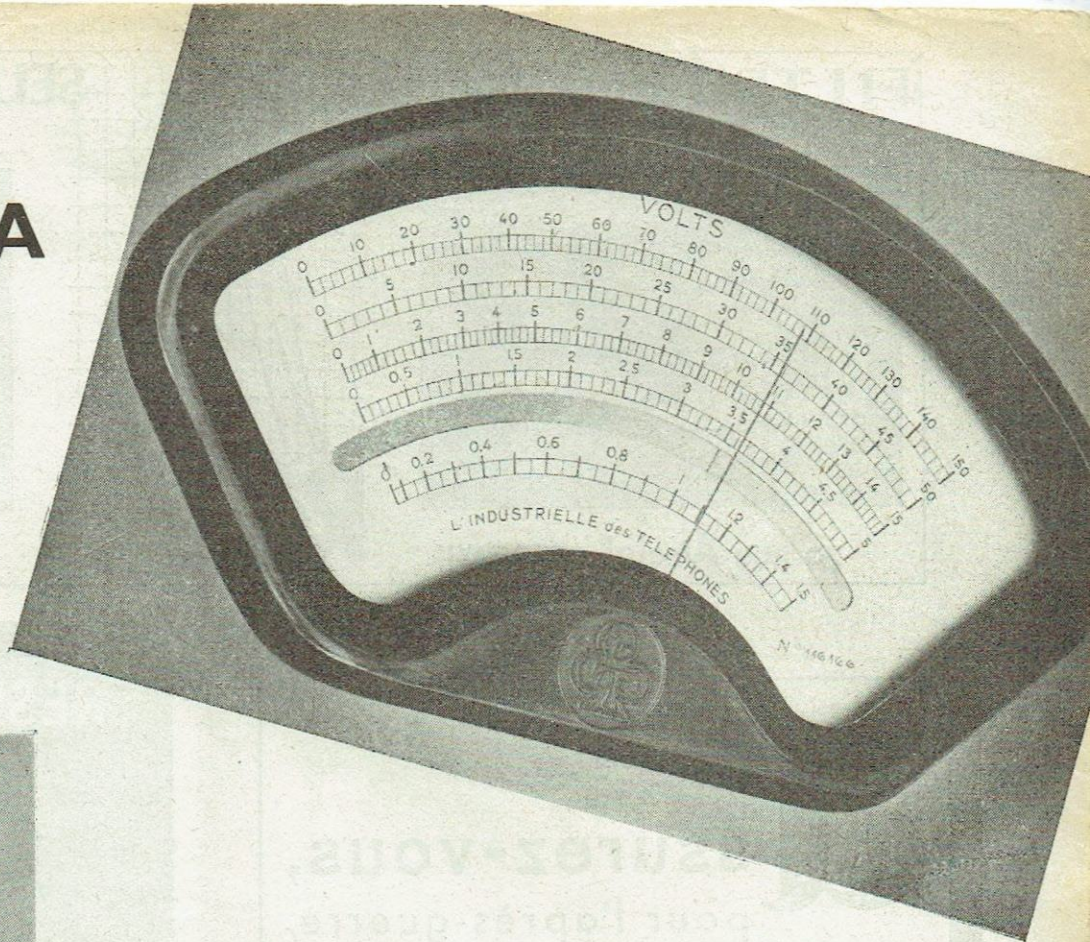
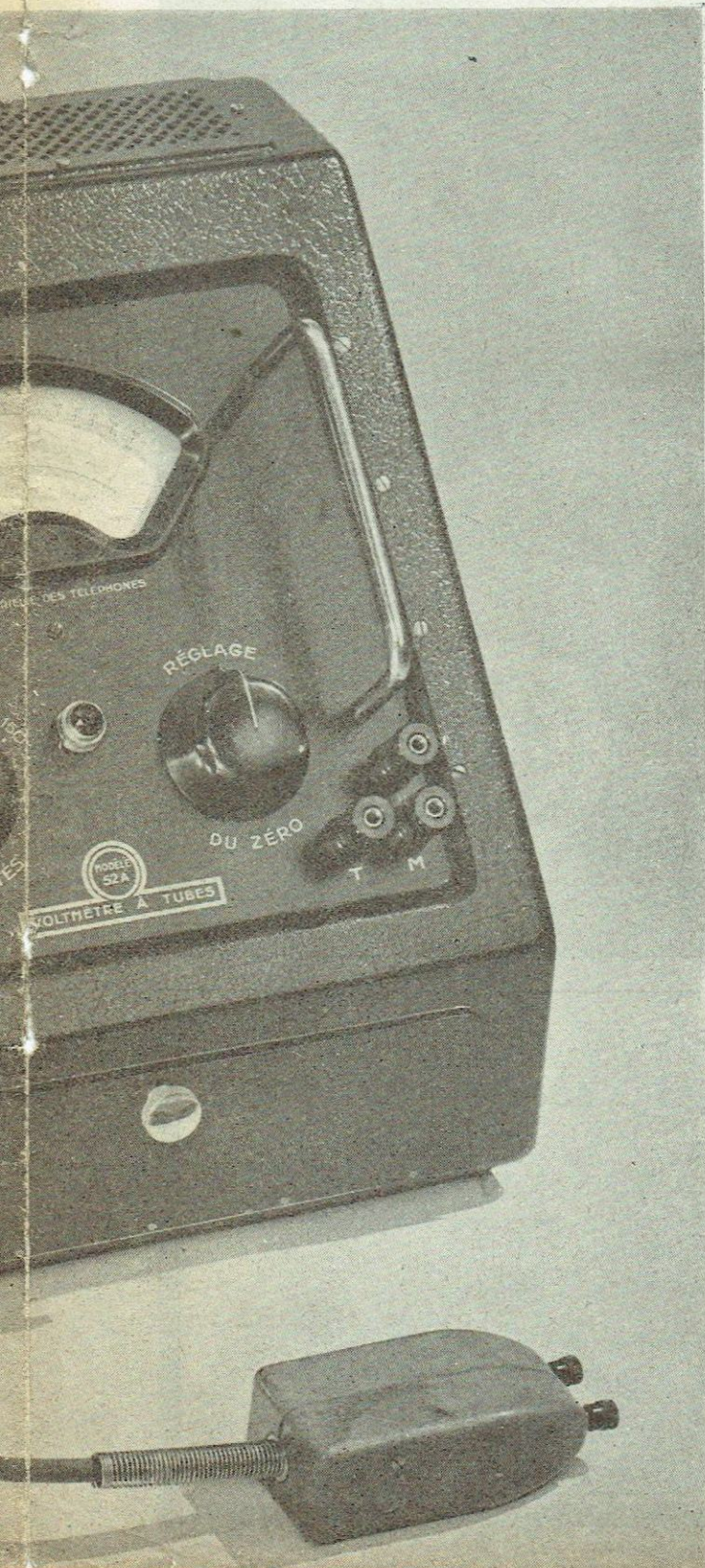


# LAMPE N° 52 A

## DE

### DES TÉLÉPHONES

de mesures demande une puissance industrielle  
or à bien des constructions de ce genre, des  
de la petite et même de la moyenne industrie.



lampe à lecture directe et à très grande impédance d'entrée, utilisable dans la bande de fréquence de 20 pps à 150 mégacycles.

Son impédance d'entrée est constituée par une résistance de 5 mégohms avec une capacité de 8 picofarads. La fréquence de résonance du système d'entrée (qui est constitué par une lampe 955 montée en diode) est d'environ 400 mégacycles. La diode de redressement est montée dans une sonde indépendante de l'appareil proprement dit, celle-ci étant réunie à ce dernier par un câble flexible qui ne transporte que du courant continu et le courant d'alimentation de la lampe.

Le courant redressé est appliqué à un amplificateur à courant continu qui utilise une lampe 6Q7 ; cet amplificateur est caractérisé par un dispositif de contre-réaction. De cette façon, la graduation de l'appareil de mesure proprement dit est parfaitement linéaire et, d'autre part, la lecture est indépendante de la lampe utilisée.

Pour assurer la précision et la constance de lecture et rendre celle-ci indépendante des variations de la tension d'alimentation, on utilise une alimentation stabilisée, d'une part, par une résistance fer-hydrogène et, d'autre part, par un stabilivolt.

La graduation du cadran correspond à la valeur efficace d'une tension sinusoïdale. Pour une tension de forme complexe, la lecture est multipliée par le coefficient 0,707.

Dans ces conditions, la précision correspond à  $\pm 2\%$  de la déviation totale sur toute la sensibilité (de 0,1 à 150 volts en 5 échelles).

D'autre part, l'erreur due à la fréquence de la tension mesurée est inférieure à 1 % entre 20 périodes-seconde et 50 mégacycles, elle atteint 3 % à 100 mégacycles.

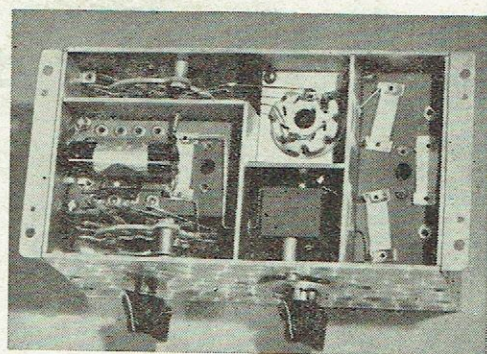
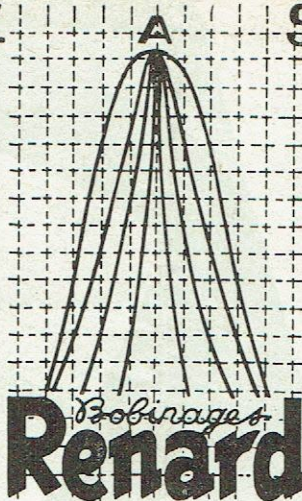
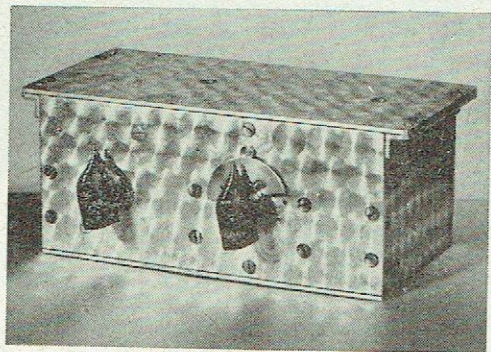
Cet appareil se présente sous la forme d'un pupitre entièrement en aluminium moulé, vernis craquelé noir, et de fortes poignées permettent de le déplacer facilement.

Pratique, stable et précis, le voltmètre à lampe de l'« Industrielle des Téléphones » doit se trouver dans tous les laboratoires bien équipés.

FILTRE A QUARTZ

A

SELECTIVITE VARIABLE



70 RUE Amelot . PARIS XI<sup>e</sup>

Bobinages  
**Renard**

Téléphone : ROQ. 20-17

**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<sup>e</sup>  
DIDEROT 07-74 & 75

RÉSISTANCES

**GÉKA**



BUREAUX

112, Rue Réaumur - PARIS

Tél. : CENTral 48-99 & 47-07

R. C. Seine 263-634 B

SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE

AU CAPITAL DE 250.000 FRANCS

USINES

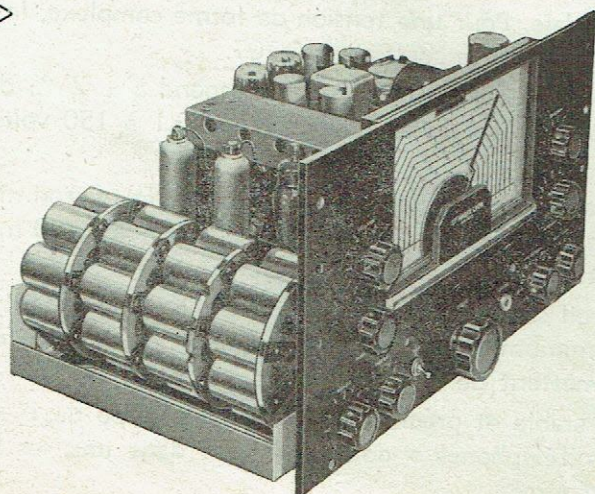
41, Grande Rue 41

PLESSIS-ROBINSON (Seine)

Téléphone : SCEAUX 16-38

A-7

SLOG



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

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

**RADIO-LYON - 148, R. OBERKAMPF - PARIS, XI<sup>e</sup>**

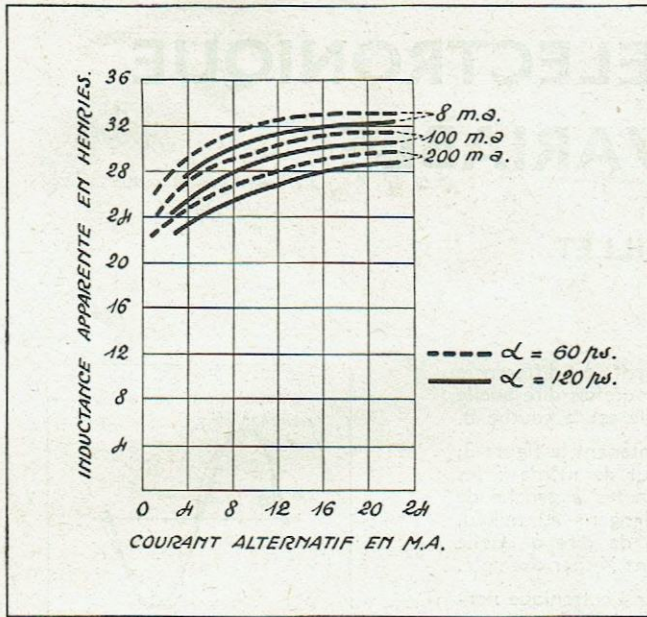


Fig. 3.

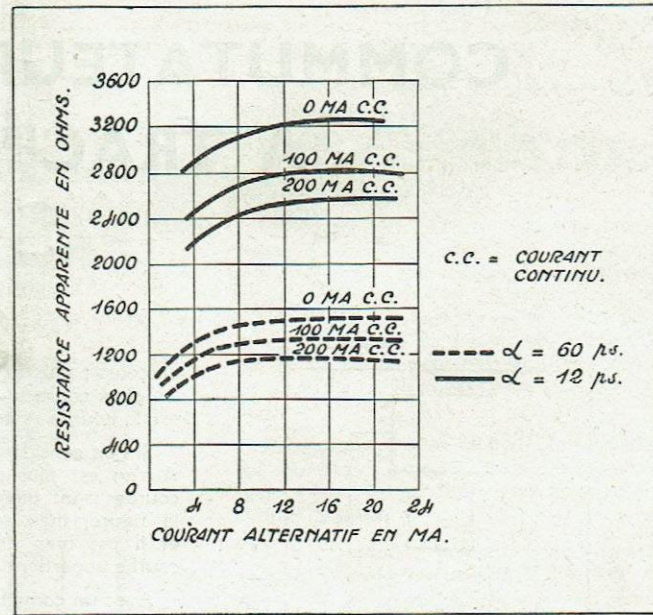


Fig. 4.

et : 
$$R1 R4 = \frac{L}{C3}$$

Les valeurs de RL et L sont donc :

$$RL = \frac{R1 C3}{C4} - R2$$

et : 
$$L = R1 R4 C3$$

Nous pouvons noter que la fréquence n'intervient pas dans les équations de l'équilibrage du pont et que la mesure de RL ne sera pas gênée par la mesure de L, les variables C4 et R4 n'apparaissant pas ensemble dans la même équation.

Le circuit représenté par la figure 2 est employé pour déterminer l'inductance d'une bobine à fer, quand un courant continu et alternatif la traverse en même temps. Une tension alternative en série avec une tension continue sont donc introduites entre les points E et H. Un redresseur comprenant un auto-transfo T3 à prise permet de faire varier le courant continu qui traverse le bobinage de fer à essayer. On mesure ce courant à l'aide du milli A.

Le courant alternatif est fourni par un transformateur alimenté par un auto-transfo à prise T2. Ce transfo doit être prévu largement pour que la forme de la sinusoïde ne soit pas modifiée par le passage du courant continu dans ce transfo. De plus, une forte capacité C5 est branchée aux bornes du redresseur continu, pour isoler le courant continu du courant alternatif.

On peut admettre de cette manière que le voltage indiqué par V est exact entre les points E et H.

Dans ces conditions, le courant alternatif  $I_{ac}$  traversant l'inductance est :

$$I_{ac} = \frac{V_{ac}}{\sqrt{(R1 + R2 + RL)^2 + (WL)^2}}$$

Notons que R1 et R2 sont habituellement faibles devant WL. La sensibilité du pont d'Owen est maximum quand les résistances et réactances des bras du pont et du système détecteur sont à peu près égales.

Il est désirable que la résistance R2 soit faible devant la résistance apparente de la self, juste suffisante pour une bonne sensibilité du pont. Si la résistance de cette self est grande, on pourra supprimer R2.

Les résultats obtenus par ce pont sont résumés dans les courbes (fig. 3 et 4) et tableau ci-joints.

Nous remarquerons dans ce tableau, donné à titre d'exemple, que la valeur de la self augmente quand le courant alternatif croît et diminue si le courant continu qui la traverse augmente; les essais ont été faits avec une self sans entrefer.

Cette méthode est donc applicable quand on veut connaître la valeur exacte d'une inductance dans ces conditions d'emploi. On voit d'après ces courbes de très fortes variations de la valeur de la self en fonction du courant qui la traverse.

(D'après un article de E.-H. Meier et D.-L. Waidelich, de la revue *Communications*.)

Inductance et résistance apparente d'une self de choc commerciale

Résistance en courant continu = 52.50 ohms

Voir schéma pont : R1 = 500 ohms

R2 = 0 ohm

C3 = 1 MFD

Fréquence w/2 R c.p.s.	Lecture appareil mesures		Equilibre du pont		Valeurs calculées		
	I.c.c. Ma	V.c.A. volts	R4 ohms	C4 MFD	L henrys	RL ohms	I.c.a. M.a.
60	0	10	51.800	0.477	25.90	1.048	1.01
60	0	250	67.280	0.339	33.65	1.475	19.31
60	200	10	46.010	0.582	23.00	859	1.14
60	200	250	58.810	0.422	29.40	1.185	22.30
120	0	80	55.540	0.173	27.75	28.90	3.77
120	0	500	65.270	0.155	32.60	3.225	20.10
120	200	80	48.840	0.218	24.42	2.290	4.29
120	200	500	56.960	0.195	28.48	2.560	21.70

NOTA. — Les branches du pont EG et GH contenant des capacités en série, aucun courant continu ne passe dans ces bras ni dans le circuit directeur.

# COMMUTATEUR ELECTRONIQUE A TRACE VARIABLE

par J. PAILLET

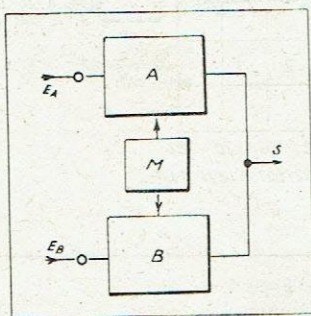


Fig. 1. — Commutateur électronique schématique.

Rappelons brièvement le fonctionnement du commutateur électronique : un tel appareil est constitué par deux amplificateurs qui peuvent avoir un gain nul ou positif, débitant en parallèle sur une sortie commune. Sur la figure 1, les amplificateurs sont représentés, très schématiquement, par les carrés A et B. Un multivibrateur M bloque alternativement pendant des temps égaux les deux amplificateurs A et B, de sorte qu'à la sortie commune S, on retrouve amplifiés tantôt les signaux A, appliqués en Ea, tantôt les signaux B, appliqués en Eb. Par suite de la persistance rétinienne, on a l'impression de voir les signaux A et B superposés sur l'écran de l'oscillographe, auquel est raccordé S. (Bien entendu, on suppose que la fréquence des phénomènes A et B est suffisante pour donner cette impression de superposition, et on suppose également que le balayage de l'oscillographe est réglé convenablement pour obtenir une image stable.)

On obtient ainsi une image dans le genre de celle de la figure 2. Dans le cas de cette figure, il n'y a aucune ambiguïté possible : on reconnaît la courbe A de la courbe B en n'importe quel point de son

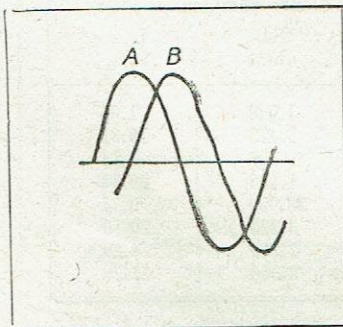


Fig. 2. — Résultat classique : on distingue bien les deux courbes.

parcours ; plus exactement, on différencie les deux courbes, sans toutefois dire quelle est la courbe A et quelle est la courbe B.

Si l'on considère maintenant la figure 3, il n'en est plus du tout de même : les courbes sont bien distinctes à gauche de la figure, mais se mélangent au milieu, et il est bien difficile de dire à quelle courbe appartient le point X, par exemple.

Avec un commutateur électronique normal, la seule façon de le savoir consiste à réduire l'amplification d'une des deux courbes : si le point X change d'ordonnée, c'est que « c'était la bonne » ; sinon, évidemment, c'est que « c'était l'autre » !

Il serait préférable d'obtenir une figure dans le genre de la figure 4, où la courbe A est en trait fin et la courbe B en trait fort : on y voit immédiatement que le point X appartenait à la courbe B.

Or, cela est possible, sans même modi-

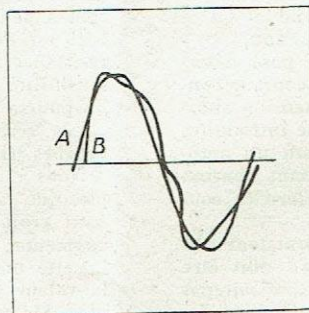


Fig. 3. — Laquelle est A, laquelle est B ?

fier en quoi que ce soit l'oscillographe. Nous allons voir comment.

Considérons les éléments de courbe de la figure 5. Il y a deux manières d'employer le commutateur électronique pour obtenir leur superposition : ou bien, procédé classique, le balayage de l'oscillographe et le multivibrateur du commutateur électronique sont réglés sur la même fréquence, laquelle est celle du phénomène en examen, ou bien la fréquence de balayage de l'oscillographe restant synchronisée sur le phénomène à examiner, celle de fonctionnement du multivibrateur est considérablement plus grande. Il en résulte la figure 6, où le spot du cathodique décrit un petit élément de la courbe A (a-b), puis un petit élément de la courbe B (c-d), puis de nouveau un élément de A (e-f), etc., les temps de parcours a-b, c-d, e-f, etc., étant égaux. Les temps de parcours des lignes b-c, d-e, f-g, etc., étant aussi égaux entre eux, mais extrêmement plus courts, ces dernières lignes

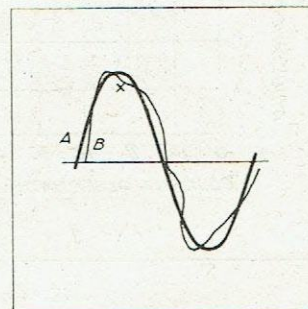


Fig. 4. — La courbe B est en trait fin et facile à distinguer.

paraissent beaucoup plus fines, et, lorsqu'on augmente considérablement la fréquence de découpage du multivibrateur (10.000 pour un phénomène de l'ordre de 50 p/s), disparaissent complètement pour faire place à une sorte de brouillard lumineux verdâtre (avec un écran fluorescent vert, naturellement).

Si, maintenant, les temps pendant lesquels le spot du cathodique parcourt des éléments de la courbe A sont notablement plus longs que ceux pendant lesquels ledit spot parcourt les éléments de la courbe B, on obtient une image dans le genre de la figure 7 ; les temps correspondant aux parcours a-b, e-f, i-j, sont plus grands que ceux correspondant aux parcours c-d, g-h, k-l, etc ; on a l'impression de voir la courbe A en tirets, et la courbe B en points.

A noter, d'ailleurs, qu'à moins que la fréquence en examen soit un sous-multiple exact de la fréquence de fonctionnement du multivibrateur, les lignes de tirets et de points semblent se déplacer le long d'elles-mêmes.

Quand on augmente suffisamment la fréquence de découpage du multivibrateur, on finit par ne plus distinguer de tirets ou de points, mais on a nettement l'im-

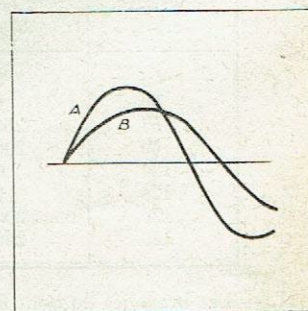


Fig. 5. — Deux éléments de courbes à examiner.

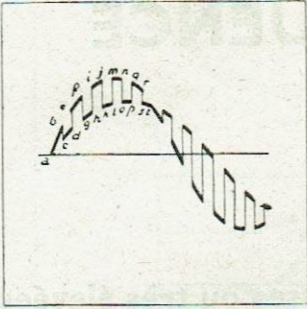


Fig. 6. — Mêmes courbes qu'en figure 5, mais décomposées par découpage rapide.

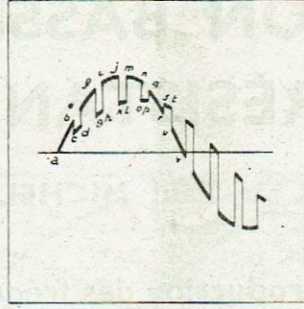


Fig. 7. — Mêmes courbes qu'en figure 5, mais on distingue la courbe A en points et la courbe B en tirets.

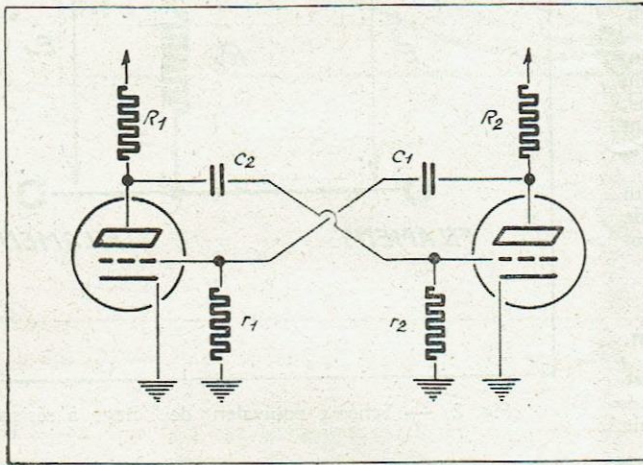


Fig. 8. — Schéma classique de multivibrateur  $r_1/r_2 = 1$  donnant le résultat de la figure 6.

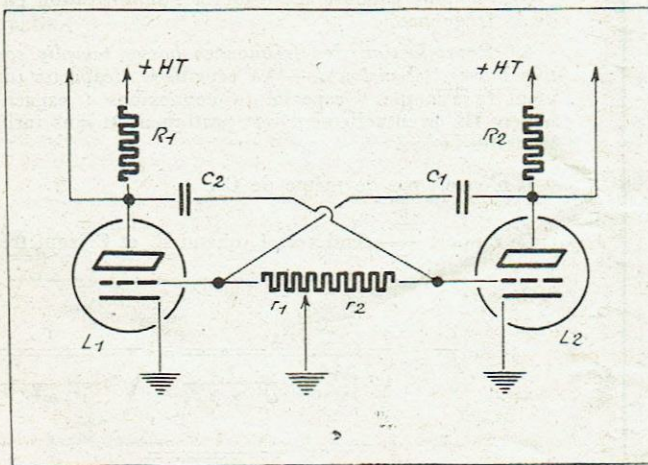


Fig. 9. — Multivibrateur modifié :  $r_1/r_2$  est variable ; on obtient le résultat de la figure 7.

pression que l'une des courbes est plus intense que l'autre.

Le moyen d'obtenir un tel résultat ? Il est bien simple.

Il suffit de remplacer les résistances  $r_1$  et  $r_2$  de grilles du multivibrateur par un potentiomètre P.

On comprend aisément que le temps pendant lequel une des deux lampes du multivibrateur reste bloquée est fonction de la constante de temps grille  $C_1 r_1$  ou  $C_2 r_2$ , et qu'en faisant varier le rapport de ces constantes de temps, on fera varier les temps de blocage des susdites lampes et, partant, des lampes amplificatrices A et B.

On pourrait, évidemment, faire varier les capacités  $C_1$  et  $C_2$ , mais il est infiniment plus commode de faire appel à un simple potentiomètre.

Il faut toutefois faire attention à ne pas réduire trop la valeur des résistances de grilles, car, en deçà d'une certaine valeur limite, le multivibrateur cesse de fonctionner normalement. Egalement, il y a un certain rapport entre les impédances de C et de r à respecter, sous peine d'avoir, non plus une courbe en grecques sur les plaques du multivibrateur, mais une courbe plus ou moins arrondie, qui donne des résultats moins satisfaisants, à la sortie du commutateur électronique.

L'auteur a réalisé, en 1939, quelques commutateurs électroniques munis de ce dispositif breveté, et les résultats exposés ci-dessus ont été obtenus avec régularité.

Bien entendu, cette... astuce du potentiomètre permet d'avoir un rapport d'intensité apparente entre les deux courbes absolument réglables, depuis l'extinction d'une des courbes jusqu'à l'extinction de l'autre, en passant par tous les rapports possibles, et notamment par l'égalité d'intensité entre les deux courbes.

Par ailleurs, il est possible d'utiliser ce dispositif avec n'importe quel commutateur électronique : il faut et il suffit que les condensateurs et résistances potentiométriques de grilles du multivibrateur soient remplacés par les valeurs convenables (les résistances étant remplacées par un potentiomètre de l'ordre du mégohm, et les condensateurs par d'autres de l'ordre de 100 à 1.500 cm). Il faut, en outre, que les amplificateurs du commutateur électronique et de l'oscilloscope soient capables de passer les fréquences élevées sans trop de distorsion (une capacité en parallèle sur la sortie du commutateur suffit, si elle est importante, à remplacer la superposition des deux courbes par une courbe résultante donnant la somme des deux... à une constante de perte près).

On peut, bien entendu, laisser ou ajouter au commutateur électronique tous les autres perfectionnements existants, tels que dispositif de décentrage des deux courbes, interrupteur réunissant les plaques ou grilles des lampes d'entrée, de manière à donner la somme algébrique des deux courbes au lieu de leur superposition.

Enfin, l'auteur reste à la disposition des lecteurs qui voudront expérimenter le dispositif en question, et les remercie à l'avance des critiques ou suggestions dont ils voudront bien lui faire part.

# AMPLIFICATION BASSE-FRÉQUENCE A RÉSISTANCES

par Paul MICHEL

## Influence des éléments sur la reproduction des fréquences très basses ou très élevées

### I. — Introduction.

L'amplification à résistances est théoriquement idéale parce qu'indépendante de la fréquence.

Ceci ne serait vrai qu'autant que l'on ne rencontrerait absolument aucune capacité dans les montages amplificateurs.

Il faut toutefois signaler les amplificateurs spéciaux à courant continu en Loftin-White, dans lesquels la capacité de liaison n'existe pas, la plaque d'une lampe amplificatrice étant reliée directement à la grille de la lampe suivante, cette grille étant suffisamment négative pour compenser le potentiel positif de plaque qui lui est appliqué par suite de la liaison directe.

On peut d'ailleurs remarquer que, dans ce cas, les capacités parasites existent également et perturbent encore le fonctionnement dans une certaine mesure.

Pratiquement, on rencontre toujours une capacité de liaison, et une ou plusieurs capacités parasites (capacités d'entrée ou de sortie des lampes, capacités des supports, des connexions, ou des organes de couplage par rapport à la masse) qui ont pour effet de faire varier le gain en fonction de la fréquence. (Variation de l'impédance.)

Il n'est donc pas possible d'étudier le fonctionnement d'un amplificateur sans tenir compte de la présence et de l'effet de ces capacités qui se trouvent plus ou moins directement associées avec les résistances de couplage.

### II. — Calcul de l'amplification relative aux fréquences extrêmes. — Dispositifs de correction.

Le schéma classique d'un amplificateur à résistances est donné par la figure 1.

La tension  $E_g$  appliquée à la grille produit dans le circuit plaque un courant :

$$I_p = \frac{K E_g}{R_a + R_i}$$

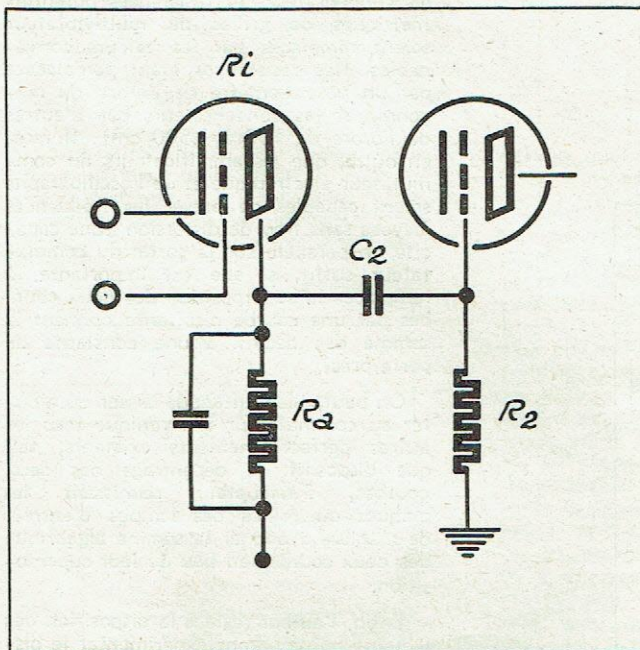


Fig. 1. — Schéma classique d'un étage amplificateur à résistances.

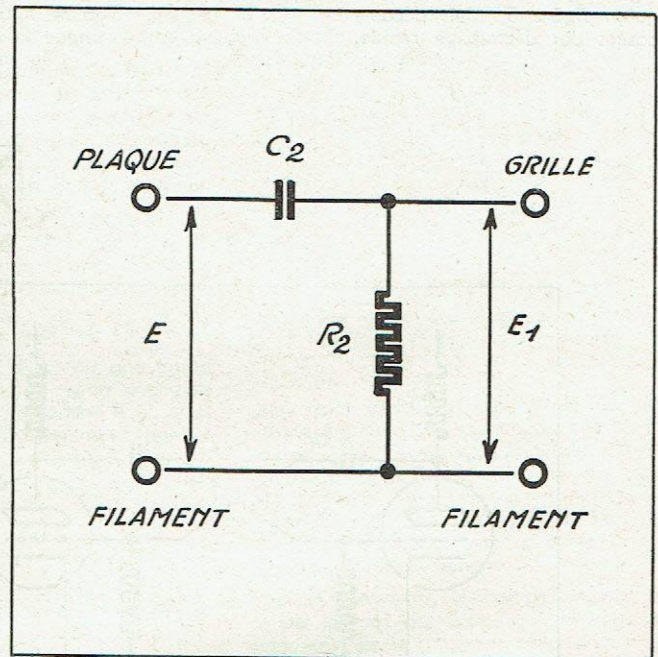


Fig. 2. — Schéma équivalent de l'étage à résistances.

$K$  étant le coefficient d'amplification de la lampe.

La chute de tension alternative aux bornes de  $R_a$  est alors

$$E = K E_g \times \frac{R_a}{R_a + R_i}$$

Cette tension  $E$  n'apparaît pas entière aux bornes grille-filament de la lampe suivante, parce qu'elle se divise entre le condensateur de liaison  $C_2$  et la résistance de grille  $R_2$ , comme l'indique le schéma équivalent figure 2.  $E_1$  est toujours plus petit que  $E$ .

On est donc conduit à considérer l'amplification en fonction de la fréquence.

A) *Reproduction des fréquences basses (amplis sonores) et très basses (télévision).* — La capacité  $C_1$  (capacité plaque-filament de la lampe + capacité des connexions + capacité d'écoulement HF éventuellement) est pratiquement sans influence sur les notes basses.

Il n'en est pas de même de  $C_2$ .

Le rapport  $\frac{E_1}{E}$  tend vers 1, quand  $R_2$  et  $C_2$  sont très grands.

On a :

$$n = \frac{E_1}{E} = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{\omega^2 \times C_2^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\omega^2 C_2^2 R_2^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\omega^2 T^2}}}$$



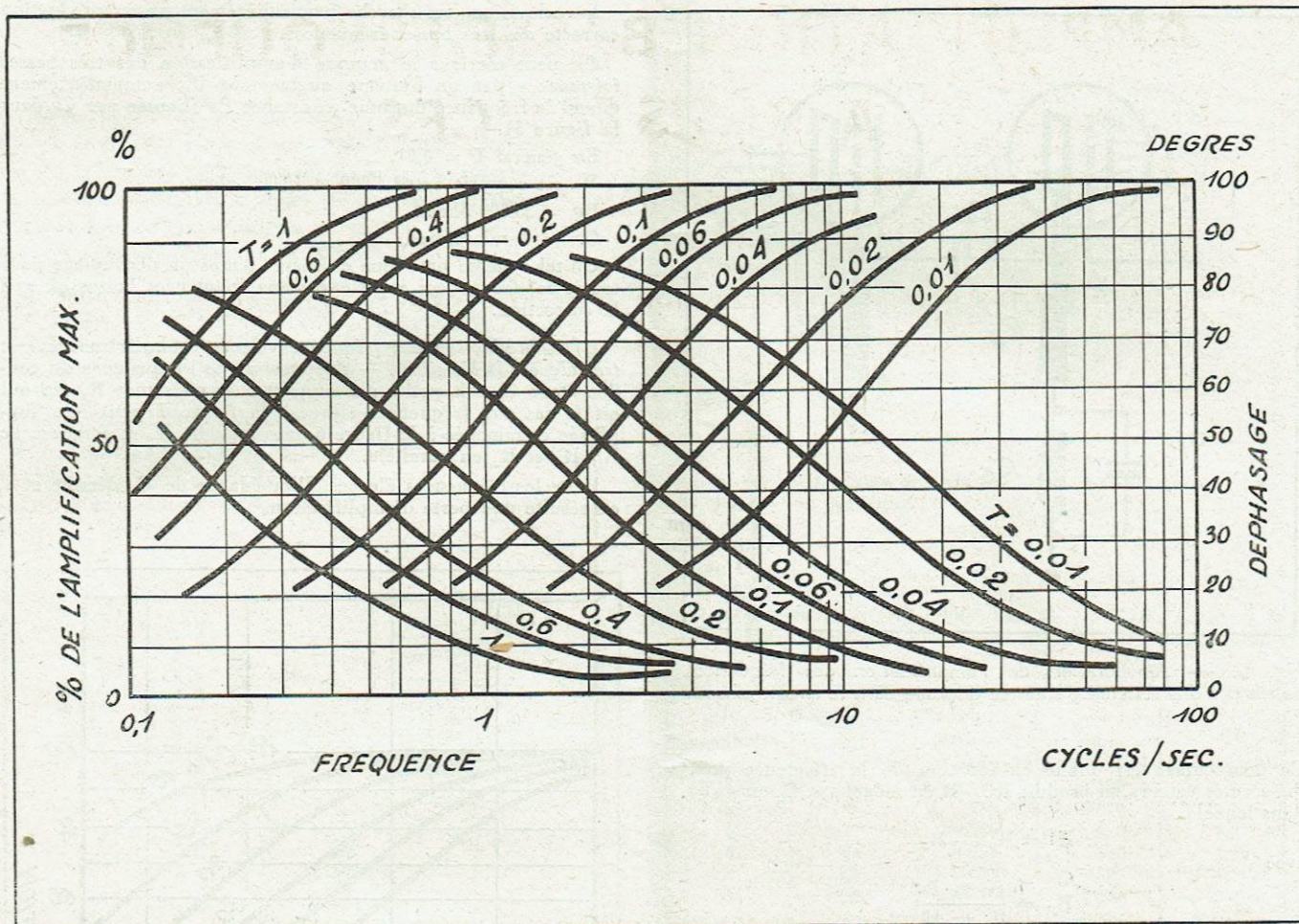


Fig. 3. — Amplification et déphasage aux très basses fréquences pour différentes constantes de temps.

T étant la constante de temps déterminée par  $R_2$  et  $C_2$ .

$$T = C_2 \times R_2$$

Par ailleurs, il existe un certain déphasage entre le courant par courant  $R_2$  et la tension grille.

Ce déphasage est donné par

$$\phi = \tan^{-1} \frac{1}{\omega T}$$

La figure 3 donne  $\phi$  et le % d'amplification maximum en fonction de la fréquence pour différentes constantes de temps.

La valeur de  $n$  est d'autant plus petite que la fréquence est plus basse (l'impédance de  $C_2$  augmente).

Des égalités précédentes, on peut écrire :

$$C_2 = \frac{n}{\omega R_2 \sqrt{1 - n^2}}$$

On peut dresser le tableau ci-dessous donnant  $C_2$  en fonction de  $R_2$  pour différentes valeurs de  $n$  à 50 périodes.

$R_2$ en mégohms	$n = 0,9$ $C_2$ en $\mu F$	$n = 0,8$ $C_2$ en $\mu F$	$n = 0,7$ $C_2$ en $\mu F$
0,25	0,026	0,0168	0,0124
0,5	0,013	0,0084	0,0062
1	0,0065	0,0042	0,0031
2	0,0033	0,0021	0,00156
3	0,0022	0,0014	0,00104
5	0,0013	0,0008	0,0006

Remarquer que si  $n = 0,9$  pour un étage, pour deux étages d'amplification on a  $n^2 = 0,81$ .

On peut encore utiliser le graphique de la figure 4 pour trouver le pourcentage d'amplification aux fréquences basses.

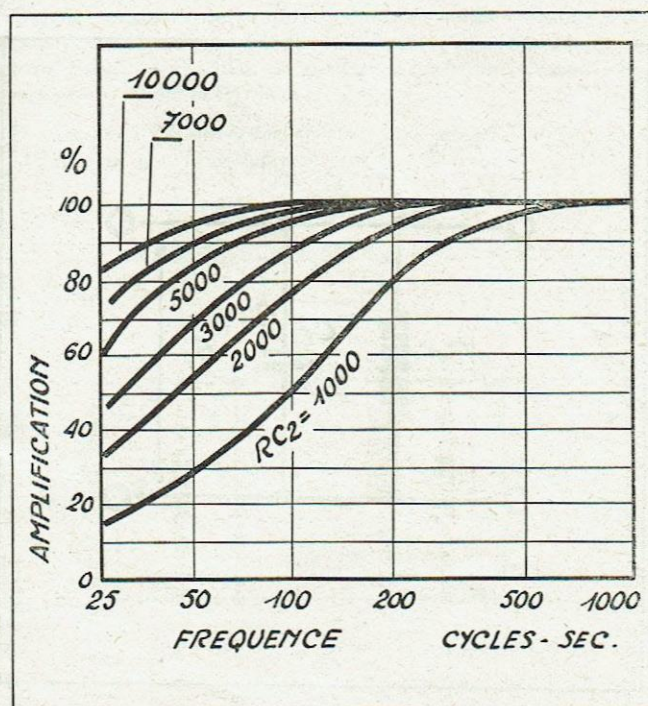


Fig. 4. — Amplification relative aux basses fréquences.

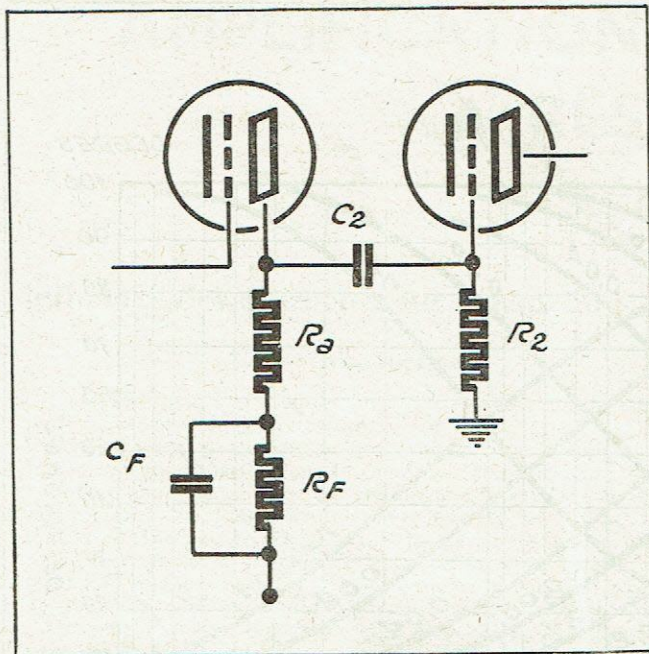


Fig. 5. — Amélioration de l'amplification des fréquences basses par une résistance shuntée disposée dans le circuit plaque.

Ce pourcentage est donné en fonction de la fréquence pour différentes valeurs du produit  $RC_2$  ( $R$  en mégohms,  $C_2$  en  $\mu\text{F}$ ) dans lequel

$$R = R_p + R_2$$

avec

$$R_p = \frac{R_i \times R}{R_i + R}$$

*Remarque.* — Une autre cause pouvant amener une réduction des fréquences basses est le fait d'avoir une capacité en parallèle sur la résistance de polarisation cathodique qui soit de valeur trop faible.

Ceci peut être évité en adoptant pour cette capacité une valeur supérieure à 10 microfarads.

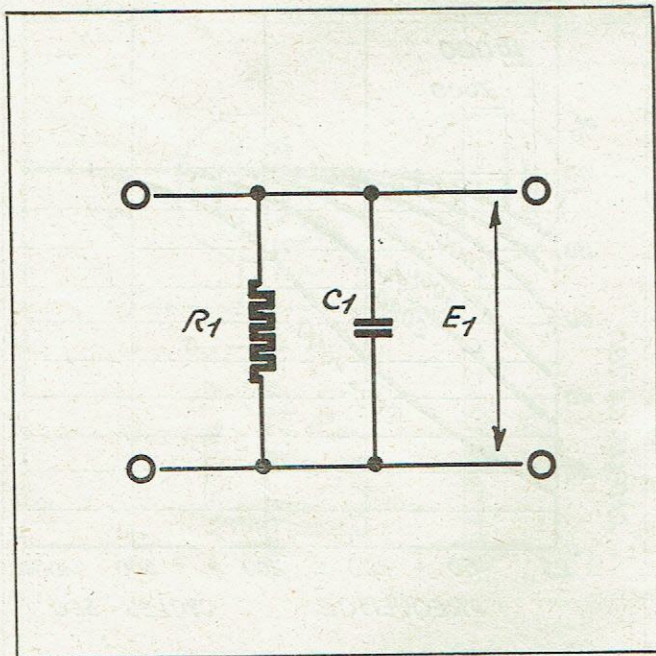


Fig. 6. — Schéma équivalent simplifié d'un étage à résistances pour les fréquences élevées.

En télévision, on cherche particulièrement une reproduction correcte des très basses fréquences.

On peut corriger le manque d'amplification des très basses fréquences par un système augmentant  $R_a$  automatiquement quand la fréquence diminue (résistance  $R_f$  shuntée par  $C_f$  dans la figure 5).

En général  $T = 0,01$ .

$R_a$  est compris entre 4'000 et 10'000 ohms.

$R_f = 25'000$  ohms.

$C_f = 1$  microfarad.

Un tel système provoque en même temps un découplage pour toutes les fréquences supérieures aux fréquences basses où agit la correction.

B) *Reproduction des fréquences élevées (amplis sonores) et très élevées (télévision).* — Supposons que l'impédance du condensateur  $C_2$  soit petite par rapport à la résistance  $R_2$  (ce qui est le cas aux fréquences élevées) la figure 1 peut être simplifiée et ramenée à la figure 6 dans laquelle  $R_1$  se compose de  $R_i$ ,  $R_a$  et  $R_2$  en parallèle.

Pour les fréquences élevées, l'impédance de  $C_1$  décroît et il en résulte une perte d'amplification.

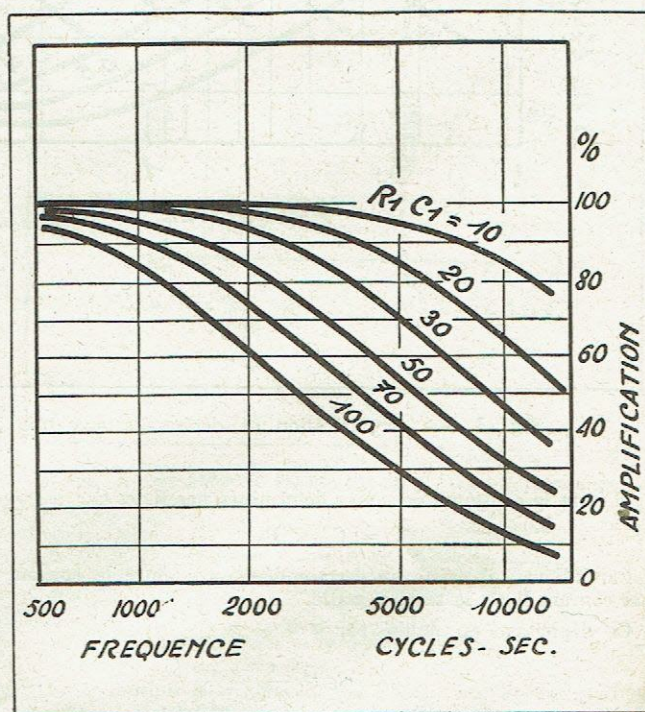


Fig. 7. — Amplification relative aux fréquences élevées.

La tension  $E_1$  est égale à  $S \times E_0 \times Z$  en posant

$$Z = \frac{R_1}{\sqrt{1 + \omega^2 R_1^2 C_1^2}}$$

$S$  étant la pente de la lampe.

On peut en déduire que le gain d'étage est égal à l'amplification maximum théorique multipliée par un facteur

$$n = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 R_1^2 C_1^2}}$$

Pour  $\omega$  petit, ce facteur se rapproche de l'unité et pour les très hautes fréquences, l'amplification devient inversement proportionnelle à la fréquence.

De ce qui précède, il résulte que pour la reproduction des notes aigües, le produit  $R_1 C_1$  a une grosse importance.

Si l'on exprime  $R_1$  en mégohms et  $C_1$  en  $\mu\text{F}$ , on arrive alors pour une fréquence de 5'000 pps et pour une valeur du produit  $R_1 C_1$  égale à 10, à une amplification qui est égale à 95 % de l'amplification théorique.

La figure 7 représente la reproduction en fonction de la fréquence pour différentes valeurs du produit  $R_1 C_1$ .

A noter que  $C_1 = C_c + C_{pf} + C_{gf} + C_{gp}(1 + A) + C_d$  dans laquelle

- $C_c$  est la capacité des connexions.
- $C_{pf}$  est la capacité plaque-filament de la lampe précédente.
- $C_{gf}$  est la capacité grille-filament de la lampe suivante.
- $C_{gp}$  est la capacité grille-plaque de la lampe suivante.
- $A$  est le gain de l'étage suivant ( $A \ll K$ ).
- $C_a$  est la capacité d'écoulement HF éventuelle.

L'affaiblissement causé par  $C_1$  aux fréquences élevées peut être compensé par différents systèmes de correction.

a) Introduction d'une inductance  $L$  en série avec  $R_a$  (fig. 8).  
Supposons l'amplificateur constitué par une lampe gland type 954 :

On admettra que la capacité totale  $C_1 = 11 \mu\text{F}$ .

On pourra adopter pour  $R_a = 10'000$  ohms.

$R_2 = 1$  méhohm.

Capacité de couplage =  $0,01 \mu\text{F}$ .

$L = 0,5$  millihenry environ.

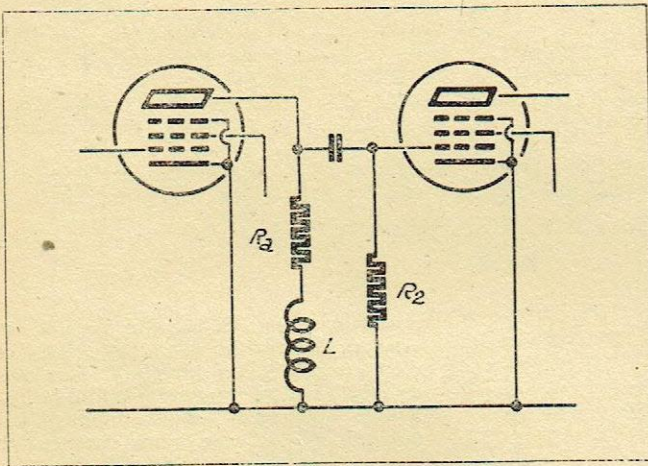


Fig. 8. — Amélioration de l'amplification des fréquences élevées par une inductance en série avec la résistance d'anode.

Le gain est de 11 environ et reste sensiblement constant aux fréquences très élevées utilisées en télévision (jusqu'à 2 Mégahertz).

b) Couplage par filtre en  $r$  (fig. 9) dont le schéma équivalent est donné par la figure 10.

L'impédance du filtre

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{2C}}$$

On doit avoir les deux branches capacité du filtre de valeurs égales ; soit  $C$  l'une de ces valeurs.

On choisira la fréquence de coupure  $f_c$  du filtre passe-bas égale à deux fois au plus la fréquence maximum désirée.

On a

$$L = \frac{1}{2 C n^2 f_c^2}$$

avec  $C$  en farads et  $L$  en henrys.

$$R_2 = Z_0 = \sqrt{\frac{L}{2C}}$$

Aux fréquences intermédiaires, le gain d'étage est donné approximativement par  $M \times R_2$ .

$M$  étant la conductance (inverse de la pente de la lampe) en ohms.

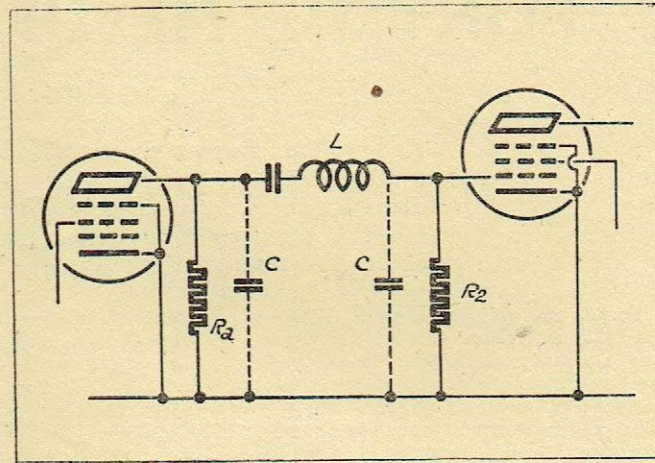


Fig. 9. — Amélioration de l'amplification des fréquences élevées par un filtre en  $r$  de couplage.

$R_2$  en ohms.

Si on se fixe  $f_c$  et  $C$  par exemple, on en déduit  $L$ ,  $R_2$  et le gain (tableau ci-dessous) en supposant  $M = 1.100$  micromhs.

$f_c$ mégahertz	$C$ $\mu\text{F}$	$L$ millihenry	$R_2$ ohms	Gain
2	6	2,105	13'220	14,5
3	6	0,935	8'830	9,7
4	6	0,526	6'620	7,3
6	6	0,234	4'410	4,9
4	12	0,262	3'320	3,7
6	12	0,117	2'200	2,4

### III. — Conclusion.

L'établissement correct des amplificateurs à résistances, dans tous leurs domaines d'application, tant pour les amplis sonores que pour la télévision, nécessite la prise en considération de l'effet des capacités de couplage et des capacités parasites qui influencent le gain aux fréquences basses et élevées. Quelques calculs simples permettent de vérifier la variation d'amplification en fonction de la fréquence.

Des systèmes de correction peuvent être adoptés, notamment en télévision, pour améliorer les courbes de reproduction.

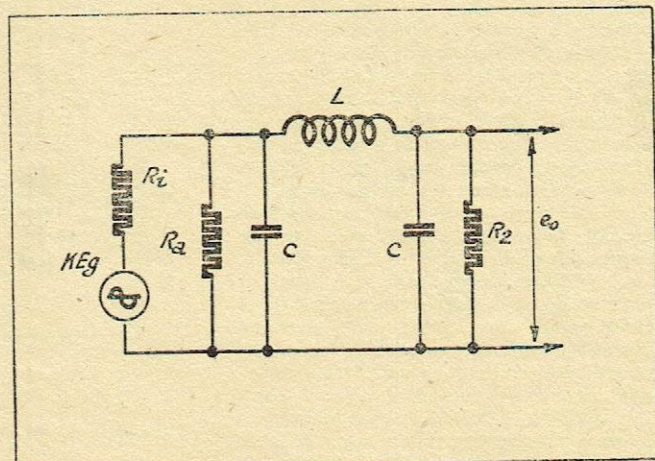


Fig. 10. — Schéma équivalent d'un couplage par filtre en  $r$ .

# Voix distorsionniste LIÉ RF 11-43 PONT DE MESURE DE DISTORSION

par André FERRAND

*Le problème du pont de mesures de distorsion a été remarquablement traité dans notre revue par notre collaborateur Dreyfus Pascal. RF 4-43(71) - 5(110) - 7(150)  
Dans un autre ordre d'idées, notre regretté collaborateur A. Ferrand nous avait remis quelques articles, dont celui-ci, qui traite du pont de mesures d'un point de vue essentiellement pratique.*

Jusqu'à ces dernières années, l'idée de mesure de distorsion ne se rencontrait que dans les données techniques communiquées par les constructeurs de lampes. Cette mesure s'est maintenant répandue, elle est chose commune et nous dirons même nécessaire, pour la réalisation d'amplificateurs BF.

Si l'oscillographe facilite grandement son étude, la mesure met le point final

pratique du schéma décrit dans la **Radio Française** du mois de mars 1941, portant sur les normes de la Société des Radio-Electriciens.

Rappelons-en ici brièvement le principe (fig 1) : l'inverseur étant sur la position I, on note la déviation du voltmètre à lampe. Le pont étant équilibré sur la fondamentale par l'accord de la self et l'ajustage de la résistance, celle-ci ne pro-

le pourcentage d'harmoniques cherché d'après la formule

$$K_2 = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots}}{V_1}$$

**Réalisation.** — Dans le schéma donné dans la **Radio Française**, la fréquence d'examen était de 50 périodes, et les résistances constitutives de 50 ohms. On

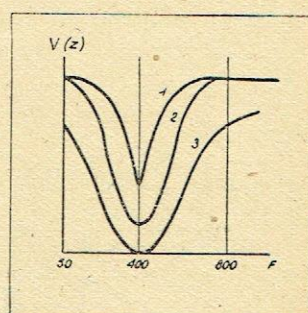
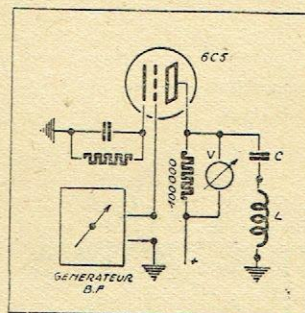
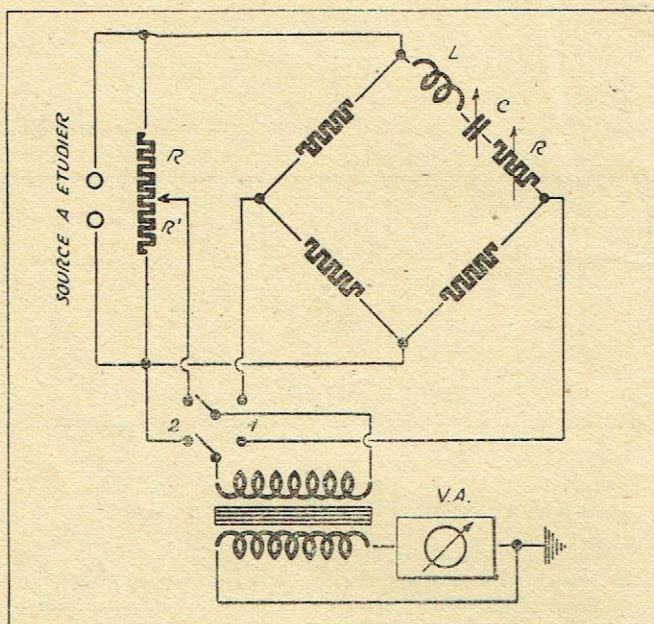


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1.

à toutes les controverses sur l'efficacité de la contre-réaction, l'adaptation de la charge des lampes, etc. Etant donné que les appareils utilisés sont généralement très coûteux, celui que nous décrivons ici ne manquera pas de retenir l'attention des constructeurs; du moins nous l'espérons!

**Principe.** — Examinons d'abord le principe des appareils courants (distorsionmètre General-Radio) : Ils comportent un voltmètre à lampes qui peut être branché à l'aide d'un commutateur sur la source à observer, soit directement, soit à travers un filtre passe-haut à affaiblissement extrêmement élevé (théoriquement infini), supprimant, dans toute la mesure de son efficacité, la fondamentale, pour ne plus laisser subsister que les harmoniques.

On voit donc que le point critique d'un appareil de mesure de distorsion est la suppression de la fréquence fondamentale. Avec un filtre, comme cité plus haut, on arrive à des solutions techniquement et pratiquement complexes; c'est pourquoi nous avons préféré le montage « en pont », qui présente, en outre, un important avantage : celui de permettre la réalisation d'un appareil capable de fonctionner à plusieurs fréquences, alors que, dans le premier cas, ceci nécessiterait un système de filtres d'un encombrement prohibitif.

Ce montage correspond à la réalisation

duit absolument aucune tension sur la diagonale (condition facilement acquise ici et beaucoup plus aisément qu'avec un filtre). La déviation dépend donc uniquement des harmoniques incluses dans l'onde examinée. Puis on passe sur la position II et on manœuvre le potentiomètre P jusqu'à obtenir la même déviation du voltmètre à lampe. Le rapport  $\frac{R}{R'}$   $\times 2$  donne

arriverait, si on voulait s'en tenir à cet examen, à une réalisation compliquée et d'un encombrement prohibitif. Aux fins de simplification, nous avons utilisé la fréquence d'examen standard BF, soit 400 périodes et nous avons constitué le pont par des résistances de 300 ohms.

La première difficulté consiste à déterminer un rapport self-capacité donnant un court-circuit ( $Z=R$ ) parfait pour 400 périodes, c'est-à-dire une impédance égale à 250 ohms (valeur de  $R$ ), dans le cas présent, tout au moins, où la résistance de la self idéale s'est trouvée être de 250 ohms.

D'autre part, on doit avoir une très forte impédance pour l'harmonique 2 et les suivantes; dans ce but, nous avons réalisé le montage de la figure 2, qui nous a permis de relever les courbes relatives de la figure 3. Nous avons adopté la self correspondant à la courbe 2.

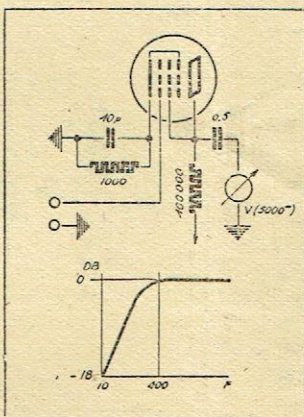


Fig. 4.

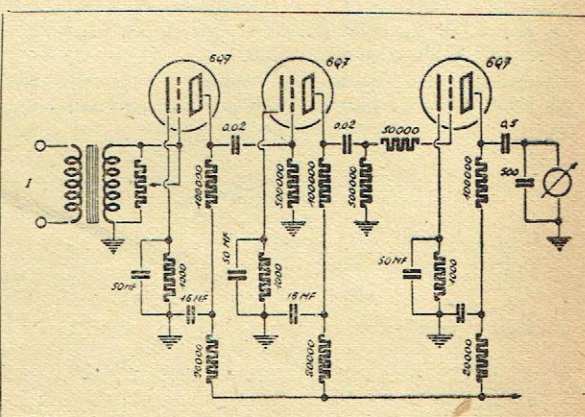


Fig. 5.

Pour permettre un ajustage facile du pont à 400 périodes, nous avons réalisé un montage mécanique dans lequel une tôle de mumétal coulisse dans la self. Cette simple tôle permet de faire varier la self dans des proportions considérables, grâce à un filet à pas lent (dans le cas présent, tige filetée de 3 pas S.I.) ; le réglage s'effectue ainsi avec une grande précision.

Le point délicat du circuit série étant déterminé, voyons maintenant le voltmètre à lampe.

a) **Le transfo d'entrée :** suivant le cas (position 1 ou 2 de l'inverseur), son primaire se trouve placé sur une impédance de 300 ou de 0 à 100 ohms (pour 20 % de distorsion).

Pour ne fausser en rien la mesure, il s'est révélé pratiquement nécessaire d'utiliser une très forte impédance primaire ; un transformateur de liaison BF plaque à grille convient parfaitement, en utilisant l'enroulement grille comme primaire. Ainsi utilisé, il est abaisseur de tension et doit être linéaire à partir de 400 périodes, ce qui est possible avec un transformateur très bon marché.

Etant donné que l'on doit pouvoir mesurer, pour répondre à toutes les exigences de la pratique, une distorsion de 0,2 % pour 0,2 volt, on conçoit aisément qu'il soit nécessaire d'avoir un V.A. extrêmement sensible. Dans ce but, nous avons tout d'abord monté un étage de sortie (fig. 4) composé d'une 6J7 attaquant, à travers un condensateur, un voltmètre

Fig. 6.

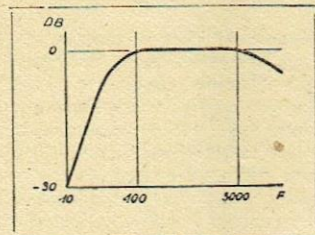
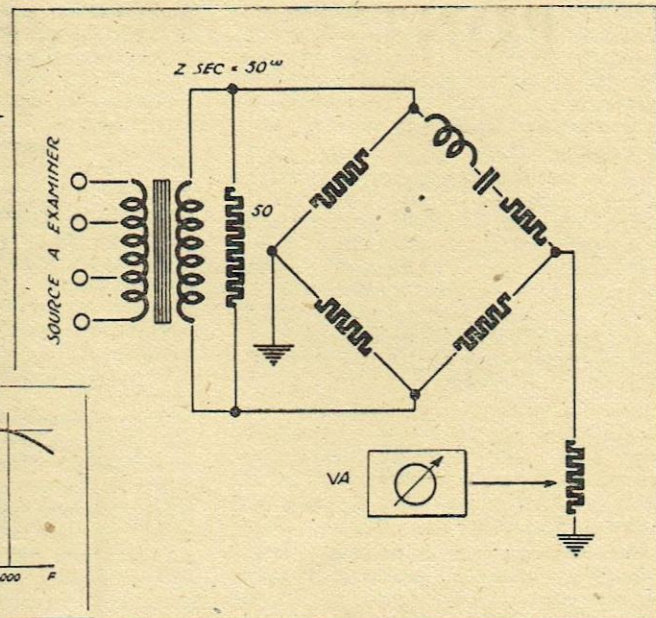


Fig. 7.



alternatif de 0 à 2 V. Ce système présente deux avantages : 1° le voltmètre possédant une très faible résistance (5.000  $\Omega$  pour un cadre de 250  $\mu$  A employé), on peut, avec le condensateur de liaison, éliminer complètement toutes les « sautes » dues au secteur par coupure des très basses

fréquences ; 2° la tension demandée étant très faible, on évite intégralement toutes les distorsions qui pourraient être amenées par les étages d'ampli, grâce aux faibles niveaux auxquels chaque lampe travaille. Lorsque l'on examine des distorsions pour des tensions élevées, cet ampli se

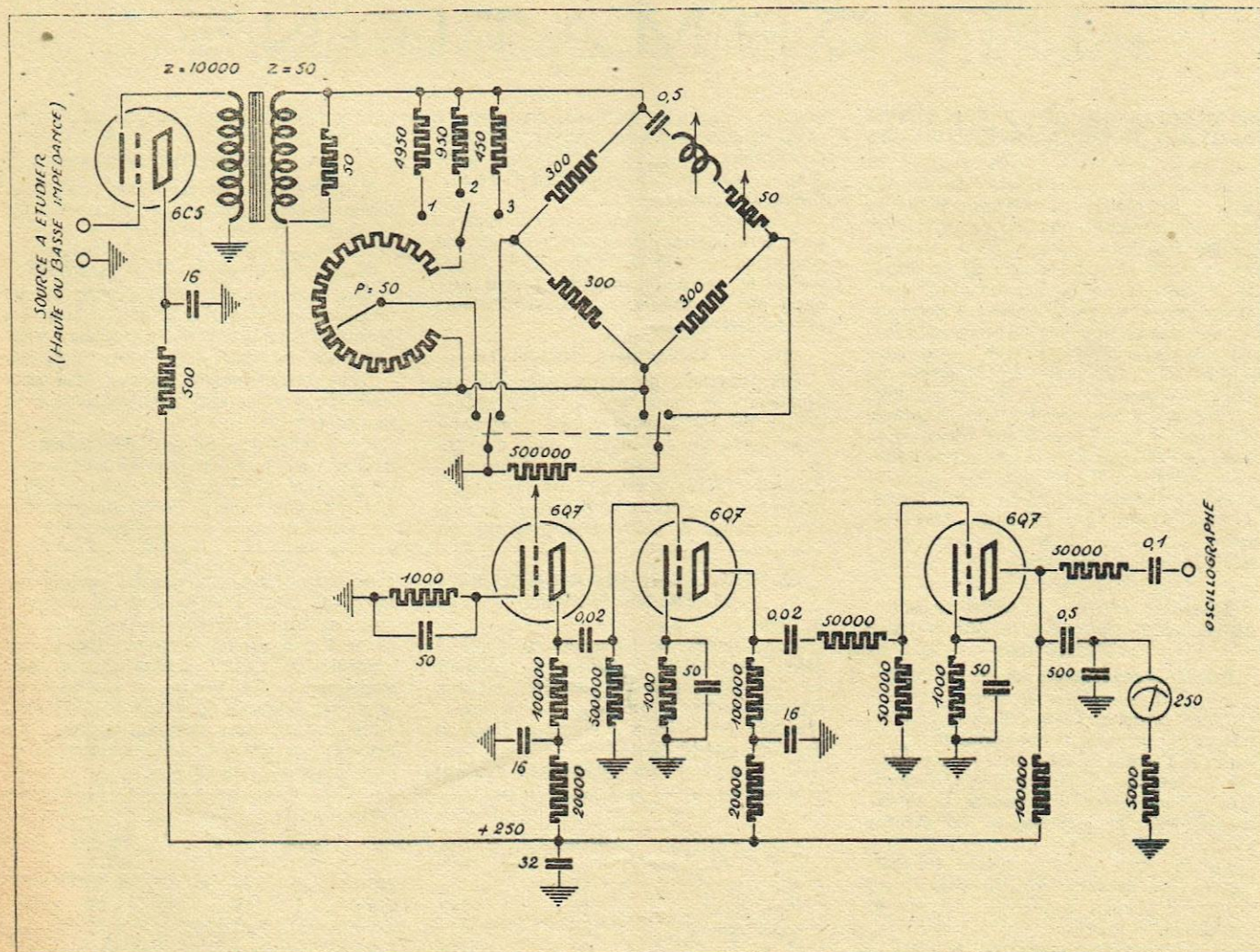


Fig. 8.

trouverait saturé ; c'est pourquoi un potentiomètre de grille est disposé à l'entrée. Ce système est bien préférable à celui qui consiste à diminuer la sensibilité du voltmètre de sortie, toujours dans le but de faire travailler les lampes au plus faible niveau possible.

Pour précéder cet étage, deux autres fortement chargés se sont avérés nécessaires pour avoir un gain suffisant. Une forte tendance au motor-boating se faisant sentir, il a fallu découpler chaque circuit plaque par un condensateur de 16  $\mu$ F. De même, pour calmer un violent accrochage HF, il a été nécessaire de mettre un condensateur de 500 cm en parallèle sur le voltmètre.

Pour éviter le bruit de fond amené par les cathodes des lampes et particulièrement de la première, il est nécessaire de les shunter par des condensateurs de 50  $\mu$ F et de mettre le point milieu du chauffage filaments à la masse.

Nous arrivons donc au schéma de la figure 5. La seule vérification à effectuer est, en se plaçant sur la position II de l'inverseur, de relever la courbe de l'ensemble. Elle doit être linéaire entre 400 et 3.000 périodes, pour ne favoriser ni la fondamentale, ni les harmoniques. Cette courbe est représentée figure 6.

Notre système est maintenant capable

de fonctionner, mais nous nous heurtons à la difficulté suivante : le transformateur d'entrée du voltmètre, vu la sensibilité de celui-ci, est induit par tous les champs extérieurs et ceci dans un rayon d'un mètre environ.

Un petit changement permet d'y remédier ; plaçons-le à un endroit où le niveau est plus élevé, c'est-à-dire à l'entrée même du pont. Le secondaire doit être adapté à l'impédance caractéristique de celui-ci.

**Remarque importante.** — L'impédance du pont varie suivant la fréquence et possède son minimum à 400 périodes. L'impédance est égale à  $2 \times 600$  ohms en parallèle pour le pont, celui-ci en parallèle lui-même sur les 1.000 ohms du potentiomètre.

Pour obtenir une charge constante, il est nécessaire d'utiliser une impédance secondaire de 50 ohms. On sait, en effet, que la tension aux bornes d'une impédance faible, débitant sur une impédance forte, reste, dans une large mesure, indifférente aux variations de cette charge.

A noter que, pour que l'impédance au primaire soit exacte, on devra mettre en parallèle sur le pont une résistance de 50 ohms, de telle façon que le transfo se trouve chargé de façon normale.

L'impédance est variable par prises, de façon à s'adapter à toutes les impédances de lignes ou de bobines mobiles.

Une grosse amélioration consiste à prévoir une entrée à très haute impédance, en montant à l'entrée une lampe 6C5 en contre-réaction totale (charge cathodique), ce qui permet de faire des mesures sur des lampes à forte charge anodique (pré-amplificatrice). On sait qu'un tel montage n'apporte aucune distorsion ; à ce moment, il est inutile de mettre les 50 ohms.

Une borne « oscillographe » est branchée à travers un condensateur de P, Q, en parallèle sur le voltmètre. Cette borne permet, sur la position i, c'est-à-dire lorsque seules les harmoniques apparaissent à la sortie, d'observer la forme de celles-ci et, ainsi, de déterminer le rang des harmoniques engendrées dans la source observée.

#### LECTURE DES RESULTATS

Le schéma tel qu'il est donné permet la mesure des distorsions de 0 à 10 % par le potentiomètre gradué. Il est possible de prévoir d'autres mesures, par exemple de 0 à 2 et 0 à 20, en réalisant les inversions de potentiomètres de la figure 7, de façon à conserver une impédance constante.

(Dans notre prochain numéro, suite de cet article, sous le titre : « Générateur pour Pont de Distorsion ».)

## INFORMATIONS

### NOMENCLATURE DES FABRICATIONS DANS LES GROUPES PROFESSIONNELS DU C.O.C.E.L.E.C.

Les appareils électriques de mesure pour la technique des télécommunications ont été rattachés au Groupe XIII, qui groupe déjà les compteurs électriques, les appareils de mesure électriques, les dispositifs électriques de mesure, les relais. (Décision n° 41 du 29 juillet 1943.)

La nomenclature des fabrications d'isolants (Groupe XVII), édictée par la décision n° 42 du 29 juillet 1943, établit les catégories suivantes : moulage de produits à base de résines synthétiques, moulage d'isolants à base de produits bitumineux, moulage d'isolants à base de produits silico-calcaires, fabrication de produits stratifiés à base de résines synthétiques, usinage de produits isolants, usinage du mica, fabrication de produits micacés et fabrication d'isolants souples.

### EXAMEN POUR LA DELIVRANCE DE LICENCES DE RADIOTELEGRAPHISTE D'AERONEF

Dernières sessions d'examen en 1943

#### I. — Dates et lieux

Deux sessions d'examen pour l'obtention des licences de radiotélégraphiste prévues par l'arrêté du 21 juin 1935, modifié par l'arrêté du 5 janvier 1942, s'ouvriront respectivement à **Marseille, le 19 octobre 1943**, et à **Paris, le 26 octobre 1943**.

Les candidats recevront toutes les indications par convocation individuelle, sur le lieu d'examen auquel ils devront se présenter à 8 heures.

#### II. — Date limite pour la réception des dossiers de candidats

Les dossiers de candidature devront être

envoyés, pour les sessions précitées, à M. le Directeur du Service des Télécommunications et de la Signalisation, Division Instruction, 25, boulevard Gergovia, **Clermont-Ferrand**.

Ils devront, pour être pris en considération, être parvenus complets ou avoir été complétés avant le 12 octobre 1943. Toutefois, le certificat médical pourra être remis par les candidats aux examinateurs avant l'examen.

#### III. — Constitution des dossiers

Les candidats, qui après avoir subi les épreuves de l'une des sessions précédentes de 1943, désirent se représenter (soit après un échec, soit pour changer de classe), sont dispensés de fournir de nouvelles photographies et de produire à nouveau le certificat d'opérateur de station mobile, si celui déjà présenté est

valable pour la classe de licence demandée.

#### IV. — Durée des épreuves

Les épreuves dureront un ou deux jours, exceptionnellement trois, suivant le nombre des candidats.

#### V. — Convocation. Identité. Divers

Des convocations individuelles seront envoyées aux candidats remplissant les conditions exigées dont les dossiers seront parvenus avant la date limite indiquée.

Tous les candidats devront être porteurs d'une carte d'identité officielle avec photographie.

Pour tous les autres renseignements, ils voudront bien se reporter aux arrêtés du 21 juin 1933 et du 5 janvier 1942, ainsi qu'aux notes de renseignements qu'ils auront reçus sur demande.

### LE PRIX LIMITE DES RECEPTEURS DE RADIODIFFUSION

Aux termes de l'instruction n° 154 pour l'application de la loi du 13 août 1943 sur les ventes aux enchères, les prix limites d'adjudication suivants sont imposés pour les radiorécepteurs, en fonction de leurs caractéristiques :

Des enchères supplémentaires peuvent

être faites pour éliminer les acquéreurs multiples. Mais elles ne sont pas incorporées au prix d'adjudication. On les reverse à des œuvres d'intérêt social sous contrôle de l'Etat. L'adjudicataire avec enchères supplémentaires est d'ailleurs signalé au directeur départemental du contrôle économique, car les enchères ne peuvent pas non plus être incorporées au prix limite de revente.

Catégorie	Volume	Nombre de gammes	Diamètre Hauts parleur	Nombre de lampes	Poids	Poids limite d'adjudication
Portable . . . . .	6 dm <sup>3</sup>	3	13 cm	4	3,5 kg	1.900 fr.
Petit super . . . . .	14	3	16 cm	4	5	2.600 fr.
Super normal . . . . .	25	3	19 cm	5	6,5	3.100 fr.
Grand super . . . . .	40	3	21 cm	5	9,5	4.000 fr.
Super luxe . . . . .	≥ 40	3	≥ 21 cm	≥ 5	≥ 9,5	5 à 6.000 fr.

## FORMATION D'INGENIEURS ELECTROACOUSTIQUES

La Radiodiffusion Nationale ouvrira à la rentrée un cours pour la formation d'ingénieurs du son. Le recrutement des élèves est fait au studio d'essai de la Radiodiffusion, 37, rue de l'Université, où l'on prend les inscriptions.

## PRIX DE L'ACADEMIE DES SCIENCES INTERESSANT LA RADIO

Les prix suivants, intéressant la radio-technique et ses collaborateurs, ont été décernés par l'Académie des Sciences :

A M. Yves Rocard, professeur à la Sorbonne, le prix Henri de Parville.

A M. Max Morand, professeur à l'Université de Liège, le prix Gaston Planté pour ses recherches sur les générateurs électriques à très haute tension et la production de faisceaux d'ions de grande puissance.

A M. Paul Abadie, ingénieur au Laboratoire National de Radioélectricité, la fondation Pierre Lafitte.

A M. Robert Bureau, directeur du Laboratoire National de Radioélectricité, pour ses recherches sur les parasites atmosphériques, le prix du général Ferrié.

A M. René Mesny, professeur à l'École Supérieure d'Electricité, pour l'ensemble

de ses travaux, également un prix de la Fondation Général Ferrié.

A M. Raymond Jouaust, directeur du Laboratoire Central d'Electricité, pour ses travaux sur l'ionosphère et les évanouissements brusques des ondes courtes, le prix Victor Raulin.

A M. Louis Chauvois, pour ses ouvrages sur d'Arsonval, le prix Bellion.

A M. Alexandre-Marcel Monnier, professeur à la Sorbonne, sur la Fondation Villemot et Carrière, une subvention de 15.000 francs pour ses recherches sur la physiologie de l'audition.

## PROGRAMME DE SONORISATION DE LA RADIODIFFUSION

La Radiodiffusion Nationale va mettre en train incessamment une nouvelle tranche de son programme de sonorisation. A cet effet, elle sollicite des offres de matériel, en particulier : haut-parleurs, câbles de modulation, translateurs de ligne, amplificateurs de 20 à 200 W. Elle fait appel au matériel déjà fabriqué, en réserve ou en stock, au matériel en cours de fabrication, en instance d'achèvement faute de main-d'œuvre ou de matières premières, ainsi qu'à tout matériel susceptible d'être pris en commande pour être livré dans un délai de trois à six mois, qui tient compte des difficultés

d'approvisionnement et du temps pour honorer les licences de transfert et bons matières. Les offres doivent être faites à la division Réception de la Radiodiffusion Nationale.

## CREDITS POUR LE MATERIEL RADIOELECTRIQUE

La loi n° 461 du 31/7/43 (J. O. du 23/8/43) prévoit, pour poursuivre l'achèvement des programmes de travaux électriques et radioélectriques des P.T.T., un crédit supplémentaire de 150 millions de francs, au titre de l'exercice 1943, qui s'ajoute au budget annexe des P.T.T., tel qu'institué par la loi de finances du 31/12/42.

## FORMATION D'INGENIEURS RADIOELECTRICIENS

Un concours a été institué parmi le personnel des services radioélectriques locaux des colonies et du cadre des transmissions coloniales, pour le recrutement d'ingénieurs radioélectriciens. L'arrêté du 20/8/43 (J.O. du 24/8/43) institue une commission locale chargée de la correction des épreuves subies en Indochine. Le haut-commissaire de France dans le Pacifique recevra ces épreuves transmises par télégrammes chiffrés.

# La presse technique à travers le monde

**LA TECHNIQUE AU SERVICE DE L'ECONOMIE DANS LA CONSTRUCTION RADIOELECTRIQUE**, par R. d'ABOVILLE (Bulletin de la Société Française des Electriciens, t. III, n° 25, mai 1943, pp. 167 à 176, 9 figures).

Depuis quinze ans, la construction radioélectrique s'est orientée dans la voie des économies. Un récepteur moderne de radiodiffusion à 5 lampes du type superhétérodyne ne pèse plus que 3,6 kg contre 11,3 kg il y a dix ans. Et il est beaucoup plus sélectif et musical.

Comment faire toujours mieux au moindre prix? M. d'Aboville en montre les étapes. Le nombre de lampes d'un récepteur ne signifie plus rien, puisqu'on utilise des tubes à fonctions multiples. L'emploi du tungstène thorié a permis d'abaisser considérablement la température de l'anode. Le nickel et le fer ont été remplacés par le molybdène, le tungstène, le tantale. Les effets capacitifs ont été diminués par la réalisation du culot à ergots, puis de la sortie directe par joints verre-ferrochrome. La lampe « tout verre » a un meilleur isolement et la température du « pincement » tombe de 200°C à 90°C. Les variations de fréquence caractérisant la stabilité tombent de 4,4 à 2,7 kilohertz, tandis que les capacités grilles-anode ne dépassent plus 3 picofarads, malgré la sortie de grille par le bas. L'impédance d'entrée est doublée, le rendement amélioré, l'encombrement très réduit. La technique de l'électron dirigé et de la lampe à émission secondaire ont apporté des progrès considérables : gain de pente de 2,6 ; coefficient d'amplification de 10.000 avec concentration magnétique et tension de 200 V entre photo-cathodes et anodes.

En économisant la matière, on augmente le rendement et on diminue l'encombrement. L'amplificateur, rapport des tensions de sortie et d'entrée, étant de la forme.

$$\frac{E_s}{E_e} = \frac{A}{\sqrt{\left(B + \frac{1}{Z}\right) C}} = \frac{A}{2 \sqrt{BC}}$$

si  $Z \geq \frac{1}{B}$ ,

A étant la pente, B l'admittance de sortie et C l'admittance d'entrée du tube suivant, on est conduit à réduire B et C, c'est-à-dire le temps de transit des électrons et les inductances multiples des électrodes. Jusqu'à  $\lambda = 1,5$  cm, on peut utiliser les lampes-boutons (pente 1,4 ; amplification 4,6).

Au delà, il faut diminuer le bruit de souffle en accroissant la pente et en réduisant le courant de grille-écran. Pour détruire les effets inductifs résultant de l'augmentation de la pente, on utilise le montage « push-pull » ou l'on amortit le circuit d'entrée par découplage des circuits de grille de commande et anodique. Un réglage souple de la réaction est ainsi obtenu.

La lampe à fonctions multiples donne le meilleur compromis entre la qualité et l'économie.

Mais il ne servirait à rien d'avoir de bons tubes si l'on n'avait de bons circuits. Les lampes à fonctions multiples du type double-diode donnent une bonne solution de la stabilité de l'antifading. La contre-réaction permet d'éliminer les perturbations provenant des émetteurs voisins.

Dans les condensateurs variables, les armatures coulissantes en forme de cylindre à base spirale ont permis de réduire le volume de 315 cm<sup>3</sup> à 275 cm<sup>3</sup>, de diminuer l'effet Larsen et de faciliter l'accord automatique. Pour obtenir une capacité de 500 picofarads, il suffit d'engager sur 10 cm de hauteur les armatures constituées par 13 spires de 35 mm de diamètre maximum. La position du réglage doit être définie à 4/1.000<sup>e</sup> près pour un écart de 5/10 kilohertz de deux accords successifs, à condition que le condensateur soit à variation linéaire de fréquence. A cet effet, on prévoit un stator conique en découpant obliquement l'armature de laiton. L'encombrement du bloc d'accord est alors réduit de 140 x 55 mm à 90 x 20 mm. Des condensateurs ajustables sont fabriqués sur le même principe.

Pour les haut-parleurs à aimant, on cherche à obtenir le rendement maximum pour un volume d'aimant minimum. A cet effet, on modifie simultanément la nature de l'alliage et la forme de l'aimant. Avec champ identique dans un même entrefer, le minimum de volume implique le maximum du produit B x H. Avec l'acier ou tungstène, le maximum de 30 œersteds est obtenu pour 2 x 10<sup>6</sup> gauss-œersteds ; pour l'acier triconal 2A, ce maximum de 400 œersteds est obtenu pour 1,8 x 10<sup>6</sup> gauss-œersteds. Il faut donc neuf fois moins d'acier ticonal et la longueur de l'aimant est treize fois plus petite que pour l'acier ou tungstène.

L'auteur montre comment on calcule un aimant efficace et économique. Les lignes de fuite sont considérablement diminuées. Il donne le graphique des caractéristiques des divers aciers à aimant (rémanence, force coercitive, produit BH

max.). Le tableau ci-dessous résume l'économie de poids :

Nature de l'acier		
Acier à 15 % Co		
Ti 1		
Ti 2		
Ti 3,8		
Ti 5,2		
BH max	Poids en grammes	
	aimant	moteur
$0,6 \times 10^6$	580	1.314
$1,2 \times 10^6$	325	703
$1,8 \times 10^6$	235	545
$4 \times 10^6$	104	326
$5,2 \times 10^6$	74	296

Ainsi, le poids d'un haut-parleur de 21 cm a pu être ramené de 4 kg à 2 kg ; celui d'un haut-parleur de 17 cm de 1,5 kg à 0,3 kg, à égalité de champ dans l'entrefer.

**LA MODULATION AMPLITUDE-PHASE**, par J. FAGOT (*Annales de la Radiodiffusion*, juillet 1943, 3<sup>e</sup> année, n° 2, pp. 1 à 18, 31 figures).

L'auteur indique d'abord le principe de la modulation par déphasage et celui de la modulation amplitude-phase. Dans la modulation à haute fréquence modulée, la résistance de charge de l'antenne est en parallèle sur le circuit oscillant anodique. La tension maximum aux bornes de ce circuit doit donc, en régime d'onde porteuse, être réglée à la moitié de sa valeur maximum possible en régime linéaire, afin de permettre une modulation à 100 % correcte. La valeur maximum étant 0,85 Uc, la tension en onde porteuse sera réglée à 0,524 Uc, ce qui fait tomber le rendement théorique à 33 %.

Dans la modulation par déphasage, on se propose de doubler la valeur du rendement sur l'onde porteuse en réglant en ce point la tension aux bornes du circuit oscillant à sa pleine valeur. La modulation en amplitude du courant dans la résistance de charge placée entre les bornes des deux générateurs à lampes est obtenue en faisant varier la phase relative de ces deux générateurs.

Le courant dans la résistance varie donc comme le sinus du déphasage, même pratiquement comme le déphasage entre 0 et 45°.

On prend pour cet angle la valeur de 22,5 en régime d'onde porteuse et on fait varier cet angle, sous l'influence de la modulation, entre 0° et 45° pour produire dans la résistance une modulation correcte de 100 % en amplitude.

Dans la modulation amplitude-phase, on concerne le même fonctionnement déphasé pour toutes les valeurs d'angle entre 22,5 et 45°. Pour les valeurs inférieures, le courant est modulé, non plus en faisant varier l'angle entre 22,5 et 0°, et maintenant constante l'amplitude de la tension, mais en maintenant l'angle à 22,5 et en faisant décroître dans la même proportion l'amplitude des deux sources comme dans le système de modulation à haute fréquence modulée. On agit donc à la fois sur l'amplitude et sur la phase, d'où le nom d'amplitude-phase donné à ce procédé.

L'auteur étudie ensuite les puissances active et réactive fournies par les sources et leur rendement en modulation dans le cas de la modulation par déphasage. Dans

la modulation amplitude-phase, on immobilise l'angle au-dessous de la porteuse et l'on réalise la modulation en faisant décroître l'excitation des lampes jusqu'à zéro, comme en haute fréquence modulée. Le courant anodique décroît suivant une loi linéaire. La loi de modulation, dans cette région, n'est plus parabolique, mais cela importe peu, étant donné les faibles valeurs du courant eu égard à la crête. Ainsi la loi de variation totale du courant anodique devient très voisine de la courbe idéale entièrement parabolique. Ce système donne un rendement élevé tant sur la porteuse qu'en régime de modulation, ce qui donne une sensible amélioration sur la modulation par déphasage.

L'étage de puissance des émetteurs à déphasage ou amplitude-phase est réalisé selon un schéma simple, conforme aux nécessités de la pratique.

Etudiant ensuite la linéarité de la modulation en amplitude, M. Fagot trace le diagramme vectoriel du vecteur de grille rapporté au vecteur de plaque. Il montre que, pour obtenir sur l'anode une tension d'amplitude constante dont la phase varie de  $\pm 22,5$ , il faut appliquer sur la grille, dans la partie « creux », une variation d'angle plus importante sans grande variation d'amplitude ; et dans la partie crête, une variation d'angle plus importante et une notable augmentation d'amplitude.

En partant du diagramme, l'auteur représente, en fonction de l'angle sur l'anode, en supposant l'amplitude de plaque constante, la courbe de l'amplitude de grille et celle de l'angle de grille ; de même la courbe d'amplitude de la tension anodique et la courbe de phase de cette tension.

Pour obtenir une variation de phase, sur chaque anode, de  $\pm 22,5$  autour de 22,5, point d'onde porteuse, il est nécessaire de faire varier la phase des grilles entre  $-13$  (point creux) et  $\pm 52$  (point crête). La phase de la porteuse est de 24°, la variation autour de ce point atteignant 37° en creux et 28° en crête. Il faut aussi faire varier l'amplitude de grille, en valeur relative, de 1 en creux à 1,1 en point « porteuse » et 1,4 en point « crête ».

L'émetteur à déphasage comprend donc des étages de commande fournissant en porteuse deux tensions, dont la phase varie de  $\pm 22,5$ , sous l'influence de la modulation ; un avant-dernier étage chargé sur une résistance de compensation et un dernier étage comportant la résistance de charge entre anodes et un transformateur d'inversion de phase sur la grille, qui peut être supprimé si l'on inverse le sens du tesla.

En n'utilisant pas la modulation par variation de phase dans la partie du creux, la modulation amplitude-phase abandonne la partie délicate du cycle, si bien qu'on peut supprimer le montage compensateur.

La modulation amplitude-phase permet d'utiliser une excitation de grille moins élevée et de travailler toujours dans les régions linéaires de la caractéristique. Chaque excitation de grille résulte de la composition de deux tensions en quadrature l'une par rapport à l'autre : une tension modulée à 100 %, dite à excitation symétrique, parce qu'appliquée en opposition de phase aux lampes de gauche et de droite ; puis une tension obtenue par lampe réglée en classe C et bloquée sur la porteuse, tension dite à excitation parallèle, parce qu'appliquée en phase sur

les grilles des lampes de gauche et de droite du dernier étage. Des circuits déphaseurs donnent le déphasage fixe de  $+ et - 22,5$ .

Pour réaliser les circuits d'attaque des grilles du dernier étage, en amplitude-phase, on intercale sur chacune des grilles des circuits de déphasage fixe. Le mélange des deux excitations : parallèle et symétrique, est effectué dans un pont équilibré. L'excitation symétrique est fournie par couplage inductif avec le circuit oscillant de deux lampes dites d'excitation symétrique. L'excitation parallèle provient du couplage direct d'une lampe d'excitation parallèle avec le circuit oscillant.

L'intercalation d'un étage intermédiaire entre le pont et chaque lampe de l'étage final permet de réduire la puissance des lampes d'excitation symétrique et parallèle : pentodes de 1 kW qu'on peut moduler sur la grille d'arrêt. Les lampes d'excitation symétrique sont modulées à 100 %. Pour l'excitation parallèle, la tension de grille est réglée de manière à bloquer la lampe sur la porteuse. Les deux modulations appliquées aux grilles d'arrêt sont en phase et leur amplitude est réglée pour doser convenablement le niveau relatif des modulations d'amplitude et de phase.

Pour réduire la distorsion et améliorer la stabilité, on peut effectuer une contre-réaction entre la sortie et la modulation d'entrée à basse fréquence.

**L'EMETTEUR DE RADIODIFFUSION DE LIMOGES**, par M. VILLATTE (*Annales de la Radiodiffusion*, juillet 1943, n° 2, 3<sup>e</sup> année, pp. 19-26, 9 figures).

Commandée en janvier 1937, la station de Limoges n'a été mise en service qu'en juin 1942 et exploitée depuis le 31 janvier 1943. Elle est installée à Nieul, à 14 kilomètres au nord de Limoges.

L'alimentation en courant triphasé à 22.500 V est prévue pour 340 kW en onde porteuse et 475 kW en modulation à 100 %. Elle est transformée : a) à 380 V pour les moteurs ; b) à 190/110 V pour les services auxiliaires ; c) à 3.000 V pour les redresseurs à haute tension donnant, sous 12.000 V, 60 A. Des groupes connectisseurs sont prévus pour le chauffage (40 V, 1.500 A ; 26 V, 600 A), pour la polarisation (150 V, 4 A ; 600 V, 10 A) et pour les pompes. Les redresseurs secs fournissent 500 V et 1.250 V pour la polarisation ; 1.500 V pour la tension anodique. La haute tension est fournie par des redresseurs à vapeur de mercure. La variation de tension est obtenue par l'action des grilles avec blocage en cas d'effet « Racky Point ».

L'alimentation en modulation est assurée par un câble à 7 paires de 17 kilomètres, qui relie l'émetteur au studio.

La réfrigération est assurée par des échangeurs de 400.000 calories-heure. La résistivité de l'eau distillée en circulation est de 35.000  $\text{cm}^2$  : cm, soit des dérivations de 3 M entre anode et terre. Les canalisations sont en partie en acier galvanisé au lieu de cuivre.

Le pupitre de commande ne concerne que la haute tension, la surveillance des tensions de chauffage et des tensions anodiques des lampes de puissance, le contrôle de modulation par oscillographe cathodique, modulomètre et haut-parleur.

La modulation est faite par contrôle d'anode sur le dernier étage.



La chaîne d'amplification à haute fréquence comporte 7 étages répartis entre trois meubles.

L'étage pilote possède un maître oscillateur Hartley (DW 801), avec quartz oscillant sur 895 kilohertz, dans thermostat à 53° avec thermomètre à contact commandant une triode avec relais sensible au 1/10° degré et un bilame agissant sur le circuit de chauffage pour une élévation de 2 à 3°C. Il y a, en outre, un étage séparateur et trois étages d'amplification débitant 600 W.

L'étage intermédiaire comporte deux tubes en parallèle et push-pull, fonctionnant en classe C, fortement excitée, et débite 7 kW avec stabilisation par neutrodyne symétrique.

L'étage de puissance comporte des tubes 3W100kE, à raison de deux pour 100 kW et quatre pour 200 kW. Etage neutrodyne et circuits de grille amortis, avec relais anodiques à maximum, résistance anodique de protection de 40 ohms et éclateurs sur les grilles. Régime de fonctionnement en classe C avec angle d'ouverture variable voisin de  $\pi/2$  en crête et de zéro en creux. Polarisation de grille mixte par génératrice et résistances d'autopolarisation.

La chaîne à basse fréquence comporte six étages dans trois meubles blindés. La baie d'entrée, attaquée à +1 néper pour un taux de modulation de 80% à 800 p:s, comporte un filtre passe-bas réglé à 12.000 p:s (affaiblissement de 52 décibels à 13.000 p:s), un écrêteur stabilisé à deux doubles-diodes et un limiteur à électro-aimant à double-enroulement et seuil réglable, ayant une constante de temps de quelques centisecondes.

L'amplificateur BF comporte quatre étages symétriques montés en classe A sans courant de grille. Les trois premiers étages, équipés avec des tubes 6C5 et 4Y25, avec contre-réaction, donnent un gain de 60 décibels. L'étage supérieur neutrodyne, avec inductance de choc et résistances série, a un gain de 20 décibels (4 tubes 3W600).

Le prémodulateur, fonctionnant en classe AB, a quatre tubes 3W7.500E et débite 3 kW.

L'étage modulateur, attaqué par transformateur abaisseur de rapport 1/6,2, comporte deux tubes 3W75kE débitant 75 kW en classe B ou AB.

Une contre-réaction efficace améliore le bruit de fond de 8 décibels et diminue la distorsion de 2 à 3 %.

L'antenne est alimentée par feeder 40/44 mm, tube extérieur en duralumin concentrique (tube intérieur en cuivre de 138/143 mm), ayant une impédance caractéristique de 66 ohms et débitant sur un circuit de couplage accordé.

L'aérien est un pylône rayonnant isolé à la base, vibrant en demi-onde (hauteur 160 m.) ayant une section en triangle équilatéral de 2 mètres de côté, en acier chrome-cuivre. Poids : 32 t.; effort vertical : 72 t. Au point d'attaque, la résistance est de 180 ohms, la réactance de 320 ohms.

La prise de terre en feuillard galvanisé a 165 mètres de rayon. La résistivité du sol est de  $10^{-14}$  à  $10^{-15}$  u.e.m.

L'émetteur est prévu pour fonctionner dix-huit heures par jour en moyenne. Après un arrêt de courte durée, les anodes sont remises sous tension en trois secondes, les filaments rallumés en une mi-

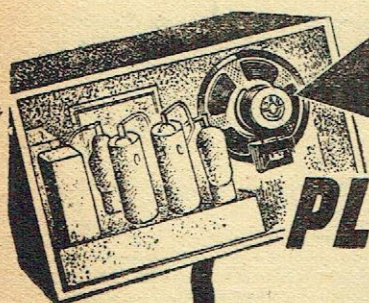
nute et le démarrage général effectué en deux minutes trente secondes.

**NATURE DES TUYAUX DESTINES A LA CIRCULATION D'EAU PURE**, par H. de KÖNIGSWARTER (*Annales de la Radiodiffusion*, juillet 1943, n° 2, pp. 27-30, 3 figures).

En raison de la quasi-impossibilité d'utiliser des canalisations en cuivre rouge pour la circulation de l'eau distillée de réfrigération, l'auteur envisage diverses solutions nouvelles. Il étudie le bilan thermique conduisant à la destruction de 300.000 calories-heure et indique quatre nouveaux dispositifs, dont deux particulièrement intéressants : l'un comprenant appareil d'épuration, tuyauterie, pompe et évaporateur à capillarité; l'autre utilisant des tubes en laiton avec ailettes en acier, avec ventilateur de 1.500 m³ : min.

**NOTE SUR LES CORRECTEURS GODFRIN**, par C. TOUZEAU (*Annales de la Radiodiffusion Nationale*, juillet 1943, n° 2, pp. 31-40, 6 figures).

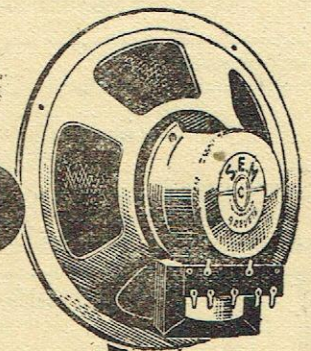
L'auteur examine l'influence de petites variations de résistance et capacité sur la courbe d'affaiblissement de fréquence du correcteur lorsque le produit RC est maintenu constant. Il en déduit des conséquences pratiques sur la construction des correcteurs et indique un procédé permettant de vérifier graphiquement l'affaiblissement d'un correcteur à partir des valeurs de ses éléments.



**PLUS DE 400.000**

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

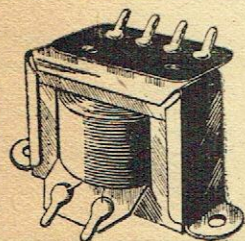
**S.E.M**



PUBL. SAPHY

**S.E.M** HAUT-PARLEURS ELECTRODYNAMIQUES

26, rue de Lagny - PARIS 20<sup>e</sup>  
Tél. DOR 43-81



Pour vos réparations de haut-parleurs  
**TRANSFO de MODULATION**  
Impédance 7.000 ohms

Stock disponible réservé aux professionnels

**RADIO-PAPYRUS**

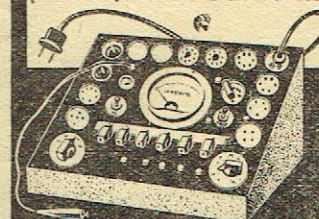
25, Boul. Voltaire, PARIS-XI<sup>e</sup>

Tél. : ROquette 53-31

PUBL. RAPHY

**Ateliers DA & DUTILH**

81, rue Saint-Maur - PARIS-XI<sup>e</sup>



**LAMPÈMÈTRE TELA**  
SIMPLE ET SOUPLE

CONTROLE LE FILAMENT - VÉRIFIE L'ISOLEMENT  
MESURE LES COURANTS D'ÉMISSION et de CATHODE  
EFFECTUE UN ESSAI DE PENTE  
CONTROLE CHAQUE ÉLÉMENT des LAMPES MULTIPLES  
SERT DE MILLIAMPÈMÈTRE 10 et 50 mA.

TOUS LES TUBES  
DE T. S. F.

*Miniwatt*

SÉRIES  
EUROPÉENNES  
AMÉRICAINES

DÉP<sup>t</sup> TUBES ÉLECTRONIQUES - S.A. PHILIPS "Eclairage et Radio" - 50, Avenue Montaigne, PARIS (8<sup>e</sup>) — Tél. : BAL. 07-30

# PRINCIPAUX FOURNISSEURS DE LA RADIO

ARTEX G., 6, impasse Lemière, Paris.  
NOR 12-22

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

BRION-LEROUX ET Cie.  
40, quai Jemmapes, Paris.  
NOR 81-48

CENTRAL-RADIO.  
35, r. de Rome, Paris-8°. LAB 12-00/01

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

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

COBRA INDIANA SPEAKER.  
9, passage des Petites-Ecuries, Paris-10°.  
PRO 07-08

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

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

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

ELECTROPERA, 49, av. de l'Opéra, Paris.  
OPE 35-18

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

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

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

FERRIVOX  
98, avenue Saint-Lambert,  
NICE.

Etablissements GEKA  
41, Grande-Rue, Plessis-Robinson.  
(Régional) Sceaux 16-38  
112, rue Réaumur, Paris-2°  
CEN 48-99

GUERPILLON & Cie, 64, aven. Aristide-  
Briand, Montrouge. ALE 29-85/86

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

HARMONIC-RADIO  
98-100, faubourg Toulousain,  
Montauban (Tarn-et-Garonne)

LE MATERIEL TELEPHONIQUE.  
46, q. de Boulogne, Boulogne-Billancourt.  
MOL 50-00

LEMOINE.  
42, rue André-Chénier, Bois-Colombes.

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

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

MANUFACTURE FRANÇAISE D'AILLETS  
METALLIQUES, 64, bd de Strasbourg,  
(10°). BOT 72-76

H. MARGUERITAT,  
Mach. à bobiner, fils et condensat. papier  
12, rue Vincent, Paris-19°.

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

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

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

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

MUSICALPHA  
51, rue Desnouettes, Paris.  
LEC. 97-55

Sté Fse NATIONAL, 27, rue de Marignan,  
Paris. BAL 20-44 et 20-45

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

ETS PAPYRUS.  
25, boulevard Voltaire, Paris.

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

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

LA PRECISION ELECTRIQUE  
10, r. Crocé-Spinelli (14°). SEG 73-44

RADIALVA (MM. VECHAMBRE FRERES)  
1, rue J.-J.-Rourseau, Asnières.  
GRE 33-34

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

RADIO-CONTROLE.  
141, rue Boileau, Lyon.

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

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

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

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

SAEDRA RADIO-L.L.  
5, rue du Cirque, Paris-8°  
ELY 14-30

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

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

SITRE  
16, rue Saint-Marc, Paris.

S. O. F. C. I.  
Sté Commerciale Française d'Importation.  
145, r. St-Dominique, Paris. INV 22-87

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

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

## ANTENNES TÉLESCOPIQUES

(Modèle luxe) DE VOITURE 390 francs  
RADIO-PAPYRUS, 25, Boulevard Voltaire, PARIS-XI°  
Téléphone : ROquette 53-31

PUBL. ROPY

## S.S.M. RADIO 127, Faub. du Temple, PARIS-10° - Tél.: NOR 10-17

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

PUBL. ROPY

## PETITES ANNONCES

Représentant dépositaire à Toulouse ay. organisation commerciale ds pièces détachées Radio Electricité, s'adjoindrait cartes pr la région Sud-Ouest. Ecr. Rev. q. trans. N° 942.

A vendre oscillographe des Compteurs OCP 21 écran vert 110 mm, état neuf. Tél. GAM 13-43.

EN BLOC : Générat. HF 42 A « Sit » Multim. Guerpillon « Z 411 » Lampem. analys. « Servicemen » RC Lyon. NEUFS 13.000 francs. BOULANGER, 5, bd Charonne (11°). VOL 04-40.

Ets Camille DREYFUS, 25, rue Saulnier, Paris (9°). Dépannages. Amplificateurs. Appareils de mesure. Micros.

Occasion, bon état de marche, OSCILLATEUR, B.F. SIEMENS 30 à 10.000 périodes ; OSCILLOGRAPHÉ DUMONT, type 148. Prix d'ensemble : 9.800 fr. (neuf mille huit cents francs).  
« UNIVERSEL », 70, rue de l'Aqueduc, PARIS (10°).

### APRÈS GUERRE

Offrons capacités techniques, pratiques, laboratoire, organisation vente toute la France. **Recherchons pour temps de paix Agence générale firme sérieuse : postes, pièces détachées radio** (réception, matériel amateur et professionnel, émission). **Pouvons entreprendre fabrication** (en association ou collaboration) **et assurer diffusion.** Ecr. Revue N° 943.

Cherche ingénieur-radio toute première force. Situation stable. S'adresser SERVICE DES TECHNICIENS, 2, Cité Milton, à Paris.



## VOTRE AVENIR EST DANS L'ÉLECTRICITÉ

Cours le  
JOUR le SOIR

Cours par  
CORRESPONDANCE

## ÉCOLE CENTRALE DE T-S-F

12 rue de la Lune PARIS 2° Telephone Central 78-87

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



PUBLICITÉS - RÉUNIES

LABORATOIRE  
**CIMEL** présente le

# SUPERANALYSEUR

TENSION - INTENSITE - RESISTANCE - CAPACITE - AFFAIBLISSEMENT

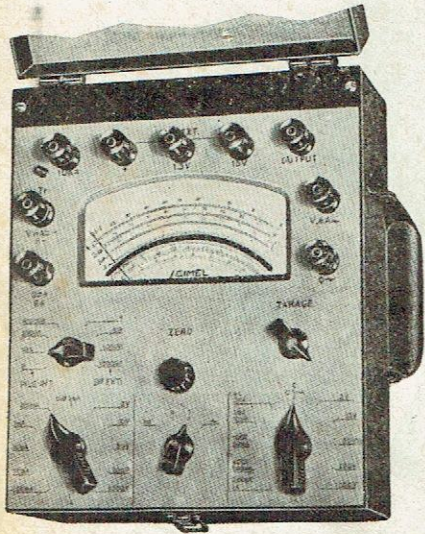
APPAREIL PORTATIF DE CONTROLE

Courant continu et courant alternatif

20.000 ohms par volt en courant continu

2.000 ohms par volt en courant alternatif

(5000 ohms par volt sur demande)



Réalisation  
française  
de la  
meilleure  
technique  
américaine

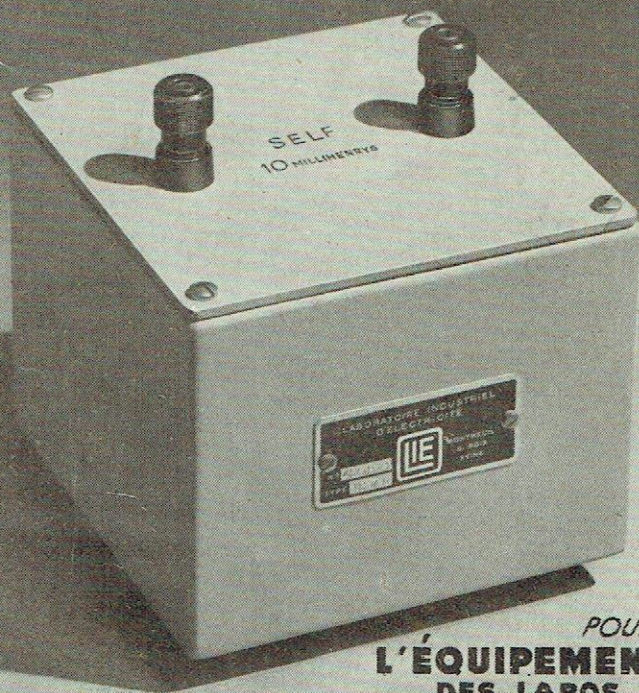
Notice A-121  
sur demande

Bureaux et Ateliers  
13, Boulevard Rochechouart  
Paris - IX<sup>e</sup>  
Métro : Barbès-Rochechouart  
TRUDAINE 44-65 (2 lignes groupées)

LABORATOIRE  
**CIMEL**  
R. C. Seine 740.703

## SELS ETALONS

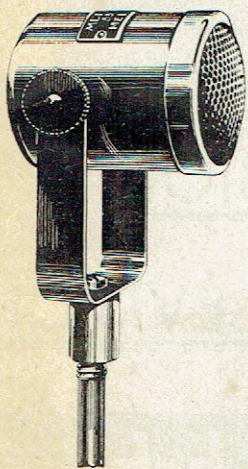
de 1 Millihenry à 1 Henry  
( A L'ÉTUDE )



POUR  
L'ÉQUIPEMENT  
DES LABOS  
BASSE FRÉQUENCE

**IE**

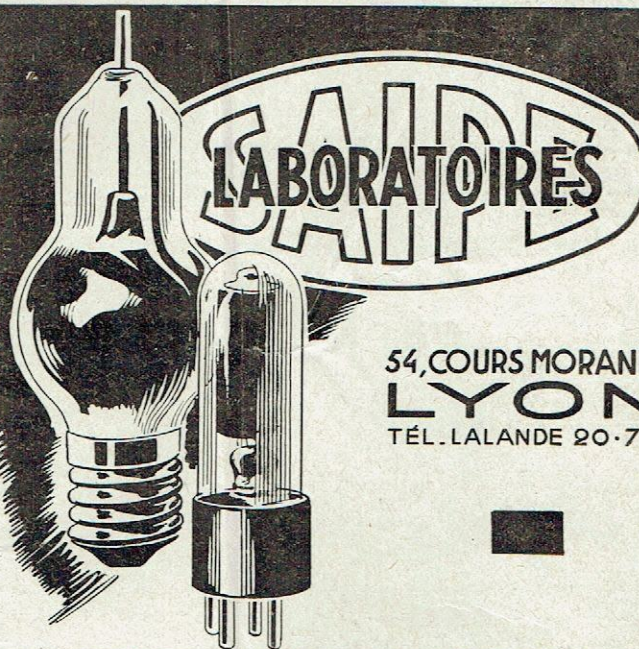
LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ  
41, RUE EMILE ZOLA - MONTREUIL - S/S - BOIS ( Seine )  
TÉL. AVRON 39.20  
FOURNISSEUR DU L.N.R.



**MICROPHONE**  
MÉLO-DYNAMIQUE  
**TYPE 75-A**

PUB. RAPHY

**MELODIUM** 296 rue LECOURBE  
PARIS, XV<sup>e</sup>



54, COURS MORAND  
**LYON**  
TÉL. LALANDE 20-79

**CELLULES PHOTO ÉLECTRIQUES**  
POUR LECTEUR DU SON  
ET TOUTES AUTRES APPLICATIONS

**TUBES REDRESSEURS POUR**  
ARCS, POUR CHARGES D'ACCUS, ETC

*Etude de tout tube à vide*

# FERRIVOX

98, AV<sup>UE</sup> S<sup>T</sup> LAMBERT  
NICE - TEL. 856 - 65



HAUT-PARLEURS  
ELECTRODYNAMIQUES  
A EXCITATION SEPARÉE  
OU AIMANT PERMANENT  
POUR LA RADIO-DIFFUSION  
ET LE CINEMA. - MICROPHONES

MODÈLES ÉTALES  
DE 90 mm à 460 mm  
ET DE 1 à 30 WATTS

LE

# NOYAUX MAGNÉTIQUES

Publi Corrat

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

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

LES LABORATOIRES RADIOÉLECTRIQUES

QUARTZ

Publ. R. Domenach — M.C.S.P.

# RADIO-L.L.

*La grande marque Française  
de qualité.*

RÉCEPTION

ÉMISSION

TÉLÉVISION

RADIO-L.L.

INVENTEUR DU SUPERHÉTÉRODYNE

*Distribution Générale et Réparations*

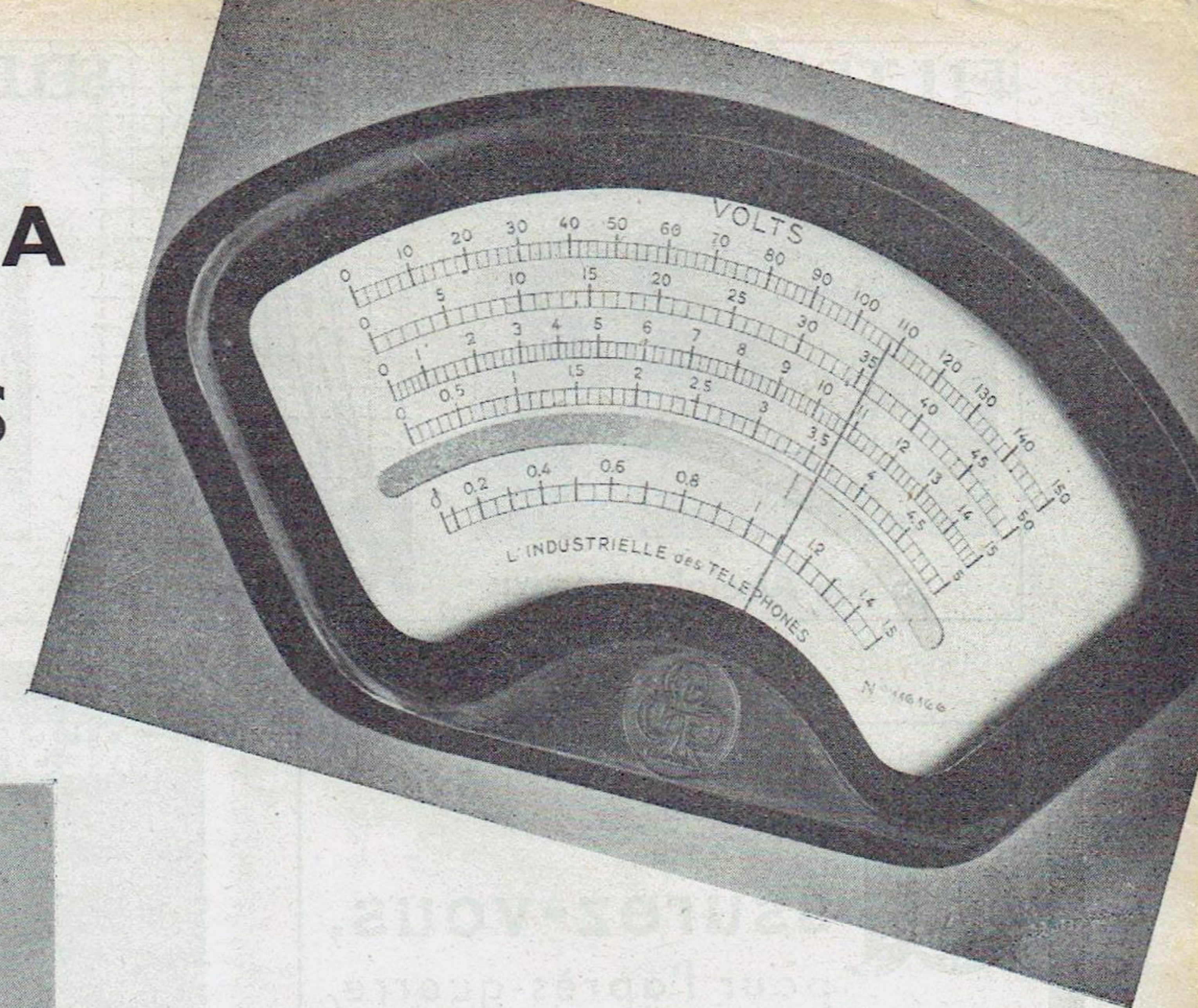
S.A.E.D.R.A. 5 Rue du Cirque. PARIS, 8<sup>e</sup> Ely. 14-30, 14-31

Usines et Laboratoires . 137 Rue de Javel . PARIS, 15<sup>e</sup> Vau. 49-14, 49-15



# VOLTMÈTRE A LAMPE N° 52 A DE L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

L'ÉTUDE et la réalisation des appareils de mesures demande une puissance industrielle considérable, car il faut, pour mener à bien des constructions de ce genre, des moyens qui ne sont pas à la portée de la petite et même de la moyenne industrie.



Il faut d'abord des laboratoires parfaitement outillés et possédant tous les étalons nécessaires pour la vérification du matériel que l'on construit. Il faut encore des cadres à la hauteur de la tâche qui leur est demandée, des cadres non seulement constitués par de purs techniciens, mais aussi par des praticiens qui utilisent quotidiennement les appareils de mesures que l'on se propose de réaliser, afin qu'ils soient à même de connaître tous les problèmes posés par leur emploi quotidien.

S'il est une firme à laquelle on peut faire confiance dans cet ordre d'idées, c'est bien l'Industrielle des Téléphones, qui appartient au Groupe de la Compagnie Générale d'Electricité.

Depuis trois ans, un département « Appareils de Mesure » a été créé, département qui a consacré ses efforts à l'étude de quelques appareils d'atelier, puis au développement d'appareils de mesure de laboratoires de haute précision.

Une pléiade d'ingénieurs consacre toute son activité à l'étude de ces problèmes et on peut dire aujourd'hui que la production de l'Industrielle des Téléphones, dans le domaine des appareils de laboratoire, peut supporter la comparaison avec les appareils étrangers les plus réputés.

Il y a lieu de remarquer aussi que ses efforts ont porté parallèlement sur l'étude du schéma et sur la réalisation mécanique et industrielle. C'est l'équilibre entre ces deux points qui fait la qualité d'un appareil de mesure; une mauvaise réalisation du meilleur schéma rend inutiles tous les efforts du technicien qui l'a établi et une belle mécanique n'a de valeur que si elle est au service d'une technique impeccable. Cet équilibre, l'Industrielle des Téléphones l'a parfaitement réalisé.

\*\*

Il est un appareil dont le besoin se fait sentir dans tous les laboratoires et dont les applications sont innombrables : c'est le voltmètre à lampe.

Le modèle 52-A réalisé par l'« Industrielle des Téléphones » répond aux desiderata des plus difficiles. C'est un voltmètre à



lampe à lecture directe et à très grande impédance d'entrée, utilisable dans la bande de fréquence de 20 pps à 150 mégacycles.

Son impédance d'entrée est constituée par une résistance de 5 mégohms avec une capacité de 8 picofarads. La fréquence de résonance du système d'entrée (qui est constitué par une lampe 955 montée en diode) est d'environ 400 mégacycles. La diode de redressement est montée dans une sonde indépendante de l'appareil proprement dit, celle-ci étant réunie à ce dernier par un câble flexible qui ne transporte que du courant continu et le courant d'alimentation de la lampe.

Le courant redressé est appliqué à un amplificateur à courant continu qui utilise une lampe 6Q7 ; cet amplificateur est caractérisé par un dispositif de contre-réaction. De cette façon, la graduation de l'appareil de mesure proprement dit est parfaitement linéaire et, d'autre part, la lecture est indépendante de la lampe utilisée.

Pour assurer la précision et la constance de lecture et rendre celle-ci indépendante des variations de la tension d'alimentation, on utilise une alimentation stabilisée, d'une part, par une résistance fer-hydrogène et, d'autre part, par un stabilivolt.

La graduation du cadran correspond à la valeur efficace d'une tension sinusoïdale. Pour une tension de forme complexe, la lecture est multipliée par le coefficient 0,707.

Dans ces conditions, la précision correspond à  $\pm 2\%$  de la déviation totale sur toute la sensibilité (de 0,1 à 150 volts en 5 échelles).

D'autre part, l'erreur due à la fréquence de la tension mesurée est inférieure à 1 % entre 20 périodes-seconde et 50 mégacycles, elle atteint 3 % à 100 mégacycles.

Cet appareil se présente sous la forme d'un pupitre entièrement en aluminium moulé, vernis craquelé noir, et de fortes poignées permettent de le déplacer facilement.

Pratique, stable et précis, le voltmètre à lampe de l'« Industrielle des Téléphones » doit se trouver dans tous les laboratoires bien équipés.