

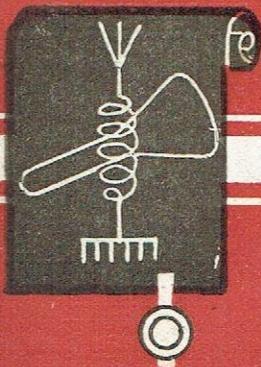
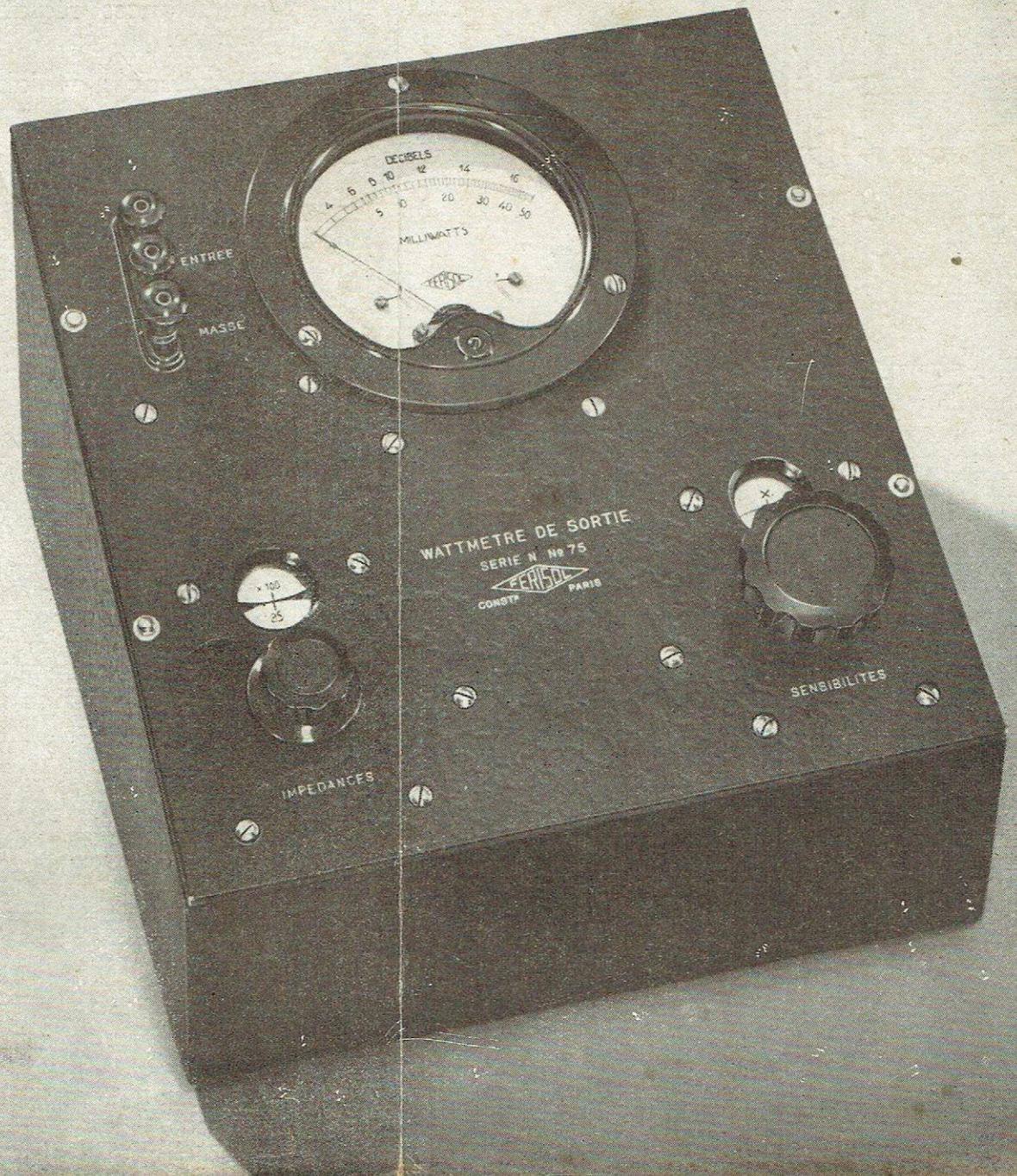
Revue mensuelle : 10 fr.

Mai 1942

la radio française

PHOT. M. DUPUIS

Radiodiffusion
Télévision
Electronique
Organisation
professionnelle





BOBINAGES

MATÉRIEL
PROFESSIONNEL

RÉGULARITÉ
DE
FABRICATION

STABILITÉ
DE
FONCTIONNEMENT

DANS SA NOUVELLE USINE 34, RUE DE FLANDRE, PARIS SUPERSONIC

FABRIQUE



TYPES DE BLOCS H. F.

- T.P. 40 - 2 inductances réglables pour postes miniature.
- MB. 410 - 3 inductances réglables pour postes normaux.
- GB. 410 - 6 inductances réglables, filtre 472 Kcs. pour postes de luxe.
- GB. 411 - 2 gammes OC, 6 inductances réglables, filtre 472 Kcs. pour postes de grand luxe.

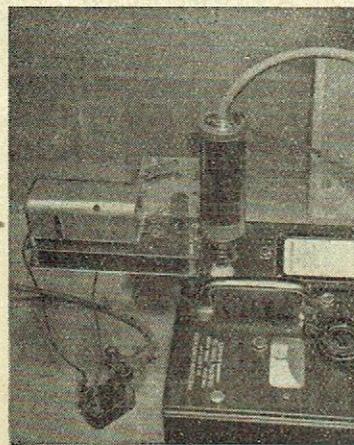
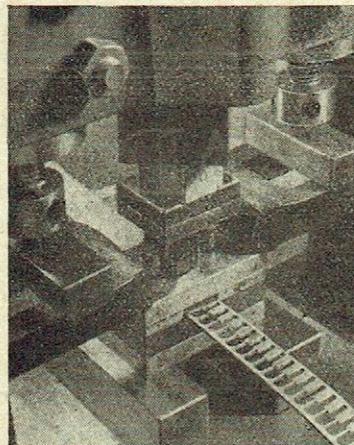
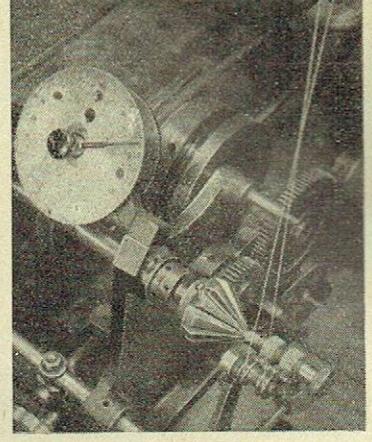
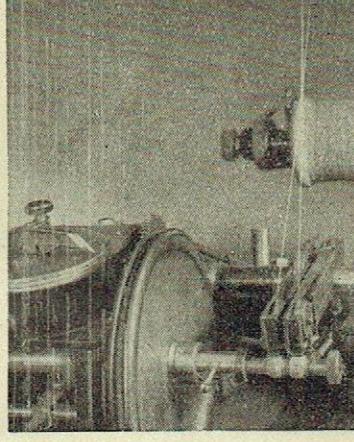
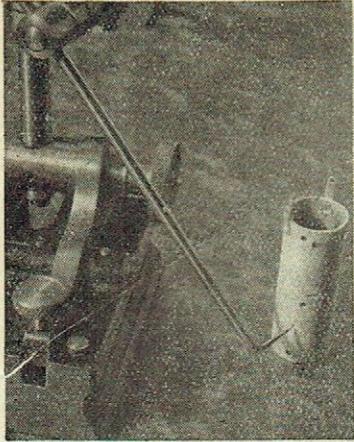


TYPES DE MOYENNES FRÉQUENCES à inductances réglables

- GR. 405 - Tesla à grande surtension et haute impédance.
- GR. 408 - moyenne fréquence normale.
- GR. 411 - moyenne fréquence musicale.
- GR. 4515 - Tesla à sélectivité variable.

SUPERSONIC

34, RUE DE FLANDRE - PARIS (19^e) - TÉL. NOR 79-64



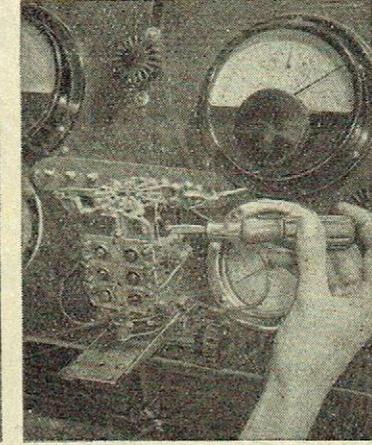
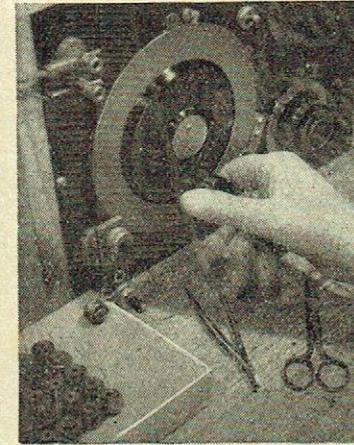
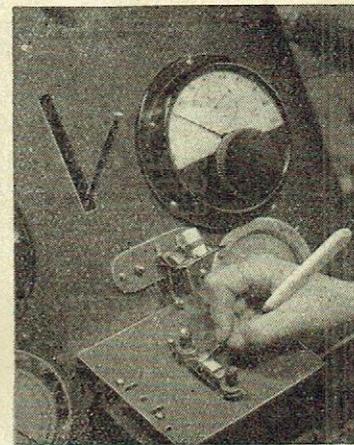
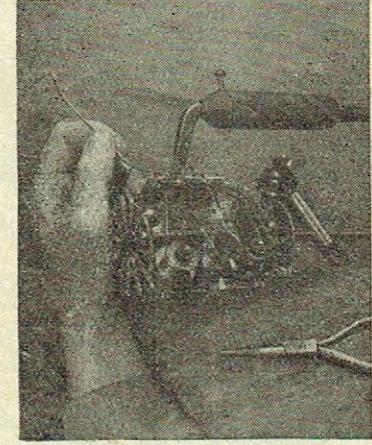
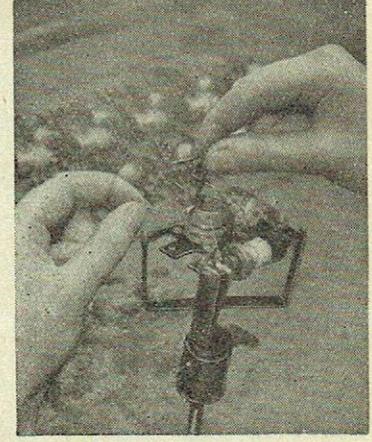
*Quelques phases
de la fabrication
de nos bobinages*

H.F.

**Bobinages
Renard**

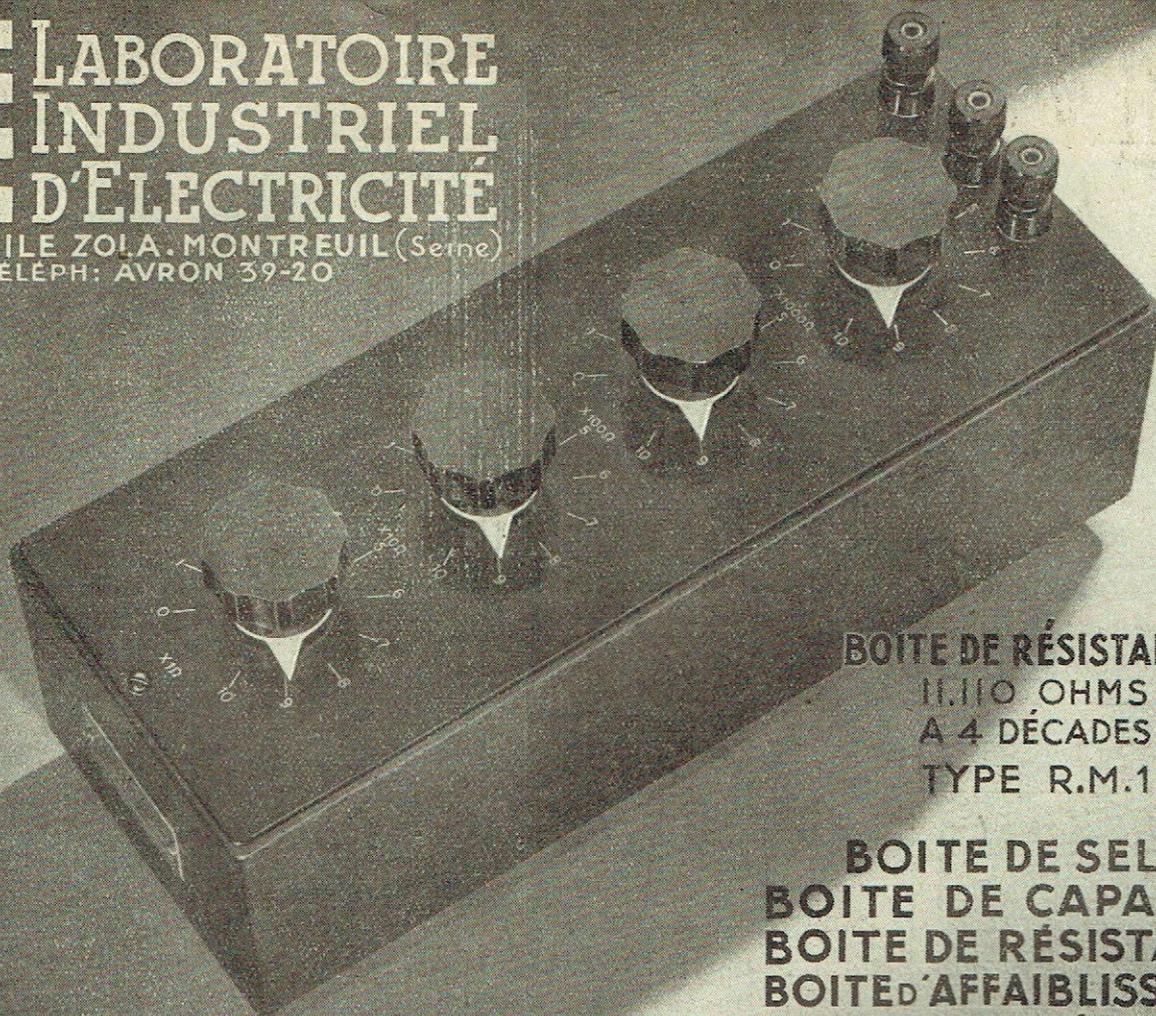
70, RUE AMELOT - PARIS XI^e
TÉLÉPHONE - ROQUETTE 20-17

PUB M DuPuis



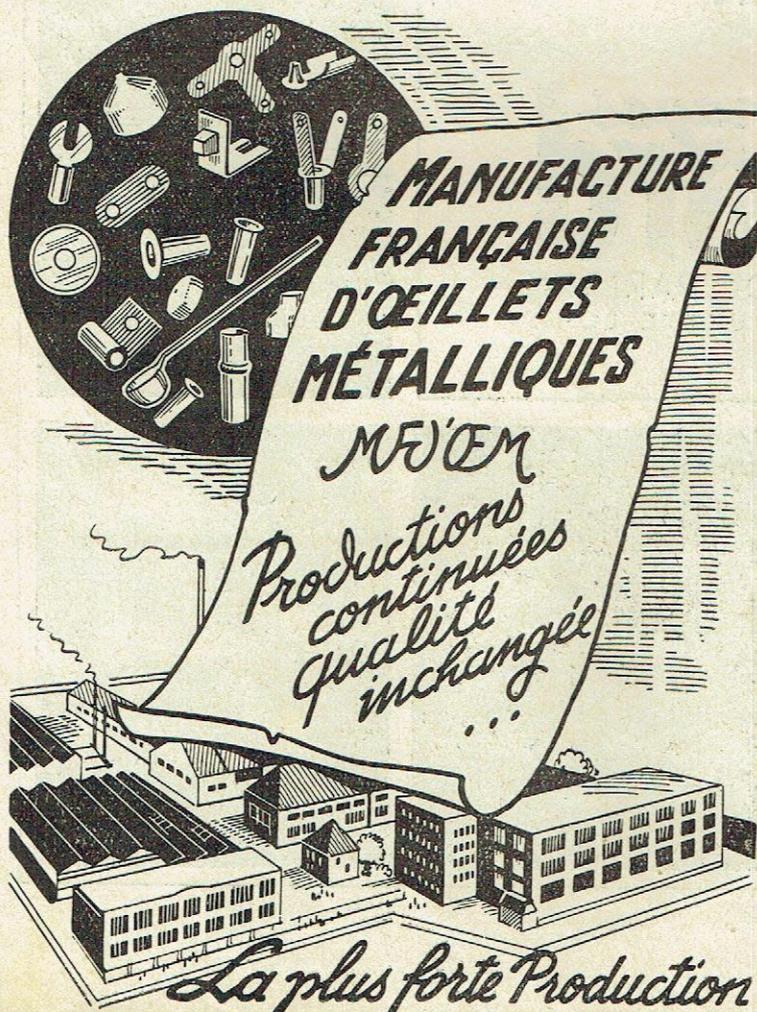
LE LABORATOIRE INDUSTRIEL D'ÉLECTRICITÉ

41, RUE ÉMILE ZOLA, MONTREUIL (Seine)
TÉLÉPH: AVRON 39-20



BOITE DE RÉSISTANCES
11.110 OHMS
A 4 DÉCADES
TYPE R.M.1

BOITE DE SELFS
BOITE DE CAPACITÉS
BOITE DE RÉSISTANCES
BOITE D'AFFAIBLISSEMENT
NOYAUX MAGNÉTIQUES H.F.



**MANUFACTURE
FRANÇAISE
D'OEILLETS
MÉTALLIQUES**

*MEJ'EM
Productions
continues
qualité
inchangée
...*

La plus forte Production

64, Boulevard de Strasbourg PARIS X^e TEL. BOTZARIS 72-76-77-78

FILM ET RADIO

présente

2 productions nouvelles :

AMPLIS CORRIGÉS

permettant, grâce à de nouveaux circuits compensateurs, de corriger de façon rationnelle les défauts inhérents aux différents lecteurs de son (pick-up, têtes sonores de cinéma parlant.)

MICROS DYNAMIQUES 610

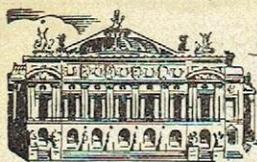
qualité égale à celle des micros américains. Grande sensibilité. — Gamme de fréquence très étendue. — Présentation sur berceau oscillant. — Filetage international.

et continue la production de ses
**HAUTS-PARLEURS DE
GRANDE PUISSANCE**



FILM ET RADIO

5, RUE DENIS-POISSON, PARIS (XVII^e)
TÉLÉPHONE : ÉTOILE 24-62



PUBL. ROPY

49, Av. de l'Opéra
TEL.: OPÉRA 35-18

En plein centre de Paris — place de l'Opéra

ELECTROPERA

présente un choix de matériel

RADIO ET PHOTO

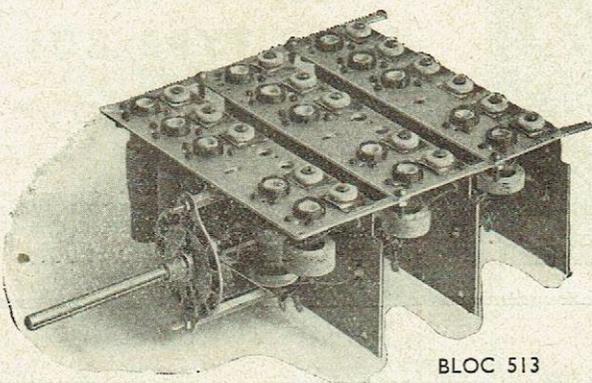
POSTES COMPLETS TOUTES MARQUES • DÉPANNAGES PAR SPÉCIALISTES

SIÈGE SOCIAL ET USINE
161, rue des Pyrénées
ROQ. 97-49

SECURIT

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

BUREAUX ET VENTE
62, rue de Rome
LAB. 00-76



BLOC 513

MATÉRIEL RADIO-ÉLECTRICITÉ

Circuit magnétique en fer HF

Toutes études pour matériel professionnel

Blocs HF

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

MF

| | | |
|--------------------|------------------|------------------------|
| 207-209 | à ajustables | Encombrement 35×35 |
| TB20-MB20 | » » | 44×44 |
| TR1-MR3 | Noyaux réglables | » 44×44 |
| SVTR1-MR3 | — » | (sélectivité variable) |
| TR13 - MR23 - MR33 | | (Haute musicalité) |
| SVTR13 | — | (sélectivité variable) |

PUBL. ROPY

RADIO-ELECTRICAL-MEASURE

A.-L. JACQUET,

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

W. SOROKINE,

3 bis, rue Roussel, PARIS (XVII^e) — Tél.: CAR. 38-72

APPAREILS DE MESURES pour STATIONS-SERVICE

- **LE DÉPANNEUR** Hétérodyne modulée 5 gammes + Multimètre (voltmètre, out-putmètre, ohmètre, capacimètre).
- **HÉTÉRODYNE MODULÉE** type "SERVICE" — 6 gammes (100 kilocycles, 40 mégacycles), modulation B.F. variable de 30 à 9.000 périodes.
- **OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE** écran de 70 m/m, amplification verticale et horizontale base de temps de 10 à 40.000 périodes.

Etudes d'Appareils de mesures spéciaux pour "Station-Service" sur commande.

RENSEIGNEMENTS DÉTAILLÉS SUR DEMANDE

PUBL. ROPY

ÉLECTRO-
MÉCANIQUE
DE PRÉCISION

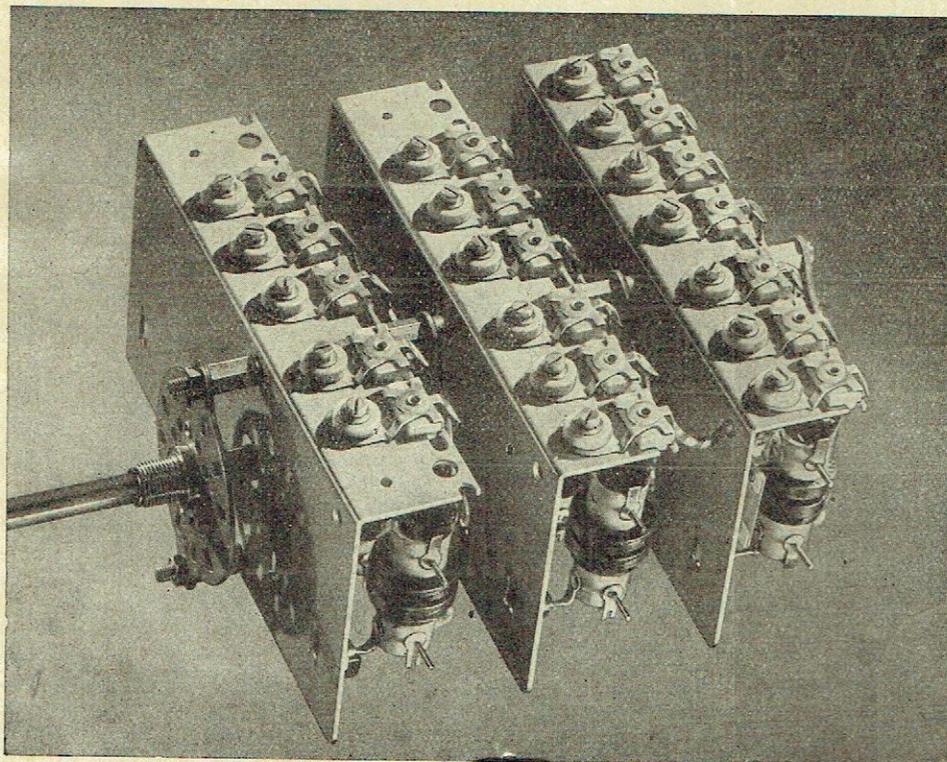
LES ATELIERS

ARTEX

CONSTRUCTION
DE MATÉRIEL
HAUTE FRÉQUENCE

6, IMPASSE LEMIERE
PARIS XIX^e

TÉLÉPHONE
NORD 12-22



BLOC TYPE I.50I P. A.

5 GAMMES

BLOC TYPE 40I

4 GAMMES

1^{re} Gamme O.C. : 13^m à 26^m50

2^e Gamme O.C. : 25^m à 51^m »

1 Gamme P. O.

1 Gamme G.O.

BLOC TYPE 30I

3 GAMMES

O.C. — P.O. — G.O.

Ces deux types de blocs sont
étudiés et réalisés comme notre
bloc ci-contre : Type I.50I.

PUB. M. DUPUIS

Economie de matières

DANS LE POSTE

SUPPRESSION DES
BLINDAGES 3 FOIS
PLUS LOURDS QUE
CEUX DU TUBE MG.
DIMENSIONS PLUS RÉ-
DUITES DU CHASSIS.
CONNEXIONS RACCOURCIES



DANS LA LAMPE

SUPPRESSION DU CULOT
BAKELITE RÉDUIT A UNE
PASTILLE "OCTAL". SUP-
PRESSION DE LA PATE A CU-
LOTER. DIMINUTION DE LON-
GUEUR DES CONDUCTEURS.
REMPLACEMENT DES PRODUITS
DE METALLISATION (Cuivre,
Bronze, Laque etc) PAR UN MÉTAL
FRANÇAIS : L'ALUMINIUM

Blindage rigoureux - Régularité parfaite
DES TUBES

Rendement optimum...
STANDARD

VISSEAUX

PROMOTEUR EN FRANCE DE LA LAMPE MÉTAL-GLASS

J. VISSEAUX 88, quai Pierre Scize LYON

MG

PARIS Agence Visseaux 103 rue Lafayette

la radio française

REVUE MENSUELLE

Radio-diffusion — Télévision
Electronique — Organisation
professionnelle

Rédacteur en Chef :
Marc CHAUVIERRE

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

Avignon : DAILHE, 10 bis, rue de la République. — **Béziers** : CLARETON, allées Paul-Riquet. — **Clermont-Ferrand** : DELAUNAY, 40, avenue des Etats-Unis. — **Grenoble** : ARTHAUD, 23, Grande-Rue. — **Limoges** : DUVERGER, 15, boulevard Carnot. — **Lyon** : CAMUGLI, 6, rue de la Charité; LAVANDIER, 5, rue Victor-Hugo. — **Marseille** : Librairie de la Faculté, 118, la Cannebière; MAUPETIT, 144, la Cannebière. — **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** : ETCHEVERRY, rue des Grands-Fossés. — **Toulon** : BONNAUD, 4, rue Adolphe-Guise; REBUFA, 21, rue d'Alger. — **Toulouse** : CAZER, 7, rue Ozenne; ROYER-LEBON, 52, rue Alsace-Lorraine. — **Vichy** : ARFEUILLE, 76, rue de Paris.

REDACTION ET ADMINISTRATION

92, rue Bonaparte, Paris
Tél. : Rédaction : DAN 01-60



SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE
AU CAPITAL DE 1.000.000 FRANCS

EDITEUR

Administration : DAN 99-15

Le numéro Frs 10

Abonnements :
France et Colonies..... Frs 90
Etranger Frs 140
— (tarif réduit)..... Frs 123
C. Ch. Paris 75-45

SOMMAIRE

N° 5

MAI 1942

COUVERTURE

Un appareil de mesure d'une présentation soignée : le wattmètre de sortie FERISOL. — Impédance d'adaptation de 2,5 à 20.000 ohms; sensibilité de 0,1 à 5.000 milliwatts; poids: 10 kilogr.

CLOISONS ETANCHES 97

par Marc CHAUVIERRE.

Combien seraient plus rapides certains progrès techniques si les ingénieurs voulaient bien s'intéresser aux travaux de ceux qui, dans des domaines similaires, poursuivent des recherches du même genre. Le cinéma et la radiodiffusion offrent des exemples malheureusement trop probants de la méconnaissance voulue de leurs travaux respectifs.

ESSAI COMPARATIF EN COURANT SINUSOIDAL ET EN COURANT RECTANGULAIRE DE TROIS TYPES CLASSIQUES D'AMPLIFICATEURS BF..... 98

Etude très approfondie qui règle une fois pour toutes la question de savoir dans quels cas doivent être utilisées pour l'amplification basse fréquence les triodes ou les pentodes.

ESSAIS D'AMPLIFICATEURS EN SIGNAUX RECTANGULAIRES 104

par Lucien CHRETIEN.

L'auteur expose les avantages des essais en caractéristiques discontinues ou en signaux rectangulaires sur les autres méthodes, lorsqu'il s'agit de porter un jugement précis sur un amplificateur.

REMARQUES SUR L'APPLICATION DE LA CONTRE-REACTION AUX EMETTEURS DE LA RADIODIFFUSION (suite) 108

par Albert WARNIER.

La Presse technique à travers le monde : COMPRESSION ET EXPANSION DANS LA TRANSMISSION DU SON..... 111

par V. COHEN HENRIQUEZ.

UN POSTE TOUTES ONDES DE HAUTE QUALITE : Le Récepteur HRO « NATIONAL »..... 115

par Michel ADAM.

LE PROCEDE D'ACCORD DU RECEPTEUR S. I. R..... 116

NOS COLLABORATEURS..... 116

RIBET & DESJARDINS

S.A.R.L. 300.000

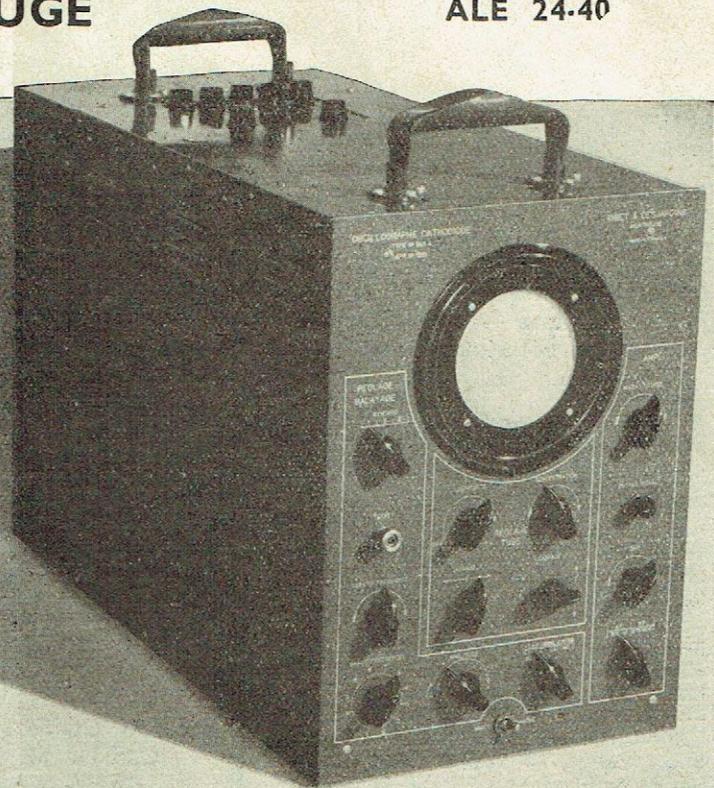
13, rue Périer — MONTROUGE

ALE 24-40

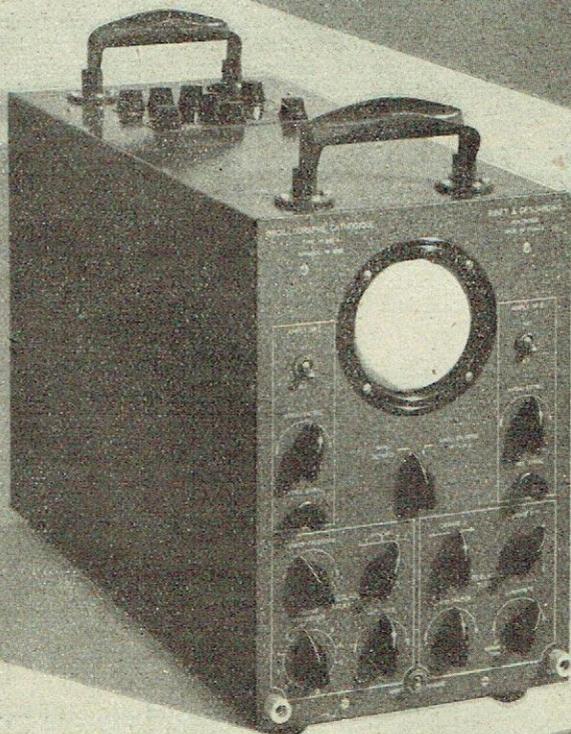
APPAREILS DE CONTROLE

Classe Laboratoire

- Oscillographes Cathodiques
- Commutateurs Electroniques

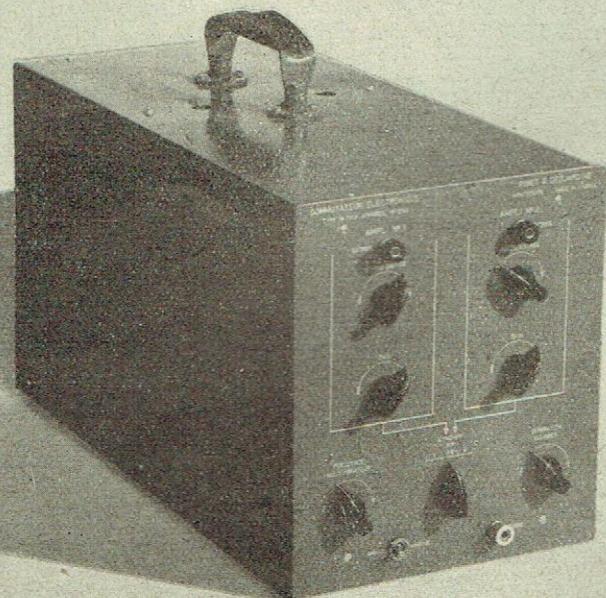


OSCILLOGRAPHE
263 A



OSCILLOGRAPHE
265 A

COMMUTATEUR
ÉLECTRONIQUE 715 A



CLOISONS ÉTANCHES

J'ai eu l'occasion récemment d'avoir un entretien avec une des gloires de l'industrie cinématographique française : je veux parler de M. Marcel Debrie.

C'est grâce à lui que, dans le domaine de la construction, des appareils de prises de vue et de projection tiennent sur le marché mondial une place plus qu'honorable, et les Etablissements Debrie sont aujourd'hui fournisseurs du monde entier.

Inévitablement, nous en sommes venus à parler du problème du son et de l'acoustique en matière de cinéma. Je dois dire que je ne me suis pas trouvé d'accord avec notre grand animateur.

Voici l'objet de notre discussion :

J'ai constaté, c'est un fait d'expérience, qu'il y a une cloison absolument étanche entre les techniciens du son dans le domaine cinéma sonore et des techniciens de la radiodiffusion. Voici pourtant des hommes qui poursuivent le même but : enregistrer et reproduire dans les meilleures conditions possibles, toute modulation capable d'impressionner l'oreille humaine ; tous mettent en œuvre des microphones, des amplificateurs, des lignes, des appareils d'enregistrement, des amplificateurs de reproduction, des hauts-parleurs ; tous se heurtent aux mêmes difficultés : qualité acoustique des studios, durée de réverbération, effet directionnel des micros, linéarité et distorsion des amplificateurs et des appareils d'enregistrement et reproduction, rendement des hauts-parleurs, qualité objective et subjective du son.

Or, je l'ai toujours constaté, ces deux classes de techniciens cependant si voisines, s'ignorent totalement ; quand je dis « s'ignorent », j'emploie un euphémisme ; on se demande parfois s'il n'y a pas un léger mépris réciproque : Question de salaire ? Question de prestige ? Je ne sais ; en tous les cas, je le constate.

Et cependant, je trouve cette situation paradoxale. M. Debrie, lui, ne s'en étonne pas : le son cinéma et le son radio se sont développés suivant des voies parallèles, mais qui, comme toutes les parallèles (sauf dans les géométries non euclidiennes) ne se rencontrent jamais.

Pour ma part, je souhaiterais que, délaissant la géométrie euclidienne, ces parallèles se rencontrent ; les deux techniques, celle du son cinéma et celle du son radio, auraient tout à y gagner, et j'avoue que chaque fois que j'ai l'occasion de mettre le nez dans un studio, je m'informe toujours des derniers tuyaux.

J'ai ainsi constaté que les techniciens du cinéma avaient, sur la mesure des tensions de modulation et des crêtes, des idées bien différentes de celles des techniciens de l'Union Internationale de Radiodiffusion ; je dirai donc franchement ma façon de penser : les techniciens du cinéma ont le sens de l'exploitation, sens qui fait totalement défaut aux grands responsables de la Radiodiffusion qui sont peut-être d'excellents techniciens (j'allais dire polytechniciens), mais qui n'ont jamais tourné un atténuateur de leur vie.

Dans un autre ordre d'idée, c'est encore du cinéma que nous vient le filtre de présence (léger relevé de la courbe de fréquence à 3.000 périodes), apporté à la radiodiffusion par un transfuge du cinéma. En revanche, nos techniciens du cinéma auraient tout intérêt à flairer l'atmosphère des maisons de la radio, où l'on rencontre souvent dans le domaine du dispatching, du mélange et de la correction, des méthodes qu'ils ignorent, sans compter le problème général des amplificateurs.

C'est pourquoi à la fin de notre entretien, M. Debrie et moi nous étions d'accord : chaque fois que dans le cinéma ou la radio, le même problème se pose, il n'y a pas lieu de concevoir une solution cinéma et une solution radio, il ne doit y avoir qu'une solution, la meilleure et la plus économique, la plus efficace aussi, et c'est par la confrontation des deux techniques que l'on arrivera à la trouver.

Marc CHAUVIERRE.

ESSAI COMPARATIF EN COURANT SINUSOIDAL ET EN COURANT RECTANGULAIRE DE TROIS TYPES CLASSIQUES D'AMPLIFICATEURS BASSE FRÉQUENCE

S'il est une question qui a souvent été discutée, c'est bien celle des qualités respectives des lampes « triodes » et des lampes « penthodes ».

Dans les montages à résistances, l'emploi des penthodes n'est plus discuté, et c'est grâce à ces lampes qu'on a pu réaliser des amplis de télévision.

Mais la question a été encore récemment controversée, et elle l'est toujours, lorsqu'il s'agit d'amplificateurs basse fréquence de puissance de haute qualité, et en particulier lorsque la charge de la lampe est constituée par un système électro-mécanique (graveurs de disques) ou électro-acoustique (haut-parleurs).

C'est pourquoi la Radio Française est très heureuse de publier cette étude, qui, nous le pensons, permettra de trancher la question, les essais ayant été poursuivis non seulement par la voie habituelle, mais encore avec l'étude en signaux rectangulaires, ceux-ci étant particulièrement aptes à mettre en évidence les réactions électro-mécaniques de la charge de la lampe.

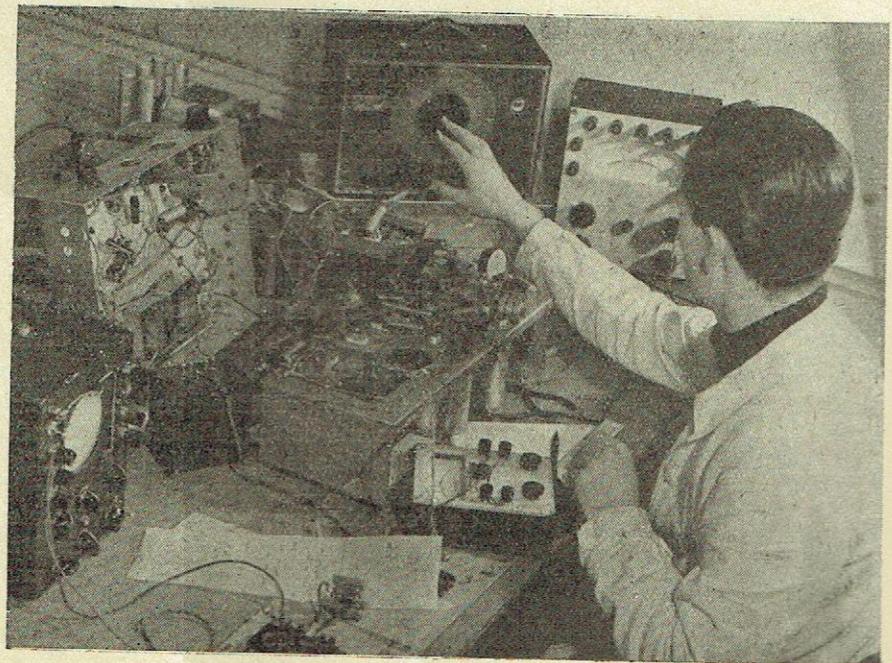
On lira donc avec intérêt les conclusions de cette étude.

Position du problème

Il y a encore quelques mois, les techniciens spécialistes des amplificateurs de haute qualité prétendaient que seul l'amplificateur push-pull triode classe *a* ou classe *ab* était susceptible de donner pratiquement satisfaction, quoique la théorie, en première approximation, indique que l'on puisse arriver à de meilleurs résultats avec des lampes penthodes, même utilisées sans montage push-pull.

Cependant, l'ampli push-pull n'est pas exempt de défauts : il est lourd, il est coûteux, encombrant, son rendement est faible, et il demande pour en tirer un bon parti un équilibrage parfait de la lampe. Or, l'exploitation montre que cet équilibrage doit être vérifié très souvent.

Cependant, ce type d'ampli a été le plus souvent conservé, d'une part, parce que sa reproduction systématique évitait tout effort au technicien, et d'autre part, parce que quelques essais timidement tentés en penthode avaient donné des résultats inférieurs. Mais on peut penser, dans ce cas, que ce n'est pas la penthode qu'il faut incriminer, mais la façon dont on s'en était servi. En effet, ce qui a échappé à beaucoup de praticiens



c'est que lorsqu'on utilise dans le circuit-plaque d'une lampe une charge constituée non par une impédance pure, mais par une impédance motionnelle due à une réaction électro-mécanique ou électro-acoustique, il y avait un auto-amortissement des vibrations propres du système électro-mécanique, amortissement fonction de la résistance interne de la lampe et d'autant plus faible que la résistance

interne de la lampe était elle-même plus faible.

En effet, lorsque la charge, sous l'effet de l'entrée en résonance d'un système mécanique, se comporte comme un générateur, ce générateur débite sur la résistance interne de la lampe ; plus cette résistance interne sera faible, plus la puissance demandée au générateur sera grande, plus vite les vibrations seront amorties.

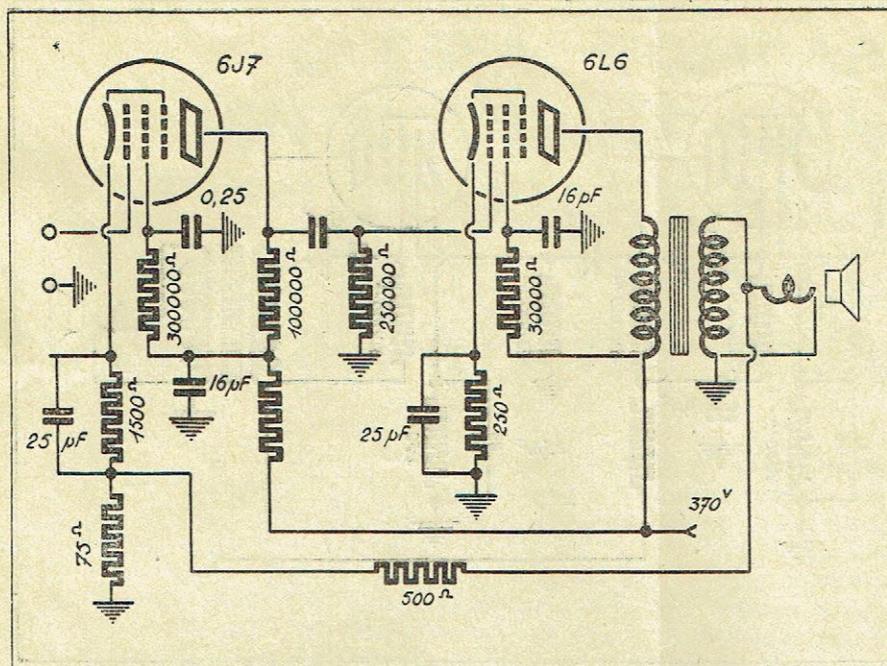


Fig. 3. — Schéma de l'amplificateur avec penthode finale et 15 % de CR.

circuit-plaque est chargé par un transformateur permettant d'obtenir le déphasage nécessaire pour le fonctionnement correct de l'étage push-pull.

Cet étage est formé par 2 tubes triodes 2A3 polarisés à -45 V par résistance dans le circuit de chauffage des filaments.

Dans chaque circuit grille, un système correcteur, simple de réalisation, permet d'obtenir une fonction de la fréquence pratiquement linéaire.

Les circuits-plaques des 2 tubes de cet étage final sont chargés par un transfo calculé spécialement pour cet emploi.

Cet amplificateur est donc construit d'après un schéma très souvent utilisé. Le matériel employé (notamment les transfos), seule cause possible, d'après le principe même du montage, d'une qualité inférieure à celle souhaitée, est d'ordre professionnel, ayant des caractéristiques plus que satisfaisantes.

Ampli penthode

a) Sans contre-réaction.

Cet amplificateur se compose de 2 étages : un étage d'amplification attaquant un étage de puissance (fig. 2).

Le premier étage se compose d'un tube 6J7 monté normalement pour donner une amplification optimum pour un minimum de distorsion.

La lampe de puissance est une 6L6. Elle dissipe 24 watts. Les différentes valeurs des éléments des circuits furent choisies après avoir tracé plusieurs réseaux de courbes de distorsion en fonction de la puissance.

L'étude de cet amplificateur aussi bien la qualité du matériel que le choix des valeurs, a retenu particulièrement notre attention ; ainsi toute distorsion ne pourra provenir que du principe du schéma employé.

b) Avec contre-réaction.

Le schéma de principe (fig. 3) est le même, mais une fraction de la tension de sortie est prise au moyen d'un système potentiométrique indépendant de la fréquence sur le secondaire du transfo de sortie, et ramenée sur la cathode de la 6J7, donc en opposition de phase. Le taux de contre-réaction ainsi appliqué est de 15,2 db. Ce taux est défini par le rapport exprimant la perte de sensibilité.

**

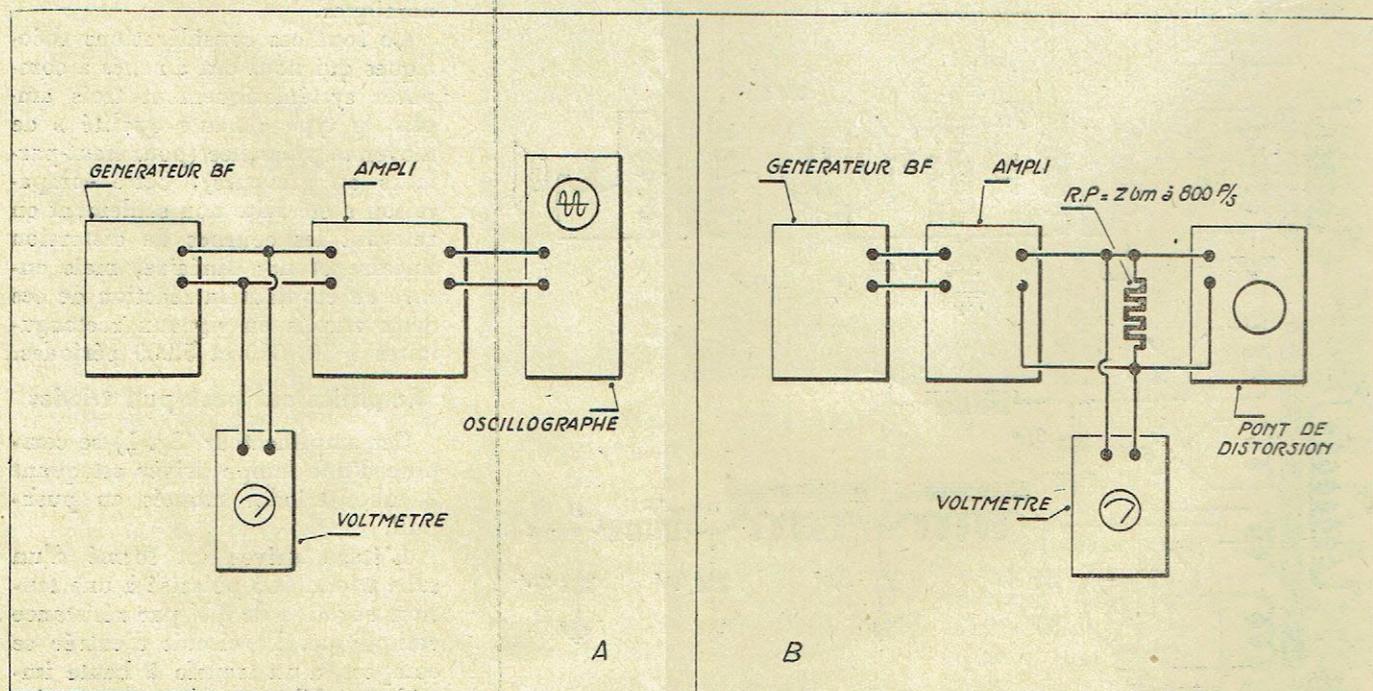


Fig. 4 et 5. — A : Dispositif employé pour mesurer la distorsion linéaire. — B : Dispositif employé pour mesurer la distorsion non linéaire.

Voici donc les 3 amplificateurs que nous allons comparer. Ce sont 3 amplificateurs de puissance moyenne construits avec du matériel professionnel, d'après des techniques différentes pour obtenir le même résultat : reproduction de bonne qualité pour une puissance de sortie de quelques watts.

Mesures

Pour pouvoir comparer les résultats, nous avons fait les mesures suivantes :

a) *Courbes de la tension de sortie en fonction de la fréquence.*

Ces courbes ont été relevées à tension d'entrée constante et à tension de sortie variable (fig. 4). Les variations sont traduites en décibels, le niveau à 800 p/s étant pris comme niveau 0.

b) *Courbes de la distorsion en fonction de la puissance de sortie.*

Ces courbes furent tracées à l'aide du pont de distorsion « Général Radio » à la fréquence de référence de 400 p/s. Les différentes valeurs du niveau de la tension de sortie étant lues aux bornes d'une résistance pure de 20 Ω représentant la valeur de l'impédance de la bobine mobile à 800 p/s (fig. 5).

c) *Etude du courant dans la bobine mobile.*

Pour cette étude, le circuit d'entrée était alimenté en courant rectangulaire. Le montage (fig. 6)

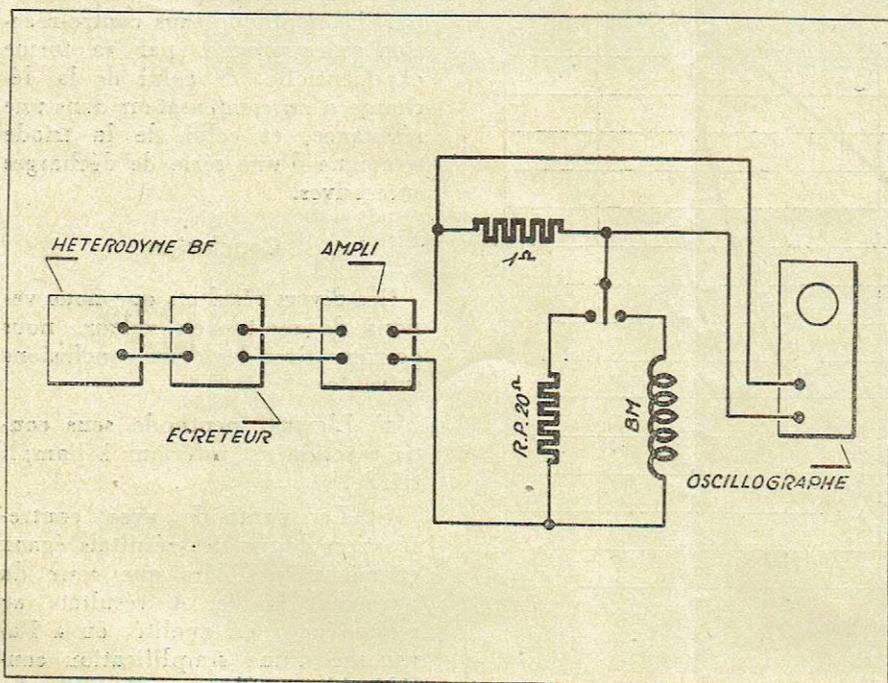


Fig. 6. — Dispositif employé pour étudier la forme du courant dans la bobine mobile d'un amplificateur alimenté en courant rectangulaire.

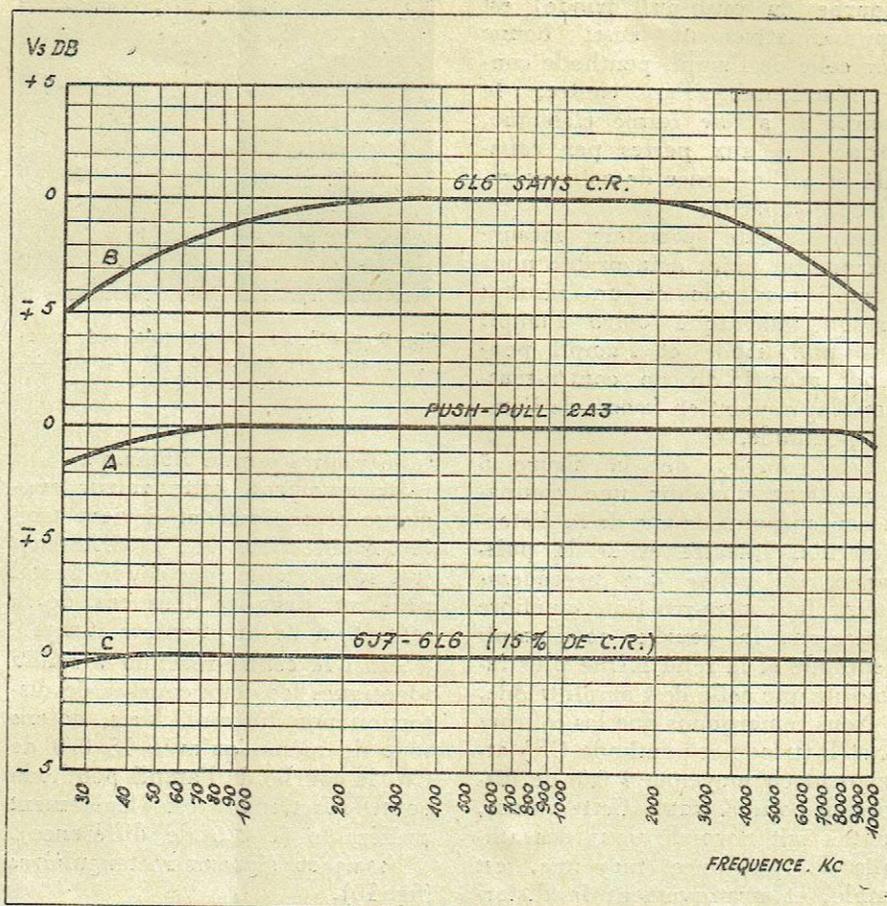


Fig. 7. — Courbes de distorsion linéaire des trois amplificateurs.

comprenait alors : un générateur de courant basse fréquence sinusoïdal attaquant un écréteur permettant d'obtenir un courant parfaitement rectangulaire aux fréquences d'examen, soit : 50, 500,

5.000 p/s (voir photo d'oscillogramme fig. 9). A la sortie de l'amplificateur à étudier était branché l'oscillographe. La tension appliquée sur ses plaques était prise aux bornes d'une très faible résistance insérée dans le secondaire du transfo de sortie ; ce secondaire étant chargé soit par une résistance pure de 20 ohms, soit par la bobine mobile du haut-parleur, c'est-à-dire par une impédance motionnelle.

Commentaires

Ci-contre, soit graphiquement, soit photographiquement, nous reproduisons les résultats des 3 études.

Sur la figure 7, les courbes A, B et C nous donnent les qualités des appareils au point de vue de la distorsion linéaire. Un rapide examen permet de se rendre compte de l'effet de la contre-réaction. La courbe présente une linéarité remarquable : ce qui confirme la théorie qui veut que la contre-réaction tende à rendre la tension de sortie indépendante de la fréquence.

A un 1/2 db près, la courbe A

(courbe du push-pull triode) est approximativement aussi bonne que celle de l'ampli penthode contre-réactionné. Par contre, la courbe B a une forme classique, forme due aux pertes par capacité et à l'influence de cellules résistance-capacité.

Ainsi, cette première mesure marque un point défavorable pour l'ampli penthode et un résultat presque identique entre l'ampli push-pull triode et l'ampli penthode avec 15 db de contre-réaction, légèrement en faveur de l'ampli penthode.

Les courbes de la figure 8 permettent d'établir une comparaison au point de vue de la distorsion non linéaire et de la puissance. De même que précédemment, la contre-réaction améliore nettement la courbe de l'ampli penthode et la rend même plus favorable que celle de l'ampli triode.

Nous remarquons que les courbes A et B (triode et penthode CR) atteignent en moyenne 4 0/0 de distorsion pour 5 watts. Cette valeur, tout à fait normale pour des amplis de puissance moyenne, est faible, et pratiquement la distorsion qu'elle apporte est impercep-

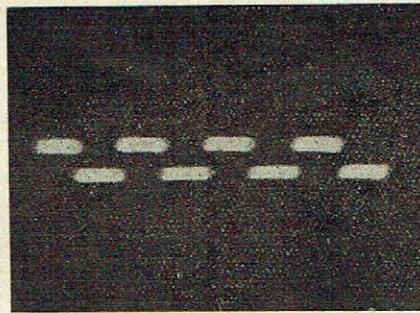


Fig. 9. — Courant rectangulaire de référence appliqué à l'entrée de l'amplificateur étudié.

tible pour l'oreille humaine.

Brusquement, cette valeur augmente et rapidement devient trop importante pour que la distorsion soit supportable ; ce coude brutal provient, dans les deux cas, de la saturation de la première lampe.

Ainsi la contre-réaction a rendu identiques les deux courbes de distorsion non linéaire. Mais, notons tout de même qu'avec 15 0/0 de CR, la courbe de l'ampli penthode contre-réactionné est légèrement préférable (1 0/0 de différence).

Essais en signaux rectangulaires (fig. 10).

Ci-contre, nous avons reproduit

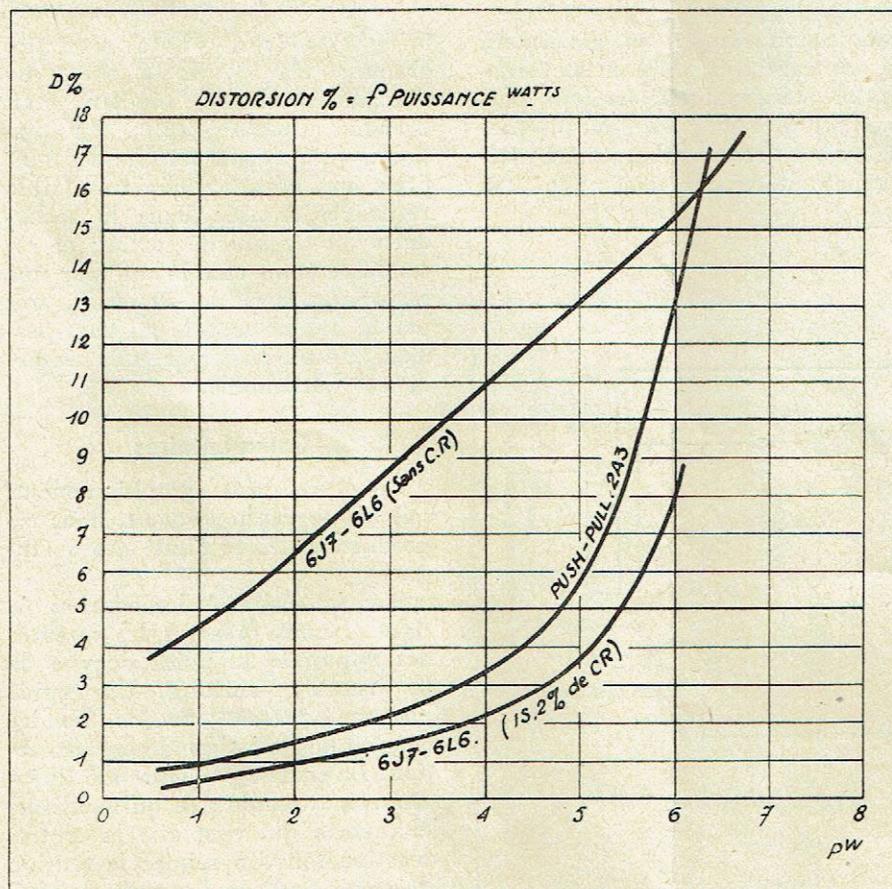


Fig. 8. — Courbes de distorsion non linéaire des trois amplificateurs.

3 séries d'oscillogrammes pour les fréquences 50, 500, 5.000 p/s rectangulaire en impédance pure et motionnelle.

Nous remarquons d'abord à 50 p/s l'inclinaison du palier du signal. Cette inclinaison est due à l'insuffisance de la self primaire des transfos, ce qui rend préférable pour ce point l'amplificateur penthode avec ou sans contre-réaction, puisque son schéma demande moins de transformateur que celui du push-pull triode. Mais, il faut spécialement remarquer l'effet d'amortissement apporté par la résistance interne de la lampe ; les photos d'oscillogrammes sont plus explicites que de longs écrits, elles condamnent l'ampli penthode sans contre-réaction et montrent que le signal est plus acceptable avec une penthode contre-réactionnée qu'avec une triode.

A 500 p/s, les signaux subissent une légère déformation (plus faible dans le cas de la penthode que dans les deux autres cas). On sait que les 500 p/s se trouvent dans la gamme des fréquences à transmettre.

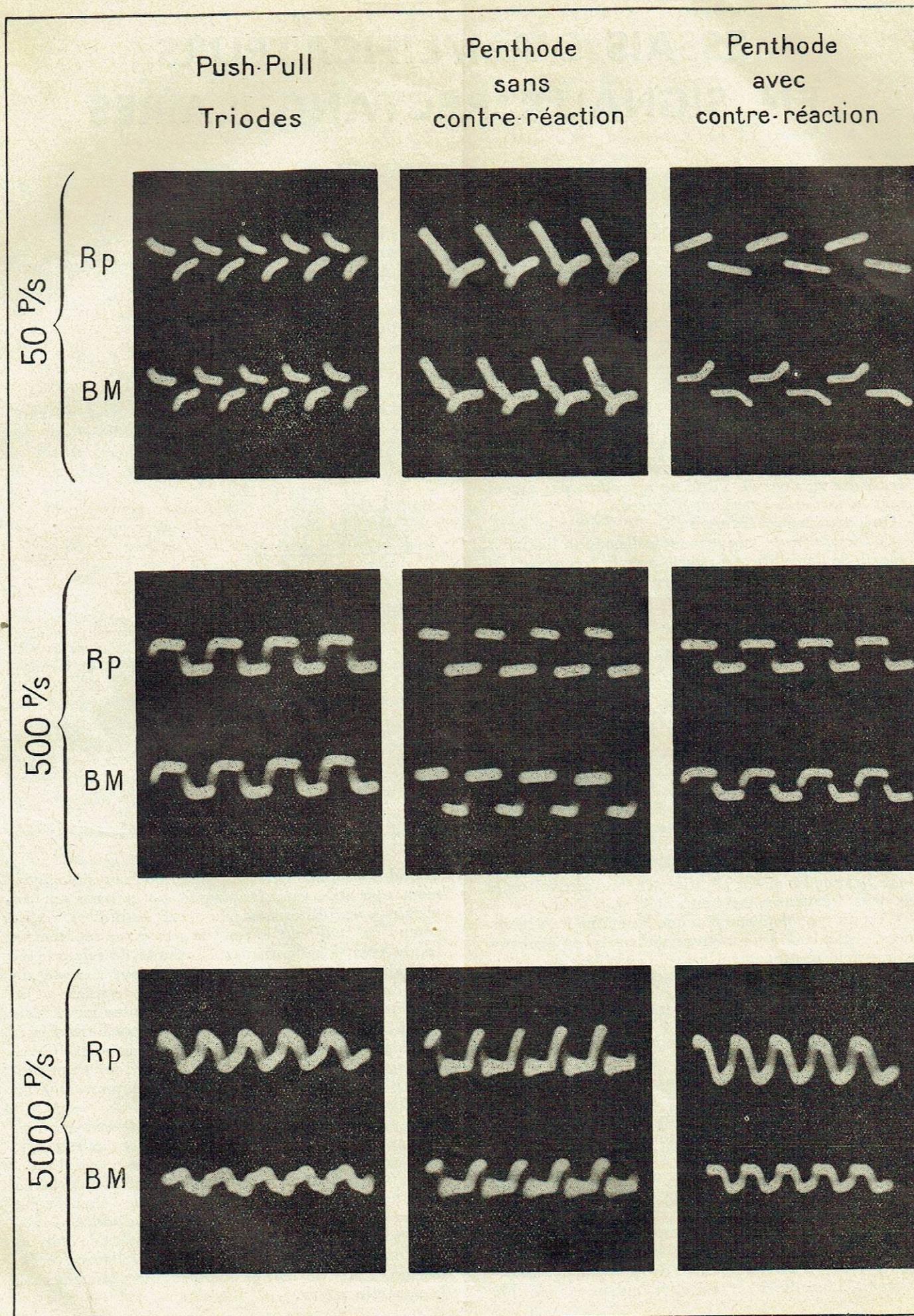
A 5.000 p/s, la déformation est beaucoup plus importante. On voit alors intervenir nettement, en impédance motionnelle, l'amortissement dû à la résistance interne de la lampe ; c'est ce qui explique que le meilleur résultat a été obtenu avec une penthode contre-réactionnée ; il en résulte un signal se rapprochant le plus du signal primitif, tandis que celui fourni par la penthode sans contre-réaction se rapproche, par sa forme exponentielle, de celui de la décharge d'un condensateur dans une résistance, et celui de la triode témoigne d'une série de décharges successives.

Conclusion

Des divers résultats que nous venons de mettre en valeur, nous pouvons tirer les deux conclusions suivantes :

a) L'ampli penthode sans contre-réaction est inférieur à l'ampli triode.

b) La penthode avec contre-réaction donne des résultats égaux et même meilleurs que ceux du push-pull triode. A résultats au moins égaux en qualité, on a l'avantage d'une simplification considérable et d'un meilleur rendement.



ESSAIS D'AMPLIFICATEURS EN SIGNAUX RECTANGULAIRES

par Lucien CHRÉTIEN

Pour apprécier le fonctionnement d'un amplificateur on considère généralement la caractéristique de fréquence et la courbe donnant le taux de distorsion en fonction de la puissance de sortie. Ces éléments permettent-ils de porter un jugement parfaitement motivé ?

On peut répondre négativement à cette question. Nous en exposerons les raisons dans l'article ci-dessous et nous nous efforcerons de montrer l'essai de l'amplificateur en caractéristiques discontinues ou en signaux rectangulaires permettant d'obtenir immédiatement des renseignements plus complets sur le fonctionnement de l'amplificateur.

Les trois types de distorsion

Il y a distorsion dans un amplificateur quand la forme des tensions de sortie ne reproduit pas exactement la forme des tensions d'entrée.

On distingue généralement :

a) *Distorsion de fréquence* (ou distorsion linéaire). Le gain de l'amplificateur varie avec la fréquence. On apprécie ce type de distorsion en examinant la courbe du gain en fonction de la fréquence.

b) *Distorsion d'amplitude* (ou distorsion non linéaire).

Le gain varie avec l'amplitude. Il en résulte qu'une tension d'entrée sinusoïdale se traduit par une tension de sortie non sinusoïdale, c'est-à-dire qu'il y a production d'harmoniques. La mesure de l'amplitude de ces derniers permet d'apprécier le *taux de distorsion* pour une puissance de sortie déterminée. Il faudrait encore ajouter la *distorsion par transmodulation* qui est une forme particulière de la distorsion d'amplitude et qui se produit quand deux tensions, de fréquence différente, sont simultanément appliquées à l'entrée de l'amplificateur.

On observe alors la naissance d'une série de *partiels* dus à des combinaisons additives et soustractives entre les deux fréquences incidentes.

C'est un type de distorsion que les méthodes dénommées « standard » ne mettent nullement en évidence et qui joue pratiquement un rôle considérable.

Enfin... il y a la *distorsion de phase*.

Distorsion de phase

On dit qu'il y a *distorsion de phase* quand la durée du transit dans l'amplificateur est fonction de la fréquence. Il est évident qu'il s'agit bien là d'une *distorsion* admettant la définition donnée au début de cet article. Imaginons, par exemple, une tension complexe formée par une fondamentale et un harmonique III d'égale amplitude. Par un changement de phase de 180° de l'harmonique, nous obtiendrons la forme résultante A ou B (fig. 1) qui apparaissent immédiatement différentes en premier examen.

Toutefois, une remarque s'impose immédiatement. Si les courants résultants A ou B sont transmis à un haut-parleur, il sera impossible de les distinguer auditivement. L'oreille n'est, en effet, nullement sensible

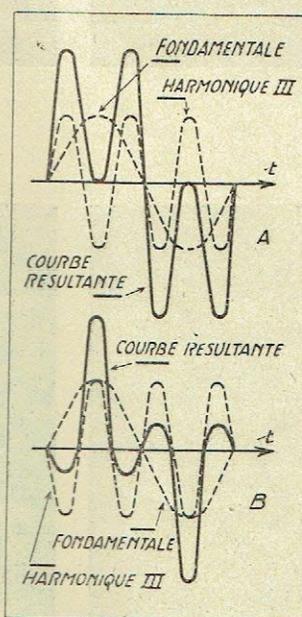


Fig. 1. — Courbes montrant comment un changement de phase de 180° de l'harmonique agit sur les courbes résultantes A et B.

aux déphasages. Ce fait s'explique physiologiquement : les différentes fréquences sont perçues par des terminaisons différentes du nerf auditif. L'oreille entend en *analysant* le son, en percevant séparément les différentes composantes. Il résulte de cela que les spécialistes de l'*électro-acoustique* n'ont accordé aucune importance à la caractéristique de phase et se contentent des vérifications signalées plus haut. Mais il y a des cas où ce n'est pas le contenu harmonique d'une tension variable qui importe, mais sa *forme même* ; par exemple, quand il s'agit d'un amplificateur d'oscillographe à rayons cathodiques ou d'un amplificateur de télévision.

En télévision, lorsque l'image comporte des surfaces relativement larges, très éclairées et très sombres, le courant de modulation présente une amplitude constante, pendant le passage dans une zone éclairée avec une brusque variation, pour le changement d'éclairage, suivie d'une nouvelle période d'amplitude constante. Le changement d'amplitude doit se faire brusquement, sans période d'oscillation, et la tension transmise doit se stabiliser immédiatement à la nouvelle valeur.

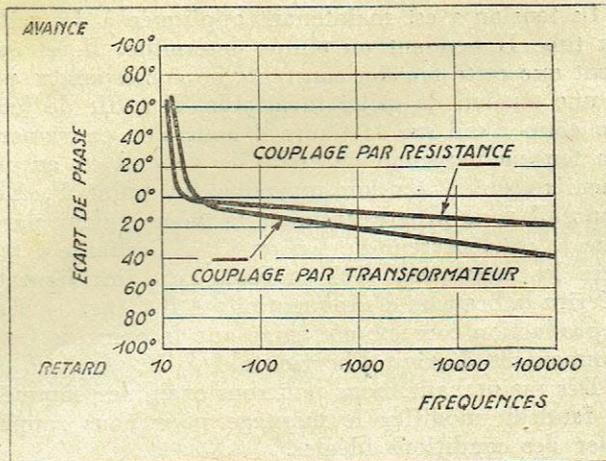


Fig. 2. — Courbes des écarts de phases en fonction des fréquences.

Dans le cas du récepteur de télévision, comme dans celui de l'oscillographe, il faut compléter la caractéristique de fréquence par la caractéristique de phase qui peut être établie comme les exemples de la figure 2.

Le relevé de cette caractéristique peut être effectué avec un oscillographe. Il faut toutefois que l'amplificateur de ce dernier n'ait lui-même aucune distorsion de phase dans la bande des mesures. Le relevé n'est pas très facile à faire et il est fort long.

Le comportement d'un amplificateur

Certains techniciens ont prétendu que la connaissance de la caractéristique de fréquence était suffisante et qu'un amplificateur à caractéristique horizontale aurait nécessairement une distorsion de phase négligeable. Cette opinion est basée sur le fait qu'il en est bien généralement ainsi, mais il n'y a là qu'une indication empirique. Pour qu'il en fut ainsi, il faudrait, en fait, que la caractéristique fut horizontale jusqu'aux fréquences les plus élevées.

Essai en signaux rectangulaires et fonction unitaire

Or, l'essai d'un amplificateur avec des signaux rectangulaires peut remplacer le tracé des caractéristiques de fréquence et de phase. On obtient, d'un seul coup, et très facilement, tous les renseignements désirables.

L'étude du comportement des réseaux alimentés en tensions rectangulaires a été entreprise depuis fort longtemps. C'est même à ce sujet qu'Heaviside a mis au point une méthode de calcul nouvelle dite « des opérateurs ». Néanmoins, les applications pratiques n'ont été envisagées qu'au cours de ces dernières années. En réalité, d'ailleurs, il est inutile d'avoir recours à des signaux en créneaux. On peut, tout simplement, utiliser la « fonction unitaire » (Unit function) d'Heaviside, dont la correspondance électrique serait une tension brusquement appliquée et qui garderait ensuite la même valeur indéfiniment. La fonction passerait donc brusquement, par exemple, de zéro à un volt.

L'étude mathématique de la question est fort compliquée et dépasserait singulièrement le cadre de ce simple article de mise au point.

On peut éviter l'emploi du calcul des opérateurs et simplifier quelque peu la question de la manière sui-

vante (Voir pour plus de détails : *Revue Technique Philips*, tome 6, N° 7 : *L'appréciation d'un amplificateur à l'aide de la caractéristique discontinue*, par J. HAANTJES).

Soit une variation de courant brusque, de 0 à 1 qui se produit au moment $T = t$. La variation de tension est de la forme : $S(T - t)$. S'il s'agit d'un signal rectangulaire d'une durée Δt , on pourra écrire que la variation de tension est :

$$V(t) = S(T-t) - S(T-t-\Delta t)$$

Pour Δt assez petit, l'expression précédente tend à se confondre avec :

$$S(T-t) - [S(T-t) - \Delta t S'(T-t)]$$

c'est-à-dire :

$$S'(T-t) \Delta t$$

On peut toujours admettre qu'une variation continue de forme quelconque est équivalente à une série de petites variations discontinues (voir fig. 3). La tension résultante est alors égale à la somme des petites variations discontinues d'où :

$$V_{(T)} = \sum_{t=0}^{t=T} i(t) S'(T-t) \Delta t$$

Ce qui, à la limite $\Delta t = 0$ équivaut à :

$$V_{(T)} = \int_0^T i(t) S'(T-t) dt$$

Connaissant $i(t)$ et $s(t)$ formes des variations de courant et de tension en fonction du temps, il suffira d'intégrer dans l'intervalle considéré.

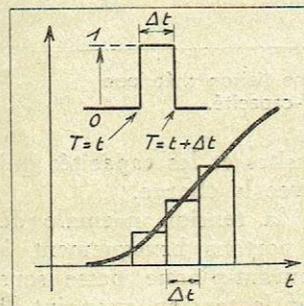


Fig. 3. — Schéma montrant comment une variation continue de forme quelconque est équivalente à une série de petites variations discontinues.

Considérons par exemple, le cas simple d'une variation sinusoïdale. On aurait alors :

$$V_{(T)} = \int_0^T \sin \omega t S'(T-t) dt$$

$$= \sin \omega t \int_0^T \cos \omega t S_{(t)} dt - \cos \omega t \int_0^T \sin \omega t S_{(T)} dt$$

Posons :

$$\int_0^{\infty} \cos \omega t S_{(t)} dt = c(\omega)$$

$$\int_0^{\infty} \sin \omega t S_{(t)} dt = s(\omega)$$

On aura, au bout d'un temps suffisamment long par rapport à la période : $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$V_{(T)} = c(\omega) \sin \omega t - s(\omega) \cos \omega t$$

d'où résulte la caractéristique d'amplitude :

$$f(\omega) = \sqrt{c^2(\omega) + s^2(\omega)}$$

et la caractéristique de phase :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{s(\omega)}{c(\omega)}$$

L'essai en signaux rectangulaires équivaut donc à la connaissance des deux caractéristiques.

Une démonstration aussi purement mathématique risque de ne pas convaincre tout le monde. Nous pensons donc qu'une analyse physique directe complètera utilement la démonstration précédente. Elle aura, par ailleurs, le grand avantage de montrer directement l'action des différents facteurs.

Nous avons remarqué plus haut que les relations de phase entre les différentes fréquences avaient une influence évidente sur la forme des tensions de sortie. Il nous faut donc montrer comment la caractéristique de fréquence agit sur la forme des signaux rectangulaires.

Liaison par résistance

Considérons le cas très simple d'une liaison par résistance-capacité (fig. 4). Pour commencer, nous

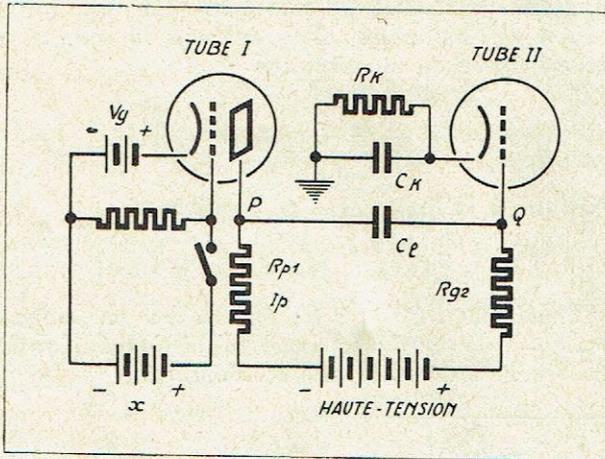


Fig. 4. — Schéma d'une liaison théorique par résistance-capacité.

négligeons les capacités parasites et les capacités qui peuvent être en parallèle avec la charge.

La grille étant portée à la tension normale de fonctionnement V_g , nous la portons brusquement à la tension $V_g + x$. Le courant-plaque passe sans transition de I_p à $I_p + x$ et la tension au point P baisse brusquement. La tension de grille du tube suivant subit la même variation. Il en résulte donc la reproduction correcte de la variation initiale, avec le déphasage normal de 180° .

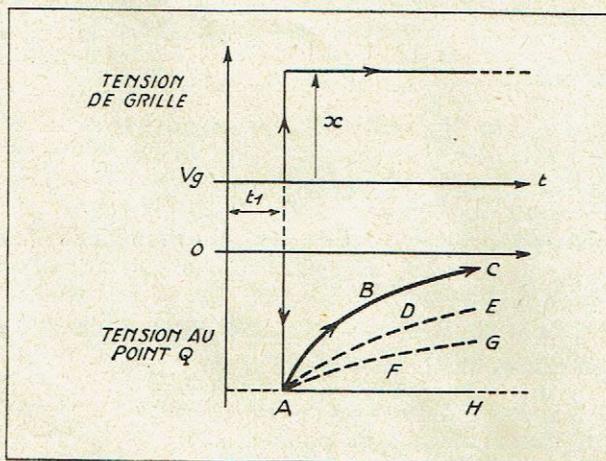


Fig. 5. — Courbes des variations de tension de grille correspondant à un amplificateur, avant et après correction.

La tension x est maintenant appliquée à la grille du tube II pendant un temps déterminé. Il est évident que cette tension constante ne correspondra pas à une tension de grille invariable. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 4 pour s'en convaincre. La tension moyenne de grille ne dépend en aucune manière de la tension moyenne du point P. Elle reprend donc progressivement la même valeur parce que le condensateur de liaison C_l se décharge à travers les résistances R_{p1} et R_{g2} . Le point figuratif décrira la branche d'exponentielle A B C (fig. 5). Une reproduction correcte eût exigé que le point de fonctionnement décrivit l'horizontale A H.

Dès maintenant, nous pourrions examiner comment il faudrait modifier le montage pour nous rapprocher des conditions idéales.

Correction de l'amplificateur

Il s'agit en somme de ralentir autant que possible la décharge du condensateur de liaison, de manière à rapprocher A B C de l'horizontale.

Nous pouvons :

a) Augmenter la capacité de liaison C_l . A la limite on serait amené à choisir une capacité infiniment grande, c'est-à-dire à relier directement P à Q, en prévoyant naturellement une batterie ou un dispositif convenable pour ramener la tension moyenne du point Q à une valeur normale (amplificateur à courant continu, montage Loftin-White, etc...).

b) Augmenter la valeur de R_{g2} . Mais nous sommes rapidement limités dans cette voie par les inévitables défauts d'isolement de C_l et la nécessité de fixer le potentiel moyen de C d'une manière stable.

c) Un autre moyen, moins direct, consistera à augmenter la capacité C_k . En effet, ce condensateur tend à maintenir la même tension aux bornes de R_{K1} (c'est-à-dire une certaine valeur de polarisation). La variation de courant tend au contraire à diminuer cette polarisation. Ces trois moyens équivalent, en fait, à améliorer le fonctionnement de l'amplificateur dans la zone des basses fréquences. Ce résultat est tout à fait normal, puisque la partie horizontale de notre tension discontinue peut être considérée comme une tension de fréquence nulle.

En modifiant dans le sens voulu les facteurs indiqués, on obtiendra, par exemple, les courbes ADE, AFG, etc...

Signaux rectangulaires

Nous ramenons maintenant brusquement l'amplificateur aux conditions initiales. Il est évident que la

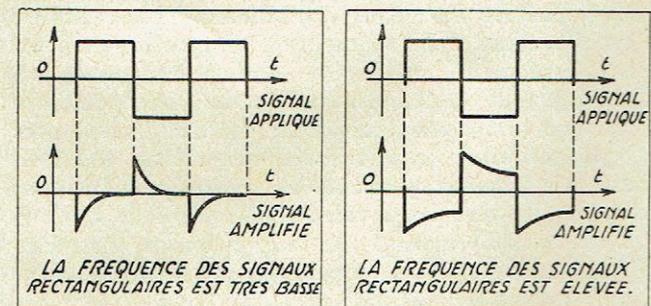


Fig. 6 et 7. — Courbes des signaux amplifiés par le dispositif de la figure 4.

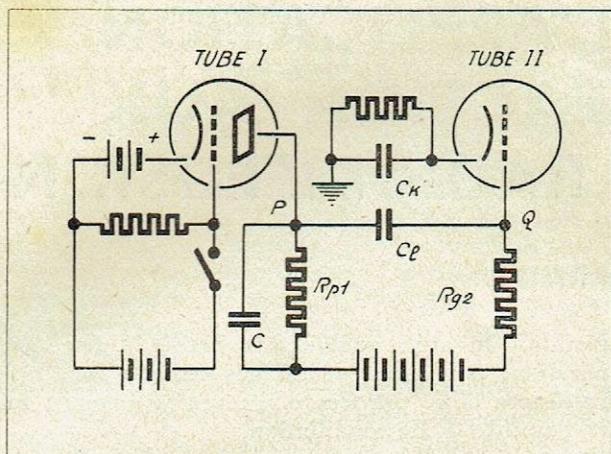


Fig. 8. — Schéma de la liaison résistance-capacité, compte tenu des capacités parasites.

même succession de faits va se reproduire en sens inverse. Suivant que la période des signaux rectangulaires sera grande, ou petite, nous obtiendrons l'effet indiqué fig. 6 ou fig. 7. Ces deux croquis nous montrent dans quelle mesure l'amélioration de la courbe des transmissions dans les basses corrigera la forme des tensions de sortie. Cela nous montre aussi la nécessité de pouvoir faire varier dans des limites importantes, la fréquence des signaux en créneaux.

Influence de la transmission des fréquences élevées

Le croquis fig. 4 ne tient compte d'aucune des capacités parasites, qui sont en parallèle sur la résistance de charge. Il s'agit de la capacité de sortie du tube I, de la capacité d'entrée du tube II, des capacités réparties et, éventuellement, de la capacité fictive due à la réflexion de la capacité grille-plaque du tube II. Le schéma équivalent est donc celui de la figure 8.

Une variation brusque de courant dans R_p ne se traduira pas instantanément par une variation de potentiel. La présence de C confère au système une certaine constante de temps. Il en résulte que les variations de tension ne seront plus discontinues. Les angles s'adoucissent et seront remplacés par des contours arrondis.

La forme des courants de sortie s'écartera davantage encore de l'allure rectangulaire (voir fig. 9).

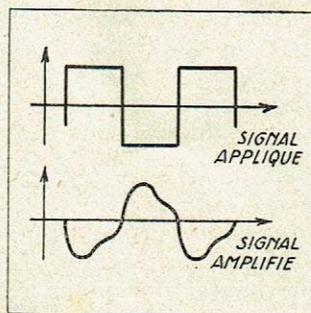


Fig. 9. — Courbe des signaux amplifiés par le dispositif de la figure 8.

Phénomène de Gibbs

Nous retrouvons là, par ce raisonnement purement analytique, une remarque bien connue des acousticiens et connue sous le nom de *phénomène de Gibbs*.

Si la forme d'onde d'un phénomène présente des contours arrondis, sans discontinuité ni changement brusque de courbure, on peut en conclure que l'analyse harmonique ne fournira que peu de fréquences très élevées. L'amplitude des harmoniques de rang élevé demeurera faible par rapport à l'amplitude fondamentale.

Inversement, la présence d'angles nets, de points de rebroussement, signifie une grande richesse en harmoniques de rang élevé. Si l'on veut effectuer un développement en série de Fourier, il ne faudra pas se limiter aux premiers termes. On risquerait, en effet, de changer complètement la forme de la courbe.

Généralisation

Le raisonnement analytique confirme rigoureusement l'étude mathématique. Un simple essai en signaux rectangulaires, effectué à l'aide d'un générateur spécial et d'un oscillographe fournit des renseignements simultanés sur la caractéristique de fréquence et sur la caractéristique de phase.

Il faut que la caractéristique de fréquence soit parfaite pour que la forme d'onde soit exactement respectée. Mais nous avons montré aussi que la réciproque n'est pas nécessairement vraie.

On peut fort bien concevoir un amplificateur à caractéristique de fréquence rigoureusement horizontale, qui, malgré cela, serait inutilisable devant un oscillographe ou dans un récepteur de télévision.

En faisant varier la fréquence des signaux rectangulaires on déterminera facilement les fréquences de coupure de l'amplificateur.

Nous avons donné quelques indications précises dans le cas très simple d'une liaison par résistance. On peut montrer que ces résultats peuvent s'étendre au cas de plusieurs étages successifs.

Si la liaison comporte des éléments inductifs, l'interprétation se fera de la même manière. On notera simplement qu'il peut y avoir des phénomènes d'oscillations; le signal étant, par exemple, déformé comme nous l'indiquons figure 10.

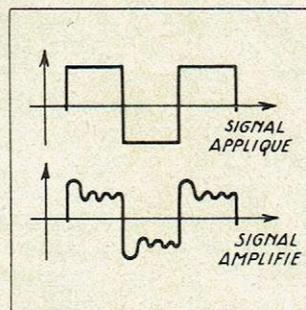


Fig. 10. — Courbe des signaux amplifiés avec un amplificateur par résistances comportant des éléments inductifs.

Conclusion

Et cela nous permet de conclure que l'essai des amplificateurs en signaux rectangulaires est une méthode d'investigation extrêmement précieuse, fort rapide, très commode, d'une interprétation relativement facile et dont l'emploi mérite, par conséquent, de se répandre davantage.

REMARQUES SUR L'APPLICATION DE LA CONTRE-RÉACTION AUX ÉMETTEURS DE LA RADIODIFFUSION

Suite (I)

par Albert WARNIER

6. Difficultés de la contre-réaction dans quelques montages et remèdes

Ayant en main les éléments principaux des émetteurs, nous pouvons juger maintenant les difficultés.

6-1. Émetteurs à HF modulée.

Dans ces postes, la contre-réaction est faite en prélevant de la HF à l'antenne, en la détectant et en la renvoyant dans l'ampli BF de modulation.

La chaîne de contre-réaction, outre la partie BF, est composée d'un certain nombre de circuits oscillants, assimilables chacun à un circuit simple, par exemple self-résistance. Chacun d'eux a une rotation au plus égale à 90° , mais coupe très lentement (3 db pour 45° de déphasage).

Si, par exemple, nous avons quatre de ces étages ayant tous le même q , on aura une rotation de 180° ($4 \times 45^\circ$) pour une coupure de 12 db (4×3).

Le modulateur peut être très soigné au point de vue des rotations de phase. En somme, la contre-réaction possible sera peut-être de 12 db. Ce n'est pas énorme, mais c'est, somme toute, honorable, pourvu que la coupure se produise à des fréquences suffisamment élevées, en dehors des harmoniques de la bande passante.

Il y a un peu mieux à faire. Les surtensions des derniers étages (surtout le dernier) sont imposées par des considérations économiques. Nous parlons ici des surtensions effectives d'étages, charge comprise, et non du q des circuits oscillants. Celles-là sont, en général, assez basses (aux environs de 5). Au contraire, les surtensions des autres étages peuvent être à volonté très élevées ou très basses. Si nous prenons le circuit précédent et si nous faisons 50 de surtension sur le premier, 6 sur le dernier et 3 sur les deux autres, on aura une rotation de 180° pour des rotations partielles de 45° pour l'étage final, de 22° pour les étages de surtension 3 et de 90° pour l'étage de surtension 50. Les affaiblissements respectifs sont de 3, de 2×1 et de 18 db, soit 23 db en tout.

Il y a donc une notable amélioration.

Ceci nous fait voir un procédé tout à fait général à employer dans les circuits de contre-réaction. Il faut constituer des circuits simples, de rotation maximale faible, et tels que l'un de ceux-ci ait un affaiblissement suffisamment grand avant que les autres aient une rotation importante. De cette façon, on pourra espérer un affaiblissement suffisamment grand, avant la rotation fatidique de 180° . C'est pourquoi il peut être intéressant de rendre « plus mauvais » un circuit, pour améliorer l'ensemble. Il ne faut pas perdre de vue, toutefois, que la constitution de circuits HF ayant des surtensions très fortes n'est pas toujours

possible. On aura quelquefois intérêt à faire cette opération, non plus sur un des circuits HF, qu'on constituera alors par des circuits très amortis, mais sur l'ampli BF de modulation.

Les circuits à lampes spécialisées dans les creux et crêtes de modulation, dont le circuit Doherty est un exemple, sont, au point de vue de la contre-réaction, à classer dans les circuits à HF modulée. En effet, au point de vue de la contre-réaction, seul intervient ce qui se passe globalement entre l'entrée du modulateur et l'antenne.

Il y a toutefois un point intéressant. On a vu, en ce qui concerne les ultra-fréquences, qu'il faut envisager les paramètres de la lampe en tous points de sa caractéristique dynamique. Or, dans les montages à lampes spécialisées, il arrive que le raccordement des deux régimes : basse modulation et haute modulation, est assez approximatif et, souvent, c'est une condition de bon rendement. (C'est d'ailleurs pour cela qu'on fait de la contre-réaction.) Mais il faut veiller à ce que le raccordement ne présente pas de points à pente trop raide. Ces pentes raides correspondent à un gain de la chaîne, vis-à-vis d'une oscillation virtuelle, plus grand que le gain normal, ce qui réduit finalement le taux de contre-réaction normale admissible sans accrochages en ces points. A ce point de vue, il vaut mieux un raccordement à pente trop douce (fig. 17 a) qu'à pente trop raide (fig. 17 b).

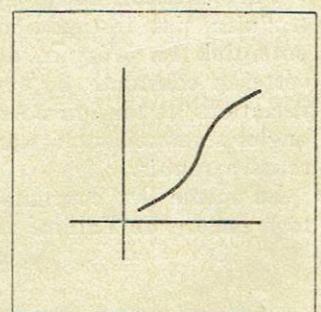
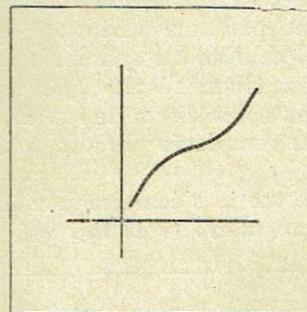


Fig. 17 a.

Fig. 17 b.

Deux raccordements dans un montage à lampes spécialisées : 17 a est plus favorable à la contre-réaction que 17 b.

Cela montre, en tout cas, qu'il ne faut pas compter prévoir d'une façon absolument exacte le taux de contre-réaction qu'on peut faire, d'après les caractéristiques des lampes. Toutefois, les caractéristiques moyennes donnent un ordre de grandeur déjà intéressant à connaître.

6-2. Émetteurs à modulation par l'anode.

Cette modulation est la seule employée, à l'heure actuelle, pour les ondes courtes. Etant donné l'importance croissante de ces postes, elle a encore devant elle un assez bel avenir. Son caractère essentiel est l'absence de distorsion jusqu'à des taux de modula-

(1) Voir la *Radio Française*, livraisons de mars et d'avril 1942, p. 59 et 84.

tion très élevés. Nous voulons parler de la distorsion propre au phénomène même de la modulation, dans le dernier étage HF. Cet avantage a son revers, dans une certaine mesure, dans l'amplificateur BF. Celui-ci ne peut prétendre aux rendements impressionnants des étages HF, et doit se contenter de 50 à 60 %. On est alors amené à pousser beaucoup le dernier étage BF. De plus, le transformateur final est un gros morceau, au point de vue économique, et on a le désir bien légitime de rogner sur son fer. Enfin, le fonctionnement adopté pour les lampes comporte du courant de grille. Tout cela n'est pas pour arranger la distorsion.

En somme, c'est surtout par le modulateur que la distorsion s'introduit dans ces émetteurs, alors que le procédé même de modulation est très bon à ce point de vue.

Sur cette constatation, il est déjà intéressant de faire de la contre-réaction uniquement sur la partie BF ; de cette façon, on laisse toute la marge de distorsion admissible à l'étage HF final, qui en a naturellement peu. La première idée est de faire la prise de contre-réaction au secondaire du transfo de modulation. Mais on a vu que les rotations des deux transformateurs de modulateur et de prémodulateur étaient très inquiétantes pour le diagramme de Nyquist. La situation s'éclaire si on fait la contre-réaction au primaire du transfo de modulation.

6-2-1. Contre-réaction au primaire du transformateur final.

6-2-1-1. *Ultra-fréquences.* — Le circuit d'alimentation du transformateur final est, jusqu'à des fréquences énormes, constitué uniquement par la résistance interne de la lampe, du côté de la lampe active et, par suite, la rotation, de ce côté, est limitée

à $\frac{\pi}{2}$. Du côté de l'anode inactive (quand on est en

cl. B, cas le plus défavorable), les rotations sont beaucoup plus grandes, mais, heureusement, elles s'accompagnent d'amplitudes notablement plus faibles. Comme on renvoie dans l'amplificateur BF la moyenne des deux tensions de sortie, le résultat est une tension dont la phase dépasse peu 90° . Bien plus, pour les fréquences pas trop élevées, on commence par avoir une rotation en sens inverse de la rotation normale. On voit alors s'ébaucher une tactique : profiter de ces bonnes dispositions du transformateur final, dans les fréquences peu élevées, pour faire couper les amplitudes par le restant de l'amplificateur. Une bonne réalisation de cette idée est de prendre comme organe à coupure rapide le transformateur intermédiaire, qui se comporte un peu comme un filtre passe-bas, avec fréquence d'affaiblissement infini. Mais le filtre classique de ce genre a des rotations trop importantes avant coupure. On l'améliore par des procédés éminemment peu recommandables dans les filtres usuels : ils consistent en l'emploi de résistances pour amortir un peu partout les résonances. C'est ainsi que le diagramme du filtre classique de la figure 18 (trait plein) devient le diagramme représenté en pointillé.

Comme on l'a vu, le transformateur intermédiaire a des propriétés un peu analogues à ce filtre ; on peut donc l'améliorer par les mêmes procédés, naturellement en tenant compte des possibilités des circuits.

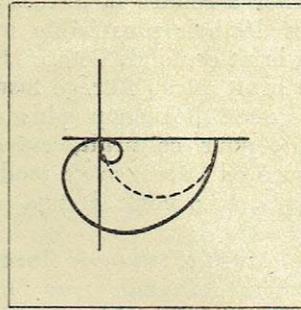


Fig. 18. — « Assagissement » du filtre classique de la figure 12 (reproduit en trait plein) par des résistances (courbe pointillée).

Si on choisit cette solution, le reste de l'amplificateur doit être sans déphasage appréciable.

6-2-1-2. *Infra-fréquences.* — Pour ces fréquences, les deux transformateurs se comportent comme des selfs. Cet ensemble doit donc avoir une rotation globale à l' ∞ de 180° . Il faudrait faire en sorte que l'un de ces éléments coupe bien avant l'autre. On pourra construire l'étage prémodulateur un peu juste au point de vue du plafonnement de courant, de façon à ce que les courants dans le transformateur intermédiaire ne puissent devenir très grands, et concurrentement, on calculera ce transformateur largement au point de vue du fer, de façon à avoir, dans une gamme large de fréquences, une self assez grande et relativement constante. Ainsi, le transformateur de modulation coupera plus vite.

Peu de chose à dire sur le restant de l'amplificateur BF ; il doit être établi avec le minimum de déphasage possible, ce qui est d'ailleurs bien facile.

6-2-1-3. *Répercussion sur la construction des transformateurs.* — Normalement, le transformateur intermédiaire devait être établi avec beaucoup de fer et peu de cuivre, pour avoir à la fois une self à vide grande et une self de fuites petite. Mais on vient de voir que, pour ce dernier point, il y avait avantage à ce que le transformateur coupe vite les fréquences élevées. Donc, il ne fait pas trop abaisser la self de fuites, si paradoxal que cela puisse paraître, à première vue.

Quant au transformateur de modulation, il faut couper vite en infra-fréquences, et avoir une self de fuites faible, pour ne pas avoir de trop grands déphasages aux ultra-fréquences faibles. Il y a donc tout intérêt à avoir peu de tours. On conservera le volume de fer juste nécessaire pour que la distorsion de fer ne soit pas prohibitive. On aboutit de ce fait à un transformateur calculé « serré ». C'est d'ailleurs logique, la contre-réaction n'ayant d'intérêt que si elle aboutit à une construction moins onéreuse.

On voit donc que la construction des deux transformateurs va être nettement différente de celle qu'il aurait fallu envisager sans contre-réaction. Le transformateur de prémodulateur aurait « trop de cuivre » pour un émetteur sans contre-réaction. Au contraire, le transfo final, ayant peu de tours et peu de fer, serait « trop juste » pour les fréquences basses, s'il n'y avait pas de contre-réaction.

6-2-1-4. *Taux de contre-réaction utilisés.* — Il ne faut pas perdre de vue que, d'une part, les distorsions de l'étage HF restent telles quelles et que, d'autre part, les distorsions BF sont d'ordre impair (harmoniques 3 et 5), tandis que les distorsions HF sont surtout d'ordre pair (2 et 4). Elles s'ajoutent donc quadratiquement. Donc, toute l'ambition de la

contre-réaction doit se borner à rendre la distorsion de modulateur de quelques décibels plus faible que la distorsion HF. Quant au bruit de fond, l'étage HF, modulé directement par le bruit dû au filtrage insuffisant de la source HT, donne beaucoup plus de bruit que l'étage BF, qui, pour ce bruit, est en classe A. (Ce bruit est mesuré en l'absence de modulation.) Il n'y a pas d'intérêt, à ce point de vue, de pousser la contre-réaction.

En définitive, des taux de contre-réaction de l'ordre de 10 à 15 db sont amplement suffisants pour faire rendre au procédé tout ce qu'on peut en attendre. C'est d'ailleurs heureux, car les difficultés sont grandes d'obtenir des taux plus élevés.

6-2-2. Contre-réaction globale.

Il est certain que, s'il est possible, ce mode de contre-réaction, même avec de faibles taux, est très supérieur au précédent. En effet, il permet de diminuer toutes les distorsions et, surtout, le bruit de fond du dernier étage HF.

Mais, sa réalisation est extrêmement ardue. On peut dire que le problème de deux transformateurs complets dans une chaîne de contre-réaction est à la limite des possibilités techniques actuelles. Il faut d'abord un renversement tactique, par rapport au cas précédent. En effet, comme le transformateur final tourne et coupe très vite, aux ultra-fréquences (beaucoup trop vite, à notre gré), il faut, en même temps, retarder ces rotations autant que possible en lui donnant de faibles capacités et de faibles fuites, mais il faut que le transformateur de prémodulateur ne commence à donner des rotations importantes que quand le transformateur final aura coupé suffisamment. Donc, conclusion exactement inverse pour ce transfo intermédiaire. On lui rogne son cuivre, autant que possible. Mais, pour conserver un fonctionnement acceptable aux infra-fréquences, il faut augmenter son fer.

En somme, le transformateur final conservera la même physionomie que dans le cas précédent, en serrant sur tout : selfs de fuite, capacités réparties, capacités de l'étage HF se trouvant en shunt sur son secondaire. Pour le transformateur intermédiaire, il doit revenir à la même conception que sans contre-réaction : beaucoup de fer et peu de cuivre.

Enfin, on pourra être amené à utiliser d'autres ressources techniques, en particulier des correcteurs de phase. Ce sont, en réalité, des filtres à l'envers, à action limitée, c'est-à-dire ayant un affaiblissement limité dans leur bande affaiblie. Leur emploi, très séduisant au premier abord, puisqu'ils font tourner la phases en sens inverse de tous les organes que nous avons vu jusqu'ici, ont les deux inconvénients suivants :

a) Leur rotation en sens inverse ne s'exerce que dans une bande de fréquences et, au mieux, devient nulle en dehors de cette bande ;

b) Cette rotation en sens inverse, si elle ne s'accompagne pas d'une rotation finale dans le sens normal, s'accompagne d'une amplification qui n'est pas limitée à la bande à rotation inverse. Ces organes sont donc seulement intéressants, dans certains cas très particuliers, pour franchir des « caps » dangereux, en diminuant les rotations dans une certaine bande particulièrement inquiétante, pourvu que, plus tard, les rotations naturelles redeviennent faibles ou

s'accompagnent d'affaiblissements importants, compensant et au delà le gain du correcteur. On voit qu'il faut bien des conditions pour arriver à en tirer bon parti, mais le problème est tellement serré qu'il faut faire flèche de tout bois.

Nous n'avons pas tenu compte des rotations d'origine HF dans l'étage final HF. C'est qu'en effet, au moins dans les émetteurs à ondes courtes et moyennes, ces déphasages ne se manifestent que beaucoup après les rotations dangereuses dont nous venons de parler, alors que l'amplificateur BF a déjà des affaiblissements notables.

Malgré ses difficultés, cette contre-réaction bien étudiée a de quoi séduire, car si elle peut donner 8 à 10 db de contre-réaction, cela représente un bien meilleur résultat que 20 db sur la BF seulement.

7. Conclusion générale

On voit donc : a) que la contre-réaction dans les émetteurs à grande puissance répond à un besoin réel et peut amener à faire des économies très substantielles, tout en améliorant la qualité.

b) Que, même à cette grande puissance, les principes généraux de contre-réaction s'appliquent, même dans des conditions assez éloignées des conditions d'établissement de ces principes (nous voulons parler surtout de la condition de Nyquist aux infra-fréquences).

c) Enfin que, malgré ces simplifications théoriques, le problème, déjà notable dans le cas des émetteurs à HF modulée, devient ardu dans les émetteurs à modulation par l'anode, avec contre-réaction au primaire du transformateur final, et confine à l'acrobatie quand on veut pratiquer, sur ces émetteurs, la contre-réaction globale.

Ce n'est plus du tout la simple adjonction d'une connexion de feedback, agrémentée au besoin de quelques résistances et condensateurs, qui suffit à assurer 20 ou 30 db dans l'amplificateur classique de phonographe électrique, où la seule mise au point consiste dans l'essai du sens de contre-réaction.

Les diagrammes de Nyquist étant beaucoup plus difficiles, il faut d'abord les tracer très soigneusement et travailler ensuite d'après ces résultats : le « pifomètre » doit être absolument proscrit de ce genre de recherches (nous ne disons pas, au contraire, que l'imagination en doive être, tant s'en faut, absente).

La source la plus importante de difficultés, c'est que la construction des principaux organes ne sera pas la même, qu'on fasse ou non de la contre-réaction, ou, par exemple, qu'on passe de la contre-réaction BF seulement à la contre-réaction globale.

De sorte que les prudents qui veulent construire un émetteur, déjà bon sans contre-réaction, par mesure de sécurité, avec l'espoir que la contre-réaction ne pourra que l'améliorer, si peu qu'on en puisse faire, se trompent.

Il faut « se jeter à l'eau » et construire un poste complètement, en vue très précise de la contre-réaction, en calculant les éléments pour que le diagramme de Nyquist ne donne pas de surprises, et en comptant aussi sur la diminution de distorsion et de bruit de fond que procurera la contre-réaction.

Mais on conçoit que cette stratégie, excellente en principe, est d'aspect redoutable quand il s'agit d'unités de 100 kw., de sorte qu'on ne peut avancer que pas à pas, au fur et à mesure des résultats acquis.



« La Radio Française » se propose d'aborder très prochainement les solutions relatives à la compression et à l'expansion en matière d'enregistrement et de radio-diffusion. C'est pourquoi il nous a paru particulièrement intéressant de reproduire ici même quelques généralités sur la question d'après un article de M. Cohen Henriquez, publié dans la « Revue Technique Philips » de juillet 1938.

COMPRESSION ET EXPANSION DANS LA TRANSMISSION DU SON

par V. COHEN HENRIQUEZ

Notre oreille nous permet de percevoir des vibrations acoustiques d'intensités très différentes. D'une part nous arrivons tout juste à percevoir des vibrations d'une amplitude de 2.10^{-9} cm et d'une pression de 3.10^{-4} dynes/cm², tandis qu'à l'opposé notre oreille peut supporter sans inconvénient des intensités 10^{13} fois plus élevées.

En électroacoustique, où l'on se propose de reproduire des vibrations déterminées, par voie électrique ou par voie mécanique, soit en un autre lieu, soit à un autre moment, la transmission d'un domaine d'intensités aussi étendues comporte certaines difficultés. Lorsque nous essayons de reproduire les vibrations acoustiques par l'intermédiaire des divers échelons d'un système électrique ou mécanique (fig. 1), nous ne pouvons éviter en principe la superposition à ces vibrations d'une proportion plus ou moins grande de fluctuations irrégulières que, suivant leur nature, on désigne ordinairement sous le nom de bruit de fond, de parasites ou de bourdonnements.

Pour une reproduction satisfaisante, il est nécessaire que les vibrations acoustiques les plus faibles ressortent suffisamment encore au-dessus du niveau des perturbations, tandis que les vibrations les plus intenses ne doivent pas encore donner lieu à une surcharge. Il est d'autant plus difficile de satisfaire à cette condition, que le rapport des intensités est plus étendu.

Il est naturel qu'on ait recherché depuis longtemps à limiter les différences d'in-

tensité dans la reproduction. En effet, il semble que, pour une reproduction satisfaisante, le domaine d'intensités de 130 db compris entre le seuil d'audibilité et le seul de sensation ne doit pas être utilisé en entier. De même dans la vie journalière nous sommes presque toujours entourés d'un certain niveau de perturbations provenant de bruits environnants auxquels nous ne sommes pas directement intéressés, tels que le crépitement des machines à écrire, le ronflement des moteurs, le bruissement du vent, etc. La gamme d'intensités couverte par un orchestre ne dépassera pas, en général, 60 à 80 db. D'une manière générale, la transmission de la musique s'accommodera d'un domaine d'intensités de 60 db.

Mais, même limité à cette valeur, ce domaine d'intensités est encore plus étendu que ce que permettent les systèmes usuels de transmission électrique du son. L'étendue maximum d'intensité, en usage dans la pratique, atteint 35 à 45 db pour les émetteurs de radiophonie et 25 à 25 db pour les disques de phono.

D'ordinaire, on tient compte de cette limitation en diminuant artificiellement les contrastes dans le signal à transmettre, par exemple en réglant le degré d'amplification entre microphone et émetteur (le cas échéant, l'appareil graveur pour disques de phono, etc.) de telle sorte que l'amplification soit diminuée dans les fortes et augmentée, au contraire, dans les faibles. Ce réglage, appelé « compression », peut être réalisé de bien des manières, et nous

y reviendrons (1). Du côté récepteur, au contraire, on peut, après que le signal a traversé les divers étages dans lesquels des parasites peuvent être ajoutés au signal, rétablir le rapport primitif des intensités en appliquant un procédé inverse de la compression, et qui augmente, par conséquent, l'amplification des signaux intenses, tandis qu'il diminue celle des signaux faibles.

Afin d'obtenir exactement les rapports d'intensités corrects, il est évidemment indispensable que ce procédé, appelé « expansion » du son, soit adapté à la compression.

Caractéristique de compression et d'expansion.

S'il était toujours possible d'adapter l'une à l'autre la compression et l'expansion, il serait naturel de les employer en toute circonstance. En réalité, cependant, la plupart des récepteurs ne sont pas équi-

(1) Un effet analogue à la compression, lors de variations brusques importantes de l'intensité sonore, est produit dans l'oreille sous la forme du réflexe protecteur, dit de Kreide et Kato. L'oreille étant accommodée sur la perception de bruits faibles, si brusquement elle est soumise à une forte excitation, le muscle tenseur du tympan, par une action réflexe, se contracte. Par suite, le tympan se trouve déplacé dans une position telle que la transmission du son vers l'oreille interne est fortement affectée. Un exemple de compression plus familier qui est relatif à l'organisme humain, est donné par la contraction de la pupille de l'œil, qui a pour effet de niveler les variations d'éclaircissement sur la rétine.

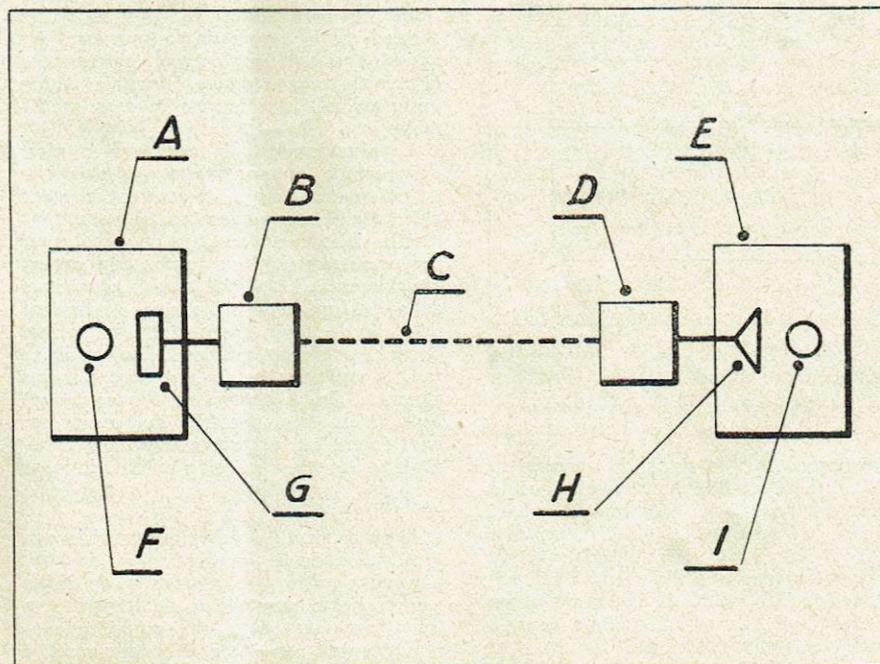


Fig. 1. — Les divers échelons d'une transmission du son :

A : local. — F : source sonore. — G : microphone. — B : émetteur. — C : système de liaison, espace en temps. — D : récepteur. — E : local II. — H : reproducteur du son. — I : auditeur.

Dans son acception la plus générale, l'« émetteur » peut être remplacé, par exemple, par un appareil enregistreur sur disques ou sur films sonores. Les notions de « système de liaison » et de « récepteur » sont également à prendre dans leur sens le plus large. Chacun de ces échelons peut donner lieu à perturbations, par ex. : Local I : isolement acoustique insuffisant, ce qui permet aux bruits de rue et autres analogues de s'introduire.

Microphone : bruits propres du microphone, blindage insuffisant des canalisations sensibles aux parasites.

Emetteur-Récepteur : bruits de fond des résistances et des tubes amplificateurs.

Système de liaison : atmosphériques dans la transmission radio-électrique.

Bruits d'aiguille dans le cas des disques de gramophone.

pés d'aucune possibilité d'expansion, et il est donc nécessaire de choisir la caractéristique de compression, de telle sorte que la reproduction, même sans expansion, reste aussi naturelle que possible.

Que le lecteur s'imagine ce qui arriverait si, entre l'orchestre et l'auditoire était pendu un rideau dont la transparence acoustique diminuerait aux passages forts et augmenterait aux passages faibles. L'effet que le compositeur attendrait des différences entre *piani* et *forte* disparaîtrait naturellement. On peut, il est vrai, juger d'après le timbre des instruments, si les musiciens jouent avec force, mais on ne le remarque pas d'une façon directe. Ensuite, les harmoniques subjectifs ainsi que les sons de combinaison, qui naissent dans l'oreille même aux fortes intensités, feraient défaut. De la musique comprimée, du fait que la répartition des intensités voulue par le chef d'orchestre se trouve modifiée, satisfera donc moins l'auditeur que de la musique normale.

De même que dans la transmission de la musique on parle de distorsion lorsque toutes les fréquences ne sont pas reproduites dans la proportion correcte, de même on doit considérer comme déformée la musique comprimée. On doit donc tendre à ne pas comprimer plus qu'il n'est nécessaire.

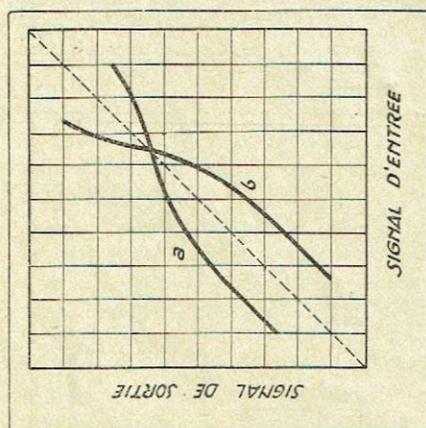


Fig. 2. — Caractéristiques diverses de compression, qui réduisent les variations d'intensité de 60 db à 45 db.

Supposons que le signal à transmettre varie entre 20 et 80 phons, tandis que le signal transmis ne peut couvrir qu'un domaine d'intensités de 45 db ; on doit dans ce cas choisir la caractéristique de compression telle que l'intensité du signal émis entre 20 et 80 phons n'augmente que de 45 db. La caractéristique peut, à cet effet, avoir différentes formes. Les courbes a et b de la figure 2 ont ceci de commun que la reproduction en intensité ne subit de distorsion que dans une partie seulement de la gamme d'intensité. La courbe a a davantage l'allure d'un limiteur, quand le signal dépasse une intensité déterminée, et sous ce rapport elle forme contraste avec la courbe b, suivant laquelle l'amplification augmente lorsque le signal descend au-dessous d'une limite déterminée. De pareilles caractéristiques peuvent être favorables lorsque les fluctuations en intensité du son à reproduire sont tellement petites que, le plus souvent, c'est la partie droite de la caractéristique qui est utilisée seule et que la compression n'entre en action exceptionnellement.

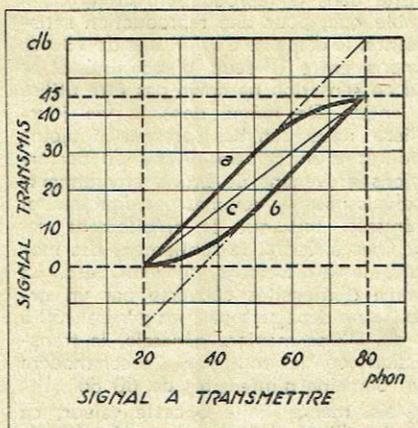


Fig. 3. — Une caractéristique de compression (a) et la caractéristique d'expansion correspondante (b) se déduisent l'une de l'autre par retournement vis-à-vis d'une droite à 45°.

Si, au contraire, l'intensité varie de façon continue sur toute la gamme de 60 db, il est préférable de répartir uniformément la compression, comme le montre, par exemple, la courbe c de la figure 2. On trouve la caractéristique d'expansion correspondante dans tous les cas, en permutant l'ordonnée et l'abscisse, c'est-à-dire en prenant l'image de la courbe par rapport à une droite inclinée à 45°. Ceci est représenté à la figure 3.

Comme nous l'avons vu, la caractéristique de compression la plus favorable dépend du caractère de la musique. Au cas où l'on doit employer en permanence la même caractéristique, une répartition uniforme de la compression sera préférable.

Le plus souvent, la compression n'est pas réalisée automatiquement, mais elle est obtenue à la main, l'amplification étant alors réglée manuellement, suivant l'intensité de la musique. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire qu'il existe une relation invariable entre l'intensité du son primitif et celle du son comprimé ; ainsi, il devient possible de tenir compte des caractères particuliers de la partition (2), et, de ce fait, la compression devient encore moins gênante. On a cependant l'inconvénient qu'il n'est pas possible de compenser exactement cette compression dans le récepteur par une expansion automatique.

Facteur de délai.

Nous avons vu dans ce qui précède que l'utilisation de la compression ou de l'expansion signifie que l'intensité de sortie à un échelon du système de transmission (par exemple dans un amplificateur) n'augmente pas proportionnellement à l'intensité d'entrée. Avant d'examiner en détail comment cet effet est obtenu, nous ferons une distinction entre deux possibilités différant par le principe :

1° L'amplitude instantanée de sortie n'augmente pas proportionnellement à l'amplitude instantanée d'entrée ; l'amplification est donc essentiellement non linéaire.

2 La relation entre tension de sortie et tension d'entrée est, au contraire, linéaire ; le facteur d'amplification, toute-

(2) Le réglage sur le vu d'une partition est examiné en détail dans un article de R. Vermeulen : « Le rapport entre fortissimi et pianissimi », « Rev. techn. Philips 2 », 266, 1937.

fois, est une grandeur lentement variable, et qui dépend de l'intensité moyenne sur un intervalle de temps déterminé.

Le premier système est pratiquement inutilisable parce que l'amplification non linéaire du signal entraîne comme conséquence la production d'harmoniques supérieures, ce qui nécessite la transmission d'une gamme de fréquences plus étendue. En outre, en se servant d'une caractéristique d'expansion mal adaptée, il se présentera dans la reproduction des harmoniques ainsi que des sons de combinaison beaucoup plus gênants qu'une reproduction incorrecte des intensités.

Dans le système cité en second lieu, il n'y a pas, nécessairement, en pratique, de distorsions non linéaires, si on fait varier le facteur d'amplification avec une lenteur telle (par l'intermédiaire d'un organe à action différée) que l'amplification reste pratiquement inchangée durant une période de la fréquence la plus basse qui doit être reproduite. D'autre part, la durée de réglage ne peut pas non plus être allongée démesurément pour les raisons suivantes :

1° Lors d'un accroissement très brusque de l'intensité, le retardement de la compression peut donner lieu à une surcharge passagère de l'appareillage, ce qui entraîne une déformation temporaire. Plus le temps de réglage est court et moins cette distorsion se remarquera.

2° Au cas où les lois de compression et d'expansion ne sont pas adaptées l'une à l'autre, des temps de réglage trop longs rendront audibles le réglage lui-même. On remarquera, par exemple, après l'attaque d'un passage fort, une augmentation d'amplification par suite de l'expansion croissante. Ceci sera également le cas lorsque la compression est effectuée à la main et que l'expansion a lieu automatiquement.

Afin d'arriver à fixer judicieusement le délai de réglage, il convient de considérer quelques propriétés de l'oreille qui sont importantes sous ce rapport. L'organe de l'ouïe possède une durée subjective de mise en train et d'extinction. Ceci veut dire qu'il n'y a pas de différence dans la perception d'un son attaqué brusquement ou d'un son croissant progressivement, si cette progression n'est pas trop lente. Représentons l'intensité en fonction du temps par la loi

$$I = I_{\text{final}} \left(1 - e^{-\frac{t}{a}} \right)$$

on trouve alors qu'on ne constate pas de différence dans la perception entre $a = 0$ (attaque brusque) et $a = 0,07$ s. Cette durée de 0,07 s., qu'on appelle le temps subjectif d'accommodation, est indépendante de l'intensité du son.

Lorsqu'on écoute un son qui finit brusquement et un son qui décroît progressivement suivant la loi

$$I = I_{\text{initial}} e^{-\frac{t}{a}}$$

on constate encore ici qu'il n'y a pas de différence entre $a = 0$ et des valeurs de a allant jusqu'à 0,1 s. pour des intensités de début faibles, et jusque 0,3 s. pour des intensités de début fortes. Ceci nous montre que la sensation sonore persiste momentanément après l'extinction du son et que le temps nécessaire à la disparition atteint quelques dixièmes de seconde.

Ce qui précède nous conduit aux choix suivants pour les délais de réglage :

Le délai d'ajustement (compression ou

expansion croissante) doit être inférieur à 0,07 s. ; le délai de réglage inverse peut atteindre quelques dixièmes de seconde.

Heureusement, ces durées sont tellement longues que des signaux à basse fréquence (40 à 50 c/s) sont reproduits sans distorsion gênante.

Cependant, il parut désirable dans la pratique de choisir les durées de réglage inverse un peu plus longues encore parce que, dans le cas contraire, il se produit, lors du réglage manuel de la compression suivi d'une expansion automatique, un effet perturbateur dans la reproduction des sons des instruments à extinction lente, comme le piano. Si l'on choisit une petite durée pour le réglage inverse de l'expanser, durant l'extinction d'une note frappée, l'amplification diminue, ce qui fait que la note est rendue comme si elle s'éteignait virtuellement plus vite. Dans le cas d'une grande expansion, cet effet peut être fort gênant. Le phénomène cité ci-dessus ne se manifeste guère quand on fait usage d'une durée de réglage inverse de 0,5 à 1 sec. et d'une expansion pas trop exagérée.

Adaptation mutuelle de la compression et de l'expansion.

Lorsque nous voulons éliminer complètement la distorsion produite par la compression, nous devons non seulement choisir correctement la caractéristique de l'expanser, mais de plus nous devons faire en sorte que la loi de réglage dans ce dernier ait une allure telle que l'action du processus de réglage dans le compresseur se trouve complètement contrariée. Ceci est, en effet, possible et revient en principe à obtenir des délais identiques pour le compresseur et l'expanser.

Lorsque du côté entrée d'un compresseur on injecte une tension alternative, qui change brusquement en grandeur (fig. 4A), la tension de sortie pourra être représentée en fonction du temps par la figure 4B. Or, si un signal semblable est

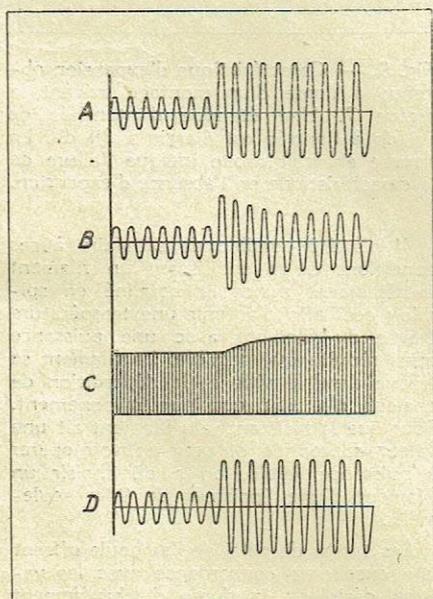


Fig. 4. — Fonctionnement de la compression et de l'expansion retardées.

- A) Loi de la surpression acoustique.
- B) Loi du signal de sortie à l'émetteur.
- C) Loi du facteur d'amplification du récepteur.
- D) Loi du signal de sortie du récepteur.

appliqué à un expanser, le facteur d'amplification du récepteur, après la variation brusque de l'intensité de signal, croîtra progressivement, par exemple suivant l'allure indiquée à la figure 4C. Le signal sortant du récepteur est égal au produit du signal d'entrée (courbe B) et de l'amplification (courbe C) et peut être amené en coincidence parfaite avec la courbe A par une construction correcte de l'élément de délai.

Montage.

Les montages usuels pour la compression ou l'expansion automatiques peuvent se diviser en deux groupes principaux, notamment :

A) Les montages, dans lesquels l'amplification est influencée par la variation du régime des tensions sur une ou plusieurs lampes amplificatrices.

B) Les montages dans lesquels il est fait usage de la variation de la résistance d'un filament chauffé par un courant électrique.

Il n'entre pas dans nos intentions de donner un aperçu complet des montages possibles ; nous nous proposons seulement de considérer quelques cas possibles, dans leurs grandes lignes.

A. Action sur l'amplification par variation du régime des tensions des tubes amplificateurs.

Pour produire une variation de l'amplification, on doit pouvoir disposer d'une tension dépendant de l'intensité du signal. Nous pouvons obtenir celle-ci en redressant le signal ; le résultat de la détection, c'est-à-dire la tension de réglage, est conduite ensuite par l'intermédiaire d'éléments de délai appropriés vers l'amplificateur de réglage. Par le choix de la polarité de cette tension, on peut obtenir à souhait un « compresseur » ou un « expanser ».

L'amplificateur de réglage fait le plus souvent usage d'un tube à pente variable suivant la tension de grille. A l'effet d'éviter des distorsions non linéaires, la tension alternative d'entrée que reçoit cette lampe doit être amplifiée sous une pente pratiquement constante. Pour cette raison cette tension doit être beaucoup plus petite que les variations utilisées pour le réglage de la polarisation de grille. En général, l'amplificateur de réglage ne pourra donc travailler que sur des signaux qui seraient insuffisants pour donner une détection convenable. Il est donc nécessaire d'amplifier le signal avant détection ; dans ce but on peut faire usage soit de l'amplificateur proprement dit, soit d'un détecteur amplificateur séparé. Nous arrivons ainsi aux schémas des figures 5A et 5B.

La différence entre 5A et 5B consiste en ce que le facteur d'amplification dans le cas A est déterminé par la tension d'entrée, dans le cas B par la tension de sortie de l'amplificateur de réglage. Toutefois, ce dernier montage peut entraîner quelques difficultés parce qu'un réglage au moyen de la tension de sortie peut affecter la stabilité. Ceci se voit comme suit :

Lorsque P_i est le niveau (en népers) du signal d'entrée, P_u le niveau du signal de sortie, on a :

$$P_u = P_i + \varphi,$$

où φ est le facteur d'amplification (gain en népers). Or, le gain de l'amplificateur de réglage varie avec le signal de sortie.

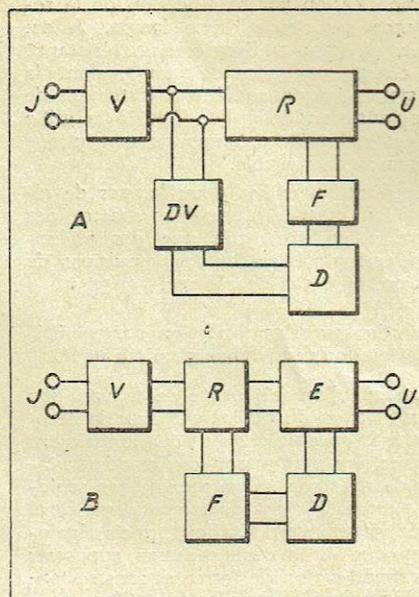


Fig. 5. — Schéma « en bloc » d'un compresseur ou d'un expanser.

- A) Le facteur d'amplification est déterminé par le signal d'entrée ;
- B) Le facteur d'amplification est déterminé par le signal de sortie.
- V : préamplificateur ; R : étage régulateur ; F : filtre ; D : détecteur ; DV : détecteur-amplificateur ; E : étage amplificateur final.

Pour de faibles variations, nous pouvons écrire :

$$\varphi = \varphi_0 + aP_u,$$

dans laquelle expression a est positif dans le cas de l'expansion, et négatif dans le cas de la compression. Il résulte maintenant des relations ci-dessus :

$$P_u = P_i + \varphi_0 + aP_u,$$

$$P_u = \frac{P_i + \varphi_0}{1 - a}.$$

Un fonctionnement stable est possible seulement lorsque la tension de sortie reste finie. a doit donc être négatif ou positif, mais inférieur à 1. Ceci veut dire qu'un fonctionnement stable n'aura lieu que lorsque l'augmentation en pour cents du gain sera inférieure à l'augmentation en pour cents de la tension de sortie (3). Au cas où le gain, comme à la figure 5A, est déterminé par le signal d'entrée, un tel phénomène ne peut pas se manifester. Le signal de sortie reste alors toujours fini et est déterminé par une équation de la forme

$$P_u = (1 + a) P_i + \varphi_0.$$

Parmi les possibilités de réalisation du régulateur, nous mentionnerons :

Variation d'amplification par modification de la pente de la lampe (possibilité déjà discutée plus haut), et variation

(3) Cette condition est nécessaire, mais elle n'est pas suffisante telle quelle. Par exemple, l'état instable est également possible, quand on utilise pour la compression un montage suivant la figure 5B et que a est ainsi négatif. Ce cas devient possible, lorsque par suite de filtres improprement choisis, des fréquences appartenant au signal sont également renvoyées vers le régulateur, par la voie du détecteur. Il se forme ainsi un système fermé sur lui-même qui peut, moyennant une amplification suffisante, se maintenir en auto-excitation.

d'amplification par modification de la résistance extérieure d'une lampe. A cet effet, on peut utiliser comme résistance de charge une seconde lampe, dont la résistance intérieure dépend fortement de la polarisation de grille. C'est à la grille de cette deuxième lampe qu'on applique la tension de contrôle.

Souvent on utilise deux lampes de réglage en push-pull, pour combattre des effets secondaires, tels que des phénomènes non linéaires et des impulsions de tension, en cours de réglage.

B. Action sur l'amplification par modification de la résistance d'un filament.

Lorsque l'on fait usage de la variation de résistance d'un filament avec la température, on doit choisir pour le filament une matière permettant une grande variation de résistance. Ceci n'exige pas seulement un coefficient de température élevé de la résistance spécifique, mais également que le matériau puisse supporter sans modification de forme et sans se fondre, une haute température. C'est avec le tungstène que les variations de résistance les plus grandes peuvent être obtenues, quoique le coefficient de température de ce métal soit inférieur à celui du fer, par exemple ; mais le tungstène supporte facilement des températures de 2100° C par exemple, tandis que le fer fond déjà à 1528° C. De plus, le tungstène convient parfaitement à la réalisation d'un filament qui, introduit dans un ballon en forme d'ampoule, devient un élément très maniable.

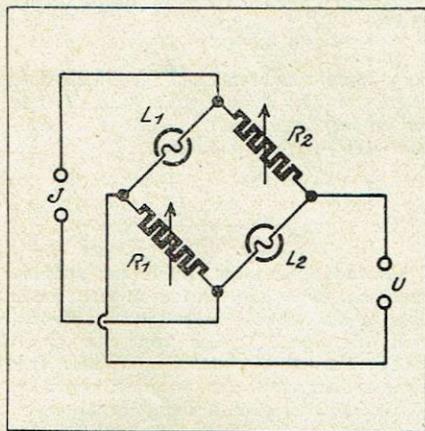


Fig. 6. — Montage en pont destiné à fournir la tension de contrôle d'un expanseur. Les résistances R_1 et R_2 sont ajustées à une valeur telle que le pont soit en équilibre quand les deux filaments L_1 et L_2 se trouvent à la température ambiante. L'application d'une tension alternative fait croître la température des filaments. Le pont s'écarte alors de l'équilibre et il se manifeste aux bornes une tension qui croît plus rapidement que la tension alternative donnée.

Avant de considérer les propriétés que doit posséder cette ampoule, nous nous proposons d'examiner tout d'abord deux exemples de montages, destinés notamment à l'expansion. Suivant les mêmes principes, on peut également élaborer des montages de compression ; souvent ceux-ci peuvent être dérivés de manière simple depuis le montage d'expansion.

Cette possibilité existe, par exemple,

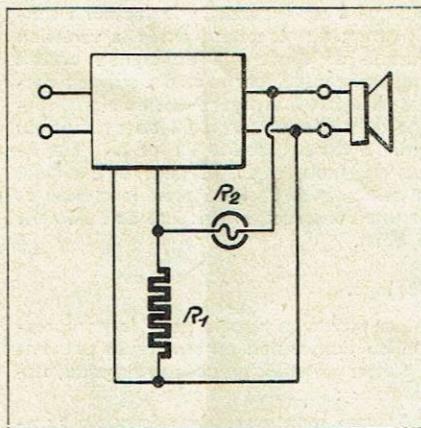


Fig. 7. — Un montage très simple pour l'expansion, dans lequel il est fait usage d'une réaction inverse variable. La tension de sortie augmentant, la résistance R_2 de l'ampoule croît. Il en résulte que l'importance de la réaction inverse diminue ; par conséquent, le facteur d'amplification croît.

pour le montage en pont de la figure 6. Le pont est formé par deux ampoules disposées dans deux branches opposées et par deux résistances constantes R_1 et R_2 . En ajustant les résistances de telle sorte que le pont soit en équilibre quand les filaments L_1 et L_2 sont à la température ordinaire, le rapport de la tension de sortie à la tension d'entrée est petit pour des tensions qui chauffent à peine les filaments ; pour des tensions plus élevées, qui chauffent nettement les filaments, le pont n'est plus à l'équilibre et V_u/V_i augmentera.

De cette manière on obtient un expanseur. En réglant l'équilibre du pont lorsque les filaments sont chauds, on peut arriver à ce que V_u/V_i augmente pour des signaux de plus en plus faibles ; on réalise ainsi un compresseur.

Une autre possibilité est fournie par le montage de la figure 7. Dans ce cas on fait usage d'une réaction inverse, dépendant de la tension de sortie. Le facteur d'amplification μ d'un amplificateur employant la réaction inverse peut être représenté par :

$$\mu = \frac{a}{1 + a\beta}$$

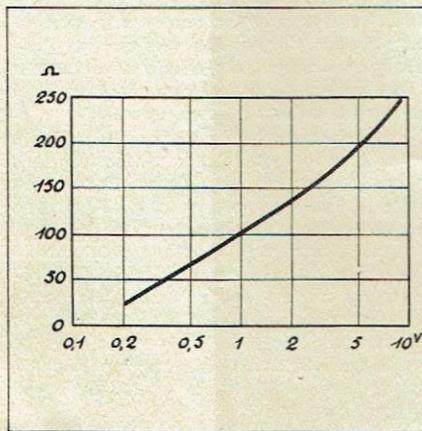


Fig. 8. — Résistance en fonction de la tension, de l'ampoule utilisée dans les montages d'expansion.

Dans cette expression, a est l'amplification, c'est-à-dire le rapport de la tension de sortie à la tension d'entrée, en l'absence de la réaction inverse, et β est le rapport de la tension ramenée en réaction inverse, à la tension de sortie. Dans le cas de la figure 7, on a donc $\beta = R_1/(R_2 + R_2)$. Lorsque la résistance R_2 augmente, β diminue et l'amplification μ croît.

Ce montage présente l'avantage d'une grande simplicité ; cependant, à l'effet d'obtenir l'allure désirée pour la caractéristique d'expansion, il y a lieu d'imposer à l'ampoule quelques conditions particulières et notamment :

1) Dans le domaine des tensions normales qui existent à la sortie d'un récepteur, la résistance de l'ampoule doit varier de manière suffisante.

2) L'ampoule ne doit pas absorber une énergie très grande, puisque ce serait aux dépens de l'énergie transmise au haut-parleur.

3) L'inertie calorifique (temps d'échauffement et durée de refroidissement) du filament doit être telle que les durées de réglage correctes soient obtenues. La présente condition est valable évidemment pour tout montage d'expansion utilisant des filaments.

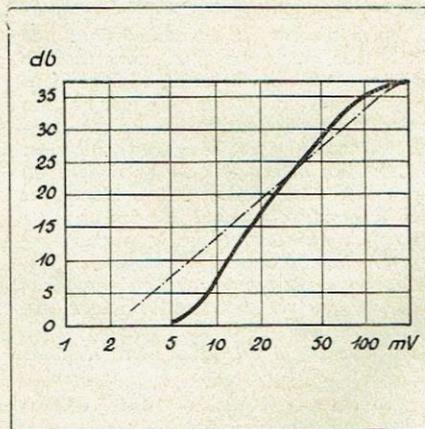


Fig. 9. — Caractéristique d'expansion obtenue à l'aide d'un montage suivant la figure 7. Une étendue d'intensités de 24 db à l'entrée est élargie à 34 db. La courbe en trait mixte indique l'allure de la caractéristique en l'absence d'expansion.

Il n'a été possible de satisfaire à ces conditions qu'en choisissant un filament extrêmement mince et boudiné en spirale ; ceci afin d'obtenir une température élevée du filament avec une puissance aussi réduite que possible. Le filament se trouve dans le vide et la déperdition de chaleur n'a lieu que par rayonnement. Pour que la résistance du filament ait une valeur appropriée et pour pouvoir opérer à puissance faible, on a dû choisir un filament d'une épaisseur de 9 μ seulement.

Les temps de délai de l'ampoule offrent une excellente concordance avec les valeurs désirées ; la durée d'échauffement vaut environ 0,1 s. et la durée de refroidissement environ 0,6 s.

La figure 8 montre la relation entre la résistance du filament et la tension, tandis que la figure 9 donne un exemple d'une caractéristique d'expansion facile à réaliser.

Un Poste toutes ondes de haute qualité

LE RÉCEPTEUR HRO " NATIONAL "

par Michel ADAM

Le nouveau poste que nous présentons est un récepteur toutes ondes de qualité, à sept gammes d'ondes dont trois d'ondes courtes, susceptible de donner, en toute sécurité, les performances les plus remarquables.

Le montage de ce poste répond à la disposition suivante : deux étages amplificateurs à haute fréquence, utilisant chacun une penthode 6K7G, sont suivis d'une changeuse de fréquence à penthode 6J7G alimentée par une hétérodyne à haute fréquence employant une penthode de même type (6J7G).

Le couplage entre la changeuse de fréquence et le premier étage à moyenne fréquence est assuré par un ensemble de circuits accordés stabilisés par un quartz piézoélectrique.

Les deux étages suivants, à moyenne fréquence, comportent chacun une penthode 6K7G. Ils sont suivis d'une **duodiode penthode 6B8** fonctionnant en détectrice et en premier étage à basse fréquence. Le second étage BF comporte une penthode 6F6G. Une hétérodyne à moyenne fréquence utilise une penthode 6J7G.

CIRCUIT ANTENNE-TERRE

Couplé inductivement au premier circuit accordé, le circuit d'antenne permet d'utiliser soit une antenne ordinaire, soit un doublet (dipôle).

Pour éviter l'affaiblissement sur les ondes inférieures à 50 m, on déconnecte le fil reliant le châssis à la terre.

L'impédance du circuit d'entrée, variable avec la fréquence, est en moyenne de 500 ohms.

CHANGEMENT DE FREQUENCE

La moyenne fréquence est de 456 kilohertz.

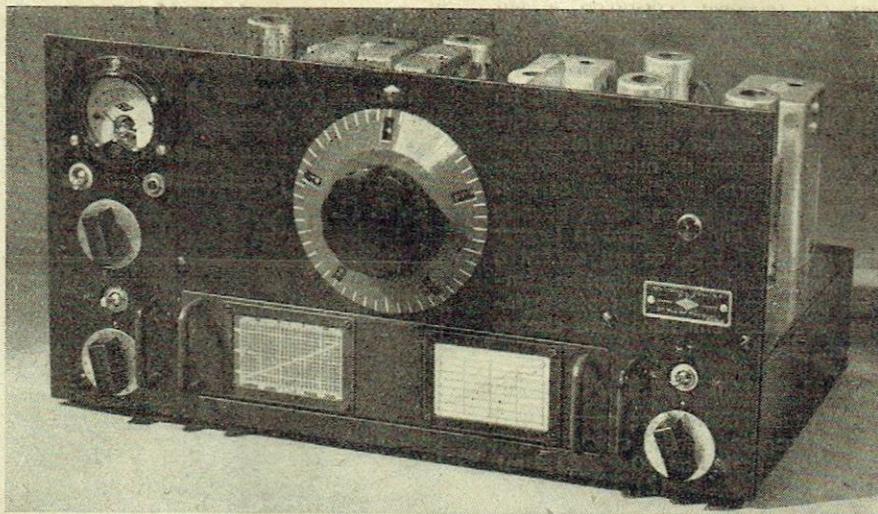
La changeuse de fréquence est alimentée par une oscillatrice séparée à montage stable du type Hartley, où la grille-écran fonctionne comme anode.

La constance de la fréquence est obtenue par la valeur élevée de la capacité. Un condensateur assure le couplage entre l'anode de l'oscillatrice et l'électrode convenable de la changeuse de fréquence, qui assure la meilleure séparation. Le couplage électronique est pratiqué, non sur l'oscillatrice, mais sur la changeuse de fréquence. A cet effet, on alimente sa grille-écran par une tension de haute fréquence prélevée sur la cathode de l'oscillatrice par une capacité de 0,1 picofarad, pour obtenir une onde dépourvue d'harmoniques.

La tension de haute fréquence prélevée reste pratiquement la même sur chaque bande d'ondes, grâce au choix convenable du point de retour de la cathode sur la bobine.

STABILISATION PAR QUARTZ PIEZOELECTRIQUE

La capacité propre du quartz est neutrodinée par un condensateur de déphasage. Lorsqu'on règle la phase des oscilla-



tions transmises par l'une ou l'autre des extrémités du circuit accordé précédant cet étage, on fait apparaître dans la courbe de sélectivité une discontinuité, sorte de cassure franche qu'on peut déplacer à volonté. Ce résultat permet d'éliminer le sifflement produit par l'interférence de l'onde à recevoir avec une onde porteuse voisine.

On porte à l'intensité maximum le signal au moyen d'un condensateur de couplage, qui permet aussi de régler la sélectivité de l'amplificateur à moyenne fréquence.

COMMANDE AUTOMATIQUE DE SENSIBILITE

La commande automatique de sensibilité (antifading) est obtenue par la détection, sur l'une des anodes de la double diode, d'un courant engendrant des variations de tension transmises aux deux amplificatrices à haute fréquence et aux deux amplificatrices à moyenne fréquence par les circuits à constantes de temps usuelles.

A noter cependant qu'on a prévu, sur le HRO, un commutateur d'antifading permettant de supprimer le contrôle automatique tandis qu'on opère le réglage. En ce cas, la polarisation nécessaire est obtenue en assurant le retour des grilles des lampes commandées par une résistance de 250.000 ohms reliée à l'anode de la seconde diode.

HETERODYNE DE BATTEMENTS A MOYENNE FREQUENCE

Dans ce montage stabilisé, la grille-écran se comporte comme une anode séparatrice. Un condensateur de faible capacité relie l'anode de la penthode à celle de la diode détectrice.

La hauteur de note du battement est réglée par un condensateur commandé par bouton sur le panneau avant du poste.

PERFECTIONNEMENTS DIVERS

L'intensité des signaux est indiquée par un milliampèremètre qui, monté en microvoltmètre, donne la tension dans l'antenne de 0 à 200 microvolts.

PUISSANCE DE SORTIE

La penthode de sortie peut débiter une puissance de 3,5 watts sur une résistance de charge de 7.000 ohms.

Pour l'alimentation d'un haut-parleur supplémentaire en coffret séparé, on peut adjoindre au poste un transformateur de sortie.

De même, l'enregistrement sur disque peut être pratiqué au moyen d'un jack qui permet d'attaquer une ligne ou un graveur.

Le niveau d'entrée du circuit de sortie est contrôlé en permanence par un galvanomètre à redresseur.

Le réglage de la puissance est obtenu par un premier potentiomètre agissant sur les deux étages à haute fréquence et sur les deux étages à moyenne fréquence, puis par un second potentiomètre qui commande la grille de la penthode à basse fréquence intégrée à la double diode penthode.

BOBINAGES

Les bobinages sont tous groupés dans le tiroir du coffret métallique du poste. Les connexions électriques sont assurées automatiquement, en fin de course, par des ressorts frottant sur des plots.

A la différence de nombre d'autres récepteurs, dans lesquels on compte sur les trimmers pour parfaire l'accord, le poste HRO possède des bobinages dont les inductances sont rigoureusement identiques. C'est le seul procédé rationnel dans un récepteur à monoréglage, l'accord par trimmer ne pouvant être réalisé en toute rigueur que sur un seul point de chaque bande d'ondes. L'alignement entre elles de toutes les inductances et de toutes les capacités permet seul la superposition rigoureuse des courbes de réglage des divers circuits.

Pour régler les inductances sur les ondes les plus longues, on dispose à l'intérieur de la bobine un disque ajustable par vis. Sur les ondes plus courtes, le coefficient d'induction mutuelle d'une demi-spire de la bobine est réglé par torsion.

CONDENSATEURS VARIABLES ET CADRAN

Les quatre condensateurs variables possèdent la particularité d'avoir leur axe parallèle au panneau avant du récepteur. Ils sont commandés par un bouton très démultiplié, présentant une sorte de cadran-vernier très ingénieux (bouton-compteur).

Le cadran est gradué de 10 en 10 divisions. En face de l'extrémité de chaque groupe de 10 divisions est placée une fenêtre où apparaissent, à mesure qu'on tourne le bouton, les chiffres variant de 10 en 10.

A la position « zéro », le chiffre 0 s'inscrit dans la fenêtre placée en face de

l'index de repérage. Lorsqu'on a fait tourner le bouton de 10 divisions, le chiffre 10 apparaît à travers la nouvelle fenêtre qui vient en face de l'index. A mesure que la rotation se poursuit, un disque placé sous le disque gradué et qui tourne plus lentement que lui fait apparaître le changement de numéro. Comme le cadran comporte 50 divisions et peut faire 10 tours, on dispose ainsi pour le réglage de 500 divisions dont la largeur unitaire est de 7 mm, ce qui revient à disposer d'une échelle de graduation étendue sur **3 mètres 50** pour le repérage facile et précis des émissions dans chaque bande choisie.

BANDES DE LONGUEURS D'ONDES

Le récepteur HRO couvre normalement les quatre bandes d'ondes suivantes :

| | | |
|---|-------------------|-----------------|
| A | 30 à 14 mégahertz | (10 à 21,4 m) |
| B | 14,4 à 7 — | (21,3 à 42,6 m) |
| C | 7,3 à 3,5 — | (41 à 86 m) |
| D | 4 à 1,7 — | (75 à 176 m) |

En outre, deux autres jeux de bobines permettent de recevoir les petites ondes sur deux bandes :

| | | |
|---|-------------------|---------------|
| E | 2 à 0,9 mégahertz | (150 à 333 m) |
| F | 1 à 0,5 — | (300 à 600 m) |

Grâce à une bobine supplémentaire, on couvre la bande :

| | | |
|---|---------------------|-----------------|
| G | 400 à 175 kilohertz | (750 à 1.730 m) |
|---|---------------------|-----------------|

Deux autres bobines permettent de recevoir sur la bande :

| | | |
|-----|--------------------|-------------------|
| H-I | 200 à 50 kilohertz | (1.500 à 6.000 m) |
|-----|--------------------|-------------------|

Chaque division correspond à :

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| 32 kilohertz sur la bande A | | |
| 14,8 | — | B |
| 7,5 | — | C |
| 4,6 | — | D |
| 2,2 | — | E |
| 1 | — | F |
| 0,45 | — | G |

Les courbes caractéristiques sont toutes linéaires en fréquence.

RESULTATS ACQUIS

Sur l'onde de 10 m, la puissance normale de 50 mW est obtenue avec une force électromotrice de 2 microvolts à l'entrée du récepteur.

Pour l'onde de 40 m et jusqu'aux plus grandes ondes, cette même puissance normale est obtenue avec une force électromotrice de 0,3 microvolts à l'entrée.

La puissance normale de 50 mW, récoltée dans le circuit anodique des lampes 42 ou 2A5, correspond à une audition dite « en petit haut-parleur ».

L'affaiblissement normal de la courbe de sélectivité est de 30 décibels pour un écart de 3,5 kilohertz et de 45 à 60 décibels pour un écart de 10 kilohertz.

REGLAGES SPECIAUX DU QUARTZ

En télégraphie, le quartz peut être réglé pour obtenir une bande passante extrêmement réduite de 200 hertz.

En radiophonie, il est intéressant, comme nous l'avons observé ci-dessus, de régler le quartz de manière à obtenir une discontinuité produisant un affaiblissement considérable sur la fréquence de l'émission perturbatrice. Par exemple, on peut obtenir un affaiblissement de 80 décibels à 2,2 kilohertz de la fréquence de l'onde porteuse.

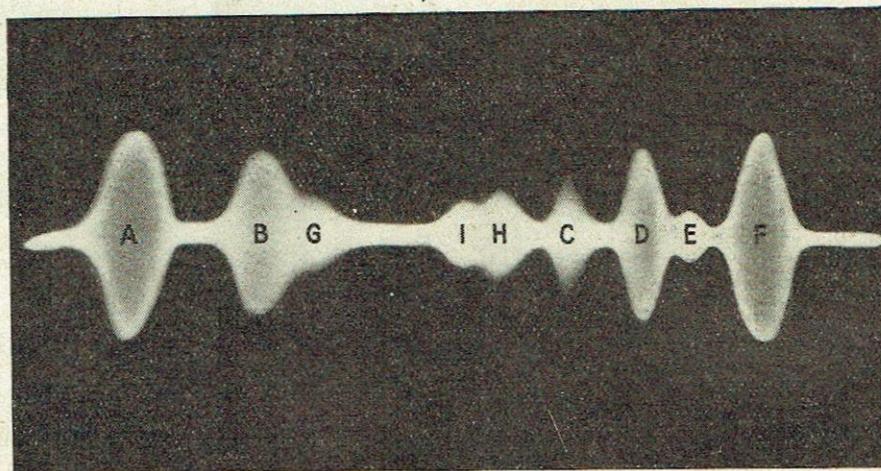
« Le récepteur décrit plus haut avec ses accessoires est le type HRO Standard.

Le modèle HRO Junior conserve les avantages généraux du précédent, mais il ne comprend pas de filtre à quartz, non plus que d'appareil de mesure du signal antenne.

Le procédé d'accord du Récepteur S. I. R.

Dans le numéro de mars 1941, nous avons publié une note concernant le récepteur à contrôle oscilloscopique des émetteurs reçus dans une bande donnée.

On trouvera ci-dessous un oscillogramme qui donne une idée très précise du fonctionnement du récepteur avec le contrôleur de bande S. I. R.



Cet oscillogramme indique toutes les émissions de la gamme de 49 mètres. Les émissions passant bien, stabilisées et non clandestines sont les émissions A B H C D E F.

En regardant l'oscillogramme à travers notre cadran transparent et étalonné, il est facile de lire directement la fréquence émise par chaque poste émetteur. Le contrôleur de gammes fonctionnant sans antifading, il est également facile de mesurer le champ à l'entrée du récepteur; un millimètre de déviation verticale correspond environ à un microvolt.

D'autres observations permettent de détecter une émission clandestine I, ainsi qu'un brouilleur mal réglé G destiné à brouiller l'émission B.

Pour régler le récepteur sur l'une de ces émissions, on place un point lumineux sur l'une de ces fréquences émises et on règle le récepteur par battement, car le point lumineux est obtenu à l'aide d'une hétérodyne locale. Dans le cas contraire où l'on ne sait pas sur quelle émission se trouve accordé le récepteur il suffit de

déplacer le point lumineux pour entendre le battement; dans ce cas, le point lumineux restera sur l'une des émissions figurées sur l'oscillogramme. A l'aide du cadran étalonné, on obtient immédiatement la fréquence émise.

Le point lumineux se trouve, dans notre oscillogramme, sur l'émission E; on constate que cette émission donne une tache plus lumineuse que les autres. Cette augmentation de luminosité est produite par une double enveloppe: la première provenant de l'émission et la deuxième provenant de l'hétérodyne locale. En changeant de gamme, il suffit de remplacer l'écran transparent par un autre écran également étalonné pour effectuer les mêmes mesures que sur la gamme de l'oscillogramme.

Les émissions en télégraphie montrent particulièrement un certain intérêt, car souvent on peut les suivre directement à la lumière et les enregistrer sur film.

Le contrôleur de gammes S. I. R. fonctionne actuellement sur six gammes étalées qui peuvent être réglées suivant les besoins de l'opérateur.

NOS COLLABORATEURS

René BARTHELEMY

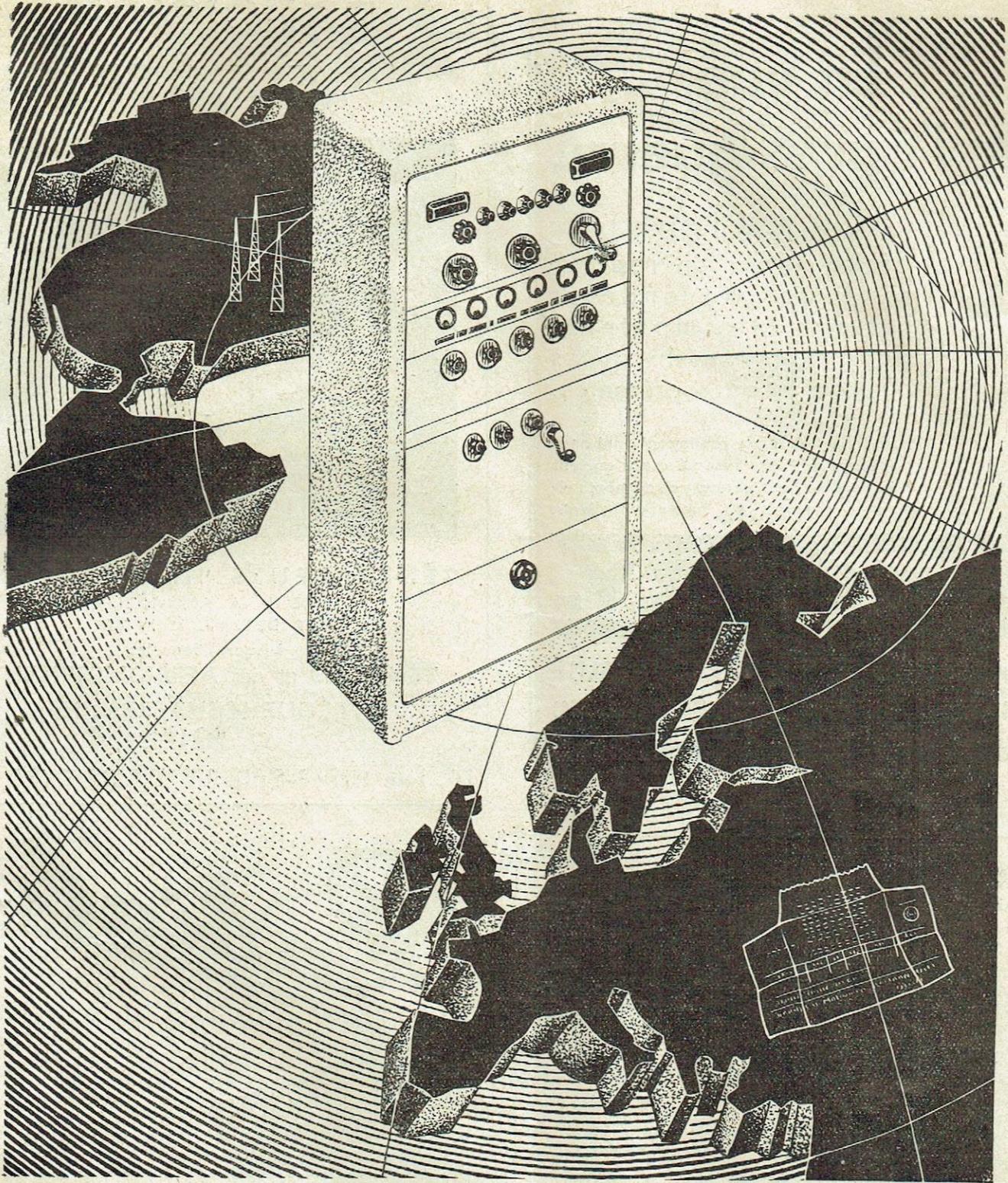


Ingénieur E.S.E.

Collaborateur du général Ferrié, alors capitaine, dès 1911, au poste de la Tour Eiffel. Orienté vers les appareils de mesure, il revient à la T.S.F. pendant la

guerre. En 1917, il construit un premier amplificateur alimenté en alternatif. Son « Radio Secteur » fait époque en 1922, et dure encore. La création des neutrodyne à lampes multigrilles (Isodyne, Trisodyne), la théorie du changeur de fréquence, marquent quelques dates du début de la radiodiffusion. La télévision le retient depuis 1928, et ses expériences publiques de 1930-1931 dégagent les principes de la synchronisation par « tops » à front raide et oscillateur local entraîné.

La création des premières caméras de prise de vue, d'abord mécaniques, puis électroniques, celle des tubes spéciaux, l'édification du grand centre de recherches qu'est devenu le laboratoire de la Compagnie des Compteurs à Montrouge, ont, sous son impulsion constante, placé et maintenu la télévision française sur un plan qui peut satisfaire notre amour-propre national.



Récepteurs de Trafic

Radio **L.M.T.**

TRANSMISSIONS • RADIO PROFESSIONNELLE • SONORISATIONS
 RADIOGONIOMÉTRIE • RADIO-AMATEUR • ÉQUIPEMENTS BASSE-FRÉQUENCE

REDRESSEURS • EXTINGUEURS • TÉLÉPHONES

APPAREILS DE MESURES • CABLES ARMÉS

Le Matériel



Téléphonique

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 175.000.000 DE FRANCS

46, QUAI DE BOULOGNE • BOULOGNE-BILLANCOURT

En vue de l'après-guerre

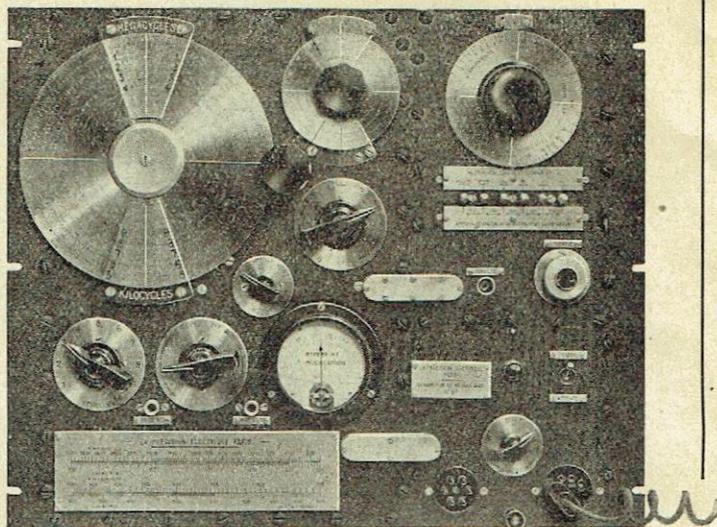
La Maison LEMOUZY désire entrer en rapport avec des Revendeurs sérieux et compétents dans toutes les localités où elle n'est pas représentée.

N.B.— Le très faible contingent dont nous disposons doit être réservé à nos anciens Agents. Il ne nous permet pas momentanément de fournir de nouveaux clients.

LEMOUZY.

LA MARQUE FRANÇAISE DE QUALITÉ
63, Rue de Charenton, PARIS (XII^e)

LA PRÉCISION ELECTRIQUE



GÉNÉRATEURS HF ÉTALONNÉS

DE 14 A 6.000 MÈTRES
ET DE 3 A 15 MÈTRES

à lecture directe les

TENSIONS et des AFFAIBLISSEMENTS

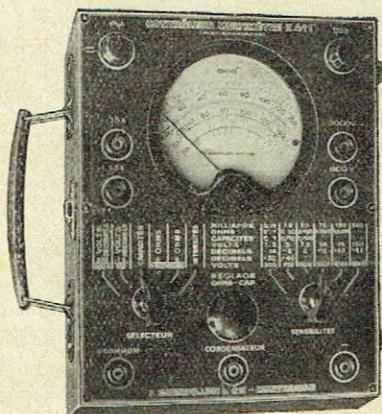
FRÉQUENCEMÈTRES HF

Q MÈTRE

10, rue Crocé-Spinelli, PARIS (14^e Arr^t)

F. GUERPILLON & C^{IE}

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



UNE NOUVELLE CRÉATION LE MULTIMÈTRE N° 411

- 0° Toutes les mesures sur deux prises de courant.
- 2° Changement de sensibilités par commutateurs.
- 3° Résistance interne de 1300 ohms sur CONT. et ALT. et de 13.000 ohms sur CONT.
- 4° Echelles de 100 m/m de longueur.

| | | |
|------------------------------|--|--|
| Nombre d'Echelles de MESURES | 10 | TENSIONS, continu, 1300 ohms par volt : de 1,5 V à 3000 V |
| | 10 | TENSIONS, alternatif, 1300 ohms par volt : de 1,5 V à 3000 V |
| | 12 | TENSIONS, continu, 13000 ohms par volt : de 0,15 V à 600 V |
| | 8 | INTENSITÉS en continu, de 75 microampères à 7,5 A |
| | 7 | INTENSITÉS en alternatif, de 750 microampères à 7,5 A |
| | 10 | OUTPUTMÈTRE. |
| 10 | DECIBELMÈTRE, de - 14 decibels à + 46 decibels | |
| 5 | OHMMÈTRE, de 0,5 ohm à 5 Megohms | |
| 3 | CAPACIMÈTRE, de 0,0025 m. f. d. à 10 m. f. d. | |

75 SENSIBILITÉS dimensions : 250 x 200 x 120 mm.

NOTICES ET TARIFS FRANCO SUR DEMANDE

Radialva

la
construction
irréprochable

*Peu de modèles,
mais bien au point
et toujours munis
des derniers
perfectionnements.*

VECHAMBRE FRÈRES

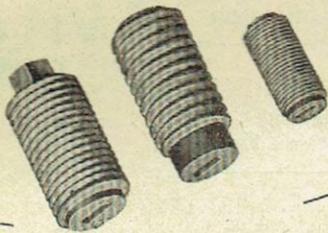
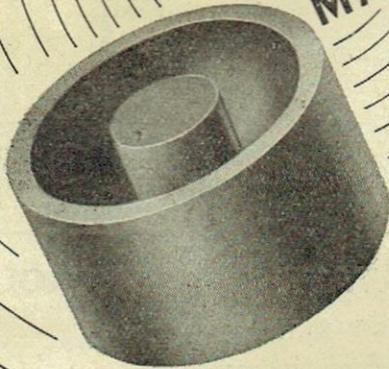
CONSTRUCTEURS

1, RUE J.-J.-ROUSSEAU, ASNIÈRES (Seine)

MAISON ET FABRICATION 100 % FRANÇAISE

LIE

**NOYAUX
MAGNÉTIQUES
H.F.**



Publi. Coirat

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

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

Les récepteurs de précision

Miracle



à réglage gyroscopique

LICENCE E M C

SOCIÉTÉ
RADIO
LYON

PARIS
148, RUE OBERKAMPF
TEL. OBE. 15-93

ZENITH RADIO FRANCE

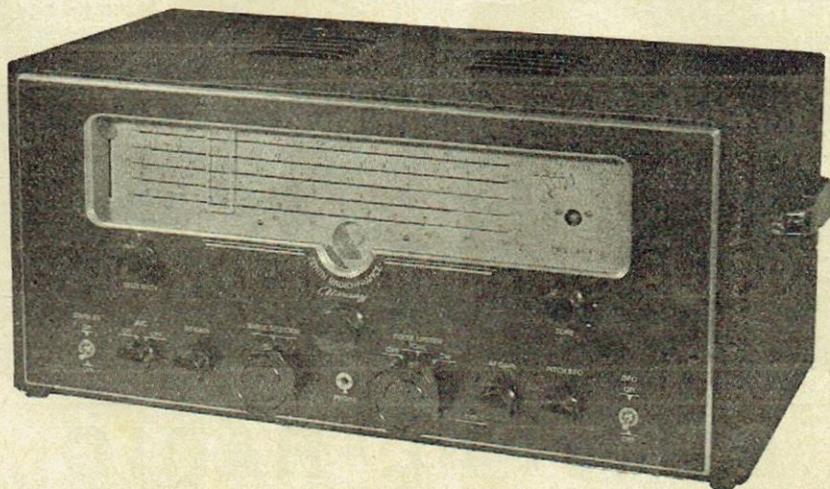
Mercury

Appareils spécialement conçus dans tous leurs détails pour la réception des ondes courtes dans les conditions les plus défavorables et donnant :

Le maximum de sensibilité avec un maximum de stabilité

La plus grande précision d'étalonnage

sur un cadran offrant une lecture de 2000 divisions par gamme et permettant l'appréciation de 4000 points

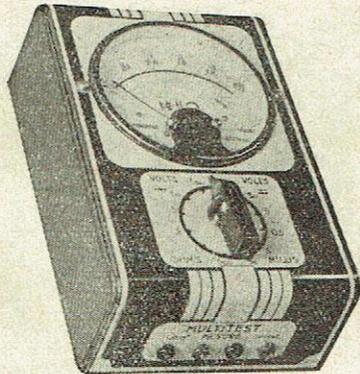


MERCURY 41 A : 31 Mc/s à 555 Kc/s

MERCURY 41 B : 31 Mc/s à 2,98 Mc/s

ZENITH RADIO-FRANCE, 4, Boulevard Pershing, PARIS-17^e

**NOUVELLE SERIE D'APPAREILS DE MESURE
ACTUELLEMENT DISPONIBLES**



"MULTITEST"

UN OUTIL A FAIRE
GAGNER DU TEMPS

SON PRIX MODÉRÉ
LE MET A LA PORTEE
DE
TOUS LES TECHNICIENS

- Appareil multiple à 17 sensibilités (Voltmètre et Milliampère-mètre continu-alternatif). — Commutateur rotatif de manoeuvre.
- Cadran de 100 mm. - Aiguille à couteau. - Remise à zéro.
- Sensibilité en voltmètre de 2.000 ohms par volt. — Lecture maximum 1.000 volts en continu et 500 volts en alternatif.
- Ohmètre à lecture directe par pile incorporée, allant de 1 ohm à 1 mégohm.

AUTRES APPAREILS : LAMPÈMÈTRES - HÉTÉRODYNES -
VOLTÈMÈTRES A LAMPÈS - OSCILLOGRAPHES - ANALY-
SEURS - APPAREILS COMBINÉS - ETC...

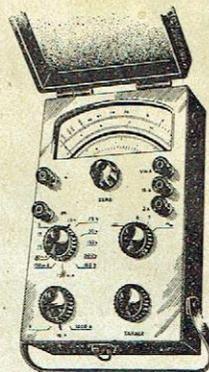
RADIO-CONTROLE

141 RUE BOILEAU . LYON (6^e)
Téléphone LALANDE 43-18

PUBL. RAPHY

**Le RADIO-CONTROLEUR
PAPYRUS**

est l'instrument indispensable pour
l'INGÉNIEUR,
le TECHNICIEN,
l'AGENT DE CONTROLE,
le LABORATOIRE,
la PLATE-FORME,
le CHANTIER,



C'est un
APPAREIL PORTATIF DE CONTROLE

TENSION - INTENSITÉ - RÉSISTANCE
Courant continu et courant alternatif
2.500 ohms par volt

26 SENSIBILITÉS

de 0,3 à 750 volts - de 0,3 mA à 15 ampères
de 1 ohm à 3 mégohms

♦♦
PRIX
2.650 fr.
♦♦
complet

En vente et immédiatement disponible chez

RADIO-PAPYRUS

25, Boulevard Voltaire, PARIS-XI^e - Tél. ROQ. 53-31

PUBL. RAPHY

NORD CONDENSATEURS

5, rue Léon Salembien, TOURCOING

Condensateurs chimiques
» tubulaires Papier
» mica

Soudure ame décapente 2 mm

Catalogue et conditions sur demande

CHEF de VENTE POSTEST.S.F.

de 30 à 40 ans est recherché par
IMPORTANTE SOCIÉTÉ

ON EXIGE : connaissance parfaite de la **BRANCHE RADIO** et de la
CLIENTÈLE REVENDEURS. Activité et méthode, présentation et
éducation impeccables.

ON OFFRE : situation d'avenir et émoluments en rapport avec les qua-
lités requises. Seuls les postulants absolument qualifiés sont priés d'adresser
leur offre **MANUSCRITE** détaillée avec références et prétentions à

T.-L. BERTHET, 26, rue Feydeau, PARIS, qui transmet.

Demandez nous le technicien qui vous manque

INGÉNIEUR
SOUS-INGÉNIEUR



DEPANNEUR
CHEF MONTEUR

ECOLE CENTRALE DE T-S-F

12 rue de la Lune PARIS 2^e Téléphone Central 78.87

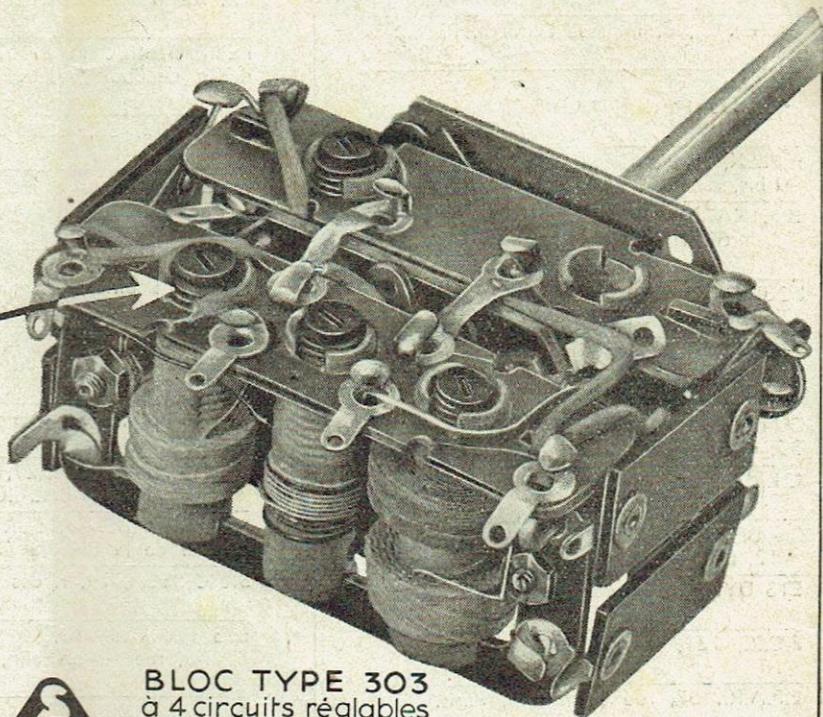
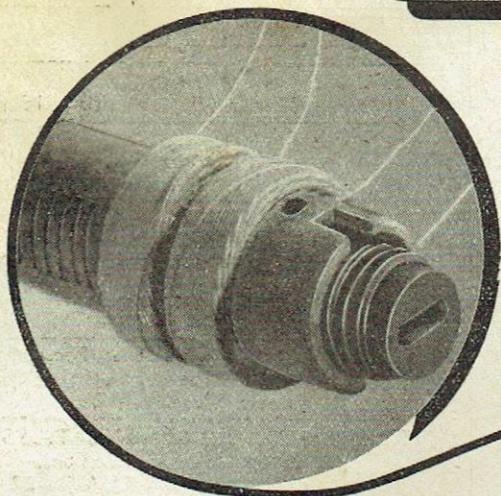
CENTRAL-RADIO

**PRÉSENTE TOUJOURS AUX MEILLEURES CONDITIONS
LE PLUS GRAND STOCK DE POSTES ET PIÈCES DÉTACHÉES**

CENTRAL-RADIO — 35, RUE DE ROME — PARIS VIII^e — TÉLÉPHONE : LABORDE 12-00, 12-01

PUB. COLRAY

OMEGA



BOBINAGES
AMATEUR ET
PROFESSIONNEL
NOYAUX
MAGNÉTIQUES

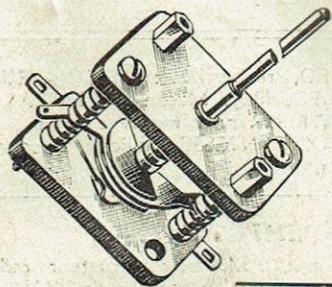
BLOC TYPE 303
à 4 circuits réglables

SIÈGE SOCIAL & USINE
PARIS 14, rue des Périchaux.
TÉL: LEC. 98-40



USINE A VILLEURBANE
11-13, Rue Songieu.
TÉL: VILL.89-90

Le vernier **ETALEUR**



AERO

Type B 2.202

facilite et améliore
considérablement
les réceptions en général
et celles des ondes
courtes en particulier

Notice sur demande :

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

PUB. ROPY

AU SERVICE DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE



B.N.C.I.

BANQUE NATIONALE
POUR LE COMMERCE ET L'INDUSTRIE

CAPITAL ET RÉSERVES 450 MILLIONS
SIÈGE SOCIAL : 16, BOULEVARD DES ITALIENS - PARIS
800 SUCCURSALES ET AGENCES EN FRANCE, DANS L'EMPIRE FRANÇAIS ET A L'ÉTRANGER

RAYLIA SPÉCIALISTE DU MONTAGE " REFLEX "

vient de créer un récepteur adapté aux circonstances :

Le Super Poucet T.O.

4 lampes européennes tous courants

Il réalise un gros progrès en Musicalité, Sensibilité, et qualité

C^{ie} F^{se} RAYLIA-PHONIC
CONSTRUCTEUR

MON. 83-07 18, rue Ramey, PARIS-18^e COCE 317

PRINCIPAUX FOURNISSEURS DE LA RADIO

A.C.R.M., 18, rue Saisset, Montrouge.
ALE 00-76

ARENA, 35, avenue Faidherbe.
Montreuil-sous-Bois.

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

AUDAX.
45, rue Pasteur, Montreuil-sous-Bois.
AVR 20-13

BIPLEX, H. ROUCHET ET Cie.
30 bis, rue Cauchy (15°). VAU 45-93

BOBINAGES A. C. R.
60, rue des Orteaux, Paris.
ROQ 83-62

BOBINAGES RENARD.
60, 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.

ETS DYNA, 34, avenue Gambetta, Paris.
ROQ 03-02

E.C.R., 127, avenue du Maine, Paris.
SUF 67-70

E.F.A.R., 67, rue Caumartin, Paris.
TRI 67-66

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

ELVECO, 70, rue de Strasbourg,
Vincennes.

FERISOL, 9, rue des Cloys, Paris.
MON 29-28

FILM & RADIO.
5, rue Denis-Poisson (17°). ETO 24-62

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

A. JACOB (SIGMA).
17, rue Martel, Paris (9°). PRO 78-38

JAHNICHEN ET Cie.
27, rue de Turin, Paris. EUR 59-09

L'INDUSTRIELLE DES TELEPHONES.
2, rue des Entrepreneurs, Paris (15°).
VAU 38-71

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

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

H. MARGUERITAT,
Mach. à bobiner, fils et condensat. papier
31, rue de Gergovie, Paris. SUF 47-57

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

MELODIUM, 296, rue Lecourbe (15°).
VAU 69-27

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

NORD-CONDENSATEUR (A. J. FACON).
40, bd de la Bastille (13°). DID 09-43

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

ETS PAPA-RADIO.
8, rue A.-G.-Belin, Argenteuil.
TEL. 796

ETS POPYRUS.
25, boulevard Voltaire, Paris.

AU PIGEON VOYAGEUR.
252 bis, bd Saint-Germain, Paris.
LIT 74-71 (4 lignes).

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

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

[S.A.E.D.R.A.] RADIO-L.L.
5, rue du Cirque (8°).
ELY 14-30

RADIO-CONTROLE.
141, rue Boileau, Lyon.

RADIO-ELECTRICAL-MEASURE.
3 bis, rue Roussel (17°). CAR 38-72

RADIO EUROPE.
3, rue de Rome, Paris.

RADIO-LYON (M. MICHEL).
148, rue Oberkampf, Paris. OBE 15-93

RADIO VULCAIN
33, Grande-Rue,
Bourron (S.-et-M.)

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

RADIO MARINO.
14, rue Beaugrenelle, Paris.
VAU 16-65

SECURIT (MM. Bougault et Pognu).
Usine : 161, rue des Pyrénées.
Magasin : 62, rue de Rome.

S.I.C. (Sté IND. DES CONDENSATEURS).
95, rue de Bellevue, Colombes.
CHA 29-22

S.I.D.E., 35, avenue Simon-Bolivar, Paris.
BOT 90-06

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

SONNECLAIR-RADIO.
7, passage Turquetil, Paris (11°).
ROQ 29-21

STEAFFIX, 17, rue Francœur, Paris.
MON 02-93

SUPERSONIC, 59, r. de l'Acqueduc, Paris
NOR 79-64

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

ZENITH-RADIO-FRANCE.
4, bd Pershing, Paris (17°). ETO 52-71

BREVETS en TOUS PAYS
DEPUIS 1878
LES INVENTEURS
CONFIENT LEURS DEPOTS
34, RUE DE PETROGRAD
TÉL: EUROPE 34-34
PARIS 6°
CABINET FABER
Consultations gratuites
SECRET PROFESSIONNEL

PETITES ANNONCES OFFRES D'EMPLOIS

Importante société RADIO-ELECTRIQUE demande :
DESSINATEURS D'ETUDES, CHEF de BUREAU de DESSIN
Ecr. en indiqu. âge, référ. détail., présent. à B.-X. CONTESSE-Publicité,
8, square de la Dordogne (17°), qui transmettra.

Nous recherchons
Ingénieur ou technicien spécialiste de la construction radioélectrique,
capable d'études, ayant fait preuves dans la spécialité. Références exigées.
Situation d'avenir. Appointements intéressants. R. D., 13, rue Périer,
à Montrouge (Seine).

C. I. M. E.

17, RUE DES PRUNIER, PARIS (XX°)
Tél. : MENilmontant 90,56 et la suite

AMÉLIORE TOUJOURS SES FABRICATIONS

Ajustables
(tous modèles)

Stéatite
et Bakélite

**Calorifères
Electriques**

960 et 1280 watts
110 - 220 volts

**Commutateurs
rotatifs**

nouveau modèle
perfectionné

**Les Rasoirs
Electriques**

"ALGO"
(marque déposée)

**Résistances
Electriques**

CHAUFFANTES
(tous modèles)

**Mécanique
de Précision**

DÉCOUPAGE. - TOURNAGE
FRAISAGE au 100^e de mm

Importante Société RADIO-ELECTRO, recherche : **DESSINATEURS D'ETUDES** : 1° Radio-Electriciens; 2° d'Outillage Mécanique, **PREPARATEURS D'EFABRICATION, CHEF D'ATELIER** pour montage récepteurs.
Ecr. en indiqu. référ. très détail. à Y.-X. CONTESSE-Publicité, 8, square Dordogne, Paris (17°), qui transmettra.

DEMANDES D'EMPLOIS

INGENIEUR 34 ans, formation équ. AM, ex-constructeur radio, cherche situation étude, fabrication ou direction aff. radio. BARON, cité Roussel, AUREILHAN-TARBES (Hautes-Pyrénées).

OFFRE DE MATÉRIEL

Demande à acheter fonds commerce. Ecr. s/ N° 111 à la RADIO FRANÇAISE.

DEMANDE DE MATERIEL

Suis acheteur : **Tourne-disques et Pick-up.** Vends récepteurs occasion à h.-p. séparés (secteurs et accus), matériel divers, liste contre 2 fr. Ecr. à P. HERBET, Authie (Somme).

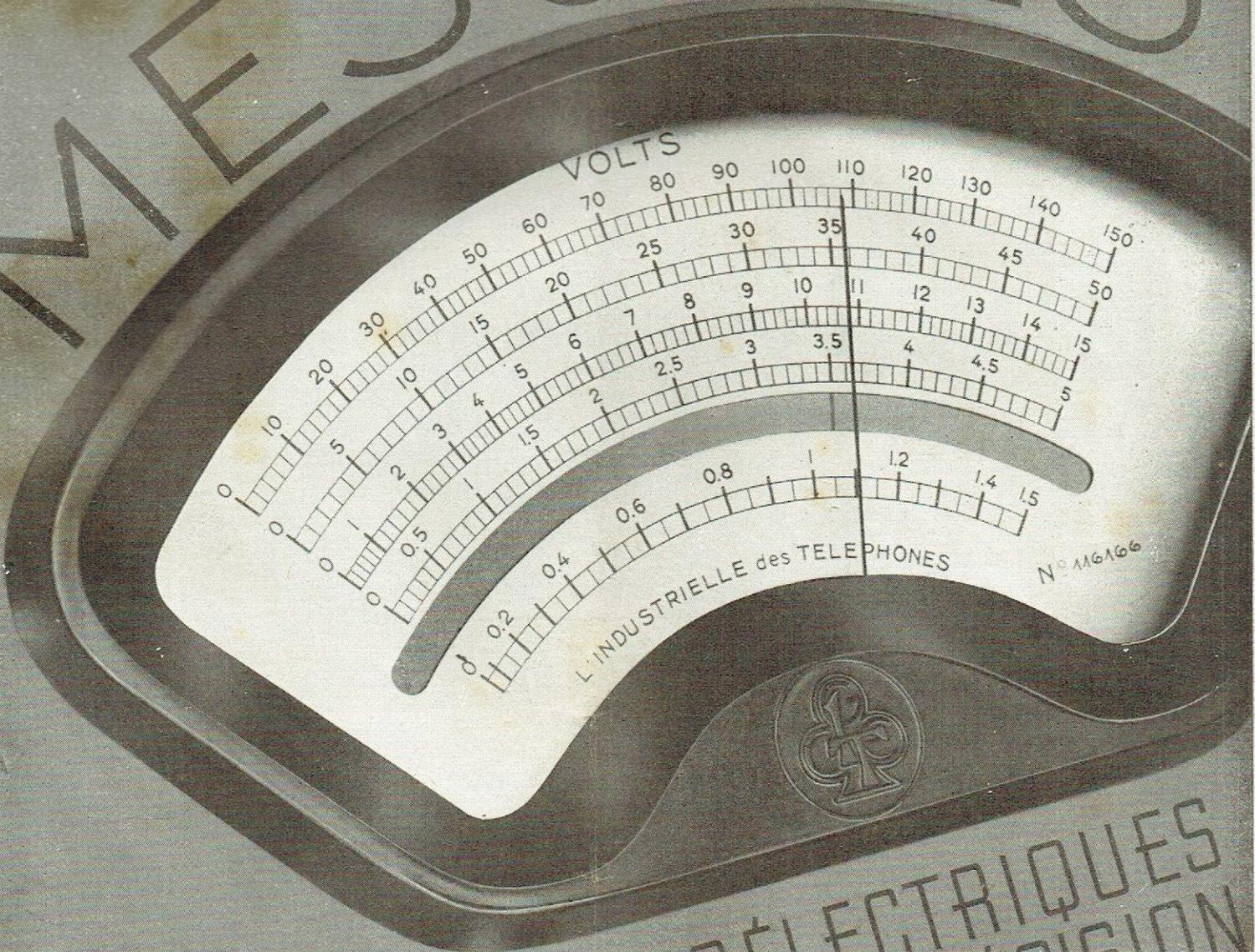
FOND DE COMMERCE

Amateurs, achetez de la pièce détachée d'occasion. Liste contre 2 fr. **CHAVEY R.,** rue Saint-Maurice, Echelotte (Doubs).

Nous prions nos lecteurs répondant aux PETITES ANNONCES sous numéro, de vouloir bien joindre à leurs lettres 1 fr. 50 en timbres-poste, aux fins de transmission.

Nous avisons, d'autre part, nos annonceurs de la zone libre, que nous ne pouvons accepter les PETITES ANNONCES sous numéro en ce qui les concerne, et nous les prions, en conséquence, de faire figurer leur adresse dans l'annonce.

MESURES



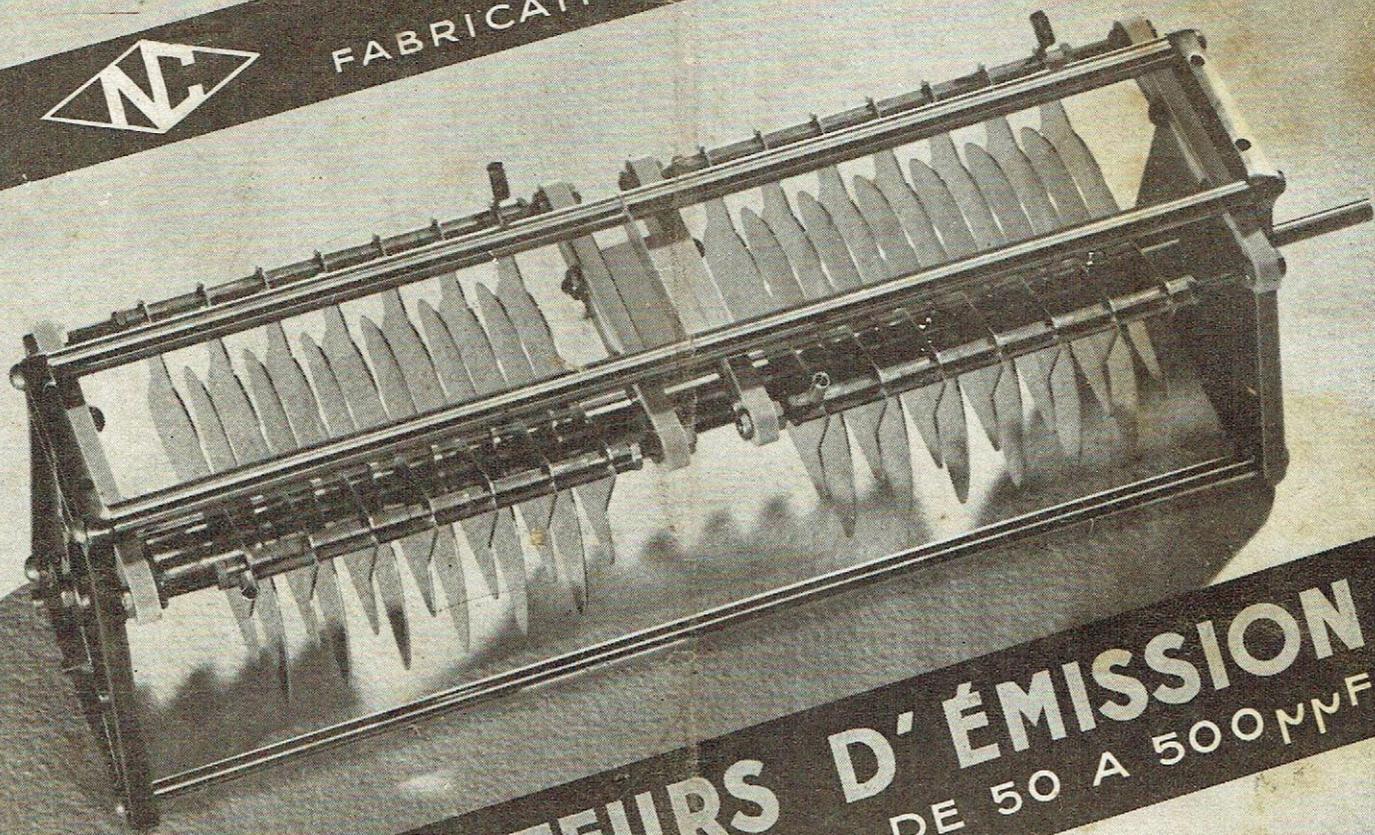
RADIOÉLECTRIQUES
DE HAUTE PRÉCISION

L'INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES
2, Rue des ENTREPRENEURS
PARIS XV^e - TÉL: VAU 38-71

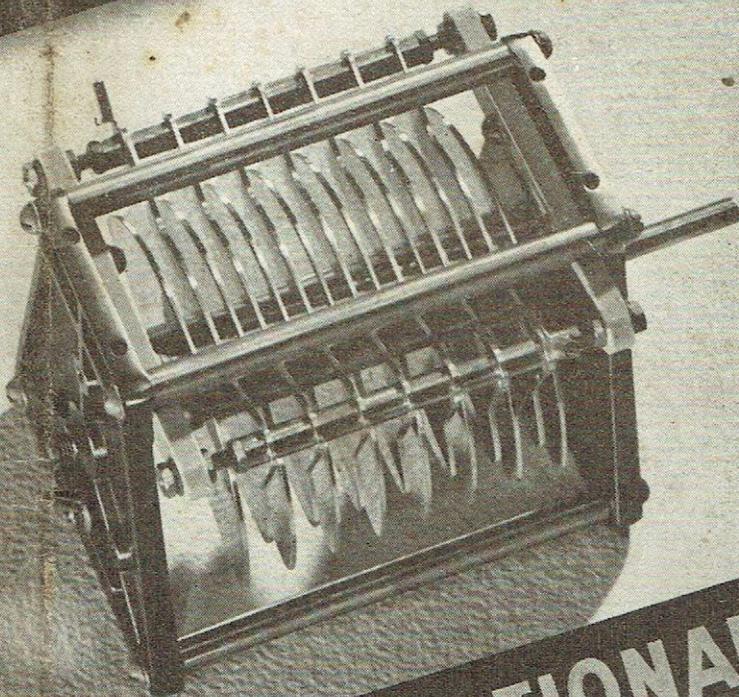
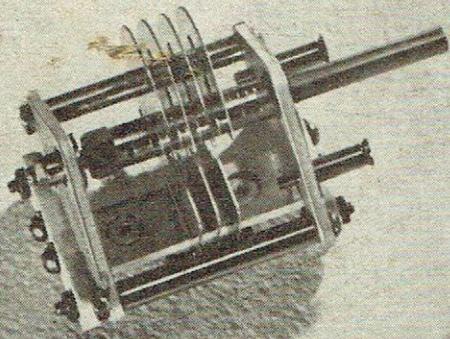
PHOT. M. DUPUIS



FABRICATION FRANÇAISE



CONDENSATEURS D'ÉMISSION
DE 2.000 A 12.000 VOLTS — DE 50 A 500 MF



SOCIÉTÉ FRANÇAISE "NATIONAL"
27, RUE DE MARIIGNAN — PARIS 8^{ème}