

NUMÉRO SPÉCIAL D'ÉLECTROACOUSTIQUE: LES HAUT-PARLEURS ET LEUR UTILISATION

TSE

REVUE MENSUELLE
POUR TOUS

TÉLÉCOMMUNICATIONS:
RADIO-TÉLÉVISION
TÉLÉCOMMANDE
SONORISATION

LES TECHNICIENS
DE L'ÉLECTRONIQUE

26^e ANNÉE — N° 255

JANVIER 1950

Rédacteur en chef: LUCIEN CHRÉTIEN

SOMMAIRE:

(Extrait)

POUR LES CONSTRUCTEURS ET LEURS AGENTS TECHNIQUES:

Les transformateurs de sortie: conception, réalisation, sorties sous 100 volts, par Louis BOE — Abaques de calcul des transformateurs de sortie, par P.-L. COURIER. — Le Baffle, par S. BERTRAND. — Le déphaseur cathodyne est-il dissymétrique? par M. LECHENNE.

POUR LES STATIONS-SERVICES ET LEURS AGENTS TECHNIQUES:

Branchement universel pour le haut-parleur de dépannage, par G. GINIAUX. — Le moniteur aperiodique et son emploi en B. F., par R. ASCHEN. — Association en tandem des H. P.: grave et aigu.

POUR LES RADIOS, S. 1, S. 2, S. 3:

Ampli B. F. de 80 W. modulés, par Lucien CHRÉTIEN. — Un nouvel ampli à liaison directe, par R.-H. BATES.

DOCUMENTATION GÉNÉRALE:

Les aimants permanents, par J. LIGNON. — Les haut-parleurs piézoélectriques, par J. ROUSSEAU. — La fiche technique du haut-parleur, par P.-L. COURIER. — La membrane exponentielle, par L. C. — Nouvelle culasse sans tôle magnétique. — Vers une technique nouvelle: la question des graves et des aigus. — Transformateurs de sortie industriels. — Contrôle électro-acoustique des haut-parleurs, etc.

Ci-contre: Les nouveaux H. P. miniature SEM, de 6 cm. de diamètre répondent à toutes les demandes de l'industrie électronique.

Exceptionnellement 268 pages

Prix normal:

80 Fr.



EDITIONS CHIRON - PARIS

Empoigner

DANS
VOTRE
POCHE...



tenir... UN LABORATOIRE

avec...

● **LE CONTROLEUR DE POCHE 450**
à ohmmètre incorporé

NOUVEAU, PRÉCIS, ROBUSTE ET BON MARCHÉ !
C'est l'outil idéal pour le dépannage et les mesures radioélectriques : il comporte

18 SENSIBILITÉS

Résistance interne : 2.000 ohms par volt. — Tensions : 4 sensibilités cont. et 4 alt. de 0 à 750 V. — Intensités : 4 sensibilités cont et 4 alt. de 0 à 1,5 A. — Ohmmètre : 2 sensibilités de 0 à 1 M Ω. Livré en mallette avec accessoires.

● **LE CONTROLEUR DE POCHE 451**

POUR L'ELECTRICITE INDUSTRIELLE A 17 SENSIBILITES.

Résistance interne 400 ohms par volt. TENSIONS : 4 sens. cont. et 4 alt. de 0 à 750 V. INTENSITES : 4 sens. cont. et 4 alt. de 0 à 15 A. OHMMETRE : 1 sens. de 0 à 5.000 Ω. Prise pour shunts extérieurs jusqu'à 750 V. Pince transformateur. Livré en mallette avec accessoires.

● TOUS RENSEIGNEMENTS sur notre gamme de contrôleurs et documentation complète sur nos nombreuses fabrications T. P. T. 1150 sur demande à la

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE MÉTROLOGIE

S. A. R. L. au capital de 6.500.000 fr. Chemin de la Croix-Rouge ANNECY (Hte-Savoie) Téléph. : 8-61



AGENT PARIS Seine, S-et-O. R. MANÇAIS 15, Faubourg Montmartre PARIS (9^e) Téléphone : PRO. 70-00

Agences : STRASBOURG, M. Bismuth, 15, Place des Halles — LILLE, M. Collette, 81, Rue des Postes — LYON, D. Auriol, 8, Cours Lafayette — TOULOUSE, Taleyrac, 10, Rue Alexandre-Cabanel — CAEN, A. Liais, 66, Rue Bicoquet — MONTPELLIER, M. Alenx, 32, Cité Industrielle MARSEILLE, Ets Musetta, 3, Rue Nau — NANTES, Porte 10, Allée Duquesne — RENNES, Garnier, 11, Rue Poulain-Duparc — TUNIS, Timsit, 3, Rue Annibal — ALGER, M. Ravjat, 10, Rue de Rovigo BEYROUTH, M. Anis E. Kehdi, 9, Avenue des Français



CONTROLEUR 470 C

43 SENSIBILITÉS — Mesure des courants et tensions cont. (5.000 ohms par V.) et alt. (1585 ohms par V.) sur les gammes de 1.3 10-300-1.000-V. et mA. 3 et 10 A. OHMMETRE : 3 G. de 0,001 à 20 M Ω. DÉCIBELMÈTRE 7 G. de — 5 à 55 dB. GALVANOMÈTRE de PRÉCISION 200 μA.



CONTROLEUR 476

à sécurité totale par relais et dispositifs spéciaux de protection (2 brevets) — 43 sensibilités — 10.000 ohms par volt. — 9 G. en C. Cont. 7 G. en tens. cont. 5 G. en c. alt. 5 G. en tens. alt. 4 G. en Decibels. 4 G. en Output. 4 G. de Fésist. 3 G. de Cap. — 43 calibres — 10.000 Ω/V.

Enfin!
 DE 40
 A
 16.000
 PÉRIODES...



**LE
 NOUVEAU H.P.
 A AIMANT PERMANENT
 DE 21 cm. A MEMBRANE DE PROFIL
 " EXPONENTIEL "**

Reproduit les fréquences de 40 à 16.000 périodes, performance seulement atteinte jusqu'ici par certains appareils américains, mais possédant une double membrane, une pour les basses, l'autre pour les aigües.

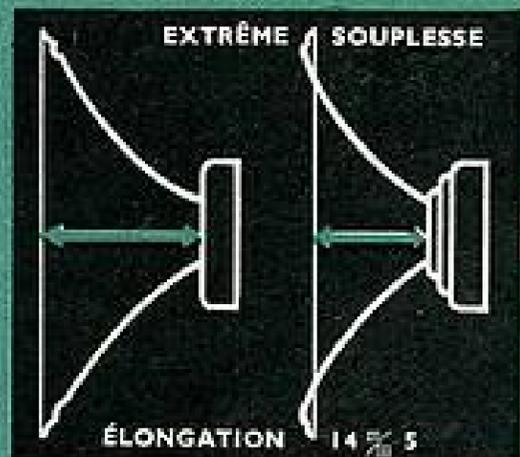
Sa courbe de réponse est d'une uniformité tout à fait remarquable, puisque l'échelle des ordonnées indique que les variations de la courbe tiennent toutes dans une plage de ± 8 db.

Cette très haute fidélité permet des réceptions d'un relief et d'une vérité jamais atteints, à l'heure où nos émetteurs transmettent en direct des concerts dont la modulation dépasse 12.000 cycles secondes.

Courbe de réponse du H.P. 21 cm SEM « EXPONENTIEL » enregistrée par les Laboratoires de la Radiodiffusion Française, - Chambre sourde - Distance micro-H.P... 70 cm. - Baffle rectangulaire recouvert de 2 cm. de laine de verre Ampli d'attaque push-pull (triode R. 120).

SEM

**RENSEIGNEZ - VOUS...
 ET
 PENSEZ A NOS MODÈLES**
 12-17-19-21-24 et 28 cm. dont la
 qualité rigoureuse est confirmée
 par la
 FIDÉLITÉ DE NOS CLIENTS,

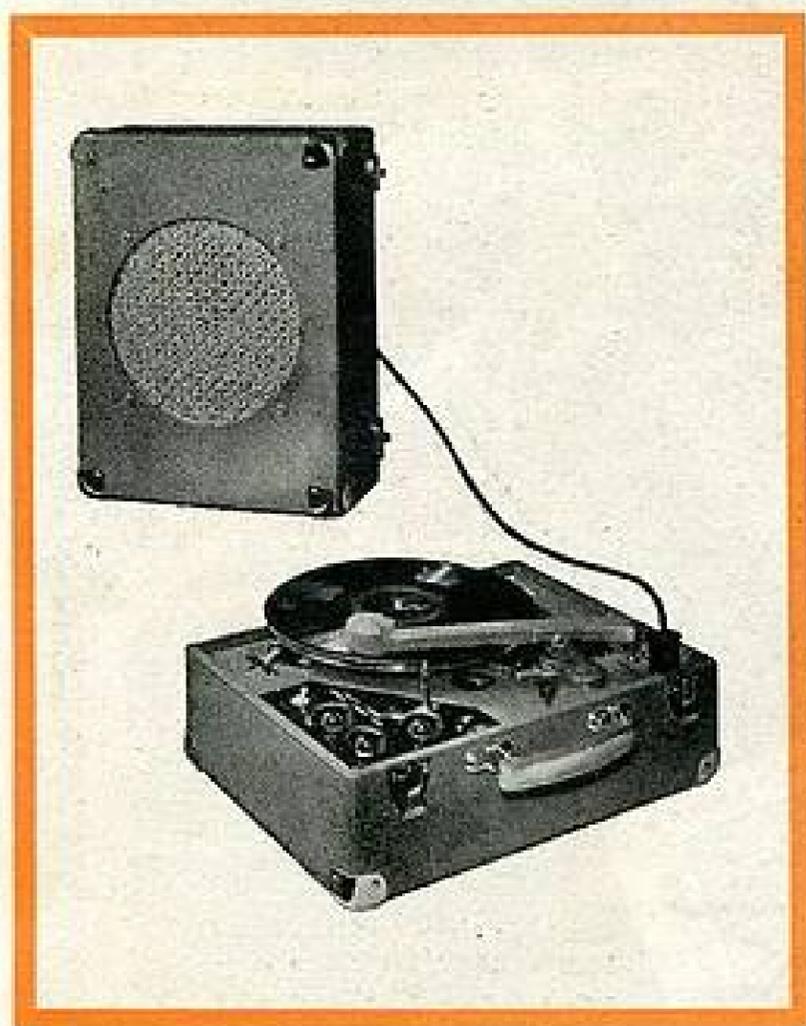


HAUT-PARLEURS ET MICROPHONES - 26 RUE DE LAGNY PARIS XX' - TÉL. DOR. 43-81

AG. PUBLÉDITEC DOMENACH

UN ENSEMBLE VRAIMENT IDEAL
POUR LES PUISSANCES MOYENNES

L'AMPLIFICATEUR VALISE 610



10 W $d < 5\%$	13 kg 39 × 29 × 24
--------------------------	------------------------------

UN TOUT COMPLET
AMPLI, HAUT-PARLEUR, TOURNE-DISQUES, PICK-UP dans une élégante malette.

UNE CONCEPTION SIMPLE
6J7 + 6J7 + 6L6 + 5Y4S

UN RENDEMENT ÉTONNANT

Consommation : 100 W.
Puissance : 10 W (+ 32 db).
Distorsion totale : < 5 %, du fait de la contre-réaction.
Entrée micro : 0,015 V (- 75 db).
Entrée pick-up : 0,3 (- 47 db).
Rapport « signal/bruit de fond » :
- 55 db pour 10 W en pick-up ;
- 35 db pour 10 W en micro.

UN MATÉRIEL PARFAIT

Tourne-disques réglé.
Arrêt automatique.
Commandes rassemblées avec plaquettes gravées.

TRÈS COMMODE

● **A EXPLOITER :**

Entrée micro Z = 2 MΩ.
Entrée pick-up Z = 0,25 MΩ.
Sortie H.P. aimant permanent diamètre = 245 dans couvercle-baffle.
Sortie pour H.P. supplémentaire (DUPLEX par exemple).

● **A MANIPULER :**

Atténuateurs individuels et mélangeur progressif sur les deux entrées.
Dispositif de correction des graves et des aigus.
Correction spéciale du timbre sur micro.
Couvercle dégonflable et cinq mètres de câble.

● **A ALIMENTER :**

110 - 130 - 150 - 220 - 240 V.
en 50 ou en 25 périodes.

POUR L'INTÉRIEUR
OU LE PETIT PLEIN AIR

TROIS MODÈLES
REMARQUABLES
LES HAUT-PARLEURS

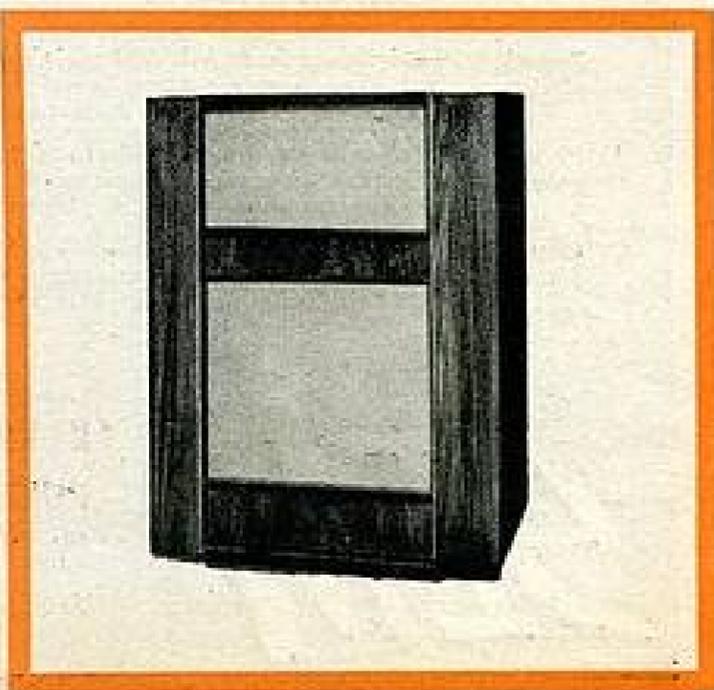
DUPLEX

6
10
20
W

Adaptables à tous récepteurs ou amplificateurs, ces haut-parleurs sont montés sur chambre acoustique établie d'après un principe nouveau qui assure un réalisme saisissant et des basses d'une rare ampleur. Tous ces modèles sont à aimant permanent et ne requièrent donc aucune source d'excitation.

Impédance : 4 ohms.

Puissances : 6, 10 et 20 watts.



POUR LA VOITURE DEUX APPAREILS QUI SE COMPLETENT HARMONIEUSEMENT :

LE PRÉAMPLI RADIO 910

Cet appareil de dimensions réduites permet de transformer tout amplificateur en un excellent récepteur de radiodiffusion.

Bien que de performances très poussées, il ne nécessite qu'une faible puissance d'alimentation, ce qui permet de prélever les tensions de chauffage et anodique dans l'amplificateur attaqué. L'emploi est donc permis aussi bien avec un matériel alimenté en alternatif qu'avec l'amplificateur batterie 910 décrit ci-contre. Ce dernier cas constitue un mode d'emploi préféré du préamplificateur radio, dont la forme rappelle celle de l'ampli 910 ; un système de liaison rapide est d'ailleurs prévu entre les deux appareils.

Une antenne-fouet télescopique convient parfaitement, ce qui désigne particulièrement le PRÉAMPLI RADIO 910 pour l'autocar, la voiture particulière et le « public-address ».

CARACTERISTIQUES

SCHEMA

Etage changeur de fréquence : 6BE6 et bloc blindé, couplage E.C.O., condensateur protégé filtre d'antenne... 3 gammes : O.C. - P.O. - G.O.

Etage moyenne fréquence : 6BA6 et transformateurs blindés à grande surtension ; bande passante à caractéristique rectangulaire.

Etage détection et basse fréquence : 6AT6 ; la tension détectée peut attaquer la prise pick-up de l'amplificateur extérieur directement ou après une préamplification par l'élément triode.

ALIMENTATION

6,3 V (ou 12,6 V) — 0,9 A ;
H.T. 300 V — 0,02 A.

DIMENSIONS

L = 290 mm ;
H = 155 mm ;
P = 155 mm ;

POIDS

2,9 kg.
Email givré
havane



L'AMPLIFICATEUR 910

Unité mobile par excellence, cet ampli joint à la petitesse des dimensions une puissance d'alimentation très réduite. Ses 10 watts de sortie lui permettent cependant d'émouvoir un H.P. MELOREFLEX ou quatre haut-parleurs moins puissants.

Associé au PRÉAMPLI RADIO 910, il constitue un moyen rêvé de porter parole ou musique en un point quelconque, à terre comme dans tout véhicule, puisque l'alimentation prévue est de 6 ou 12 V.

DESCRIPTION

Ampli micro : 6 ou 12BA6 ;

Ampli pick-up : 6AT6 ;

Déphaseur : 6AT6 ;

Sortie : p.p. deux 6A5 cl. ABI.

Tonalité réglable par contre-réaction corrigée énergétique.

Commande d'intelligibilité.

Alimentation par convertisseur tournant 6-12/300 V.

Raccordement par cordon et fiche bipolaire irréversible.

DIMENSIONS

L = 240 mm ;
H = 200 mm ;
P = 120 mm ;

POIDS

7,5 kg.
Email givré
havane

CARACTERISTIQUES

Entrée micro : $Z = 2 \text{ M}\Omega$ (cristal, ruban ou dynamique).

Entrée pick-up : $Z = 0,25 \text{ M}\Omega$ (cristal, magnétique ou dynamique).

Commandes individuelles permettant tous dosage et mélanges progressifs.

Puissance : 10 W (+ 32 db).

Entrée micro : 0,012 V (— 79 db).

Entrée pick-up : 0,4 V (— 40 db).

Distorsion totale : < 6 %.

Rapport : signal/bruit de fond :

— 55 db pour 10 W en pick-up ;

— 35 db pour 10 W en micro.

Sorties : 4 - 8 - 15 ohms.

Consommation :

6 V : 9,5 A ; 12 V : 5 A.



LE PRÉAMPLI RADIO 910



ETS TEPPAZ

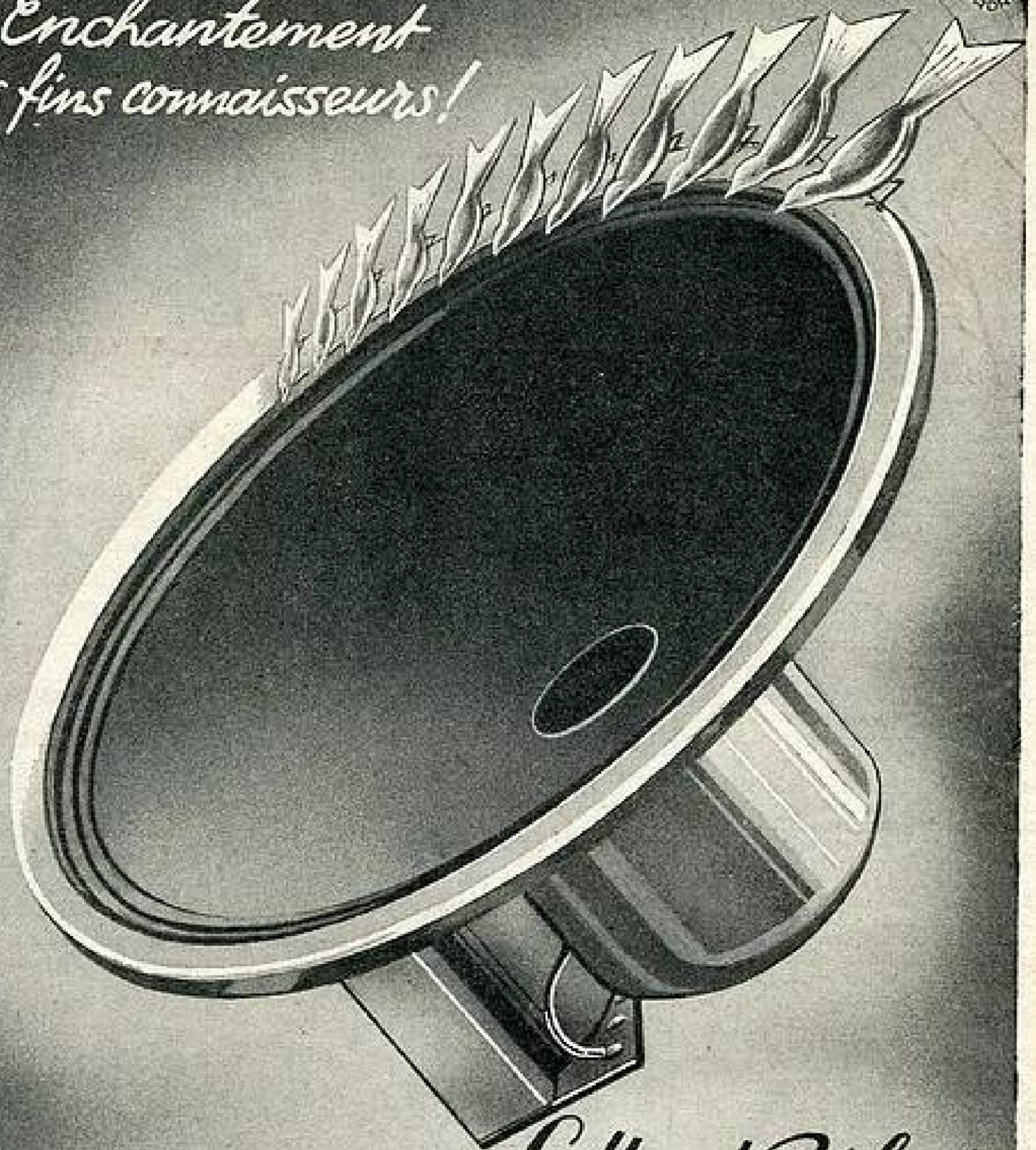
4, RUE GÉNÉRAL PLESSIER

LYON - Tél: Franklin 08-16
53-08

Dépôt à PARIS : 5, Rue des Filles St Thomas, RIC. 68-66

NOTICES SUR DEMANDE

*L'Enchantement
des fins connaisseurs!*



Le Haut-Parleur

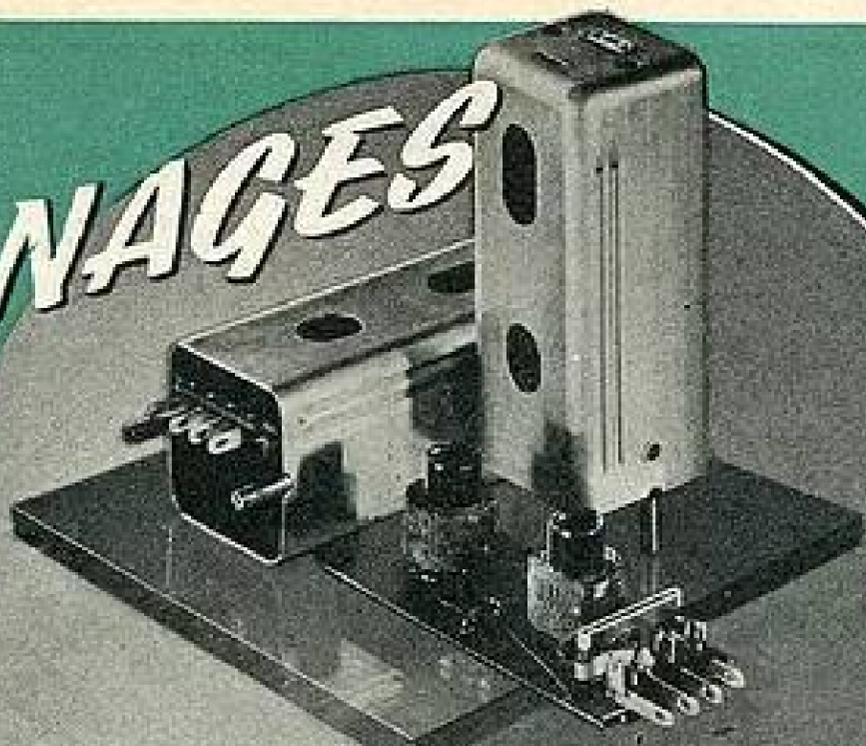
MUSICALPHA

Équipe les récepteurs réputés pour leurs qualités musicales

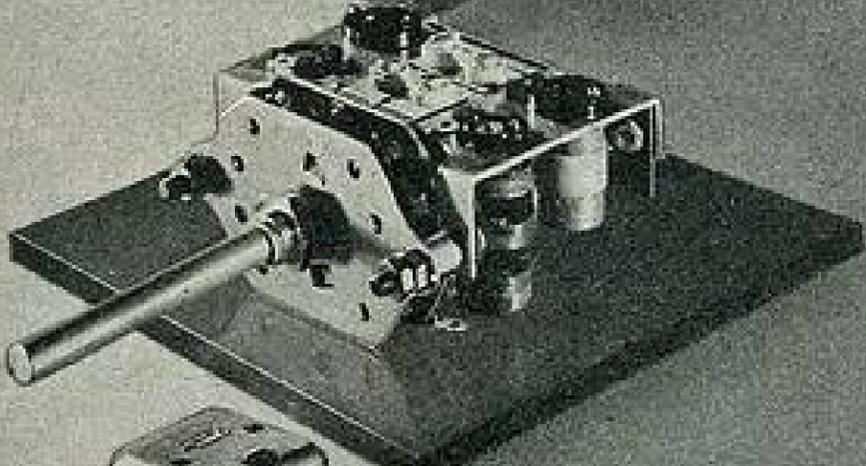
51, RUE DES NOUETTES · PARIS XV^e Lec. 97-55 Vau. 01-81

VOUS
PENSEZ

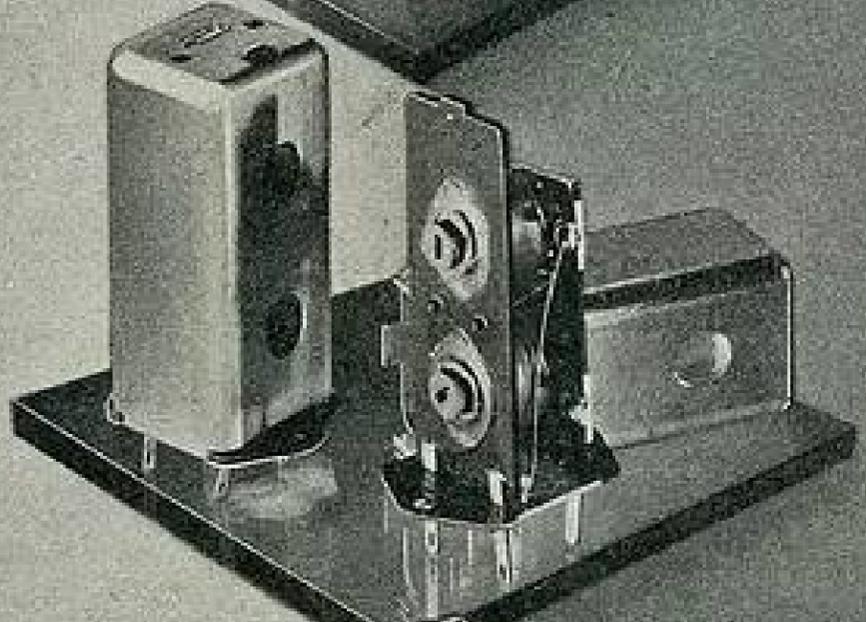
BOBINAGES



M. F.
type 11



BLOC
Série 350



M. F.
type 10



BLOC
Série 315
à bandes étalées

et...

VOUS CHOISISSEZ

ARTEX

S.A.R.L. au Cap. de 2.500.000 Frs — 6 bis, RUE DU PROGRÈS — MONTREUIL-SOUS-BOIS — AVR. 03-81

AGENCE PUBLEDITEC-DOMENACH

Armés pour le SUCCÈS...



BLOC "COMPÉTITION" F

avec

"Compétition F"



BLOC 4 GAMMES
MAIS SANS H. F.

HAUTE FRÉQUENCE

4 gammes d'ondes
dont 2 ondes courtes

Aucune dérive en
grandes ondes grâce
au montage spécial
de la partie oscillatrice.

Grande sensibilité
grâce à son étage H. F.

CV. 3 fois 130 + 360 pf.
24 réglages

- TOUS RENSEIGNEMENTS -

"Compétition 46"



BLOC 4 GAMMES
avec CV 2 fois 490 pf.

SUPERSONIC
34, RUE DE FLANDRES - PARIS-17^e

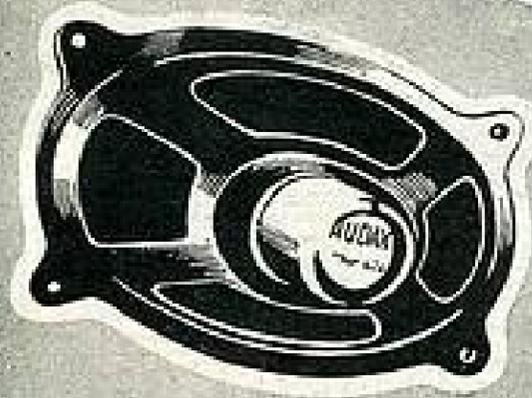
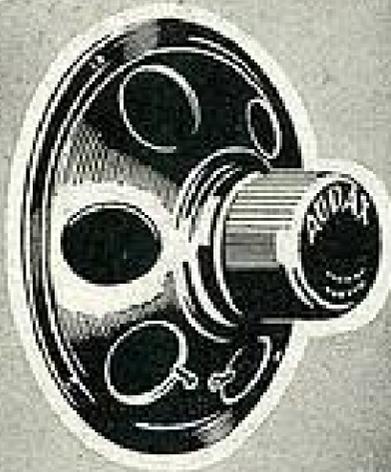
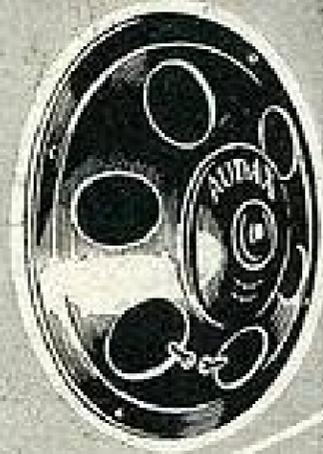


SUPERSONIC
TÉLÉPHONE : NORD 79.64

AG. PUBLIDITEC DOMENACH



*Les
perfectionnements
techniques
d'avant-garde*

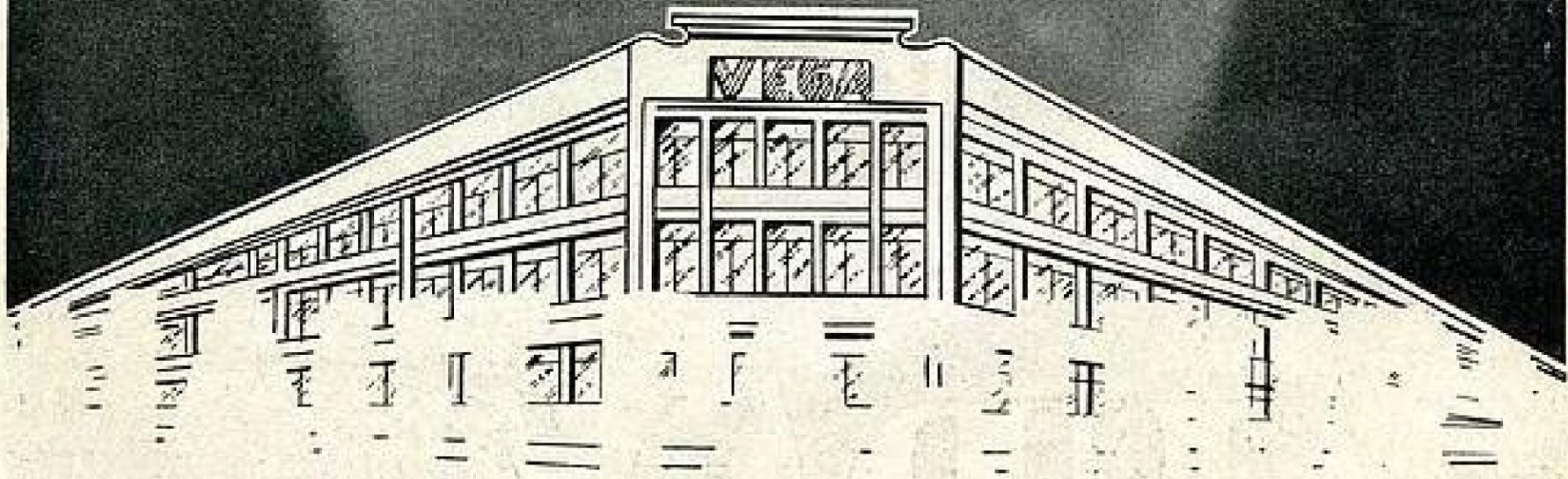
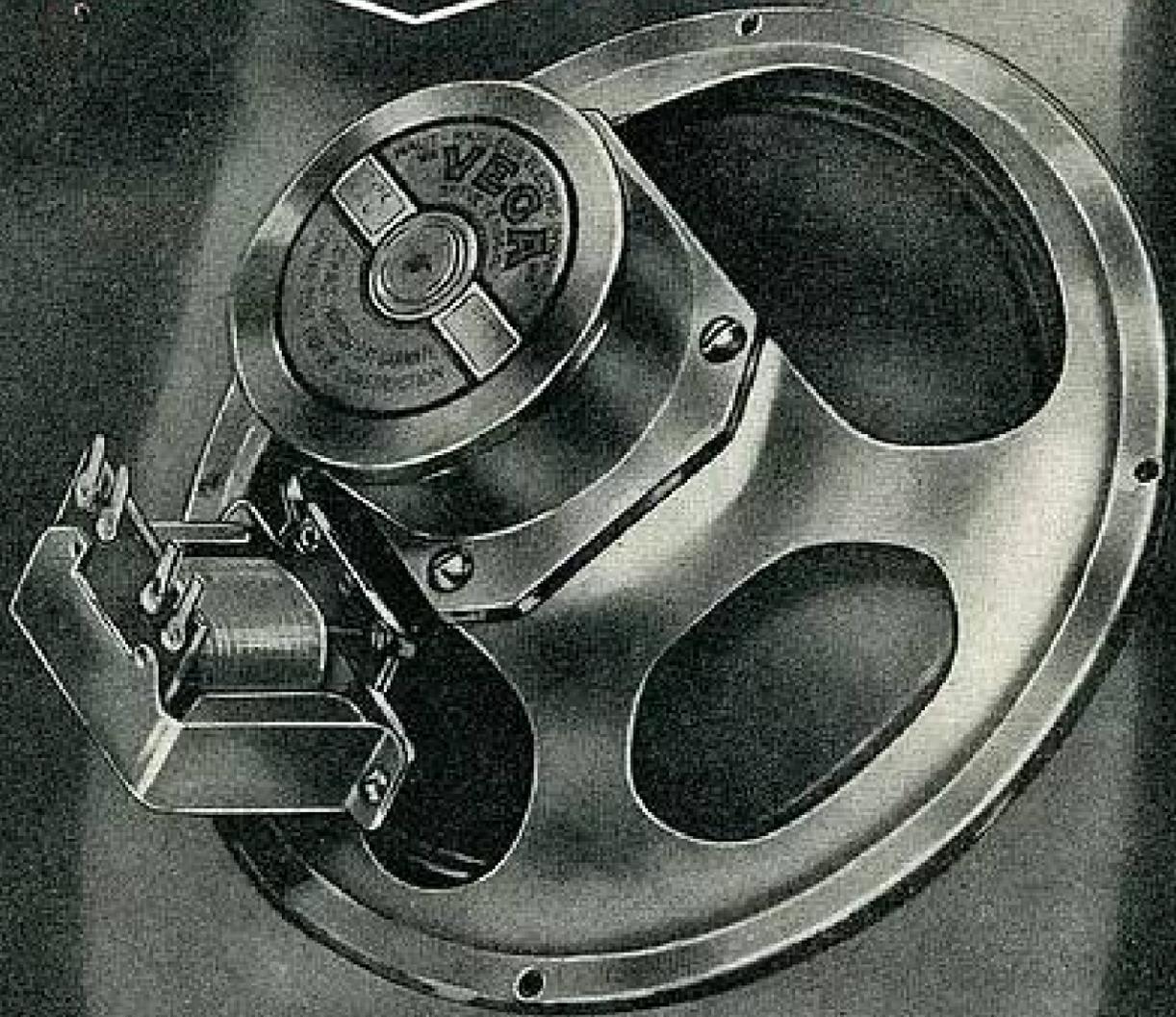


*La plus grande
production
Française
de Haut-Parleurs*

AUDAX

45, AV. PASTEUR
MONTREUIL (SEINE)
TÉL. AVR. 20-13 & 14

VEGA



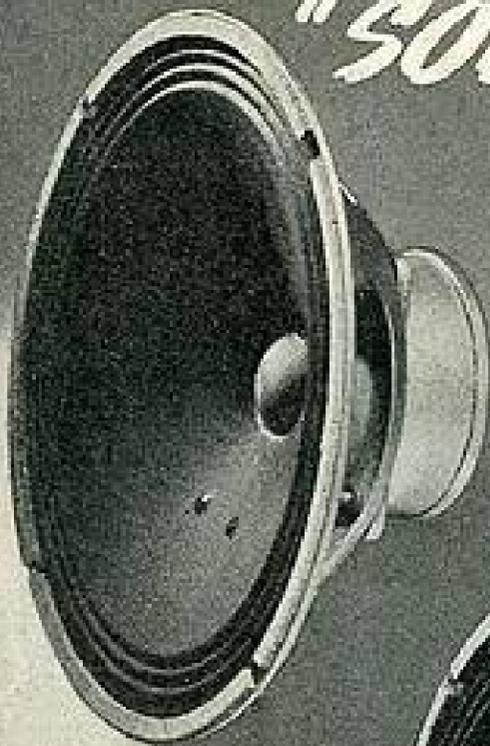
HAUT PARLEURS

52-54, RUE DU SURMELIN, PARIS-XX - TÉLÉPH. : MEN. 73-10 - 42-73

PUBL. ROPY

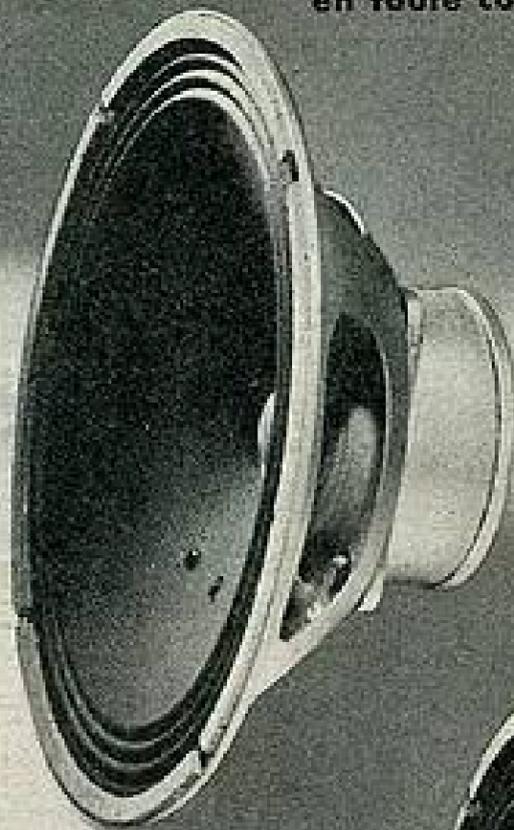
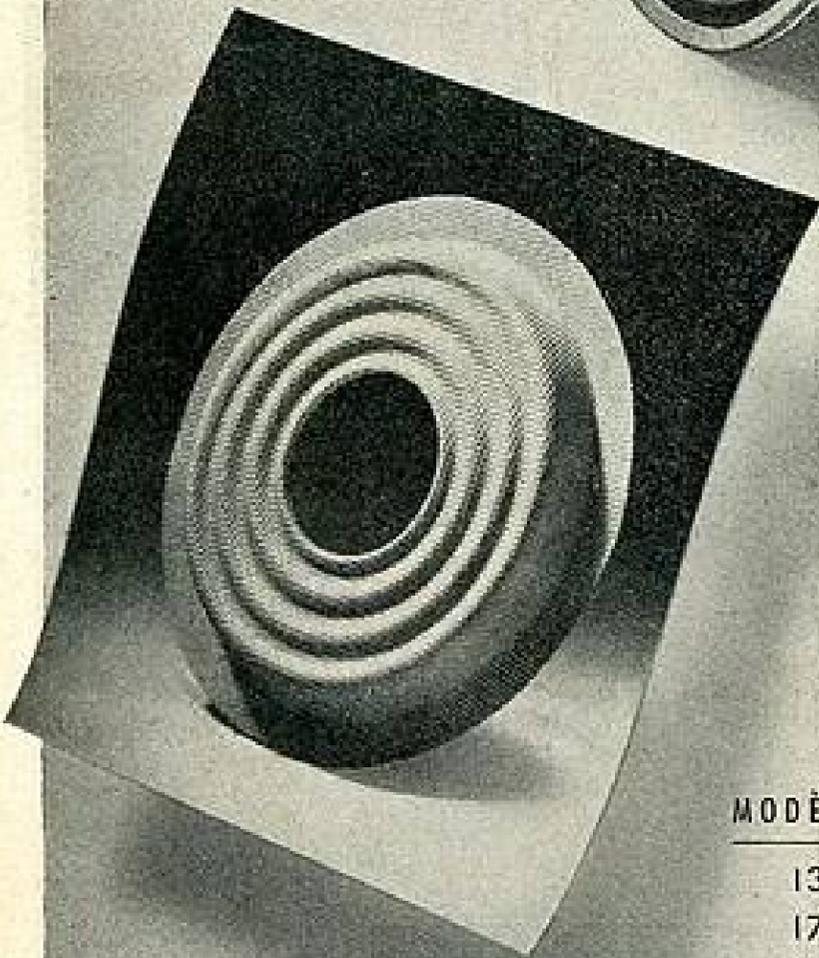


ILS SONT *équipés* AVEC
LEUR FAMEUX FREIN
"SOUPLEXO"...



Nos modèles de Haut-Parleurs à aimant permanent et à excitation ont fait leurs preuves sur les marchés français et européens

•
Consultez-nous
en toute confiance



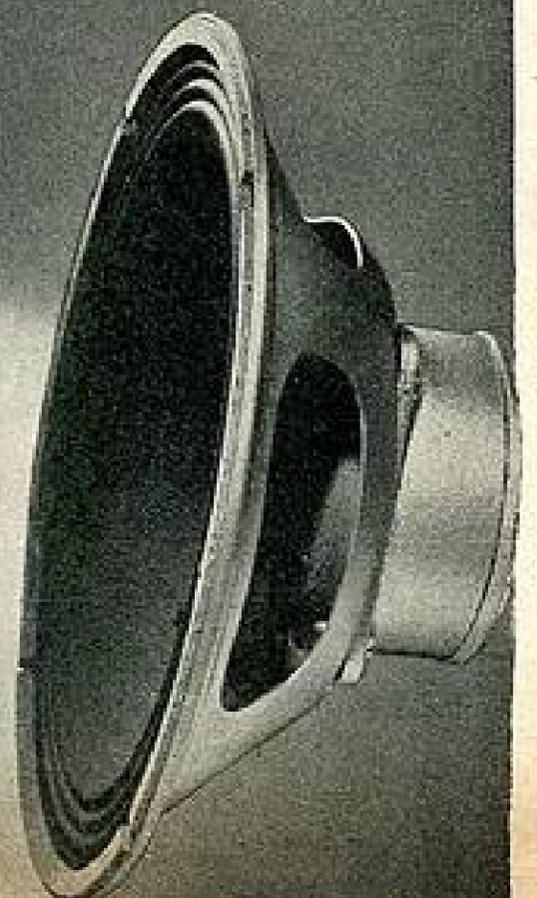
MODÈLES FRÉQUENCES

13	110 pps
17	70 pps
21	60 pps
24	40 pps

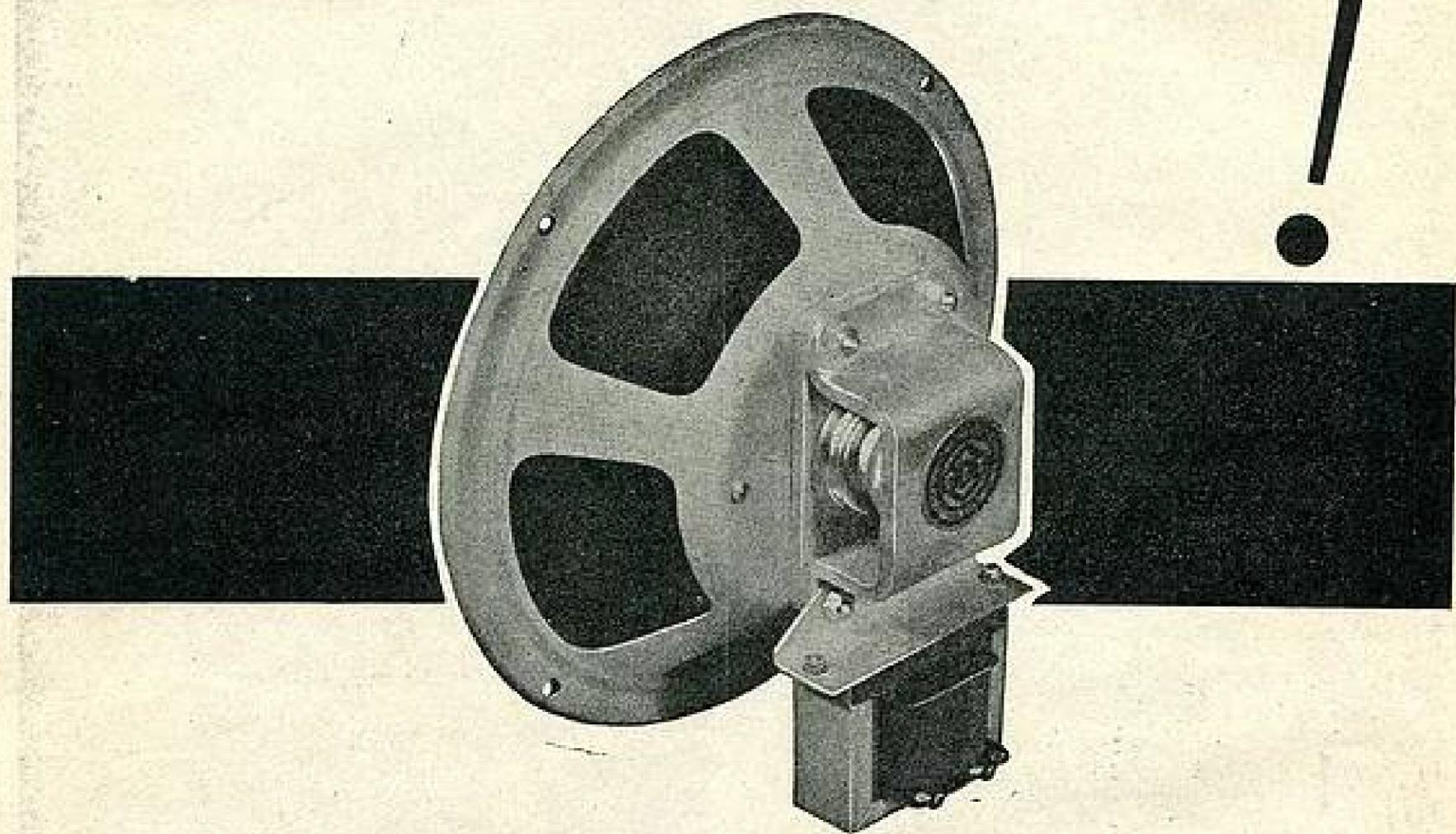
Cleveland

33 RUE BOUSSINGAULT PARIS-13^e

GOB. 45-91



Le dernier **NÉ**
le mieux **VENU!**



HAUT-PARLEUR "ALNICO 5"

**COMPAGNIE INDUSTRIELLE
DES TÉLÉPHONES**

2, RUE DE L'INGÉNIEUR ROBERT KELLER
PARIS

VAU. 38-71

PUBLICITÉ

Professionnels, en demandant une notice, un renseignement, un catalogue, recommandez-vous de la T. S. F. POUR TOUS.

LA T.S.F. REVUE MENSUELLE POUR TOUS LES TECHNICIENS DE L'ÉLECTRONIQUE

FONDATEUR : ÉTIENNE CHIRON — RÉDACTION : 40, RUE DE SEINE, PARIS-6*

<p>ABONNEMENTS (en sa case numéros) : FRANCE 800 francs ÉTRANGER 1.050 francs SUISSE 15,30 fr. S.</p> <p>Tous les ABONNEMENTS doivent être adressés au nom des Éditions CHIRON Pour la Suisse, Claude LÜTHY, Montagne 8, La Chaux-de-Fonds, C. chèques postaux : 1Vb 3459</p>	<p>Toute la correspondance doit être adressée aux : Éditions Étienne CHIRON 40, rue de Seine, PARIS, 6*</p> <p>COMpte DE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 53-35</p> <p style="text-align: center;">■</p> <p>TÉLÉPHONE : DAN. 47-56 Rédacteur en chef : Lucien CHRÉTIEN</p>	<p>R. DOMENACH, Régisseur exclusif de la publicité depuis 1934 21, Rue des Jeûneurs, PARIS (2^e) Tél. GEN.97-63</p> <p style="text-align: center;">—</p> <p>PETITES ANNONCES TARIF : 60 fr. la ligne de 40 lettres, espaces ou signes pour les demandes ou offres d'emplois. 150 fr. la ligne pour les autres rubriques.</p>
--	---	---

VŒUX 1950

A l'occasion de l'an de grâce mil neuf cent cinquante "LA T.S.F. POUR TOUS" et la Sté des Éditions Chiron présentent leurs vœux sincères et cordiaux à leurs fidèles lecteurs qui sont aussi leurs amis.

ÉDITORIAL :

ELECTROACOUSTIQUE

NOUS AVONS MAINTENANT DES HAUT-PARLEURS

Depuis la parution de mon « scandaleux » Editorial intitulé « Donnez-nous des Haut-Parleurs » bien des faits nouveaux ont vu le jour.

Nous réclamions des haut-parleurs à très large bande de transmission, avec des champs magnétiques de grande intensité. Nous réclamions l'emploi d'aimants permanents, utilisant les nouveaux alliages et permettant de construire des haut-parleurs plus légers, bien que plus puissants.

Nous avons maintenant tout cela. Et, après comparaisons et mesures, on peut conclure maintenant que les haut-parleurs français peuvent être favorablement comparés aux haut-parleurs étrangers de même catégorie. Or, ce n'était pas vrai à l'époque où nous avons écrit notre premier article.

NOUS EXPORTONS DES HAUT-PARLEURS.

C'est un fait indiscutable que certaines usines françaises travaillant actuellement à plein régime, exportent jusqu'à 50 % de leur production. Sans parler de l'Union Française, nous pouvons citer : les pays de l'Amérique Latine, Pays Scandinaves, Belgique, Pays-Bas, Suisse, Yougoslavie, Liban et Proche Orient, Indes, etc...

LA MOUCHE DU COCHE N'EST PAS SANS ACTION.

Nous nous félicitons vivement de tout cela. Nous nous félicitons aussi d'avoir écrit notre article de mise en garde. D'aucuns diront peut-être que nous ressemblons à la « mouche du coche » et que notre action était bien inutile...

Peut-être...

Mais, pour une fois, je ne suis pas de l'avis du bon La Fontaine et je ne suis pas sûr du tout que la « mouche du coche » soit inutile. Le claquement du fouet fait bien avancer les chevaux et leur permet d'enlever la charge en un moment difficile, pourquoi le bourdonnement énervant de la « mouche » n'aurait-il pas la même action ?

LES TENDANCES.

L'effort de nos constructeurs s'est porté sur différents points. Nous signalerons les formes de membrane spéciales qui permettent d'obtenir certains effets particuliers ou de rendre le haut-parleur plus facile à loger dans une ébénisterie.

L'emploi de nouveaux aimants — qui aboutit à un champ plus intense dans l'entrefer et à une réduction considérable de l'encombrement et du poids. Acoustiquement, l'augmentation de flux se traduit par une plus grande sensibilité — d'où rendement amélioré et un plus grand amortissement, d'où meilleur comportement dans les régimes transitoires.

Ajoutons que l'étude attentive des formes de culasse et de pièces polaires conduit à une réduction des fuites magnétiques et à une bien meilleure utilisation de la puissance de l'aimant.

NOTES BASSES ET NOTES HAUTES.

L'emploi de nouvelles suspensions ultra-souples se généralise. Le système, tout en assurant un centrage rigoureux, permet d'augmenter considérablement les elongations. Il devient ainsi possible d'obtenir une reproduction des notes basses avec des membranes d'un diamètre relativement modeste. Il en résulte la possibilité de conserver la légèreté du système mobile et le haut-parleur est également apte à la reproduction des fréquences élevées.

Mais la possibilité de très grand déplacement est sans intérêt si la largeur de l'entrefer est insuffisante. La bobine mobile doit en effet couper un flux constant, faute de quoi il y a production de distorsion d'amplitude.

Ainsi tout se tient. On arrive à cette même conclusion en remarquant l'inutilité de réaliser un haut-parleur parfait si le transformateur d'adaptation utilisé mutile le spectre des fréquences. Cette question semble avoir retenu l'attention de certains constructeurs. Mais il semble qu'il y ait encore à faire dans cette direction.

UTILISATION DES HAUT-PARLEURS.

Nous avons écrit que le haut-parleur était le maillon le plus faible de la chaîne qui relie la chanteuse à l'oreille de l'auditeur lointain. Or ceci n'est plus rigoureusement exact maintenant. Il y a des récepteurs qui ne sont pas à la « hauteur » des haut-parleurs.

Très souvent d'ailleurs ce n'est pas une question de montage mais d'utilisation. Pour mettre en valeur les qualités d'un haut-parleur, il faut savoir l'utiliser. On sort du domaine de l'électronique pour entrer dans celui de l'acoustique.

Et il est clair que bien des utilisateurs n'ont pas les moindres notions d'acoustique pratique.

Les constructeurs de haut-parleurs risquent fort d'être les victimes de cet état de choses. Dans leurs notices, lesquelles — à de très rares exceptions près — sont très maigres, on ne trouve rien concernant l'installation et l'utilisation des haut-parleurs. Faut-il leur citer l'exemple d'un fabricant anglais qui n'a pas hésité à entreprendre la publication de deux brochures fort bien faites sur cette question ? (1)

L'usager y trouve tout ce qu'il doit savoir pour tirer le meilleur parti d'un haut-parleur. On aimerait qu'un de nos fabricants ait une initiative semblable. Il se ferait, d'ailleurs, la meilleure publicité.

(1) Sound Reproduction, par G.-A. Briggs.

Loud Speakers, par G.-A. Briggs, édités par « Warfedale Wireless Works », Bradford Road, à Bradford (Yorks).

James Clifton

UN NOUVEL AMPLIFICATEUR B.F. A LIAISON DIRECTE
EXTRAIT DE A DIRECT-COUPLED AMPLIFIER WITH « CATHODE FOLLOWER »

par Raymond H BATES, paru dans Radio and Television NEWS du novembre 1949

Ziff Davis et Cie Editeurs à Chicago.

TRADUIT par P. A. BOURSALT, ingénieur I. E. G.

Deux points principaux caractérisent cet amplificateur :

— couplage direct entre anode du tube préamplificateur (6SJ7) et grille de commande du tube de puissance (6V6).

— montage à charge de cathode (dit à « cathode asservie ») du tube de puissance.

Ce montage très simple élimine les inconvénients du condensateur de liaison : danger du claquage, affaiblissement des signaux faibles et blocage de grille pour signaux forts. Il donne de plus tous les avantages d'une contre-réaction à 100 %.

Le tube 6V6 a été choisi pour ce montage par suite de sa faible distorsion harmonique et le tube 6SJ7 par suite de son gain élevé et de la faible distorsion introduite.

Le transformateur de 2×350 V peut débiter 120 mA bien qu'il n'ait à débiter que 53 mA. La chute de tension dans la bobine de filtrage est de 15 V, celle existant entre anode et cathode du tube 6V6 étant de 250 V, il reste 85 V entre cathode et masse. La d.d.p. de polarisation de grille devant être de 12,5 V, il faut que la d.d.p. entre grille et masse soit de 73 V, ce qui limite à cette même valeur la d.d.p. entre anode du tube préamplificateur et masse.

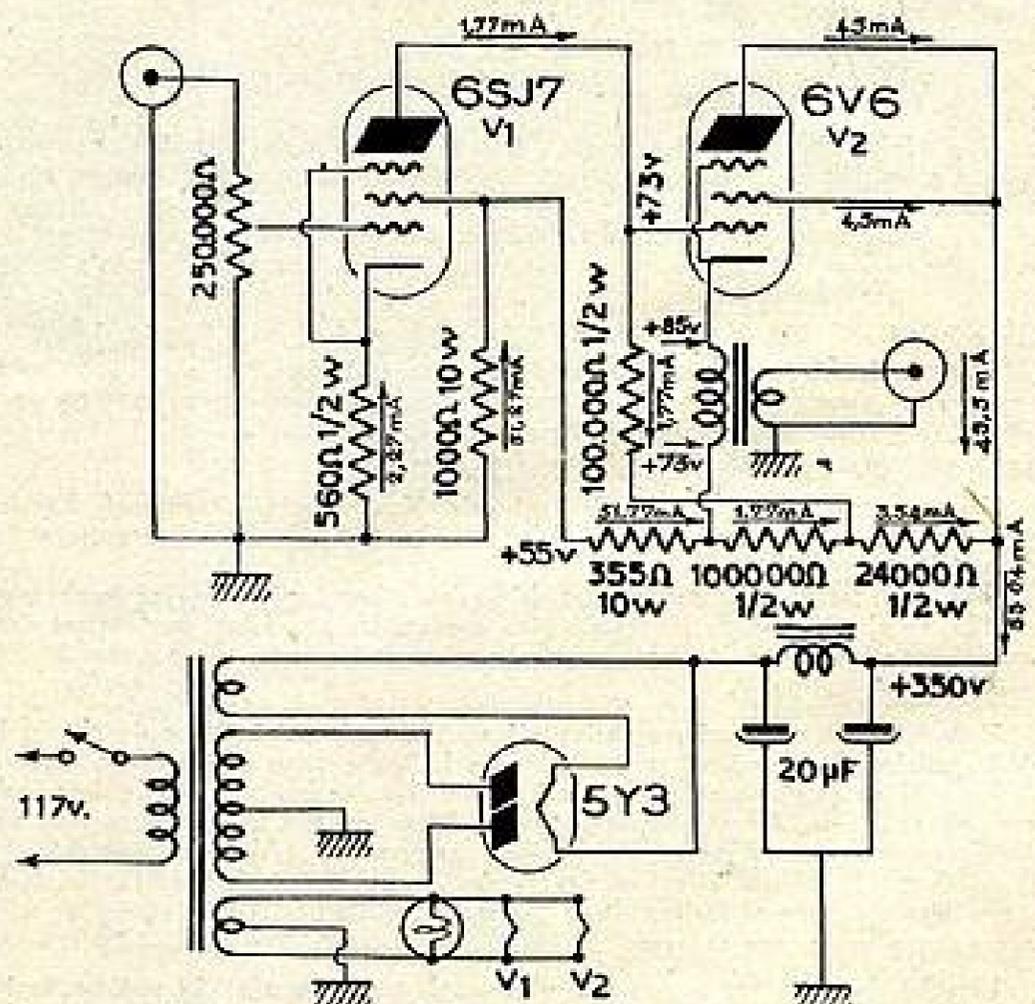
Appliquant 73 V à l'anode du tube 6SJ7 et 55 V à son écran, un gain en tension de 115 peut être obtenu avec seulement 0,8 % de distorsion. Un signal de 0,1 V à la grille du tube 6SJ7

donnera donc 11,5 V sur la grille du tube 6V6, ce qui convient à sa polarisation.

La résistance du primaire du trans-

formateur de haut-parleur étant de 250 ohms environ, on obtient bien la chute de tension de 12,5 V désirée. Dans ces conditions, l'amplificateur donnera une puissance de 4,5 W environ.

La sensibilité est suffisante pour l'attaque par pick-up à cristal de qualité ayant une faible tension de sortie, elle est même telle qu'il faut soigneusement



formateur de haut-parleur étant de 250 ohms environ, on obtient bien la chute de tension de 12,5 V désirée.

Dans ces conditions, l'amplificateur donnera une puissance de 4,5 W environ.

veiller au blindage et à la disposition des éléments d'un préamplificateur si le pick-up en nécessite un.

L'impédance du primaire du transformateur de haut-parleur doit être d'environ 6.000 ohms.

LA FICHE TECHNIQUE DU HAUT-PARLEUR

CE QUELLE EST — CE QUELLE DEVRAIT ÊTRE

par P. L. COURIER, Ing. A. M.

Sur un passe ancien et récent

Vieux bricoleur, peut-être maniaque à l'excès, j'ai souvent déploré que le technicien radio ne soit pas mieux renseigné au sujet des accessoires qu'il emploie. Ce que j'écris ici, au risque de chagriner quelques fabricants de ces accessoires, est vrai pour beaucoup de ceux-ci, mais bien souvent plus qu'évident pour l'accessoire final, le haut-parleur, qui a, on l'avouera, une certaine importance.

A quoi sert de signoler l'ensemble d'un récepteur ou d'un amplificateur, d'en établir patiemment la mise au point, si les trois éléments de ce « Trinôme » : tube de sortie, transformateur de sortie, haut-parleur, ne sont pas parfaitement adaptés les uns aux autres.

Or, le technicien moyen, pour aussi compétent et consciencieux qu'il soit, n'est pas suffisamment pourvu d'appareils de mesures compliqués ou coûteux pour pouvoir vérifier lui-même toutes les caractéristiques du trinôme précité.

Les constructeurs de tubes lui fournissent généralement les indications nécessaires pour le premier élément. Pour les deux autres bien souvent ces indications sont plus qu'insuffisantes.

Je pourrais citer en détail mille exemples des inconvénients qu'a entraînés cet état de fait. J'en indiquerai deux comme typiques :

Un spécialiste des installations de public-address réalisait des ensembles en accouplant un haut-parleur quelconque et anonyme, avec un transformateur quelconque également anonyme et je l'ai vu bien souvent n'éviter le procès avec des clients difficiles que grâce à l'infinie patience de ces derniers.

J'ai dû, il y a un an à peine, voler au secours d'un mien ami qui avait fait réaliser un bel ensemble reproducteur par un spécialiste sérieux. Or l'ensemble ne « rendait » pas et notre ami, mélomane, était navré. Il s'agissait en l'espèce d'un transformateur prévu pour 5 ohms et qui débitait sur un haut-parleur d'impédance 40 ohms. Le spécialiste faute de renseignements et de bonne foi avait cru avoir affaire à la classique valeur de 5 ohms.

Sur une fiche squelettique

Certains fabricants de haut-parleurs éditent maintenant des notices aux fiches assez complètes. Pas tous cependant. Au sujet d'un travail sur les haut-parleurs, j'ai démarché récemment les fabricants ; j'ai sous les yeux, pour l'an de grâce 1949, des fiches comme celle-ci :

Type.
Dimension.
Poids.
Puissance modulée.
Impédance de la bobine mobile à 400 p s.

Et c'est tout...

C'est peu, on l'avouera, pour qui veut faire du bon travail.

Naguère à l'étranger...

Je ne suis pas systématiquement un admirateur de ce qui se faisait et se fait en dehors de nos frontières et un contempteur de ce qui se fabrique chez nous. Je retrouve dans mes archives un document américain, provenant de la firme « Magnavox », et que j'ai utilisé pour la rédaction d'une fiche de mon ouvrage *Les Fiches Techniques*, édité en 1934 par notre regretté patron, M. Etienne Chiron.

Pour un haut-parleur donné, la firme donne *absolument* toutes les caractéristiques mécaniques et électriques (on ne parlait pas encore à cette époque de caractéristiques électro-acoustiques), savoir :

Type
genre d'excitation

Puissance modulée admissible en watts

Caractéristiques mécaniques :

Diamètre du cône ;
Hauteur totale ;
Profondeur totale ;
Largeur totale ;
Poids brut en kgp ;
Poids net en kgp.

Bobine d'excitation :

Résistance en ohms ;
Tension maximum ;
Tension minimum ;
Intensité maximum ;
Intensité minimum ;
Nombre de tours de fil ;
Diamètre du fil.

Bobine mobile :

Nombre de tours de fil ;
Diamètre du fil ;
Résistance ohmique en C. C. ;
Impédance à 400 p s ;
Impédance à 1.000 p s ;
Bobine anti-ronflement (existence et caractéristiques).

Transformateur de sortie :

Rapport des nombres de tours ;
Rapport des impédances ;
Nombre de tours au primaire ;
Diamètre du fil primaire ;
Nombre de tours au secondaire ;
Diamètre du fil ;
Impédance totale.

On conviendra qu'un tel ensemble de renseignements donne davantage satisfaction à celui qui veut connaître et bien faire.

la résistance de l'enroulement primaire du transformateur (à 20°) ;

le courant continu nominal dans cet enroulement ;

l'impédance du haut-parleur à 400 p s, bobine mobile branchée au secondaire.

Marque, type, résistance d'excitation et impédance doivent être mentionnés de façon apparente sur le HP lui-même.

Accessoirement la norme indique les modalités d'épreuves pour la vérification, la mesure des caractéristiques, la mesure du champ moyen, les essais diélectriques d'isolement et d'échauffement.

On remarquera, en passant, que les normalisateurs ne se sont pas montrés bien exigeants et que le technicien moyen eût souhaité davantage.

Ce que devrait contenir une fiche complète

1° *Particularités techniques.* — Construction de la bobine mobile, matériaux employés, dispositif de centrage, suspension élastique, disposition de montage et de fixation.

2° *Caractéristiques mécaniques et électriques.* — Rien de plus et rien de moins que ce qu'indiquait la firme américaine Magnavox en 1934 et que j'ai cité ci-dessus.

3° *Combinaison possible d'adaptation éventuellement.* — Je cite à titre d'exemple l'élément de fiche complète pour un transformateur d'adaptation que m'a fourni un laboratoire d'une grande marque française (LIE) avec un tableau des combinaisons possibles et un schéma donné à titre d'exemple pour l'adaptation à des haut-parleurs d'impédance et de puissance différentes (3).

4° *Caractéristiques électroacoustiques.* — Depuis 1934, la science électroacoustique a fait, on en conviendra, quelques légers progrès.

Les méthodes de mesure et aussi les appareils de mesure relativement complexes ont été mis au point pour cette science aujourd'hui d'actualité.

En Amérique les standards suivants ont été publiés : 1938 : standards d'électroacoustique, définition des termes, lettres et symboles graphiques, méthodes d'essais des haut-parleurs (publication I. R. E.) ; 1942 : essais des haut-parleurs (publication C 164 A. S. A.).

La Société des radioélectriciens, afin que nul (pas même les constructeurs de haut-parleurs) n'en ignore, en a donné en 1934 une traduction française.

A ce propos j'indiquerai que le constructeur du HP devrait donner les indications suivantes :

a) Puissance acoustique maximum (en phones) à X périodes secondes (435 par exemple) mesurée dans l'axe du HP et à une distance de 2 m. et à pleine charge (le niveau 0 au seuil étant le niveau standard, c'est-à-dire 10^{-16} watts par cm^2) (ou à toute autre distance 60 cm., par exemple) ;

b) Fréquence de résonance ;

c) Caractéristiques de diffusion du son et de l'effet directif données en décibels pour divers angles autour du plan de symétrie du HP, et pour trois fréquences ou groupes de fréquences caractéristiques (50-1.000 p/s, 3.000, 6.000 p s par exemple (2)).

d) Dimensions (longueur, largeur et épaisseur de l'écran acoustique à employer) ;

e) Caractéristiques d'utilisation éventuelle avec pavillon ;

f) Caractéristique fréquence-impédance du haut-parleur.

g) Caractéristique fréquence-pression acoustique.

En plus pour les HP. à aimant permanent

Pour ces HP, dont l'emploi tend à se généraliser, il conviendrait d'indiquer toujours, comme le font certains constructeurs :

Diamètre du noyau ;

Type d'aimant ;

Poids de l'aimant ;

Induction moyenne dans l'entrefer (en gauss) ;

Energie magnétique dans l'entrefer (en mégacergs) ;

Flux dans l'entrefer (en kilomaxwells ou en mégamaxwells).

Conclusion

Sans doute, n'importe quel utilisateur n'aura que faire de tous ces renseignements, mais nous supplions tous les constructeurs de haut-parleurs de les publier dans leurs notices techniques (3).

Ce faisant, ils s'honoreraient et ils honoreront l'industrie française. Aussi bien ils donneront complète satisfaction aux techniciens sérieux qui, toujours, désirent choisir et utiliser les accessoires de T. S. F. en pleine connaissance de cause.

P.-L. C.

(2) Plusieurs constructeurs français donnent ces indications.

(3) Nous publierons ultérieurement ces exemples de fiches techniques pour transformateurs et haut-parleurs.

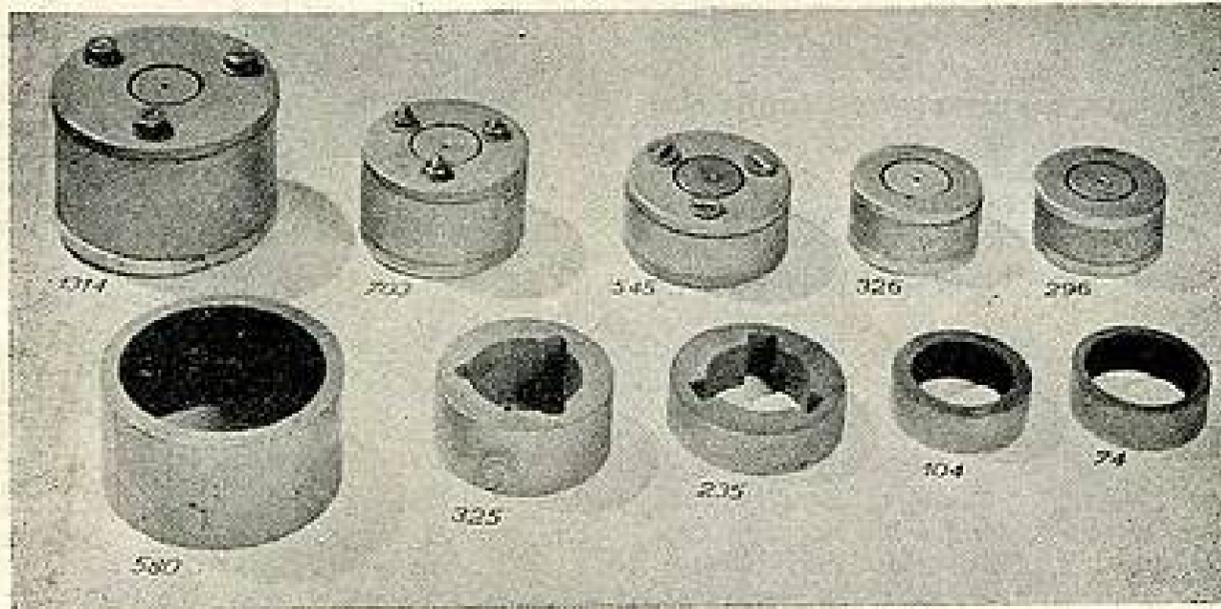
NOTRE RÉFÉRENDUM : Titre et contenu de la « T.S.F. pour Tous »

De tous côtés, les lettres de nos amis affluent. Notre rédacteur en chef, M. Lucien CHRETIEN, tirera dans un prochain article les conclusions de cette intéressante consultation. Nous ne voulons pas tarder plus à remercier tous nos aimables correspondants de la sympathie qu'ils ont bien voulu exprimer à leur revue préférée, qu'ils en soient de « vieux » ou de « jeunes » abonnés.

LA T.S.F., revue mensuelle POUR TOUS les techniciens de l'électronique, reste, sous sa nouvelle manchette et sa nouvelle couverture, leur « T.S.F. POUR TOUS » ; son titre administratif ne change pas, la nouvelle disposition typographique permet de lui donner une signification plus précise.

LES AIMANTS PERMANENTS

par J. LIGNON, ingénieur



Photographie extraite de la Revue Technique « Philips ».

1. Historique rapide

L'aimant est un des plus vieux serviteurs de l'humanité, puisque des légendes chinoises, 2.700 ans avant J.-C., parlent de façon précise d'un compas grossier qui indiquait la direction du Nord. Ce compas utilisait certainement la ferrite, cet aimant naturel que l'on faisait venir de Magnésia, en Asie Mineure (d'où l'on dérivera plus tard le nom de magnétisme). Il faut attendre le XIII^e siècle pour découvrir que l'on peut aimanter de l'acier par contact avec de la ferrite ; et à la même époque le physicien Peregrinus découvre les propriétés d'attraction et de répulsion des pôles d'aimant. Mais ce n'est qu'au XV^e siècle que le physicien Gilbert établira que tout aimant doit avoir deux pôles, et que l'on peut considérer la terre comme un gigantesque aimant, d'où il déduit la théorie du compas magnétique. Newton s'intéresse naturellement à la question en 1670, mais il faut attendre vraiment le XIX^e siècle pour voir se développer d'une façon foudroyante la connaissance du magnétisme, avec Volta, Oersted et Ampère. Ce dernier montre qu'une bobine traversée par un courant se comporte comme un aimant, Arago qui magnétise une barre de fer au moyen de cette bobine, Faraday qui engendre de l'électricité en faisant varier le flux magnétique traversant cette bobine, Henry et la self-induction, Maxwell, enfin, qui bâtit sa remarquable théorie du magnétisme, qui depuis fait loi. La connaissance précise et mathématique des lois du magnétisme va alors permettre d'améliorer de façon fantastique la puissance des aimants. Et pour une énergie extérieure de $2 \cdot 10^5$ gauss-oersted pour l'acier au carbone que l'on a utilisé jusqu'en 1870 (la ferrite donnait $5 \cdot 10^4$ jusqu'en l'an 1.200), on passa à $3 \cdot 10^5$ avec le tungstène, 10^6 avec le cobalt, $1,6 \cdot 10^6$ avec les alnico, $3,8 \cdot 10^6$ avec le ticonal et enfin $4,5 \cdot 10^6$ avec l'alnico V, le dernier né des aimants de grande puissance.

2. Applications des aimants permanents

Les applications des aimants permanents peuvent se grouper en quatre grandes catégories :

1^o transformation d'énergie mécanique en énergie électrique ;

2^o transformation d'énergie électrique en énergie mécanique ;

3^o forces d'attraction ;

4^o modification des caractéristiques normales de matériaux.

1. Transformation d'énergie mécanique en énergie électrique.

Dans cette application, les aimants permanents produisent un champ magnétique, et l'on obtient l'énergie électrique en appliquant une force mécanique qui fait varier le flux par rapport à un conducteur électrique. Cette variation de flux s'obtient :

a) soit en déplaçant un conducteur électrique par rapport au champ magnétique, dont les lignes de force sont coupées par les conducteurs ;

b) soit en modifiant ou en renversant les lignes de flux à l'intérieur d'une bobine en modifiant la réluctance du circuit magnétique polarisé.

Exemples : a) générateurs et magnétos, microphones, freinage électrique ;

b) pick-up phonographiques, magnétos à induction.

2. Transformation d'énergie électrique en énergie mécanique.

On peut produire un déplacement ou une force mécanique en faisant passer un courant électrique dans un champ magnétique. Exemple : moteur électrique d'Arsonval, haut-parleur.

On peut également dévier de leur trajectoire normale des électrons se propageant dans un champ magnétique. Exemple : magnétron, focalisation magnétique, soufflage des arcs électriques.

3. Force d'attraction.

Exemple : séparateur magnétique, thermostats, transmission d'un déplacement sans contact mécanique (à travers un joint scellé).

4. Modifications des caractéristiques normales de matériaux.

Cette application prend une importance de plus en plus grande dans la vie moderne. C'est la magnétostriktion (effet par lequel un champ magnétique déforme les dimensions

du nickel, du fer et d'alliages spéciaux) ; la variation de résistance du bismuth avec l'intensité du champ magnétique dans lequel il est plongé ; la variation de la perméabilité alternative de matériaux de perméabilité élevée par l'application d'un champ magnétique (amplificateurs magnétiques, indicateurs de commande à distance).

3. Théorie rapide des aimants permanents

Le calcul des aimants permanents exige une connaissance approfondie des caractéristiques magnétiques des matériaux ferro-magnétiques, et en particulier du flux produit dans les diverses conditions de magnétisation et de démagnétisation.

La figure 1 montre une courbe de magnétisation et une boucle d'hystérésis types. La force de magnétisation H est en abscisses, et l'induction magnétique résultante B en ordonnées.

Si l'on soumet un matériau magnétique complètement désaimanté à l'action progressive d'une force magnétisante, l'induction résultante dans le matériau croît de 0 à B_{\max} .

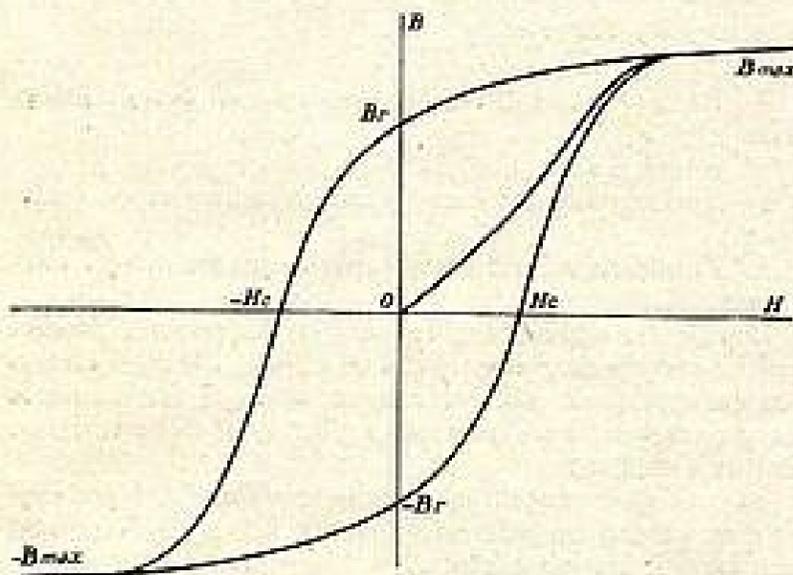


FIG. 1.

Si l'on réduit ensuite graduellement la force magnétisante à zéro, l'induction dans le matériau décroît de B_{\max} à B_r . Elle ne s'annule donc pas mais garde une valeur B_r que l'on désigne par *induction résiduelle*.

Si l'on renverse ensuite en direction la force magnétisante et si l'on augmente graduellement sa valeur, l'induction dans le matériau continue à décroître et finit par s'annuler quand la force de démagnétisation atteint la valeur $-H_c$, qui est la force négative ou de démagnétisation nécessaire pour annuler l'induction dans le matériau. On la désigne par *force coercitive*. Si l'on augmente encore la force négative de démagnétisation, on obtient une induction inverse dans le matériau, qui tend vers $-B_{\max}$. Si l'on répète le procédé en sens inverse, on obtient successivement $-B_r$, H_c , B_{\max} , qui est le symétrique de la courbe B_{\max} , B_r , $-H_c$, $-B_{\max}$. On a ainsi parcouru la boucle complète d'hystérésis.

Ce type de courbe s'applique à tous les matériaux magnétiques ; la différence entre les matériaux correspond à des différences de valeur. Les matériaux ayant une force coercitive faible sont des *matériaux d'énergie faible*, désignés habituellement sous le nom de *matériaux magnétiques doux*. Les matériaux ayant une force coercitive élevée sont des

matériaux d'énergie élevée, que l'on désigne habituellement sous le nom de *matériaux magnétiques durs*. C'est naturellement cette dernière catégorie que l'on utilise pour les aimants permanents, les premiers étant employés de préférence dans les électro-aimants.

La figure 2 représente dans le deuxième quadrant la partie de la boucle d'hystérésis allant de B_r à $-H_c$, et qui est celle qui donne le plus de renseignements sur les

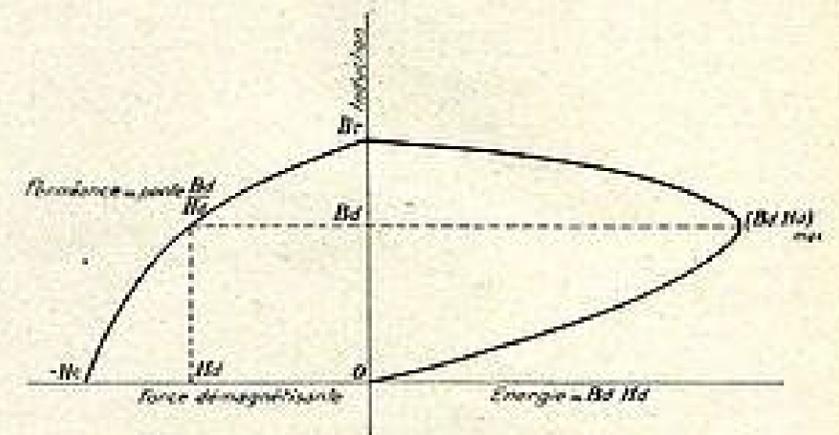


FIG. 2.

caractéristiques de l'aimant. On la désigne sous le nom de *courbe de démagnétisation*. On en déduit la courbe d'énergie $-B_d H_d$ représentée dans le premier quadrant que l'on obtient en portant en abscisses le produit $-B_d \times H_d$ pour chaque valeur de l'ordonnée B . Cette courbe indique l'énergie extérieure disponible aux densités de flux correspondantes sur la courbe de démagnétisation. Elle est nulle en B_r et en H_c , et passe par un maximum $(B_d H_d)_{\max}$ ou *énergie de crête*. Cette valeur représente l'énergie extérieure que l'on peut extraire d'un matériau donné et est un des facteurs les plus importants dans l'évaluation de la qualité des aimants permanents. La *perméance*, autre facteur de grande importance, est donnée par le rapport $\frac{B_d}{H_d}$.

4. Conditions de fonctionnement

Température. Le flux de tous les aimants permanents varie avec la température. En général, à l'intérieur de la gamme des températures atmosphériques normales, on retrouve les mêmes flux aux mêmes températures pourvu que l'on ait fait parcourir par l'aimant plusieurs fois cette gamme de températures. La variation de l'intensité magnétique avec la température est désignée par « coefficient de température ». Il varie légèrement avec les matériaux et les températures, mais il est relativement faible et on n'en tient compte que dans les instruments exigeant un étalonnage extrêmement précis.

Si l'aimant doit supporter des températures plus élevées, il faut prendre soin de choisir convenablement le matériau. Le chrome, le cobalt et le tungstène donnent des aimants qui ne doivent pas dépasser de beaucoup 100°C . Les alnicos peuvent monter jusqu'à 400°C . La perte de flux aux températures plus élevées est appréciable, et atteint 20 à 25 % de l'intensité initiale. En revenant à la température de la pièce l'aimant regagne la moitié de la perte.

Chocs. Les chocs et les vibrations ont peu d'influence sur les alnicos. Par contre, pour les aimants en acier au

tungstène, au chrome ou au cobalt, l'effet de démagnétisation peut être important, et des chocs répétés réduisent le champ. Après un nombre suffisant de chocs, le flux restant devient stable.

**5. Propriétés directives des aimants
Aimants orientés**

La plupart des matériaux magnétiques sont isotropes ; autrement dit, ils ne présentent pas de propriétés magnétiques directives, et le matériau peut être aimanté dans n'importe quelle direction.

La technique moderne des aimants s'est au contraire tournée vers les aimants orientés, qui permettent d'obtenir des flux beaucoup plus intenses. Ces aimants, comme l'alnico V, l'alnico VI, le cunife et le vectolite, ont des propriétés magnétiques bien meilleures le long d'un axe préféré que le long d'une autre direction. On dit que ces matériaux sont anisotropes.

Cet effet d'anisotropie s'obtient par des procédés de fabrication. Pour le cunife, par exemple, on le produit par étirement violent de la pièce. Dans les alnico V et alnico VI, on réalise l'anisotropie en refroidissant lentement l'aimant de la température de normalisation (1.300° C environ) à la température de la pièce dans un champ magnétique intense. Le secret de fabrication réside d'ailleurs beaucoup moins dans les pourcentages d'alliages (que l'on connaît) que dans les vitesses de refroidissement, qui doivent être définies à moins de 1° C près.

La figure 3 montre deux courbes du même matériau, l'une avec l'axe dans la direction de la magnétisation pendant le traitement calorifique, et l'autre à angle droit avec cet axe. Naturellement, étant donné les intensités de champ élevées requises et la température élevée du matériau pendant le refroidissement, on ne peut dépasser certaines formes et dimensions d'aimant.

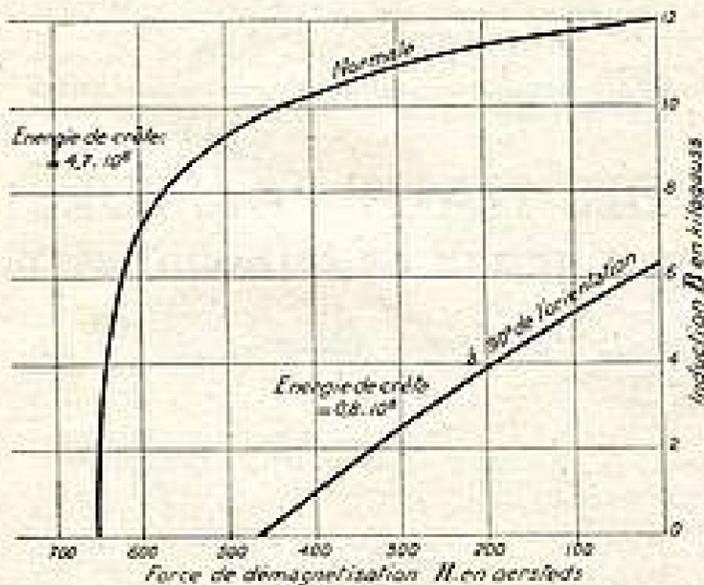
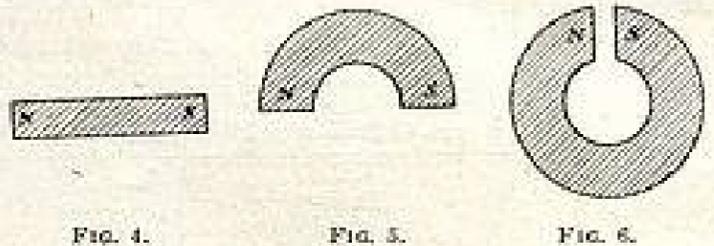


FIG. 3.

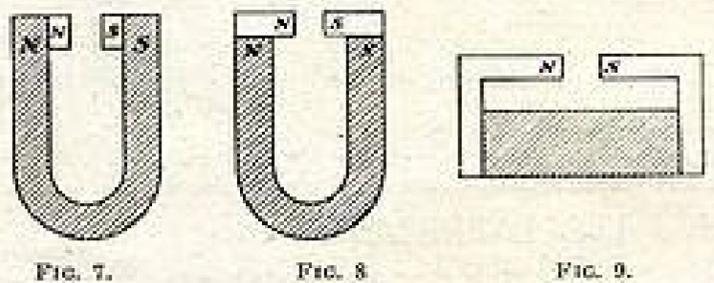
6. Types fondamentaux d'aimants permanents et d'entrefers

Les méthodes modernes de traitement des aimants ont beaucoup influé sur les formes, et les aimants se sont maintenant résolument écartés du vieux fer à cheval classique. Les matériaux et alliages plus récents ont en effet permis aux ingénieurs de calculer des formes d'aimant et des

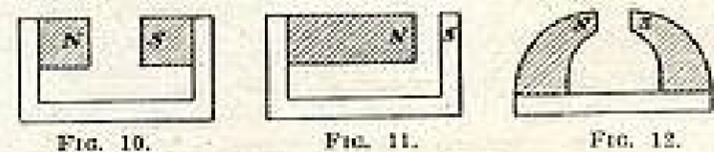
dimensions d'entrefers qui donnent un bien meilleur rendement. C'est le point sur lequel je voudrais insister plus particulièrement. L'amélioration des alliages utilisés et de la technique de fabrication employée n'ont pas seulement augmenté l'énergie extérieure disponible par unité de volume, ce qui permet de diminuer le volume de l'aimant dans le même rapport k ; elles ont aussi, et surtout, permis de calculer des formes telles que le rendement des aimants s'en est trouvé énormément amélioré, ce qui a permis de réduire d'une façon bien plus considérable encore le volume et le poids des aimants. A titre d'exemple, le haut-parleur



Cinaudagraph CIN-12A de 30 cm. (puissance : 10 watts) a un aimant permanent en alnico V dont le poids est de 131 grammes. Cet aimant est remarquablement stable. Il ne présente aucune fuite magnétique. On peut appuyer contre lui un objet ferreux quelconque, il ne s'exerce sur cet objet aucune force d'attraction perceptible. Le champ magnétique est tout entier concentré dans l'entrefers, d'où rendement maximum de l'aimant ; ce sont ces deux facteurs, forte énergie extérieure et rendement maximum, qui ont permis de faire descendre le poids de l'aimant à la valeur de 131 grammes, qui est proprement ahurissante pour un haut-parleur de 10 watts.



Le rôle fondamental d'un aimant permanent est de produire un champ magnétique extérieur à lui. Ce champ magnétique doit se trouver soit dans un volume donné (entrefers), soit dans une section de matériau d'énergie magnétique faible située dans le circuit magnétique. La figure 4 représente l'aimant en barre, de section ronde, rectangulaire ou autre, qui est la forme fondamentale. La figure 5 représente l'aimant en U qui donne deux pôles



dans le même plan. On peut demander dans ce plan un entrefers de dimensions bien définies. On peut alors soit recourber davantage l'aimant (fig. 6), soit utiliser des pièces d'acier doux (fig. 7, 8 et 9) pour prolonger l'aimant ; ou encore un circuit de retour en acier doux (fig. 10, 11 et 12).

Les formes des aimants et des entrefers varient maintenant à l'infini, et l'on pourrait remplir des pages entières de cette revue sans même les décrire toutes. Retenons simplement que, grâce aux nouveaux alliages et aux nouvelles techniques de fabrication employées, il n'est pratiquement plus de forme d'entrefer et d'aimant et d'intensité de champ magnétique dans cet entrefer qu'un constructeur d'aimants ne puisse réaliser. Les figures 13 et 14 représentent, à titre d'exemple, deux ensembles remarquables créés par la Indiana Stal Products Company, aux Etats-Unis, destinés à un frein magnétique.

Nous allons, pour terminer, donner un tableau indiquant les caractéristiques des divers aimants permanents fabriqués par cette compagnie. Il montre quelles variétés

de matériaux d'aimants l'ingénieur et le constructeur ont maintenant à leur disposition pour résoudre les problèmes qui se posent à eux.

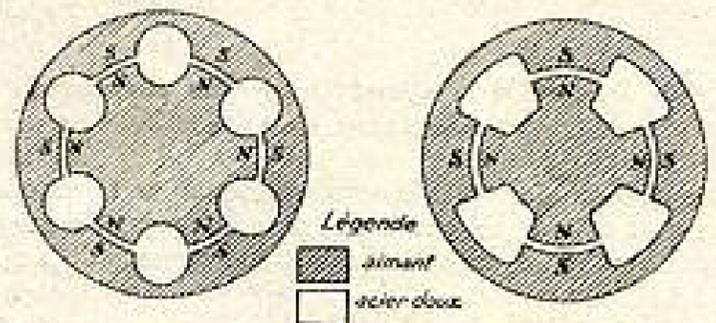


FIG. 14.

CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX D'AIMANTS PERMANENTS INDIANA

	Induction résiduelle (min.) Br en gauss	Force coercitive (min.) Hc en Oersteds	Energie Bd Hd max. $\times 10^4$	Force de démagnétisation de crête (Oersteds)	Poids g/cm ³	Coefficient de dilatation thermique par °C $\times 10^{-6}$	Résistivité en microhm/cm à 25° C
Alnico I	7.000	440	1,4	2.000	6,9	12,6	75
Alnico II	7.200	560	1,6	2.000	7,1	12,4	65
Alnico III	6.900	470	1,43	2.000	6,9	12,4	68
Alnico IV	5.500	700	1,3	3.000	7,0	13,1	75
Alnico V	12.200	580	4,5	3.000	7,3	11,3	47
Alnico VI	10.100	750	3,5	3.000	7,3	11,4	50
Alnico XII	5.500	950	1,6	3.000	7,3	11,0	62
Indalloy	9.000	240	0,9	1.000	8,0		
Cunife I	5.400	500	1,3	2.400	8,6		18,5
Cunife II	7.400	260	0,85	1.500	8,6		18,5
Cunico	3.400	600	0,8	3.200	8,3		
Chrome 3 1/2 %	9.500	60	0,29	300	7,7		38
Chrome 6 %	8.500	65	0,25	300	7,7		
Tungstène 6 %	10.300	65	0,31	300	8,1		30-34
Cobalt 17 %	9.500	150	0,65	1.000	8,1		
Cobalt 36 %	8.500	240	0,9	1.000	8,2		37
Vectolite (*)	1.600	900	0,5	3.000	2,8		$5,2 \times 10^{12}$
Silmanal	550	550	0,075	20.000	9,0		
77 % Platine	4.500	2.600	3,8	10.000			
Vicalloy en fil	14.100	130	1,35	1.000			
— en ruban	9.400	400	2,4	2.000			

(*) Poudre d'alliage pressé.

CHEZ LES FABRICANTS :

UNE TECHNIQUE NOUVELLE DES HAUT-PARLEURS

Contrôle sous signaux en impulsion et sous signaux en intermodulation

Les récentes études en basse fréquence ont prouvé que le point le plus important, sur lequel il convenait de pousser les recherches, était l'ensemble purement acoustique.

En effet, si la technique de l'amplificateur basse fréquence est relativement avancée, celle du haut-parleur avait été trop souvent délaissée. A quel sert un amplificateur ayant 0,2 % de distorsion à 10 watts, si, pour cette puissance, l'ensemble haut-parleur qu'il doit attaquer donne 30 à 40 % de distorsion (en dessous de 100 pps) ?

C'est pourquoi la Société Philips a spécialisé l'un de ses services techniques dans les études acoustiques.

Conditions dans lesquelles doit être essayé un haut-parleur :

Le but à atteindre étant de connaître les qualités exactes d'un haut-parleur, il convient d'opérer dans un milieu exempt de réflexions, et de disposer le haut-parleur de telle sorte qu'il puisse être assimilé à un piston plat rayonnant sur une face.

Les conditions n'ont pu être atteintes que dans un tunnel insonore d'une conception spéciale.

a) Essais en régime permanent

C'est la courbe de réponse classique, que tout le monde connaît, et qui ne donne qu'une bien piètre idée sur le fonctionnement exact d'un haut-parleur.

b) Essais en impulsions

En injectant dans un haut-parleur des trains d'ondes à une cadence bien déterminée, il est possible de faire apparaître l'effet exact de l'inertie, ce qui présente un intérêt de la plus haute importance.

c) Essais en intermodulation

Ils ont pour effet de faire apparaître l'action néfaste des résonances purement mécaniques, ainsi que celle des sons musqués existant sur tous les haut-parleurs actuels. Ces essais sont d'ailleurs ceux qui présentent le plus de similitude avec la réalité.

RESULTATS PRATIQUES

Des essais soigneusement énumérés, les constatations suivantes sont apparues :

Nécessité absolue de reproduire la bande 40-12.000 pps aussi régulièrement que possible, en évitant :

a) toute chute abrupte aux extrémités de la courbe de réponse ;

b) les résonances mécaniques, même très faibles.

Ces conditions ne peuvent être réalisées que par la disposition en deux chaînes : grave et aiguë.

Cette séparation ne doit pas être brusque, ni effectuée par un filtre : selfs-capacités, sur le secondaire du transformateur de sortie, comme cela s'effectue souvent actuellement.

D'autre part, la disposition des deux émetteurs acoustiques (notes graves et aiguës) joue un rôle considérable dans la qualité. Avant tout, il convient de disposer les deux sources aussi près que possible l'une de l'autre.

Mettant à profit ces essais qui bouleversent quelque peu la technique actuelle du haut-parleur, la Société Philips sera, dans un avenir prochain, en mesure de présenter un ensemble répondant aux conditions examinées dans cet exposé.

Laboratoire électro-acoustique de la Société Philips.

LES TRANSFORMATEURS DE SORTIE

par Louis BOË, ingénieur des mines

Ex-ingénieur en chef du groupe " Machines parlantes " aux laboratoires de la C.F.T.H. - Ingénieur conseil
Membre de l'équipe de rédaction de la " T. S. F. pour Tous "

Il est relativement facile de construire un bon, et même un très bon amplificateur d'audiofréquence. Il est rare cependant d'entendre une reproduction musicale fidèle. Pourquoi ? Tout simplement parce que les traducteurs électro-acoustiques placés, soit à l'entrée de l'amplificateur (microphones, pick-up, etc...), soit à la sortie (haut-parleurs) sont souvent des instruments assez rudimentaires. A quoi sert alors de chercher à construire un amplificateur dont la courbe de réponse sera, à deux décibels près, horizontale entre 16 et 16.000 périodes par seconde, si le haut-parleur monté sur un écran, généralement trop petit, ne reproduit bien que les fréquences de 200 à 4.000 c/s ?

Quant à la question du transformateur de sortie, elle est traitée suivant les cas, bien différemment. Lorsque ce transformateur est livré avec le H.P. et monté sur ce dernier, il est bien souvent de qualité inférieure. On aligne en somme la qualité du transformateur sur celle du haut-parleur, et cette qualité est nettement inférieure à celle d'un bon amplificateur.

Où bien le transformateur de sortie est monté sur le châssis de l'amplificateur. Dans ce cas, sa qualité, bien meilleure, est alignée sur la qualité de l'amplificateur et elle est nettement supérieure à celle du haut-parleur.

Que convient-il donc de faire ? Evidemment, il faut préférer la solution bonne à la solution médiocre, et étudier un transformateur correct qui sera monté sur le châssis. Mais il est bien évident qu'il est inutile de prévoir que cet organe de liaison puisse transmettre des fréquences qui ne seront pas reproduites par le H.P. En cela, comme en beaucoup de choses... « *in medio stat virtus* ».

Le transformateur de sortie

Considérations générales

Tous nos lecteurs connaissent, tout au moins grossièrement, la théorie des transformateurs basse fréquence (voir fig. 1), et j'engage ceux qui voudraient approfondir cette question à se reporter à mon ouvrage *Dipôles et Quadripôles* (1) et aussi au tome III de *L'emploi des tubes électroniques* (2), ces deux ouvrages se trouvant aux Editions E. Chiron.

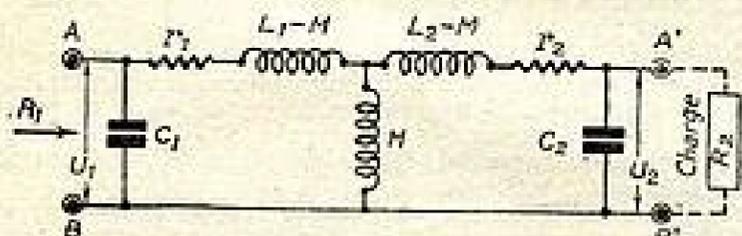


FIG. 1. — Quadripôle équivalent d'un transformateur : L_1 et L_2 sont les self-induction primaire et secondaire. M l'induction mutuelle. C_1 et C_2 les capacités réparties des deux enroulements. r_1 et r_2 les résistances des enroulements provoquant les pertes par effet Joule.

Les caractéristiques du transformateur qui influent sur sa fidélité sont principalement :

- sa self-induction primaire L_1
- ses capacités primaire et secondaire C_1 et C_2
- sa self-induction de dispersion.

Le bobinage primaire est en parallèle sur la sortie de l'amplificateur. Lorsque la self-induction est trop faible,

il se produit un court-circuit partiel des fréquences basses. D'où la règle : Pour améliorer la qualité de reproduction du côté des fréquences basses il faut prendre une self-induction primaire élevée, ce qui conduit à augmenter le cuivre, le fer, le poids et le prix du transformateur.

Les capacités propres du primaire et du secondaire du transformateur ont pour effet de provoquer un court-circuit partiel pour les fréquences élevées. D'où la règle : Pour améliorer la reproduction des fréquences élevées, il convient de diminuer les capacités des enroulements. Cela peut s'obtenir par certains artifices de disposition, par l'emploi de tôles à haute perméabilité... et aussi par la diminution du nombre de tours.

Pratiquement les conditions pour une bonne reproduction des fréquences très basses et des fréquences très élevées sont donc différentes. On est, en principe, réduit à adopter un compromis. Ce compromis est d'ailleurs assez facilement réalisable lorsqu'il s'agit de reproduire une bande de fréquences relativement limitée, comprise par exemple entre 60 et 8.000 c/s.

Disons encore quelques mots de la self de dispersion, qui est une self fictive représentant les fuites magnétiques du transformateur et qui, schématiquement, se représente par une self-induction en série avec les capacités primaire et secondaire. Cette self-dispersion provoque, dans certains cas, une résonance pour les fréquences élevées et donne à la courbe de réponse une allure catastrophique. Cependant, ce défaut, qui peut se rencontrer dans les transformateurs de liaison intervalve mal calculés, n'apparaît généralement pas dans les transformateurs de sortie, du fait que ceux-ci sont « chargés », c'est-à-dire, en fait, nettement amortis.

Avant de procéder au calcul d'un transformateur de sortie, il convient tout d'abord de bien examiner les conditions dans lesquelles il doit être utilisé.

Tout d'abord ne pas oublier que le primaire du transformateur de sortie est parcouru par le courant continu d'alimentation de la lampe finale. On sait que le passage de ce courant continu a pour effet de provoquer une saturation magnétique, d'où pratiquement une diminution de la valeur de la self-induction primaire, et l'apparition d'une distorsion de non-linéarité.

Pour réduire l'importance de ces inconvénients, on est obligé de calculer le primaire du transformateur de sortie comme un bobinage d'arrêt, et de prévoir un circuit magnétique pourvu d'un entrefer.

Heureusement, dans la technique de la plupart des amplificateurs, cet inconvénient n'est pas à craindre du fait que ceux-ci sont pourvus généralement d'un étage de sortie *push-pull*. Alors les effets des courants continus des deux lampes de sortie s'annulent, et la saturation n'est plus à craindre.

D'autre part, la qualité de transmission d'un transformateur de sortie est améliorée si cet appareil est placé dans le circuit de contre-réaction de l'amplificateur. On sait, en effet, qu'une contre-réaction correctement établie a pour effet de réduire la distorsion de fréquence et la distorsion de non-linéarité. D'où la règle : *Un amplificateur moderne doit toujours posséder un étage de sortie push-pull classe AB, et être muni d'un dispositif de contre-réaction, la tension de contre-réaction étant prélevée au secondaire du transformateur de sortie.*

Il existe plusieurs modes de calcul d'un transformateur de sortie. Nul plus que moi n'est partisan d'utiliser « calculs » ou « formules mathématiques » lorsque cela est nécessaire. Mais je crois surtout que, dans la vie, il faut tout savoir mettre en œuvre pour atteindre un résultat simple, et qu'il est inutile d'employer un marteau-pilon pour enfoncer une punaise.

Nous allons, dans un instant, indiquer une façon de procéder pour calculer un transformateur de sortie. C'est une méthode rapide et qui n'est qu'approximative. Mais l'expérience nous a montré qu'elle suffisait lorsqu'il s'agissait de calculer des transformateurs de sortie destinés à des amplificateurs du commerce.

(1) Dipôles et quadripôles. Ouvrage pour ingénieurs et étudiants ingénieurs. 1.050 frs.

(2) Emploi des tubes électroniques, tome III : circuits B.F., ouvrage du niveau « agents techniques », 465 frs. Aux Editions Chiron, 49, rue de Seine, Paris-VI. Port 10 %.

De toutes façons il faut procéder *méthodiquement* ; cela veut dire qu'une fois le transformateur calculé, il convient d'en faire construire « une maquette ». Cette dernière sera soumise à un contrôle mécanique et à un contrôle électrique. Pour ce dernier, il est nécessaire, d'une part, d'essayer le transformateur dans les conditions normales de travail, et, d'autre part, de disposer de l'appareillage électrique suivant : générateur H.F. étalonné, oscilloscope, voltmètre de sortie. C'est alors l'affaire de quelques minutes d'examiner si le transformateur convient, c'est-à-dire s'il n'est pas affecté de distorsion de non-linéarité trop importante, et s'il couvre la bande de fréquences désirée. Si tout va bien, les caractéristiques calculées deviennent des caractéristiques définitives ; si, au contraire, certains défauts apparaissent, on modifie une ou plusieurs caractéristiques du transformateur et on recommence l'essai sur un nouvel échantillon. Avec un peu d'habitude, il est bien rare qu'au second essai on n'obtienne pas entière satisfaction.

Calcul simplifié des transformateurs de sortie

La formule fondamentale sur laquelle repose le calcul des transformateurs est la suivante :

$$N = \frac{U}{4,4 F S B} 10^8$$

N est le nombre de tours.

U est la tension en volts.

F est la fréquence.

S est la section du noyau magnétique.

B est l'induction en gauss.

Voici la marche que l'on peut suivre dans le cas d'un calcul simplifié :

1° Choix d'une section provisoire S et d'un type de tôle.

On applique la formule précédente au cas de la plus basse fréquence à transmettre, et qui est généralement 50 à 60 c/s. On se base sur une induction de 10.000 gauss à cette fréquence.

On calcule la puissance P que doit transmettre le transformateur, et on adopte comme section provisoire S du circuit magnétique une valeur comprise entre $1,5 \sqrt{P}$ et $2 \sqrt{P}$; la section S étant obtenue en centimètres carrés lorsque la puissance P est exprimée en watts.

On notera que, du fait que le circuit magnétique est constitué d'un ensemble de tôles, la section brute d'encombrement du fer sera plus élevée que la section réelle du circuit magnétique ; cette section brute pourra être évaluée par exemple à $1,1 S$. On choisira alors un modèle de tôle telle que la largeur b de la jambe centrale soit $b = 0,7$ à $1 \sqrt{s}$, la hauteur d'empilement h est alors obtenue à partir de la formule $b \cdot h = 1,1 S$.

2° Nombre de tours des enroulements primaire et secondaire.

Si R est la résistance d'utilisation branchée au secondaire, et P la puissance maximum à transmettre, la tension U_2 aux bornes du secondaire est donnée par la relation $U_2 = \sqrt{P \cdot R_2}$.

Connaissant F (50 ou 60 c/s).

B (10.000 gauss).

S calculée précédemment

et U_2 que l'on vient de calculer, la formule

fondamentale $N_2 = \frac{U_2}{4,4 F S B} 10^8$ permet le calcul du

nombre de tours secondaires.

Pour le calcul du nombre de tours primaire, il convient de connaître l'impédance R_1 que doit présenter le primaire du transformateur de sortie. On sait que cette impédance est déterminée par les caractéristiques de l'étage de sortie. Ainsi pour un push-pull classe AB₁ de 6L6 cette impédance doit être de 6.000 ohms, tandis qu'elle doit être de 10.000 pour un push-pull classe AB₁ de 6V6, d'EL3, ou de leurs équivalents dans la série Rimlock.

La formule théorique liant les nombres de tours primaire et secondaire aux impédances correspondantes

est $\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$. Cependant, pour compenser les pertes

par effet Joule dans les enroulements, il convient de

prendre pour $\frac{N_1}{N_2}$ une valeur un peu plus élevée que la valeur indiquée par la formule précédente. Pratiquement,

puisque nous connaissons R_1 , R_2 , N_2 , nous calculerons N_1 par la formule :

$$N_1 = \alpha N_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

dans laquelle α aura une valeur comprise entre 0,9 et 0,98.

3° Calcul des intensités.

Le calcul de l'intensité secondaire maximum s'effectue sans difficultés à partir de la formule classique $P = U_2 I_2$.

Pour le calcul de l'intensité primaire, on doit tenir compte du fait que le bobinage est traversé d'une part par le courant d'alimentation en continu de la lampe, I_A , et d'autre part par la composante alternative d'anode i . Le courant efficace primaire est alors

$$I_1 = \sqrt{I_A^2 + i^2}$$

4° Calcul du diamètre des fils.

Le diamètre des fils est conditionné par l'échauffement (c'est-à-dire les pertes Joule) que l'on admet. Pratiquement on se donne la densité de courant ξ que l'on estime admissible. Généralement on choisit ξ compris entre 2 et 4 ampères par mm² ; le diamètre d du fil est alors donné par la relation

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{I}{\xi}}$$

Disons encore que l'expression $d = \sqrt{\frac{I}{2}}$ correspond à une densité de courant de 2,5 A/mm², tandis que l'expression $d = \sqrt{\frac{I}{3}}$ correspond à une densité de courant de 3,8 A/mm².

5° Encombrement - Essai.

Connaissant le nombre des tours primaire et secondaire, et le diamètre des fils, un petit calcul (ou mieux l'emploi d'une abaque adéquate), permet de calculer la surface propre de l'ensemble des fils de cuivre constituant le bobinage. Il convient évidemment que cette surface soit appropriée à la surface de la fenêtre de la tôle choisie. Mais ici attention ! Il ne faut pas oublier qu'un bobinage contient des couches de papier isolant, que le fil de cuivre est de section circulaire, et non pas de section carrée, qu'il est recouvert d'un revêtement d'émail, etc... Bref, la surface brute d'encombrement d'un bobinage est nettement plus élevée que la surface propre du nombre de spires. Un néophyte peut croire qu'il suffit d'augmenter de 50 à 60 % la surface propre pour obtenir la surface brute. C'est nettement insuffisant. Pratiquement il faut estimer que la surface brute sera de 2,5 à 3,5 fois plus élevée que la surface propre.

Cette question étant réglée, on peut alors faire procéder à la réalisation d'un premier transformateur échantillon.

6° Caractéristiques définitives.

L'échantillon obtenu est soumis à un examen mécanique et électrique. L'observation de cet échantillon montrera si l'encombrement des spires a été évalué convenablement, et si toute la place disponible dans la fenêtre de la tôle a été utilisée.

D'autre part, l'examen à l'oscillographe montrera si les fréquences basses et élevées sont convenablement rendues et si la distorsion aux basses fréquences ne dépasse pas les limites raisonnables.

Si le transformateur est jugé convenable, les caractéristiques précédentes sont définitivement adoptées.

Mais certains défauts peuvent apparaître, qui obligent à modifier les caractéristiques calculées ; ce sont, par exemple : encombrement des bobinages trop fort pour la fenêtre prévue ;

— distorsion trop forte aux basses fréquences ;

— atténuation trop élevée des fréquences élevées, etc...

Dans ce cas, on peut modifier simplement les caractéristiques du transformateur en adoptant une nouvelle section S' du noyau magnétique. Parfois cette modification de la section nécessitera l'emploi d'un nouveau type de tôle, mais le plus souvent, si la section ne doit être modifiée qu'assez peu, cette modification pourra être obtenue simplement en faisant varier la hauteur d'empilement des tôles. De toutes façons, tous les calculs effectués lors du premier essai n'auront pas été inutiles, en effet, si N est le nombre de tours d'un enroulement correspondant à la section S , le nombre de tours N'

correspondant à la nouvelle section S' est donné simplement par la formule :

$$N' = \frac{N.S}{S'}$$

EXEMPLE. — Etablir les caractéristiques d'un transformateur de sortie pour un amplificateur 10 watts, la charge primaire étant de 10.000 ohms de plaque à plaque et le secondaire étant pourvu des sorties suivantes : 3,5, 7, 14, 500, 1.000 ohms.

Nous prendrons des tôles de qualité courante (1,6 w), dont la hauteur d'empilement sera de 40 mm, dont la largeur de la jambe centrale sera de 22 mm et dont la fenêtre aura une ouverture de 40 x 17 mm. Le circuit magnétique aura donc les dimensions indiquées figure 2.

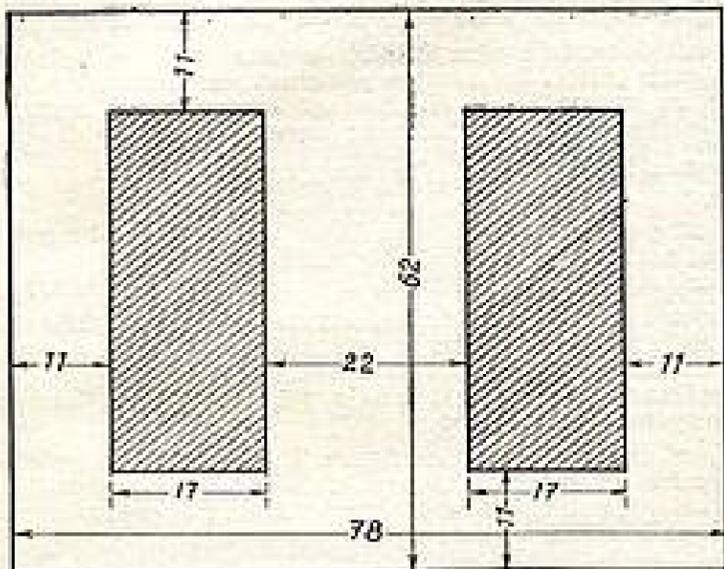


FIG. 2. — Type de circuit magnétique pour transformateur de sortie d'amplificateur 10 watts.

Le calcul effectué par la méthode que nous venons de décrire nous donne, pour le circuit primaire :

1.760 tours en 16/100.

Étant donné qu'il s'agit d'un montage push-pull, on prévoiera deux demi-primaires, chacun de 880 tours, et on disposera les bobinages de la façon suivante :

- le premier demi-primaire,
- les secondaires,
- le deuxième demi-primaire.

Les secondaires seront formés de deux bobinages : un premier bobinage avec prises donnera les sorties à 3,5, 7 et 14 ohms ; un deuxième bobinage avec une prise donnera les sorties à 500 et 1.000 ohms.

Schématiquement le transformateur de sortie est représenté par la figure 3.

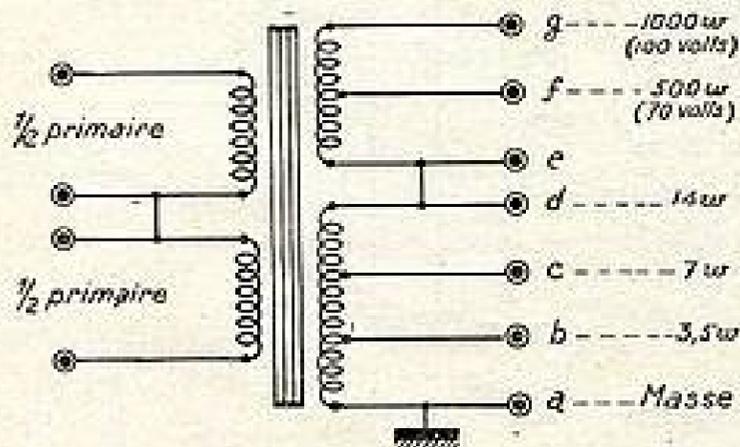


FIG. 3. — Représentation schématique des enroulements d'un transformateur de sortie d'un amplificateur moderne de 10 watts.

Le secondaire à basse impédance sera bobiné en fil de 80/100. Le secondaire à impédance de ligne sera bobiné en fil de 18/100. Les nombres de spires seront les suivants :

- Entre a (masse) et b (3,5 Ω) : 37 tours.
- Entre b et c (7 Ω) : 15 tours.

- Entre c et d (14 Ω) : 22 tours.
- Entre e et f (500 Ω) : 353 tours.
- Entre f et g (1.000 Ω) : 183 tours.
- Les points d et e seront réunis.

Les sorties à 100 volts

La tendance moderne est de disposer sur tous les types d'amplificateurs des sorties de lignes correspondant à 100 volts pour la puissance nominale.

La formule liant l'impédance de sortie R , la puissance de sortie P et la tension de sortie U est évidemment la suivante :

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Pour une tension de sortie de 100 volts, l'impédance de ligne devra donc être :

- De 1.000 ohms dans le cas d'un « 10 watts » ;
- De 400 ohms dans le cas d'un « 25 watts » ;
- De 300 ohms dans le cas d'un « 33 watts » ;
- De 200 ohms dans le cas d'un « 50 watts » ;
- Et de 100 ohms dans le cas d'un « 100 watts ».

Quel est l'intérêt des sorties à 100 volts P

C'est celui de pouvoir brancher tous types de haut-parleurs à tous types d'amplificateurs, à la double condition que la somme des puissances nominales des haut-parleurs utilisés (et qui doivent être montés en parallèle), soit égale à la puissance nominale de l'amplificateur, et que chaque haut-parleur soit muni d'un transformateur d'adaptation de ligne, qui lui permettrait théoriquement de délivrer sa puissance nominale s'il était attaqué par une oscillation de 100 volts.

Cette méthode permet de réaliser rapidement des adaptations correctes, et sans d'autre calcul qu'une simple addition.

Supposons par exemple que nous effectuions une sonorisation avec un amplificateur de 50 watts, et que nous ayons à notre disposition un certain nombre de haut-parleurs de 25 watts, 10 watts, 5 watts, tous munis d'un transformateur de lignes de 100 volts.

Nous pourrions, par exemple, monter en parallèle deux haut-parleurs de 25 watts (dont l'ensemble fait bien 50 watts) et les brancher à la sortie « 100 volts » de l'amplificateur.

Mais nous pourrions aussi, à la place des deux haut-parleurs précédents, monter en parallèle l'ensemble formé par :

- un haut-parleur de 25 watts,
- deux haut-parleurs de 10 watts,
- un haut-parleur de 5 watts,

car la somme fait bien toujours 50 watts, et chaque haut-parleur recevra une puissance électrique proportionnelle à sa puissance réelle.

Cette méthode des sorties à « 100 volts » n'a-t-elle pas des inconvénients ? Certainement oui, car il est difficile de faire quelque chose de parfait ; cependant nous pensons que d'une façon générale le système des sorties à « 100 volts » est plus pratique que l'ancienne méthode (encore utilisée par beaucoup) des sorties à « 500 ohms ».

Pour pouvoir utiliser des sorties à 100 volts, il est nécessaire, non seulement que les haut-parleurs soient munis de transformateurs d'adaptation de 100 volts, mais encore que ces haut-parleurs soient caractérisés par une puissance nominale déterminée. Or, là nous sommes un peu dans l'arbitraire. Un constructeur vous dira : « Mon haut-parleur peut encaisser « 25 watts » et je l'ai muni d'un transformateur ad hoc. » Mais comment ces watts ont-ils été mesurés ? Enfin !... ne nous étendons pas trop sur ce sujet, qui mériterait tout un article pour être traité, et faisons confiance à nos constructeurs. A mon avis, ce qu'il faut désigner par « H. P. de 10 watts » c'est le haut-parleur qu'il convient d'utiliser pour être employé avec un amplificateur de 10 watts.

Nous avons dit que pour adapter un ensemble de H. P. différents à une sortie « 100 volts », il suffisait que la somme des puissances nominales des H. P. soit égale à la puissance nominale de l'amplificateur. Cela paraît évidemment très simple, puisqu'il s'agit d'une simple addition à effectuer.

Mais dans la pratique les choses se présentent souvent différemment. Nous avons par exemple à sonoriser une kermesse avec un amplificateur de 50 watts. Nous avons à notre disposition plusieurs haut-parleurs de

25 watts. Bien entendu une adaptation correcte et rapide est obtenue en utilisant deux H. P. de 25 watts montés en parallèle. Mais il se trouve que nous avons à notre

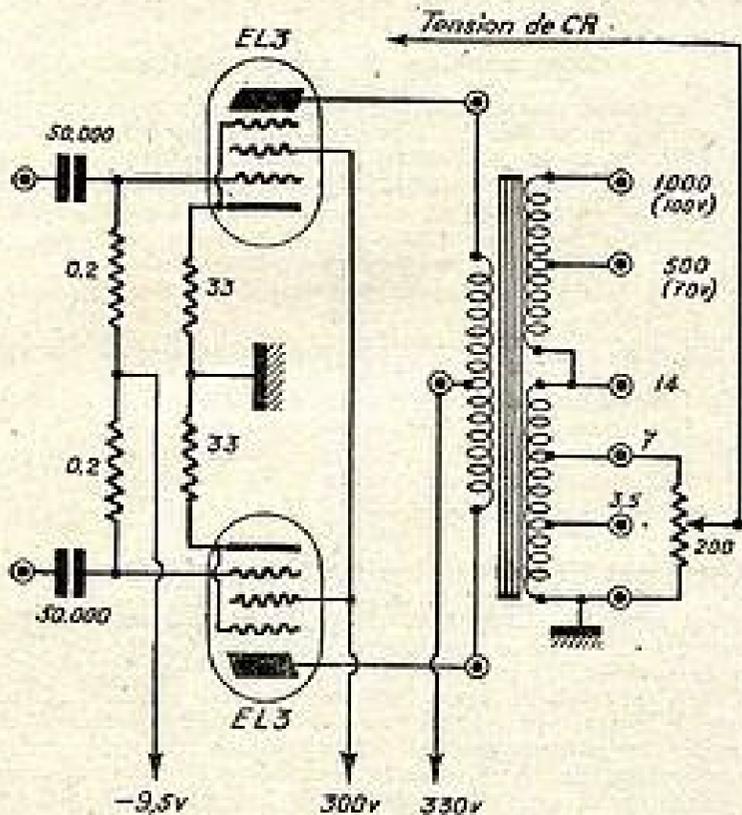


FIG. 4. — Etage de sortie 10 watts obtenu avec un montage push-pull classe AB1 de deux EL3.

disposition quatre H. P. de 25 watts. Ne vaut-il pas mieux effectuer notre sonorisation avec quatre haut-parleurs, plutôt que d'en laisser deux inutilisés dans un coin de notre magasin ? Certainement que si... mais alors si nous branchons quatre H. P. de 25 watts, l'adaptation à 100 volts n'est plus réalisée. Evidemment... et c'est un des inconvénients du système à 100 volts. Cependant un peu de réflexion va nous permettre de trouver une solution à ce problème.

Considérons le cas où le nombre de H. P. branchés présente une puissance nominale égale au double de la puissance requise. Puisque les haut-parleurs sont branchés en parallèle, la résistance équivalente de ligne sera la moitié de la résistance requise pour l'adaptation sur la sortie 100 volts.

Or, d'après la formule $R P = U^2$, si la résistance R devient deux fois plus faible, la tension U doit être $\sqrt{2}$ fois plus faible. En somme pour adapter à un amplificateur un ensemble de H. P. dont la puissance nominale est le double de la puissance requise, il suffit de brancher ces haut-parleurs sur une prise à $\frac{100}{\sqrt{2}} = 70$ volts.

C'est pourquoi nous conseillons toujours aux constructeurs, qui effectuent des sorties à 100 volts sur leurs amplificateurs, de prévoir aussi une sortie à 70 volts.

Dans l'exemple du transformateur pour amplificateur de 10 watts, que nous avons calculé au cours de cet article, la sortie 500 ohms correspond à 70 volts (pour la puissance nominale), tandis que la sortie 1.000 ohms correspond à 100 volts.

Nous avons représenté, figure 4, le schéma d'un étage de sortie de 10 watts équipé de deux EL3 (ou de leurs équivalentes dans la série Rimlock : EL41), montées en push-pull classe AB1.

L. B.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Oscillateur BF très simple pour guidage des aveugles

Voici le schéma très simple d'un oscillateur dont les applications ont été étudiées au City College de New-York par un groupe d'étudiants.

L'aveugle portant l'oscillateur et portant le casque à écouteurs est prévenu de la proximité des obstacles ou objets, par l'interférence du son réfléchi, dont le faisceau est capté à l'aide d'un pavillon dont l'effet directif est compris entre 12° et 30°.

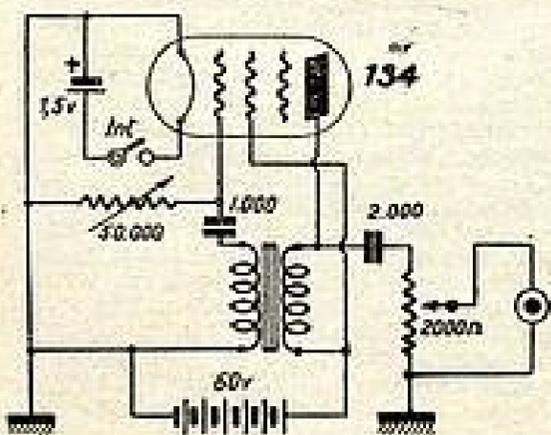


FIG. 1. — Oscillateur BF pour guidage des aveugles.

Système de contre-réaction BF (7H822)

C'est le système adopté par Zenith sur son récepteur 7 tubes à 50 dollars (15.000 frs) recevant aussi bien la modulation de fré-

quence que les ondes normales modulées en amplitude (fig. 2). Il rendante les graves de 15 décibels.

15.000 p/s. Mais il faut aussi une sérieuse protection contre l'induction du courant alternatif d'alimentation. Le transformateur d'en-

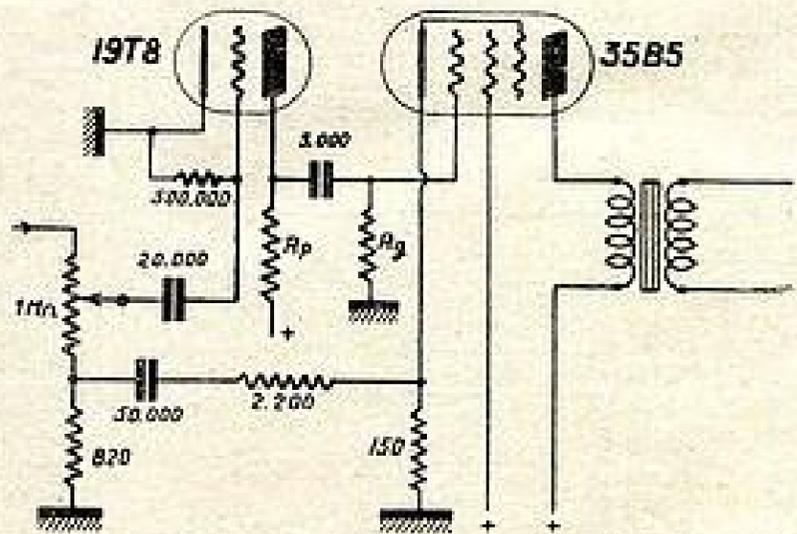


FIG. 2. — C. R. Système Zenith 7H822.

Liaison des pick-up à basse impédance.

Elle doit toujours se faire par transformateur : primaire impédance 200 ohms par exemple ; secondaire impédance 50.000 à 70.000 ohms. Il faut une très grande fidélité, pour respecter la courbe de réponse du pick-up ou même pour l'améliorer. On réussit maintenant avec le permalloy, les mumétal, etc... des réponses fidèles à 1 décibel près de 30 à

trée doit donc être très éloigné du transformateur d'alimentation. Le renflement est souvent rhébitoire, si ce transformateur de pick-up n'est pas à au moins un mètre du châssis alimenté du récepteur ou du pick-up, la liaison étant faite par fil sous gaine blindée. Aux Etats-Unis, des fabricants de transformateurs comme U.T.C. réalisent leurs transformateurs haute-fidélité pour pickup ou microphone avec triple blindage interne, contre tout renflement, même à proximité des circuits d'alimentation.

ABAQUES DE CALCUL DES TRANSFORMATEURS DE SORTIE

par P.-L. COURIER, ingénieur A. M.

ABAQUE N° 1 : RAPPORT DE TRANSFORMATION — RÉPARTITION DES CHARGES

Formules de calcul

Le transformateur de sortie d'un récepteur ou d'un amplificateur a pour rôle d'adapter l'impédance de charge optimum d'un tube ou de deux tubes de sortie (comprise en général entre 1 kΩ et 50 kΩ) et celle, soit de la bobine mobile d'un haut-parleur électrodynamique monté au voisinage (comprise entre 1Ω et 50Ω généralement), soit d'une ligne reliant le transformateur à un haut-parleur situé à distance (impédance comprise entre 50 et 500Ω).

Pour le calcul du rapport de transformation du transformateur de sortie deux cas seront à considérer. Lorsque

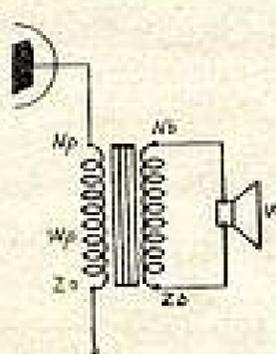


FIG. 1

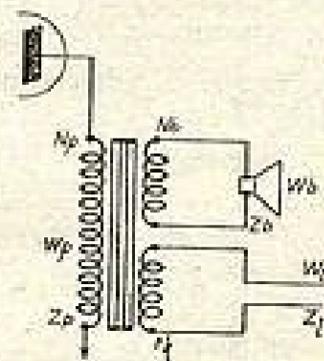


FIG. 2

le transformateur débite sur une seule charge (fig. 1), et si l'on suppose que le transformateur a un rendement voisin de 1, la puissance primaire et la puissance secondaire sont égales :

$$W_p = W_b$$

Dans ce cas, le rapport de transformation se calcule à l'aide de la formule

$$n = \frac{N_p}{N_s} = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_b}} \quad (1)$$

Dans cette formule N_p est le nombre de spires du circuit primaire, N_s le nombre de spires du circuit secondaire, Z_p et Z_b les impédances des circuits primaire et secondaire (valeurs moyennes données généralement par les constructeurs pour 400 c/s ou 1 Kc/s). Dans le cas où le transformateur débite sur plusieurs charges (deux par exemple, comme sur la figure 2, un haut-parleur proche et une ligne), on a les formules :

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{N_p}{N_{s1}} = \sqrt{\frac{Z_p \times W_p}{Z_b \times W_b}}; \\ n_2 &= \frac{N_p}{N_{s2}} = \sqrt{\frac{Z_p \times W_p}{Z_l \times W_l}}; \text{ avec } W_p = W_b + W_l \end{aligned} \quad (2)$$

Constitution de l'abaque

L'abaque à points alignés n° 1 traduit les formules précédentes. Il comporte cinq échelles :

Echelle n° 1 : échelle des valeurs de l'impédance primaire, Z_p ;

Echelle n° 2 : échelle des rapports de transformation, n ;

Echelle n° 3 : échelle des puissances primaires, W_p ;

Echelle n° 4 gauche : échelle des puissances secondaires, W_b ou W_l ;

Echelle n° 4 droite : échelle des valeurs des impédances de charge secondaire, Z_b , Z_l ;

Echelle n° 5 : échelle de réflexion.

D'autre part, une partie des échelles 3 gauche et 4 droite a été doublée par multiplication par 100 pour permettre le calcul dans le cas de valeurs normales de Z_l , tout en conservant une précision suffisante pour les échelles normales.

Applications

Premier exemple. — Pour un tube EL5 l'impédance primaire à 1.000 périodes est 3.300Ω, l'impédance secondaire du haut-parleur utilisé est 7Ω, calculer le rapport de transformation du transformateur de sortie.

Alignons la valeur de Z_p (3.300Ω) lue sur l'échelle 1 et celle de Z_b lue sur l'échelle 4 droite, nous coupons l'échelle 2 sur le nombre 21,7.

Le rapport de transformation doit être :

$$n = \frac{N_p}{N_s} = 21,7$$

Deuxième exemple. — Le tube EL5 donnant une puissance modulée $W_p = 8,8$ watts est appelé à débiter sur une bobine mobile ($Z_b = 5\Omega$, $W_b = 4$ watts) et sur une ligne ($Z_l = 250\Omega$, $W_l = 4,8$ watts), calculer les rapports de transformation à choisir.

Faisons le calcul pour la ligne :

Alignons $Z_p = 3.300$ lu sur l'échelle 1 avec $Z_l = 250$ lu sur l'échelle 3 gauche (partie multipliée par 100), nous obtenons sur l'échelle 5 un premier point de réflexion.

En alignant ce point et 8,8 lu sur l'échelle 3 droite, nous obtenons sur l'échelle 1 un deuxième point de réflexion. En alignant à nouveau ce point et 4,8 lu sur l'échelle 4 gauche, nous coupons l'échelle 2 au point 49,1, la valeur trouvée n'est pas 49,1, mais 4,91 (deux chiffres pour Z_l conduisent à un chiffre pour la racine, c'est-à-dire n).

Le rapport de transformation pour la ligne est donc :

$$n_2 = \frac{N_p}{N_f} = 4,91$$

Un alignement analogue, sans corrections d'unités (3.300 → 5 → 8,8 → 4), permettrait de trouver pour la bobine mobile un rapport

$$n_1 = \frac{N_p}{N_b} = 38$$

REMARQUE. — Le calcul précédent suppose que les deux charges 5Ω, 4 w et 250Ω 4,8 w sont constamment branchées sur le transformateur pour que l'adaptation soit convenable. Dans le cas où une des charges devrait être

réduite au silence, elle devrait être remplacée par une charge équivalente ohmique (voir fig. 3) par le jeu d'un commutateur.

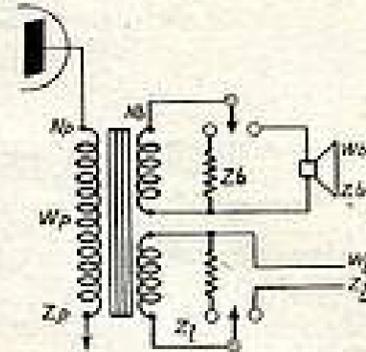


FIG. 3.

ABaque N° 2 : CALCUL DES AFFAIBLISSEMENTS ET DES CONSTANTES DES CIRCUITS

Formules de calcul

L'affaiblissement produit aux fréquences graves se calcule par la formule

$$c_g = \frac{I_b}{I_{\max}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{n^2 Z_b}{L_f \omega}\right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{n^2 Z_b}{R_i}\right)^2}} \quad (1)$$

L'affaiblissement produit aux fréquences aiguës se calcule par la formule

$$c_a = \frac{I_b}{I_{\max}} = \frac{1 + \left(1 + \frac{R_i \sqrt{2}}{n^2 Z_b}\right)^2}{\sqrt{\left(1 + \frac{R_i \sqrt{2}}{n^2 Z_b}\right)^2 + \left(1 + \frac{L_f \omega \sqrt{2}}{n^2 Z_b}\right)^2}} \quad (2)$$

Dans ces formules a est l'affaiblissement, I_b est le courant parcourant la bobine mobile à une fréquence aiguë ou à une fréquence grave, I le courant maximum, n est le rapport de transformation, Z l'impédance de la bobine mobile, R_i la résistance interne du tube, ω la pulsation correspondant à la fréquence F , L_p le coefficient de self induction primaire, L_f la self-induction de fuite du transformateur. (Les deux formules ci-dessus sont destinées à permettre le calcul de ces deux dernières valeurs.)

Constitution des abaques

L'abaque 2 a traduit la formule 1. On y a porté en abscisses les valeurs de $\frac{L_p \omega}{n^2 Z_b}$, en ordonnées celles de $\frac{I_b}{I_{\max}}$ en % le paramètre étant $\frac{R_i}{n^2 Z_b}$.

L'abaque 2 b traduit la formule 2. On y a porté en abscisses les valeurs de $\frac{L_f \omega}{n^2 Z_b}$, en ordonnées et comme paramètre les mêmes valeurs que précédemment.

Applications

EXEMPLE. — Calculer le transformateur de sortie pour tube EL5 et haut-parleur de 7 ohms (résistance interne du tube EL5 33 kΩ) ($I_b = 72$ mA). L'abaque précédent a permis de trouver $n = 21,7$.

La courbe C donne pour le haut-parleur (bobine mobile) $Z_b = 7 \Omega$ à 50 et 1.000 cycles/s et $Z_b = 15 \Omega$ à 5.000 cycles/s.

On a ici :

$$\frac{R_i}{n^2 Z_b} = \frac{R_i}{Z_p} = \frac{33.000}{35} = 9,4$$

Si l'on admet à 50 c/s un affaiblissement correspondant à $\frac{\sqrt{2}}{2} = 71 \%$, l'alignement horizontal puis vertical sur l'abaque 2 a donne

$$\frac{L_p \omega}{n^2 Z_b} = 1$$

d'où l'on tire

$$L_p = \frac{1 \times n^2 Z_b}{\omega} = \frac{1 \times 3.500}{2 \pi \times 50} = 11 \text{ Henry.}$$

Avec le même affaiblissement dans l'aigu on a $n^2 Z_b = \frac{3.500 \times 15}{7} = 7.500 \Omega$ et $\frac{R_i}{n^2 Z_b} = \frac{33}{7,5} = 4,4$; l'alignement horizontal puis vertical sur l'abaque 2 b donne

$$\frac{L_f \omega}{n^2 Z_b} = 4,5$$

d'où l'on tire

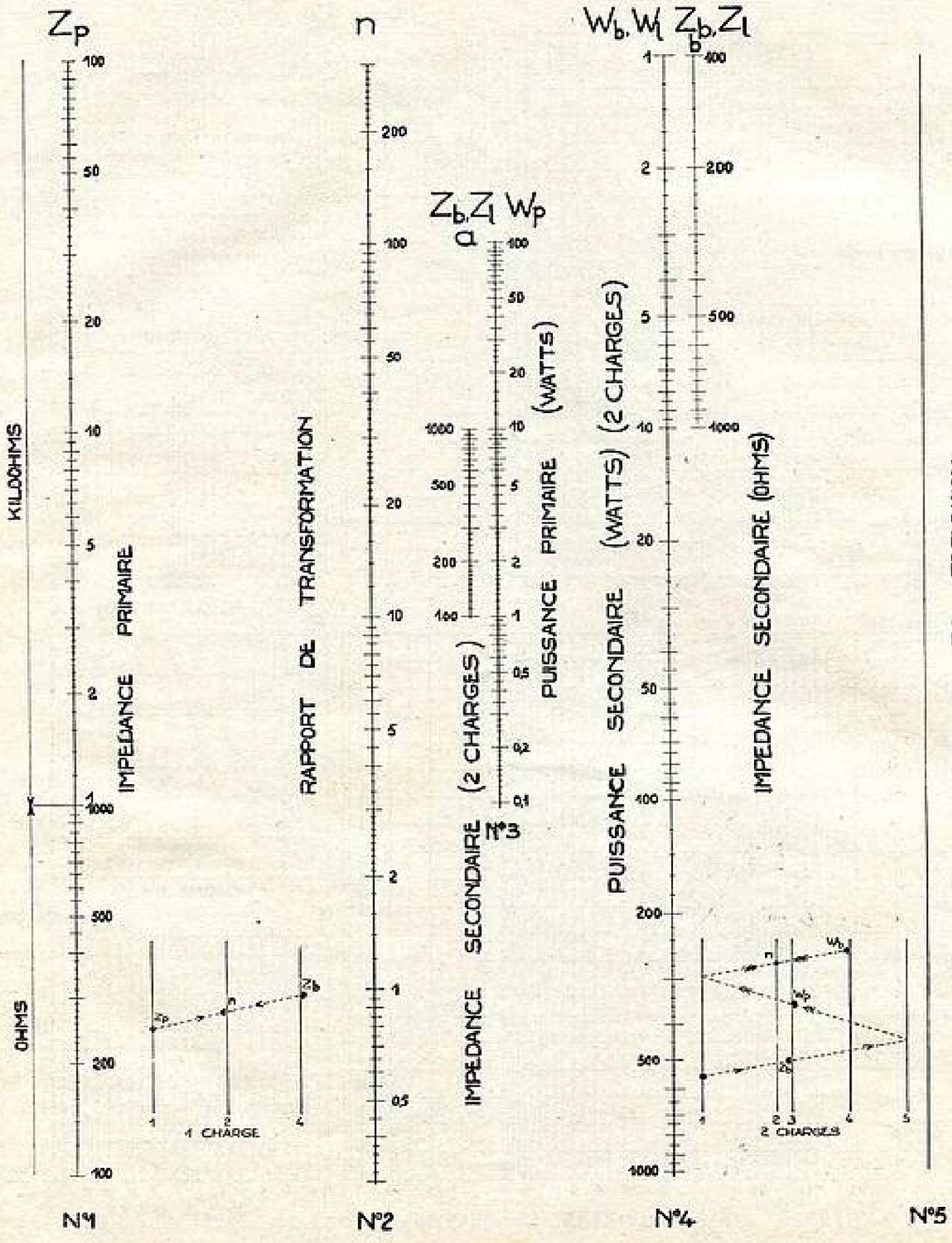
$$L_f = \frac{4,5 \times n^2 Z_b}{\omega} = \frac{4,5 \times 7.500}{2 \times 5.000} = 1,1 \text{ Henry.}$$

Si nous appelons R_1 et R_2 les résistances des enroulements primaire et secondaire et si nous estimons à 200 ohms la valeur $R_1 + n^2 R_2$, nous aurons :

$$Z_p = n^2 Z_b = 3.500 + 200$$

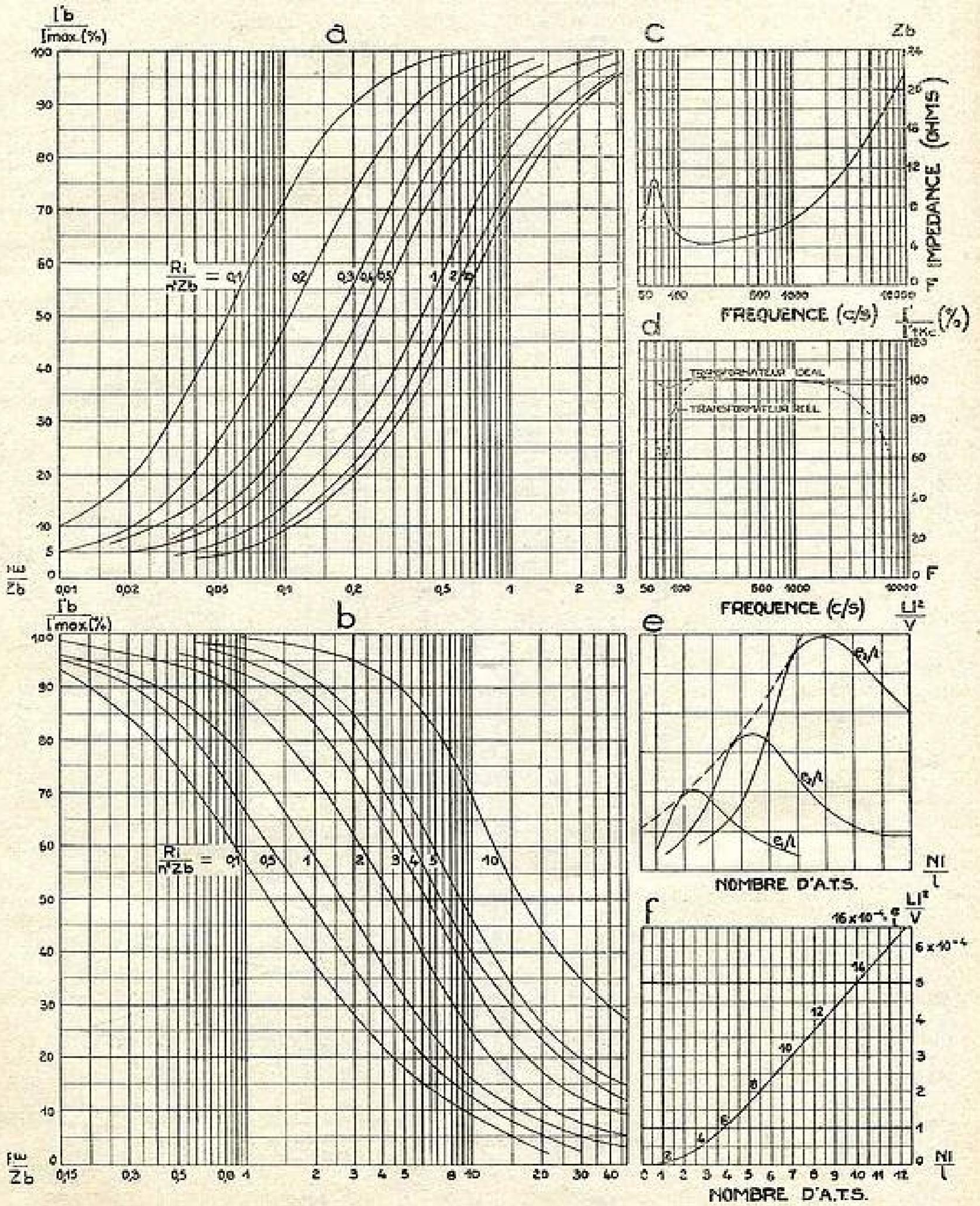
Nous avons trouvé déjà la self-induction primaire $L_p = 11$ henrys et la self-induction de dispersion $L_f = 1,1$ henry. Le noyau sur lequel est effectué le bobinage est représenté sur la figure 4.

ABAUQUE n° 1 : Calcul du rapport de transformation et de la répartition des charges des transformateurs de sortie



Extrait de "Toute la T. S. F. en 125 abaqués", en préparation aux Editions E. Chiron.

ABAGUE n° 2 : Calcul des affaiblissements et des constantes des circuits des transformateurs de sortie



Extrait de la « T. S. F. en 125 Abaqués », en préparation aux Editions E. Chiron.

Les normes françaises actuelles

L'AFNOR, ou plutôt sa section spécialisée dans les normes électriques et radioélectriques, a édité en 1943 le fascicule 2 de la norme USE 98-2 relative aux haut-parleurs électrodynamiques.

Cette norme, en son article 1, indique que le transformateur de sortie est considéré comme faisant partie intégrante du HP (1) ; elle impose comme caractéristiques de définition, en son article 4 :

- la puissance d'excitation maximum ;
- la puissance d'excitation nominale ;
- la résistance de l'enroulement d'excitation (à 20°) ;

Pour ce noyau, on a : $V = 91 \text{ cm}^2$.
Longueur de la ligne de force moyenne :
 $l = 18 \text{ cm. ; } S = 5 \text{ cm}^2$.

Pour le calcul de l'entrefer la courbe c donne les valeurs de $\frac{LI^2}{V}$ en fonction de $\frac{NI}{l}$ pour différentes valeurs

du rapport $\frac{e}{l}$ (e étant l'entrefer). Pratiquement, c'est

l'enveloppe de ces courbes paramétriques qui est utilisée et qu'on a tracée en f pour des tôles courantes à 4 % de Si. Nous avons ici :

$$\frac{LI^2}{V} = \frac{11 \times (72 \times 10^{-3})^2}{91} = 6,3 \times 10^{-4}$$

la courbe f donne pour cette valeur $\frac{e}{l} \times 10^4 = 16$ et

$$\frac{NI}{l} = 12.$$

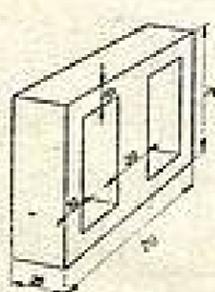


FIG. 4.

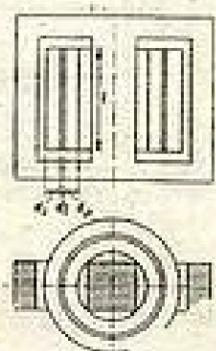


FIG. 5.

Nous avons donc un entrefer :

$$e = 18 \times 16 \times 10^{-4} = 0,3 \text{ mm.}$$

et un nombre de tours primaire

$$N_p = \frac{12 \times l}{I} = \frac{12 \times 18}{72 \times 10^{-3}} = 3.000$$

(1) Ce qui n'est généralement pas vrai pour les HP de puissance ou de sonorisation.

On utilise pour l'enroulement primaire du fil de 0,3 mm. La densité du courant primaire est :

$$\frac{I}{s} = \frac{0,072}{\frac{\pi}{4} \times 0,3^2} = 1,02 \text{ A par mm}^2$$

L'épaisseur de l'enroulement primaire est (voir fig. 5) $d_p = 5 \text{ mm.}$ (longueur de la spire moyenne 12 cm.). Celui-ci sera séparé de l'enroulement secondaire par une couche de papier $d_1 = 0,5 \text{ mm.}$; n ayant été trouvé égal à 21,7, on a pour l'enroulement secondaire :

$$N_b = \frac{3.000}{21,7} = 138$$

Si les pertes au secondaire sont égales aux pertes dans le primaire, le diamètre du fil du secondaire devra être de :

$$\sqrt{21,7 \times 0,3} = 1,4 \text{ mm.}$$

L'épaisseur de cet enroulement sera également de 5 mm. La longueur moyenne d'une spire au secondaire sera 16 cm. environ.

On aura pour le primaire : $l_p = 3.000 \times 12 = 360 \text{ m.}$, ce qui conduit à une résistance de 89 ohms, et pour le secondaire :

$$l_b = 138 \times 16 = 22 \text{ mm.}$$

ce qui conduit à une résistance de 0,25 ohm.

La valeur de $R_1 + n^2 R_2$ est égale à 207 ohms (valeur à peine différente de celle calculée dans l'avant-projet). Le tube EL5 donnant 9 watts à 1.000 périodes/s, cela correspond à une tension alternative :

$$u = \sqrt{9 \times 3.500} = 177 \text{ volts.}$$

On a :

$$\frac{177 \times \sqrt{2}}{2} = 125 \text{ volts eff. à 50 périodes/s.}$$

A cette fréquence, l'induction a pour valeur :

$$B = \frac{125 \times 10^8}{4,4 \times 50 \times 3.000 \times 5} = 3.800 \text{ gauss.}$$

REMARQUE I. — Les notations et les formules pour le texte ci-dessus sont celles employées pour les abaques 84, 85, 92, 93, 94, 95 de notre ouvrage « La T.S.F. en 125 abaques » en préparation aux Éditions E. Chiron.

REMARQUE II. — Les calculs ci-dessus ont été faits en supposant qu'il s'agissait pour le courant dans la bobine mobile d'un transformateur idéal ; avec le transformateur réel une correction devrait être faite quant à ce courant avec le diagramme d relatif à un tube pentode.

Dans notre prochain numéro :

notre rédacteur en chef **LUCIEN CHRÉTIEN** publiera

la description d'une intéressante application des thyratrons

Réalisation d'une tension anodique stabilisée

utilisant deux tubes thyratrons 2050 MAZDA

ADAPTATION UNIVERSELLE DU HAUT-PARLEUR D'ESSAI

par G. GINIAUX

Dès 1937, la T. S. F. pour Tous donnait un article de P.-L. Courier sur l'intérêt présenté par les transformateurs de sortie à prises pour permettre le dépannage des récepteurs sur banc, sans l'emploi du haut-parleur accompagnant le châssis.

Cet équipement de dépannage peut être réalisé actuellement sous la forme suivante :

— un haut-parleur à aimant permanent, 21 ou 24 cm. de diamètre, afin de pouvoir « tenir » facilement six watts modulés. Ce haut-parleur sera d'un type à bonne fidélité, notamment dans les aigus, afin de ne pas étouffer les distorsions que peut produire le récepteur en dépannage.

ce montage le haut-parleur était à excitation montée en filtrage.

Transformateur de sortie universel

Les solutions peuvent différer notablement. Signalons que la firme « Radio-Contrôle », à Lyon, réalise un ensemble, dans un rack, groupant les transformateurs de sortie à prises et le haut-parleur correspondant.

Si l'on réalise un transformateur de sortie unique, devant servir aussi bien dans le cas du push-pull, que de l'étage BP à une seule lampe de puissance, il paraît nécessaire de réaliser un transformateur de sortie avec

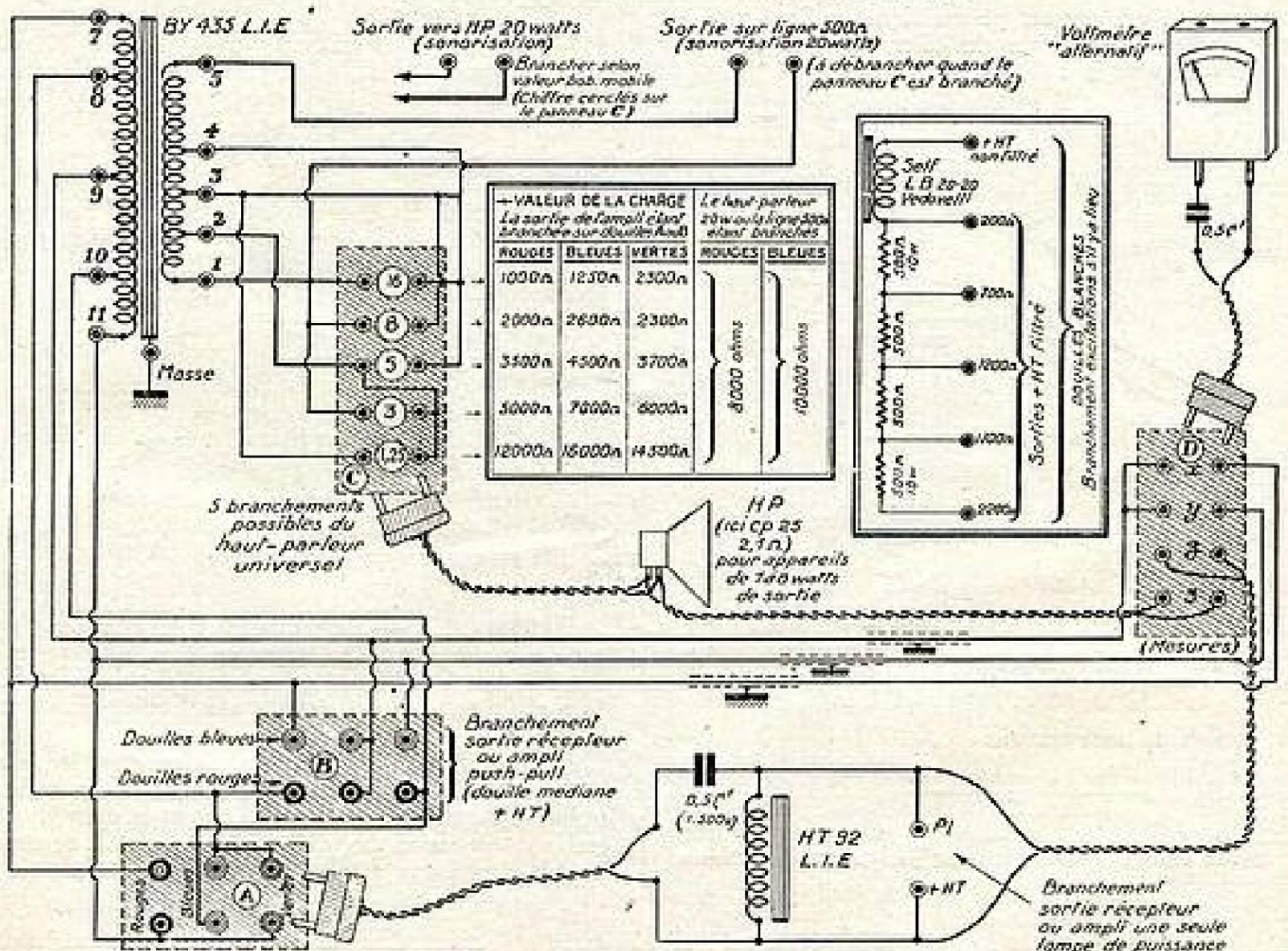
placées tour à tour dans un sens et dans l'autre), les deux transformateurs comportant les prises nécessaires (au primaire ou au secondaire) pour différentes impédances de charge, est une solution convenable. Mais elle demande plus de matériel que la solution du transformateur unique.

Réalisation

de notre banc d'essai

Nous avons voulu utiliser un transformateur de sortie de qualité, mais unique.

Notre haut-parleur Princeps CP 25 a une bobine mobile de 2,1 ohms d'impédance à 400 c/s.



Ce haut-parleur « révélateur » est pour nous le CP 25 Princeps, de 24 cm. de diamètre, 2,4 ohms d'impédance de bobine mobile (à 1.000 c/s) qui passe encore très bien le 8.000 périodes du générateur BP :

— un transformateur de sortie dit « universel » pour réaliser facilement les différentes impédances de charge que peuvent demander les tubes de puissance des récepteurs ou amplis de dépannage ;

— une cellule de self-induction pour assurer le filtrage de la HT du récepteur, si, dans

entrefer, c'est-à-dire avec tôles placées toutes dans le même sens, les languettes centrales ne rejoignant pas la branche transversale du circuit et créant ainsi un entrefer de 3/10^e à 2/10^e de mm. On perd l'un des avantages du transformateur de sortie push-pull : inductance primaire élevée pour l'impédance à obtenir, et meilleur rendement sur les graves.

La solution de deux transformateurs de sortie distincts, l'un à entrefer pour récepteurs à une lampe de sortie, l'autre push-pull, sans entrefer (tôles imbriquées, c'est-à-dire

Le transformateur de sortie L. I. E. DY 345 nous permet les combinaisons suivantes. Il s'agit du modèle pour push-pull 6L6, 20 watts, de 8.000 et 10.000 ohms plaque à plaque comme impédances primaires nominales.

Les secondaires permettent en principe l'adaptation aux impédances de bobine mobile suivantes :

- entre « 2 » et « 3 » 1,25 ohms
- entre « 1 » et « 2 » 3 ohms
- entre « 2 » et « 4 » 5 ohms
- entre « 1 » et « 3 » 8 ohms

entre « 1 » et « 3 » 500 ohms
 entre « 1 » et « 4 » 16 ohms
 (pour ligne de sonorisation).

Nous allons brancher la bobine mobile (ici 2,1 ohms à 400 c/s) aux bornes de l'un ou l'autre des secondaires quel que soit sa désignation, et la charge primaire sera modifiée en conséquence.

Voici le résultat, comme exemple, le primaire (10.000 ohms nominatifs de plaque à plaque) étant branché à la sortie d'un push-pull : si la bobine mobile de 2,1 ohms est branchée :

aux bornes du secondaire 1,25, la charge réelle sera	16.000 ohms
— — — — — 3 — — — — —	7.000 ohms
— — — — — 5 — — — — —	4.500 ohms
— — — — — 8 — — — — —	2.600 ohms
— — — — — 16 — — — — —	1.250 ohms

La formule pour calculer le résultat avec votre valeur d'impédance pour la bobine mobile d'un haut-parleur quelconque, sera (résultat approximatif, mais suffisant) :

$$Z = \frac{P \times b}{S} \text{ (ohms)}$$

dans laquelle Z est l'impédance primaire obtenue :

P est l'impédance nominale primaire sur laquelle est branché le transfo ;

S est l'impédance nominale de la prise du secondaire utilisée ;

b est l'impédance de votre bobine mobile à 400 c/s.

Montage pour récepteur à lampe de sortie unique

Il suffit d'employer le même transformateur de sortie, mais de l'attaquer en dérivation, en employant une self à fer qui sera par exemple le type HT92 de L. I. E., pour avoir une faible résistance ohmique, la possibilité de débits plaque jusqu'à 150 mA, et un coefficient de self très important pour les débits normaux des tubes uniques, de 40 mA (6V6-EL3) à 60 et 72 mA (EL6-6A5-6L6). L'impédance de la self est très élevée et réduit

à peine la valeur de l'impédance de charge établie par les branchements sur le transformateur de sortie.

Gâblage

Le système des contacteurs peut être évité par l'emploi de douilles qui permettraient toutes les combinaisons d'impédances possibles. Le schéma nous montre un exemple. Nous croyons utile de rappeler qu'il ne s'agit que d'un exemple. Vous pouvez fort bien utiliser un transformateur de sortie moins coûteux,

le 10 watts L. I. E., par exemple. Pour nous, notre modèle 20 watts servait aussi à attaquer un haut-parleur de puissance avec un push-pull classe AB2 de 6 V. 6, c'était là en fait la raison d'être de ce matériel soigné.

Branchement de l'excitation des haut-parleurs

Nous employons un haut-parleur à aimant permanent. Il suffit donc, si le poste à examiner demande un branchement d'excitation assurant le filtrage du récepteur, de monter une self de filtrage sur le panneau « haut-parleur ».

La self à fer LB 20.20, de Vedovelli, convient parfaitement pour cet emploi. Un jeu de quatre résistances bobinées 10 watts, de 500 ohms, suffit à permettre d'atteindre la valeur requise pour le remplacement de l'enroulement d'excitation du haut-parleur du poste (700-1.200-1.700-2.200 ohms). La self de filtrage en question convient pour tous débits HT jusqu'à 140 mA.

Mesures

Le voltmètre alternatif sera utilisé surtout sur trois sensibilités : 0-7,5 volts, 0-30 volts

et 0-150 volts. On applique à l'appareil en examen un signal BF de fréquence et d'intensité constantes.

Mesures x et y : sensibilité 0-150 volts. Si lecture x différente de lecture y, push-pull déséquilibré. Obtenir x = y en rectifiant charges non symétriques des étages, etc., et enfin polarisation tubes de puissance.

Mesure z : sensibilité 0-30 à 0-150 volts. Tension de sortie BF d'un appareil à une seule lampe de puissance.

Mesure s : sensibilité 0-7,5 volts. Tension de sortie de tous appareils (push ou non). On peut mettre au point les étages BF de l'appareil sur la foi de cette lecture « s ». On ne doit pas s'en servir pour régler les circuits HF et MF, à moins de supprimer l'antifading du récepteur. Pour une mise au point totale d'une maquette, il serait bon de brancher aussi un oscillographe aux bornes « s » afin d'arrêter le gain et la tension de sortie max. au moment où le signal injecté par un générateur BF sinusoïdal apparaît déformé.

Vérification impédance de charge obtenue :

$$Z = \frac{b \times z \times x}{s \times x}$$

grossièrement, on a : Z = $\frac{b \times z}{s}$, b étant

l'impédance connue de la bobine mobile du haut-parleur (pour nous 2,1 ohm) et z et s les lectures en volts faites en injectant un signal de 400 c/s à l'entrée de l'ampli BF en examen.

L'erreur due au voltmètre, aux liaisons par capacités, etc., peut atteindre 15 %.

Puissance de sortie : grossièrement, on a :

$$P \text{ watts} = \frac{z \times x}{b} \text{ (s en volts, b en ohms)}$$

$$\text{pour nous, ici : } P \text{ watts} = \frac{s \times x}{2,1}$$

Réglages en silence : remplacer le branchement de la fiche du haut-parleur dans le tableau C par le branchement d'une résistance de 2,1 ohms (dans notre cas) dans les douilles correspondant à l'impédance de charge à obtenir.

G. G.

COURRIER TECHNIQUE (extrait)

M. André JAMET, de Lyon, écrit à notre rédacteur en chef Lucien Chrétien :

Abonné depuis huit ans à la T.S.F. pour Tous, c'est toujours avec un vif intérêt que je lis vos articles, particulièrement ceux concernant les amplificateurs à haute fidélité.

C'est ainsi que votre amplificateur push-pull 6V6 m'a vivement intéressé. Toutefois en le comparant avec l'amplificateur équipé avec les triodes 6L6 il me semble que sur un point il doit être particulièrement inférieur.

En effet, si on ne relève pas les fréquences basses au moyen de la contre-réaction sélective, on obtient un amortissement électrique du haut-parleur comparable à celui obtenu avec les triodes. Mais, lorsque les graves sont relevés, la contre-réaction n'existe plus sur ces fréquences, et au primaire, les résistances internes des 6V6, soit 2 x 50.000 ohms sont particulièrement élevées par comparaison avec les 2 fois 200 ohms obtenus avec les triodes. Il en résulte certainement une distorsion plus élevée sur ces fréquences par suite de la fréquence de résonance du haut-parleur qui sera assez élevée et comme l'impédance de la bobine mobile à ces fréquences est assez différente de celle à 400 périodes, la charge sera incorrecte, donc distorsion qui de toute façon est considérablement réduite dans le cas des triodes ou des tétrodes à contre-réaction où une augmentation de charge se traduit par une diminution de la distorsion par harmonique 3.

Il serait donc intéressant de pouvoir conserver constamment à cet amplificateur une

contre-réaction importante tout en pouvant faire une correction de la courbe de réponse. Je vous indique que j'utilise avec d'excellents résultats un étage correcteur devant n'apporter quel amplificateur (pourvu qu'il n'apporte pas de distorsion de fréquence, d'amplitude ou de phase) et qui permet d'obtenir une correction aussi efficace que celle obtenue par la contre-réaction sélective de la bobine mobile à l'entrée de l'amplificateur.

Cet étage correcteur a été mis au point par la firme américaine Thordarson.

D'autre part, on dit que dans la réalisation d'un transformateur push-pull il est inutile de prévoir un entrefer puisque les courants continus des deux tubes s'annulent. Ceci est vrai en régime statique, au repos, où par exemple chaque 6V6, pour une polarisation de - 15 volts débiteront chacune 35 mA. Mais pour une attaque de 10 v, par exemple, un tube débitera à l'instant où il recevra + 10 v, un courant de 80 mA environ alors que l'autre recevant - 10 v, au même instant débitera 10 mA. On aura à cet instant un courant continu de 70 mA dans le transformateur justifiant certainement un entrefer.

REPONSE

Il est hors de doute que l'amplificateur avec 6V6 ne saurait donner des résultats aussi parfaits que celui qui a été antérieurement décrit et dont l'étage final symétrique est équipé avec des 6A5.

Toutefois, la différence de qualité est plus théorique que réelle, elle n'est pratiquement pas appréciable à l'oreille, à condition d'utiliser un transformateur de sortie d'impeccable qualité.

Il faut d'ailleurs remarquer que la contre-réaction n'est pas nécessairement supprimée sur les graves et que le taux moyen est beaucoup plus fort qu'il ne serait strictement nécessaire pour supprimer la distorsion.

Je connais de longue date le correcteur Thordarson, mais le système n'est pas à l'abri de la critique. Il faut noter qu'il agit par atténuation et que, pour un égal niveau moyen, il faut prévoir un étage supplémentaire : c'est-à-dire un supplément de distorsion.

Vous faites une erreur grave dans votre raisonnement à propos du courant continu.

Dans le montage symétrique la composante moyenne magnétisante est nulle. De cette composante résulte une diminution de perméabilité apparente et par conséquent une réduction du coefficient de self induction du primaire, coefficient qui commande la transmission des fréquences basses. Dans l'exemple que vous citez, l'intensité maximum instantanée ne peut dépasser 80 mA ; mais s'il ne s'agissait pas d'un montage symétrique elle atteindrait 80 mA plus la valeur moyenne du courant ; c'est à dire encore 80 mA, soit au total 160 mA...

L. C.

LE BAFFLE

par Serge BERTRAND, Ingénieur

La reproduction sonore de qualité ne se limite pas — ce qui est souvent le cas — à l'adaptation parfaite de l'étage de sortie au haut-parleur mais il faut se soucier également de l'adaptation acoustique de ce dernier, de façon à rendre maximum le rapport de transformation :

$$p = \frac{W_a}{W_e} = \frac{\text{Puissance acoustique}}{\text{Puissance électrique}}$$

Le rendement acoustique des reproducteurs à membrane étant déjà très faible (5 à 10 %), on comprend l'intérêt de cette adaptation que l'on réalise par l'emploi d'un écran solide appelé « baffle » (1).

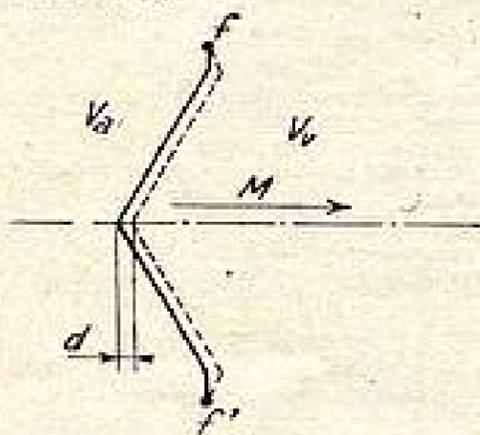


FIG. 1.

Rôle du baffle

I. — Le premier rôle du baffle est de charger — toujours acoustiquement — le haut-parleur, c'est-à-dire de limiter les déplacements de la membrane dans les grandes amplitudes.

Il est fréquent, lorsqu'un H.P. fonctionne à vide, autrement dit sans baffle, que sa membrane soit détériorée

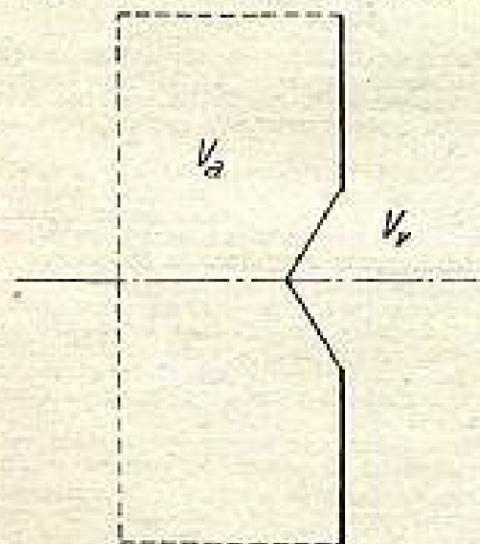


FIG. 2.

et littéralement arrachée de son support lorsqu'un signal trop intense est appliqué sur sa bobine mobile. L'explication de ce phénomène est relativement simple :

(1) De l'anglais « to baffle » = se soustraire.

Considérons (fig. 1) une membrane représentée en coupe, fixée en deux points F et F' et subissant un déplacement d dans le sens M . Dans sa course, le cône se trouve uniquement freiné par le volume d'air déplacé V_v , délimité par la face avant, et l'on comprend que, se trouvant dans un milieu homogène, la différence de pression existant entre la face avant et la face arrière est très faible. Les déplacements de grande amplitude ne sont pas limités et risquent de projeter la mem-

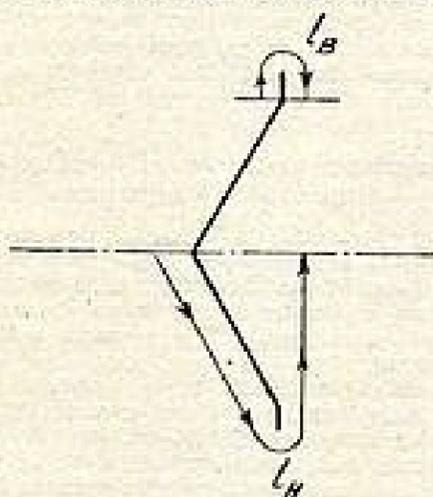


FIG. 3.

brane dans le sens du mouvement M .

Il est donc nécessaire, pour protéger le diaphragme du reproducteur, de maintenir entre les deux milieux V_a et V_v une différence de pression aussi grande que possible.

senté en traits interrompus sur la figure 2.

Comme nous le verrons plus loin, cette méthode ne serait pas sans inconvénient du point de vue rendement énergétique.

Une autre méthode consiste à placer le H.P. dans une cloison entre deux pièces, mais ce procédé présente le même défaut que celui ci-dessus et le plus gros inconvénient réside dans les différences de pression inévitables entre les deux pièces (ouverture d'une porte, d'une fenêtre, etc...) qui risquent de détériorer la membrane.

II. — A côté de son rôle protecteur, le véritable but du baffle est de maintenir constant en fonction de la fréquence le rapport p et d'éviter l'apparition de distorsions de phases acoustiques.

Si nous nous reportons à la figure 1, nous savons que pour un déplacement de la membrane dans le sens M , il y a compression d'un volume d'air à l'avant et une dépression correspondante à l'arrière.

En considérant également que les fréquences élevées se propagent suivant l'axe du H.P. et que les fréquences basses, par contre, sont rayonnées radialement, nous pouvons tracer (figure 3) les chemins respectifs l_a et l_b parcourus par les ondes sonores arrières pour se reporter à l'avant.

Pour les aigus, il sera toujours supérieur à une demi longueur d'onde acoustique et pour ces fréquences la question de phase ne sera que secondaire.

Par contre, pour les graves, l_a étant réduit à une valeur « E », l'énergie

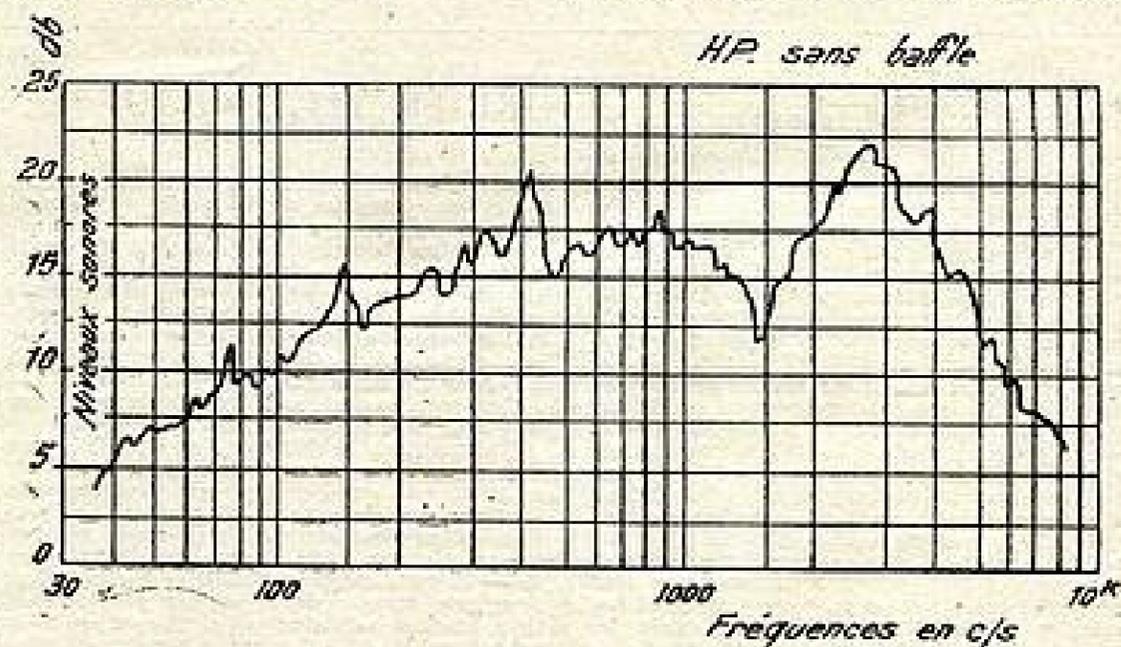


FIG. 4.

Cet effet peut être obtenu facilement en séparant les deux volumes d'air par une cloison (fig. 2) de grandes dimensions de manière que la membrane agisse un peu à la façon d'un piston.

Cette comparaison imagée peut être réalisée pratiquement par l'emploi d'une boîte complètement fermée à l'arrière, comme nous l'avons repré-

arrière se trouvera en opposition de phase avec celle produite à l'avant. Il se produira un affaiblissement considérable de ces fréquences, dont la vérification nous est donnée pratiquement par l'emploi d'un H.P. démuné de baffle. Les basses sortent mal, la musique est plate et manque de relief. En se reportant à la figure 4, on y

voit la courbe de réponse d'un H.P. (2) et l'on y remarque l'affaiblissement progressif des basses. On ne peut pas parler de fréquence de coupure pour un H.P. démuné d'écran, la limite du passage du rayonnement de l'énergie centrale à celui de l'énergie radiale étant très mal définie.

Il est bon de remarquer également que, théoriquement, si la puissance acoustique arrière était égale à la puissance avant, il ne devrait pas y avoir production de radiations sonores, mais pratiquement celle-ci étant toujours inférieure à celle-là, l'effet obtenu se traduit par l'affaiblissement signalé ci-dessus.

D'après ce que nous venons de voir, et en seconde conclusion, il est donc indispensable d'augmenter artificiellement la longueur du parcours l par l'emploi d'un écran de grandes dimensions de façon à séparer les énergies sonores avant et arrière produites (fig. 5).

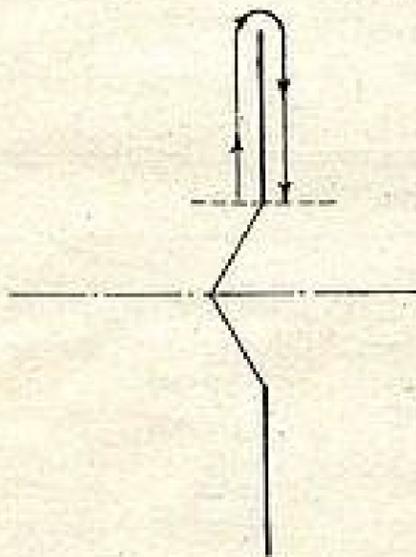


FIG. 5.

Les dimensions du baffle à employer dépendent de la fréquence la plus basse que l'on désire transmettre.

Si l'on se fixe la fréquence de coupure à 30 c/s il faudrait que la longueur l soit égale à :

$$l = \frac{V}{2f} = \frac{340}{2 \times 30} \approx 5,70 \text{ m.}$$

V étant la vitesse du son, soit 340 m/s.

On voit sur la figure qu'en négligeant le diamètre du H.P., $\frac{l}{2}$ représente le rayon de l'écran, d'où l'égalité générale suivante :

$$l = \text{diamètre du baffle}$$

On se rend compte qu'on atteint tout de suite des dimensions très importantes qui ne contribuent pas à rendre le baffle d'un appareil des plus portatif.

Il est bon de remarquer toutefois que 5,70 m. nous donne le diamètre pour une compensation exacte et théorique de l'interférence produite aux fréquences basses ; en pratique on adopte une solution intermédiaire qui

(2) On peut remarquer que la réponse dans le médium est hachée et n'a rien de rectiligne, cela provient du déphasage irrégulier produit en fonction de la fréquence entre l'énergie avant et l'énergie arrière.

consiste à prendre des dimensions plus modestes.

Un baffle de 1 à 1,25 m. de diamètre donne déjà de très bons résultats.

Formes et construction des baffles plans

En adoptant les dimensions pratiques ci-dessus, ce qui revient à tolérer une interférence dans les graves, on peut réaliser des baffles dont la forme soit telle que ce défaut soit en partie masqué ou estompé.

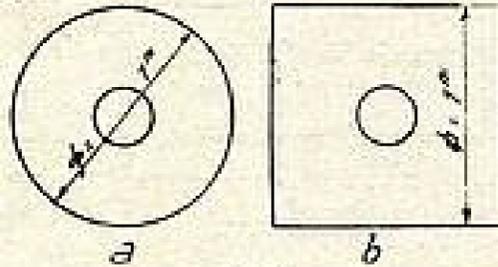


FIG. 6.

Le principe de base est d'avoir un rayon variable en fonction de l'angle au centre.

Un écran de forme circulaire, comme il est indiqué sur la figure 6a présenterait le grave défaut de produire une pointe d'interférence des ondes émises sur une seule fréquence, due au fait que la longueur l reste constante.

La courbe de réponse (fig. 7a) aura une crevasse très marquée pour la fréquence d'absorption approximative suivante :

$$f = \frac{V}{2l} = \frac{340}{2} = 170 \text{ c/s.}$$

Le type de la figure 6b présentera aussi le même défaut, mais plus atté-

nué et s'étendant sur une petite bande de fréquences (fig. 7b). Les baffles plans devront être construits en bois tendre

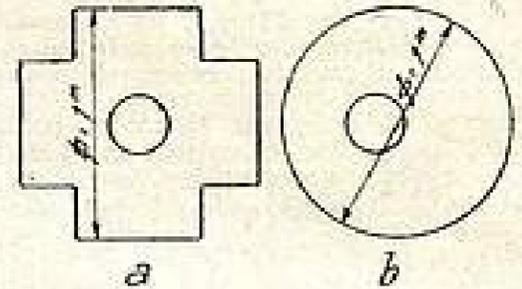


FIG. 8.

(peuplier, contre-plaqué, etc...) de deux centimètres ou plus d'épaisseur, pour éviter les résonances propres de l'écran. Le baffle plan idéal, si ce n'était de ses inconvénients notoires, serait bien entendu la cloison qui, vu ses dimensions et son absence de résonances, serait tout indiquée.

Baffles complexes

Nous entendons par baffle complexe, tout système qui tend à éliminer les défauts du baffle plan.

Le plus simple de ces modèles est le baffle plan replié (fig. 9) qui permet d'allonger artificiellement le chemin de l'onde de retour sans encombrement de place supplémentaire.

Mais il est bien difficile d'éviter la résonance de la boîte qui se traduit par une sonorité de « fond de tonneau » assez désagréable.

Pour l'atténuer on tapisse l'intérieur avec une matière insonore (feutre, isol, etc...).

On peut constituer un baffle infiniment grand, en fermant l'arrière de la

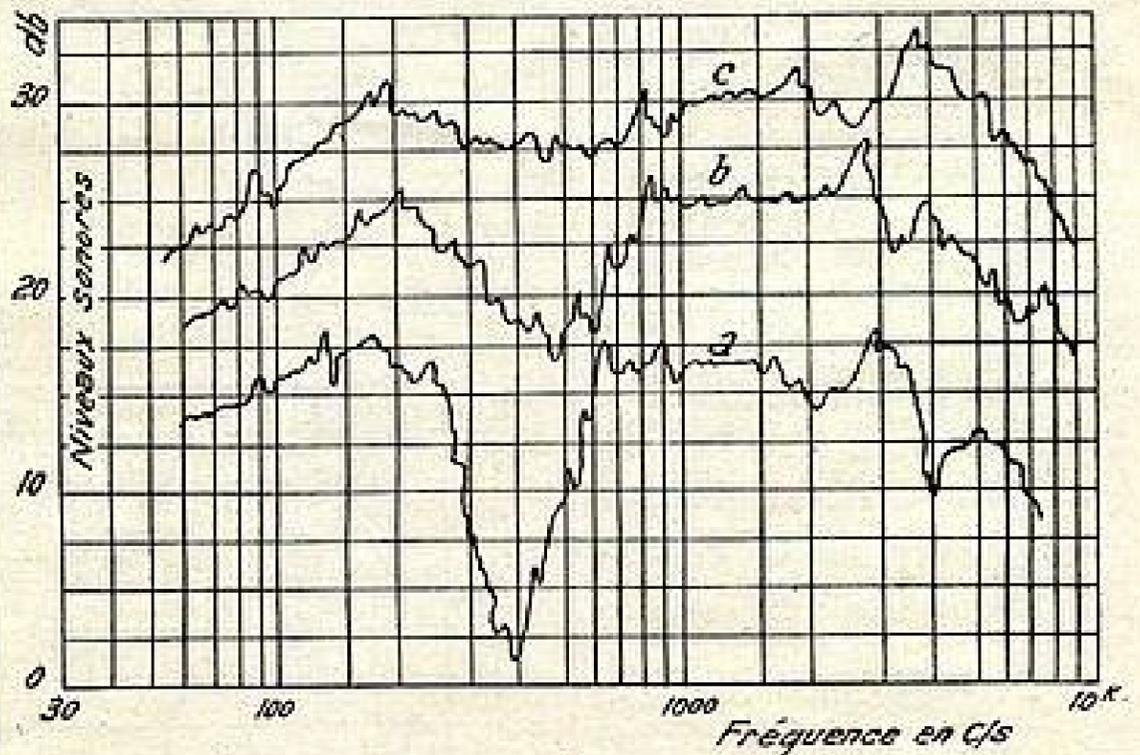


FIG. 7.

boîte comme l'indique le pointillé sur la figure 9, seulement on retombe dans le cas de la cloison et de ses inconvénients.

Un des meilleurs baffles plans à adopter est celui qui présente un contour irrégulier (fig. 8a) ou excentré (fig. 8b) de façon que les interférences

produites soient estompées en s'étendant sur une bande de fréquences plus large (fig. 7c). Les baffles plans devront être construits en bois tendre

produites soient estompées en s'étendant sur une bande de fréquences plus large (fig. 7c). Les baffles plans devront être construits en bois tendre

quel les ondes sonores arrières sont reportées à l'avant à travers une ouverture O, après avoir parcouru un chemin *l* allongé artificiellement par des cloisons placées en quinconce (fig. 10).

Même revêtues d'isorel, les cloisons ont des résonances propres et la construction doit en être très soignée pour les éviter.

Les cloisons seront faites en bois épais, assemblées et collées et, quelquefois pour disperser les aiguës ou éviter l'absorption de certaines fréquences le long des parois, on recouvrira de vernis cellulosique certains endroits bien déterminés des labyrinthes.

Pour bien faire, une mise au point convenable ne peut être faite que dans une chambre acoustique, ce qui n'est pas à la portée de l'amateur.

Par rapport à un baffle plan, les di-

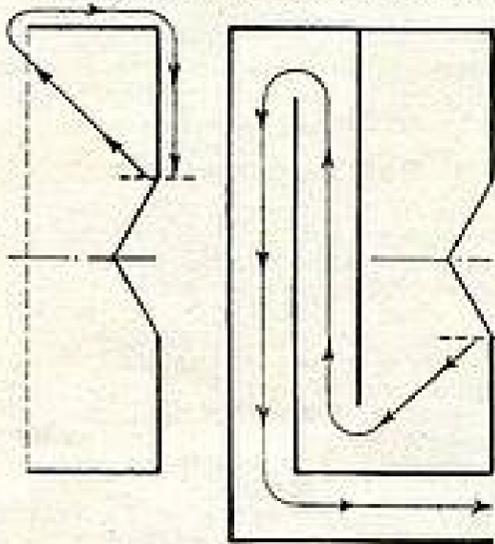


FIG. 9.

FIG. 10.

mensions sont moins importantes pour un rendement acoustique supérieur.

La firme américaine « Hallcrafters » réalise des baffles à labyrinthes dont le volume est inférieur à un cube de 0 m. 50 de côté.

Baffle infini

Le baffle infini ou « bass reflex » de Jensen (3), a été créé pour améliorer certaines bandes de fréquences défavorisées par le H. P. lui-même et pour améliorer le rendement acoustique de l'ensemble.

Il est constitué (fig. 11), par une boîte en bois hermétiquement close et possédant à l'avant, en plus de l'ouverture du H. P. un autre orifice rectangulaire qui permet le renvoi à l'avant des ondes sonores produites à l'arrière de la membrane.

L'étude et le fonctionnement de cet ensemble est très complexe, et dépasserait le cadre de cet article, que nous avons voulu pratique avant tout.

Disons seulement que les dimensions de ce baffle — qui seront données ci-dessous — ont été déterminées de telle sorte que la boîte se comporte comme une véritable cavité résonnante permettant à l'énergie sonore développée à l'arrière de se retrouver en phase avec l'énergie avant.

Cette augmentation d'énergie se produit pour certaines fréquences choi-

sies et, pour d'autres qui n'ont pas besoin d'être relevées, les énergies se trouvent au contraire en opposition de phase.

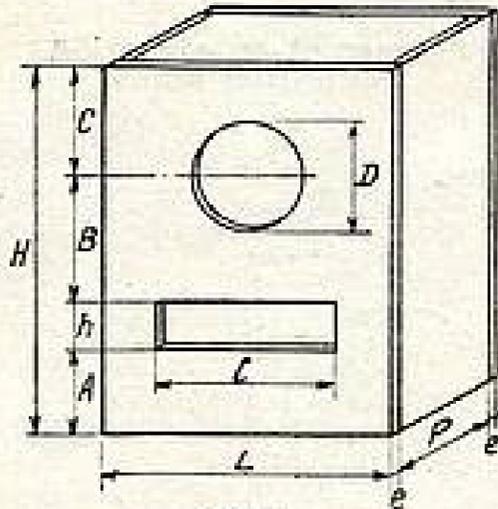


FIG. 11.

Nous donnons ci-dessous les cotes des éléments à employer suivant les haut-parleurs utilisés :

ÉBÉNISTERIE POUR HP DE :		30 cm	25 cm	20 cm
<i>Dimensions de l'ébénisterie :</i>				
Longueur	L	60 cm	62,5 cm	37,5 cm
Hauteur	H	72,5 —	67,5 —	52 —
Profondeur	P	32,5 —	27,5 —	22,5 —
<i>Ouverture du H. P. :</i>				
Diamètre	D	27,5 —	22,5 —	17,5 —
<i>Dimensions de l'orifice rectangulaire :</i>				
Longueur	l	30 —	30 —	25 —
Largeur	h	12,5 —	11,5 —	6,5 —
<i>Épaisseur des panneaux avant et arrière :</i>				
	e	2 —	2 —	2 —
<i>Autres cotes :</i>				
	A	14,5 —	13,5 —	19 —
	B	23 —	21,5 —	14 —
	C	22,5 —	22,5 —	12,5 —

Les gains et les affaiblissements obtenus servent à modifier la courbe de réponse initiale pour se rapprocher de la caractéristique acoustique idéale.

La résonance propre du H. P. se trouve abaissée d'environ une octave.

Le matériau de construction sera de préférence du contreplaqué d'okoumé et les panneaux latéraux devront avoir une épaisseur de 12 à 15 mm.

L'intérieur sera revêtu d'isorel ou de toute autre matière absorbante.

La construction de ce dernier modèle de baffle est à la portée de l'amateur, et nous le conseillons vivement.

La figure 12 nous donne l'amélioration apportée par son emploi.

La réalisation d'un bon baffle ne constitue pas la dernière étape pour obtenir une reproduction de qualité, mais il faut encore adapter l'ensemble à la salle d'audition, car on constate souvent que certaines fréquences sont réfléchies sur les murs et d'autres, par contre, complètement étouffées.

Le problème est loin d'être simple, mais ceci est une autre histoire, ce n'était pas le but du présent article.

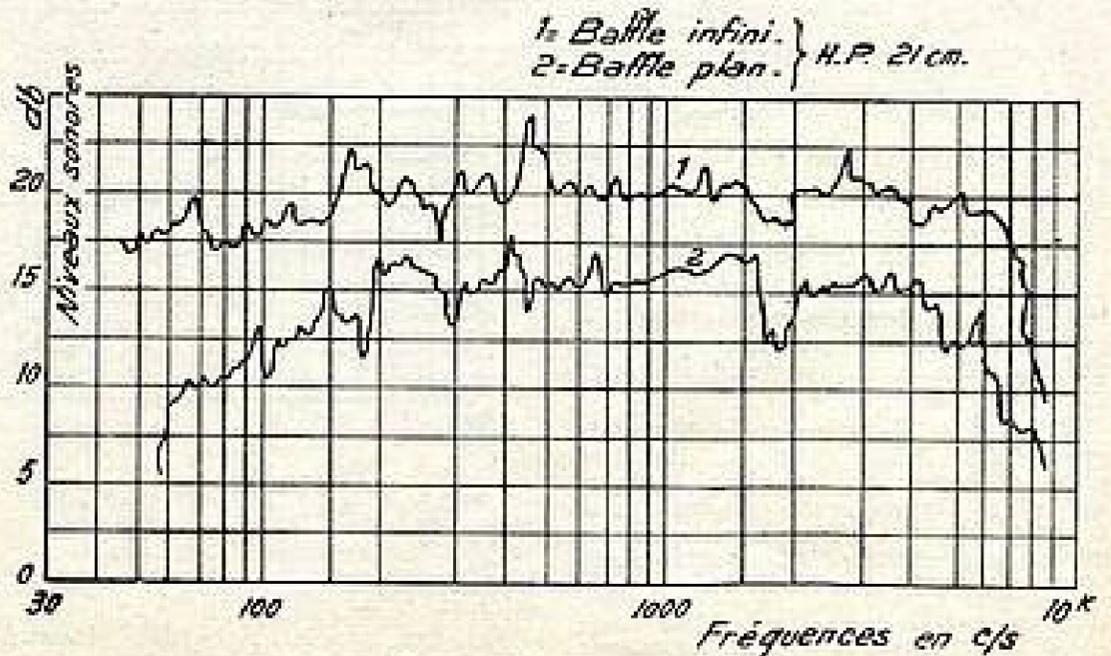


FIG. 12.

(3) Le « bass reflex » est un brevet Jensen.

LES HAUT-PARLEURS ET ECOUTEURS PIEZOELECTRIQUES

par Jack ROUSSEAU, Ingénieur F. C. T. S. F.

Principe

Les haut-parleurs de ce type sont basés sur les propriétés piézoélectriques présentées par certains cristaux artificiels (Sel de Seignette ou Sel de La Rochelle).

Effets piézoélectriques

Rappelons brièvement en quoi consistent les phénomènes piézoélectriques :

1° Si un cristal de quartz convenablement taillé, est soumis à un écrasement ou à une traction mécanique suivant ses axes électriques, on recueille sur les faces de ce cristal des quantités d'électricité très faibles, égales et de signes contraires, dépendant de la surface du cristal, de la pression ou de la traction mécanique. En d'autres termes, le cristal engendre une f.e.m. proportionnelle à l'effort mécanique exercé sur ses faces. C'est l'effet piézoélectrique statique direct. Le coefficient de proportionnalité est appelé : *constante piézoélectrique*.

2° Si le même cristal est soumis à une succession d'écrasements et de tractions mécaniques, il engendre une f.e.m. alternative proportionnelle à l'effort mécanique exercé et de même fréquence que celle des oscillations mécaniques appliquées. C'est l'effet piézoélectrique dynamique direct.

3° Si on soumet le cristal à une f.e.m. continue, il se dilate ou se contracte, selon la polarité de la f.e.m.

direct permet la réalisation de *microphones et de pick-up*.

L'effet piézoélectrique dynamique inverse permet la réalisation de *haut-parleurs ou d'écouteurs*.

Emploi de cristaux artificiels

Un cristal naturel de quartz est, du point de vue électrique, équivalent à un circuit oscillant. Il présente alors une *fréquence propre de résonance* qui dépend de la taille. Pour la taille Pierre Curie, cette fréquence est définie par la relation :

$$F = \frac{1}{104 e}$$

e étant l'épaisseur du cristal.

Or, pour qu'un cristal soit propre à la réalisation d'un haut-parleur, comme, d'ailleurs, d'un microphone ou d'un pick-up, il est nécessaire, non seulement qu'il présente des effets piézoélectriques, mais encore que ceux-ci se manifestent sur une *bande étendue de fréquences* (20 c/s à 8.000 c/s environ), et non sur une *fréquence fixe*.

On peut donc en conclure qu'un cristal naturel de quartz est impropre à la construction de haut-parleurs, microphones, pick-up. Il faut alors, nécessairement, faire appel aux cristaux artificiels.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec le sel de Seignette ou sel de La Rochelle, découvert par Pierre Seignette, pharmacien à La Rochelle, en 1672.

métalliques. Dans ce type de haut-parleur, le moteur est constitué par plusieurs lames carrées de sel de La Rochelle superposées, immobilisées en trois de leurs coins, le quatrième commandant un bras de levier, solidaire, d'autre part, du cône. Le tout est hermétiquement enfermé entre deux demi-boîtiers, généralement en matière plastique. Les dimensions sont réduites au minimum.

Propriétés électriques et acoustiques

L'impédance des haut-parleurs et des écouteurs piézoélectriques est presque uniquement capacitive.

Les cristaux utilisés ont une très faible inertie, ce qui assure une excellente qualité de reproduction. La courbe de réponse est généralement satisfaisante jusqu'à 11.000 c/s. De plus, la sensibilité est très grande. Les courants les plus faibles peuvent actionner le « moteur ». Par contre, la puissance fournie est assez faible, car les amplitudes de vibration du cristal sont forcément très limitées.

A titre d'exemple, nous donnons, figures 1 et 2, les courbes de réponse de deux écouteurs piézoélectriques Parson. La courbe de la figure 1 est relative à l'écouteur type 1.203 ; celle de la figure 2 concerne l'écouteur type « Surlité ».

En ce qui concerne l'écouteur normal, sa courbe de réponse a été relevée, en l'alimentant sous une tension

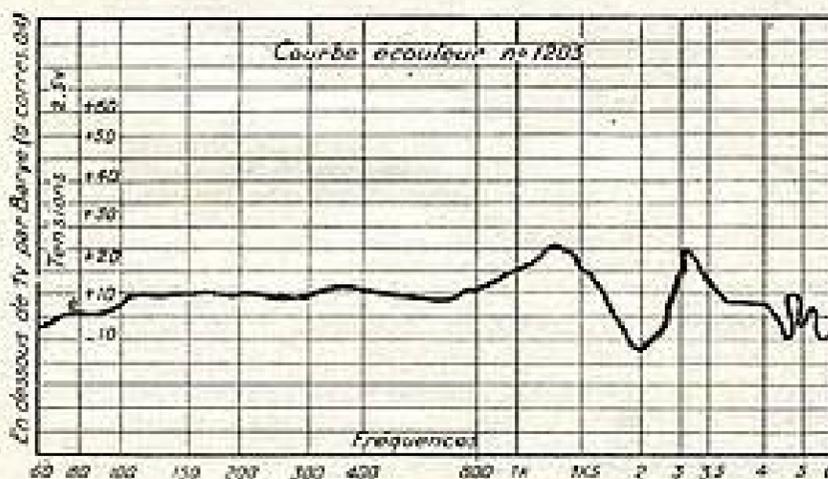


FIG. 1.

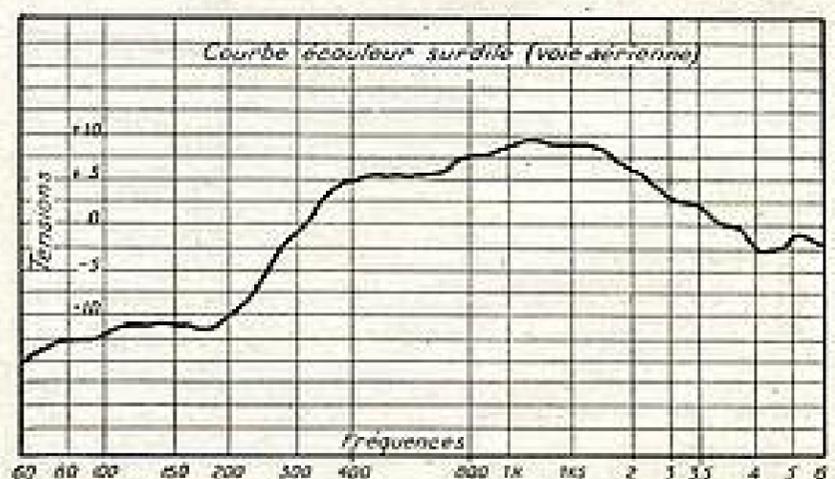


FIG. 2.

appliquée. C'est l'effet piézoélectrique statique inverse.

4° Enfin, si on soumet le cristal à une f.e.m. alternative, il se dilate et se contracte à la même fréquence que celle de la f.e.m. appliquée. En d'autres termes, le cristal engendre des vibrations mécaniques. C'est l'effet piézoélectrique dynamique inverse.

Les phénomènes piézoélectriques sont, ainsi, réversibles.

L'effet piézoélectrique dynamique

C'est un tartrate double de potassium et de sodium ($C_4H_4O_6Na_2K_2 + 4H_2O$), obtenu en partant du bitartrate de potassium saturé par le carbonate de potassium.

Construction

Les haut-parleurs du type piézoélectrique ne comportent pas de partie mobile. Le seul organe actif est le cristal, placé entre deux armatures

constante de 2,5 V, quelle que soit la fréquence en courant sinusoïdal. L'écouteur était placé sur un microphone à condensateur de haute qualité (dont la courbe de réponse était connue) par l'intermédiaire d'une chambre de couplage étanche, dont on retrouve les résonances en haut de la gamme acoustique. Les tensions microphoniques ainsi engendrées étaient appliquées à un voltmètre amplificateur à courbe logarithmique. Les ni-

veaux indiqués correspondent à une pression de 0,4 barye sur la membrane du microphone.

Pour l'écouteur de surdité, la courbe se rapporte à un modèle fonctionnant par voie aérienne.

Montage

Les haut-parleurs et écouteurs piézoélectriques ne doivent jamais être traversés par un courant continu, qui détériorerait les sels.

On doit alors les monter, soit en parallèle sur une impédance de charge branchée dans l'anode du tube final, par l'intermédiaire d'un condensateur (fig. 3), soit aux bornes du secondaire d'un transformateur de sortie dont le primaire est branché dans l'anode du tube final (fig. 4).

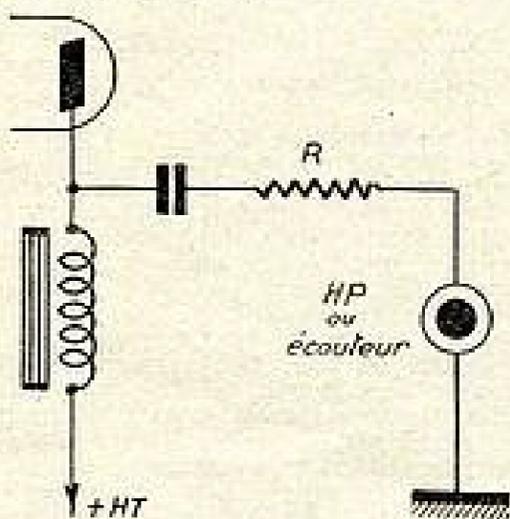


FIG. 3.

Comme l'impédance de ces haut-parleurs est essentiellement capacitive, elle décroît quand la fréquence augmente, de sorte que les aigus sont favorisés au détriment des graves. La correction est très simple. Elle consiste à insérer une résistance dans l'un des fils d'alimentation du haut-parleur. Cette résistance tend à uniformiser l'impédance pour toutes les fréquences. Elle est de 5.000 ohms pour le type « Miniphone » Philips.

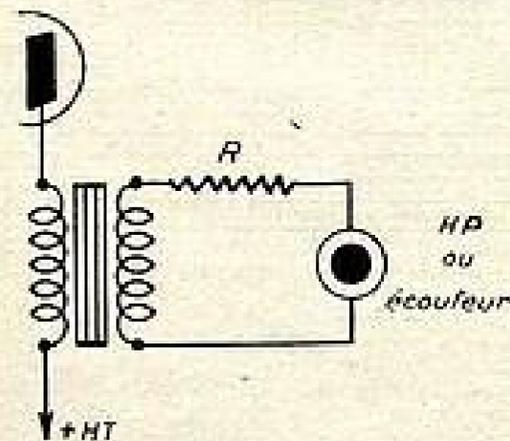


FIG. 4.

Ce type de haut-parleur convient très bien comme « tweeter », c'est-à-dire comme haut-parleur d'aigus dans les montages à plusieurs haut-parleurs.

Différents modèles et usages

On trouve actuellement en France différents modèles de haut-parleurs ou écouteurs piézoélectriques :

Le « Miniphone » Philips type 9869 est un petit haut-parleur d'oreiller, qui permet une écoute individuelle sans gêner personne dans le voisinage

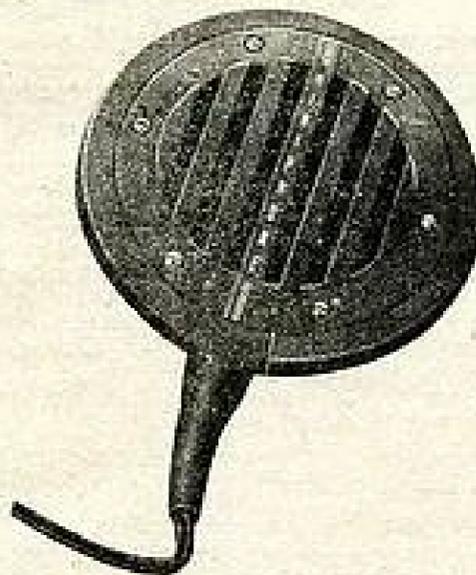


FIG. 5.

(fig. 5). Il est tout indiqué pour les malades et les convalescents, en particulier dans les hôpitaux. En effet, dans les hôpitaux, l'état de santé de certains malades permet de leur laisser entendre de la musique. Par contre, l'état de santé des autres malades interdit absolument tout bruit, quel qu'il soit. Avec le « Miniphone », le problème est facilement résolu.

Dans l'étude de ce haut-parleur, on a spécialement tenu compte de son emploi sous l'oreiller, sans gêner aucun malade, même le plus sensible au bruit. C'est ainsi que l'appareil est

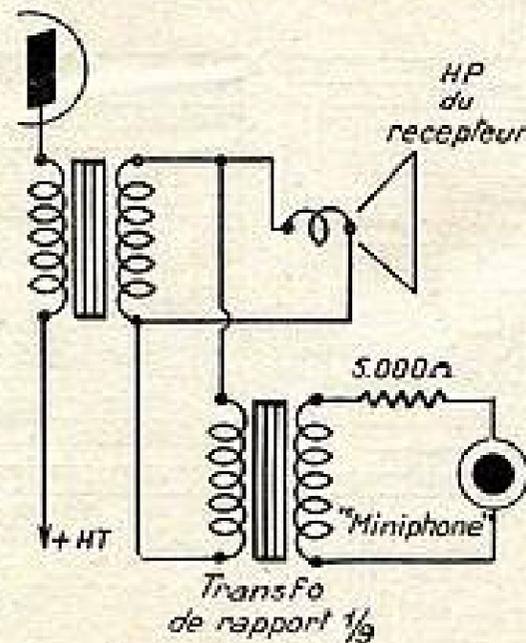


FIG. 6.

petit, plat, très robuste et hermétiquement fermé. Ses dimensions sont de 106 x 27 mm, son épaisseur maximum est de 27 mm, son poids de 225 grammes.

Pour le désinfecter, il suffit de le plonger dans une atmosphère désinfectante quelconque. Son boîtier en matière plastique le rend insensible aux méthodes de désinfection généra-

lement utilisées dans les hôpitaux. Cependant, il faudra veiller à ce que la température du désinfectant ne dépasse pas 50° C, car une température supérieure risquerait de détériorer le cristal.

A 1.000 c/s, son impédance, presque exclusivement capacitive, est de 3.500 Ω environ. La tension du signal appliqué à ses bornes doit être de l'ordre de 20 volts ; la consommation est alors de 0,01 W environ.

Pour le brancher sur un récepteur de radiodiffusion, on le connecte aux bornes de la bobine mobile du haut-parleur principal, par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur de rapport de transformation égal à 1/9 (fig. 6). Pour le brancher sur une « ligne 100 V », il faut utiliser un transformateur abaisseur de rapport de transformation égal à 5/1.

Pour régler le volume sonore, il suffit généralement de déplacer l'appareil sous l'oreiller. Dans certains cas, cependant, il peut être intéressant de disposer d'un réglage électrique. Celui-ci est alors constitué par une résistance variable de 250.000 Ω , montée en série avec le haut-parleur (fig. 7).

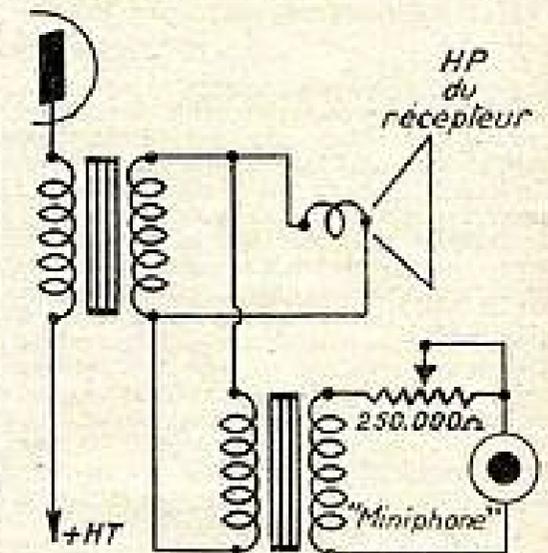


FIG. 7.

« Purson » présente : un casque à deux écouteurs piézoélectriques type 1.203, pour écoute individuelle, qui a le même aspect que les casques ordinaires ; un écouteur de surdité fonctionnant par voie aérienne, de faible volume (diamètre 23 mm) et d'un poids très réduit : 6 g., qui se loge entièrement dans le lobe de l'oreille. Il est donc particulièrement indiqué pour l'équipement des amplificateurs de surdité, des récepteurs de poche, dictaphones, etc... Sa courbe de réponse est telle, qu'il n'irrite pas le nerf auditif.

« Purson » a également réalisé un modèle d'écouteur, agissant par voie osseuse, en frappant l'os mastoïdien.

Signalons enfin, pour terminer, que la même firme a réalisé des microphones de surdité basés sur les principes piézoélectriques, d'une épaisseur de 5 mm, d'un diamètre de 32 mm, d'une sensibilité très poussée, à champ acoustique semi-directionnel, qui se caractérisent par une excellente reproduction des sons. La courbe de réponse comporte un léger creux dans la région où se situe la résonance de l'oreille interne, ce qui permet d'éviter une tension nerveuse.

Jack ROUSSEAU.

TECHNIQUE DES AMPLIFICATEURS DE GRANDE PUISSANCE

avec réalisation d'un montage pour 80^w watts modulés

par L. CHRÉTIEN, Ing. E. S. E.

La question du rendement

Dans la construction des amplificateurs de petite puissance comme ceux que l'on emploie habituellement dans un appartement, on ne se préoccupe guère de la question du rendement. Le mot : « rendement » étant utilisé ici dans le sens scientifique précis qui est : rapport entre deux puissances.

Ainsi, l'étage de sortie d'un récepteur de radiodiffusion équipé avec une penthode de 9 watts fournit au maximum 4,5 watts modulés. Ce maximum demeure, d'ailleurs, le plus souvent, purement théorique, car la distorsion prend des valeurs inadmissibles bien avant d'arriver à cette limite. De plus, dans un appartement, une puissance de 4,5 watts, ça fait du bruit... L'utilisateur se contente donc généralement d'une puissance de l'ordre du watt. La puissance anodique demeurant constante, le rendement s'affaïsse jusqu'à des valeurs infinitésimales. Mais c'est sans importance.

Il en est tout autrement quand il est nécessaire d'atteindre réellement des puissances modulées beaucoup plus considérables. C'est alors qu'on est amené à utiliser des régimes de fonctionnement différents.

La classe A

Les amplificateurs de petite puissance fonctionnent en classe A. Cela suppose deux conditions :

1) Dans ses excursions extrêmes, le point de fonctionnement ne quitte point les régions à peu près droites de la caractéristique.

2) A aucun moment de la période, il n'y a passage

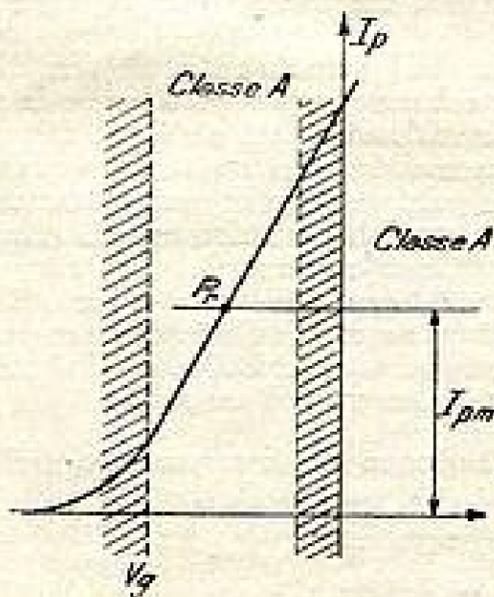


FIG. 1.

de courant dans le circuit de grille. Cette dernière solution suppose que la tension instantanée de grille conserve toujours une valeur négative. On admet toutefois qu'on peut aller jusqu'à une tension de grille nulle (fig. 1).

Pourquoi le rendement est-il mauvais ?

Il résulte de la condition 2) que le courant moyen emprunté par l'étage est invariable. Toute augmentation d'intensité instantanée est exactement compensée par une diminution égale. C'est extrêmement précieux car la tension anodique demeure ainsi rigoureusement constante, même si la résistance interne de la source anodique est grande.

Mais c'est précisément ce qui explique la faiblesse du rendement. En effet : la puissance empruntée à la source anodique est constante. Si la lampe ne reçoit pas d'excitation sur la grille, toute cette puissance apparaît sous forme thermique dans la lampe. Quand la grille est excitée, une partie de cette puissance est convertie en puissance modulée. On arrive donc à ce résultat paradoxal que la lampe chauffe d'autant moins qu'elle produit plus de puissance.

Toutefois, le fonctionnement du système choque la logique. Que diriez-vous d'une voiture automobile qui consommerait toujours la même quantité d'essence : à l'arrêt, avec moteur au ralenti, en roulant à 90 km/h, en montant une côte ou en la descendant ? Vous diriez que c'est absurde : c'est pourtant l'image d'un amplificateur en classe A.

La classe B

Pour rentrer dans la logique, il faut imaginer un montage dont la consommation anodique croisse en même temps que la puissance produite.

C'est précisément ce que permettent les montages dits « classe B ». On polarise la lampe de manière à annuler exactement le courant anodique (fig. 2 point Pr). En con-

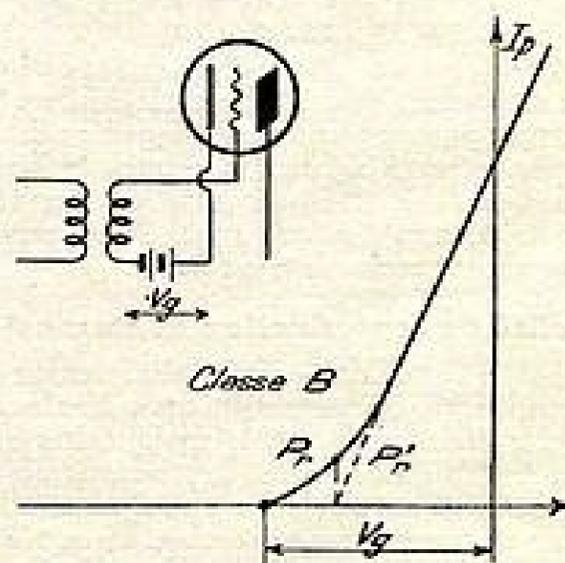


FIG. 2.

séquence, la puissance empruntée à la source anodique est nulle au repos.

Dès que la grille reçoit une tension d'excitation, il y a passage d'un courant. On comprend facilement pour-

quoi : les alternances positives produisent un courant alors que les alternances négatives ne produisent rien.

Si l'amplitude s'accroît, l'intensité moyenne en fait autant. Nous avons donc obtenu ce que nous cherchions. Mais ce progrès nous coûte cher.

Sous cette forme simple, le montage classe B produit une distorsion considérable. Cela se comprend, puisqu'en somme, une seule alternance sur deux est reproduite.

En pratique, on tourne la difficulté en utilisant un étage symétrique, équipé avec deux tubes. L'un d'eux reproduit les alternances d'un certain sens — l'autre celles de l'autre sens. Tout rentre ainsi dans l'ordre et l'on conserve l'avantage du rendement amélioré.

Notre propos n'est pas d'étudier à fond le montage classe B mais d'arriver logiquement à la conception des montages en classe AB. Nous devons néanmoins montrer les principales difficultés pratiques.

Tension anodique et polarisation constante

Le principe même du fonctionnement interdit l'emploi d'une polarisation automatique puisque le courant de repos est sensiblement nul. De plus, la polarisation doit être fixe.

C'est une première difficulté. On peut la tourner de différentes manières. La plus simple est de prévoir une polarisation par source séparée : soit par batterie, soit par un redresseur indépendant.

Une autre solution est de supprimer totalement la polarisation. Il faut naturellement utiliser des lampes spéciales dont la caractéristique se présente comme nous l'indiquons figure 3.

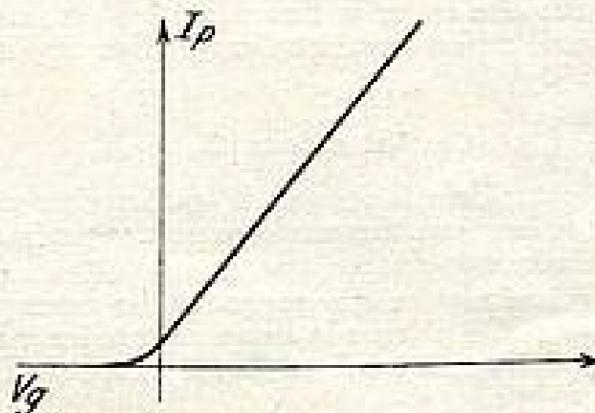


FIG. 3.

Mais il est évident qu'une telle caractéristique ne peut être valable que pour une tension anodique bien déterminée. Et cela nous amène à signaler la seconde difficulté : la tension anodique doit être fixe en dépit des variations constantes de puissance qu'elle subit. Nous examinerons plus loin comment tourner cette difficulté.

Qualité de reproduction et classe AB

La qualité de reproduction serait théoriquement parfaite si les caractéristiques des lampes étaient « idéales », c'est-à-dire si elles étaient des droites équidistantes et parallèles. Mais il n'en est pas ainsi. Les caractéristiques sont pratiquement toujours assimilables à une portion de droite qui se raccorde à une branche courbée. Il en résulte que la caractéristique composée, c'est-à-dire celle qui résulte de la combinaison de la caractéristique de chaque lampe se présente comme sur la fig. 4, avec un point d'inflexion. A faible puissance, on observe une distorsion considérable. Remarquons, en passant, que c'est l'inverse de ce qu'on trouve en classe A, régime pour lequel la distorsion est négligeable quand les amplitudes demeurent faibles.

La meilleure manière d'éviter cet inconvénient, c'est de ne pas annuler exactement le courant anodique au repos.

On règle la polarisation au point P'r (fig. 2) obtenu en prolongeant la portion droite de la caractéristique jusqu'à l'axe. Mais, dans ces conditions, il ne s'agit plus d'un

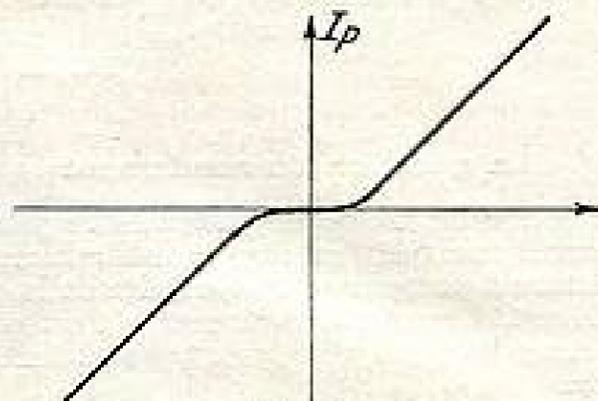


FIG. 4.

fonctionnement en classe B mais d'un fonctionnement intermédiaire entre la classe A et la classe B et que, pour cette raison, on désigne par : classe A.B.

Le courant de grille

Nous avons précisé plus haut (voir fig. 1) que le régime A suppose l'absence de courant de grille.

On peut remarquer que la caractéristique se prolonge avec la même inclinaison, au delà de $v_g = 0$. Mais, dans cette région, la grille n'étant plus négative, capte des électrons. En d'autres termes, il y a un courant de grille.

Si l'on veut tirer une très grande puissance d'un tube déterminé, il faut conduire le point de fonctionnement du côté des grilles positives.

C'est précisément ce qu'on fait dans le régime B. C'est aussi ce qu'on peut faire dans le régime AB. Le comportement des éléments de montage étant très différent suivant qu'il y a ou non passage de courant de grille, on a été amené à distinguer deux classes : AB1 et AB2. Dans le premier cas, il n'y a de courant de grille à aucun moment ; dans le second, il y a courant de grille pendant une fraction plus ou moins grande de la période.

Le régime AB1 permet, certes, de tirer d'une lampe une puissance beaucoup plus grande que le régime A. Toutefois, la différence tient plutôt au fait qu'il s'agit toujours d'un montage symétrique. En choisissant convenablement le point de repos on peut obtenir un fonctionnement dans lequel la distorsion est très réduite : beaucoup plus réduite qu'en classe A.

Le régime AB2, c'est-à-dire avec courant de grille, permet d'obtenir un excellent rendement et de tirer d'un étage final une puissance considérable. C'est lui que nous étudierons spécialement dans cet article.

Influences du courant de grille

La présence du courant de grille se traduit par des conséquences importantes :

- a) chute de tension.
- b) puissance d'excitation.
- c) action sur la polarisation.

a) Chute de tension.

Il est évident que la présence d'une résistance élevée dans le circuit de la grille doit être absolument évitée.

Le courant de grille n'étant pas constant, la chute de

tension provoquée dans le circuit de grille se traduirait par une forte distorsion (fig. 5).

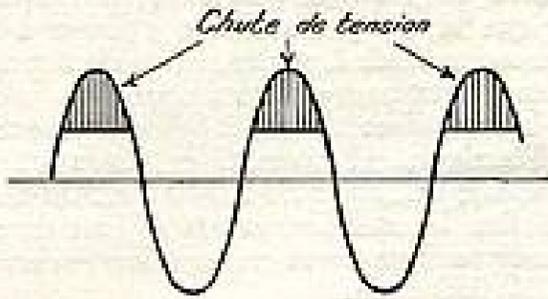


FIG. 5.

L'emploi de la liaison classique résistance-capacité est impossible. On pourrait, à la rigueur, la remplacer par une liaison résistance-capacité-inductance de grille (fig. 6).

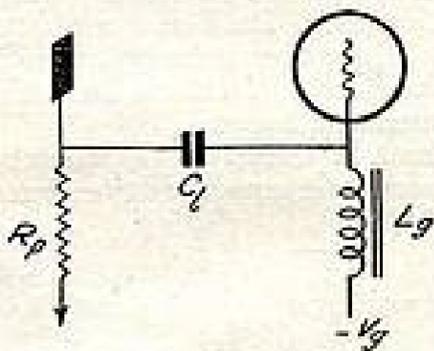


FIG. 6.

Toutefois, on préfère généralement employer une liaison par transformateur de basse fréquence spécialement étudié.

b) Puissance d'excitation.

Puisqu'il y a passage d'une intensité de courant, il en résulte que la source d'excitation de grille doit fournir une certaine puissance électrique. Cette source, c'est naturellement l'étage précédent. Il n'est donc plus possible de le considérer comme un vulgaire étage amplificateur de tension. C'est un étage dit « driver » ce qui veut dire « conducteur » ou « pilote ».

Si cet étage devait fournir une puissance instantanée constante, le problème ne présenterait aucune difficulté. Mais il s'agit de fournir une puissance pendant une faible fraction de période. En d'autres termes, l'étage driver débite sur une impédance dont la valeur varie brusquement au moment où s'établit le courant de grille.

La variation de courant de grille est d'autant plus brutale que l'augmentation de tension de grille instantanée s'accompagne d'une diminution de tension plaque effective. En effet, l'intensité plaque est maximum quand la tension de grille est maximum, d'où il résulte que la chute de tension dans l'impédance de charge est maximum.

La complexité des phénomènes est encore plus grande dans le cas d'un tube à grande résistance interne : tétrode à faisceaux dirigés ou penthode. A titre d'exemple, nous donnons fig. 7 une famille de courbes relatives à une tétrode de grande puissance (Mazda 4Y25), courbes donnant l'intensité du courant grille en fonction de la tension instantanée d'anode. Chaque courbe est valable pour une tension de grille donnée.

Il est facile d'observer qu'il y aura une brusque variation de charge imposée à la source de grille dès que la

tension instantanée d'anode tombera au-dessous de 75 volts. Dans ce cas, il faut donc limiter la variation d'anode à cette valeur.

c) Action sur la polarisation.

La source de polarisation est naturellement traversée par le courant de grille. Il ne faut pas que cette intensité de courant amène une variation de tension appréciable. S'il s'agit d'une batterie, celle-ci doit être à faible résistance interne. Notons, d'ailleurs, que le courant de grille ne se produit pas dans le sens de la décharge, mais dans le sens de la charge. La puissance dépensée dans le circuit — nous venons de le voir — n'est pas fournie par la source de polarisation, mais par l'étage précédent.

Si la source est un redresseur, il faut prendre des dispositions spéciales pour éviter une forte variation de tension instantanée. Dans les amplificateurs de très grande puissance on n'hésite pas à stabiliser la source de polarisation par un moyen quelconque. Le courant permanent d'anode conserve une valeur relativement importante. On peut donc envisager l'emploi d'une auto-polarisation. Mais cette solution ne permet pas de tirer toute la puissance de l'étage. On comprend facilement pourquoi l'augmentation de courant anodique moyen se traduit par une augmentation de

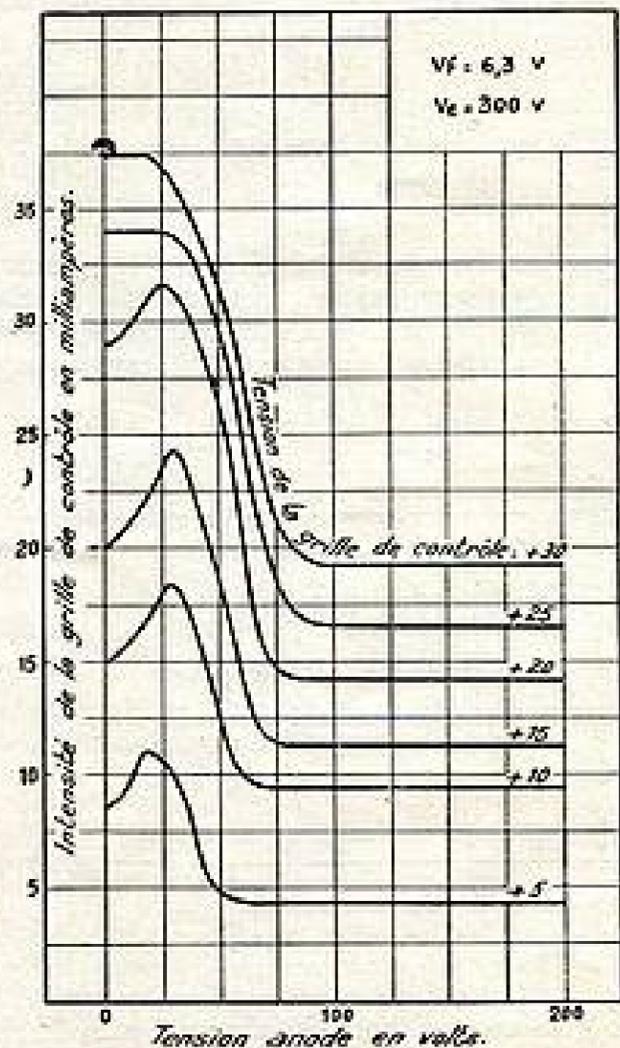


FIG. 7. Courbes publiées avec l'autorisation de la Compagnie des Lampes Mazda Tube 4Y25.

polarisation. En même temps qu'on observe une diminution de puissance utile, on doit prévoir une tension d'attaque plus importante. On peut admettre que la diminution de puissance utile, pour un type de lampe donné, est de l'ordre de 30 %.

Malgré la complication plus grande du montage, l'emploi d'une polarisation fixe semble donc indispensable.

L'ETAGE DE COMMANDE (Driver ou Pilote)

Emploi d'une triode. calcul de la charge

Pour tenir compte des variations de charge instantanée, on prévoit un étage pouvant fournir une puissance beaucoup plus grande que celle qui serait strictement nécessaire. Ainsi, le tube Mazda 4Y25 — que nous choisissons comme exemple pour cette étude — exige une puissance d'excitation inférieure à 0,5 watt, mais on adoptera comme tube d'entrée une penthode EL41, montée en triode, qui peut fournir pratiquement une puissance au moins 6 à 8 fois plus grande.

Il est, en effet, essentiel d'utiliser un tube d'attaque triode et, de préférence, un tube triode à faible résistance interne. Il est facile de montrer pourquoi. Le problème à résoudre est de maintenir le gain en tension de l'étage constant, malgré la variation instantanée de charge.

Le gain d'un tube amplificateur est donné par :

$$A = \mu \frac{R_p}{R_p + R_i}$$

μ : coefficient d'amplification.

R_p : résistance de charge.

R_i : résistance interne.

ou :

$$A = \frac{\mu}{1 + \frac{R_i}{R_p}}$$

Si le rapport R_i/R_p est négligeable, le gain est égal au coefficient d'amplification. Traçons la courbe qui donne le gain obtenu en fonction de la résistance de charge (fig. 8). Comme permet de le prévoir l'expression précé-

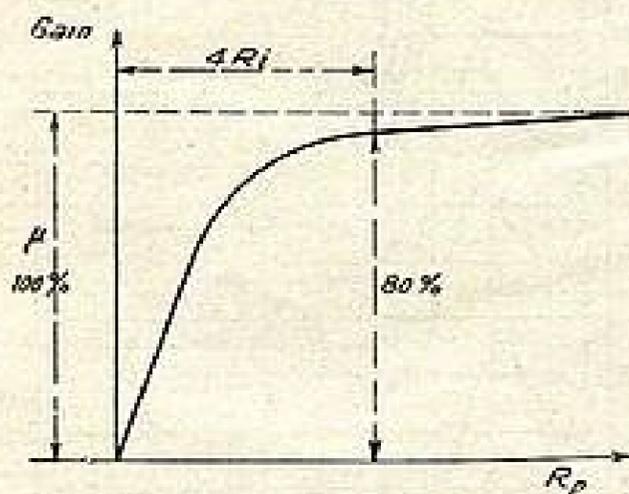


FIG. 8.

dente, ce gain croît d'abord linéairement pour les faibles valeurs de R_p , puis tend asymptotiquement vers μ . On voit qu'à partir de $4 \times R_i$, on peut considérer que le gain demeure indépendant de la charge.

Un calcul élémentaire indique qu'entre R_p infiniment grand et $R_p = 4 R_i$ la variation de gain est de deux décibels. On peut donc bien admettre que c'est négligeable.

Il va sans dire qu'il ne peut être question d'utiliser un tube penthode parce que, dans ces conditions, le gain varierait linéairement comme la charge, celle-ci étant toujours nécessairement inférieure à la résistance interne.

Comment réaliser une charge plus grande que $4 R_i$

La solution du problème sera donc d'arranger les circuits pour que la charge de l'étage « driver » demeure toujours au moins égale à quatre fois sa résistance interne. On comprend maintenant pourquoi nous avons précisé plus haut qu'il fallait utiliser un tube à faible résistance interne. Un tube Mazda EL41 connecté en triode présente une résistance interne de l'ordre de 2.000 à 2.500 ohms.

Pour réaliser la condition voulue, il faut donc que la charge anodique instantanée ne soit jamais inférieure à 8.000 ou 10.000 ohms.

Emploi d'un transformateur abaisseur

Nous pouvons représenter le schéma de l'étage d'attaque comme sur la fig. 9. Il comporte un transformateur dont les deux secondaires identiques sont fermés sur des résistances égales à R_g .

L'impédance R_g prend, par moment, des valeurs inférieures à 10.000 ohms. Or, il faut que cette impédance, vue à travers le transformateur, soit supérieure à cette valeur. La solution est évidente : il faut utiliser un transformateur abaisseur de tension.

Si l'on connaît la valeur de l'impédance $R_{g \text{ min}}$, il est facile de calculer le rapport de transformation.

On a, en effet :

$$n = \sqrt{\frac{4 R_{g \text{ min}}}{4 R_i}} \quad \text{ou} \quad n = \sqrt{\frac{R_{g \text{ min}}}{R_i}}$$

n étant le rapport de transformation relatif à la totalité de l'enroulement secondaire.

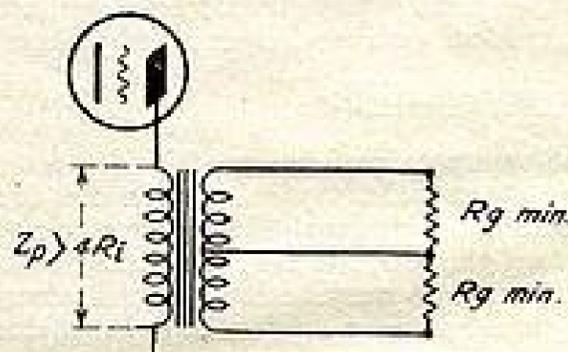


FIG. 9.

Si l'on se reporte aux courbes de courant grille (fig. 7) du tube Mazda 4Y25, on constate que la résistance minimum du circuit de grille est comprise entre 1.500 et 2.000 ohms.

Il en résulte, par conséquent, que le rapport de transformation total doit être voisin de 1. C'est dire qu'il est de 0,5 pour chaque demi enroulement.

Réalisation du transformateur

Le rapport de transformation ne suffit pas pour définir le transformateur. D'autres conditions sont nécessaires. C'est ainsi que la résistance ohmique de l'enroulement doit être aussi réduite que possible. On peut fixer 1.000 ohms comme résistance maximum pour la totalité de l'enroulement secondaire.

Pour assurer la transmission d'une bande de fréquences très étendue, il faut que l'inductance effective de l'enroulement primaire soit aussi grande que possible. Le fait d'avoir un rapport de transformation inférieur à l'unité

facilite la réalisation de cette condition, car le volume disponible pour l'enroulement primaire est plus grand.

Par contre, l'emploi d'un tube de puissance comme

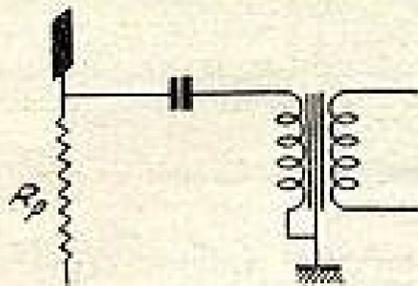


FIG. 10 a.

étage d'attaque est un inconvénient. L'enroulement primaire est traversé par une intensité notable et la pré-magnétisation des tôles réduit le coefficient de self induction de l'enroulement. Il est souvent intéressant de prévoir une liaison indirecte (fig. 10 a). Mais il ne faut pas que la présence de Rp réduise sensiblement la charge effective. Il faut alors consentir à perdre une fraction importante de la tension anodique dans la résistance Rp.

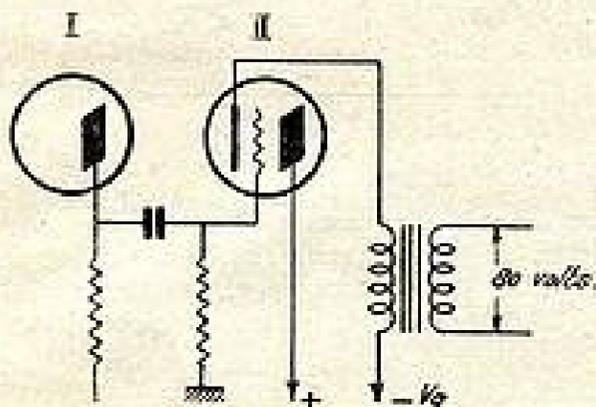


FIG. 10 b.

Il faut encore que le coefficient de fuite du transformateur soit très faible, aussi bien entre primaire et secondaire, qu'entre les deux demi-secondaires. Enfin il est important de respecter la symétrie la plus parfaite.

Autres solutions

On peut envisager l'emploi d'autres solutions. Par exemple on utilisera une liaison : résistance-inductance de grille. Mais on corrigera l'influence des variations de

charge instantanée en appliquant un taux de contre-réaction important entre plaque et grille de l'étage d'attaque.

Quand on veut réaliser le maximum de qualité de reproduction sans tenir compte du prix de revient, on peut adopter un étage d'attaque à couplage cathodique (cathode flottante ou cathode follower (fig. 10 b).

Un tel tube ne fournit qu'un gain légèrement inférieur à 1. Son coefficient d'amplification apparent (voir Théorie et Pratique des lampes de T.S.F. — L. Chrétien, E. CHIRON, Editeur) est en effet égal à :

$$\frac{\mu + 1}{\mu}$$

Mais par contre la résistance interne apparente extrêmement faible, est égale à

$$\frac{R_i}{1 + \mu}$$

Il résulte de cette dernière observation que la tension fournie par la lampe est indépendante de la charge.

On peut même se permettre d'utiliser un transformateur de rapport de transformation légèrement plus grand que 1. Enfin, le fait que la résistance interne apparente est très faible facilite beaucoup l'établissement du transformateur.

La tension d'attaque pour la puissance maximum d'un étage AB2 équipé de deux tubes 4Y25 est de l'ordre de 80 volts (de grille à grille). Si l'on adopte un transformateur de rapport 1/1 au total, il résulte que la tension développée dans le circuit de cathode du tube d'attaque doit être de 80 volts.

Le « gain » fourni par l'étage à couplage cathodique est de l'ordre de 0,9. En conséquence, le tube 1 doit fournir une tension de crête de

$$\frac{80}{0,9}$$

soit environ 90 volts.

Un tube de modèle normal peut fournir une telle tension avec une très faible distorsion.

On notera que l'étage à couplage cathodique se comporte en réalité comme un transformateur d'impédance.

Cette étude se terminera en février par le schéma de l'amplificateur 80 watts modulés avec étage driver à couplage cathodique attaquant un transformateur.

COURRIER TECHNIQUE (extrait)

M. Pierre STROT, de Nogent-sur-Seine (Aube), demande des renseignements complémentaires sur l'alimentation stabilisée décrite par notre collaborateur J. Lénon dans le numéro 249-250 (juillet-août 1949) de la T.S.F. pour Tous : emploi d'une valve 5Z3 ? La figure indique + 520 volts et en un point du texte on cite + 250 volts comme H.F. générale ? Quelles sont les caractéristiques du transformateur ?

REPONSE

Il est bien évident tout d'abord que c'est par suite d'une erreur d'impression que le texte porte + 250 v. à la sortie de la self de filtrage. Il faut lire + 520 volts, comme sur la figure. Nous allons en déduire les valeurs du secondaire du transformateur d'alimentation.

La valve indiquée sur le schéma est une

5R4GY, pour l'unique raison que c'était celle dont nous disposons pour les essais. Vous pouvez tout aussi bien employer une 5T4 ou une 5Z3.

Il nous faut + 520 volts à la sortie du filtre. La résistance de la self en courant continu doit être de l'ordre de 100 à 150 Ω, soit une chute de tension de l'ordre de 20 volts à pleine charge (120 mA de débit). Nous devons donc avoir une haute tension de 540 volts à l'entrée du filtre, pour 120 mA de débit. Si nous nous reportons à l'abaque correspondant pour la 5Z3, et compte tenu des valeurs de capacité et de self utilisées, nous voyons qu'il faut une tension alternative efficace de 150 volts par plaque.

Le transformateur est maintenant facile à calculer. Si votre enroulement primaire comporte n spires par volts (n dépendant des dimensions du noyau et de la qualité des tôles employées) le secondaire comportera

450 n × 1,12 spires (les 12 % supplémentaires étant destinés à compenser les pertes dans le transformateur). Le chauffage des 6L6 étant au potentiel de la haute tension, il doit être isolé avec le même soin que l'enroulement haute tension.

Les isoléments à respecter, en suivant la règle 2H + 1.000, sont donc les suivants :

- Entre H.T. et primaire : 2.000 volts.
- Entre H.T. et chauffage 6L6 : 2.500 volts.
- Entre chauffage 6L6 et chauffage valve : 1.000 volts.
- Entre chauffage 6J7 et autres enroulements : 2.000 volts.

Les condensateurs de filtrage sont des condensateurs électrolytiques de 900 v. de tension de service. Vous en trouverez par exemple chez Saeco-Trévoux.

J. L.

LE DÉPHASEUR CATHODYNE EST-IL DISSYMMÉTRIQUE

par Marcel LECHENNE, ingénieur E. C. T. S. F., chef du groupe « Machines parlantes » du Laboratoire de la C. F. T. H

Nous avons le plaisir de présenter à nos lecteurs le premier article de Marcel LECHENNE, ingénieur E.C.T.S.F. actuellement professeur d'électro-acoustique à l'École Centrale de T.S.F. et qui dirige les activités « Machines parlantes » et « électro-acoustique » du laboratoire de la Compagnie Française Thomson-Houston.

Tout semblait avoir été dit sur le sujet choisi, puisqu'il s'agit du Cathodyne... Mais pour un esprit original il n'y a pas de sujets épuisés et Marcel LECHENNE ne pouvait faire mentir cette règle.

D'ailleurs, nos lecteurs en jugeront... Ils auront l'occasion de le juger souvent d'ailleurs, car M. LECHENNE nous a promis d'apporter sa collaboration régulière à notre rubrique « Electro-acoustique ».

C'est une bonne nouvelle pour la T.S.F. pour Tous.

L. C.

Introduction

Le cathodyne... un souvenir déjà lointain pour certains de nos lecteurs. Des échos issus des quatre vents nous apprennent qu'il fit couler beaucoup d'encre et qu'il agita sérieusement la matière grise des techniciens de l'époque. Les égards dus à l'Histoire auraient tendance à nous faire évoquer ce passé. Mais nous y renonçons et l'on nous pardonnera sûrement cette incorrection. Toutefois, rappelons brièvement que les travaux remarquables de Louis Boë ont contribué largement au développement de l'idée non moins remarquable de Robert Aschen. Immédiatement, la littérature technique s'empara du sujet (1). Différents schémas surgissaient, présentant des variantes non dénuées d'intérêt, mais parfois prétentieuse. L'emploi généralisé du montage « push-pull » en basse-fréquence lui assurait une vogue incontestable, non affaiblie de nos jours. Les polémiques se multipliaient, mais... le cathodyne faisait son chemin. Alors, dira fort judicieusement le lecteur, pourquoi ce titre ? Va-t-on nous démontrer que le cathodyne ne déphase pas, alors que les schémas de milliers d'amplificateurs peuvent témoigner en sa faveur. Cette prise de position nous donne le vertige, car nous reconnaissons l'exactitude de l'affirmation. Et pourtant, avant de préciser notre point de vue, il nous faut raconter quelques histoires rébarbatives mais nécessaires. Peut-être allons-nous abuser de la patience qui nous est accordée mais cette introduction facilitera notre tâche.

La notion d'impédance interne

C'est une des plus délicates à présenter. Notre expérience pédagogique se heurte fréquemment à cette difficulté. Reconnaissons que l'enseignement classique a sa part de responsabilités, en demeurant trop timide vis-à-vis de ces notions nouvelles mais fécondes. Un exemple peut en permettre l'assimilation rapide. Considérons la figure 1.

On reconnaît le schéma équivalent d'un tube électronique utilisé dans les conditions suivantes :

- a) $-Ku$: force électro-motrice (le signe — est nécessaire pour justifier le déphasage de π entre les tensions alternatives de grille et les tensions alternatives d'anode).
- b) p : résistance interne.
- c) Z : charge placée dans le circuit anode-cathode.

Le point de fonctionnement statique est supposé constant et le signal sinusoïdal u appliqué entre grille et cathode est de faible amplitude.

Qu'appelle-t-on impédance interne d'un tel montage ?

Nous sommes tentés de répondre en donnant une définition mathématique se rapportant aux équations linéaires

et au théorème de THÉVENIN. La démonstration serait rapide, élégante... mais peu convaincante pour certains esprits. Aussi allons-nous essayer de la présenter en lui donnant un aspect physique, montrant qu'il y a possibilité

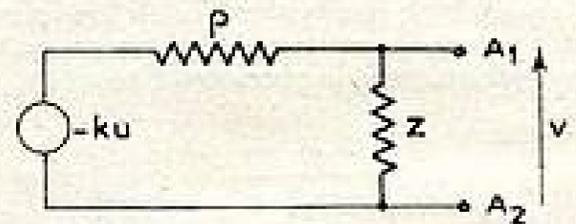


FIG. 1.

d'expérimentation. Un générateur dit de basse fréquence, un voltmètre électronique, une résistance connue R constituent l'essentiel de l'appareillage. Supprimons le signal alternatif appliqué entre grille et cathode. Fig. 2.

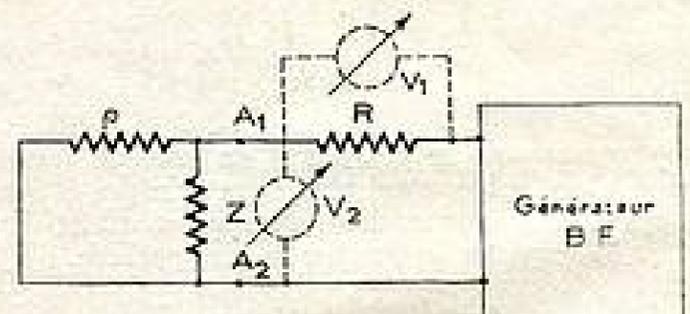


FIG. 2

Le voltmètre V en position 1, donne la valeur $V_1 = RI$.

En position 2, on a $V_2 = XI$ avec X impédance interne inconnue :

$$X = R \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

X est la résultante des impédances p et Z placées en parallèle :

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{p} + \frac{1}{Z}$$

C'est l'impédance vue des bornes A_1 et A_2 .

Que l'on examine alors à nouveau la figure 1 ! On affirmera que les impédances p et Z sont placées en série. C'est aussi notre point de vue, si l'on ajoute que le générateur considéré est celui de force électro-motrice $-Ku$. La notion d'impédance interne telle que nous la présentons utilise actuellement un générateur extérieur et suppose une tension u nulle.

(1) Voir en particulier, Articles de L. Chrétien dans O. E.

La notion de schéma équivalent

Appliquons un signal u entre grille et cathode et plaçons entre les bornes A_1 et A_2 , une résistance R' variable (fig. 3). La tension et le courant sont mesurés et l'on porte sur un graphique les différentes valeurs, tensions sur l'axe des abscisses et intensités sur l'axe des ordonnées.

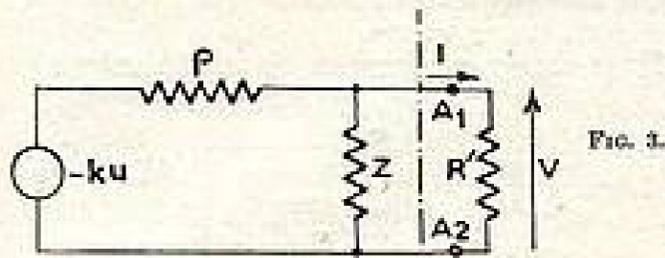


FIG. 3.

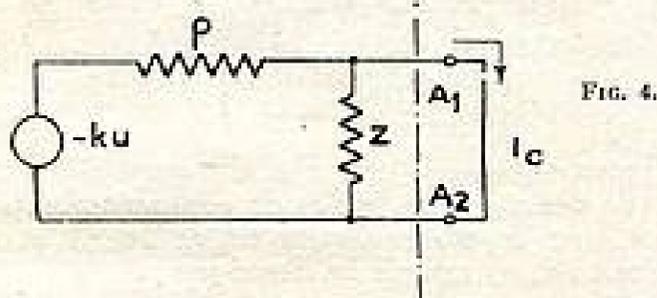


FIG. 4.

Si les bornes A_1 et A_2 sont à circuit ouvert la tension en marche à vide prend la valeur E . C'est la force électromotrice du schéma équivalent. Le courant I est évidemment nul. Court-circuitons les bornes A_1 A_2 . La tension entre les bornes devient nulle et le courant prend la valeur I_c (fig. 4). Les deux points ainsi obtenus permettent de tracer une droite représentée par la figure 5.

On peut vérifier expérimentalement que pour une valeur quelconque de R' , le point représentatif de la tension V_1 et du courant I_1 est situé sur cette droite. Il est bien connu que la caractéristique essentielle d'une droite est d'avoir un coefficient angulaire constant, homogène dans notre exemple, à l'inverse d'une impédance ρ' . Le fonctionnement du montage peut être résumé par l'expression analytique suivante :

$$V = E - \rho' I$$

La figure 1 permet de calculer E en considérant ρ et Z comme placés en série :

$$E = -Ku \frac{Z}{Z + \rho}$$

Annulons la tension V . Le courant de court-circuit devient I_c , et l'on a :

$$0 = -Ku \frac{Z}{Z + \rho} - \rho' I_c$$

La figure 4 donne :

$$I_c = \frac{-Ku}{\rho'}$$

Il vient alors :

$$0 = -Ku \cdot \frac{Z}{Z + \rho} - \rho' \cdot \frac{-Ku}{\rho'}$$

$$\frac{Z}{Z + \rho} = \frac{\rho'}{\rho}$$

D'où

$$\rho' = \frac{\rho Z}{Z + \rho}$$

C'est la valeur X précédemment appelée impédance interne.

La conclusion est donnée par la figure 6. Les montages (a) et (b) sont identiques. Il est indispensable d'admettre une fois pour toutes cette transformation.

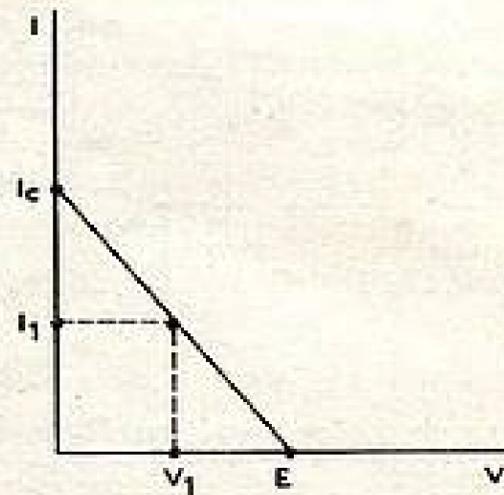


FIG. 5.

Un cathodyne simplifié

Changeons de cap et abordons les rives, ô combien dangereuses, du cathodyne. La figure 7 en donne une forme simplifiée, mais utile à la présentation de la question. Le montage représenté a un fonctionnement par trop classique pour que nous revenions sur son fonctionnement.

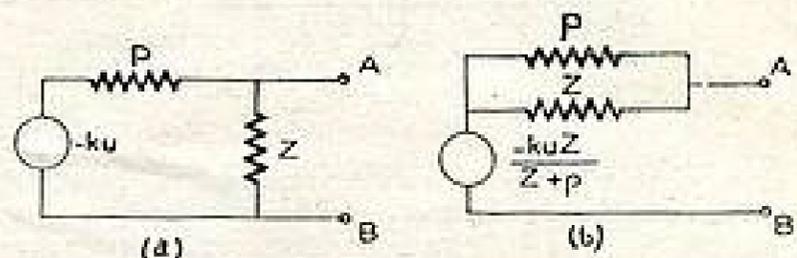


FIG. 6.

L'extrémité du secondaire du transformateur, T_1 , est reliée au point D et non à la masse. En supposant des découplages parfaits de cathode et d'anode, la charge anodique est réduite à $2 R_1$. La polarisation est déterminée par R_x et l'étude s'effectue comme pour un amplificateur normal. Mais attention ! le schéma doit rester conforme à celui de la figure 7. Et il faut impérativement utiliser le transformateur T_1 . Le bon sens réagit violemment en réclamant une prise médiane et la suppression du cathodyne. Nous convenons volontiers que ce montage est d'intérêt purement didactique... et sans prétentions techniques.

La figure 8 donne le schéma équivalent d'utilisation. En considérant, soit les bornes DE ou FE comme bornes de sortie, le schéma peut se réduire à une représentation plus sobre. Fig. 9.

L'impédance interne est constituée par ρ en série avec R_1 , l'ensemble étant en parallèle avec R_1 . Rappelons que cette représentation n'est exacte que si la tension alternative développée entre cathode et masse ne réagit pas sur le circuit grille-cathode.

Le cathodyne normal

La figure 10 montre un montage bien connu. La polarisation est déterminée par la chute de tension aux bornes de R_1 . Les tensions de sortie sont très faibles, et l'étage final placé à la suite doit être très sensible. Aussi préfère-t-on le montage de la figure 11.

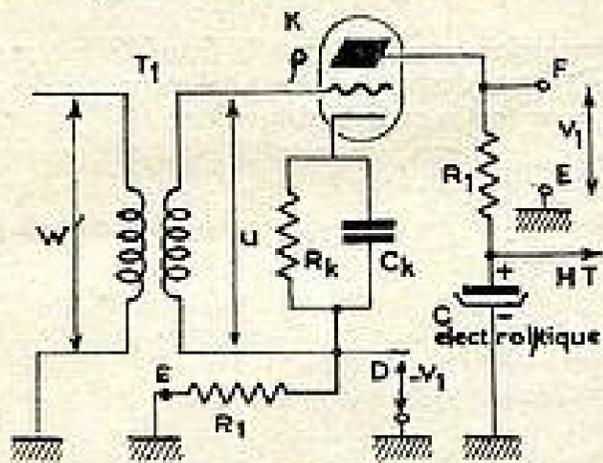


FIG. 7.

Le diviseur de tension formé par R_2 et R_3 permet d'augmenter la valeur de R_1 et par suite les tensions de sortie disponibles. Les valeurs absolues de R_2 et R_3 sont établies en fonction de l'impédance interne de l'étage précédant le cathodyne.

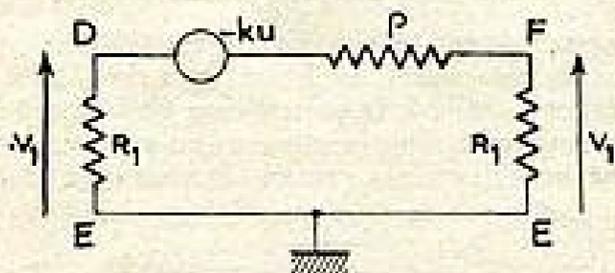


FIG. 8.

Rappelons brièvement les différences de fonctionnement entre les schémas des figures 7 et 11.

Sur la figure 11, la tension alternative u_1 est appliquée entre grille et masse. La tension alternative $-v_1$ est développée entre cathode et masse. Entre grille et cathode, la tension résultante est $u_1 + v_1$, et c'est cette valeur qui est amplifiée K fois. Sur la figure 7, au contraire, c'est la tension u qui commande l'amplificateur.

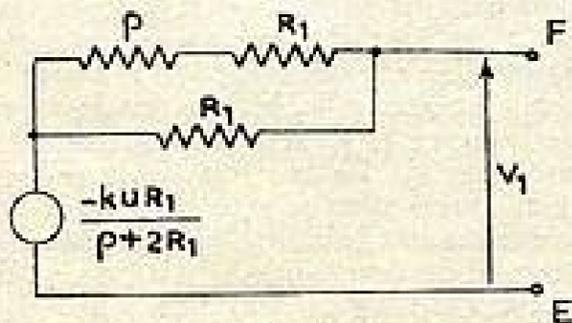


FIG. 9.

Les propriétés connues

Tous les praticiens savent que le cathodyne n'est pas un montage amplificateur ordinaire. On avance assez facilement qu'il y a contre-réaction, mais sans trop s'y attarder. L'étude mathématique peut cependant être effectuée sans effort.

On commence par supposer qu'il n'y a pas de contre-réaction. Le gain est donné, en module, par :

$$A = K \frac{2 R'_1}{2 R'_1 + \rho}$$

avec :

K : coefficient d'amplification du tube pour des conditions statiques bien définies ;

ρ : résistance interne.

R'_1 : charge anode-masse ou cathode-masse.

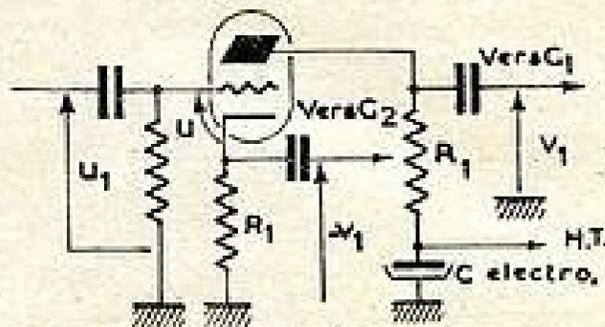


FIG. 10.

En appelant $2 v_1$, la tension alternative anode-cathode, on voit que v_1 est la tension de contre-réaction.

Le taux de contre-réaction est de 50 % et le gain résultant A' , en module est donné par :

$$A' = \frac{A}{1 + \frac{1}{2} A}$$

Le rapport $\frac{v_1}{u_1}$ représentant le module du gain $\frac{A'}{2}$ devient :

$$\frac{A'}{2} = \frac{A}{2 + A}$$

Lorsque A devient grand, ce rapport tend vers l'unité. Il apparaît aussi la nécessité de prendre pour R'_1 , une valeur assez forte. Dans les conditions normales, la perte d'amplification demeure faible.

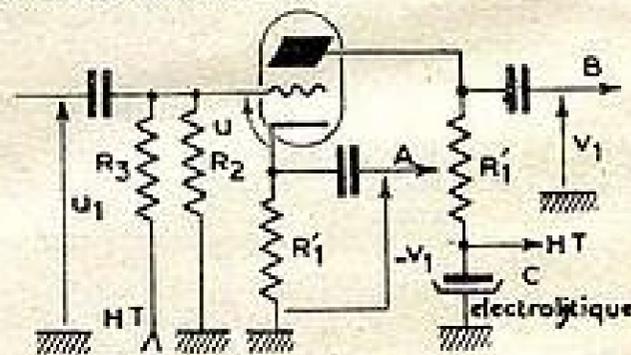


FIG. 11.

Par exemple, avec un tube 6C5, on a :

$$K = 20$$

$$\rho = 10.000 \Omega$$

$$R'_1 = 20.000 \Omega$$

$$A = \frac{20 \cdot 40.000}{40.000 + 10.000} = 16$$

$$\frac{A'}{2} = \frac{16}{2 + 16} = \sim 0,9$$

La diminution de gain dépasse à peine 1 décibel.

Le mois prochain :
Les impédances internes d'un cathodyne.

LE MONITEUR APÉRIODIQUE DE DÉPANNAGE

Mise au point — Son emploi en B. F.

par Robert ASCHEN

Le nouveau schéma publié dans le N° 253 de la *T.S.F.* a été appliqué au Moniteur apériodique dans le courant de l'été dernier après avoir été mis au point dans un récepteur à 819 lignes fonctionnant déjà depuis un an.

Ce nouveau schéma présente deux avantages :

- 1° Gain très élevé dans une bande très large.
- 2° Absence totale de tout système de correction.

C'est surtout le deuxième point qui m'a paru le plus intéressant en vue de l'application dans le Moniteur.

Le schéma publié aujourd'hui est celui de la réalisation du numéro 253. Il comporte trois parties :

L'amplificateur avec les tubes EF42-EL41.

Le voltmètre avec son tube ECC40.

L'alimentation avec sa redresseuse.

Le tube de puissance est alimenté séparément à l'aide de la self de filtrage L_1 et si votre secteur est instable, à l'aide d'un stabilisateur au néon avec deux tubes montés

Le voltmètre est alimenté par les selfs de filtrage L_2 et L_3 .

Sa sensibilité est réglable à l'aide du potentiomètre P_1 et la remise à zéro s'effectue à l'aide du potentiomètre P_2 .

Etant donné la sensibilité élevée du voltmètre (250 mV pour toute la déviation) la remise à zéro doit être effectuée après un certain temps de chauffage de l'ordre de dix minutes.

L'amplificateur correspondant au schéma de la figure 1 donne un gain de 15 entre 50 c/s et 20 Mc/s. On peut obtenir un gain plus élevé avec une bande de fréquences moins large. Nous avons préféré une bande de 20 Mc/s à cause de la gamme des ondes courtes concernant la Radiodiffusion sur 15 mètres.

Le schéma comporte toutes les tensions et tous les courants que nous avons relevés sur la maquette et dont les valeurs faciliteront la mise au point du Moniteur.

L'amplificateur peut être employé pour d'autres applications, par exemple comme préampli devant un ampli de

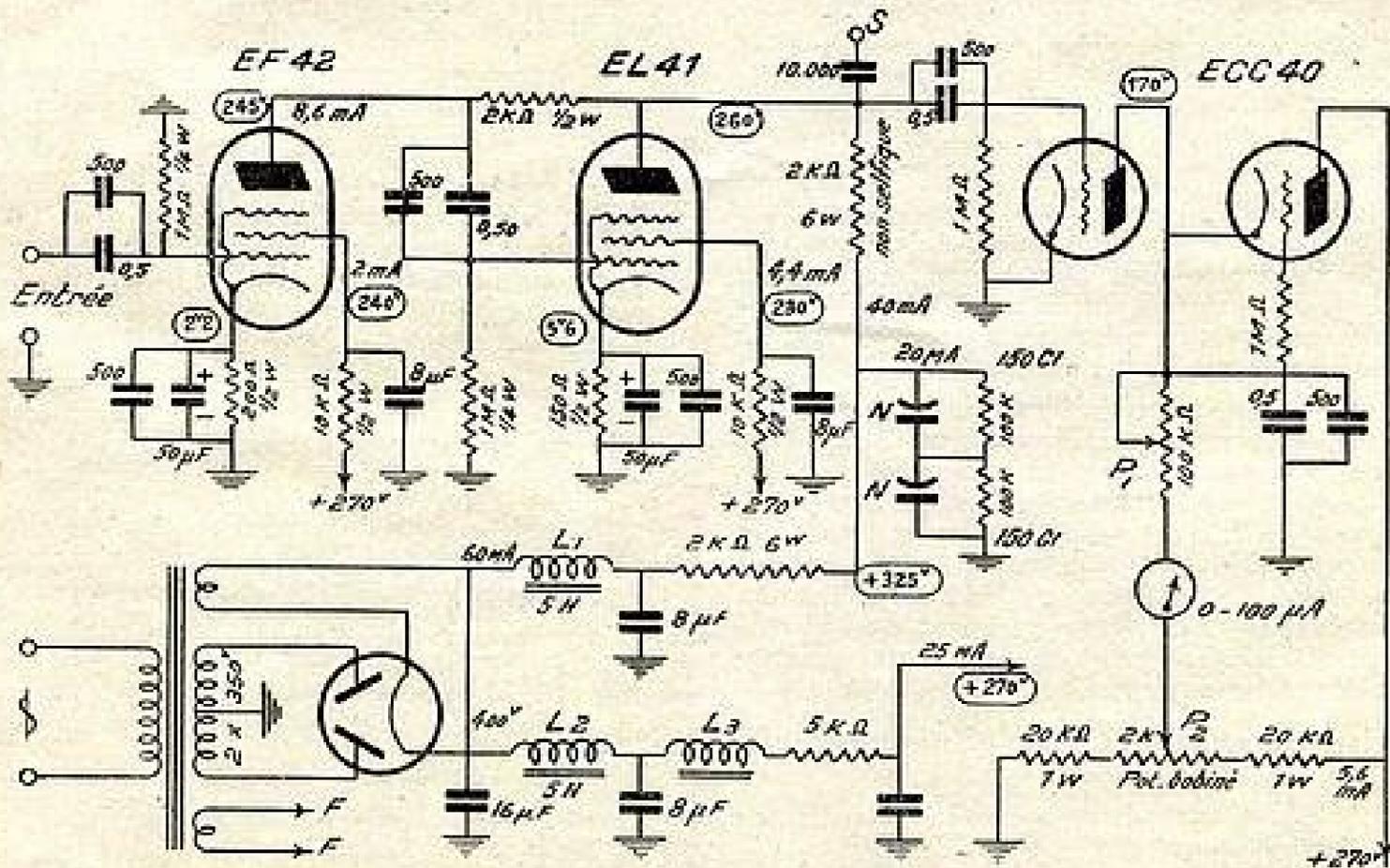


FIG. 1.

en série du type 150 C₁. (Sur le schéma les tubes N). Cette stabilisation est donc fonction de la variation de tension du réseau et elle convient pour des variations de plus ou moins 5 %. Dans le cas d'un secteur très instable nous conseillons vivement une alimentation séparée avec prises sur 325 volts et 270 volts très bien stabilisée pour des variations de ± 15 %.

puissance ou devant un oscillographe.

En appliquant 0,1 volt à l'entrée on obtient à la borne de sortie S une tension de 1,5 volt sans aucune distorsion de phase ni de fréquence. En télévision on peut appliquer 0,5 volt à l'entrée pour obtenir 7,5 volts à la sortie. En augmentant la résistance de charge à 6.000 ohms, le gain atteint 20 et la tension de sortie 10 volts efficaces, soit 14

volts de crête. Ceci est suffisant pour moduler tous les tubes en 455 lignes ou en 819 lignes.

On voit immédiatement l'intérêt de ce montage dans la télévision à haute définition où les circuits correcteurs apportent des distorsions de phase bien gênantes.

Mais revenons maintenant à l'amplification B.F. et voyons l'application du Moniteur pendant la mise au point et pendant le dépannage des amplis. Il peut servir comme voltmètre et comme millivoltmètre car la sensibilité correspond à une déviation totale de l'aiguille correspondant à 16 millivolts ce qui permet une lecture facile du millivolt.

Avant de citer son emploi en B.F. il faut d'abord s'assurer que le moniteur fonctionne parfaitement sur cette gamme. Nous commencerons donc par relever sa courbe de réponse entre 25 c/s et 10.000 c/s. Relions pour cela l'entrée du Moniteur avec un bon générateur B.F. étalonné en fréquence et en tension et traçons la courbe pour différentes fréquences concernant cette gamme à tension d'entrée constante. Si le Moniteur manque de sensibilité aux fréquences basses, vérifier tous les condensateurs de découplage ! Les condensateurs de cathode sont des 50 microfarads shuntés par des condensateurs au mica de 500 picofarads.

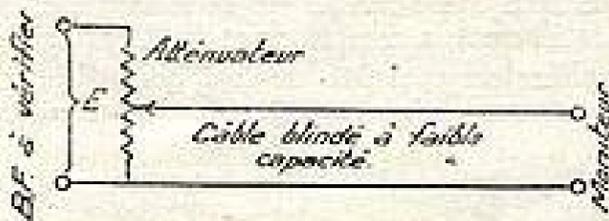


Fig. 2.

Les condensateurs de grille écran sont des 8 microfarads isolés à 500 volts.

Une fois obtenu une réponse linéaire nous pouvons vérifier tous les étages d'un ampli B.F. à condition de monter à l'entrée du Moniteur un atténuateur. Celui-ci est constitué par un potentiomètre non selfique monté au bout du câble côté ampli à vérifier (voir figure 2).

En disposant l'atténuateur de cette manière on réduit au minimum l'erreur due aux capacités parasites. L'étalonnage de l'atténuateur se fera de la même manière que celui du moniteur en appliquant à l'entrée E une tension connue et en relevant ensuite la tension mesurée au Moniteur pour différentes positions du curseur et pour différentes fréquences du générateur. Un petit cadran sera fixé sur l'atténuateur et l'étalonnage correspondra aux atténuations 3, 10, 30, 100, 300 etc., c'est-à-dire sensiblement aux résistances suivantes :

Résistance curseur-masse	Atténuation
1.000.000 Ohms	0
333.333 »	3
100.000 »	10
33.333 »	30
10.000 »	100
3.333 »	300

En réalité ces valeurs sont différentes à cause de la résistance de grille du tube EF42 qui se trouve en parallèle avec le curseur (fig. 3).

Le potentiomètre doit être du type logarithmique sinon on ne pourrait pas obtenir une atténuation suffisante. On peut également remplacer le potentiomètre par un commutateur d'un diviseur de tension constitué par des résis-

tances fixes et à déterminer pour chaque position d'atténuation.

Je préfère le potentiomètre de bonne qualité sur lequel je fixe un petit cadran étalonné suivant l'échelle 1, 3, 10, 30 et 100 des atténuations.

Il suffit de placer l'aiguille du curseur sur chaque position pour obtenir l'atténuation voulue. En multipliant la tension lue au V.A. par ce chiffre, on obtient la tension

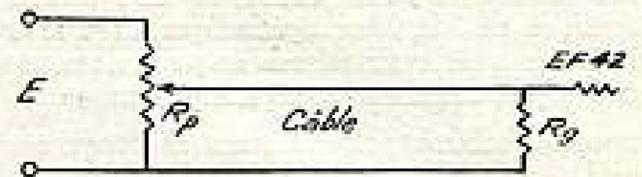


Fig. 3.

exacte. La vérification de l'étalonnage est simple car en mesurant 16 millivolts sur la position 1 pour toute la déviation, je dois trouver en augmentant le signal de trois fois au générateur, la même déviation lorsque le curseur se trouve sur la position 3 ; la tension à l'entrée a augmenté de trois fois ainsi que l'atténuation, l'aiguille doit revenir à sa position initiale soit celle correspondant à 16 mV.

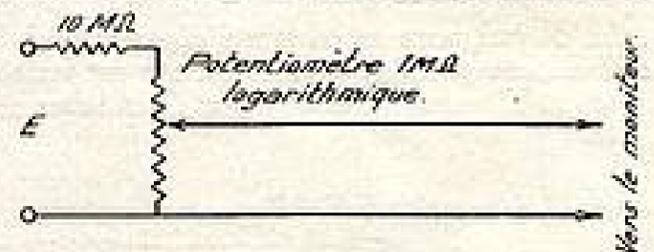


Fig. 4.

Il faut refaire cette vérification sur plusieurs fréquences. Avec une atténuation de 100, nous pouvons mesurer une tension maximum de $16 \times 100 = 1.600$ mV. Une atténuation de 1.000 correspondrait à 16 volts pour toute la déviation.

Dans le cas où l'on veut mesurer des tensions de cet ordre et même plus élevées, on a intérêt de monter une résistance fixe avant le potentiomètre correspondant déjà

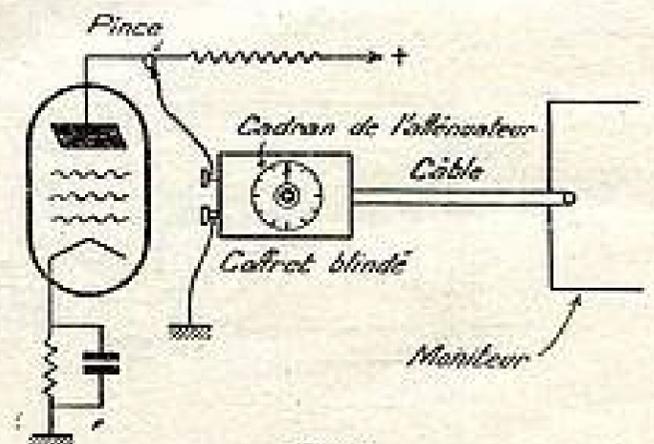


Fig. 5.

à une atténuation de 10, donc une résistance de l'ordre de 10 mégohms (voir fig. 4). L'ensemble est monté dans un petit coffret (fig. 5).

Une fois cette mise au point terminée, nous pouvons analyser la partie B.F. d'un récepteur ou les différents étages d'un ampli. L'impédance d'entrée est très élevée, ce qui évite toute atténuation parasite.

On peut par exemple vérifier une installation sonore pour cinéma de la manière suivante :

- 1° Mesure de la tension de modulation provenant d'une cellule photo-électrique. (Sensibilité 16 mV).
- 2° Mesure du gain du préampli. (Sensibilités 16 mV et 160 mV).
- 3° Mesure des gains de l'ampli. (Sensibilités 48 mA, 160 mV et 480 mV).
- 4° Mesure de l'équilibre du push-pull. (Sensibilités 480 mV à 16 volts).
- 5° Mesure du gain en puissance. (Sensibilités 160 volts et 16 volts).
- 6° Mesure du bruit de fond (souffle). (Sensibilité 16 mV).
- 7° Mesure des tensions de ronflement. (Sensibilités 16, 48, 160 et 480 mV).
- 8° Mesure des tensions parasites induites. (Sensibilités 16, 48 et 160 mV).
- 9° Mesure des tensions dans les retours de masse. (Sensibilité 16 mV).
- 10° Mesure des filtres de découplage. (Sensibilités 16, 48 et 160 mV).
- 11° Relevé des courbes de réponse des différents étages. (Sensibilités depuis 16 mV jusqu'à 160 volts).
- 12° Mesure du coefficient de report de la contre-réaction. (Sensibilités 16 mV à 1.600 mV).
- 13° Relevé des courbes de réponse des filtres de correction. (Sensibilités 16 mV à 1.600 mV).
- 14° Relevé de la courbe puissance-distorsion, c'est-à-dire tension de sortie en fonction de la tension d'entrée.
- 15° Mesure des tensions alternatives aux points « froids ».

Partout où l'on peut effectuer une mesure de tension même de très faible valeur, le Moniteur doit être employé.

La vérification de cellules, lampes et pièces détachées peut être effectuée à l'aide du même appareil.

Le filtrage de chaque étage ainsi que leur blindage doivent être vérifiés soigneusement. La sensibilité maximum du Moniteur étant de l'ordre du millivolt, ces mesures ne présentent aucune difficulté.

En employant une alimentation stabilisée pour la H.T. et pour les filaments, la sensibilité peut atteindre 10 millivolts pour toute la déviation, soit 0,5 millivolt pour la première division du cadran à condition de changer la résistance de charge (6.000 au lieu de 2.000).

Nous avons décrit aujourd'hui la mise au point du Moniteur et son emploi en B.F. Nous décrirons la prochaine fois l'emploi en H.F.

Les figures et photos du numéro 253 montrent comment il faut blinder chaque groupe de circuit. Nous avons réalisé un blindage autour de l'alimentation, autour de l'ampli et autour du voltmètre. Une résistance variable de très faible valeur a été insérée dans l'un des fils du secteur, ce qui nous facilite la suppression du survoltage le soir. La photo montre en effet un troisième bouton du côté alimentation.

Il serait préférable de monter le Moniteur sous forme de blocs que l'on fixera ensuite sur une platine en matière isolante en reliant ensemble les différents blocs à l'aide de connexions électriques mais en les séparant mécaniquement pour éviter des inductions.

La méthode des blocs permet une mise au point individuelle de chaque ensemble de circuits en commençant par celui de l'alimentation, ensuite celui du voltmètre et finalement celui de l'ampli.

Le montage par blocs facilite la mise au point à un tel point que je la recommande aussi bien en télévision qu'en technique professionnelle.

En séparant les circuits de fonctions différentes et en les groupant par blocs on évite l'induction parasite, le couplage par retour de masse, le couplage réactif ou contre-réactif et on peut mettre au point chaque bloc sans se préoccuper du fonctionnement de l'autre. Quel gain de temps, quel agrément pendant la mise au point et quelle facilité de dépannage ! Chaque potentiomètre doit être fixé sur le bloc correspondant à son circuit et les blocs peuvent être montés derrière une platine avant avec axes sortis. La platine sera également en matière isolante comme celle qui supporte les blocs. La bakélite se prête très bien à cet usage.

Nous publierons prochainement quelques photos du même Moniteur réalisé en trois blocs.

En attendant, on peut obtenir le même résultat en employant un vieux châssis sur lequel on dispose les circuits en trois groupes bien compartimentés à l'aide de blindages soudés au châssis comme le montre la photo.

Notre nouveau circuit offre des applications dans beaucoup de domaines que nous ne manquerons pas de décrire après chaque nouvelle réalisation. Le domaine de la B.F. était évidemment à l'ordre du jour dans ce numéro spécial.

Robert ASCHEN.

L'importance que nous avons donnée à ce numéro spécial (qui comporte 45 pages de texte !) n'a pas suffi à permettre la publication de tous les travaux de notre équipe de rédacteurs sur les haut-parleurs.

Nos lecteurs trouveront le mois prochain, avec la suite et le schéma de notre amplificateur de 80 watts (L. CHRÉTIEN), des articles sur l'utilisation des haut-parleurs (GOODEL-BOURSAULT), la dynamique (André MOLES), l'association de 2 haut-parleurs pour relief musical (GINIAUX), l'amplificateur piloté par récepteur (GINIAUX et ROUSSEAU), une étude sur le fonctionnement des haut-parleurs (Robert ASCHEN), et un article remarquable de la Compagnie Industrielle des Téléphones sur un nouveau diffuseur de son.

ETUDE, CONSTRUCTION ET MISE AU POINT d'une MACHINE MAGNETIQUE de REPRODUCTION SONORE

par P. HÉMARDINQUER, Ingénieur-Conseil (1)

III. — Construction d'une platine à fil

Deux écueils à éviter

Nous avons exposé les principes de la construction des platines mécaniques à fil et à ruban. Les pièces détachées, que l'on peut actuellement trouver dans le commerce, sont encore relativement rares. D'assez nombreux industriels spécialisés étudient le problème ; mais, leur fabrication n'est parfois pas encore complètement au point. Cette situation se modifiera plus ou moins prochainement, et, dès à présent, on peut se procurer, à des adresses bien choisies, la presque totalité des pièces utiles.

La construction d'une platine mécanique est devenue ainsi réalisable par tout amateur ou semi-professionnel, même s'il n'a pas une habileté mécanique particulière. La réalisation et l'emploi de ce montage, le choix des pièces qui le composent, exigent cependant des précautions sur lesquelles nous avons déjà attiré l'attention.

Tout défaut mécanique a pour conséquence une irrégularité, ou une distorsion, de l'inscription magnétique ; la construction d'une machine magnétique ne peut donc être présentée comme une réalisation aussi facile que celle d'un simple phonographe ou d'un poste de radio. Des études parues à ce sujet dans certaines revues sont peut-être de nature à donner sur cette question des idées un peu superficielles et fâcheuses pour l'avenir même de cette méthode, dont la diffusion est certaine et désirable.

Par contre, nous conseillons à nos lecteurs de ne pas se laisser décourager par les premières difficultés rencontrées au cours de leurs travaux, ou les imperfections des premiers résultats obtenus. Le succès est certain, à condition d'employer un matériel rationnel et éprouvé, et d'apporter le soin nécessaire à son montage.

Une platine mécanique à fil simplifiée

L'entraînement du fil dans une platine peut être réalisé, comme nous l'avons montré précédemment, directement depuis la bobine débitrice jusqu'à la bobine réceptrice, en passant par le guide de la tête magnétique combinée

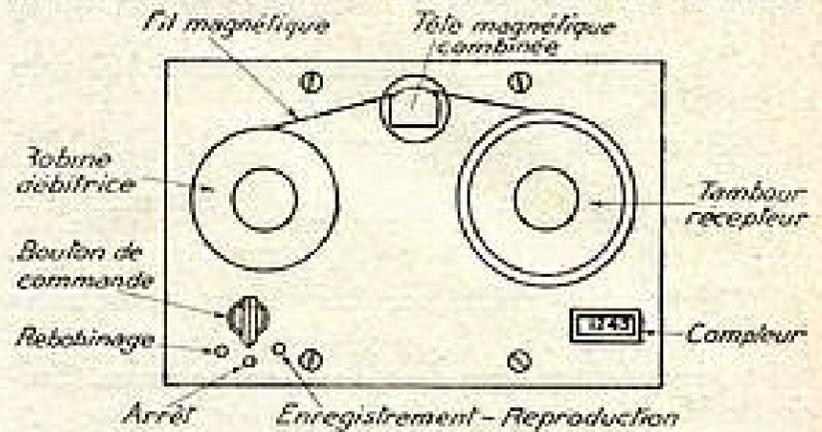


FIG. 1.

d'effacement, d'enregistrement et de reproduction. Ce procédé ne permet pas d'obtenir une vitesse d'entraînement linéaire parfaitement uniforme, mais assure cependant une vitesse pseudo-constante, suffisante, en pratique, surtout si la reproduction est effectuée avec la même machine.

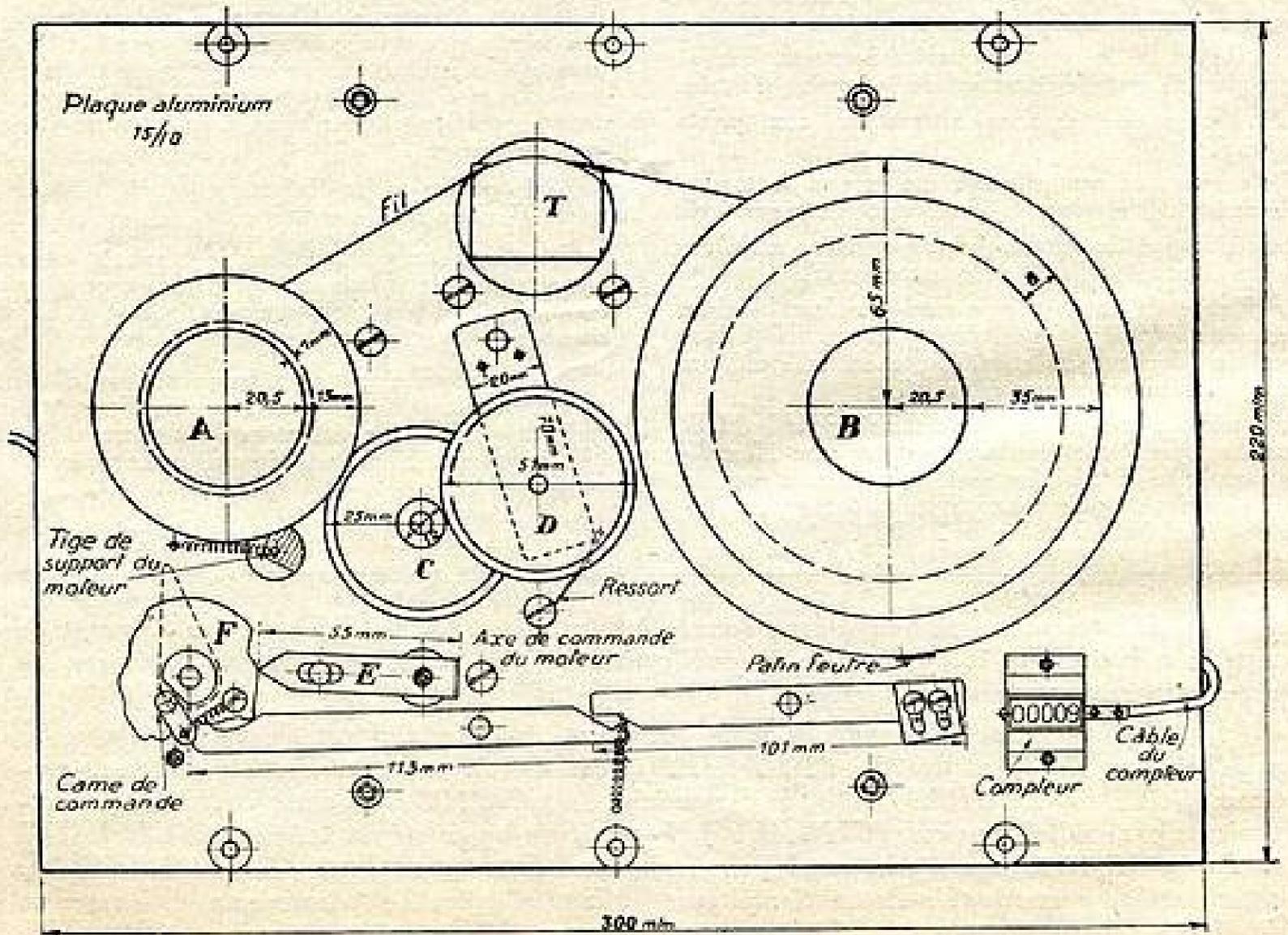


FIG. 2.

(1) Voir n° 253 de novembre 1949.

C'est sur ce principe qu'est réalisée la platine mécanique représentée sur la figure 1, et qui a été établie au moyen de pièces *Polyphone*. Signalons, d'ailleurs, à ce propos, que ce fabricant paraît être, à l'heure actuelle, un des seuls qui aient mis au point un ensemble complet de pièces détachées pour la construction d'une platine à fil.

Cette platine mesure 30 cm. de largeur et 22 cm. de profondeur et elle peut être constituée, par exemple, sur une plaque de duralumin (fig. 2).

Le fil est placé sur sa bobine débitrice standard de 71 mm. de diamètre extérieur, de 41 mm. de diamètre intérieur, et dont la gorge mesure 13 mm. de hauteur ; cette bobine est placée sur le plateau support A, que l'on

La bobine débitrice de 110 mm. peut être remplacée immédiatement, dans ces conditions, par une bobine standard de 71 mm. dont le diamètre intérieur est également de 41 mm. Avec cette bobine, la vitesse d'entraînement est réduite à 28 cm. à la seconde, ce qui permet l'enregistrement de la parole dans des conditions suffisantes, tout en doublant la durée d'enregistrement pour une même longueur de fil.

L'axe du plateau récepteur porte encore des disques avec rondelles de feutre, formant friction, et on lui applique à la base une vis sans fin qui servira à l'entraînement de la came, permettant le déplacement vertical de la tête magnétique.

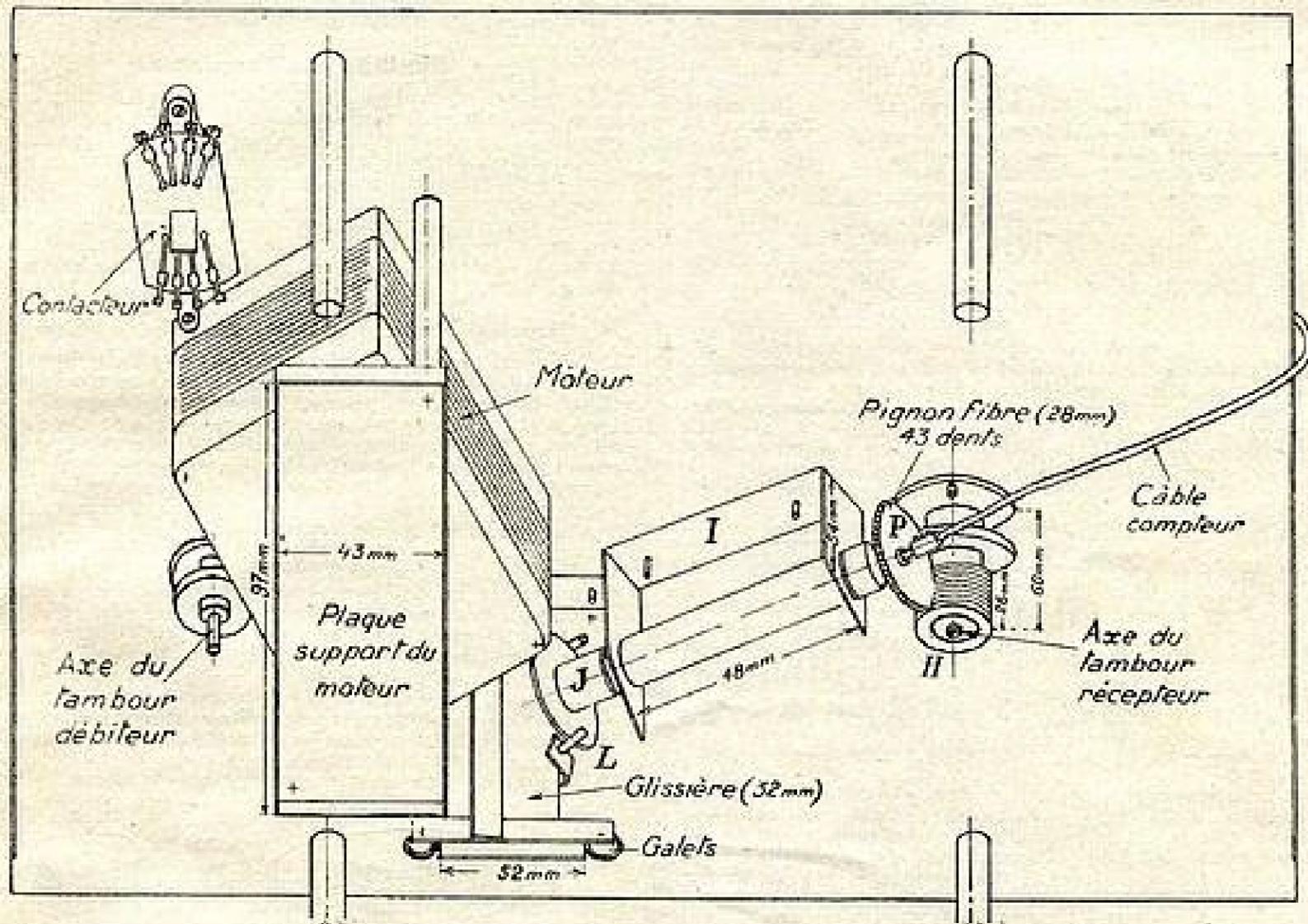


FIG. 2.

voit à gauche. Ce support présente une partie centrale cylindrique de 41 mm. de diamètre, et de 16 mm. de hauteur, sur lequel s'emboîte la bobine ; des billes à ressort maintiennent cette dernière. La base de la bobine repose sur un épaulement de 11 mm. Ce support est solidaire d'un axe vertical comportant une friction avec rondelles de feutre formant frein réglable.

Le fil partant de cette bobine débitrice passe sur le guide, la tête combinée, et vient s'enrouler sur la bobine réceptrice, qui a normalement 110 mm. de diamètre extérieur, 41 mm. de diamètre intérieur et une gorge de 13 mm. de hauteur. Cette bobine entraînée à deux tours à la seconde environ, permet d'obtenir une vitesse d'entraînement de 61 cm./seconde. Bien entendu, tous ces organes, sauf les axes et les coussinets de logement des tambours sont en duralumin, afin d'éviter les effets magnétiques (fig. 4).

Le tambour support de la bobine réceptrice, représenté sur la figure 4, a 130 mm. de diamètre et 16 mm. de hauteur ; il porte, au centre, un cylindre de 41 mm. de diamètre et 16 mm. de hauteur, avec billes à ressort, sur lequel vient s'appliquer la bobine réceptrice précédente, qui est ainsi immédiatement démontable. Ce dispositif est très intéressant, puisqu'il permet de changer immédiatement le fil en cours d'enregistrement, si l'on possède simplement plusieurs bobines de rechange.

Le système d'entraînement

L'entraînement général des plateaux et du fil est assuré par un moteur asynchrone synchronisé de 1/50 de cheval, alimenté par le courant alternatif 110 volts 50 périodes, et d'une vitesse de régime de 1.200 tours minute (fig. 3).

Ce moteur est disposé sur un berceau élastique avec quatre tiges, de sorte qu'il peut être déplacé à droite ou à gauche, sous l'action de la tige à glissière, E de 55 mm. de long, et réglable, elle-même actionnée par la came de commande F.

Sur l'arbre vertical de ce moteur, passant à travers la platine, on monte un galet à jante de caoutchouc de 50 mm. de diamètre et de 6 mm. d'épaisseur ; ce galet porte au centre un cylindre de 12 mm. de diamètre et de 9 mm. de hauteur.

Lorsqu'on déplace le moteur vers la gauche, en actionnant la came F, et, par suite, la glissière E, le bord caoutchouté du galet C vient en contact avec le rebord du plateau porte-bobine débitrice A, qui est entraînée à grande vitesse, cinq fois plus grande que celle de l'enregistrement, ou de la reproduction, ce qui assure le reboînage. En même temps, d'ailleurs, par un dispositif ingénieux, et sous l'action de cette même came F, le levier G est actionné et le patin en feutre servant de frein, qui

s'applique contre le rebord du plateau porte-hobine réceptrice B, est ramené en arrière, ce qui libère ce plateau. Le rebovinage peut se faire dans de bonnes conditions, la seule tension du fil étant produite par la friction des rondelles de feutre des arbres des porte-hobines.

Voyons maintenant comment est assuré l'entraînement normal pour l'enregistrement et la reproduction. Nous

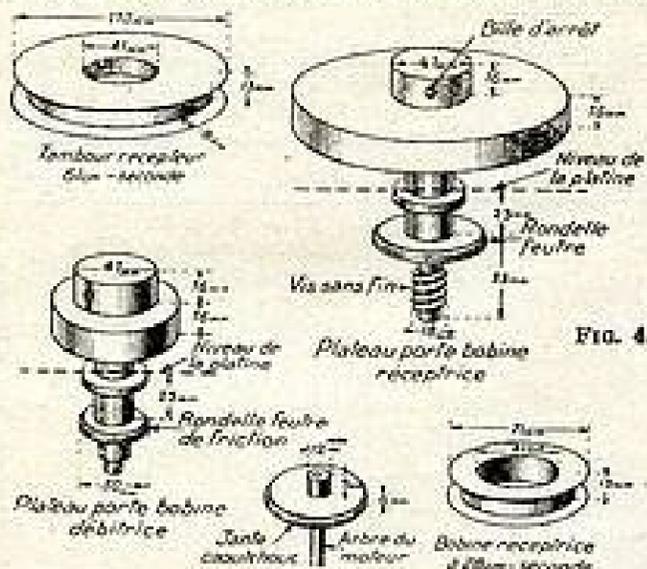


FIG. 4.

voions entre le galet C et le porte-hobine réceptrice B un galet D de 51 mm. de diamètre à jante en caoutchouc. Ce galet est placé sur une plaquette pivotante de 20 mm. de large et peut légèrement osciller autour d'un axe ; il est ramené vers la gauche sous l'action d'un ressort, et la jante en caoutchouc s'applique alors sur le manchon métallique C porté par l'arbre du moteur.

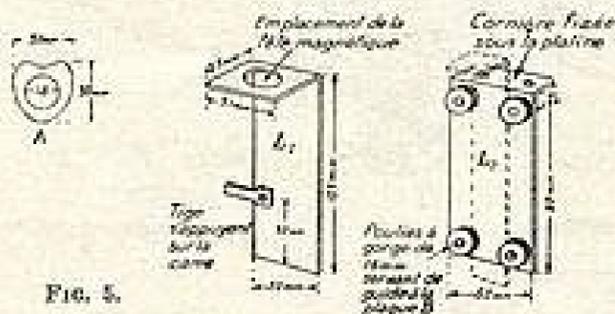


FIG. 5.

Lorsqu'on déplace le moteur et son arbre vers la droite, le manchon du plateau C presse contre le galet D ; celui-ci pivote vers la droite et sa jante en caoutchouc vient s'appliquer sur le rebord du plateau porte-hobine réceptrice B, ce qui met en mouvement ce plateau à la vitesse de deux tours à la seconde. En même temps, et comme précédemment, le patin en feutre H servant de frein est ramené en arrière sous l'action du levier G, et le plateau est libéré.

Ainsi, la seule manœuvre de la platine est assurée à l'aide d'un bouton de commande relié à la came F. Lorsqu'on actionne le bouton vers la gauche, on obtient le rebovinage ; lorsqu'on l'actionne vers la droite, on obtient l'entraînement pour l'enregistrement ou la reproduction. Enfin, la position centrale est la position d'arrêt.

L'arbre de la came F agit en même temps sur un contacteur électrique de façon à mettre en marche le moteur en le reliant au secteur dans la position d'enregistrement ou de rebovinage (fig. 3).

Entraînement de la tête magnétique et compteur

Dans toute machine à fil, la tête doit être déplacée verticalement de bas en haut, et de haut en bas, de façon à distribuer également le fil sur toute la hauteur de la gorge des bobines.

On voit, sur les figures 3 et 5, comment ce résultat est obtenu dans notre platine.

Sur l'arbre du plateau porte-hobine réceptrice est montée, comme nous l'avons noté, une vis sans fin EL dont la base se trouve à 60 mm. au-dessous de la platine. Cette vis engrène avec un pignon en fibre « celoron » P solidaire d'un arbre horizontal supporté par un étrier I de 48 mm. de large et de 54 mm. de hauteur.

A l'autre extrémité de l'arbre, à gauche, on monte une came excentrique en forme de cœur T qui vient appuyer sur un petit levier L maintenu constamment par un res-

sort. Ce levier L détermine le déplacement sur une glissière L₂ d'une lamelle verticale L₁ portant la tête magnétique, le déplacement de cette tête correspond à 10 tours du plateau porte-hobine.

Sur l'arbre du pignon P on monte également un câble souple ; c'est le câble d'un petit compteur disposé sur le dessus de la platine. Ce compteur, très simple, fonctionnant en avant et en arrière, donne des indications très précieuses pour le repérage des parties enregistrées du fil.

L'entraînement de la came et, par conséquent, le déplacement de la tête magnétique, est ainsi déterminé par la rotation du plateau porte-hobine réceptrice. Cette bobine est actionnée aussi bien pendant l'enregistrement et la reproduction que pendant le rebovinage, et cette liaison indirecte n'offre aucun inconvénient.

Réglage de la platine

Le réglage mécanique de la platine consiste simplement à assurer la pression convenable des galets en caoutchouc par le jeu de la lamelle à glissière E qui commande le déplacement du moteur et du galet C. Toutes les pièces sont d'ailleurs rectifiées et à rattrapage de jeu.

La platine, elle-même, peut être recouverte d'une plaque de couverture, peinte ou vernie, qui recouvre tous les organes et ne laisse apparaître, comme on le voit sur la figure 1, que les bobines réceptrice et débitrice, la tête magnétique, la manette de commande et le compteur.

Emploi d'un moteur phonographique

De nombreux correspondants nous ont demandé si l'on pouvait utiliser, pour le montage d'une machine magnétique, un moteur de phonographe de bonne qualité, avec son plateau tourne-disque tournant à 78 tours à la minute. Un tel moteur n'est utilisable que s'il assure un entraînement absolument uniforme ; de plus, il est indispensable qu'il soit blindé avec le plus grand soin, de façon à éviter toute induction sur la tête magnétique, qui se traduirait par des ronflements insupportables. On ne peut donc donner des indications générales à ce sujet, et c'est là une question d'espèces. Il est facile, d'ailleurs, de se rendre compte si un moteur quelconque produit ou non une induction gênante ; il suffit de l'approcher d'une tête magnétique placée sur une machine déjà construite et en fonctionnement. S'il se produit des ronflements, le moteur est à éliminer.

Ceci posé, des essais très sommaires peuvent être alors réalisés, en employant un des dispositifs représentés sur les figures 6 et 7. Sur l'arbre du plateau tourne-disque, on monte une bobine réceptrice de 17 cm. de diamètre, qui permet d'obtenir à peu près une vitesse de 60 cm./seconde.

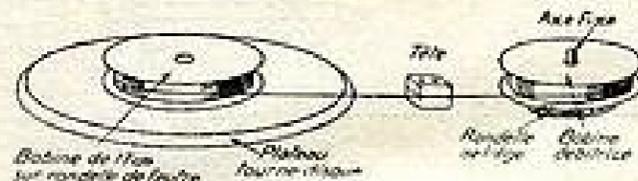


FIG. 6.

La bobine débitrice est légèrement freinée par une rondelle de feutre ou de liège, le fil passe directement sur la tête. Bien entendu, si celle-ci est fixe, et ne distribue pas verticalement le fil sur la gorge, l'essai ne peut durer au-delà de quelques minutes, et ne peut servir que pour étudier rapidement les qualités d'une tête magnétique ou d'un amplificateur.

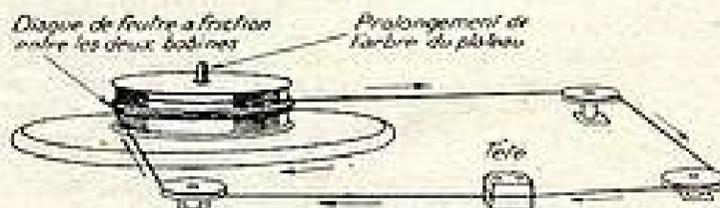


FIG. 7.

Le deuxième dispositif, indiqué sur la figure 7, est un montage du même genre. Il nécessite l'emploi d'un arbre additionnel sur le plateau tourne-disques, mais permet de monter, sur ce même arbre, les bobines débitrice et réceptrice avec une rondelle de friction intercalaire.

(A suivre.)

CHEZ LES FABRICANTS

LE HAUT-PARLEUR A MEMBRANE EXPONENTIELLE S. E. M.

par Lucien CHRÉTIEN, ingénieur E.S.E.

Sans doute nos lecteurs se souviennent-ils d'un certain « éditorial » intitulé « Donnez-nous des haut-parleurs », éditorial qui fit un certain bruit ?

A la suite de cet article, j'avais été amené à prendre contact avec quelques fabricants ainsi même qu'avec le Syndicat des Fabricants de Haut-Parleurs... En confrontant nos points de vue, nous étions arrivés à cette conclusion que si le « fond » de mon article était indiscutablement exact, la « forme » en était sans doute exagérément corrosive. C'est une fatalité qui veut que la causticité de ma prose ne soit pas dans les choses que j'écris mais plutôt dans la manière dont je les écris...

Aujourd'hui, j'ai plaisir à reconnaître que la plupart de mes critiques n'auraient plus guère raison d'être exprimées. Je n'ai, certes pas, l'outrecuidance de supposer, et, encore moins, de laisser croire à nos lecteurs que mon article a montré la voie aux constructeurs. Toutefois, devant la violente réaction soulevée par mon texte, j'ai cependant le droit de penser que nous avons été pour quelque chose dans l'accélération du mouvement vers le mieux. En conséquence, je ne regrette rien.

Comme prévu, les haut-parleurs à enroulement d'excitation se meurent et sont remplacés par des modèles à aimant permanent. Les progrès des aimants sont appliqués peu à peu, à mesure que l'industrie métallurgique met les nouveaux alliages à la disposition des constructeurs.

Comme preuve tangible des progrès accomplis, les Etablissements S.E.M. m'ont transmis pour essais le dernier né de leurs modèles : un haut-parleur dit : à membrane exponentielle. Ce reproducteur, d'un diamètre de 22 centimètres est caractérisé par la forme et la texture de sa membrane, ainsi que par son dispositif de suspension arrière. Tout en assurant un centrage rigoureux et pratiquement indéformable, ce système donne à l'ensemble une fréquence de résonance extrêmement basse. C'est, comme nos lecteurs le savent, indispensable pour assurer la reproduction des fréquences basses. Mais avec un diamètre de membrane aussi faible, il faut prévoir une très grande largeur d'entrefer, car l'amplitude des déplacements est considérable. C'est précisément ce qui a été fait.

On pourrait se demander pourquoi n'avoir pas adopté un diamètre de cône plus important ? La raison est évidente : augmenter le diamètre, c'est augmenter le poids du système mobile, et augmenter le poids, c'est réduire le spectre transmis du côté des fréquences élevées.

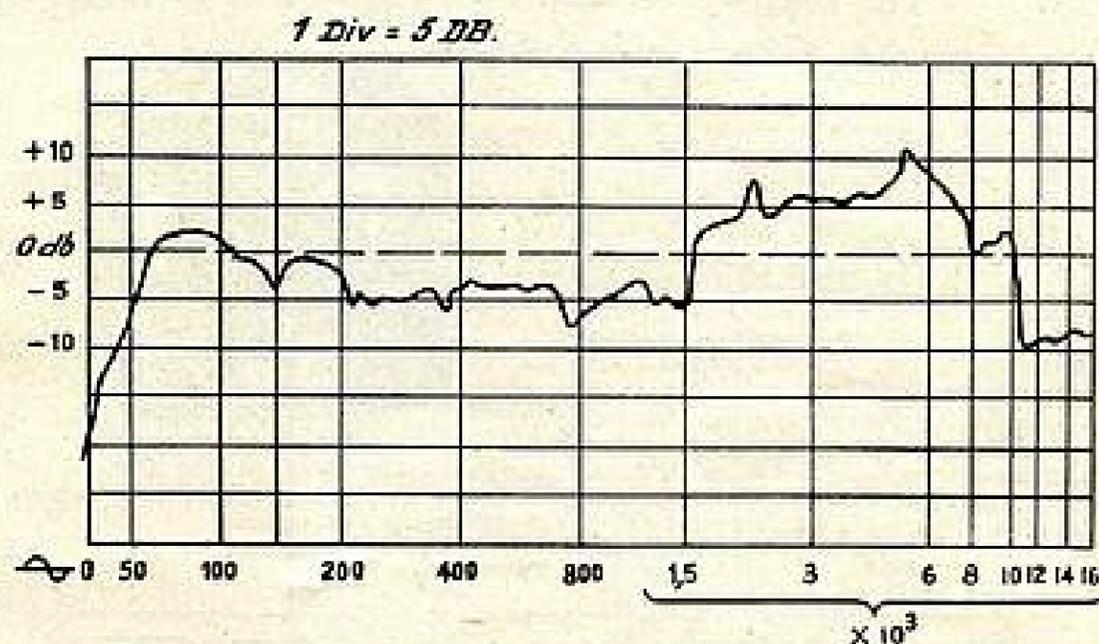
Ajoutons à cela que le transformateur d'adaptation n'est pas de la classe « microscopique ». Il dépasse largement en dimensions et en poids ce que les fabricants de haut-parleurs nous ont habitué à trouver... Je n'ai pas eu le temps d'effectuer des mesures précises sur le transformateur, mais à vue « de nez » ou plutôt : d'oreilles, il me semble correspondre aux modèles que j'ai décrit dans un précédent numéro.

L'emploi d'une membrane exponentielle améliore très nettement la transmission des fréquences élevées. Cela s'explique par le fait que la forme de la membrane facilite la production de zones de vibrations annulaires. Par contre, la puissance est légèrement plus réduite que celle qu'on pourrait obtenir avec un

cône à bord droit. Cela n'a aucun inconvénient dans le cas présent, car le haut-parleur est destiné à faire un travail « d'art » et non pas de « force », et les 3 watts qu'il peut fournir sont plus que suffisants dans la très grande majorité des cas.

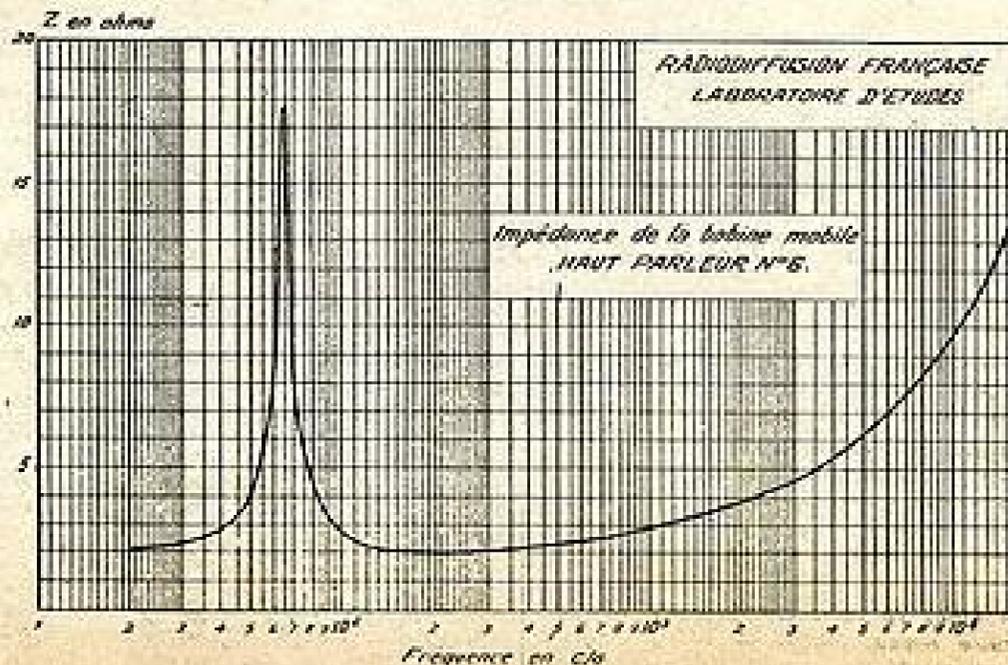
Nous publions ci-contre une courbe de transmission obtenue en chambre sourde, sur baffle plan, le microphone étant placé dans l'axe à une distance de 70 centimètres

la membrane exponentielle. Certains spécialistes anglais recommandent précisément ce résultat dans le but de corriger les absorptions apportées dans un appartement normal par les tapis, tentures, etc... On peut aussi remarquer que cette augmentation de transmission corrige dans une mesure appréciable l'atténuation apportée par l'excès de sélectivité de la plupart des récepteurs. Enfin, ce léger excès d'aiguës ne se présente que dans l'axe. En



Je n'hésite pas à écrire que cette courbe est tout à fait remarquable. Elle s'étend de 50 à 15.000 périodes par seconde, avec des écarts de ± 10 db. On notera l'augmentation de 10 db entre 1.500 et 8.000 périodes/s. Cette bosse est due, sans aucun doute, à l'action de

dehors de l'axe, cette concentration n'existe plus. Il en résulte que tout en maintenant un niveau normal des « aiguës », on peut se dispenser de prévoir un « cône antidirectionnel » ou des « coulissons » acoustiques. Toutefois, sur phonographe électrique, il y aura lieu de



prévoir un filtre de bruit d'aiguille particulièrement bien étudié ou, mieux encore, un éliminateur dynamique.

Nous publions, par ailleurs, la courbe d'impédance de la bobine mobile. On notera combien la résonance est « pointue » et de grande amplitude. C'est la raison de la souplesse du système mobile. Pour atténuer les effets de cette résonance, on peut faire appel à différents moyens. D'abord, il faut augmenter le plus possible l'impédance mécanique opposée aux mouvements de la membrane. C'est le rôle du « baffie ». Celui-ci doit être parfaitement bien étudié. Il faut employer soit un « baffie infini » soit un « baffie réflex ». On peut aussi utiliser un « labyrinthe acousti-

que », bien que ce système apporte une atténuation notable des fréquences élevées. Il faut aussi choisir judicieusement l'emplacement du haut-parleur dans la pièce d'audition.

Il faut aussi adopter un étage de sortie à très faible impédance interne apparente : triode ou tétrade avec un très fort taux de contre-réaction de tension.

Les essais à l'audition permettent de vérifier les prévisions qu'on peut tirer des précédentes remarques. Ce haut-parleur donne des résultats meilleurs que des systèmes beaucoup plus compliqués comportant, par exemple, l'emploi de deux systèmes acoustiques différents : un pour les fréquences basses et l'autre pour les aigus. Dans ce cas, l'écueil

est toujours la liaison entre les deux systèmes de reproduction. L'audition obtenue avec les deux amplificateurs à haute fidélité que nous avons décrits est absolument remarquable. Les « basses » sont rondes, étoffées, sans « son de tonneau ». Les fréquences élevées sont « sans bavures » et donnent aux « cuivres » et aux voix une impression de présence extraordinaire.

Par sa classe, ce haut-parleur peut se comparer favorablement aux productions étrangères que j'ai eu l'occasion d'essayer. Et mes lecteurs savent bien que je n'écris pas cela à la légère.

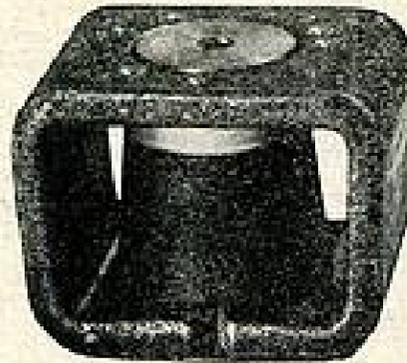
L. CHÉRIEN.

NOUVELLE CULASSE DE HAUT-PARLEUR POUR AIMANTS MODERNES

par M.M. LYON et VOIRIN, ingénieurs de la Société "Princept"

La fabrication des aimants à trempe magnétique par les Acieries Françaises a permis la réalisation de haut-parleurs dont le poids et le volume de la culasse sont très réduits pour des résultats supérieurs à ceux obtenus avec les classiques aimants nickel-alu.

Il est évidemment possible de placer un aimant quatre à cinq fois plus petit dans une culasse conçue pour un ancien aimant ; dans ce cas, la longueur des lignes de force dans le fer constitue une réluctance non négligeable. Le souci constant du fabricant de haut-parleurs étant l'obtention pour un aimant donné d'un champ maximum dans l'entrefer, une étude rationnelle du problème a conduit à la réalisation d'une culasse qui, en donnant le minimum de longueur aux lignes de force, présente l'avantage d'un seul raccord mécanique ayant la particularité de ne pas intro-



est placé à l'intérieur de l'U et dans son axe, un noyau de fer doux centré dans l'axe crée l'entrefer annulaire.

ont eu l'idée de mettre en forme parallélogramme une plaque unique ; un des côtés est alésé pour le passage de la bobine mobile et remplace donc la plaque de champ, mais ce circuit étant obtenu à partir d'une seule plaque de fer doux, comporte encore un joint. Ce joint unique est placé à un angle de la culasse ou sur un côté, avec agrafage en queue d'aronde, rivetage d'une plaquette rapportée ou soudure ; il n'en subsiste pas moins un entrefer parasite (fig. 2).

Nouvelle culasse « Princept » (fig. 3)

L'idée est très simple. Elle apporte une solution parfaite en offrant une réluctance minimum. Le joint de la plaque mise en forme se trouve sur une ligne neutre de la culasse ; c'est en effet à cet endroit que les lignes de force sortant de l'aimant se divisent en deux faisceaux divergents de sorte qu'elles n'ont pas

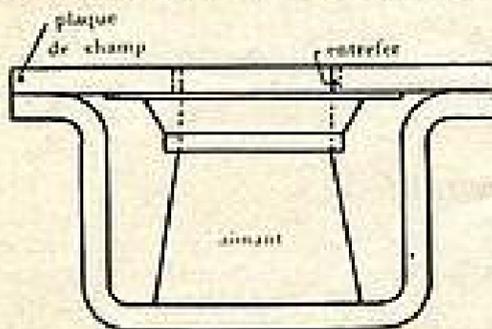


FIG. 1.

duire de réluctance dans le circuit magnétique.

Culasse classique d'électrodynamique (fig. 1)

La culasse en fer doux a la forme d'un U ; une plaque de champ alésée pour le passage de la bobine mobile ferme le circuit ; l'aimant

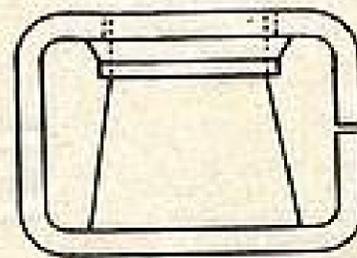


FIG. 2.

Culasse sans plaque de champ rapportée

Les joints entre plaque et U peuvent occasionner d'importantes fuites magnétiques et une augmentation notable de la réluctance. Certains constructeurs, notamment aux U.S.A.,

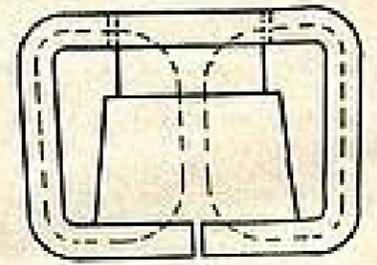


FIG. 3.

à traverser le raccord. L'expérience montre qu'une fente de l'ordre du millimètre est sans influence mesurable sur le champ dans l'entrefer.

Brevet français déposé au Service de la Propriété Industrielle, sous le n° 574.191.

QUELQUES SOINS APPORTÉS A LA FABRICATION DU HAUT-PARLEUR FRANÇAIS "CLEVELAND"

Voici en quelques lignes les différents points particuliers qui spécialisent les nouveaux appareils Cleveland du type S.S.

1° *Masses polaires cuirées.* Par une pellicule de cuivre très mince, les masses polaires sont garanties contre la rouille qui se loge autour du noyau ou de la plaque de champ au grand détriment des fils de la bobine mobile.

2° *Montage en ligne sur dispositif spécial.* L'ensemble noyau, plaque de champ, bobine mobile est monté sur un dispositif permettant un assemblage garantissant un alignement

parfait des pièces fixes et mobiles du haut-parleur.

3° *Frein nylon gaufré en forme de curette.* De forme spéciale, ces nouveaux freins facilitent les grands déplacements sans crainte de butée et permettent les tonalités de fréquences très basses.

4° *Les assemblages par collage.* Ceux-ci ont fait l'office de recherches très poussées pour éviter les produits devenant trop durs au bout d'un séchage prolongé.

En effet, ces colles se craquèlent dans leur

masse interne et provoquent des bruissements parasites.

Nos assemblages sont donc exécutés avec des colles spéciales et les parties devant se mouvoir sont assemblées de façon à ne pouvoir buter contre les pièces fixes du haut-parleur, même dans les grands déplacements.

Les fils de sortie de la bobine mobile ne peuvent engendrer de vibrations qui puissent se répercuter sur la membrane.

En définitive, une fabrication très soignée, poussée vers la musicalité et qui laisse espérer un grand succès.

CHEZ LES FABRICANTS

LE CONTRÔLE ÉLECTROACOUSTIQUE DES HAUT-PARLEURS

par M. CLAUSIN, ingénieur des Établissements AUDAX

Il ne viendrait pas à l'esprit d'un technicien digne de ce nom, d'étudier un récepteur de radio sans connaître les caractéristiques des bobinages moyenne fréquence, et en particulier leur courbe de sélectivité. De cette courbe dépendront en partie les qualités électriques et acoustiques du récepteur.

Pourquoi néglige-t-on trop souvent les caractéristiques électroacoustiques du haut-parleur proprement dit ? En effet, quel que soit le soin apporté à l'étude de la moyenne et de la basse fréquence, c'est finalement le haut-parleur qui transformera l'énergie électrique en énergie acoustique ; et c'est de lui que dépendra la musicalité de l'ensemble.

C'est pourquoi les Établissements AUDAX n'ont pas hésité à créer un laboratoire électroacoustique qui peut être considéré comme l'un des mieux équipés de France, malgré l'importance qu'une telle installation représente.

Grâce à cette installation, chaque modèle de haut-parleur AUDAX est soigneusement étudié en cours de réalisation et ensuite des contrôles fréquents permettent de surveiller la fabrication et d'assurer une régularité de production impeccable.

L'installation du laboratoire électroacoustique des Établissements AUDAX présente entre autres points ceci de particulier, qu'elle permet l'emploi de deux méthodes de mesure :

soit l'enregistrement graphique de la courbe de réponse acoustique par la méthode du bathymètre enregistreur ;

soit le relevé de cette même courbe à l'oscillographe cathodique.

Cette dernière méthode est particulièrement intéressante, car elle est très rapide.

En voici le principe :

D'une part, un générateur basse fréquence (à tension rigoureusement constante) alimente par l'intermédiaire d'un amplificateur le haut-parleur à étudier. Le microphone étalon reçoit l'onde sonore et fournit, après amplification et redressement, la tension d'entrée d'un amplificateur logarithmique à courant continu qui attaque les plaques de balayage vertical du tube.

D'autre part, le même générateur excite un filtre spécial donnant à sa sortie une tension variant logarithmiquement avec la fréquence. Après redressement et amplification, cette tension attaque les plaques de balayage horizontal.

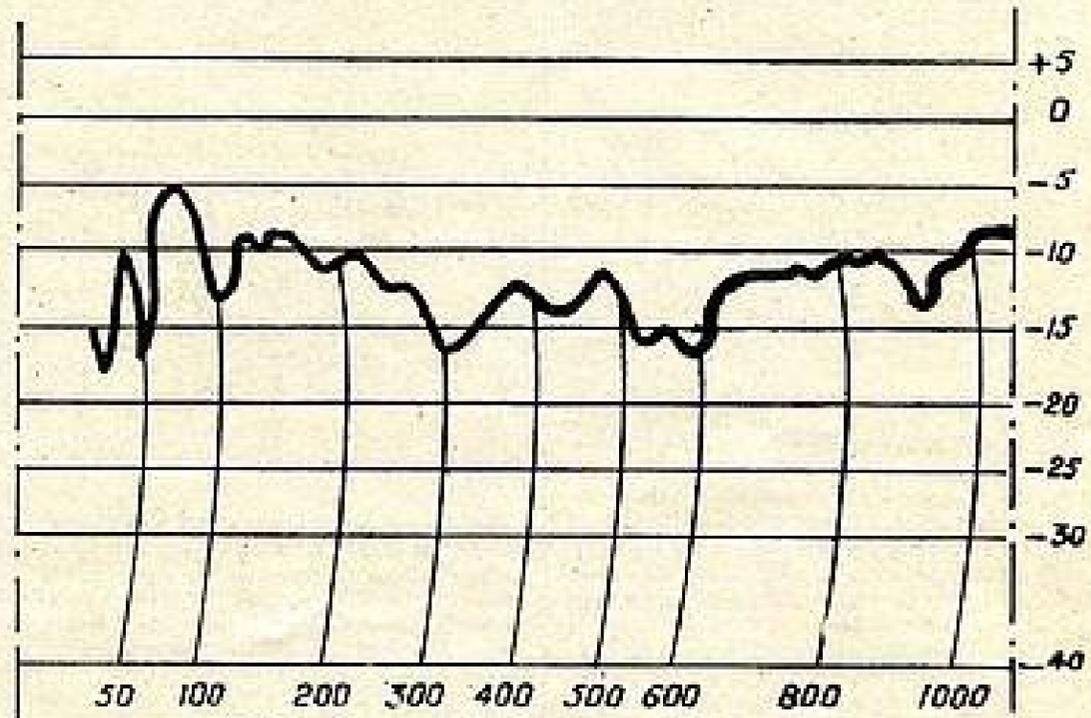
La position du spot sur l'écran est donc fonction en abscisses de la fréquence et en

ordonnées proportionnelle au logarithme de la pression acoustique mesurée par le microphone étalon.

Le générateur basse fréquence est entraîné au moyen d'un moteur électrique, soit lentement, soit rapidement, suivant la vitesse à laquelle on veut relever la courbe ; celle-ci peut être examinée directement à l'œil avec bien encore, on peut l'enregistrer photogra-

C'est pourquoi l'installation que nous venons de décrire permet le relevé de la courbe globale d'un récepteur, c'est-à-dire en tenant compte de la sélectivité de la détection, de la courbe de l'amplificateur basse fréquence proprement dit, du haut-parleur, et du coffre.

S'il est possible d'obtenir des corrections utiles en étudiant à l'oreille les qualités acoustiques d'un haut-parleur, l'expérience a mon-



Fraction d'une courbe de réponse relevée en chambre sourde.

un tube cathodique à grande rémanence ; ou plus simplement encore, la calquer.

Des feuilles d'essai toutes imprimées d'avance permettent ainsi le relevé en quelques secondes de la courbe d'un haut-parleur. Les mesures peuvent se faire, soit en plein air, soit dans une chambre sourde étudiée très soigneusement et qui donne une courbe de fréquence correcte jusqu'à moins de 100 périodes/s.

La courbe d'un haut-parleur est un élément caractéristique de celui-ci, mais on sait que cette courbe sera affectée d'une façon considérable par la forme et la matière qui constituera le coffre du récepteur complet.

tré qu'on arrive à des résultats beaucoup plus sûrs et plus rapides en utilisant une méthode de contrôle électroacoustique comme celle que nous venons d'étudier.

Bien entendu, les laboratoires de la Société AUDAX comportent aussi toutes les installations nécessaires pour le relevé des courbes directionnelles des haut-parleurs, ainsi que les caractéristiques de distorsion acoustique, soit à puissance constante, soit à distorsion constante.

Et c'est là une des raisons de l'immense succès, tant en France qu'à l'étranger, des haut-parleurs ainsi contrôlés.

CLAUSIN,

Ing. en chef, Laboratoires Audax.

Fabrication des haut-parleurs « Musicalpha »

Cette importante firme, aussi ancienne que l'industrie radioélectrique française, a créé depuis 1944 des modèles très intéressants qui se sont signalés à l'attention des constructeurs radio : suspension extérieure nouvelle, modèle de haut-parleur à excitation avec plaque de champ épaisse de 10 mm., et dont la bobine mobile baignait toujours dans un flux pulsant et pratiquement constant (réponse remarquable des transitoires), etc... Musicalpha poursuit son effort de création. Nous ne pouvons malheureusement pas publier avant notre prochain numéro, « Salon de la Pièce Détachée », l'article très court, mais « révé-

lateur », de l'ingénieur en chef de cette firme, et nous nous en excusons ici auprès de nos lecteurs.

PETITES ANNONCES

A vendre, postes mixtes batterie 6 V., secteur 110 V., joli coffret pouvant servir sur voiture. Prix : 17.000. Matériel divers à céder. MOLNIER, 73, bd Pasteur, La Courneuve.

Doct. Médecine entrerait rapport avec construct. p. exploit. brevet d'utilis. tout poste T. S. F. pour traitements HF efficacité réelle. Ecr. T.S.F. pour Tous n°11.216.

Maroc. TANGER, à céder magasin central 3 vitrines imm. moderne, bail 9 ans, radios (200 par un) appareils électro-domestiques, mobilier métallique, etc. Chiffre d'affaires

annuel 10 millions, prix intéressant. Ecrire Revue n° 11.217.

Monteur dépanneur exper. Sér. réf., cherche place stable France ou Colonies. Préférence Maroc ou A.O.F.. R. TOURNIER, 19, avenue Mare-Urtin, Bourg-les-Valence (Drôme).

Vends, cause double emploi, machine magnétique sonore américaine Webster. Etat neuf abs. Bobines et accessoires. Très compl. Prix très réd. HEMARD, 38, avenue Félix-Viallet (Grenoble).

Vient de paraître,

Claude GUNY, Guide du téléspectateur, le livre que doivent lire tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la télévision.

Editions L.E.P.S., 21, rue des Jeûneurs, Paris-20^e.

CHEZ LES FABRICANTS

LES TRANSFORMATEURS DE SORTIE

par Ch LOUIS, ingénieur des Etablissements VEGA

Les ingénieurs de plusieurs grandes firmes nous ont donné des textes discutant chacun des points de leur fabrication qui leur tient particulièrement à cœur.

C'est ainsi que M. Ch. Louis, ingénieur des Etablissements VEGA, apporte tous ses soins à l'exécution des transformateurs d'adaptation de tous types demandés par la clientèle de VEGA. Nous nous sommes permis d'abrégier son texte d'introduction, qui résumait la théorie de ces transformateurs déjà traitée par nos collaborateurs. Mais ses remarques pertinentes quant à l'exécution ainsi que les courbes montrant les résultats obtenus, méritaient publication.

Le transformateur d'adaptation est caractérisé par son impédance, sa réponse en fréquence et la puissance qu'il peut fournir sans distorsion.

On a vu par ailleurs qu'un transformateur dont le secondaire est fermé sur une impédance Z présente, vu du côté primaire, une impédance apparente : $Z_a = n^2 Z$, n étant le rapport de transformation, pratiquement le rapport des nombres de tours.

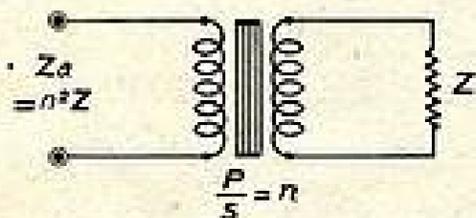


FIG. 1.

En fait, un transformateur ne se comporte pas aussi simplement, certains facteurs ayant une grande importance sur son fonctionnement : Les enroulements possèdent une résistance apparente en continu et en alternatif beaucoup plus élevée. Ils présentent, en outre, un coefficient de self-induction. De plus, le couplage n'étant pas parfait, le secondaire ne reçoit pas la totalité du flux produit par le primaire, on peut admettre qu'il existe entre enroulements un coefficient de self de fuites.

En négligeant certains éléments secondaires, on peut représenter le transformateur par le schéma de la figure 2.

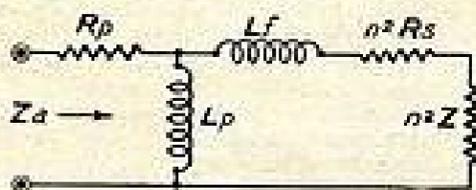


FIG. 2.

n : rapport de transformation, L_p : inductance primaire, L_f : inductance de fuite, R_p et R_s : résistances primaire et secondaire.

L'influence de ces facteurs sur le fonctionnement peut être résumée brièvement.

Impédance

Aux fréquences moyennes, les résistances seules comptent : l'impédance apparente se trouve augmentée de $R_p + n^2 R_s$. Aux fréquences basses, l'inductance primaire est en parallèle, alors qu'aux fréquences élevées, la réactance de fuite augmente l'impédance apparente. Certains de nos haut-parleurs à excitation sont munis d'une bobine de compensation branchée en série avec le secondaire. L'action de cette bobine (résistance et inductance) vient encore s'ajouter à L_f et R_s .

De plus, il faut tenir compte du fait que la bobine mobile du haut-parleur est loin de présenter une impédance constante.

Aux fréquences très basses, celle-ci est confondue avec la résistance de la bobine. Elle

croît avec la fréquence pour passer par un maximum lors de la résonance de la membrane, puis elle reste sensiblement constante jusqu'à 1.000 périodes. Au delà, elle augmente rapidement pour atteindre des valeurs relativement élevées.

Les facteurs qui déterminent l'inductance sont : le nombre de tours de l'enroulement et la qualité du circuit magnétique.

Le nombre de tours est limité en général par l'encombrement et par la résistance. Un enroulement trop résistant serait défavorable

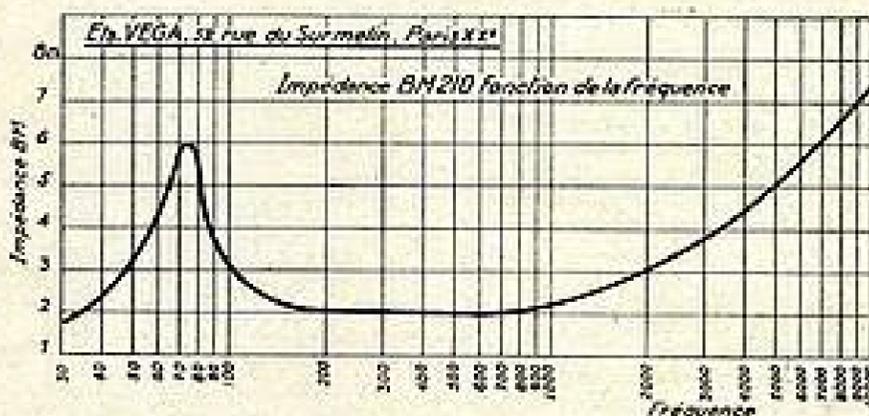


FIG. 3.

Bien que les tubes de sortie puissent travailler de manière satisfaisante avec des résistances de charge assez différentes, on voit que le problème d'adaptation est assez compliqué, et qu'un bon transformateur doit être prévu pour une utilisation bien déterminée.

en ce qui concerne le rendement et produirait, de plus, une chute de la tension effective à l'anode du tube de sortie, donc une puissance fournie moins élevée.

La façon dont est constitué le circuit magnétique a autant d'importance que l'en-

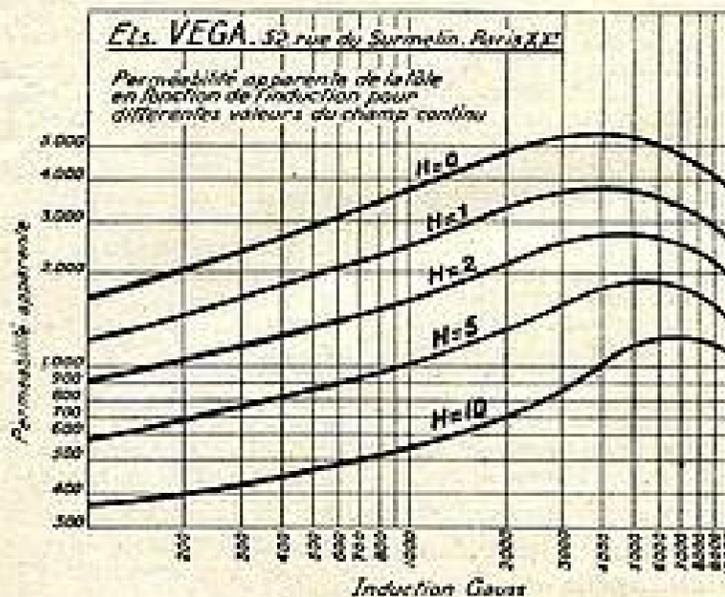


FIG. 4.

Fréquence

Aux fréquences basses, la réactance du primaire L_p est en parallèle sur la charge. Il est donc nécessaire, si on veut une reproduction satisfaisante des fréquences basses, que le primaire ait une inductance élevée. Par exemple, si on admet une perte de 1 décibel à 50 périodes, un transformateur utilisé avec un tube ELA1 devrait posséder une inductance primaire de 38 henrys.

roulement lui-même et ces deux éléments doivent être déterminés judicieusement en tenant compte de la nature et de l'emploi du transformateur.

L'inductance d'un bobinage est fonction de la perméabilité de la tôle utilisée. Il ne s'agit pas, bien entendu, de la perméabilité en courant continu définie par les courbes habituelles champ-induction, mais de la perméabilité apparente en courant alternatif pour un champ continu déterminé. La figure 4 montre

que la perméabilité diminue rapidement avec la valeur du champ continu superposé. Ces courbes sont valables pour un certain type de tôle. L'utilisation d'autres qualités pourra être plus avantageuse selon l'induction et le champ continu.

On remarque que la perméabilité dépend également de l'induction, on peut la rendre plus constante en pratiquant un entrefer dans le circuit magnétique. De plus, comme l'indi-

Distorsion et rendement

Du fait de la présence d'un champ continu, les transformateurs de haut-parleurs ne doivent pas travailler avec des inductions aussi élevées que celles des transformateurs de secteur. L'induction maximum est déterminée par la fréquence, le nombre de tours et la qualité du circuit. La valeur courante est de l'ordre de 4.000 gauss à 50 périodes.

Transformateurs spéciaux

D'autres considérations viennent s'ajouter aux précédentes lorsqu'il s'agit d'établir certains types de transformateurs.

L'étage final des amplificateurs et récepteurs de qualité est souvent constitué par deux tubes montés en push-pull. Ce montage ne conserve son intérêt que lorsque les deux moitiés de l'enroulement primaire sont bien symétriques.

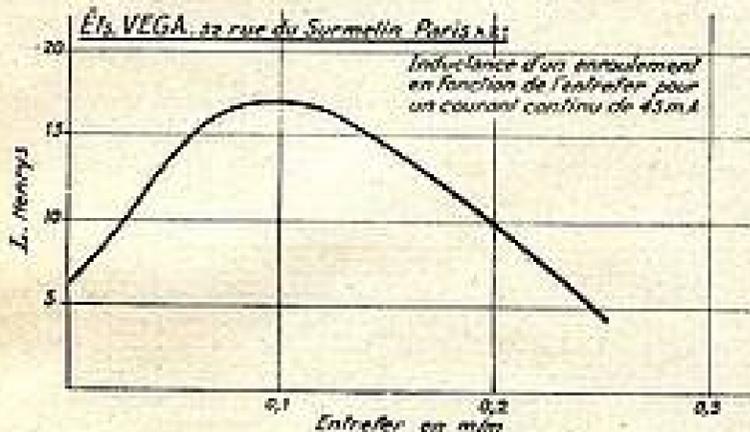


FIG. 5.

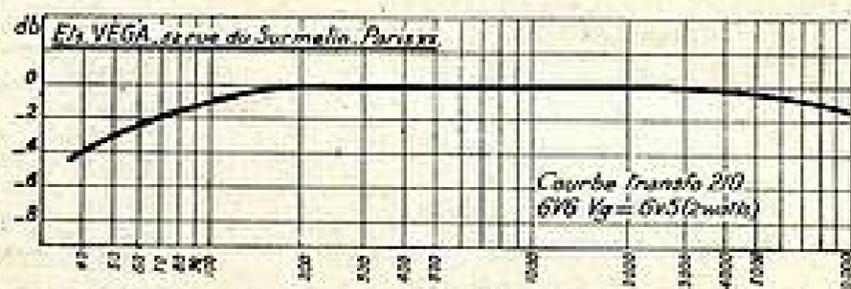


FIG. 6.

que la figure 5, la présence de l'entrefer a pour effet d'augmenter l'inductance de l'enroulement primaire.

Un bon transformateur doit avoir les tôles du circuit magnétique empilées dans le même sens que celui de leur découpage, ce que nous obtenons avec notre outil spécial. Les bavures étant toutes du même côté, le facteur de remplissage est amélioré et les pertes par court-circuit se trouvent diminuées.

Aux fréquences moyennes, les éléments L_p et L_f sont négligeables, la réponse du transformateur pourra être rectiligne.

Aux fréquences élevées, l'action de l'inductance de fuite domine, et on observe une chute dans la courbe de transmission.

Pour diminuer cette inductance de fuite, il faut, en général, utiliser des bobinages peu épais et aussi allongés que possible. A ce point de vue, les enroulements concentriques superposés sont supérieurs aux enroulements fractionnés en galettes.

L'induction diminuant avec la fréquence et sa valeur maximum n'étant atteinte que lorsque le tube final est modulé à fond, on voit que sa valeur moyenne reste très faible. Comme une bonne caractéristique de fréquence impose déjà un enroulement important et une section du circuit suffisante, la distorsion reste, en général, très faible.

La courbe de réponse du transformateur renseigne sur la qualité de celui-ci, mais on peut définir le rendement en tenant compte des résistances des enroulements, les pertes dans le fer étant très petites pour les inductions habituelles.

La figure 2 indique que les pertes du transformateur sont dues à $R_p + n^2 R_s$ en série avec la charge $n^2 Z$. Le rendement calculé sur cette base est de l'ordre de 70 % pour les transformateurs de petits modèles, et peut atteindre 90 % pour les modèles plus importants.

Dans cette intention, on réalise l'enroulement par deux bobinages côte à côte que seules des maisons bien outillées et possédant des machines spéciales peuvent se permettre de réaliser. Ce genre d'enroulement auquel VEGA est fidèle, assure un équilibre parfait et répond au maximum de rendement que l'on peut tirer de ces montages.

Dans les montages à contre-réaction, on prélève généralement une partie de la tension inverse sur le secondaire du transformateur.

L'influence de l'inductance primaire et de l'inductance de fuite se fait alors sentir davantage. Ces deux éléments agissent en effet sur la phase de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée. Il faut donc que la capacité entre enroulement primaire et secondaire soit très réduite, ce qui n'est réalisé que dans des transfo de sortie spécialement étudiés pour ce genre de contre-réaction, et demandant un enroulement spécial que l'on ne rencontre que sur certains modèles de haut-parleurs. VEGA a coutume de résoudre ce problème.

On voit, par ce résumé, toute l'importance d'une réalisation et d'une utilisation correctes du transformateur pour haut-parleur.

Ch. L.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Utiliser deux 6A5 ne suffit pas...

Radio-Craft, notre confrère américain de New-York, avait publié en novembre 1947 un amplificateur à très haute fidélité avec push-pull de deux lampes triodes 6A5 (voir l'amplificateur à très haute fidélité de Lucien Chrétien, commenté au long des numéros de 1946 de la T. S. F. pour Tous et repris dans la réalisation de notre récepteur Jubilé en Décembre 1949).

Le déphasage est fait par un tube 6SN7 triode reprenant une partie du signal appliqué à la grille de l'une des lampes finales 6A5. Le grand recul de grille des tubes 6SN7 permet d'attaquer à peu près suffisamment les tubes 6A5, mais le schéma adopté étant le classique déphasage à résistances d'autrefois avec un tube de plus dans une « jambe » du push-pull, et un diviseur de tension réglable, introduit dans cette jambe de nombreuses capacités parasites non présentes dans l'autre jambe.

L'équilibre parfait ne peut donc être réalisé pour toutes les fréquences et nous croyons que, tout n'ayant fonctionné ni satisfaisamment pour le réalisateur, l'expression haute fidélité ne peut être satisfaite comme elle l'est dans la réalisation de classe exceptionnelle de Lucien Chrétien, réalisation qui ne laisse dans l'ombre aucun des problèmes réellement soulevés par la haute fidélité, problèmes qui reçoivent tous dans cet amplificateur une solution satisfaisante. Il est manifeste que ces problèmes n'ont pas été tous envisagés dans la réalisation américaine considérée, mais un

très fort taux de contre-réaction, entre la bobine mobile du haut-parleur et la cathode de la première triode 6SN7 attaquant la première 6A5 permet, par un affaiblissement de 12 décibels de corriger la courbe de réponse. Les « basses » sont avantagées encore par la mise en série d'un condensateur de 1 μ dans cette ligne de contre-réaction.

Amplificateurs basse fréquence à haute fidélité

Acoustical (Huntingdon, Angleterre) fait une publicité technique intelligente. Il présente son ampli (push-pull triodes classe AB) en comparant les qualités obtenues avant-guerre et celles obtenues désormais par son modèle QA 12/P. C'est ainsi qu'il offre à notre comparaison :

Variation de la puissance de sortie au long de la gamme de fréquences 20 à 20.000 périodes/seconde : 3 décibels avant-guerre, 0,3 db désormais ;

Etendue réelle de la gamme de fréquences reproduite si l'on tolère une variation de niveau de sortie de ± 1 db : 30 à 15.000 périodes/seconde avant-guerre, 15 à 30.000 périodes/seconde désormais ;

Distorsion totale pour 10 watts modulés de sortie (les deux modèles comparés atteignent 10 à 12 watts modulés) : 2 % avant-guerre, 0,1 % désormais ;

Sensibilité (tension d'entrée pour la puissance de sortie maximum) : 0,2 volt avant-guerre, 0,0015 volt désormais (ceci nous dit que l'ampli moderne contient le préampli-

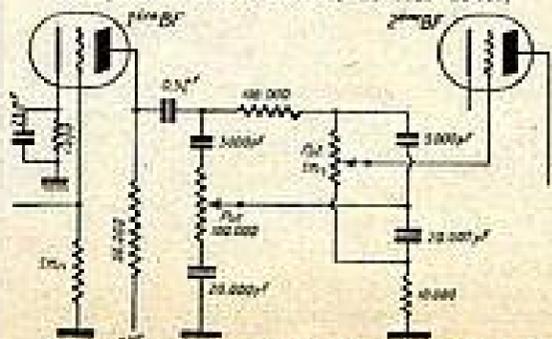
ificateur et peut être attaqué directement par une cellule photoélectrique) ;

Niveau de bruit (tension équivalente à l'entrée) : 120 microvolts avant-guerre, 1 microvolt désormais ;

Niveau de bruit à gain égal sur les basses : — 65 décibels avant-guerre, — 80 décibels désormais (soit un abaissement de 15 décibels du niveau de bruit de fond).

Nos fabricants produisant du matériel de semblable qualité, pourraient réfléchir à cette présentation d'arguments techniques sérieux et habilement comparés. Cet écho leur permettra aussi de comparer leur production à cet appareil britannique de grande classe.

Circuit contrôleur de tonalités graves et aiguës
(D'après Wireless-World, février 1949.)



Pot. 1 M Ω : Contrôle des basses de + 10 db à - 12 db à 50 c/s. Pot. 100.000 Ω : contrôle des aiguës de + 10 db à - 16 db à 6.000 c/s.

REPORTAGE RAPIDE SUR LA PRODUCTION FRANÇAISE DE HAUT-PARLEURS

(Nous nous excusons auprès de tous de ne pouvoir citer toutes les marques et types).

Haut-parleurs Véga

Les haut-parleurs VEGA, de qualité indiscutable, sont munis de suspensions en véritable nylon et de membranes à nervures concentriques, augmentant la puissance et la musicalité. De plus, une gamme très étendue de fabrication leur permet de satisfaire l'ensemble des constructeurs, savoir :

Pour le radio : Modèles à EXCITATION de 12 à 24 cm. et à AIMANT PERMANENT, de 9 à 24 cm. avec application des derniers aimants à trempage magnétique « TICONAL ».

Pour asepti et cinéma : Trois modèles à EXCITATION de 28 à 33 cm. et à AIMANT PERMANENT de 28 à 34 cm. soit une gamme de puissance de 10 à 30 watts, complétés par

COURBE DE RÉPONSE RELEVÉE PAR
LE LABORATOIRE ÉLECTRO-ACOUSTIQUE
DU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

285 GCAP

Intensité constante : 500 mA à 400 c. p. s.
Microphone dans l'axe à 2° 50.

Haut-parleurs Princeps

La nouvelle culasse à joint magnétique sans parties, le nouveau système de centrage automatique la suspension en toile non hygrométrique de 60 à 80 mm. de diamètre, assurent à Princeps une primauté qui fut déjà son lot.

Donnons en exemple, parmi la gamme très complète de 12 à 28 cm., mais uniquement équipée en aimants permanents, car Princeps en a toujours été le champion, trois modèles très sérieux :

Modèle B, 104 mm. de diamètre, membrane de 9/10^e de g., bobine mobile de 3,8 ohms à 1.000 c/s et 19,4 mm. de diamètre, ce qui est remarquable pour cette taille. Aimant ticonal de 78 g., flux de 10.700 maxwells dans l'entrefer.

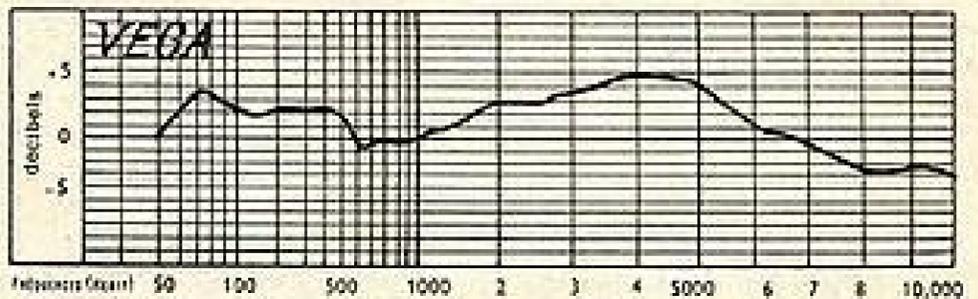
Modèle 20 G, de 197 mm., membrane de 3 g., bobine mobile de 2,4 ohms à 1.000 c/s

pour malades : 166 Miniphones peuvent être attaqués par un ampli BF de 10 watts, Impédance (réactive) : 3.500 ohms.

Les Haut-parleurs S. E. M.

La très grosse production S. E. M. en haut-parleurs classiques, à aimant permanent et à excitation, n'a pas détourné cette firme des recherches sur les haut-parleurs à haute fidélité. C'est ce qui a permis la sortie du nouveau haut-parleur 40-16.000 c/s avec membrane exponentielle essayé par la Radiodiffusion, et par nos propres services. (Voir documents publiés).

S. E. M., indépendamment de ses contrôles électro-acoustiques personnels, à l'air libre et dans les laboratoires officiels, a travaillé surtout avec des chimistes éprouvés, les questions de membrane, d'assemblages, de revêtements et les traitements destinés à donner au disque



deux modèles « TWEETER » spécialement étudiés pour le passage des aigus.

Trois nouveaux modèles : Dont un à EXCITATION et deux à AIMANT PERMANENT, de forme ELLIPTIQUE 160 x 270 mm.

Enfin, pour les pays chauds et humides, un traitement « TROPICAL », contre les moisissures et les termites, assure une garantie de marche sous les climats les plus rudes.



Le nouveau Haut-Parleur elliptique VEGA

Haut-parleurs Audax

L'usine de Montreuil est en pleine activité. Les modèles nouveaux sont nombreux et offrent chacun des avantages. Les constructeurs choisissent selon leurs besoins.

Parmi les vingt-cinq modèles nouveaux, nous citerons :

la série TA, présentation classique mais aimants permanents au ticonal (de 80 mm. à 165 mm. de diamètre) ;

la série PB, modèles à membrane très ouverte, mais à culasse nouvelle, entièrement blindée, forte induction dans l'entrefer, intéressants pour téléviseurs (127 à 212 mm.) ;

la série PV, extra-plate, même membrane très ouverte comme PB, mais moteur inversé, au centre du cône, diffraction des aigus et réponse remarquable aux transitoires (de 127 à 212 mm.). Aimants ticonal légers ;

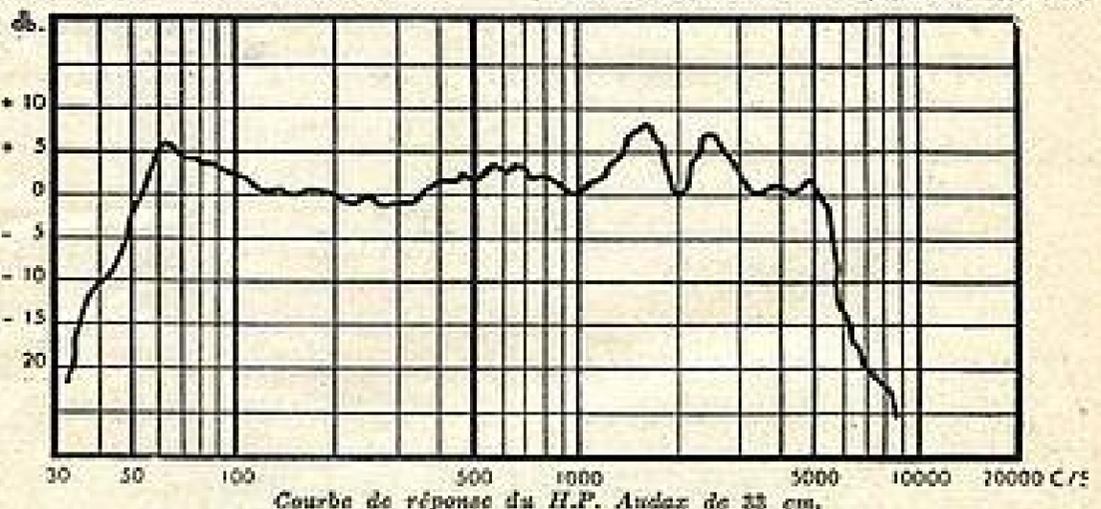
la série PA, à culasse annulaire arrière, toujours aimants permanents ticonal (127 à 212 mm.) ;

la série elliptique qui va être réalisée aussi bien avec moteur inversé à l'avant qu'à l'arrière : 128 x 189 mm., avec deux valeurs de flux possibles : 164 x 244 mm. avec deux valeurs de flux possibles.

Les modèles classiques sont poursuivis, et les gros modèles 28 et 33 cm. notamment,

et 25 mm. de diamètre, suspension toile spéciale de 60 mm. de diamètre, aimant ticonal de 120 g., flux de 23.800 maxwells dans l'entrefer, 4 watts modulés.

Modèle CP 25, de 247 mm. de diamètre, membrane de 5 g., bobine mobile de 2,4 ohms à 1.000 c/s, étroite (3,5 mm.) et de grand diamètre (38 mm.), suspension toile spéciale de 80 mm. de diamètre, résonance à 40 périodes seulement, courbe très constante jusqu'à 10.000 c/s et plus, aimant Ni-Al de 1.300 g., flux de 63.000 maxwells dans l'entrefer.



Courbe de réponse du H.P. Audax de 25 cm.

Haut-parleurs Philips

Les célèbres modèles à cône central anti-directionnel ont d'autres particularités qui les font rechercher.

Le 3801 de 25 watts a une bobine mobile très légère, et elle porte un anneau de cuivre qui diminue l'impédance lorsque la fréquence augmente. Cet anneau est constitué seulement par un dépôt métallisé. Diamètre 200 mm., membrane 270 mm., bobine mobile de 40 ohms ; transformateur de 400 ohms à brancher sur la sortie 100 volts d'un ampli 25 watts. Fréquence de résonance : 68 c/s.

Le 3807 de 15 watts a une bobine mobile de 40 ohms, un diamètre de 260 mm., une membrane de 230 mm. Il peut être monté avec un pavillon.

Le 3811 de 6 watts a une bobine mobile de 5 ohms, un transformateur pour attaque sous 100 volts. C'est un 216 mm. de diamètre, avec un aimant permanent Philips. L'impédance d'entrée du transformateur est de 1.700 ohms. La fréquence de résonance est de 85 c/s.

Le Miniphone est un haut-parleur piézo

de suspension la souplesse et l'indéformabilité.

La gamme S. E. M. va de 12 cm. à 28 cm., modèles à excitation et à aimants permanents aussi bien ticonal qu'alnico. Quelques exemples :

Le 12 B S. E. M., de 1,2 à 2 watts en pointe, avec un diamètre de 12 cm., une bobine mobile de 2,8 ohms à 400 c/s, résonne à 175 périodes : c'est le haut-parleur des tout petits récepteurs.

Le 21 B S. E. M., de 2,25 à 4 watts en pointe, avec un diamètre de 21 cm., une bobine mobile de 2,4 ohms à 400 c/s, a une résonance

base : 70 périodes, et une courbe à entre 50 et 6.000 c/s.

Le 285 S. E. M., de 10 à 12 watts, avec un diamètre de 28 cm., une bobine mobile de 2,6 ohms à 400 c/s a une résonance à 55 c/s seulement.

Le contrôle de toutes les opérations de fabrication dans l'usine S. E. M. est permanent.

Haut-parleurs Musicalpha

Parmi cette importante production, le modèle BC21 à plaque de champ épaisse a été célèbre. Sa fréquence de résonance à 48 c/s seulement pour un haut-parleur de ce diamètre, avec un relevé général des fréquences basses de 20 à 100 périodes de 7 db par rapport aux modèles classiques, sa courbe de réponse toujours remarquable jusqu'à 10.000 c/s en ont fait un haut-parleur pour récepteurs de luxe. Mais sa fabrication était très coûteuse. De nouveaux modèles Musicalpha vont sortir en février.

La gamme classique va de 90 mm. de diamètre à 240 mm. Ces appareils sont démontables sans difficultés et recentrables automatiquement.

Haut-parleurs Ferrivox

Le spécialiste du haut-parleur de plein air et de la sonorisation à grande puissance, possède des électrodynamiques jusqu'à 35 watts de puissance modulée.

Un enduit spécial, le Tezal, permet d'imprégner les haut-parleurs Ferrivox et de leur permettre le fonctionnement dans l'humidité.

Les haut-parleurs Ferrivox ont une gamme de 13 à 46 cm. de diamètre, à aimants permanents, à excitation intérieure, ou à excitation incorporée.

Ces haut-parleurs se distinguent par l'assemblage rigoureux et très stable de leurs éléments : culasse, noyau, etc... Les aimants sont particulièrement puissants (champs de 10.500 à 13.000 gauss pour 13 à 35 watts).

Haut-parleurs Roxon

La fabrication Roxon comprend les types suivants : 125-165-195-212 mm. (en trois modèles différents en excitation, et deux modèles différents en aimants permanents, permettant de choisir un flux dans l'entrefer de plus en plus élevé pour les récepteurs de haute qualité), 245 et 280 mm. Ce dernier modèle, dit de 10 watts, a une bobine mobile de 6 ohms à 400 c/s, et un champ de 10.000 gauss.

Roxon a lancé le premier haut-parleur extra-plat à moteur inerciel, il y a 1 an (Salon de la Pléce Détachée 1949). Ce haut-parleur, le VT17, se distingue non seulement par son moteur avant, au centre de la membrane, avec aimant ticonal à trempe magnétique, mais aussi par son circuit magnétique absolument sans fuites. Non seulement le moteur est indépendant magnétiquement de la carcasse du H.P., mais aussi il est carapacé d'un blindage. Voici les caractéristiques du VT17 : 165 mm. de diamètre, bobine mobile de 3,2 ohms à 400 c/s, résonance à 85 c/s, puissance modulée de 3 watts. Il ne pèse que 400 gr. L'aimant blindé entretient dans l'entrefer un champ de 9.000 gauss.

Le haut-parleur Roxon de 300 mm. pour 10 watts modulés, à aimant permanent annulaire de 13.000 gauss, a une bobine mobile de 6 ohms à 400 c/s, large de 9 mm., une suspension nylon arrière de 108 mm. de diamètre, une fréquence de résonance de seulement 45 c/s. En chambre sourde, avec micro à 60 cm., la courbe de réponse reste rectiligne à ± 5 db entre 60 et 2.000 c/s.

Haut-parleurs S. I. A. R. E.

Une marque qui monte progressivement et dont les fabrications prennent chaque année sur les différents marchés une place plus importante.

L'usinage des différentes pièces mécaniques est effectué dans des usines dotées d'un outillage moderne qui permet des réalisations très soignées dont le fini atteint une classe internationale.

La production porte actuellement son effort sur l'ensemble des modèles TICONAL et à EXCITATION.

La qualité des haut-parleurs actuels tient : Au choix des membranes qui sont soumises à une sélection très sévère.

À la précision de l'usinage.

Aux propriétés remarquables de la suspen-

sion NYLOPLAST dont l'emploi est étendu à tous les modèles.

Aux contrôles opérés aux différents stades de la production.

Au concours d'une équipe de techniciens éprouvés qui se tiennent également au service de la clientèle pour répondre à toutes demandes de renseignements ou recueillir toutes suggestions utiles.

Nous avons remarqué un haut-parleur TICONAL dont voici les caractéristiques :

Type : TS10 B. — Diamètre : (en m/m.) 170. — Hauteur totale (en m/m.) 70. — Aimant Ticonal G. — Champ dans l'entrefer 10.500 gauss. — Impédance bobine mobile 4 ohms. — Fréquence de résonance : 90 c/s. — Puissance appliquée à 1.000 c/s : 6 mw. — Efficacité : 54 phones.

Affaiblissement en différents points :
50 c/s : 90 c/s : 200 c/s : 400 c/s : 1.000 c/s
0 db + 5 db 0 db + 3 db 0 db
2.000 c/s : 5.000 c/s : 10.000 c/s.
+ 6 db + 10 db + 6 db

Haut-parleurs Alpa

L'amé Lapeuve continue, à Domène (Isère), sa fabrication très soignée de haut-parleurs, particulièrement de types puissants. La fréquence propre de l'équipage est très basse, inférieure à 60 c/s, dès le modèle de 21 cm.

Les aimants permanents sont associés à un circuit magnétique très bien assemblé, et, particulièrement, l'ensemble est soudé par quatre points de soudure électrique à l'arc. L'équipage mobile est automatiquement centré. Gamme : de 21 à 31 cm. de diamètre.

Haut-parleurs Volta

Nous manquons de documentation sur la production en cours ; cependant la membrane à nervures radiales continue à être employée, en procurant un relèvement net de la réponse sur les fréquences de 50 à 2.000 périodes.

Haut-parleurs Bireflex

Il s'agit d'une toute autre fabrication. Cette production d'Harmonie-Radio est une spécialité : ces haut-parleurs destinés à la sonorisation sont équipés d'un moteur attaquant une chambre de compression, et d'un pavillon à ligne exponentielle, en deux tronçons inversés.

La puissance à appliquer à ces haut-parleurs doit être limitée : sur un ampli de 25 à 30 watts, il faut au moins trois haut-parleurs Bireflex. La puissance normale d'utilisation est 8 watts. La bobine mobile de chaque haut-parleur a 15 ohms d'impédance, et son branchement est repéré afin de pouvoir attaquer plusieurs haut-parleurs en les mettant bien en phase.

Ces haut-parleurs sont destinés à la sonorisation de plein air.

Haut-parleurs de la C.I.T.

Nos lecteurs ont remarqué que le récepteur de grand luxe à très haute fidélité « Jubilé » (M. Laugier, n° de Noël 1949) était équipé de trois haut-parleurs de la Compagnie Industrielle des Téléphones : 19, 27 et 33 cm de diamètre à aimant permanent.

La C.I.T. s'est spécialisée dans les haut-parleurs à haute fidélité d'une certaine puis-

sance. Si nous analysons le modèle que nous jugeons le plus remarquable, le I.T. 27, de 23 cm de diamètre extérieur, nous pouvons déceler rapidement où se trouvent les points de « haute qualité », causes de sa réponse remarquable non seulement sur toutes fréquences, mais aux transitoires.

Caractéristiques I.T. 27 : Membrane de 8 g., bobine mobile de 4 ohms de résistance et 5 ohms d'impédance à 400 c/s, bobinée sur 5,5 mm. de large, se mouvant dans un entrefer de 7 mm. de long.

Suspension arrière de 85 mm. de diamètre entre les points de suspension, résonance sur 65 périodes, aimant de 11.000 gauss, entrefer de seulement 1,2 mm. d'épaisseur.

Puissance modulée à 400 c/s : 12 watts, réponse de 60 à 7.500 c/s sans varier de ± 6 db. Tel est le résultat de notre enquête sur ce haut-parleur, les points que nous avons soulignés en italique disent où se trouve la qualité remarquable.

Autre appareil pris dans la série I.T. : le haut-parleur à chambre de compression pour sonorisation de plein air : I.T.M.S. Pavillon exponentiel, membrane de 60 mm., bobine mobile de 5,5 ohms à 400 c/s, entrefer de 1,1 mm. d'épaisseur. L'attaque du pavillon par la chambre de compression permet un faisceau sonore à grande distance, fidèle à ± 6 db de 250 à 2.000 c/s. La puissance modulée d'attaque doit être de 5 watts.

Les haut-parleurs pour Radio de la C.I.T. de 19, 21 et 24 cm. ont maintenant des aimants à trempe magnétique, du type Alnico V.

Haut-parleurs Cleveland

Nous donnons dans la rubrique des « articles techniques des fabricants » une information sur les haut-parleurs CLEVELAND, page 40.

Enquête technique auprès des fabricants de haut-parleurs

Nous nous sommes livrés à une enquête précise : le questionnaire adressé dès octobre comportait trente-quatre questions, certaines un peu indiscrètes.

Les réponses sont venues difficilement, souvent partielles : beaucoup ne sont pas venues. Les textes ci-dessus font état des renseignements reçus, et des autres remarques faites au cours des visites pour les usines qui nous ont reçus.

Il y aurait beaucoup de bonnes choses à dire sur la production française, mais les fabricants sont très occupés, les constructeurs radio sont encore empiriques dans la manière de juger un haut-parleur, et n'ont pas habitué les fabricants à révéler toutes les caractéristiques techniques. Le découpage des réponses reçues nous empêche de dresser « un grand tableau sur double page » qui aurait été utile pour les utilisateurs compétents.

Il ne s'agissait pas de mettre en compétition les différents fabricants, mais de fournir une documentation, la plus objective possible.

Pour aujourd'hui, nous nous excusons auprès de tous des erreurs ou omissions qui ont pu se produire dans nos textes d'informations techniques.

N'oubliez pas de vous réabonner !

(La date d'expiration de votre abonnement figure sur les bandes d'envoi.)

Bulletin d'Abonnement à la T. S. F. pour TOUS

Veuillez m'inscrire pour un abonnement d'un an à votre revue à partir du n° _____ inclus.

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Je vous adresse inclus la somme de 800 francs — ou 1.240 fr. pour envois recommandés, 1.000 fr. pour l'étranger non recommandé et 1.610 fr. pour l'étranger, envois recommandés — ou je verse le montant à votre compte chèques postaux : Paris 53-35.

Tout changement d'adresse doit être accompagné de 20 francs de timbres.

NOTE. — Prière aux abonnés désireux de recevoir chaque numéro en envoi postal recommandé (pour éviter les pertes ou vols) de marquer en rouge sur ce bulletin RECOMMANDÉ et de verser la somme correspondante. Nous ne pouvons pas remplacer gratis les numéros perdus pour les envois non recommandés.

Pour apprendre la RADIO...

le JOUR, le SOIR, ou par-CORRESPONDANCE



une seule école :
**ÉCOLE CENTRALE
DE T.S.F.**

12, RUE DE LA LUNE - PARIS

Guide des Carrières gratuit

Notez que plus de 70 % des Candi-
dats reçus aux **EXAMENS OFFICIELS**
sont des Élèves de l'E. C. T. S. F.

LA PÉPINIÈRE DES RADIOS FRANÇAIS

Fondée en 1919

*Professionnels, grouppez
tous vos achats...*

VEDOVELLI
MUSICALPHRA
VISSEAUX
WONDER
REGUL

*Le Matériel
SIMPLEX*

MOYENS TELEPHONES
OHMIC
RADIOHM
S.I.C.
STAR
ARTEX

4, Rue de la Bourse, PARIS (2^e)
Téléphone : RICHOLIEU 62-60

RADIO DOCUMENTS constitue, pour le Professionnel Radio
une documentation UNIQUE EN FRANCE (180 pages grand
format). Il est adressé contre 200 FRANCS (C. C. P. PARIS
153.49.) Somme remboursable à la première Commande



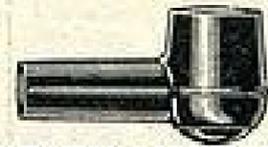
**TOUTES RESISTANCES
POUR
TOUTES INDUSTRIES**

RÉSISTANCES AGGLOMÉRÉES

RÉSISTANCES
BOBINÉES
VITRIFIÉES



RÉSISTANCES
BOBINÉES
CIMENTÉES



ANTIPARASITES POUR VOITURES

La plus forte production européenne

CATALOGUE SUR DEMANDE

14, RUE CRESPIN-DU-GAST - PARIS XI^e
TÉL.: OBE 27-60

Agent général pour la Belgique, MONTERAT 43, rue du Midi, Bruxelles

OPTEX

PREMIER EN DATE

*Spécialités
Télévision*

PREMIER EN QUALITÉ

Bloc complet Télévision 455 lignes

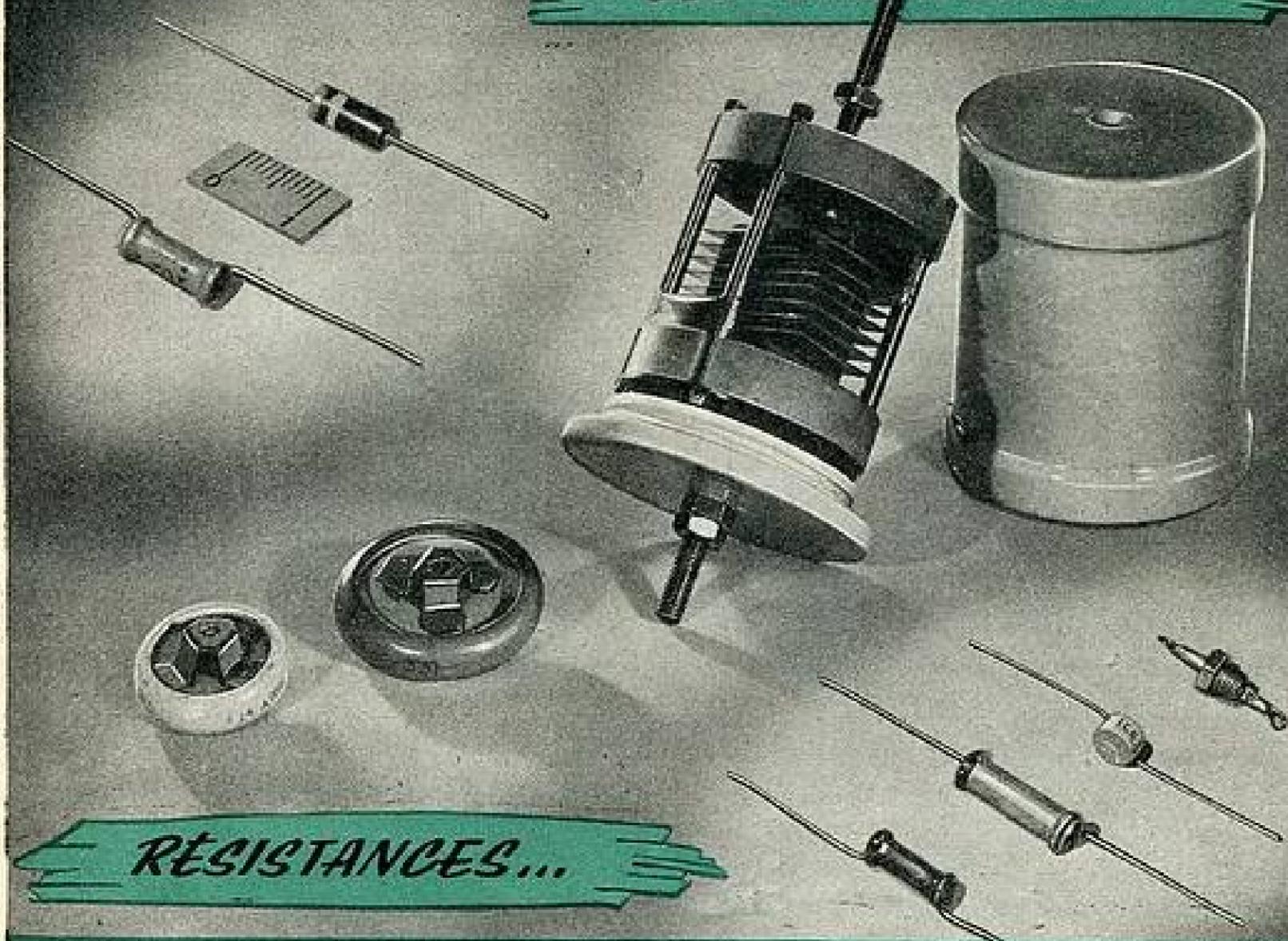
Bloc complet Télévision

819 lignes et 455 lignes combiné

Pour nos clients possesseurs de notre
Bloc 451 l. nos ateliers se chargent de la
transformation en 819 l. Prix minimes!

Service Technique à la disposition de nos Clients
74, rue de la Fédération - Paris-13^e
Tél.: SUF. 72-75

CONDENSATEURS...



RÉSISTANCES...

QUAND il s'agit de condensateurs, l'expérience des fabrications professionnelles a définitivement démontré le rendement supérieur des céramiques dans tous les circuits H.F. comme dans les autres.

Les Nouveaux Condensateurs d'Emission SAFCO-TRÉVOUX au mica

possèdent les caractéristiques électriques suivantes :

- FAIBLES pertes H. F. — CONSTANCE des caractéristiques quelles que soient les conditions climatiques.
- TRÈS LONGUE DURÉE — TRÈS GRANDE STABILITÉ.

Les Nouvelles Résistances miniatures SAFCO-TRÉVOUX assurent

pour un format très réduit de hautes performances électriques

- TRÈS FAIBLE NIVEAU DE BRUIT — GRANDE SÉCURITÉ de fonctionnement — GRANDE PRÉCISION de l'étalonnage.
- STABILITÉ quelles que soient les conditions climatiques.

Les conceptions électriques de nos fabrications leur assurent le meilleur facteur de sécurité. Leur construction mécanique

leur permet de supporter les plus sévères traitements.

C'est pourquoi vous utilisez...
et vous utiliserez toujours davantage...

SAFCO-TRÉVOUX

CONDENSATEURS-RÉSISTANCES

SOCIÉTÉ ANONYME
AU CAPITAL DE
48.000.000 de FRS

40, Rue de la Justice
PARIS - 20^e Ar.
Tél. : MÉN. 96-20



USINES A PARIS — SAINT-OUEN — MONTREUIL-SOUS-BOIS

TREVOUX

AG. PUBLÉDITEC DOMENACI

SECURIT

BOUGAULT & C^{IE}

Bloc 424



BLOC 426 pour lampe IR5 à cadre monospire.

BLOC 427 pour lampe IR5 pour antenne.

TYPE 424

POUR LAMPES RIMLOCK ET SÉRIES NORMALES

TYPE 422

POUR 6 BE 6, 6 SA 7 ET LAMPES SIMILAIRES

DIMENSIONS :

Largeur 68,5 mm
Profondeur 75 mm
Épaisseur 27 mm

PUBLI. RAPHY

10, AVENUE DU PETIT PARC - VINCENNES (Seine) - Tél. : DAUMESNIL 39-77 & 78

Dép^t. Exportation : SIEMAR, 62, rue de Rome, Paris-8^e. Tél. : EUR. 00-76

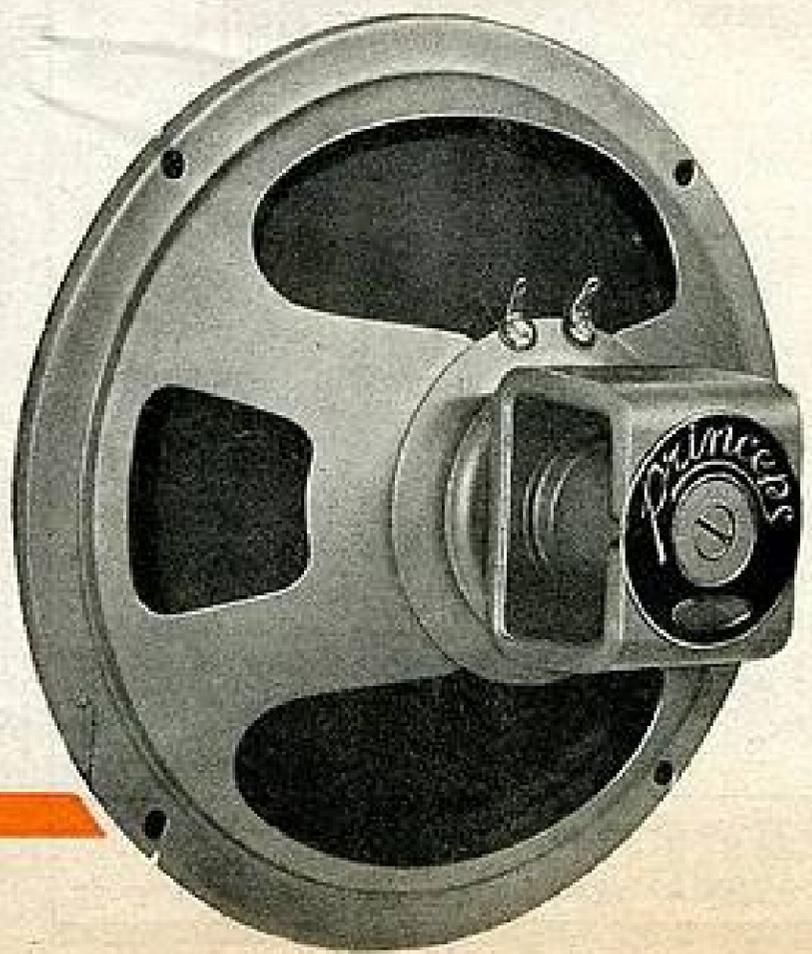
“Princeps”

TICONAL
— G —

tellement supérieur !

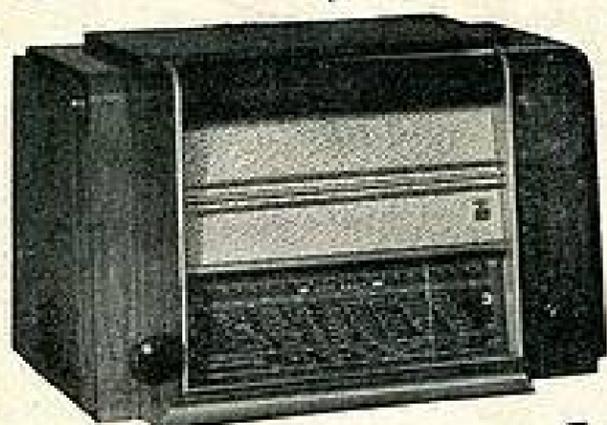
PRINCEPS S. A.
capital 9.900.000 francs

27, RUE DIDEROT
ISSY - LES - MOULINEAUX
— MIChelet 09-30 —



J.-A. NUNÈS-65 C

UNIC RADIO-TÉLÉVISION



En toute confiance



RIBET & DESJARDINS

13, RUE PÉRIER, MONTROUGE (SEINE) ALE. 24-40

MAISON FONDÉE EN 1921

LE DUPLEX 1949

SYNTHÈSE
de la
REPRODUCTION
MUSICALE



2 modèles : 46 cm. grand diamètre,
33 cm. Puissance : 12 et 20 watts

Exposé au Salon de la Pièce détachée

E^{TS} GEGO

G. GOGNY, CONSTRUCTEUR
9, RUE GANNERON, PARIS-18^e
Téléphone : MARcadet 17-27

*Enfin
l'Adaptateur à fiches
Mélodium*



Equipez
VOUS-MÊME

SANS DÉMONTAGE

une fiche à
verrouillage
sur votre
MICROPHONE 75-A
en utilisant
**L'ADAPTATEUR
MELODIUM**

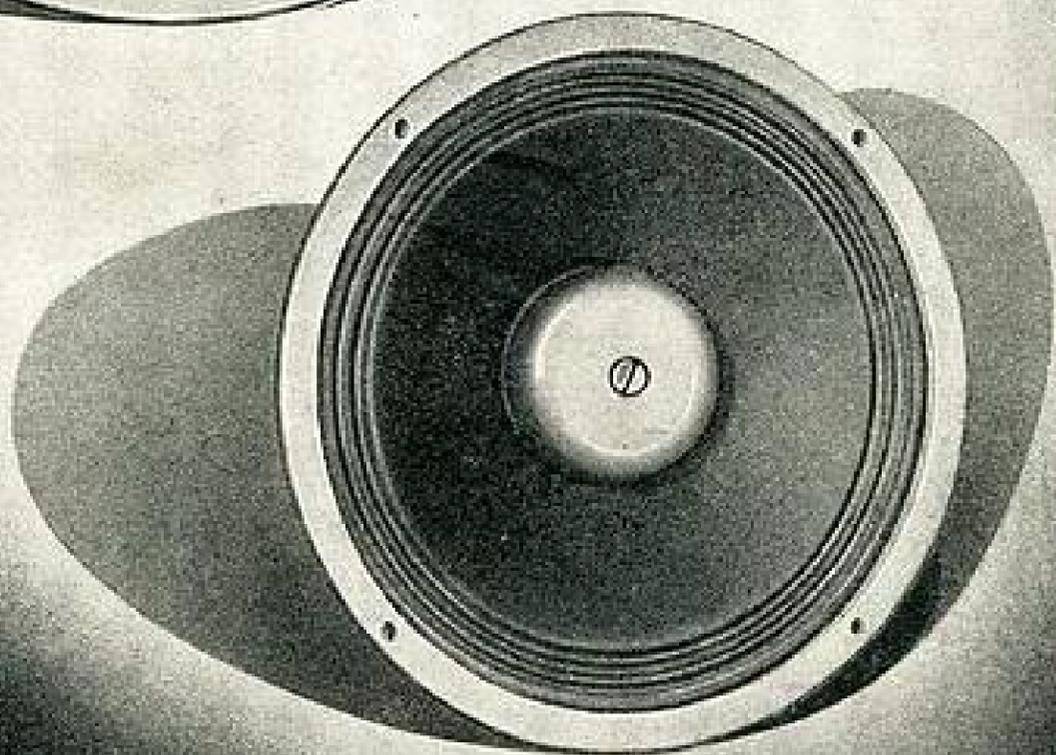
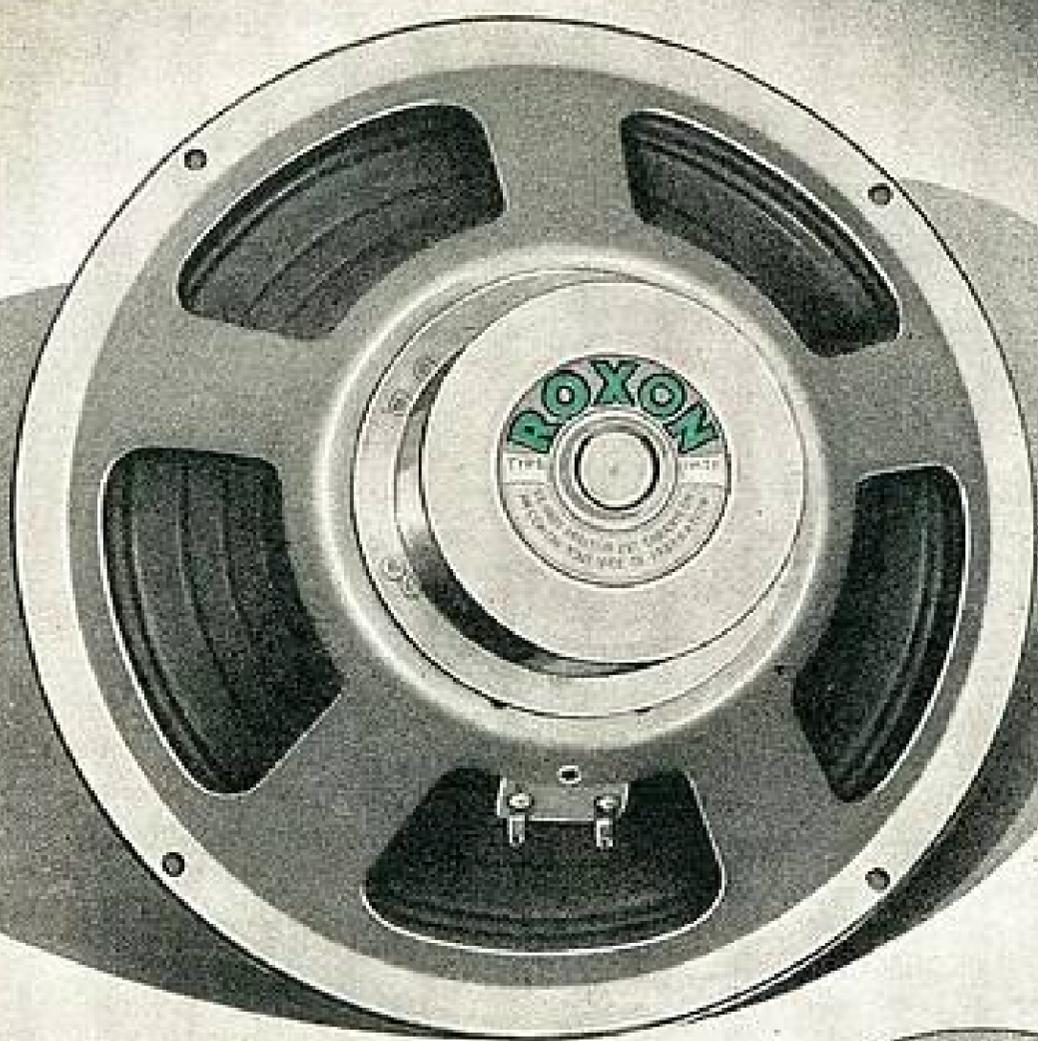
★

MELODIUM

296, RUE LECOURBE
PARIS XV^e VAU. 18-66

PUBL
DADY

Professionnels, en demandant une notice, un renseignement, un catalogue, recommandez-vous de la T. S. F. POUR TOUS.



17 & 19, RUE AUGUSTIN-THIERRY • PARIS (19^e)
Tél.: BOTzaris 85-86 & 96-58

UNE DOCUMENTATION UNIQUE



CATALOGUE ILLUSTRÉ 1950

revu et mis à jour
MATÉRIEL SUIVI
QUALITÉ IRREPROCHABLE
PRIX LES PLUS BAS

GRATUITEMENT
 sur simple demande à...

RADIO S'T LAZARE
3, RUE DE ROME - PARIS - 8^E

Publ. 8377

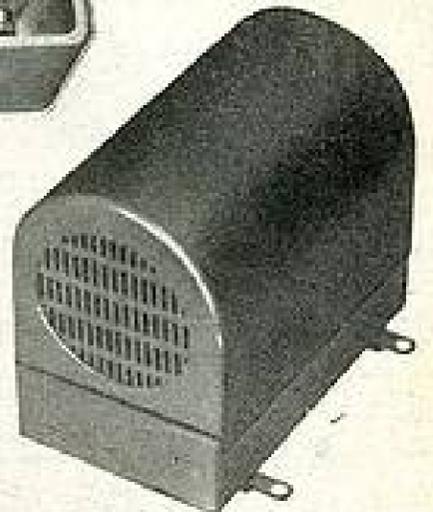
NOUVEAUX MODÈLES DE CONVERTISSEURS



- Modèle pour RÉCEPTEURS
- Balais accessibles de l'intérieur
- Très silencieux
- Consommation et encombrement réduits

Modèles pour émetteurs et AMPLIS

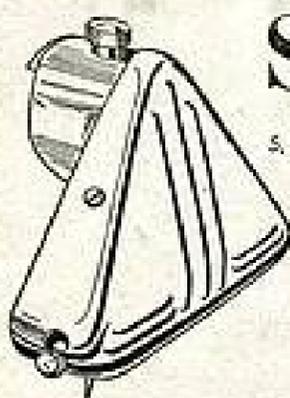
Seul modèle utilisé sur les voitures publicitaires du Tour de France, n'ayant nécessité aucune intervention du service officiel de dépannage pendant toute la durée du Tour.



SIGOR

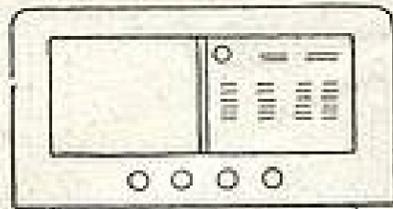
119, rue Brancion
PARIS-XV^e
 Tél. VAU. 39-77

Publéditec



SON D'OR

G.G. BERODY
 5, Passage Turquetil - Paris (10^e) - 100 - 50-68



UN PICK-UP
 s'adaptant sur tout phono à aiguilles

- ★ QUALITÉ pièce électronique
- ★ LÉGERETÉ poids total : 60 gr
- ★ PRÉSENTATION bronze moulé
- ★ PRIX très réduit



R. CHETIER &

VENTE EXCLUSIVE EN GROS RÉCLAMEZ-LE A VOTRE FOURNISSEUR

Pour l'essor de votre renommée



DIMINUEZ VOS PRIX DE REVIENT ET SURCLASSEZ EN QUALITÉ

- type 309 3 réglages
- 379 (standard) 7 réglages
- 379 (6BE6) 7 réglages
- 389 (batteries) 8 réglages
- 468 (standard) 12 réglages

Demandez notices concernant tous nos modèles et nos transfo MF supérieurs]

Bobinages
FERROSTAT

4 et 6, RUE GAMBETTA - SAINT-DUEN (SEINE) CLI. 08-63

Répres. Seine : J. Chaumont, 123, Bd. Bessière, Paris-17^e - Mar. 29-16

Professionnels, en demandant une notice, un renseignement, un catalogue, recommandez-vous de la T. S. F. POUR TOUS.

Devant le **succès considérable** remporté par
les fameux récepteurs de Télévision

X.P.R. 0 et X.P.R. 1

CENTRAL RADIO

présente son nouveau Récepteur

Son et image **X.P.R. 5** Décrit dans
le N° 254

par M. P. ROQUES

★ ÉQUIPÉ d'un tube cathodique SFR de 18 cm. OE 418
et de

★ TUBES RIMLOCK duplex et miniatures

En PIÈGES DÉTACHÉES
ébénisterie sur commande **PRIX: 40.000 fr.**

CENTRAL RADIO

35, RUE DE ROME, PARIS-8^e

TÉL. : LAB. 12-00 et 01

*La marque de
la Supériorité*



Le "Super-Boum"
Prodige musical
Le "Super-As"
et le "Super-Chic"
de réputation mondiale
Tous modèles ont
le Label Exportation
Garantie de la qualité totale

Radialva

1, RUE J. J. ROUSSEAU - ASNIÈRES (SEINE) TÉL. GRÉ. 33-34

OXFORD

La marque réputée

DEUX BUTS :
**QUALITÉ
ET PRIX**

TOUS MODÈLES
A AIMANT ET
EXCITATION



NOTICE FRANCO

ÉTABLISSEMENTS OXFORD

3, R. Blanchard, FONTENAY-AUX-ROSES (Seine) ROB. 11-77

PUBL. 8407

Professionnels, en demandant une notice, un renseignement, un catalogue, recommandez-vous de la T. S. F. POUR TOUS.

FER A SOUDER
Toutes pièces interchangeables
GARANTIE 1 AN



Dyna

Demandez Notice 1 & 36, Av. GAMBETTA - PARIS-XX^e
R.O.Q. 03-03

Condensateurs au Mica
SPÉCIALEMENT TRAITÉS POUR HF
Procédés "Micargen"

Condensateur "MINIATURE" au mica (jusqu'à 1.000 pd. 1.500 v.)



Grandeur nature

André SERF
127, Fg du Temple
PARIS-10^e Nor.10-17

SSM RADIO

Pub. Ropy

A bon marché...**CONSTRUISEZ VOUS-MÊME**



Cadres anti-parasites
Postes Piles
Postes Secteurs

20 ENSEMBLES

comprenant
L'Ébénisterie - Cadran C.V. - Chassis
Toutes pièces détachées des grandes marques

TOUT POUR LA RADIO: 86, Cours Lafayette, LYON
Téléphone : M. 26-23
Catalogue contre timbre de 15 fr.
Gros - Demi-Gros - Détail

E. MULIN



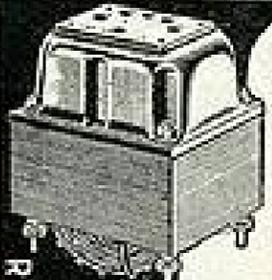
Un poste de Marque est toujours signé!
FABRICANTS-REVENDEURS
Employez ma DÉCALCOMANIE glissante le procédé le plus SIMPLE et le plus économique.

PLAQUES GRAVÉES POUR TOUTES INDUSTRIES
LIVRAISON DE MARQUES INDICATRICES À LETTRE LUE

LA DÉCALCOMANIE GÉNÉRALE

MARQUE DÉPOSÉE - DÉCOR NILUM
169, Avenue Thiers, LYON (6^e) - Tél. : Lalonde 48-23

TOUS LES TRANSFORMATEURS



TRANSFOS D'ALIMENTATION
Entièrement conformes aux règles de l'U. T. E.

SELS INDUCTANCE
Modèles spéciaux tropicalisés

SURVOLTEURS - DÉVOLTEURS

— Branche Professionnelle —
TOUS LES TRANSFOS, SELS ET D. F.
Pour : Émission, Réception, Télévision, Sonorisation

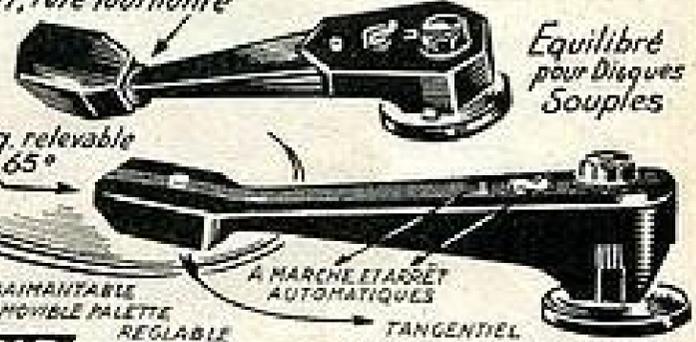
TRANSFOS HT ET BT TENSION
Toutes applications industrielles

LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

INDUSTRIE RADIO ET

ETS VEDOVELLI, ROUSSEAU & CIE
5, Rue JEAN MACÉ - Suresnes (SEINE) Tél. : LOH 14-47, 48 & 50

Court, tête tournante



Equilibré pour Disques Souples

Long, relevable à 65°

INDÉFAIÇANTABLE
TÊTE AMOVIBLE PALETTE
REGLABLE
TANGENTIEL

A MARCHÉ ET ARRÊT AUTOMATIQUES

Fidellion
Brevets Dogilbert
CONSTRUCTEUR

6, AV GAMBETTA
CHATOU - S & O
TEL - 12-19

G.P.P.

RÉPARATION

de HAUT-PARLEURS tous modèles
de TRANSFOS T. S. F.
de TRANSFOS INDUSTRIELS jusqu'à 1 KVA
de TRANSFOS POUR LAMPES FLUORESCENTES

par de VRAIS SPÉCIALISTES

LA RÉNOVATION
18, Rue de la Végo, PARIS-XII^e - Did. 48-69

"VEDETTES"

Prix de vente au détail :

O. C. : 125 fr. P. O. : 150 fr. G. O. : 150 fr.

Remise importante aux Professionnels par quantités

en vente :

Nord de la ligne Bordeaux-Limoges-Lyon :
chez Lahaye et Fiévet :
3, rue Bourbon-le-Château — Paris (6^e)
C. C. P. Paris 3785-58

Sud de la ligne Bordeaux-Limoges-Lyon :
chez P. Giniaux :
12, avenue Marcel Doret — Toulouse (H.-G.)
C. C. P. Toulouse 113.674

Professionnels, en demandant une notice, un renseignement, un catalogue, recommandez-vous de la T. S. F. POUR TOUS.

Du 9 au 24 cm.

HAUT-PARLEURS

SIARE

UNE REPRODUCTION BRILLANTE...

9 cm.
GRANDEUR
NATURE..

Ets SIARE
20, Rue Jean-Moulin
VINCENNES (Seine)
Tél. : DAU 15-88

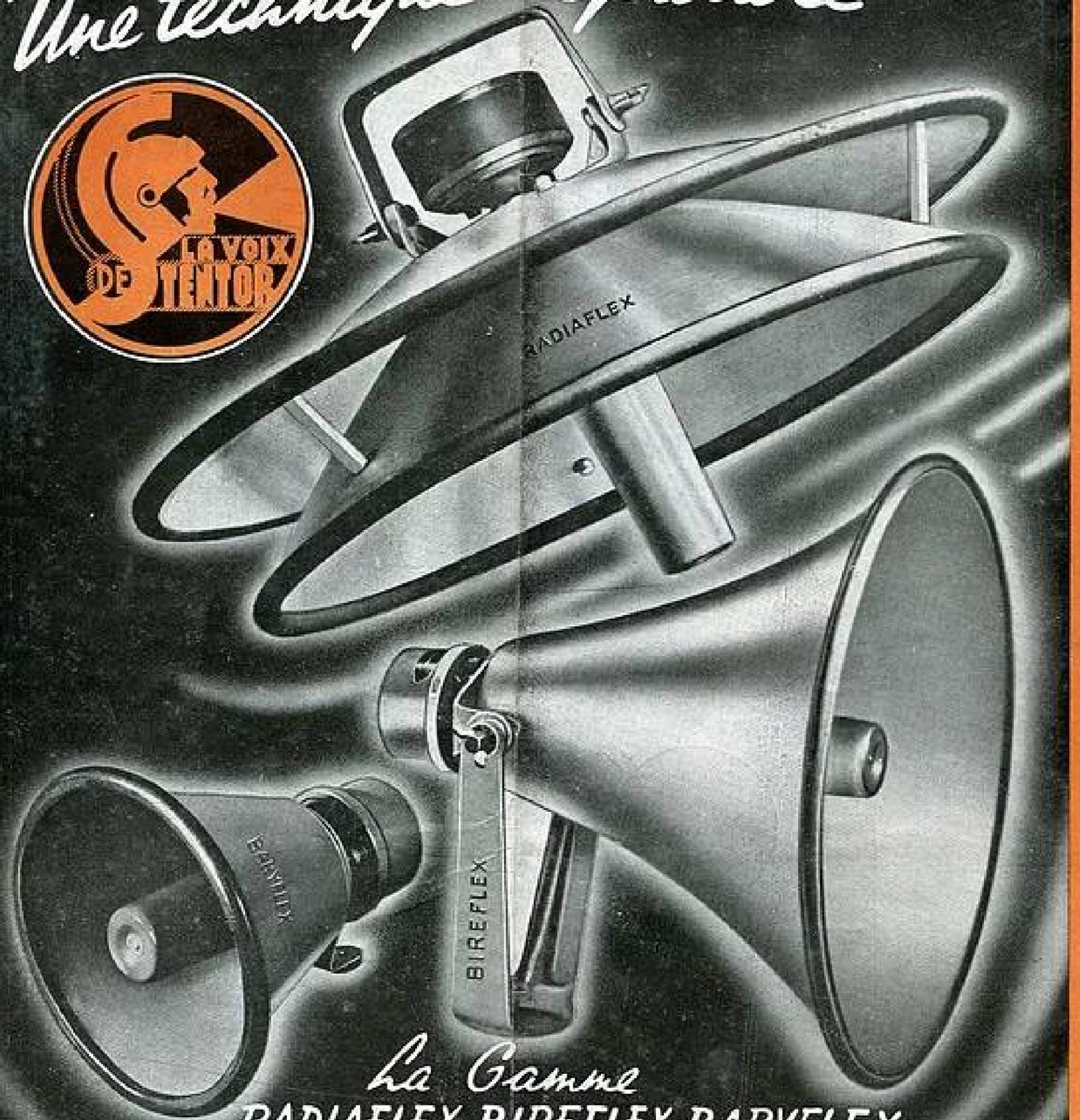
DOCUMENTATION SUR DEMANDE
(Modèles à excitation et à aimant)

GEAD

TOUS LES MODÈLES A EXCITATION
ET A AIMANT TICONAL

Création GEAD - PUBL. RAFY

Une technique éprouvée



*La Gamme
RADIOFLEX, BIREFLEX, BABYFLEX
fournit la solution parfaite de chaque problème de sonorisation*

HARMONIC
PAUL BOUYER
II RADIO

BUREAUX DE PARIS
9 BIS, RUE SAINT-YVES (14^e)
TÉL. GOB. 81-65

SERVICES COMMERCIAUX
7, RUE H.-GAUTIER, MONTAUBAN
TÉL. 8-80 et 15-38