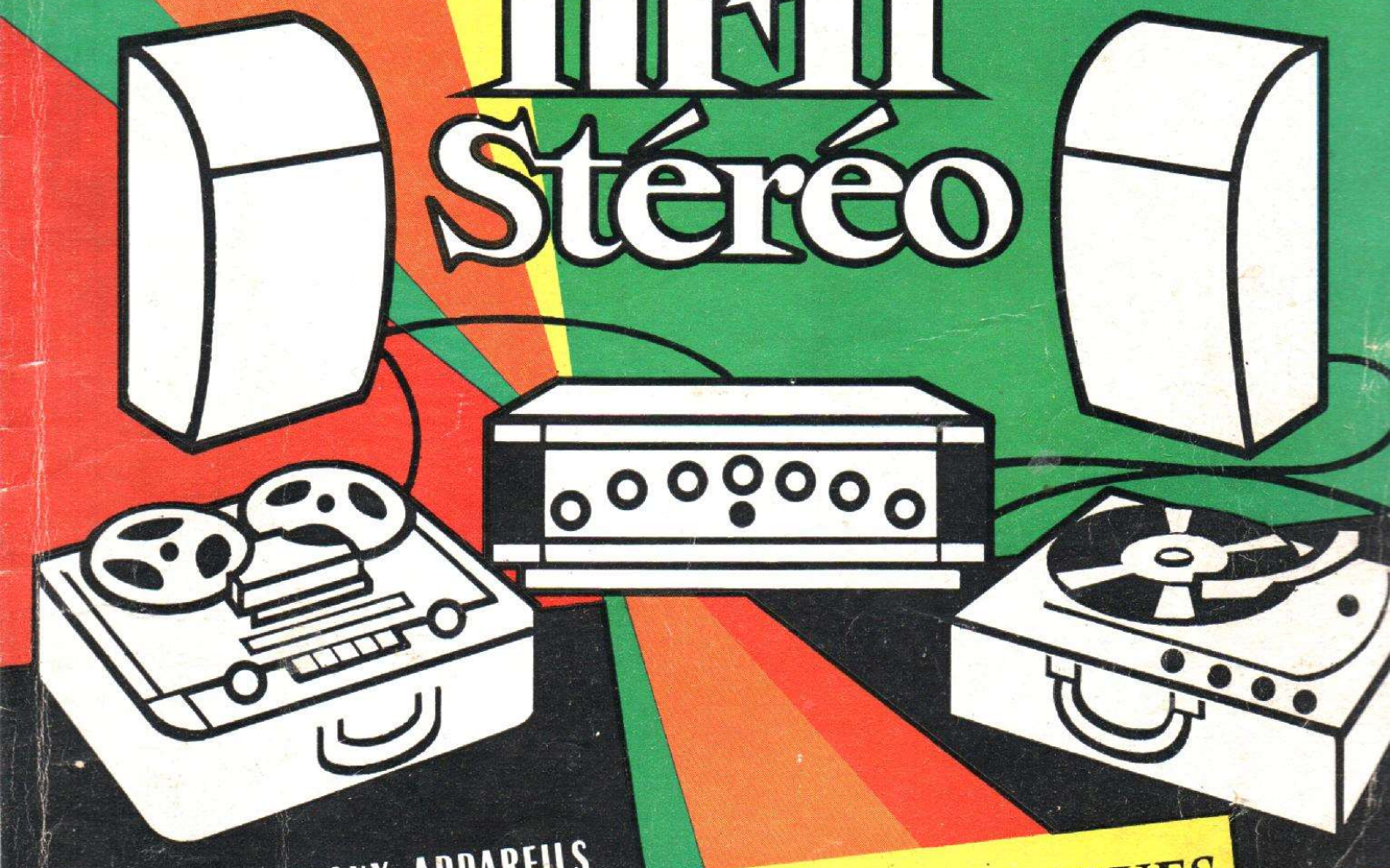
LE HAUT-PARLEUR

NUMÉR
SPÉCIA
★ 132 PAG

hi-fi Stéréo



TOUS LES NOUVEAUX APPAREILS DE REPRODUCTION SONORE

TOURNE ★ DISQUES
ÉLECTROPHONES
CHAINES Hi ★ Fi
MAGNÉTOPHONES

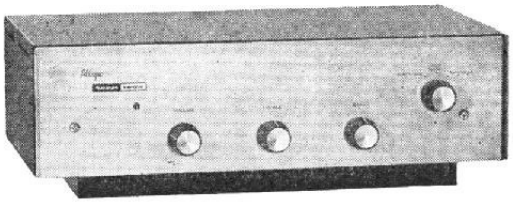
4 NF

AVEC LEURS CARACTERISTIQUES ET LEUR PR

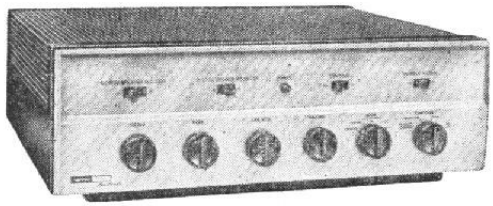
460 francs marocains


la plus puissante station d'europe
en ondes moyennes
Ecoutez
RADIO MONTE-CARLO
M.C.22
en soirée et le matin
dans toute l'Europe, l'Afrique du Nord, le Proche Orient
sur 205 mètres
dans la journée
suivant l'heure et la distance
soit sur 205 mètres
soit sur ondes courtes 49 m 71 - 42 m 02
à toute heure
en tout temps
en tous lieux
vous pouvez toujours écouter
RADIO MONTE-CARLO
Auditeurs
Adressez vos impressions d'écoute à RADIO MONTE-CARLO, 16, Boulev. Princesse Charlotte à Monte-Carlo, en indiquant l'heure, le jour et la longueur d'onde.
La station vous en sera reconnaissante.
O.M. 205 m. 1466 Kc/s
O.C. 49 m. 71 6035 Kc/s
O.C. 42 m. 02 7140 Kc/s

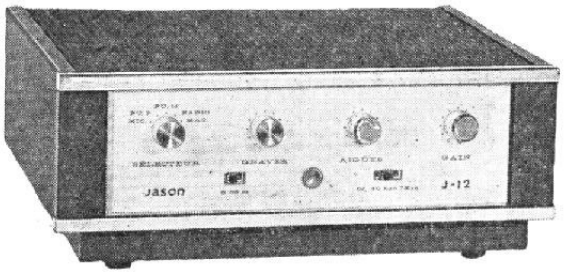
AMPLIFICATEURS "HAUTE-FIDÉLITÉ"



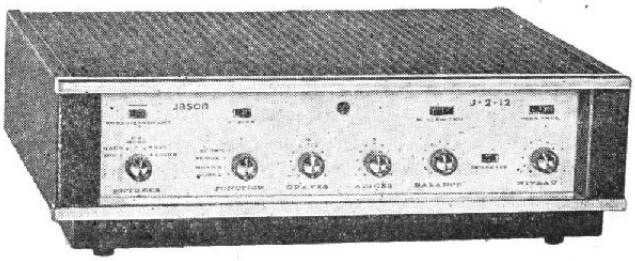
HARMAN KARDON "The Allegro" Modèle A 10. — PREAMPLI-AMPLI mono 10 W — 15 à 30 000 ps ± 0,5 db. Distorsion 0,5 % à 5 W **630,**00 **NF**



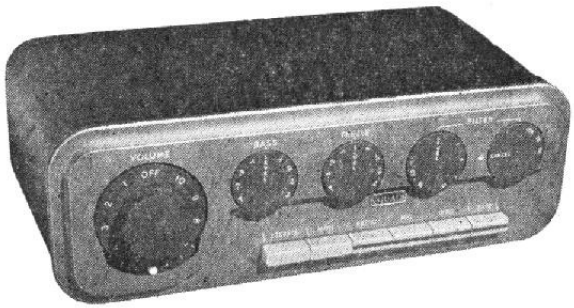
HARMAN KARDON "The Ballad" Modèle A 230. — PREAMPLI-AMPLI Stéréo 2 x 15 W — 15 à 70 000 ps ± 1 db < 1 %. Distorsion à 2 x 15 W **1.500,**00 **NF**



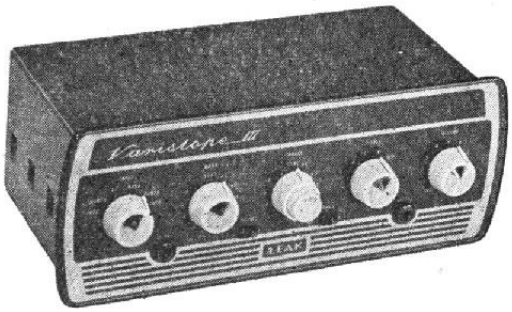
JASON J 12. — PREAMPLI-AMPLI mono 12 W — 10 à 100 000 ps ± 1 db à 1 w contre-réaction 40 dbs amortissement 80 à 1 000 cs et 50 à 30 cs. **950,**00 **NF**



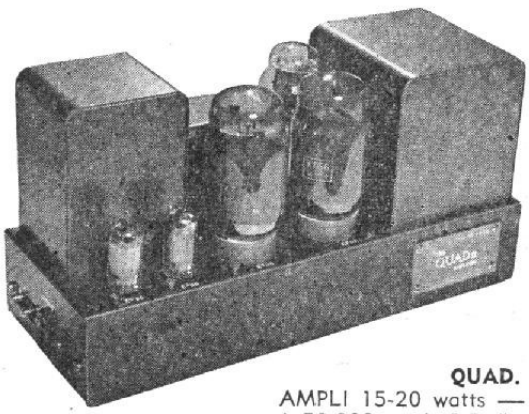
JASON J 2 x 12. — PREAMPLI-AMPLI Stéréo 2 x 12 W — 10 à 100 000 ps ± 1 db à 1 w contre-réaction 40 dbs amortissement 80 à 1 000 cs et 50 à 30 cs **1.750,**00 **NF**



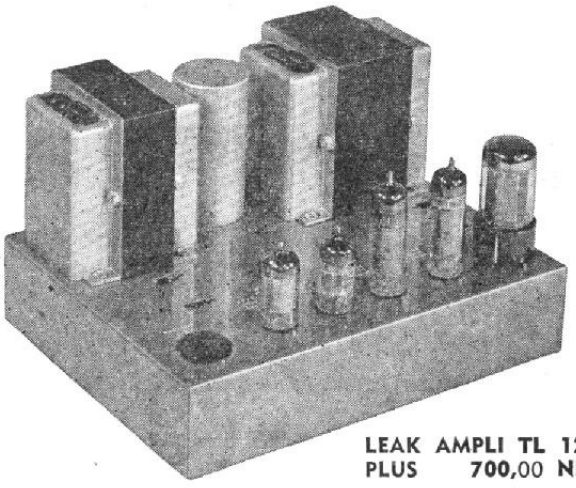
QUAD. — PREAMPLI STEREO de 20 à 20 000 ps ± 0,5 db **950,**00 **NF***



LEAK PREAMPLI MONO VARISLOPE III 550,00 **NF**



QUAD. — AMPLI 15-20 watts — 10 à 50 000 ps ± 0,5 db distorsion 0,1 % à 12 w — 0,3 % à 18 w **850,**00 **NF***



LEAK AMPLI TL 12 PLUS 700,00 **NF**

Démonstration permanente de tous nos modèles

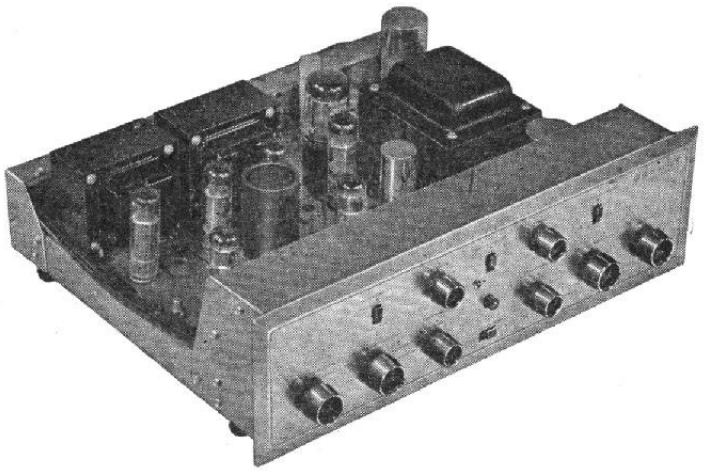
REMISE 20 %

Nous consulter pour prix nets
Crédit sans diminution de remise

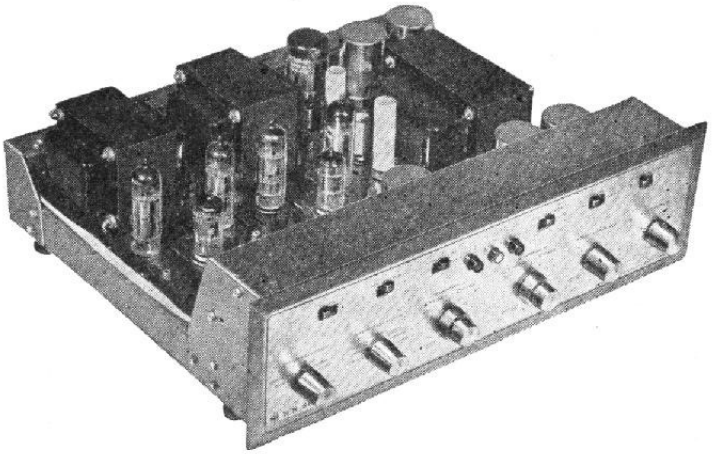
TÉLÉ-RADIO-COMMERCIAL

27, rue de Rome — PARIS-8e LAB. 14-13

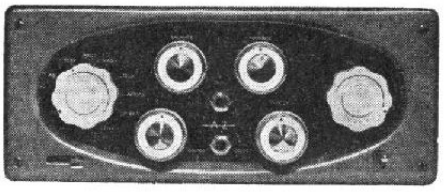
RAPY



SCOTT 222 B — 2 x 15 watts - 20 à 20 000 ± 0,5 db.
SCOTT 222 C — 2 x 22 watts - 20 à 20 000 ± 0,5 db.



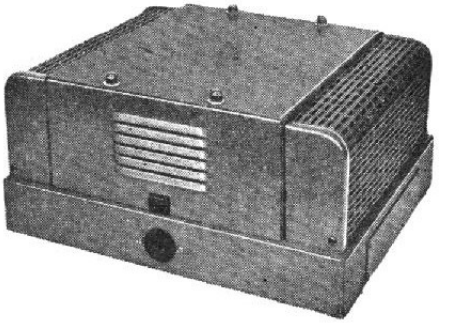
SCOTT 299 B — 2 x 25 watts - 20 à 20 000 ± 0,5 db.
SCOTT 299 C — 2 x 36 watts - 20 à 20 000 ± 0,5 db.



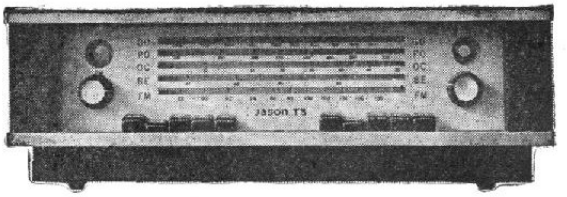
SOUND SALES WELLINGTON

Ampli stéréo
20 à 20 000 c/s
2 x 12 watts
Ultra-linéaire

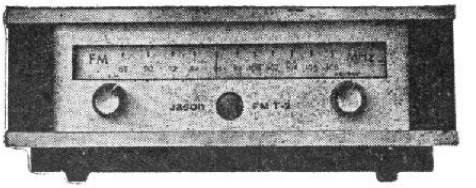
1.350,00 NF
(avec préampli)



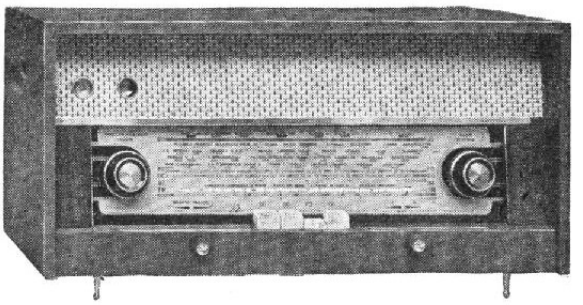
TUNERS FM et AM-FM



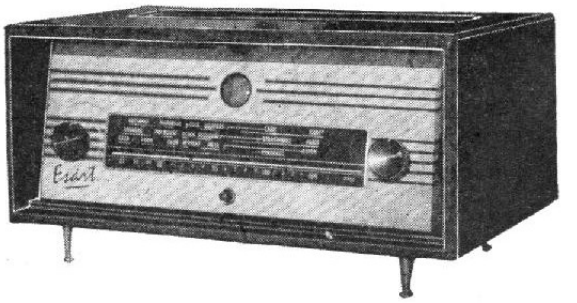
JASON TUNER AM/FM T3 MARK II A.F.C.
FM - BE - OC - PO - GO **1.180,00 NF**



JASON TUNER FM T 2 **495,00 NF**
JASON TUNER FM T 2 A.F.C. **545,00 NF**



ESART TUNER AM/FM Stéréo Ebénisterie
STANDING 1.138,00 NF SELECTION A.F.C. 1.183,00 NF



ESART TUNER FM Verni
STANDING 500,00 NF SELECTION A.F.C. 565,00 NF

Démonstration permanente de tous nos modèles

REMISE 20 %

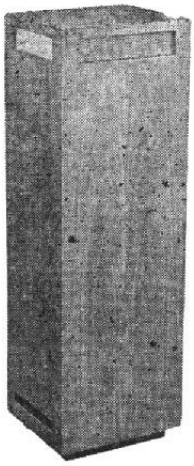
Nous consulter pour prix nets
Crédit sans diminution de remise

TÉLÉ-RADIO-COMMERCIAL

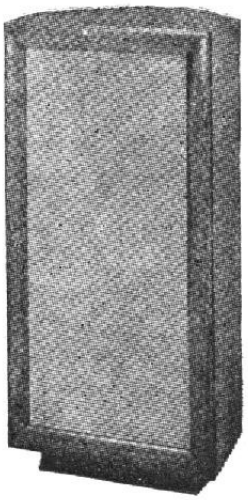
27, rue de Rome **PARIS-8e LAB. 14-13**

RAPY

BAFFLES équipés



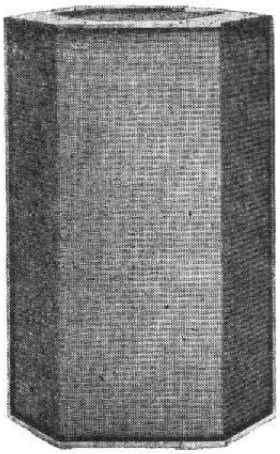
WHARFEDALE 8/145
550,00 NF



JASON-CABASSE
CA 4
770,00 NF



QUAD électrostatique taux global distorsion inférieur à 1 %
1.880,00 NF



WHARFEDALE W4
1.700,00 NF

TARIF DÉTAIL

PRIX EN VIGUEUR AU 15 MARS 1962 (Toutes taxes comprises)

MAGNÉTOPHONES Hi-Fi

	NF
GRUNDIG TM 45 Stéréo	1.316,00
MOVIC Stéréo	4.820,00
REVOX E 36 Stéréo	2.740,00
BANDE U.S.A. Ferro dynamics, 540 mètres	28,75

TÊTES DE LECTURE PICK-UP Hi-Fi

	NF
ADCI: Cellule stéréo diamant	395,00
AUDIO EMPIRE stéréo	350,00
BURNE JONES : Cellule stéréo diamant	148,00
ELAC : Cellule stéréo diamant	198,00
FAIRCHILD SM 2 : Cellule stéréo diamant	340,00
FAIRCHILD mono	340,00
GENERAL ELECTRIC VRII : Cellule mono	71,50
GENERAL ELECTRIC : Cellule stéréo	122,90
GOLDRING 580 : Cellule mono	71,00
GOLDRING 600 : Cellule mono diamant	127,00
GOLDRING 700 : Cellule stéréo diamant	185,40
ORTOFON : Tête A cellule mono	57,60
ORTOFON : Tête C cellule mono	172,80
ORTOFON : Tête C avec diamant	250,00
ORTOFON : Tête SPU stéréo diamant	282,00
ORTOFON stéréo, transfos incorporés	350,00
PHILIPS : Magnéto dynamique	84,30**
PHILIPS : Magnéto dynamique stéréo	122,40**
PICKERING 370 : Cellule mono diamant	170,00
PICKERING 371 : Cellule stéréo diamant	170,00
PICKERING 380 : Cellule stéréo diamant .... net	290,00
PICKERING 381	590,00
SHURE M7D : Cellule stéréo diamant	226,00
SHURE M5D : Cellule mono diamant	352,50
SHURE M3D : Cellule stéréo diamant	585,00

BRAS Hi-Fi

	NF
BURNE JONES : Bras tangentiel	149,00
DECCA : Avec tête stéréo diamant	590,00
GARRARD TPA 12	120,00
ORTOFON SK 212	89,60
ORTOFON SSM ou SMG 212	153,60
ORTOFON RM 309	384,00
S.M.E. 3009	499,00
S.M.E. 3012	550,00
THORENS lecteur professionnel 12 S	292,00

PLATINES ET TABLES DE LECTURE

	NF
B.O. avec cellule stéréo et socle	485,00
CLEMENT HL 6	696,00**
CLEMENT DL 6	955,00**
CONNOISSEUR 2 vit. sans bras	410,00
CONNOISSEUR 3 vit. sans bras	660,00
GARRARD 4 HF	389,00
GARRARD 301 sans bras	614,00
GARRARD Changeur laboratoire A	450,00
LENCO F 50 84	225,00*
LENCO B 60	450,00*
MYSTERE (AVIALEX)	380,25
THORENS TD 134	368,70
THORENS TD 184	468,50
THORENS TD 124 sans bras	667,20
THORENS TD 124 avec bras	806,95
THORENS TD 135	570,00

Démonstration permanente de tous nos modèles

REMISE 20 %

Nous consulter pour prix nets
Crédit sans diminution de remise

TÉLÉ-RADIO-COMMERCIAL

27, rue de Rome **PARIS-8e LAB. 14-13**

RAPY

GRANDES PERFORMANCES

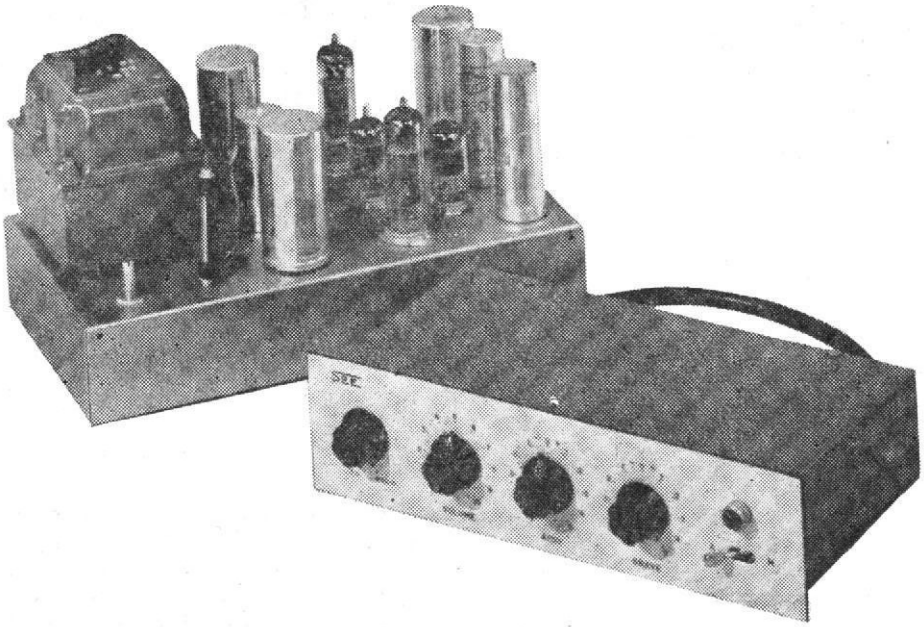
« Qualité professionnelle
Fidélité absolue
Performances étonnantes
Prix compétitif
font de la chaîne RL 10
un ensemble indiscuté. »

Préampli : réponse 0 à 40 000 pps
entrées PU, radio
Correction BAXENDALL
courbe RIAA

Ampli 10 watts, Courbe de réponse
O à 3 MHz à ± 2 dB
Sortie 800 Ω

Baffle ELIPSON type Chambord
à réponse de 40 à 18 000 pps
agréé par la R.T.F.

Faible encombrement



CHAINE HI-FI DE SALON RL. 10

S.E.E. (Société Électronique et Électrotechnique) 17, rue Lunain, Paris-XIVe, POR 99-47

VIVALDI

électrophone stéréophonique
HAUTE FIDÉLITÉ

Publi SARP

Satisfait le mélomane le plus exigeant !



- Présentation très luxueuse et moderne
- Modèle créé pour 1962/63
- Musicalité inégalée
- Platine DUAL 1007 – Changeur 4 vitesses
- Amplis : Puissance 2 X 3,5 W soit 7 W
- 2 réglages de puissance indépendants
- Correcteurs de tonalité, Graves et Aigus séparés pour chaque canal
- 4 Haut-Parleurs équilibrés acoustiquement

PRODUCTION
S. F. E. A.

1, SQUARE DE CHATILLON – PARIS 14e – VAU. 24-32

LA HAUTE FIDÉLITÉ, LA MODULATION DE FRÉQUENCE...

... c'est MAGNETIC-FRANCE

LE PLUS VASTE CHOIX D'EUROPE AUX PRIX « USINE »

● HAUT-PARLEURS ●

Très haute fidélité
« VERITE »

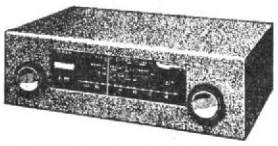
25 cm 10 WATTS
31 cm 20 WATTS

★ **ENCEINTES ACOUSTIQUES**

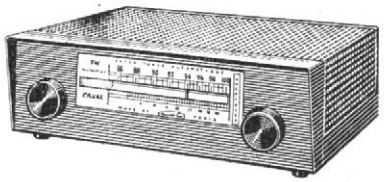


● TUNERS ●

MONO
STEREO
FM et AM-FM



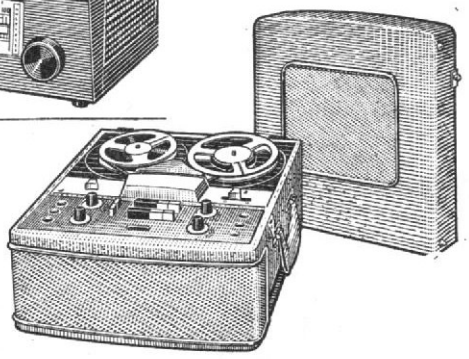
SUPER TUNER PROFESSIONNEL AUTOMATIQUE



MAGNETOPHONES
MAGNETIC FRANCE

RECORD

RECORD STÉRÉO



● AMPLIS ●

FRANCE Compact

AMPLIS TRES HAUTE FIDELITE STEREO 10, 17, 25, 40 WATTS



IRISH BANDES HI-FI FERRO - SHEEN

Ces bandes magnétiques, fabriquées par la célèbre firme AMPEX, sont considérées comme les meilleures

Dimensions	Par. 1	Par. 2	Par. 3
180 METRES ...	19,50	14	12,50
360 METRES ...	29,20	22	20
350 M. MINCE ..	32	24	22
550 M. MINCE ..	45	36	34

IMPORTATION DIRECTE DES U.S.A. **QUANTITE LIMITEE**

Tout notre matériel est livrable encore moins cher en ensembles, en pièces détachées, prêts à câbler avec notre formule **CARTON STANDARD KIT**

DEPOT DE GROS DES MARQUES SUIVANTES : GARRARD - GENERAL ELECTRIC - MILLERIOUX - GE-GO
Têtes de magnétophones **PHOTOVOX**

DANS L'INTERET DE VOTRE BUDGET CONSULTEZ TOUJOURS

MAGNETIC-FRANCE RADIO Bois

Documentation « SPECIALE » sur demande contre 2,50 en timbre remboursés au premier achat

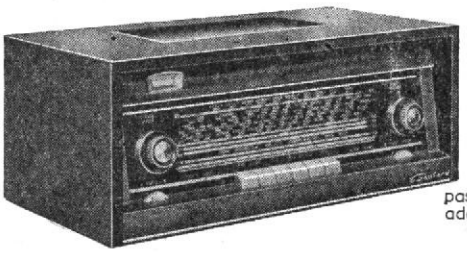
175, rue du Temple, PARIS (3e) - 2e cour à droite

Téléphone : ARCHIVES 10-74 - Métro : Temple ou République
C.C. Postal : 1875-41 - PARIS
FERME DIMANCHE ET LUNDI

Voir aussi la description de notre matériel pages **108** *et* **123**

MATÉRIEL HORS CLASSE

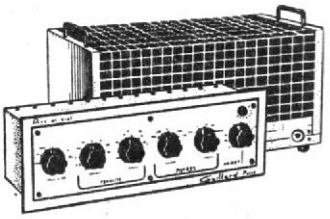
Exporté dans plus de 60 pays

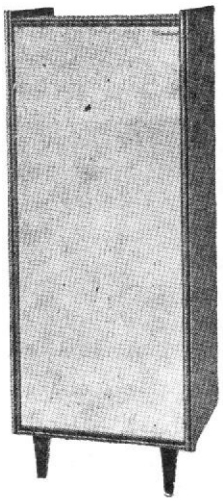


TUNER F M 61 (adopté par la R.T.F.) correspond aux caractéristiques : 8 lampes + 2 diodes. Sensibilité 0,7 microvolt. Bande passante 300 kc/s. Stéréo adaptable, etc.

TUNER AM-FM 61

11 lampes + 4 diodes - HF accordée - Sélectivité variable : 6 - 9 - 16 kc/s à 6 db - Montage stéréo, etc.





6 CHAINES HI-FI MONAURALES OU STEREO. Bloc Météor 61 - Chaînes Europe - Chaîne Himalaya, 10-20-30-40-60 watts avec canal séparé pour hauts-parleurs d'aigus.

10 MODELES AM-FM de 10 à 15 lampes mono ou stéréophoniques, 4 à 10 hauts-parleurs - 5 essences de bois.

4 ENCEINTES ACOUSTIQUES, 3 à 5 hauts-parleurs, livrées nues ou avec habillage bois 5 essences.

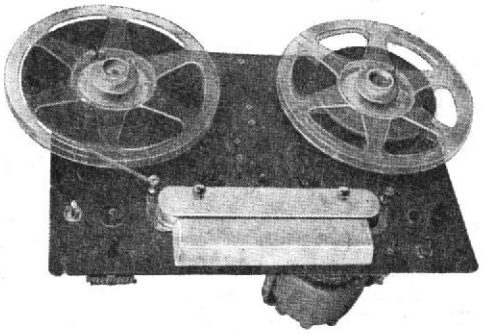
3 ELECTROPHONES mono ou stéréophoniques 5 W et 2 x 5 W.

T. V. 819 - 625 LIGNES (2e chaîne), tube 60 cm. Très nombreux perfectionnements. Finesse d'image maximum, etc.

8 TRANSISTORS dont 1 avec **Modulation de Fréquence** et 2 modèles « Tropic ».

2 MAGNETOS dont 1 professionnel, 19-38 cm - 3 moteurs « Papst » - bobines jusqu'à 27 cm - stéréo, etc.

PLATINES P. U.
CHANGEURS.
TETES PIEZO
ET MAGNETIQUES.
MEUBLES
PREAMPLIS, etc.



Catalogue 1962 n° 33 *très détaillé avec caractéristiques exactes et contrôlées adressé contre* **2** *NF en timbres pour frais. Spécifier ensembles en pièces détachées ou appareils en ordre de marche.*

Gaillard

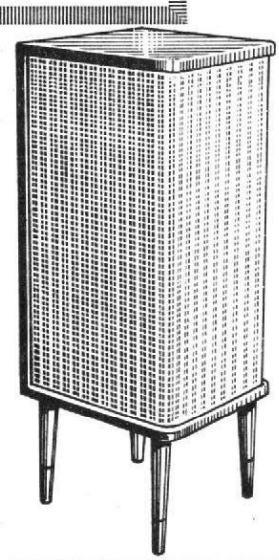
21, rue Charles-Lecocq, PARIS-15e - VAU. 41-29, BLO. 23-26

Nouveaux services d'expéditions rapides en province et étranger.

Pour la Belgique :
ELECTROLABOR, 40, rue Hamoir, UCCLE-BRUXELLES 18
Téléphone : 74-24-15

RAPY

Hi-Fi



IMPORTATION ALLEMANDE

ENCEINTE ACOUSTIQUE NOYER VERNI

Dimensions : 80 x 32 x 30 cm

2 HAUT-PARLEURS : 1 Elliptique 16 x 24 plus 1 Tweeter. Filtre par condensateur. Puissance : 10/12 W. Impédance : 7 ohms. Remarquable qualité musicale. Bande passante : 60 à 18 000 Hz

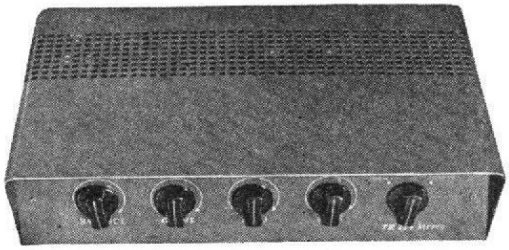
Livré complet avec cordon de 6 mètres, fiche et housse.

PRIX NET **290,00**

L'AMPLI TR 229-17 W.

Le meilleur dans sa catégorie
Le meilleur marché
La plus forte vente en KIT

EF86 - 12AT7 - 12AX7 - 2 x EL84 - EZ81 - Préampli à correction établie - 2 entrées pick-up haute et basse impédance - 2 entrées Radio AM et FM - Transfo de sortie: GP 300 CSF - Graves - Aiguës - Relief - Gain - 4



potentiomètres séparés - Polarisation fixe par cellule oxymétal - Réponse 15 à 50 000 Hz - Gain : aiguës ± 18 dB - Graves 18 dB + 25 dB - Présentation moderne et élégante en coffret métallique givré - Equipé en matériel professionnel.

	TARIF	NET
Modèle 6 lampes	365,00	290,00
Modèle 5 lampes (sans préampli) ..	338,00	270,00

FM 229 — TUNER

7 tubes avec ruban EM84, MF VISODION, bloc câblé. Sensibilité 2 mV — 295,00 — 245,00

Multiplex ..... — 265,00

FM 229 — TUNER MULTIPLEX

8 tubes avec bloc MF VISODION, câblé, réglé ..... 325,00 — 275,00

Décrit dans le « H.-P. » du 15 janv. 62.

TR 284 — STEREO MULTIPLEX

Deux canaux en classe A - 4 watts sur chaque canal - 8 watts en monaural - Transfo de sortie à 2 impédances - 4 entrées : Pick-up mono, pick-up stéréo, FM mono, FM stéréo - Système Baxendall, relevé à 15 dB - En grave, circuit à impédance variable : 16 + 16 dB par contrôle physiologique - Courbe de réponse : correction à zéro : linéaire de 50 à 16 000 ± 1 dB - 5 tubes : 2x12AU7 2 x EL84, 1 x EZ81 - Balance sur mono et stéréo - Présentation et qualité du TR 229 en coffret métallique givré ..... 295,00 — 245,00

RAPY

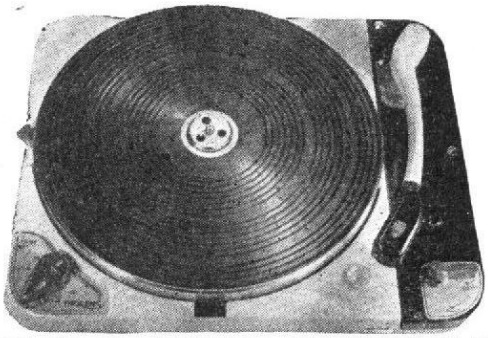
RADIO-VOLTAIRE

155, av. Ledru-Rollin, PARIS XI^e - ROQ. 98-64

C.C.P. 5608-71 - PARIS

THORENS

LA MARQUE RÉPUTÉE

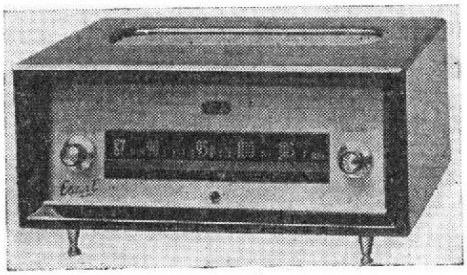


TABLES DE LECTURE PROFESSIONNELLES
TABLES DE LECTURE SEMI-PROFESSIONNELLES
toutes câblées en stéréophonie
AMPLIS - BAFFLES
pour la Haute Fidélité

ÉLECTROPHONES

Établissements HENRI DIEDRICHS
54, rue René-Boulanger - PARIS (10e)
Téléphone : NORd 10-77

ESART 1962



Modèle "SÉLECTION"

Correction automatique de fréquence

SEULS TOUS LES MODELES ESART SONT PREVUS POUR UNE PARFAITE ADAPTATION A TOUS SYSTEMES FUTURS DE STEREOPHONIE

127, rue du Théâtre, PARIS-XV^e - SUF. 09-41

Belgique-Luxembourg : TELEVIC, 25, rue de Spa, Bruxelles 4
Suisse : SACOM, 3, rue Hugi, Bienne 1

SANP

*pour moins de **100** NF par mois*

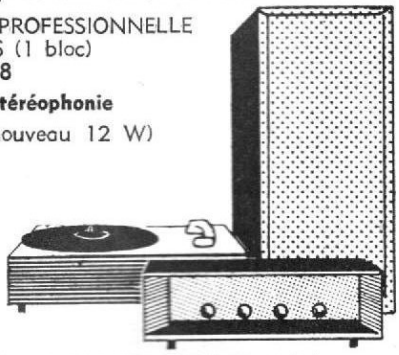
Ecoutez vos disques en HAUTE FIDELITE

1 table de lecture SEMI-PROFESSIONNELLE
1 amplificateur 12 WATTS (1 bloc)
1 enceinte acoustique HE 8

Supplément pour stéréophonie

2e bloc de l'ampli (à nouveau 12 W)
2e enceinte H 8
1 cellule shure M7D

50 NF
par mois



HI-TONE

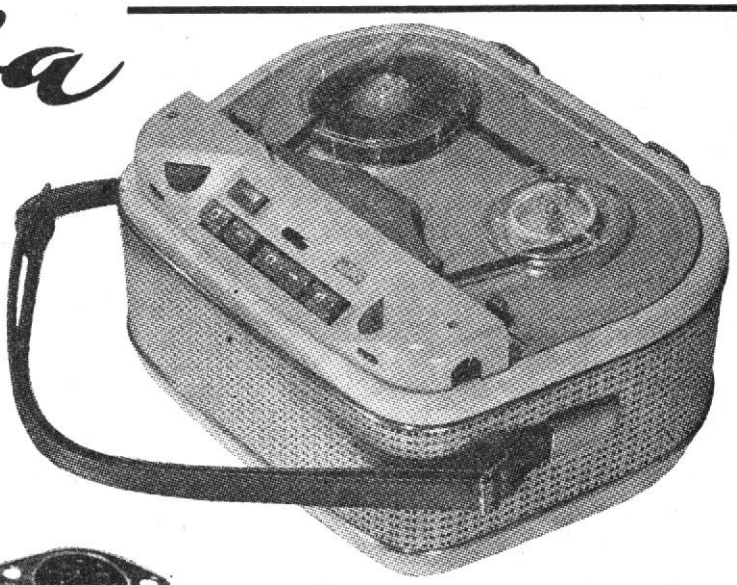
1 bis, rue de Pontoise, MONTMORENCY (S.-et-O.)
Tél. : 964-23-44
LYON, Ets Charles André, 61, rue Cuvier

S.A.N.P.

Butoba

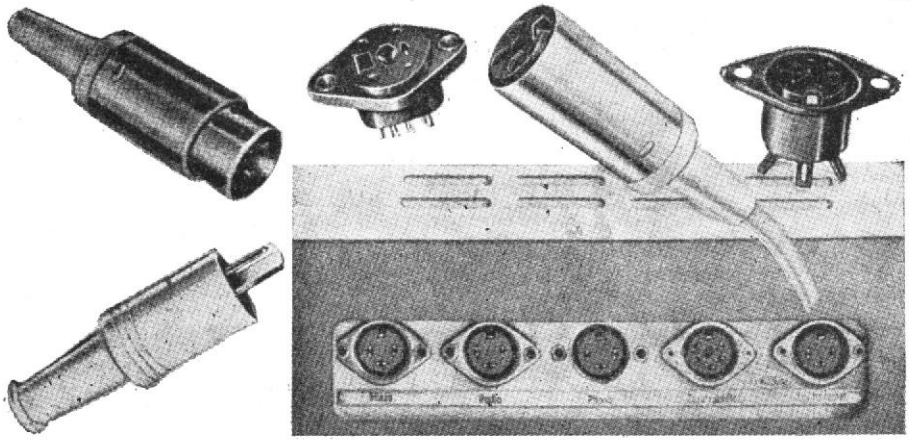
AUTONOME SUR PILES - SECTEUR OU ACCU - A TRANSISTORS

LE 1er EN MAGNÉTOPHONES PORTATIFS A TRANSISTORS



Standardisez !!! **LUMBERG**

par fiches et prises normalisées



Documentations et tarif sur demande

AGENT EXCLUSIF DISTRIBUTEUR **RENAUDOT**

46, bd de la Bastille et 17, r. Biscornet

Paris-XIIe - NAT. 91-09 - DID. 07-40

DETAIL chez votre fournisseur habituel

Une qualité qui justifie leur succès

Nombreux modèles, du plus simple aux chaînes Haute Fidélité

●

Equipés des platines les plus réputées « Pathé-Marconi » — « Dual »

●

Irréprochables tant par leur présentation (gamme de coloris très étendue) que par leur robustesse et leur haute fidélité...

●

La qualité totale... le meilleur prix...

Notices franco sur demande



SUPER-STÉRÉO avec chaine « Audette »



STÉRÉO-MOOD



CALYPSO



SUPER JEUNESSE



CADY 520



SAMBA

HIFIVOX

PRODUCTION BARBIERI

3, RUE LAFFITTE - PARIS 9e TEL. PROVENCE 89-28

Agents pour la Belgique, Luxembourg et Congo : MM. PREVOST et Fils, 107, avenue Huart-Hamoir, Bruxelles III.

Sommaire de ce NUMÉRO SPÉCIAL

- Où en est la technique musicale 1962 ?
- Les transformations du matériel stéréophonique.
- Comment recevoir les émissions radiophoniques en stéréophonie multiplex ?
- La qualité d'un son.
- L'étude des pick-up et bras-supports.
- Comment choisir un tourne-disques ?
- Sachons choisir notre changeur de disques.
- Nouveaux ensembles de réverbération artificielle à lampes et à transistors.
- Amplificateurs à nombre réduit de lampes.
- Modernisation des amplificateurs.
- Le dépannage rapide des installations Hi-Fi.
- Technique et pratique des installations de public address.
- Les progrès des haut-parleurs : perfectionnements récents et modèles originaux.
- Les haut-parleurs électrostatiques.
- Précis de la technique BF des transistors.
- Technique simplifiée des amplificateurs stéréophoniques.
- Préamplificateurs monophoniques à transistors.
- Préamplificateurs stéréophoniques à transistors.
- Le service rapide des changeurs de disques.
- Cent causes pratiques de ronflement.
- Magnétophones à transistors.
- Eléments constitutifs d'un magnétophone moderne.
- Les transformations des magnétophones et la pratique des nouveaux procédés magnétiques
- Comment choisir un magnétophone.
- Où en est la sonorisation des films d'amateurs ?
- L'enregistrement stéréophonique et la pratique du magnétophone.
- La qualité sonore et l'appartement.
- Caractéristiques et prix des nouveaux électrophones et chaînes Hi-Fi.
- Caractéristiques et prix des nouveaux magnétophones.

✳

DIRECTEUR-FONDATEUR :
Jean-Gabriel POINCIGNON

RÉDACTEUR EN CHEF :
Henri FIGHIERA

✳

DIRECTION - RÉDACTION
25 RUE LOUIS-LE-GRAND
PARIS-2e
Téléph. OPÉRA 89-62

✳

PUBLICITÉ
S. A. P.
142 RUE MONTMARTRE
PARIS 2e
Téléph. GUT. 17-28

✳

Supplément au n° 1049

LE HAUT-PARLEUR

JOURNAL DE VULGARISATION RADIO-SCIENTIFIQUE

OU EN EST LA TECHNIQUE MUSICALE 1962 ?

NOUS ne sommes plus au temps où les progrès et les transformations de la technique basse fréquence semblaient bien lentes et bien minimes en comparaison de ceux des radio-récepteurs et des montages électroniques. Chaque année nous voyons apparaître des nouveautés dans les domaines de l'enregistrement, de l'amplification, de la transmission, et de la diffusion sonores.

Les machines parlantes ne sont plus réalisées par des procédés artisanaux ; la plupart d'entre elles sont étudiées par de grands fabricants et sont produites en grande série, d'où la nécessité d'une consommation en progression, ce qui incite les techniciens à étudier les perfectionnements désirés par la clientèle, et à présenter constamment des modèles nouveaux ou modifiés.

L'EMPLOI DES TRANSISTORS

La production industrielle des transistors a amené une transformation progressive des radiorécepteurs ; l'emploi des semi-conducteurs sur les montages à basse fréquence a été plus lente et moins complète, en raison de la difficulté initiale de réalisation des modèles de puissance.

Mais cette limitation disparaît peu à peu ; nous voyons désormais appliquer des semi-conducteurs sur les montages électroniques de préamplification et d'amplification dans les électrophones portatifs, les installations de diffusion sonore et surtout dans les magnétophones.

Cette diffusion des transistors constitue une première caractéristique remarquable de la technique 1962 ; un deuxième fait important, plus ou moins lié au premier, se manifeste par la diminution de l'encombrement et des poids, sinon de la miniaturisation des appareils.

LES MODIFICATIONS DES MAGNETOPHONES

Les magnétophones à transistors ne sont plus l'exception ; on peut choisir des appareils de poche, des modèles portatifs pour le reportage ou le bureau, et même les premiers appareils musicaux munis de tous les perfectionnements des modèles à tubes à vide.

En même temps, l'adaptation de la nouvelle méthode d'enregistrement à 4 pistes permet d'effectuer des enregistrements beaucoup plus économiques, et avec des longueurs de bande réduites, ce qui facilite également la réduction des dimensions.

Cette application du procédé à quatre pistes est rendue plus efficace par l'utilisation de nouveaux types de bandes magnétiques de très haute qualité à polyester pré-étiré, très minces résistant mécaniquement et s'appliquant exactement sur la surface des fentes de largeur réduite à quelques microns.

Les progrès des têtes magnétiques, la réduction de la largeur des fentes accompagnée d'une meilleure étude des montages électroniques, assure la reproduction d'une gamme musicale de plus en plus étendue, avec des vitesses de défilement qui ne dépassent plus 19 cm/s et s'abaissent bien souvent jusqu'à 4,75 cm/s.

L'emploi du procédé à quatre pistes n'exige plus toujours l'utilisation de têtes magnétiques doubles pour l'enregistrement monaural et, tout au moins, sur des appareils portatifs, l'adaptation de supports de têtes mobiles permet d'utiliser des têtes ordinaires simples pour l'enregistrement et la lecture successifs des pistes.

Enfin, des dispositifs de reverbération artificielle et de truquage sonore sont appliqués sur certains modèles de magnétophones moyens et certains constructeurs offrent même désormais à leur clientèle des dispositifs additionnels séparés pouvant permettre d'obtenir des effets de reverbération artificielle avec n'importe quel appareil.

LA MISE AU POINT DE LA STEREOPHONIE

La diffusion de la stéréophonie, en particulier, des stéréophones, n'est pas encore aussi grande qu'on pouvait l'espérer. Cela est dû surtout aux prix assez élevés des appareils et des disques, et à la difficultés de se procurer des disques stéréophoniques très variés. Peut-être le grand public n'est-il pas suffisamment renseigné sur les véritables possibilités de cette remarquable méthode musicale ?

La situation paraît pourtant s'améliorer ; les constructeurs d'électrophones et de magnétophones réalisent des modèles moins encombrants, de manœuvre plus facile, et relativement moins coûteux. Les fabricants de stéréophones, en particulier, présentent presque tous des appareils adaptables facilement à la stéréophonie, moyennant l'emploi d'éléments additionnels prévus à cet effet, et d'un prix abordable.

On voit surtout apparaître des séries de disques stéréophoniques mieux gravés et moins coûteux, et des enregistrements nouveaux effectués avec des méthodes microphoniques spécialement étudiées paraissant devoir encore mieux mettre en valeur l'intérêt du procédé.

LA PROCHAINE ETAPE

Ces indications montrent bien l'évolution constante des conceptions, des études techniques et des matériels ; du côté des électrophones, nous pouvons espérer de nouveaux perfectionnements des disques stéréophoniques, et une qualité toujours accrue des enregistrements monophoniques.

Les transformations du haut-parleur sont continuelles, et les résultats atteints sont constamment dépassés. La réduction de la vitesse et de l'encombrement des magnétophones continuera certainement à s'affirmer sans diminution de la qualité sonore. Enfin, et surtout, l'emploi des transistors doit s'étendre peu à peu à tous les domaines.

Peut-on espérer voir s'appliquer des nouveaux principes d'inscription et de lecture musicales ? Chaque jour, on en étudie dans les laboratoires, l'emploi des chaînes sonores multiples ne semble pas encore du domaine de l'amateur, mais la pseudo-stéréophonie et, en particulier, l'expansion sonore nous réservent peut-être encore des surprises, de même que les procédés magnétiques.

LES TRANSFORMATIONS DU MATÉRIEL STÉRÉOPHONIQUE

LA diffusion en France des appareils stéréophoniques et, en particulier, des stéréophones, n'est pas aussi grande qu'on pouvait l'espérer ; ce fait est dû à des facteurs très divers de caractères technique, économique et psychologique.

Les fabricants semblent pourtant avoir fait l'effort nécessaire pour présenter des modèles bien étudiés et même pour diminuer les prix tout en rendant plus facile l'utilisation et, en particulier, en diminuant l'encombrement.

Mais un stéréophone n'est pas un magnétophone et il ne présente d'intérêt qu'en fonction du nombre et de la qualité des disques ; là, sans doute, est la clé du problème. Pour assurer une grande diffusion de la stéréophonie, il faudrait mettre à la disposition des mélomanes des enregistrements présentant un véritable intérêt stéréophonique, et à des prix qui ne dépassent pas beaucoup ceux des disques ordinaires monophoniques.

Quelques fabricants semblent avoir compris l'intérêt de cette question et offrent des séries de disques classiques de qualité et à des prix vraiment abordables ; encore faudrait-il que la diversité des enregistrements soit plus grande.

Il ne suffit pas, d'ailleurs, d'avoir à sa disposition un bon stéréophone et des disques de qualité ; encore faut-il savoir les utiliser. La disposition des haut-parleurs dans les pièces des appartements, les qualités acoustiques des parois et du plafond jouent un rôle beaucoup plus grand qu'en monophonie, et qui n'est pas toujours compris des profanes.

Beaucoup d'amateurs aussi n'ont pas encore sur la stéréophonie des idées suffisamment exactes ; certains paraissent la confondre avec la « haute fidélité », et d'autres s'imaginent qu'elle suffit pour assurer entièrement la qualité musicale. Ce sont là des notions qui devraient désormais être abandonnées. Il faut admettre la nécessité d'utiliser des appareils stéréophoniques uniquement de haute qualité musicale, sur chaque canal sonore.

Le procédé ne doit pas être universel et utilisable pour tous les enregistrements, quels qu'ils soient. Il s'applique seulement à des morceaux d'orchestre ou de chant bien définis, ou à des enregistrements de caractère spécial qui font apparaître les avantages de la distribution sonore dans l'espace, de la séparation rationnelle des sons des différents instruments ou des chants des acteurs, sans nuire à l'ampleur de l'ensemble musical.

Au début de la stéréophonie, les fabricants de disques n'avaient pas compris suffisamment ce caractère à la fois remarquable et limité de l'inscription stéréophonique ; c'est pourquoi certains disques n'ont pas suffi à attirer l'attention d'une clientèle de mélomanes. Il a fallu tenir compte, en même temps, des défauts de gravure, inévitables au début d'une nouvelle technique aussi délicate ; ces défauts de jeunesse ont maintenant disparu.

LES PRIX ET LA SIMPLIFICATION DES APPAREILS

Dans les débuts de la stéréophonie, il y a maintenant environ trois ans, un des plus grands obstacles qui s'opposait à l'adoption des électrophones consistait dans le prix élevé de la plupart des appareils. Le prix de certains d'entre eux était ainsi deux fois plus élevé que celui des modèles monophoniques de qualité comparable. Les amateurs pouvaient se demander, avec quelque raison : « En aurai-je pour mon argent. Un appareil stéréophonique d'un prix deux fois plus élevé me permettra-t-il d'obtenir une audition deux fois meilleure ? »

Le caractère limité du procédé stéréophonique indique le sens de la réponse ; il est impossible, en principe, d'obtenir avec un électrophone stéréophonique une audition deux fois meilleure au point de vue psycho-physiologique. Il y a un agrément supplémentaire indiscutable, mais cet agrément réel ne peut être décisif et ne transforme pas complètement le caractère de l'audition, puisqu'il s'applique uniquement à certains enregistrements bien choisis.

Ces différences prohibitives ont maintenant disparu, d'autant plus que de nombreux fabricants présentent des électrophones comportant un pick-up double, et toutes les facilités de montage pour assurer l'adaptation, si l'amateur le désire, d'une chaîne sonore supplémentaire avec amplificateur et haut-parleur prévus spécialement pour assurer une audition satisfaisante et équilibrée.

Ce qui semblait primitivement impossible a été réalisé ; il devrait en résulter une diffusion plus grande du matériel.

Si nous pouvons considérer, d'une manière arbitraire, qu'un appareil monophonique offre à son utilisateur 90 % de satisfaction musicale, un ensemble stéréophonique pourra, avec la même qualité musicale, lui en offrir 95 % ou 98 %. Il suffit que cette amélioration, de 5 à 10 %, par exemple, ne soit pas acquise au prix d'une augmentation trop grande du prix, de l'encombrement et des difficultés d'utilisation.

Cette augmentation de 5 % à 10 % paraît, d'ailleurs, minime à première vue ; en réalité, elle est beaucoup plus importante en valeur absolue, car il est de plus en plus difficile d'obtenir une nouvelle amélioration au fur et à mesure qu'on s'approche d'une limite.

Un athlète qui s'exerce au saut en hauteur atteint ainsi une hauteur de quelques mètres ; mais, lorsqu'il est près du niveau des records maxima, une augmentation de quelques centimètres représente pour lui un grand effort et peut constituer pour le sport un fait important. Il en est de même dans toutes les techniques.

De toutes façons, cette amélioration musicale peut désormais être obtenue, bien souvent, avec une dépense relativement modeste et à la portée de « l'amateur moyen ».

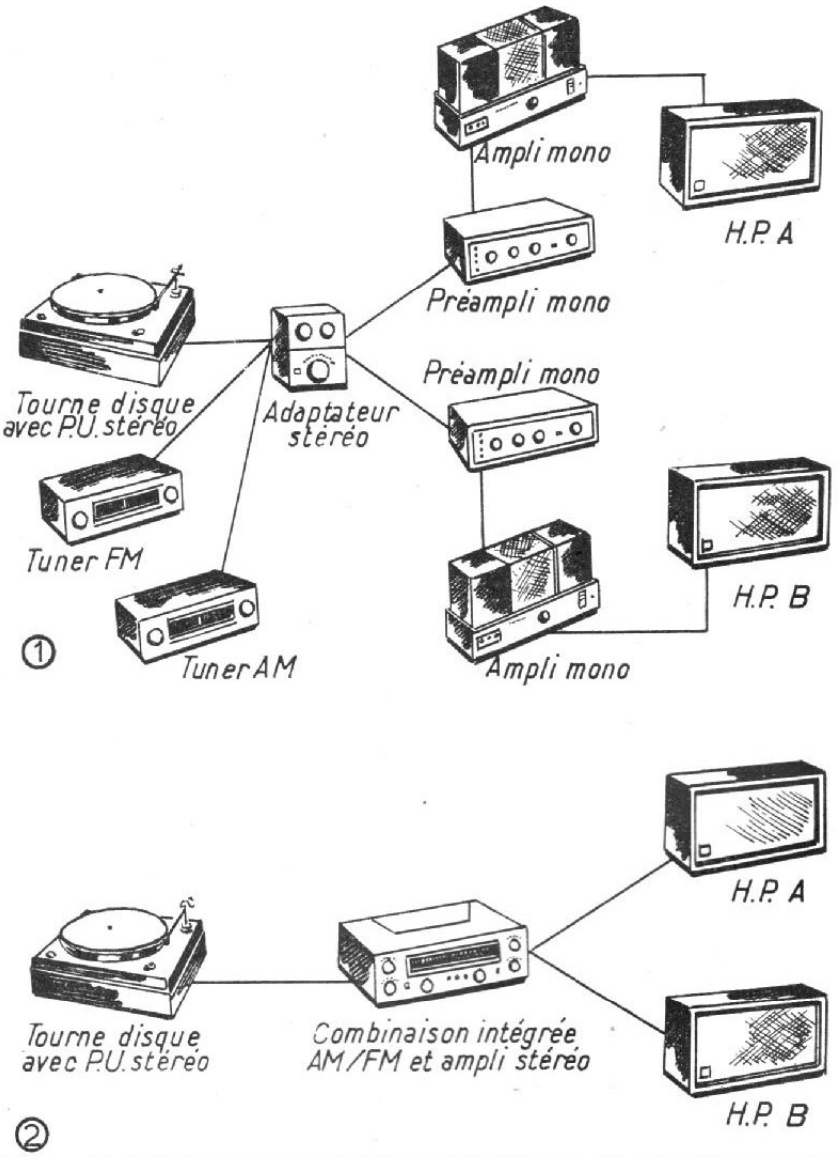


FIG. 1. — *La simplification des installations stéréophoniques grâce aux éléments intégrés.* En haut : *ancienne installation.* En bas : *nouvelle disposition*

LA SIMPLIFICATION DU MATERIEL

Les chaînes sonores en éléments séparés sont toujours appréciées des mélomanes et permettent d'établir des ensembles stéréophoniques de haute qualité absolument complets, pouvant même comporter également des platines de magnétophones et des « tuners » simples ou doubles.

Même pour les chaînes sonores, il existe aujourd'hui de nombreux modèles de pré-am-

plificateurs et d'amplificateurs de puissance doubles montés dans des blocs intégrés, qui peuvent parfois être combinés avec le tuner. Il en résulte une très grande simplification, une diminution de l'encombrement, une plus grande facilité de réglage, et un meilleur équilibre des deux canaux sonores (fig. 1).

Il y a trois ans, également, pour convertir une installation monophonique en stéréophonique, il fallait acheter séparément des tuners, des préamplificateurs, des amplificateurs de puissance et des haut-parleurs, des dispositifs séparés d'équilibrage, et relier convenablement tous ces éléments distincts. On avait ainsi des installations souples, mais encombrantes, et

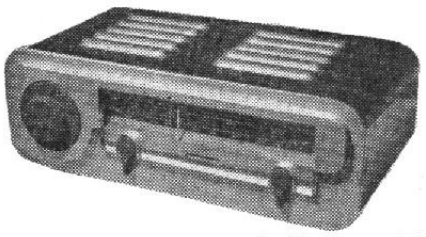


FIG. 2. — *Tuner simple ou double pouvant être combiné avec deux chaînes sonores B.F.*

dont il fallait savoir se servir, comportant, par exemple, deux ou trois boutons de réglage de volume sonore par canal, et des éléments analogues aussi complexes et aussi nombreux pour les autres fonctions ; les possibilités de fausse manœuvre, de troubles et de pannes étaient importantes.

Aujourd'hui, sans modifier les principes de base, l'installation peut être modifiée grâce à cette concentration possible des éléments sous des formes étudiées spécialement, et l'amateur qui le désire peut établir tout l'équipement électronique sur un châssis unique (fig. 1, en II).

Considérons, par exemple, un ensemble complet : électrophone, radio-récepteur et magnétophone ; il est possible d'acheter un tourne-disques ou un changeur de disques avec un pick-up, une platine de magnétophone et un ensemble électronique unique combinant les deux pré-amplis, les amplificateurs et les tuners, le tout complètement centralisé.

Cependant, on préfère encore bien souvent en France un tuner séparé, d'autant plus qu'il existe encore très peu d'appareils doubles, à deux chaînes sonores distinctes. Le bloc de contrôle, avec les deux amplificateurs principaux, peut, en tout cas, être relié facilement aux connexions du tuner. De toutes façons, les haut-parleurs peuvent toujours être choisis suivant la puissance des amplificateurs et les caractéristiques de la pièce où a lieu l'audition.

Même si l'on veut établir une installation modifiable progressivement, il est toujours possible de choisir des appareils comportant des possibilités d'adaptation ; on peut, par exemple, se contenter d'abord du matériel phonographique seul, en employant un amplificateur à deux canaux de façon à permettre plus tard l'adaptation éventuelle d'un magnétophone et d'un tuner (fig. 2).

LA SIMPLIFICATION ET LE PROGRES DES REGLAGES

La réalisation et l'emploi des éléments stéréophoniques doubles dans des ensembles intégrés évite la complexité des boutons de réglage. Il existe encore sur les modèles stéréophoniques plus de boutons que sur les appareils monophoniques ; mais des indications très claires évitent toute erreur de manœuvre et les opérations sont rendues beaucoup plus faciles et souvent même semi-automatiques avec des touches à poussoirs (fig. 3).

Nous voyons sur les préamplificateurs un commutateur de fonction qui permet immédiatement d'utiliser l'appareil avec un pick-up de type quelconque à cristal, à réluctance variable ou électro-dynamique, et qu'il s'agisse d'un disque 78 tours, à microsillons, monophonique ou stéréophonique. Sur certains appareils on peut même modifier immédiatement la réponse en fréquence, en fonction de la courbe d'enregistrement CCIR ou NARTB. Nous avons ensuite un bouton de contrôle de volume sonore qui agit sur les deux canaux, ou peut être double ; il existe, d'ailleurs, des systèmes coaxiaux et, enfin, nous pouvons régler la tonalité plus ou moins « moëlleuse » ou brillante, grâce au contrôle agissant sur les sons graves et sur les sons aigus. Des dispositifs simples permettent de mettre en action des systèmes automatiques de « contrôle physiologique » de la tonalité, de manière à faire varier automatiquement, et sans intervention de l'opérateur, la tonalité musicale suivant le niveau de l'intensité.

D'autres boutons de compensation, spécialement adaptés pour les magnétophones, permettent de modifier la réponse en fréquence de l'appareil suivant la vitesse de défilement de la bande magnétique, de 9,5 cm/seconde ou 19 cm/seconde, par exemple, de façon à améliorer la reproduction des sons aigus, au fur et à mesure de la réduction de la vitesse de défilement.

Le niveau d'amplification ne devrait, d'ailleurs, pas être confondu avec le volume sonore et, sur certains tableaux de commande, nous trouvons deux éléments de réglage séparés ; sur d'autres, nous voyons un inverseur qui permet de commander le réglage du gain ou du volume.

En agissant sur le contrôle du volume sonore, l'effet est comparable à celui qu'on obtient en s'approchant ou en s'écartant d'une source sonore ; si la musique est intense, le son paraîtra encore intense à une grande distance. Mais un contrôle d'intensité sonore permet d'assurer le caractère « intime » d'une audition, il ne donne pas l'impression de l'éloignement de la source musicale, mais il permet d'atténuer sa brillance et de la rendre plus douce, de même qu'inversement, il permet de la rendre plus brillante.

Un fait essentiel en stéréophonie consiste dans l'établissement et le maintien d'un équilibre exact entre les deux canaux gauche et

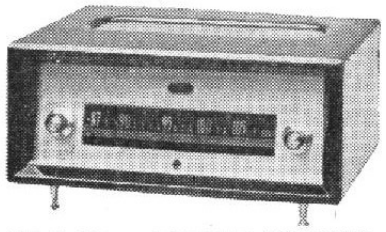


FIG. 2 bis. — *Adaptateur FM ESART*

droit, équilibre apparent, d'ailleurs, bien souvent, et qui dépend des caractéristiques acoustiques de la salle d'audition, sinon de l'ouïe des auditeurs. De nombreuses démonstrations de stéréophonie paraissent insuffisantes, parce que cette caractéristique n'est pas assurée avec assez d'efficacité.

Les fabricants ont désormais reconnu l'importance essentielle du problème, et nous voyons adopter désormais, aussi bien sur les préamplis ou amplis séparés que sur les électrophones ou les magnétophones, des dispositifs de réglage de l'équilibrage, de préférence distincts ou, en tous cas, à axes concentriques et qui permettent de régler le niveau atteint sur les deux systèmes de haut-parleurs.

Bien entendu, l'équilibrage de la tonalité musicale n'est pas moins utile, et il est bon aussi de pouvoir régler séparément cette caractéristique sur les deux canaux.

LES TRANSFORMATIONS DES HAUT-PARLEURS

Les modèles de haut-parleurs offerts aux mélomanes peuvent surprendre par leur nombre et leur variété, et certaines notions pratiques concernant les installations stéréophoniques varient plus ou moins suivant les opinions des praticiens. En fait, cette variété de montages et de systèmes est nécessaire, par suite même des différences existant entre les acoustiques, des salles d'audition. Il existe peu de pièces d'appartement spécialement traitées acoustiquement pour assurer les meilleurs résultats stéréophoniques ; il faut se contenter, la plupart du temps, des pièces que l'on a à sa disposition, en essayant seulement d'introduire quelques éléments de correction élémentaires.

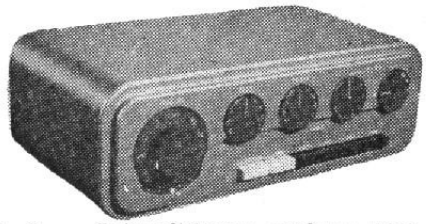


FIG. 3. — *Préamplificateur moderne mono et stéréo pour radio, pick-up ou magnétophone, avec répartition et réglages par touches à poussoirs* (Quad)

Il y a donc, en principe, des installations de haut-parleurs et des dispositions acoustiques qui conviennent le mieux à chaque chambre d'écoute et à chaque oreille ; la large gamme de haut-parleurs disponibles nous permet d'établir la meilleure installation possible dans l'emplacement disponible et de les disposer sous une forme qui peut s'harmoniser avec le mobilier.

Les petits haut-parleurs ne sont pas nécessairement les meilleurs et dans tous les cas, mais ils peuvent convenir dans les pièces très exiguës, sans préjudice évidemment de la qualité. Des modèles plus encombrants sont mieux adaptés dans les pièces de grandes dimensions, qui assurent des auditions plus amples et plus naturelles, surtout en musique d'orchestre.

Comme le montre un autre article de ce numéro, les dimensions des pièces n'entrent pas seules en considération ; elles ont une influence sur les caractéristiques acoustiques, mais il est nécessaire également d'étudier les propriétés réfléchissantes ou absorbantes des parois et du plafond. Nous pouvons avoir, d'un côté, des chambres, dont les planchers seront recouverts de moquettes, comportant des rideaux et des draperies plus ou moins épais, avec des fenêtres assez réduites, un plafond plus ou moins absorbant.

Dans un autre cas extrême, la chambre ne comporte que des parois réfléchissantes en peinture laquée, des baies vitrées sur plusieurs faces, du linoléum ou de la matière plastique sur le plancher, un plafond entièrement plat, et même des meubles métalliques. Dans une telle chambre, les réflexions et les battements sonores se produisent de tous les côtés, comme si l'on se trouvait à l'intérieur d'un coffret métallique.

Mais il y a fort heureusement un grand nombre de types intermédiaires. La plupart des haut-parleurs et des enceintes acoustiques réalisés sont étudiés justement en vue d'une utilisation dans ces chambres de caractéristiques moyennes, à la fois par les dimensions et par les propriétés acoustiques.

Les sons produits dans les chambres couvertes de meubles et de tapis sont meilleurs avec des haut-parleurs très brillants ; les systèmes de haut-parleurs qui possèdent des propriétés directionnelles et projettent, en quelque sorte, les sons musicaux ou qui comportent, comme dans les dispositifs les plus récents, des systèmes de réflexion incorporés, sont bien adaptés pour ce genre de salles. Les salles réfléchissantes, à réverbération trop élevée, exigent une sélection attentive des haut-parleurs.

On s'imaginait, pendant longtemps, qu'il fallait proscrire l'emploi de telles salles dans la plupart des appartements ; mais, en fait, une chambre trop réverbérante n'est nullement impossible à utiliser au point de vue acoustique.

Sur des modèles stéréophoniques récents, à haut-parleurs intégrés, en particulier sur des meubles, les sons produits sont envoyés dans des directions telles qu'on peut obtenir l'effet stéréophonique sans risquer de produire tout autour des phénomènes d'interférence. Ces dispositifs assurent un contrôle de l'effet directionnel et une réponse en fréquence très régulière.

Sur la plupart des électrophones stéréophoniques, en mallettes ou en meubles, les haut-parleurs sont prévus dans l'installation ; mais, sur les mallettes, ils sont généralement de dimensions assez restreintes, de façon à pouvoir être facilement placés pour le transport sur le couvercle ou en dessous du coffret. Ces appareils permettent généralement d'obtenir déjà des résultats satisfaisants, mais on peut encore les améliorer en adoptant des éléments additionnels, surtout dans les pièces de dimensions relativement grandes.

Les haut-parleurs des meubles permettent encore beaucoup mieux d'assurer uen excellente reproduction stéréophonique, ce qui n'empêche pas la possibilité d'amélioration à l'aide de petits éléments extérieurs tweeters pour les sons aigus.

Enfin, pour les installations à chaînes sonores et à éléments séparés, la question ne se pose pas, puisque les haut-parleurs sont choisis séparément.

LE PROBLEME DE LA COMPATIBILITE

Tous les appareils stéréophoniques doivent être *compatibles,* c'est-à-dire qu'un modèle stéréophonique doit être capable d'assurer une audition monaurale et, inversement, un appareil monaural devrait pouvoir être transformé en vue de la stéréophonie.

Cette comptabilité existe complètement en radiophonie. Un récepteur ordinaire monaural doit permettre d'entendre l'ensemble des sons correspondant aux deux canaux sonores de la stéréophonie, tandis qu'un récepteur stéréophonique permet d'entendre séparément les sons de ces deux canaux et, bien entendu, de recevoir aussi des émissions radiophoniques ordinaires monaurales.

Les disques phonographiques sont généralement réalisés sous deux formes : stéréophonique et monophonique. Les disques monophoniques peuvent être utilisés avec un stéréophone et un pick-up stéréophonique double, mais l'inverse n'est pas vrai. Il faut bien se garder de placer un disque stéréophonique sur un tourne-disques avec un pick-up ordinaire, ce qui risquerait d'endommager gravement les sillons ; avec un bon pick-up, d'ailleurs, un disque stéréo peut être joué plusieurs centaines de fois sans détérioration notable.

Comme nous l'avons noté plus haut, un grand nombre de modèles récents de tourne-disques et d'électrophones sont désormais équipés, même sur les modèles monophoniques, avec des pick-up stéréophoniques doubles, ce qui permet une adaptation ultérieure et évite, en tous cas, tout risque de détérioration.

La qualité des auditions et les avantages mêmes du procédé stéréophonique dépendent essentiellement des disques ; les améliorations constatées au cours de ces derniers mois permettent d'espérer des progrès encore plus sensibles.

LES PROGRES DES AMPLIFICATEURS

Les amplificateurs insérés dans la chaîne sonore ont une influence décisive sur le résultat final ; leurs caractéristiques : gain d'amplification et réponse en fréquence, sont, en fait, les seules qui peuvent être réellement réglables. Il n'est pas possible de modifier complètement les caractéristiques des pick-up, des têtes magnétiques, ou des haut-parleurs, tandis que les commandes des amplificateurs offrent la possibilité d'ajuster la courbe de réponse en fréquence aux goûts personnels de l'auditeur et aux caractéristiques de son ouïe.

Il est bon, à ce propos, de rappeler les qualités nécessaires et fondamentales d'un amplificateur dit « à haute fidélité » :

a) Faible taux de distorsion harmonique de l'ordre de 0,5 % au maximum ;

b) Faible distorsion d'inter-modulation, de l'ordre de 2 % au maximum ;

c) Distorsion très faible, due aux interférences provoquées par les battements de l'ordre de 0,8 % au maximum ;

d) Réponse en fréquence linéaire jusqu'à une octave au moins au-dessus de la gamme musicale audible, et faible déphasage sur cette gamme de fréquences ;

e) Niveaux faibles de ronflement et de souffle ;

f) Réserve de puissance assez considérable pour que les fortes de l'audition soit reproduits sans effet de saturation ;

g) Résistance de sortie de faible valeur déterminant l'amortissement électrique convenable du haut-parleur.

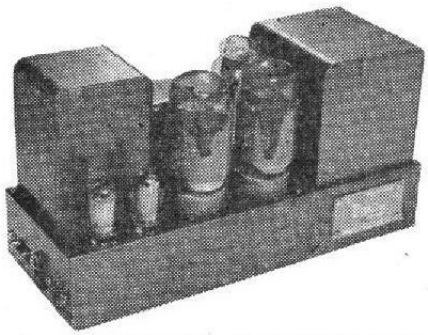


FIG. 4. — *Amplificateur de puissance moderne de 15 watts* (Quad) *à deux lampes de sortie KT66 ou 6L6 apairées*

On se rend de plus en plus compte qu'une forte puissance disponible sur l'étage de puissance final constitue la condition essentielle pour assurer une restitution satisfaisante de la musique de grand orchestre. Dans des pièces d'appartement de dimensions normales, on considère généralement la nécessité d'une puissance de sortie de l'ordre de 10 watts et, dans les salles plus grandes, d'une puissance de sortie de l'ordre de 15 watts.

Pour obtenir, sur les deux canaux, cette puissance de 10 à 25 watts avec une faible distorsion, on utilise généralement désormais deux catégories d'étage de puissance :

b) Des étages à pentodes symétriques en push-pull montés en classe AB ;

b) Des étages à triodes symétriques également en push-pull en classe A ou en classe AB.

Ces deux procédés présentent des avantages particuliers en tenant compte du rendement désiré, et aussi des considérations pratiques et économiques.

Malgré les grands mérites de l'amplification symétrique par triodes, surtout en ce qui concerne la distorsion, le principal inconvénient du procédé consiste en un faible rendement et une limitation de la puissance de sortie. Pour cette raison, les montages de l'étage final avec charge répartie constituent des dispositifs modernes très en faveur, sous le nom *d'étages de puissance ultra-linéaires.*

Dans ces montages, la contre-réaction est appliquée sur l'étage final lui-même ; les caractéristiques sont intermédiaires entre le fonctionnement en pentode et le fonctionnement en triode, suivant le réglage de la contre-réaction.

Dans un montage ultra-linéaire, fonctionnant dans les meilleures conditions, on peut obtenir environ 65 % de la puissance d'un étage correspondant à pentodes classiques, mais avec une distorsion beaucoup plus faible, et le taux de distorsion est analogue à celui d'un étage à triode. En même temps, ce montage réduit l'impédance de sortie à des valeurs comparables à celles considérées sur les étages à triode.

Ce procédé permet d'établir des amplificateurs de haute qualité avec des puissances de sortie supérieures à 20 watts, et le rendement des pentodes de l'ordre de 12 watts peut également être très amélioré, avec des puissances de sortie utile de 10 à 12 watts. Dans certains cas, le fonctionnement suivant la méthode ultra-linéaire permet de doubler la possibilité de la puissance par rapport au fonctionnement des triodes, tout en maintenant un très faible niveau de distorsion.

LES PICK-UP STEREOPHONIQUES

Pour la stéréophonie, les pick-up sont généralement du type magnétique ou à cristal ; mais l'aiguille doit présenter une possibilité d'élasticité verticale comparable à son élasticité latérale, et les tensions de sortie sont plus faibles qu'avec une tête de pick-up monaural.

Les têtes de pick-up stéréophoniques à fer mobile produisent ainsi des tensions de l'ordre de la dizaine de millivolts, et les têtes à cristal de l'ordre du volt. L'impédance de chaque élément de la capsule est du même ordre que celle d'un pick-up ordinaire, soit environ 1 kΩ pour les têtes magnétiques, et l'équivalent de 1 000 pF pour les pick-up à cristal. Les aiguilles en diamant offrent en stéréophonie des avantages encore plus grands qu'en monophonie ; mais les aiguilles à saphir restent, malgré tout, très en vogue, aussi bien pour les disques du type monaural que pour les disques stéréophoniques.

L'AVENIR DE LA STEREOPHONIE

Ces progrès doivent être suivis d'autres, et nous attendons, tout d'abord, l'adoption, bien souvent annoncée, d'un standard de transmission des émissions radio-stéréophoniques. Ce standard a déjà été adopté aux U.S.A. et est décrit dans un article de ce numéro. Désormais, la radiophonie stéréophonique est très souvent combinée avec la reproduction des disques stéréophoniques, sinon avec l'emploi des magnétophones ; il existe, en effet, de nombreux modèles de radio-récepteurs, en particulier d'importation, qui comportent des chaînes doubles d'amplification musicale facilitant les installations stéréophoniques.

L'adaptation des modèles d'électrophones monophoniques à la stéréophonie devient également plus facile ; mais les ensembles à éléments intégrés dans un seul boîtier ou dans un seul meuble, constituent évidemment la solution la meilleure pour les mélomanes qui n'ont pas encore d'électrophones ordinaires, ou veulent changer les leurs.

La stéréophonie actuelle d'amateur ne va-t-elle pas être modifiée par l'adaptation *d'un troisième canal,* destiné à améliorer encore l'ensemble musical, et à supprimer toute zone de silence entre les deux haut-parleurs ? Voilà assez longtemps qu'on envisage cette question. Jusqu'à présent, il ne semble pas exister, en France ou même à l'étranger, de modèles industriels à trois canaux et on peut uniquement considérer cette modification sous la forme d'un dispositif additionnel réservé, d'ailleurs, à des amateurs très difficiles et très exercés.

Les prochains développements de la stéréophonie phonographique semblent plutôt devoir être acquis grâce à de nouveaux progrès des enregistrements sur disques, et à des modifications de technique microphonique, en particulier. Des nouvelles séries de disques américains récents, présentant des effets stéréophoniques nouveaux et saisissants, sont, à cet égard, très démonstratifs.

P. HEMARDINQUER.

COMMENT RECEVOIR LES ÉMISSIONS RADIOPHONIQUES EN STÉRÉOPHONIE MULTIPLEX

LES EMISSIONS RADIOSTEREOPHONIQUES EXPERIMENTALES DE LA R.T.F.

ACTUELLEMENT, les émissions radiostéréophoniques de la R.T.F. sont données **à titre de démonstration** par deux émetteurs à modulation de fréquence. Il est évident que ce système ne peut constituer une solution définitive, en raison d'une part de l'encombrement du spectre, dû à la mise en service de deux émetteurs pour la transmission d'un seul programme et de la nécessité pour l'auditeur de disposer de deux récepteurs FM distincts. C'est la raison pour laquelle l'étude se poursuit activement à la R.T.F. comme dans plusieurs pays des procédés permettant la diffusion des deux canaux sonores distincts par un **seul émetteur FM** (système multiplex). Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt de cette méthode et c'est en attendant la conclusion d'un accord international sur l'un des procédés possibles que se poursuivent les émissions de démonstrations précitées.

Les émissions radiostéréophoniques régulières de la R.T.F., de la saison 1961-62 ont lieu tous les dimanche de 17 h. 45 à 19 h. 30, jeudi, de 20 h. à 21 h. 40 et samedi de 10 h. à 21 h. L'écoute stéréophonique des programmes est possible avec deux récepteurs FM dans les régions desservies par les émetteurs suivants dont les fréquences sont mentionnées. La première fréquence correspond à la voie de gauche et la seconde, à la voie de droite :

Paris : 90,35 Mc/s et 97,6 Mc/s.
Caen : 95,6 Mc/s et 99,6 Mc/s.
Reims : 90,8 Mc/s et 94,4 Mc/s.
Bourges : 94,9 Mc/s et 88 Mc/s.
Dijon : 95,8 Mc/s et 88 Mc/s.
Pic du Midi : 91,5 Mc/s et 87,9 Mc/s.
Cannes : 88,2 Mc/s et 99,6 Mc/s.

COMMENT ECOUTER CES EMISSIONS ?

Disposition des appareils

Les deux haut-parleurs doivent être disposés au moins à 1 m 50 à 2 m l'un de l'autre (suivant les dimensions de la pièce d'écoute) et situés à la même hauteur, leurs axes doivent converger légèrement ; l'auditeur doit s'installer pour l'audition en face de deux haut-parleurs et à distance égale de ceux-ci.

Réglage de tonalité :

Les tonalités des deux récepteurs doivent être aussi voisines que possible ; le réglage peut se faire au cours du programme qui précède le concert stéréo : les deux appareils étant accordés sur la même émission, on peut comparer le tonalités en approchant l'oreille successivement des deux haut-parleurs, et opérer alors les réglages nécessaires à l'aide des boutons correspondants.

Equilibrage des deux haut-parleurs

Une fois le réglage de tonalité effectué, accorder les appareils sur les fréquences indiquées plus haut, c'est-à-dire que le récepteur de gauche reçoit un émetteur de FRANCE IV et celui de droite un émetteur MF de FRANCE III.

Les niveaux sonores des deux appareils doivent être identiques, ce qui arrive lorsque la voix du speaker semble provenir d'un point central situé entre les deux haut-parleurs à égale distance de ceux-ci.

Ce réglage doit être opéré en modifiant le volume sonore des appareils par **légères** touches successives. On pourra, si cela se révèle nécessaire, parfaire ce réglage au moment des annonces qui interviennent au cours du concert.

EMISSIONS RADIOSTEREOPHONIQUES SPECIALES DE LA REGION PARISIENNE

1° Transmissions par un émetteur FM et l'émetteur son de télévision.

Dans la zone d'écoute des émetteurs FM et TV de Paris, les concerts du samedi matin peuvent être reçus en stéréo par les auditeurs disposant d'un récepteur TV et d'un récepteur FM : en effet le canal de droite est diffusé ce jour-là par l'émetteur-son TV de Paris.

Le récepteur TV doit être placé à droite de l'auditeur (régler au minimum le contrôle de luminosité puisqu'il n'y a pas d'image) et le récepteur MF à gauche, accordé sur 90,35 Mc/s. Opérer alors comme avec deux récepteurs FM.

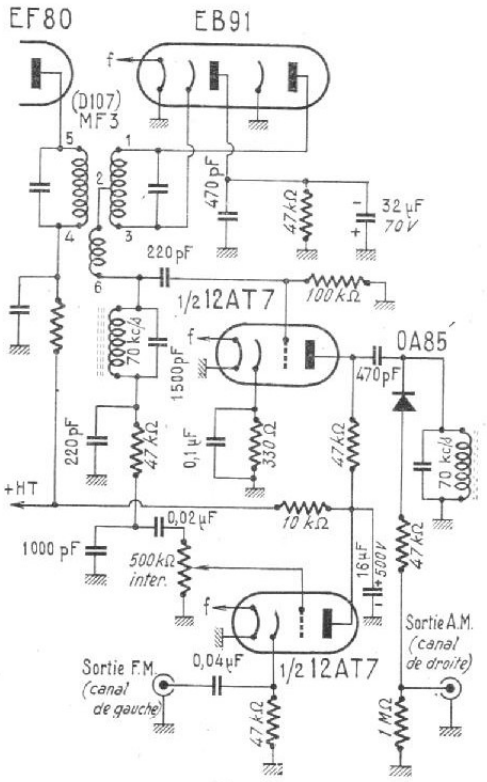


FIG. 1

2) Transmission par émetteur FM unique (système multiplex à sous-porteuse)

Les radioélectriciens et amateurs de la région parisienne peuvent également écouter ces concerts en stéréophonie s'ils disposent d'un ensemble de réception du système expérimental RTF d'émission stéréo par émetteur FM unique dont la porteuse principale a une fréquence de 90,35 Mc/s. Ce système restera en service au moins jusqu'en décembre 1963, d'après un communiqué de la R.T.F., date du 24 octobre 1961.

RECEPTION DES EMISSIONS STEREOPHONIQUES TRANSMISES PAR L'EMETTEUR FM MULTIPLEX DE 90,35 Mc/s

Dans le système expérimental adopté par la R.T.F., le **canal de gauche** est constitué par les tensions de sortie détectées normales du récepteur FM accordé sur 90,35 Mc/s et le **canal de droite** par les tensions de la sous-porteuse, modulées en amplitude. La fréquence de cette sous-porteuse est de 70 kc/s.

La figure 1 montre le schéma du détecteur de rapport d'un tuner FM de haute fidélité précédemment décrit dans ces colonnes (1) et équipé du dispositif permettant de recevoir le deuxième canal, transmis en modulation d'amplitude.

Le transformateur MF3 (réf. D107 Visodion) est monté en détectrice de rapport classique avec la double diode miniature EB91.

L'extrémité n° 6 de l'enroulement tertiaire 2-6 est relié à un circuit bouchon, accordé sur 70 kc/s et permettant d'« extraire » les tensions de fréquence correspondante, qui sont amplifiées par une partie triode d'une double triode 12AT7. Elles sont disponibles sur le circuit plaque qui comporte un deuxième circuit accordé sur 70 kc/s et détectées ensuite par une diode OA85. La sortie marquée « AM » correspond aux tensions BF du **canal de droite.**

Le premier circuit bouchon 70 kc/s présente une faible impédance aux tensions BF de sortie du détecteur de rapport, qui sont désaccentuées par la cellule 47 kΩ - 1 000 pF et appliquées sur la grille du deuxième élément triode 12AT7 monté en étage de sortie cathodique.

Comme on peut le constater, peu d'éléments supplémentaires sont nécessaires pour transformer un tuner FM ordinaire en tuner FM multiplex : deux circuits bouchons 70 kc/s, un **élément triode amplificateur et une diode détectrice.**

LE STANDARD AMERICAIN DES EMETTEURS FM MULTIPLEX

Les Américains ont adopté un standard définitif d'émissions stéréophoniques par émetteur FM unique. Nous indiquons ci-dessous le principe de la transmission.

RESUME DE LA METHODE DE TRANSMISSION DES DEUX CANAUX BF

Les canaux de gauche A et de droite B sont ajoutés et modulent l'émetteur FM d'une manière classique. Cette combinaison correspond au « canal principal » qui peut être reçu sur un tuner FM non stéréophonique. Ce système est donc compatible.

La différence des signaux de gauche et de droite (A — B) est transmise par un sous-canal stéréo. Pour éviter que ces signaux de différence n'interfèrent avec ceux du canal principal (A + B), il est nécessaire que les fréquences correspondantes soient supérieures à celles du canal principal. Sur la figure 2, on voit que la fréquence supérieure du canal principal est de 15 kc/s, alors que les fréquences correspondant au sous-canal stéréo sont comprises entre 23 et 53 kc/s. Ces fréquences sont bien supérieures à celles du canal principal et supérieures aux fréquences audibles.

Pour obtenir ces fréquences élevées, le signal différence A — B est appliqué à une sous-porteuse de 38 kc/s produite à l'émission à partir d'une fréquence pilote de 19 kc/s (harmonique 2).

Le sous-canal stéréo peut être modulé jusqu'à 15 kc/s, comme le canal principal, mais les bandes latérales correspondent à l'émission à une bande comprise entre 38 — 15 = 53 kc/s. La sous-porteuse, qui permet d'obtenir ces fréquences, est supprimée à l'émission.

(1) Voir *Haut-Parleur* n° 1 047.

L'émetteur FM transmet donc simultanément les informations (A + B) et (A — B), le rôle de l'adaptateur multiplex étant de reconstituer les informations A — B afin d'obtenir les tensions de sortie A et B correspondant respectivement aux canaux de gauche et de droite.

UN ADAPTATEUR STEREO FM MULTIPLEX POUR LE STANDARD AMERICAIN

L'adaptateur stéréo multiplex décrit ci-dessous constitue un exemple pratique intéressant d'ensemble permettant de recevoir des auditions stéréophoniques à partir d'un émetteur FM unique dont les caractéristiques sont conformes au nouveau standard américain.

Cet adaptateur peut fonctionner à la sortie d'un tuner FM équipé d'un discriminateur ou d'un détecteur de rapport de bande passante assez large et dont les tensions de sortie sont d'environ 0,4 V. Si ces tensions sont inférieures, la synchronisation de l'oscillateur de l'adaptateur peut être défectueuse. La tension maximum appliquée à l'entrée de l'adaptateur est de l'ordre de 2 V.

A la sortie du détecteur de rapport on dispose des tensions A + B, de sous sous-porteuse pilote de 19 kc/s et des bandes latérales A — B de 23 à 53 kc/s. Des filtres séparent ces bandes latérales dans l'adaptateur et un signal 38 kc/s, synchronisé par la fréquence pilote de 19 kc/s, est utilisé pour reconstituer l'information A — B. Le canal principal A + B et l'information A — B sont appliqués à un circuit matrice, afin de séparer A et B.

appliquée au circuit matrice. Il est réglé de façon à obtenir la séparation maximum entre les deux canaux gauche A et de droite B.

Le bobinage L_1 est un filtre passe bas qui atténue toutes les tensions de fréquences supérieures à 15 kc/s. Le réseau est complété par R_4, aux extrémités de laquelle on dispose des tensions A + B appliquées au circuit matrice.

Les signaux composites du circuit plaque de V_{1a} sont également appliqués à la grille de la deuxième partie triode V_{1b}.

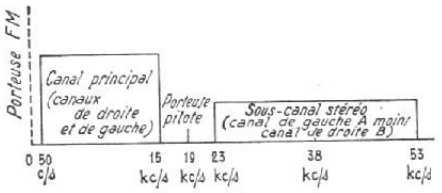


FIG. 2

Le signal de la sous-porteuse est prélevé au point de jonction des charges de plaque R_9 et R_{10} et appliqué par l'intermédiaire des filtres L_2 et L_3 au circuit matrice. Ces deux filtres jouent le rôle de filtre passe-bande.

Les tensions de 19 kc/s ou signal pilote sont disponibles sur la plaque de V_{1b} et transmises par un condensateur sur une prise du bobinage oscillateur L_4. Ce bobinage oscillateur est disponible en pièces détachées aux U.S.A., tout monté dans un boîtier. La connexion représentée en pointillés correspond à une variante de branchement dans le cas ou les tensions de sortie du tuner sont assez faibles. Le condensateur incorporé dans le boîtier de l'oscillateur se trouve alors shunté par C_{14} et la synchronisation de l'oscillateur est plus stable, en raison de l'augmentation des tensions de synchronisation transmises par un condensateur de capacité plus importante.

Le bobinage oscillateur L_4 est accordé par le condensateur C_{11}. Il constitue une faible impédance pour toutes les fréquences différentes de 19 kc/s.

La partie triode V_{2a} du deuxième 12AU7 est montée en oscillatrice à couplage cathodique et synchronisée par la fréquence pilote de la sous-porteuse. Un circuit accordé sur le deuxième harmonique (38 kc/s) et constitué par L_5 est monté dans le circuit plaque de V_{2a}. La tension plaque est appliquée à une prise du primaire de L_5.

La sous-porteuse de 38 kc/s est appliquée au détecteur synchrone par C_{13}-R_{19}. Ces deux éléments agissent sur l'amplitude de la sous-porteuse reconstituée. Le bobinage secondaire de L_5 n'est pas utilisé.

L'amplitude des tensions correspondant aux bandes latérales A — B de la sous-porteuse est légèrement réduite pour qu'elle corresponde à l'amplitude des tensions A + B du canal principal appliquée, simultanément au circuit matrice. C'est la raison pour laquelle la résistance de charge de V_{1a} est fractionnée.

Le bobinage L_2 est un circuit accordé série qui résonne sur environ 48 kc/s. Un condensateur est disposé en parallèle sur cet ensemble série afin d'obtenir une fréquence d'anti-résonance, c'est-à-dire un circuit bouchon dont l'accord correspond à 67 kc/s. Sans ce circuit, le deuxième harmonique de la sous-porteuse de 38 kc/s provoque un battement avec la fréquence de 67 kc/s de la sous-porteuse et il en résulte un sifflement.

Le deuxième bobinage L_3 du circuit passe bande est accordé sur 38 kc/s. L'atténuation au-dessous de 23 kc/s est importante. La courbe de réponse obtenue avec les circuits L_2 et L_3 est relativement plate entre 23 et 53 kc/s, ce qui permet de séparer les bandes latérales de la sous-porteuse qui correspondent à cette bande de fréquences.

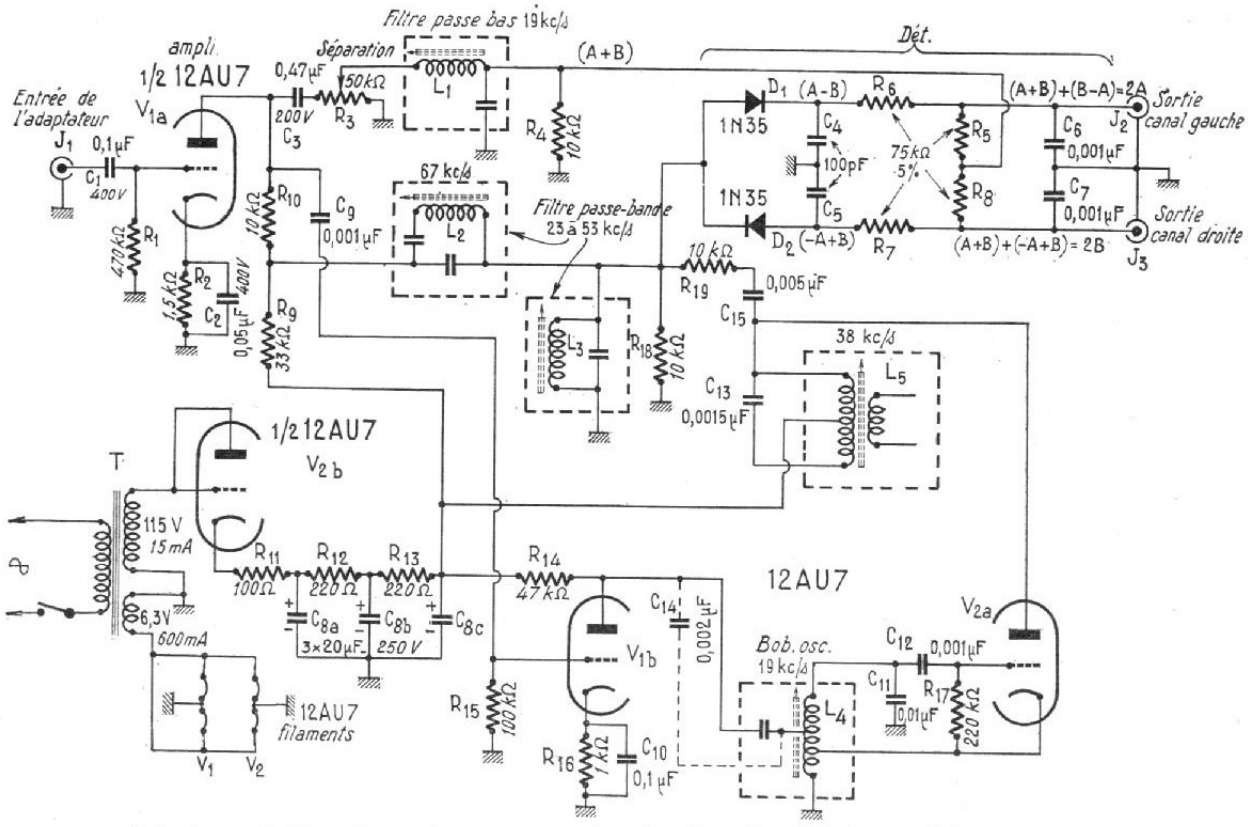


FIG. 3. — *Schéma d'un adaptateur pour la réception des émissions stéréophoniques FM du standard américain*

SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 3 montre le schéma de principe de l'adaptateur simple équipé de deux doubles triodes 12AU7 (ECC82). La sortie « multiplex » du tuner FM est reliée à l'entrée J_1 de l'adaptateur. La partie triode V_{1a} de la première 12AU7 V_1 est montée en amplificatrice des tensions composites.

Les signaux amplifiés sont disponibles sur les charges de plaque R_9, R_{10} et appliqués par C_3 au potentiomètre de séparation R_3. Ce potentiomètre permet d'ajuster la tension A + B

Les bandes latérales de la sous-porteuse et la porteuse reconstituée sont appliquées aux diodes D_1 et D_2 branchées de telle sorte que les signaux détectés soient en opposition de phase.

La diode D_1 redresse les signaux A — B alors que D_2 redresse la moitié — A + B de la sous-porteuse. Le signal A — B de D_1 est donc tel que A est en phase avec A + B du canal principal alors que B est en opposition de phase. On a donc : (A — B) + (A + B) = **2 A**. On dispose ainsi **du canal gauche A** sur le jack J_2.

(*Suite page* **22.**)

LA QUALITÉ D'UN SON : DIFFÉRENCE ENTRE UNE NOTE MUSICALE ET UN BRUIT

EN ces années où la haute fidélité est à l'honneur, il est bon que le technicien qui s'applique à bâtir une chaîne de reproduction ait des notions sur ce qui constitue une sensation agréable et une sensation désagréable. Ce problème a été examiné par N. Partridge qui a exposé ce qui suit.

Le charme, la finesse qui élèvent un chef-d'œuvre musical au-dessus du niveau d'un swing, peuvent demeurer de motif obscur et pourtant, le radiotechnicien possède bien l'idée qu'il sait distinguer la musique du bruit. Il sait, évidemment, établir la différence entre la vibration d'une corde bien choisie sur un piano et le martèlement des touches par un enfant.

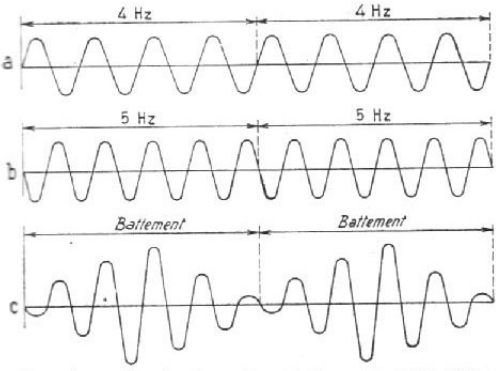


FIG. 1. — *Production d'un battement entre deux oscillations de fréquences différentes.*

La division naturelle des sons en sons musicaux et bruits, sons harmonieux et sons discordants, plaisants et désagréables, est acceptée par tous mais rarement expliquée. On est tenté d'opposer musique à bruit. Nous allons rappeler avant tout quelques principes de base.

Un son simple, continu, examiné à l'oscilloscope, est traduit sur l'écran par un oscillogramme tel que celui qui est tracé en a sur la figure 1 ou aussi en b. On voit en c le résultat du battement entre deux oscillations de fréquences différentes. En a et b, on a l'image d'une note musicale émise par un diapason ou le haut-parleur connecté à un oscillateur basse fréquence.

Au moyen d'un circuit de mélange, on peut créer un oscillateur à battements capable de fournir une note musicale pour toute la gamme des fréquences audibles. Ce son ne sera pas désagréable à l'oreille, mais il ne présente aucun intérêt musical pour l'individu qui l'entend.

En apparence, il faut plus d'un son pur pour produire un son plaisant ou déplaisant pour l'oreille. Une expérience peut être faite avec deux oscillateurs couplés à un amplificateur. Supposons que l'un d'eux soit accordé pour donner une note de fréquence 261 Hz, soit le do de la quatrième octave du piano. Laissons cet oscillateur réglé avec précision sur cette fréquence et augmentons celle de l'autre depuis cette valeur jusqu'à ce que la fréquence atteigne 522 Hz, soit le do de la cinquième octave. Quand les deux oscillateurs sont exactement réglés sur des notes semblables, le son combiné est peu différent de celui qu'on obtient pour chaque oscillateur pris séparément. Quand apparaît un léger désaccord, nous n'entendons plus deux notes individuelles mais un son pulsé ou battement.

LE BATTEMENT

Reportons-nous à la figure 1 pour étudier comment se produit ce battement. Lorsque les deux ondes sont en phase, il y a accroissement d'amplitude alors qu'il y a diminution avec tendance à l'annulation quand les phases sont opposées. Un battement peut être entendu chaque fois que l'oscillateur le plus bas glisse d'un cycle en retard par rapport à l'oscillateur de fréquence plus élevée. Ainsi, une différence de 5 Hz dans l'accord d'un des oscillateurs peut produire cinq battements par seconde.

Les battements lents sont plutôt « fascinants » mais l'effet est lassant. Les battements rapides, eux, deviennent intolérables. Heureusement, la période désagréable s'étend sur une faible portée en fréquence et dès que l'oscillateur variable atteint environ 320 Hz, le battement est trop lent pour être perçu par l'oreille et les deux notes séparées peuvent être alors audibles. Il est difficile de dire si ces notes sont agréables à entendre, mais elles le sont plus que des impulsions rapides par exemple. Cette émission de notes plaisantes ou non se poursuit jusqu'à ce que l'octave soit atteinte. A cette jonction, un changement marqué se produit. Les notes se fondent et le son combiné est clair, plus brillant que celui de chaque note prise séparément.

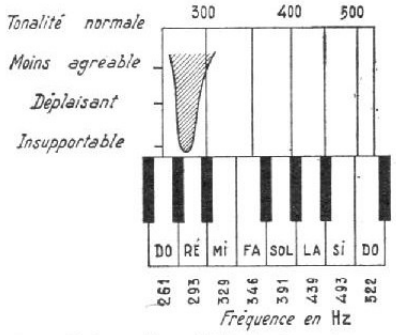


FIG. 2. — *Valeur désagréable de la note engendrée par un battement. Emploi de deux oscillateurs.*

Sur la figure 2, la courbe hachurée montre le désagrément relatif du son combiné en fonction de la position de la fréquence de l'oscillation variable. On a tracé seulement une petite partie de la courbe, l'expérience a montré sa valeur.

Toute tentative d'indiquer le désagrément relatif de la sensation auditive pour la combinaison la plus agréable empiète sur le domaine de l'art et il y a intérêt à se montrer prudent. La seule région d'audition déplaisante vue sur la courbe de la figure 2 est celle où les deux notes sont proches l'une de l'autre. Dans des instruments à clavier tels que le piano et l'accordéon, si le do de la quatrième octave (261 Hz) résonne en même temps que le si (493 Hz) il y a production d'un son désagréable.

FORME DE L'ONDE REPRESENTATIVE

La différence entre le timbre de notre oscillateur et celui d'un instrument de musique suggère en elle-même une explication. Le son « glissant » expérimental ne peut être produit en utilisant deux pianos parce que le clavier limite les fréquences qu'on peut obtenir à douze définies par le rang de l'octave. Mais l'expérience peut être faite avec deux violons.

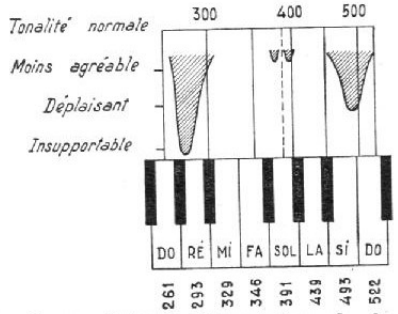


FIG. 3. — *Valeurs désagréables de la note engendrée par des battements. Emploi de deux violons.*

La figure 3 correspond à la figure 2 à la différence près que les oscillateurs qui nous fournissaient deux oscillations sinusoïdales ont été remplacées par deux violons. Le mécanisme de la combinaison est différent. L'absence de discordance de la septième (intervalle de 7 degrés, de do à si, 261 et 493 Hz) peut apparaître dans deux autres régions avec un moindre désagrément pour l'oreille. Il est évident que la qualité du son a un rapport avec ce fait, en dehors du rang.

Examinons maintenant les formes que peuvent prendre les oscillogrammes. Les figures 4 et 5 montrent des oscillogrammes relevés pour des notes émises par divers instruments. Ces courbes n'ont pas une valeur absolue, elles sont liées aux instruments en eux-mêmes et au jeu de l'instrumentiste, principalement pour les attaques. La seule chose qui apporte une identité de son du même rang est la forme de l'onde et beaucoup de formes d'ondes sont possibles pour un instrument. La figure 5 montre le résultat pour 3 clarinettes différentes donnant chacune le do 261 Hz.

Il est bien connu que, quelle que soit la complication de la forme d'une onde, on peut la reproduire avec la superposition d'un certain nombre d'oscillateurs sinusoïdaux. Dans le cas

Instruments	Fréquence fondamentale	Amplitude relative (%) d'harmoniques									
		1er	2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	.....
Piano	do 135,5 Hz	100	65	30	35	15	55	15	30	20	et au-delà
Piano	do 522 Hz	100	20	26	10	10					
Violon (fig. 4)	sol 391 Hz	100	45	15	5	10	4				
Clarinette n° 3	do 261 Hz	100	60	10	5	10	35	40	50	15	et au-delà

Analyse approximative de sons produits par quelques instruments

d'instruments de musique, les fréquences des ondes composantes sont des multiples simples des plus basses fréquences ou de la fondamentale. On les désigne sous le nom d'harmoniques. Le premier harmonique est l'onde fondamentale elle-même, le second est de fréquence double, etc... Le tableau de la page 21 donne une analyse approximative de sons produits par quelques instruments.

Le taux d'harmonique deux pour le violon est élevé, ceci explique la présence d'une différence dans l'expérience avec l'oscillateur variable. Le violon qui donnait la même note a été maintenu fournissant le do 261 Hz, donne lui-même une part de do 562 Hz à la sortie. Lorsque le violon donnant diverses notes en émet une qui approche de l'octave un son désagréable apparaît, un battement entre lui et le second harmonique naît.

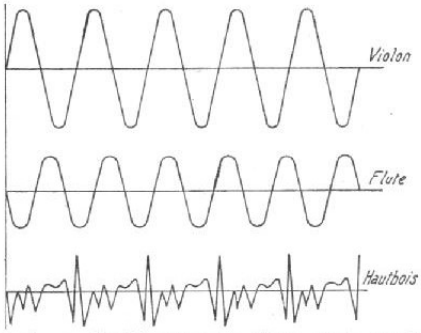


FIG. 4. — *Oscillogrammes d'une note produite par trois instruments.*

La quinte (intervalle de cinq notes consécutives do à sol, do 261 et sol 391), voir figures 2 et 3, a toujours été reconnu comme particulièrement concordant. Il est bon de noter que dans la figure 3 il y a une discordance de chaque côté du sol 391 avec un trou dans lequel apparaît cette combinaison particulièrement favorable.

La figure 6 montre le spectre de deux violons jouant le do 261 et le sol 391. Les fréquences des deux fondamentales et de leurs harmoniques sont portées sur l'axe horizontal et les amplitudes relatives sont représentées par des traits verticaux de longueurs proportionnelles. Les 3e et 6e harmoniques de l'instrument du bas coïncident avec les 2e et 4e de celui du haut. En plus, les harmoniques autres tombent bien séparément et ne peuvent pas produire des battements. Si la position de l'instrument donnant le sol était légèrement

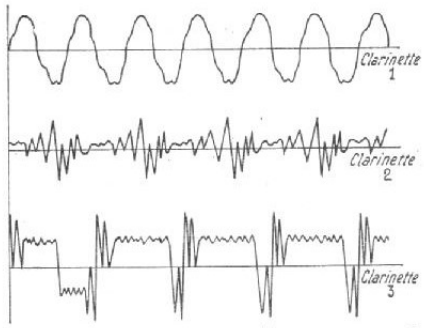


FIG. 5. — *Oscillogrammes d'une note produite par trois clarinettes différentes.*

élevée ou abaissée, les harmoniques qui coïncideraient pourraient donner des battements (voir figure 3).

La théorie des battements qui sont la cause de dissonances est la base de la théorie de Helmholz, le physiologiste et physicien allemand du siècle dernier qui découvrit notamment le rôle des harmoniques dans le timbre des sons. On sait que trois qualités distinguent les sons les uns des autres : l'*intensité*, la *hauteur* et le *timbre*. L'intensité augmente avec l'amplitude des vibrations. La hauteur dépend du nombre des vibrations exécutées en une seconde par le corps sonore : les sons aigus correspondent aux vibrations les plus rapides. Le timbre nous permet de distinguer deux sons d'égale intensité et de même hauteur rendus par deux instruments différents ; il est dû à la superposition de divers harmoniques au son fondamental.

La dénomination harmonique (noter qu'harmonique est un adjectif et pas un nom, on devrait dire un son harmonique) est appliquée en mathématiques dans les proportions et les progressions ; elle nous vient des Grecs. Une expérience faite à l'aide du monocorde nous apprend que les longueurs des cordes qui donnent les sons do, ré, mi, fa, sol, la, si, do, sont effectivement représentées par les nombres :

$$1, \frac{8}{9}, \frac{4}{5}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{8}{15}, \frac{1}{2}.$$

Il est intéressant pour le technicien en électronique de savoir que les sons désagréables ne sont pas causés par les harmoniques considérés comme tels mais par accumulation des fréquences supérieures qui créent des battements entre harmoniques.

Une onde sinusoïdale pure supporte sans changement déplaisant pour l'oreille quelques pour cents d'harmoniques. Il est un fait qu'un certain taux d'harmoniques audibles ajouté à la fondamentale donne une note plus musicale, plus agréable à l'oreille. Tous les rangs sonores peuvent être raccordés à l'orgue en les désignant par do du milieu.

Un son complexe est fait de plusieurs notes émises simultanément en même temps que les harmoniques de chacune d'elles, ceci est une autre notion. La distorsion harmonique peut produire plusieurs nouvelles fréquences comprenant des harmoniques des harmoniques ori-

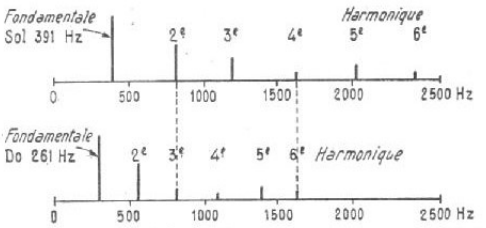


FIG. 6. — *Fondamentales et harmoniques produites par deux violons ; les fréquences sont telles qu'il n'apparaît pas de battement.*

ginales. Si quelques-unes des fréquences résultantes arrivent très voisines et en même temps, comme ceci peut se produire, la dissonance est la plus désagréable qu'on puisse entendre.

Le nombre de battements par seconde qui soit le plus difficile à admettre par l'oreille est fonction de la position moyenne, du rang moyen des notes du battement. La même chose s'applique au nombre maximal de battements par seconde qui puisse être suivi par l'oreille. Deux physiciens anglais ont fait des expériences à ce sujet, les résultats de celles-ci ont été publiés sous la forme des courbes de la figure 7.

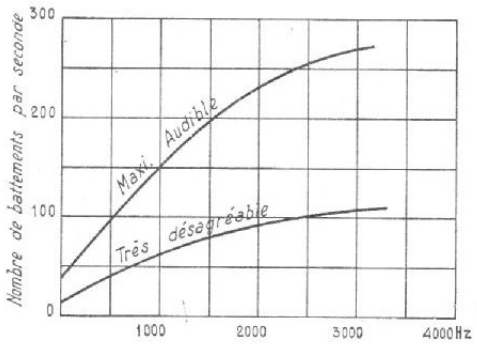


FIG. 7. — *Audibilité et désagrément d'un battement.*

Comment recevoir les émissions radiophoniques en stéréophonie multiplex

(*Suite de la page* 20)

La diode D_2 produit un signal (—A + B). A est alors en opposition de phase avec le canal principal A + B et B en phase. On a donc : (—A + B) + (A + B) = **2 B.** Les tensions BF correspondant au **canal de droite B** sont ainsi disponibles au jack de sortie J_3.

L'alimentation comprend un transformateur et un élément triode non utilisé de la deuxième 12AU7, monté en diode redresseuse d'une alternance. Bien que l'isolement filament-cathode de la 12AU7 n'ait pas été prévu pour cet emploi, l'expérience a prouvé qu'un tel montage n'entraînait pas de ronflement du secteur. Rien n'empêche, bien entendu, d'utiliser un redresseur sec classique et de remplacer V_{2a} par une simple triode telle qu'une 6C4 dont les caractéristiques sont voisines de celles d'un élément triode 12AU7.

VALEURS DES ELEMENTS

R_1 : 470 kΩ ; R_2 : 1 500 Ω ; R_3 pot linéaire 50 kΩ ; R_4, R_{10}, R_{18}, R_{19} : 10 kΩ ; R_5, R_6, R_7 R_8 : 75 kΩ 5 % ; R_9 : 33 kΩ ; R_{11} : 100 Ω ; R_{12}, R_{13} : 220 Ω. R_{14} : 47 kΩ ; R_{15} : 100 kΩ ; R_{17} : 220 kΩ. Toutes les résistances sont de 0,5 W - 10 %, sauf spécification.

C_1 : 0,1 µF ; C_2 : 0,05 µF ; C_3 : 0,47 µF ; C_4, C_5 ; : 100 pF céramique disque ; C_6, C_7 : 1 000 pF céramique disque ; C_8 : 3×20 µF 250 V ; C_9 : 1 000 pF mica ; C_{13} : 15 000 pF mica ; C_{14} : 2 000 pF céramique disque ; C_{15} : 5 000 pF céramique disque.

ALIGNEMENT

Un générateur BF, un voltmètre électronique, un oscilloscope et un tuner FM à large bande sont nécessaires pour l'alignement de l'adaptateur stéréophonique.

Après une période de préchauffage de 10 minutes, disposer la commande de séparation au minimum (ensemble vers la masse), relier la sortie du générateur BF au jack J_1 et accorder ce générateur sur 38 kc/s. Brancher l'oscilloscope au point de jonction de D_1 et D_2 et ajuster le niveau à 0,1 V. Régler L_6 au maximum. Ce maximum est assez flou. Accorder ensuite le générateur sur 67 kc/s et régler le noyau L_2 au minimum de tension de sortie. Ce minimum correspond à une brusque atténuation.

Accorder à nouveau le générateur sur 38 kc/s et régler à nouveau L_6 en raison de l'interdépendance des réglages de L_2 et L_6.

Passer ensuite sur la fréquence de 19 kc/s en réglant la générateur pour une tension de sortie de 0,03 V. Connecter l'oscilloscope sur la position synchro extérieure et relier l'entrée horizontale à la sortie du générateur BF. Régler lentement le noyau de L_4 jusqu'à l'obtention d'un oscillogramme en forme de 8 indiquant la synchronisation avec la fréquence pilote 19 kc/s et le rapport de fréquences égal à 2. Régler L_6 de façon à obtenir la déviation verticale maximum qui correspond à la tension de sortie maximum sur 38 kc/s, fréquence du générateur.

Les derniers réglages sont réalisés en branchant l'adaptateur à la sortie du tuner FM : réglage de L_1 pour la séparation optimum et de L_4 et L_6 pour éliminer toute distorsion.

Comme on peut le constater malgré la simplicité de l'adaptateur multiplex à deux lampes décrit ci-dessous et relevé dans la revue américaine « Radio Electronics », le standard américain multiplex FM stéréophonique est plus compliqué que le standard expérimental multiplex FM français qui doit être en service jusqu'en décembre 1963, en attendant l'adoption d'un standard définitif.

L'ÉTUDE DES PICK-UP ET DES BRAS SUPPORTS

LA recherche d'une audition de qualité toujours meilleurs constitue le souci essentiel de l'amateur de bonne musique; il s'agit d'assurer une véritable « fidélité pratique » qui se manifeste, tout d'abord, par une extension continue de la bande des fréquences reproduites, au fur et à mesure des progrès de la technique.

Malgré les transformations des méthodes d'enregistrement, les inscriptions électro-mécaniques effectuées sur les disques ne peuvent jamais être parfaites, car il existe toujours une limite du côté des sons graves, tout autant que des sons aigus. Les sons graves et intenses sont représentés par des courbes peu resserrées de grande amplitude ; celle-ci ne doit pas dépasser l'intervalle qui sépare deux sillons consécutifs. De même, les sons aigus sont traduits par des courbes très resserrées, généralement de faible amplitude, par des sortes de talus qui garnissent le fond du sillon. L'enregistrement de ces tonalités aiguës est limité par la vitesse linéaire de déplacement, et la reproduction par le diamètre de la pointe du saphir qui varie plus ou moins suivant son usure.

La lecture au moyen du pick-up est effectuée de manière à être aussi fidèle que possible ; mais elle peut, en outre, s'opposer aux défauts provenant de l'enregistrement des disques eux-mêmes. Il faut, à cet effet, étudier les différentes caractéristiques des organes constituant les électrophones : pick-up, préamplificateurs, amplificateurs de puissance et haut-parleurs. La chaîne sonore complète réalisée assure alors une reproduction complète des fréquences musicales enregistrées et peut même, plus ou moins, assurer des **compensations** des défauts de l'enregistrement primitif.

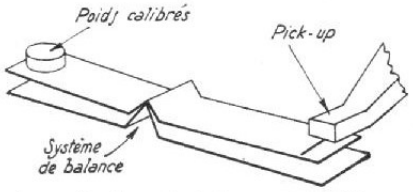


FIG. 1. — *Système de balance simplifié pour la mesure de la force appliquée par le style.*

PICK-UP ET BRAS-SUPPORTS

Il est impossible de considérer les pick-up et les bras-supports comme des éléments séparés lorsqu'on veut connaître les caractéristiques électro-acoustiques d'un électrophone, et ce fait est dû, essentiellement, aux effets possibles de **la résonance** du bras-support.

Celle-ci peut être considérée comme un mode de vibration dépendant des dimensions et de la construction du bras lui-même. Elle a généralement un effet réel sur la reproduction et plus ou moins notable suivant le degré de couplage mécanique entre le mécanisme du pick-up et le bras. Mais, inversement, des phénomènes mécaniques importants sont produits par la réaction des vibrations du style reproducteur et de l'armature du pick-up qui peuvent se communiquer au bras-support lors des mouvements imposés par le frottement de la pointe dans les sillons.

Si le style reproducteur ne déterminait aucune réaction pour toutes les fréquences de la gamme musicale, c'est-à-dire pouvait se déplacer avec une facilité idéale, les vibrations transmises par les sillons enregistrés ne détermineraient aucune vibration dans la masse même de la capsule du pick-up et, par conséquent, dans le bras-support. Les résonances de ce bras ne présenteraient plus aucune importance ; le bras n'aurait plus alors que son rôle normal de support, sans aucune importance électro-acoustique.

C'est là, un résultat absolument théorique et impossible à obtenir ; malgré les progrès des appareils, il y a toujours une certaine tendance à la transmission des vibrations, depuis le style reproducteur jusqu'à la masse de la capsule du pick-up, et ces vibrations sont, à leur tour, transmises au bras. C'est seulement l'importance de ces vibrations qui dépend des caractéristiques du pick-up lui-même.

L'ETUDE D'UN PICK-UP ET LES FACTEURS MECANIQUES

Pour savoir si un pick-up peut donner de bons résultats, il ne suffit pas de connaître ses qualités électriques ; il faut aussi envisager ses qualités mécaniques.

Au point de vue mécanique, la pression de la pointe lectrice sur le fond du sillon doit être assez grande pour assurer un contact fidèle et sans risque de sauts d'un sillon à l'autre ; mais ne doit pas être trop élevée sous peine de produire une usure rapide. Le pick-up comporte normalement un dispositif compensateur monté dans le bras-support de manière à amener la pression de la pointe exactement à la valeur voulue. Cette pression a diminué au fur et à mesure des transformations des disques ; elle s'abaisse désormais à quelques grammes pour les disques microsillons et, plus encore, pour les disques stéréophoniques (fig. 1, tableau 1).

En principe, l'orientation du plan de vibration du saphir par rapport à la tangente aux sillons, varie suivant la rotation du bras ; il y a donc intérêt à utiliser un pick-up avec tête à orientation tangentielle par rapport au bras, sinon à orientation variable, et c'est là un problème qui s'est posé dès le début de la construction des électrophones, et même avant, au temps du phonographe mécanique.

Ce qui est encore plus important, c'est la façon dont sont réalisés les pivots de l'armature mobile et l'amortissement de celle-ci. La fixation de ces pivots conditionne les résonances propres et les bruits de surface ; un amortissement trop intense évite les résonances mais augmente l'effort mécanique du style et, par conséquent, l'usure des sillons.

Le centrage de la palette mobile et son amortissement ne doivent pas nécessiter des vérifications et des réglages fréquents ; le remplacement du style, sinon de l'élément moteur tout entier, doit être facile et rapide pour l'usager.

Pour étudier un pick-up, il faut d'abord examiner son poids et la pression de la pointe reproductrice sur le fond du sillon, ce qui est très facile ; on connaît ainsi ses qualités pratiques, la position de la tête sur le support, le montage du pivot et du bras, la facilité de remplacement des éléments, etc.

Il faut surtout déterminer la valeur de l'amortissement de l'armature mobile et ce qu'on appelle **la raideur** de celle-ci. Un amortissement important permet de diminuer les irrégularités de fonctionnement et les résonances, d'obtenir un rendement moyen plus régulier sur une gamme musicale étendue ; par contre, il réduit la valeur de la tension aux bornes, c'est-à-dire la sensibilité, s'oppose à la reproduction des sons aigus et entraîne une usure exagérée des sillons.

L'étude de la raideur et de **la rigidité mécanique** est effectuée d'une manière très élémentaire, en disposant sur l'armature mobile, au lieu du saphir ou du diamant habituel, une aiguille très fine et très légère d'une assez grande longueur de 15 à 18 cm ; en face de l'extrémité de la pointe de cette aiguille, on place une échelle verticale graduée en demi-millimètres, portée par un support quelconque (fig. 2).

A quelques millimètres du pivot de l'armature mobile, c'est-à-dire à la distance correspondant normalement à la position de la pointe reproductrice, on suspend, par des fils fins, un petit plateau extrêmement léger. L'étude élémentaire consiste à placer des poids très réduits sur ce plateau et à déterminer quelle est la valeur nécessaire pour obtenir une déviation utile qui ne dépasse pa normalement une fraction de millimètre. Avec les premiers pick-up, il fallait une valeur de l'ordre de 100 grammes ; cette valeur est désormais très réduite.

On passe ensuite à l'étude des résonances, car on constate généralement deux effets bien distincts : l'un sur les sons graves, l'autre sur les sons aigus. Le premier est dû généralement à la vibration de la tête du pick-up tout entier, et la cause initiale est, en général, un amortissement excessif de l'armature mobile. L'ensemble du pick-up et du bras-support résonne mécaniquement pour les vibrations de l'ordre de 50 à 150 c/s, par exemple.

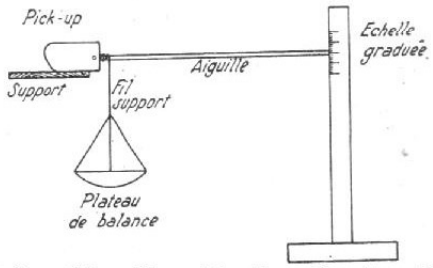


FIG. 2. — *Disposition schématique d'un dispositif très simplifié permettant l'étude des caractéristiques mécaniques d'un pick-up.*

La résonance de tout l'ensemble de l'appareil détermine un accroissement important de la force électro-motrice recueillie, ce qui détermine la production d'une partie ascendante très nette sur la courbe caractéristique de réponse de l'appareil (fig. 3).

Une résonance sur les sons aigus est généralement produite par les vibrations propres de l'armature vibrante et, pour rejeter ce phénomène au-delà de la gamme musicale pratique, on réduit l'inertie de l'équipage mobile constitué par le saphir et l'armature.

L'ETUDE ELECTRIQUE

On peut éviter les vibrations mécaniques de deux manières différentes, par un **procédé mécanique et acoustique direct** ou **d'une manière électrique.**

Dans les deux cas, on a généralement recours à un **disque de fréquences** constitué par un disque phonographique, sur lequel sont gravés des sons simples compris dans la gamme utile. On reproduit les sons enregistrés et on note le moment où l'on constate les vibrations les plus accentuées.

Au moyen de ces mêmes disques de fréquences, on peut réaliser également une **étude électrique complète** permettant d'établir des **courbes caractéristiques de réponse** de l'ensemble sonore. Sur ces courbes, on voit nettement apparaître les pointes de résonance sur

Marque	Type	Pression (grammes)
Audax		6-9
Elac		6-8
Ferranti	78	5
	Microsillons	3
G.E.	78	9-16
Ronette	Microsillons	6-8
Weathers ...		3-6
		1-3

TABLEAU 1

Pressions de la pointe du style sur le fond du sillon pour quelques types de pick-up récents.

les sons graves et sur les sons aigus, et ce mode de détermination est beaucoup plus précis.

Dans les pick-up modernes, la compliance de la pointe du style est beaucoup plus grande que celle des matières utilisées pour constituer le disque, et les résultats obtenus au moyen de différents disques d'essais, en ce qui concerne la réponse de fréquence et la sensibilité du pick-up, peuvent varier suivant la différence de la compliance du pick-up par rapport à celle du disque.

Pour obtenir des indications plus exactes, il est nécessaire d'étudier avec plus de précision le déplacement du style lui-même et, dans ce but, la pointe du style peut être actionnée, non pas en suivant le sillon enregistré, mais par un autre type d'élément moteur tel que la bobine mobile d'un haut-parleur, couplée mécaniquement à ce style. Le fait important consiste à établir l'amplitude du mouvement du saphir ou du diamant et d'en déduire la caractéristique du pick-up complet (fig. 4).

Le système actuel le plus simple et le plus rationnel pour établir avec plus de précision l'amplitude du mouvement de la pointe consiste à utiliser un microscope à projection et à observer ainsi, comme on le voit sur la figure 4, l'ombre formée par la pointe complète qui se déplace sur un écran. Connaissant le grossissement optique, on peut en déduire avec précision l'amplitude de mouvement et régler ainsi la force d'entraînement pour atteindre un résultat déterminé ; de cette manière, on peut aussi établir une courbe de réponse en fréquence, sans se soucier des effets produits par la matière constituant le disque.

Au point de vue technique, le procédé est idéal, mais, en pratique, il est évidemment préférable d'établir une courbe de réponse avec n disque habituel, quels que soient les inconvénients de la méthode.

Par contre, un des avantages de l'entraînement de la pointe du pick-up par un moyen mécanique consiste à assurer une meilleure évaluation des différents éléments du fonctionnement du pick-up. Deux facteurs contribuent, d'ailleurs, à déterminer les caractéristiques de

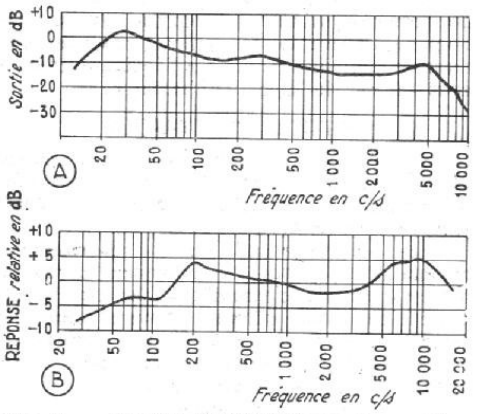


FIG. 3. — *Courbes caractéristiques d'un pick-up ancien en A, et récent en B.*

réponse de la courbe en fréquence de l'appareil : la réactance mécanique à la pointe reproductrice et l'efficacité du couplage entre la pointe du style et l'élément transducteur.

Pour certains modèles de pick-up, le système moteur d'essai doit agir le plus près possible de la pointe du style ; on élimine ainsi une cause de mouvement relatif entre le style et la cartouche. Mais ce couplage serré ne supprime pas une cause d'erreur due au fait que le style présente une impédance mécanique sur la pointe reproductrice et peut exiger un entraînement plus puissant pour certaines fréquences que pour d'autres.

Une résonance mécanique dans le système de couplage entre la pointe du style et la bobine mobile peut être produite par un déplacement trop grand de la bobine comparé au déplacement de la pointe, et il en résulte une pointe de résonance dans la courbe de réponse. D'une manière générale, l'étude des caractéristiques de pick-up par ce moyen assez simple doit varier pratiquement suivant les caractéristiques des pick-up étudiés.

L'ETUDE DU BRAS-SUPPORT

Par une méthode analogue, on peut étudier également les **résonances du bras-support** ; ce dernier produit généralement une série de résonances sur la gamme des fréquences assez basses de la gamme musicale. Ces phénomènes peuvent être vérifiés indépendamment, si on le désire, en l'actionnant au point où le pick-up est monté mécaniquement, et en mesurant les vibrations produites en différents points, tout le long du bras. On peut aussi mesurer l'impédance mécanique au point d'entraînement, en établissant une courbe de réponse en fré-

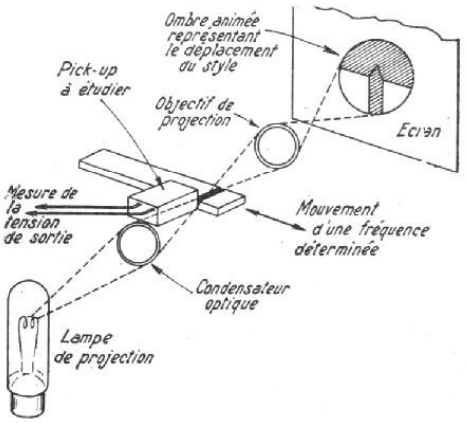


FIG. 4. — *Dispositif permettant la mesure de la réponse en fréquence d'un pick-up en évitant les effets gênants du disque lui-même.*

quence. Cette méthode est généralement la plus satisfaisante, parce qu'elle permet de déterminer la réaction mécanique du bras sous l'action de la cartouche du pick-up.

Le meilleur procédé consiste à utiliser une jauge de contrainte en cristal dans le couplage d'entraînement, de sorte que la force d'entraînement appliquée au point étudié puisse être mesurée en employant la méthode des ombres projetées pour déterminer l'amplitude du mouvement étudié. Un tracé de ces amplitudes relatives fournira la caractéristique de l'impédance mécanique du bras mesurée à ce point (fig. 5).

Cette impédance peut présenter une forme montante caractérisée par un mouvement plus réduit sous l'action d'une force d'entraînement constante, à mesure de l'augmentation de la fréquence. Ce fait indique des variations d'impédance dues à des résonances qui permettent au bras des mouvements de plus grande amplitude transmis par les vibrations de la pointe reproductrice.

Ces mouvements présentent le caractère le plus important dans le plan latéral, mais des effets verticaux parasites peuvent aussi interférer avec des phénomènes transversaux dus à des effets mécaniques, et, avec l'avènement des disques stéréophoniques, les mesures effectuées dans les deux plans deviennent essentielles.

LA SENSIBILITE ET L'IMPEDANCE DU PICK-UP

La **sensibilité** est mesurée en actionnant le pick-up avec une amplitude connue, et en mesurant l'effet électrique à la sortie au moyen d'un amplificateur étalonné. La fréquence est un facteur important et la sensibilité est exprimée habituellement en volts par unité de vitesse d'entraînement. L'amplitude du mouvement est reliée à la vitesse sur une base de 6 dB par octave.

Supposons, par exemple, que le déplacement constaté soit de 0,01 cm à la fréquence de 1 000 c/s ; dans ces conditions, le déplacement d'une alternance est de 0,005 cm et la vitesse correspondante de déplacement de 31,42 cm par seconde. La même amplitude du mouvement, avec une fréquence double, doublerait la vitesse et, par conséquent, produirait une tension de sortie double.

COMMENT MESURER L'IMPEDANCE

L'impédance du pick-up peut être mesurée par la méthode habituelle du pont d'impédances et elle indique avec précision comment la liaison avec le préamplificateur peut modifier la fréquence de réponse. Si le pick-up est du type à bobine mobile ou à réluctance variable, la liaison avec un circuit à résistance de trop faible valeur détermine une variation de fréquences sur la gamme la plus basse.

Si le pick-up a une impédance relativement faible, inférieure, par exemple, à 5 000 ohms, sa capacité propre n'est pas capable d'influer sur la fréquence de réponse. Mais la capacité du câble de liaison peut toujours déterminer des pertes sur les fréquences élevées, même si l'impédance du pick-up est maintenue assez basse pour les éviter. Tous ces effets peuvent être étudiés sur les paramètres de réponse en fréquence des circuits envisagés.

Dans les pick-up céramiques et à cristal, l'impédance du pick-up est approximativement celle d'un condensateur. Par conséquent, la détermination des différentes valeurs de résistance dépendra des différents degrés de perte sur les sons graves et le pick-up pourra être considéré plutôt comme un élément à amplitude constante, que comme un élément à vitesse constante, tels que les types à bobine mobile et à réluctance variable.

L'ETUDE ELECTRO-ACOUSTIQUE

Au point de vue électrique, il y a toujours intérêts, pratiquement, à obtenir des tensions suffisantes pour permettre la liaison directe avec le préamplificateur, c'est-à-dire pour obtenir des tensions de l'ordre du volt, mais il n'en est pas toujours ainsi avec les éléments à haute fidélité et à basse impédance.

L'établissement de la **courbe caractéristique de réponse** peut renseigner déjà avec une précision suffisante sur les défauts et les qualités

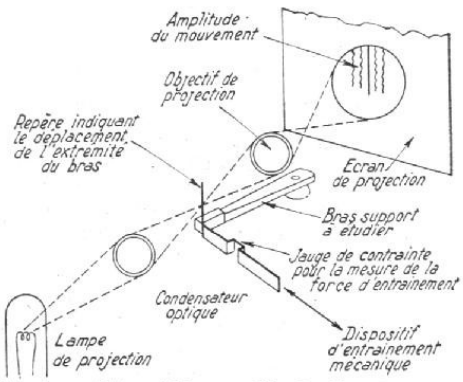


FIG. 5. — *Dispositif pour l'étude d'un bras support de pick-up.*

de l'appareil que l'on veut utiliser. Etablir cette courbe consiste simplement à déterminer la puissance avec laquelle chaque note de la gamme utile est reproduite (fig. 3). Le moyen le plus élémentaire consiste à faire un essai très grossier « au son » en reliant le pick-up à l'amplificateur et on juge à l'oreille de la qualité des sons reproduits.

Pour que cette méthode d'estimation puisse présenter une valeur quelconque, si faible soit-elle, il faut, en tout cas, ne pas se contenter de jouer un seul disque, mais des enregistrements de natures différentes : paroles, voix de soprano, voix de basse, solo de violon, solo de piano, musique d'orgue, musique d'orchestre, etc. Mais il est préférable d'avoir recours à des disques d'essais spéciaux, déjà signalés à plusieurs reprises.

COMMENT CHOISIR UN TOURNE-DISQUES ?

LA recherche de la grande qualité pour la reproduction en haute-fidélité des disques conduit généralement à l'utilisation d'un tourne-disques manuel (non automatique) type « professionnel ». Les changeurs automatiques présentent certainement de gros avantages d'utilisation, ce qui fait leur popularité ; mais le tourne-disques individuel manuel n'est pas limité dans la possibilité de ses qualités et permet d'atteindre la perfection dans la reproduction. La plupart des tourne-disques individuels sont tout de même munis de systèmes dits « semi-automatiques » ; c'est-à-dire que le plateau est mis en rotation par le fait même d'approcher manuellement le bras du pick-up du bord du disque. Egalement, en fin d'audition, lorsque le style parcourt le sillon mort final, cela provoque l'arrêt du plateau. Ces modèles semi-automatiques sont inclus dans notre discussion.

●

La fonction de base d'un tourne-disques est simple : elle est de faire tourner un disque à la vitesse requise, cette vitesse devant être rigoureusement constante. Aux U.S.A., il existe des tourne-disques présentant une **seule** vitesse de rotation (33 1/3 tours par minute), la fabrication des disques tendant à se standardiser et à se généraliser, là-bas, à cette unique vitesse. Bien entendu, il existe aussi des platines tourne-disques — aux U.S.A. comme en France — présentant les quatre vitesses de rotation habituelles : 16, 33, 45 et 78 tours/minute, permettant l'audition de tous les disques modernes ou anciens.

Pour un tourne-disques de qualité, on ne saurait admettre une variation lente de vitesse supérieure à 0,3 % ; pour une variation de vitesse brusque, instantanée, cela ne doit pas excéder 0,2 % **maximum.** Lorsque la vitesse est stable, mais incorrecte quant à sa valeur, les instruments de musique ne sont pas reproduits exactement dans leur **tonalité** d'origine. Lorsque la vitesse varie brusquement, soit par pointes espacées, par à-coups, soit sous forme de vibrations rapides, cela se traduit par des « miaulements » ou du pleurage ; le phénomène — bien caractéristique — est surtout sensible sur des notes tenues, et notamment avec le piano joué sur un tempo lent. Il est inutile d'avoir recours à des appareils de mesure compliqués ; l'oreille étant très sensible au phénomène de pleurage, une simple audition d'un disque de piano suffit !

Bien entendu, le tourne-disques ne doit pas non plus accuser un ralentissement, un freinage, lors de certains passages musicaux (**forte**) où le disque est gravé énergiquement ; ce phénomène également est parfaitement décelable à l'oreille.

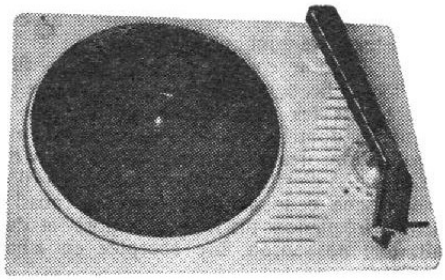
●

Naturellement, la constance de la vitesse de rotation exige, au départ, un moteur puissant et de bonne qualité. Les types de moteurs communément employés sur les tourne-disques sont : le moteur à induction à 4 pôles et le moteur synchrone à hystérésis. L'un et l'autre, lorsqu'ils sont bien fabriqués, doivent donner satisfaction. Notons cependant que des fluctuations de **tension** de la ligne électrique d'alimentation peuvent provoquer des variations de vitesse dans le cas du moteur à induction, tandis que la vitesse du moteur synchrone à hystérésis est essentiellement déterminée par la **fréquence** du courant d'alimentation. Or, dans tous les secteurs électriques, la constance de la fréquence est nettement plus grande que la constance de la tension. Ce qui tendrait à faire préférer le moteur synchrone à hystérésis, et non son rival à induction. Il est cependant possible de construire d'excellents moteurs à induction, largement dimensionnés, donc puissants (mais sans excès) et peu sensibles aux légères variations éventuelles de tension d'alimentation. En fait, de nombreux tourne-disques sont équipés de ce type de moteurs et donnent toute satisfaction.

●

Dans de nombreux cas, et quelle qu'en soit l'origine, les phénomènes de ralentissement (de courte durée), de « miaulements », de vibrations et de pleurage, peuvent être absorbés par le plateau tourne-disques. Pour cela, le plateau doit être massif, épais et très lourd, afin qu'il remplisse aisément le rôle de **volant.**

Plus un plateau est lourd, plus l'effet de volant est important, et plus la régularité dans la vitesse de rotation est grande. D'un autre côté, plus le plateau est lourd, plus le moteur doit être puissant, ceci afin que le plateau atteigne tout de même assez rapidement sa vitesse normale de rotation lors de chaque mise en service. Hélas ! l'augmentation de la puissance du moteur entraîne en même temps



Platine tourne-disques Mélodyne, type 530, *à 4 vitesses, équipée de têtes de lecture interchangeables, monophonique réversible RC6 ou stéréophonique céramique STC7N*

une augmentation des vibrations qui lui sont dues ; ce qui ajoute aussi des difficultés au problème de sa suspension et de son isolation mécanique.

Comme on le voit, tout se tient et un compromis judicieux doit être déterminé. Seuls les résultats comptent et l'on peut en juger aux essais seulement.

●

On sait que des vibrations mécaniques dues au moteur et au système d'entraînement (galets intermédiaires ou autres dispositifs) peuvent être communiquées au plateau, donc au disque, et être recueillies par le pick-up. Ceci se traduit auditivement par un bourdonnement ou un ronronnement appelé « rumble ». Des procédés de mesure du niveau de « rumble » admis ont été proposés, avec des valeurs bien définies ; néanmoins, s'ils sont valables pour les ingénieurs, ils sont difficiles à mettre en œuvre par le grand public, par l'usager, et nous ne les développerons pas ici. Là, encore, un essai auditif pourra suffire ; s'il n'indique pas le niveau de ronflement, il montrera toujours si le « rumble » est audible, donc **gênant.** Disons, tout de suite, que les changeurs automatiques de disques provoquent toujours des ronronnements plus importants que les tourne-disques ordinaires, précisément du fait de leur plus grande complexité mécanique. (Voir notre article, par ailleurs, à ce sujet.)

L'essai doit être fait en employant le tourne-disques à examiner conjointement avec un excellent amplificateur haute-fidélité avec haut-parleur de grand diamètre installé dans une enceinte acoustique. En d'autres termes, la chaîne BF doit reproduire parfaitement les notes très basses ; ce qui signifie que si l'appareil comporte des filtres « anti-rumble » coupant par exemple toutes fréquences inférieures à 30 ou 40 Hz, lesdits filtres devront être hors de service.

L'examen se fera surtout avec des disques de musique symphonique et sur les fragments *pianissimi* (c'est-à-dire faiblement gravés), voire sur des passages non gravés. En aucun cas, le ronronnement ne doit être gênant pour une audition normalement puissante.

Les remèdes « anti-rumble » sont connus. Il y a les filtres BF « coupe-bas » (fréquence de coupure vers 30 Hz) dont nous venons de parler ; mais c'est une solution incompatible avec la véritable haute-fidélité. Il y a aussi la suspension très souple par ressorts ou caoutchouc du moteur ; mais quoi qu'on fasse dans ce sens, les vibrations du moteur seront toujours transmises au plateau par les galets intermédiaires d'entraînement.

Les soins doivent donc porter à la construction du tourne-disques sur le moteur électrique lui-même, et sur les galets d'entraînement, ou tout autre dispositif d'entraînement (tous organes devant être exécutés, rectifiés avec précision). Il est certain, ici aussi, que plus le plateau sera lourd, moins il sera sensible aux vibrations ; mais également, nous retombons dans le dilemme précédent.

Le problème des bourdonnements d'origine mécanique est donc essentiellement une question de conception de fabrication et de réalisation pratique. En principe, le possesseur d'un tourne-disques atteint de ce défaut n'y peut pas grand'chose ! Il importe donc qu'il sache faire un choix judicieux, comme nous l'avons expliqué, au moment de l'achat.

●

Il reste encore là la question du bras de pick-up ; nous précisons bien qu'il s'agit du *bras* uniquement (et non pas de la cellule lectrice). Ceci a également son importance dans le choix d'une platine tourne-disques. Ce sujet est traité dans un autre article de ce numéro.

Le type de cellule lectrice désirée peut aussi guider dans le choix d'une platine, *mais pour d'autres raisons.* Dans cet article, nous n'avons voulu considérer que le point de vue « mécaque ».

●

L'exactitude des vitesses de rotation peut être vérifiée visuellement avec suffisamment de précision, à l'aide d'un disque stroboscopique ; tous les techniciens en possèdent un. Faire l'essai à vide ; puis, reprendre le même essai durant la reproduction d'un disque normal énergiquement gravé (le petit disque stroboscopique étant placé par-dessus le disque normal, sur l'étiquette centrale).

Pour les miaulements ou le pleurage, écouter un ou deux disques de piano lent.

Pour les ronronnements (rumble), écouter un disque de musique symphonique durant les *pianissimi,* en poussant fortement le niveau d'amplification des graves de l'amplificateur haute fidélité faisant suite.

Vérifier le fonctionnement du système d'arrêt automatique de fin de disque (si l'appareil en comporte un). Faire l'essai avec plusieurs disques différents et aux diverses vitesses. Quel que soit le diamètre du « sillon mort » final du disque, le moteur doit *toujours* s'arrêter.

Si ces quelques essais simples donnent satisfaction, on est vraisemblablement en présence d'une bonne platine tourne-disque. Il est à peu près certain que le discophile obtiendra, avec l'ensemble de son équipement, le maximum de plaisir à l'écoute de ses disques. (*Adapté de « Stereo/Hi-Fi Directory »* 1962.)

SACHONS CHOISIR NOTRE CHANGEUR AUTOMATIQUE DE DISQUES

FAIRE tourner un disque de musique enregistrée et placer le style du pick-up dans le premier sillon sont des opérations qui peuvent être accomplies automatiquement de plusieurs manières. Ce que l'on retrouve toujours évidemment, ce sont le tourne-disques et le bras de pick-up avec sa cellule lectrice ; mais les systèmes mécaniques intermédiaires sont très variés.

La combinaison la plus populaire du tourne-disques et du bras du pick-up laisse le soin à l'usager de faire *manuellement* toutes les opérations ! Moins courants sont les appareils automatiques dits « changeurs de disques » ; ce sont de ceux-ci dont nous allons nous occuper présentement. Les appareils manuels ou semi-automatiques font l'objet d'un autre article de cette revue.

Dans les cercles « haute fidélité », on accorde généralement une supériorité aux tourne-disques et pick-up manuels par rapport aux appareils changeurs automatiques. Ces raisons sont étayées par le fait que dans les appareils simples, on trouve davantage de choix dans la qualité ; il y a aussi les différences de poids et d'encombrement. Les bras de pick-up sont aussi en nombre important quant à leurs variétés ; mais ils ne peuvent pas tous être utilisés sur les appareils automatiques précisément à cause de l'adaptation nécessaire du système mécanique de commande du bras. Il y a aussi la question de la section mécanique complexe qui amène parfois des ronflements et vibrations difficiles à éliminer.

Quant aux systèmes mécaniques collecteurs de disques (ou magasins), de distribution des disques, de commandes du bras, etc... ils existent selon divers procédés, plus ou moins ingénieux ou astucieux ; chaque constructeur (français ou étranger) a réalisé sa petite « combine » personnelle. Cependant, il va sans dire que plus le système sera *simple*, plus il sera susceptible de donner une longue satisfaction. Cela est vrai pour tous les appareils quels qu'ils soient ; plus ils sont simples, moins ils risquent d'être déréglés, voire de tomber en panne ! ! !

Il reste bien évident que le changeur automatique de disques est une réalisation idéale pour certains ; automatiquement et exactement, le style du pick-up se place au début du disque, et les disques se jouent les uns après les autres, jusqu'à épuisement sans la moindre attention. Placer une pile de disques sur le collecteur, appuyer sur un ou deux boutons, et voilà quelques heures de musique sans autre souci.

Par ailleurs, nous devons à la vérité de dire qu'il existe tout de même de nombreuses réalisations commerciales de changeurs automatiques dont les performances musicales (les qualités de reproduction BF, techniquement parlant) valent celles de certains tourne-disques individuels. Ceci est d'autant plus vrai, si l'on compare un tourne-disques individuel à un tourne-disques automatique, les deux appareils étant équipés du même bras de pick-up et surtout de la même cartouche lectrice ! Car, tout est là : Bras et cellule lectrice. Il serait illogique de comparer un changeur de disques automatique *populaire* avec un tourne-disques individuel du type *professionnel*. La complexité mécanique ou l'automaticité ne peuvent ni altérer, ni améliorer, la fidélité de reproduction du pick-up proprement dit, mais simplement provoquer quelques petits ennuis dont nous reparlerons plus loin.

LES CARACTERISTIQUES PARTICULIERES DES CHANGEURS DE DISQUES STEREOPHONIQUES

Changeurs monophoniques ou stéréophoniques ? Ceci ne pourrait être, à priori, qu'une question de cellule lectrice ; à l'extrémité du bras, on monte une cartouche monophonique ou une cartouche stéréophonique, selon le cas... En fait, ceci n'est vrai qu'en partie. On sait, en effet, que les cellules pour stéréophonie, du fait même de leur principe, sont sensibles aux déplacements *verticaux* du style. Cette sensibilité entraîne un accroissement de la reproduction des bruits perturbateurs dus aux vibrations de toute la section mécanique ; si bien que tel changeur automatique donnant toutes satisfactions avec une cellule monophonique peut donner des résultats décevants lorsqu'il est équipé avec une cartouche stéréophonique jouant des disques stéréophoniques, ou jouant des disques monophoniques avec ladite cellule stéréophonique.

Une solution consiste à utiliser des filtres dans l'amplificateur BF faisant suite, filtres coupant toutes les fréquences *inférieures* à une fréquence donnée ; d'où l'élimination dans la reproduction, des ronflements, vibrations, « rumble », etc... d'origine mécanique. Mais il est évident que cette solution supprime aussi les mêmes fréquences du registre sonore, et de ce fait, elle ne saurait être acceptée en « haute fidélité ».

En conséquence, la solution idéale consiste à s'attaquer directement au système mécanique qui doit être exempt de toutes vibrations quelles qu'elles soient ; et ceci est évidemment l'affaire du constructeur. Il serait sage que la notice se rapportant à l'appareil changeur indique très objectivement et loyalement s'il convient, ou non, dans l'utilisation d'une cellule stéréophonique conjointement avec un système à haute fidélité.

A défaut, seul un essai peut renseigner l'intéressé. Bien entendu, pour que cet essai soit valable, il faut le faire avec un amplificateur BF reproduisant parfaitement les fréquences basses, amplificateur associé à un haut-parleur de grand diamètre monté dans une bonne enceinte acoustique.

ESSAIS DE LA PARTIE MECANIQUE

Une fonction également très importante d'un tourne-disques — qu'il s'agisse d'ailleurs d'un appareil manuel ou d'un changeur automatique — est d'entraîner le disque à une vitesse de rotation rigoureusement constante. Sans cela, la reproduction est affectée de fluctuations de fréquences, de pleurage, etc... du plus désagréable effet pour l'oreille exercée. Les notes de piano sont particulièremnt sensibles à ce genre de défaut. Ici encore, une expérience renseignera immédiatement le client : Faire l'essai avec un disque de piano solo, de préférence avec un enregistrement de musique sur un *tempo* lent (notes soutenues). Tout pleurage sera impardonnablement révélé.

Un autre essai à faire consiste évidemment à vérifier le fonctionnement du dispositif de changement des disques (changement lorsqu'un disque est terminé, ou rejet). Bien entendu, le système doit fonctionner parfaitement et sans à-coups ; mais on veillera, dans le même temps, à ce que la rotation du plateau n'accuse pas un ralentissement excessif. Ce qui indiquerait que le moteur électrique n'est pas suffisamment puissant vis-à-vis du travail qu'on lui demande. Faire l'essai d'abord avec le collecteur de disques entièrement chargé, puis avec tous les disques sur le plateau.

Les disques à jouer sont emmagasinés, soit sur une broche verticale au-dessus du plateau, soit sur une broche inclinée. La descente d'un disque se fait par escamotage rapide de languettes ou clavettes de la broche. Nous ne nous étendrons pas sur les détails mécaniques des divers procédés ; mais pour guider notre choix, nous observerons encore avec beaucoup d'attention le fonctionnement de l'appareil durant cette opération. Les disques ne doivent pas être accrochés ; ils doivent être commandés avec douceur et venir se mettre en place délicatement. Dans certains cas cependant, on peut constater des grippages, des hésitations de fonctionnement, des disques qui forcent ou coincent, sans que pour autant le changeur lui-même soit en cause ; cela peut provenir des disques dont le trou central est rugueux ou de diamètre insuffisant.

La même délicatesse de fonctionnement doit se retrouver pour le bras du pick-up et sa cartouche dont le style doit venir *se poser* normalement sur le bord du disque, et non pas *tomber* brutalement.

Signalons enfin que certains changeurs permettent de jouer des disques de divers diamètres placés sur le collecteur dans un ordre quelconque. Par contre, d'autres changeurs offrent la possibilité de jouer des disques de divers diamètres, mais seulement à condition que les disques de grand diamètre se présentent les premiers, et les disques de diamètres moindres ensuite. Les changeurs de disques « populaires » nécessitent des disques d'un même et unique diamètre (généralement, disques du type « 45 tours »). Bien entendu, dans tous les cas, il doit s'agir de disques tournant *à la même vitesse*.

Certains changeurs de disques fonctionnent automatiquement, c'est-à-dire véritablement en changeur de disques, sur les quatre vitesses habituelles : 78, 45, 33 et 16 tours/minute. Mais de nombreux modèles populaires ne fonctionnent en automatique que sur 45 tours ; sur les autres vitesses néanmoins présentes, l'appareil se comporte comme un tourne-disques ordinaire.

●

La plupart des changeurs de disques utilisent un bras de pick-up acceptant des cellules lectrices standards. Mais on s'assurera, nous l'avons déjà dit, que la tête de pick-up se place délicatement sur le bord des disques, afin de ne pas endommager la cellule ; et l'on veillera à la moindre sensibilité de la cellule aux vibrations mécaniques parasites. Rappelons que dans ce dernier cas, il ne s'agit pas d'incriminer la cellule du pick-up, mais bien plutôt la section mécanique du changeur. En outre, on vérifiera que la pression du style sur le disque est bien conforme à la valeur requise pour la cellule employée et que cette pression se situe bien entre les deux valeurs extrêmes admises, soit avec un seul disque sur le plateau, soit avec tous les disques sur le plateau (c'est-à-dire pour le dernier disque à être joué).

La charge de disques sur le collecteur, ou la décharge du plateau, sont des opérations plus ou moins faciles, selon les dispositions pratiques prises par le constructeur (broche primaire et broche secondaire amovibles ou non, etc...) ; ceci est également à voir par expérience.

(Suite page 40)

NOUVEAUX ENSEMBLES DE RÉVERBÉRATION ARTIFICIELLE

A LAMPES ET A TRANSISTORS

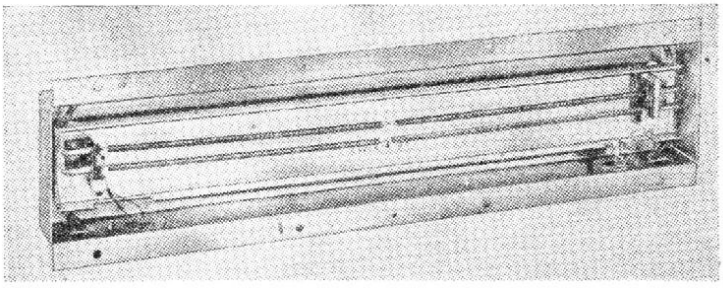
C'EST en 1960 que certains constructeurs ont commencé à équiper leurs ensembles Hi-Fi de dispositifs de réverbération artificielle. Cette réverbération est obtenue en faisant traverser une ligne à retard par les signaux BF de la source de modulation, en prélevant ces signaux à la sortie de la ligne et en les mélangeant avec les mêmes signaux non retardés.

Les premiers constructeurs américains qui se sont intéressés à la réverbération artificielle sont RCA, Philco, Hoffmann et Motorola. Actuellement, les dispositifs de réverbération sont très en vogue aux U.S.A. et certains ont été ajoutés à des ensembles Hi-Fi bien connus.

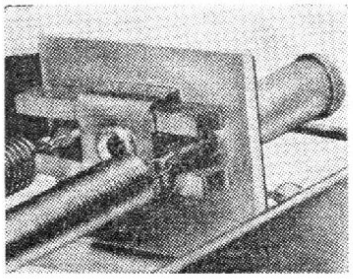
Les modèles de dispositifs de réverbération artificielle destinés à être adaptés sur des chaînse Hi-Fi sont de deux types :

Dans le premier cas, les tensions sont prélevées sur la bobine mobile du haut-parleur, amplifiées, retardées et appliquées sur un autre haut-parleur. C'est la méthode adoptée par Utah, Collest, Heath et Lafayette.

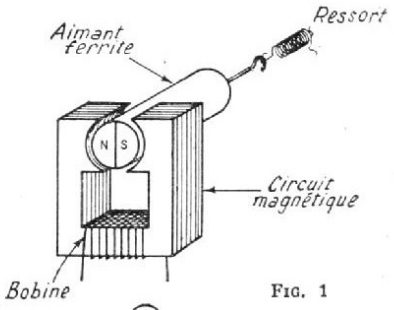
Dans le 2e cas (CBS, Fisher, Knight, etc.), le circuit provoquant le retard est disposé sur une voie d'amplification de la chaîne Hi-Fi. Une fraction des tensions de la source de modulation n'est pas appliquée au circuit de retard et est mélangée avec les tensions retardées. Un potentiomètre permet de régler la fraction des tensions retardées transmises au mélangeur, ce qui constitue la commande de l'effet de réverbération.



(a)



(b)



(c)

FIG. 1

L'UTILITE DE LA REVERBERATION

La réverbération est destinée à reproduire artificiellement les conditions d'écoute dans un studio d'enregistrement ou une salle de concert qui possède une acoustique bien déterminée. Les sons sont, en effet, réfléchis et parviennent aux oreilles de l'auditeur après un certain retard dépendant de la distance des surfaces réfléchissantes et une certaine intensité qui dépend du pouvoir réfléchissant de ces surfaces.

La réverbération, ou écho, est constituée par le son retardé, reçu après l'interruption de la source sonore. La durée de la réverbération dépend de l'intensité initiale du son. Elle est d'autant plus importante que le niveau sonore est élevé.

La réverbération présente l'avantage de permettre à l'auditeur de donner une dimension aux sons, ou, plus précisément, de se rendre compte des dimensions de la salle où a été effectué l'enregistrement.

Il est évident que l'acoustique des salles d'appartement où s'effectue l'écoute est la plupart du temps différente de celle de la salle d'enregistrement: distance plus réduite des murs ou surfaces réfléchissantes, pouvoir réfléchissant différent, etc. Dans ces conditions, un dispositif de réverbération réglable peut contribuer à recréer les conditions normales d'écoute, d'où un plus grand réalisme.

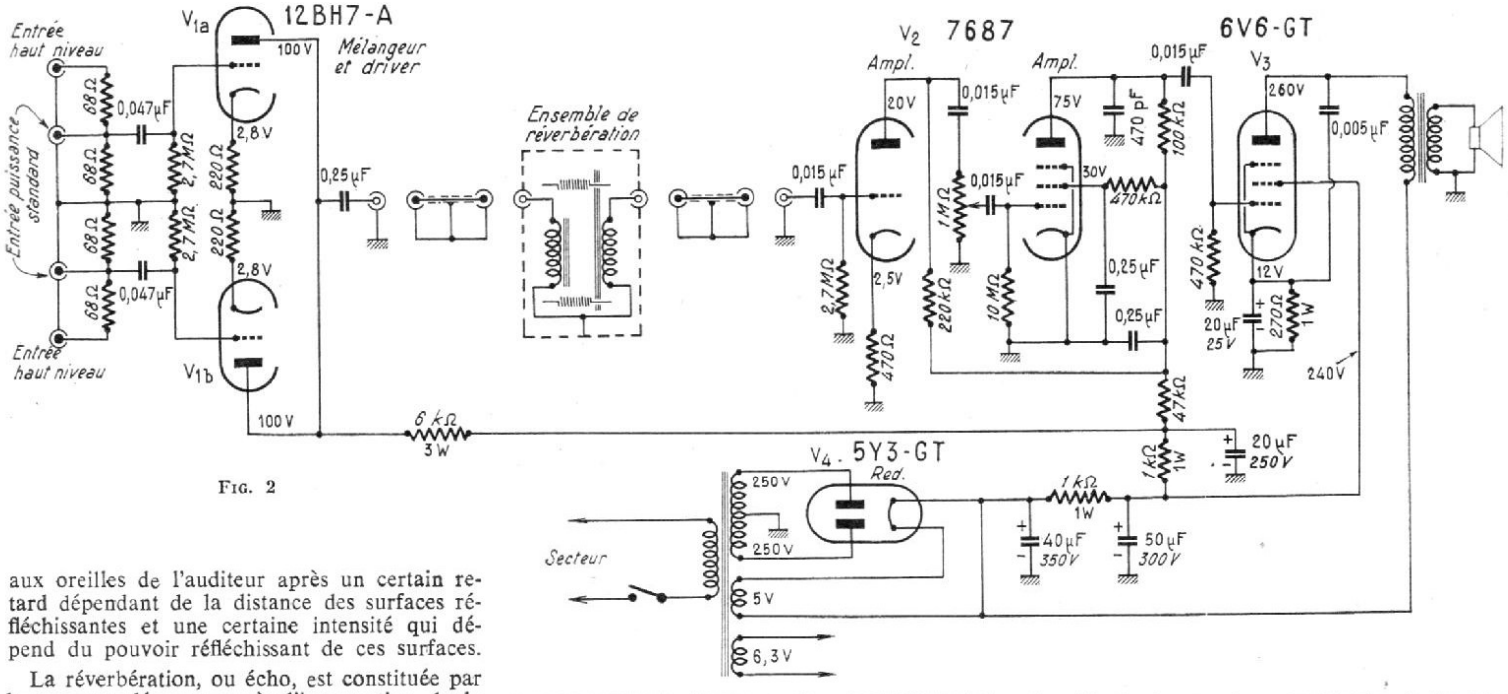


FIG. 2

FONCTIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE REVERBERATION

Pour obtenir la réverbération, nous avons vu qu'il était nécessaire pour retarder une fraction plus ou moins importante des sons qui parviennent à l'auditeur.

Sur les appareils décrits ci-dessous, la ligne de retard est constituée par un ressort. Un transducteur électromagnétique, auquel on applique une fraction des tensions BF de la source de modulation, fait vibrer le ressort à une extrémité. A l'autre extrémité du ressort, les vibrations sont appliquées à une sortie de pick-up qui transforme ces vibrations en tensions induites. Le retard de ces tensions par rapport à celles qui sont appliquées au transducteur dépend de la longueur du ressort. Plus l'amplitude des tensions appliquées à l'entrée est importante, plus la durée des vibrations du ressort est élevée, c'est-à-dire plus le temps de réverbération est augmenté.

La réverbération est la plus efficace aux fréquences moyennes. Dans ces conditions, les circuits amplificateurs disposés immédiatement avant et après la ligne à retard ont une bande passante limitée comprise entre 200 et 4 000 c/s environ.

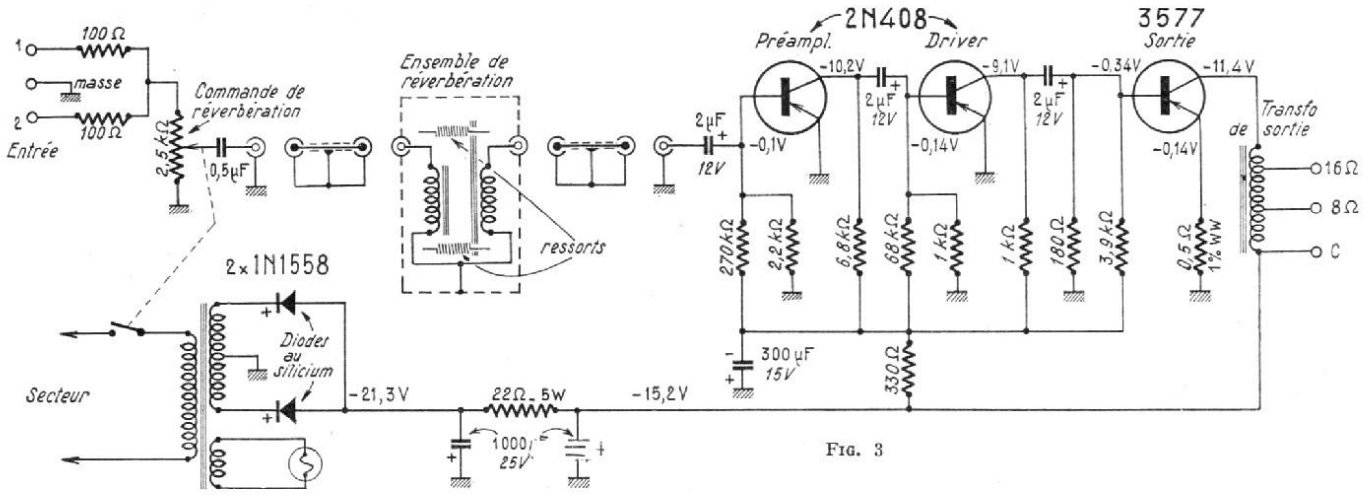


Fig. 3

Deux types de lignes à retard sont utilisées aux U.S.A. La première est fabriquée par Hammond Organ C° et la seconde par CBS Electronics. Le premier type équipe tous les ensembles de réverbération, sauf le modèle CBS. Il comprend deux ressorts séparés correspondant à des retards de 28 et 37 millisecondes (fig. 1 a).

Chaque ressort comprend en réalité deux ressorts, juxtaposés, bobinés en sens inverse. Cette méthode permet de réduire les effets des vibrations extérieures indésirables.

Les extrémités des deux ressorts sont reliées aux rotors des transducteurs électromagnétiques à torsion (fig. 1 b). Ce rotor est constitué par un aimant en ferrite et les mouvements de torsion sont dus aux variations de tensions BF appliquées au circuit magnétique par l'intermédiaire du bobinage d'entrée.

Le sens de rotation et l'amplitude du déplacement du rotor dépendent du sens et de l'amplitude des tensions appliquées à la bobine d'entrée.

DISPOSITIF DE REVERBERATION MONTE A LA SORTIE DE L'AMPLIFICATEUR PRINCIPAL

La figure 2 montre le schéma du dispositif de réverbération américain Utah RVB-1, correspondant au premier type que nous avons mentionné.

Les entrées de l'amplificateur du dispositif de réverbération sont reliées à la bobine mobile de la chaîne Hi-Fi. Les deux entrées « puissance standard » sont utilisées dans le cas d'amplificateurs stéréophoniques délivrant une puissance maximum de 30 watts modulés par canal.

Les deux entrées « haut niveau » sont prévues pour des amplificateurs stéréo d'une puissance supérieure à 30 watts par canal.

Dans le cas d'amplificateurs monophoniques, il suffit de relier l'une des deux entrées à la bobine mobile du haut-parleur. Une seule partie triode de la double triode 12BH7 joue alors le rôle de préamplificateur. Les tensions de sortie de cette lampe sont appliquées à l'entrée du transducteur Hammond décrit plus haut.

Lorsque les entrées sont reliées aux deux haut-parleurs d'un amplificateur Hi-Fi stéréophonique, les deux signaux de droite et de gauche sont mélangés par la double triode 12BH7 dont la charge de plaque, de 6 kΩ, est commune aux deux éléments. A la sortie de cet étage mélangeur, le retard et l'amplificateur sont les mêmes que pour un ensemble monaural. Le troisième haut-parleur de réverbération est alors disposé au centre et constitue également le troisième canal évitant le « trou dans le centre ».

A la sortie de l'ensemble de réverbération à ressorts, les tensions sont amplifiées par les éléments triode et pentode d'une 7687 avant d'être appliquées à l'amplificatrice finale 6V6. Le potentiomètre de 1 MΩ règle le volume.

La puissance modulée est de 3 wats.

ENSEMBLE DE REVERBERATION TRANSISTORISE

L'ensemble Reverb-O-Plex Colbert 603 T, dont le schéma est indiqué par la figure 3, est équipé de trois transistors alimentés par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur et de deux redresseurs secs au silicium, redressant les deux alternances.

Les tensions prélevées sur les bobines mobiles des deux haut-parleurs, dans le cas d'un ensemble stéréophonique, sont appliquées par les deux résistances de 100 Ω au potentiomètre de 2 500 Ω commandant la réverbération. Les tensions A + B se trouvent alors mélangées aux extrémités de ce potentiomètre .

L'amplificateur monté à la sortie de l'ensemble de réverbération est à trois étages : un préamplificateur 2N408, un driver 2N408 et un amplificateur de puissance 3577.

Dans le cas de l'adaptation de cet ensemble sur une chaîne monaurale équipée d'un haut-parleur d'une impédance de 3 Ω, le construc-

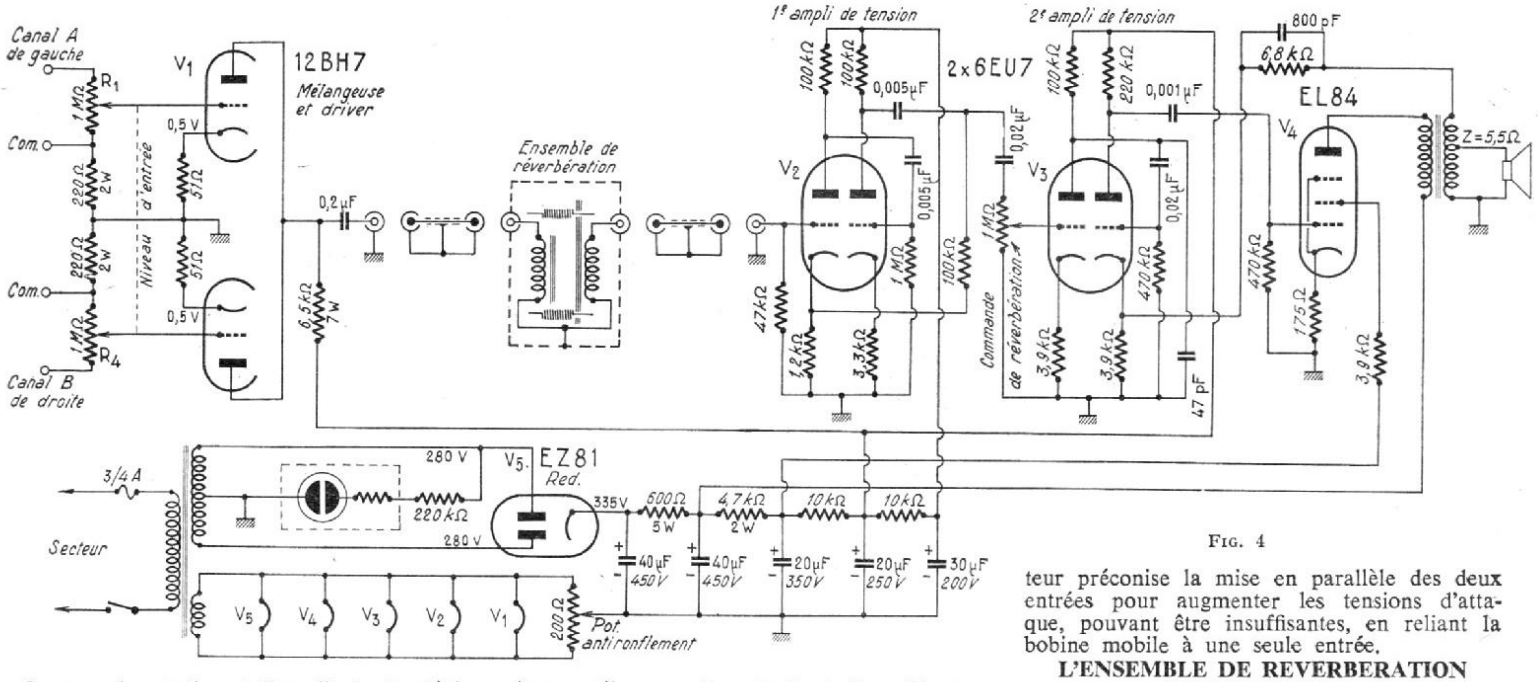


Fig. 4

teur préconise la mise en parallèle des deux entrées pour augmenter les tensions d'attaque, pouvant être insuffisantes, en reliant la bobine mobile à une seule entrée.

L'ENSEMBLE DE REVERBERATION HEATHKIT GD61

Le principe de fonctionnement de cet ensemble à lampes schématisé par la figure 4 est semblable à celui de la figure 2. Sa courbe de réponse s'étend de 200 à 4 000 c/s à 3 dB avec une distorsion inférieure à 2 % pour une puissance modulée de 3 watts, obtenue avec une tension d'entrée de 250 mV. La durée de la réverbération peut être de deux secondes à 300 c/s.

Dans le cas d'amplificateurs stéréophoniques, la bobine mobile du haut-parleur de gauche est reliée aux bornes de R_1 et celle du haut-parleur de droite aux bornes de R_4. Les tensions appliquées en A et B doivent être en phase. Pour le fonctionnement en monaural, A et B sont reliés.

AMPLIFICATEURS A NOMBRE RÉDUIT DE LAMPES

IL existe plusieurs manières de réduire le nombre des lampes parmi lesquelles les plus usuelles sont les suivantes :

1° Emploi de lampes multiples.

2° Emploi de lampes à très forte pente.

3° Adoption de circuits de liaison donnant lieu à un grand gain.

4° Adoption de sources de signaux BF à niveau élevé.

Analysons rapidement ces quatre possibilités de réduction du nombre des lampes dans le cas des amplificateurs BF économiques, ce qui n'implique pas toujours un manque de fidélité, mais plutôt une réduction du nombre des utilisations.

EMPLOI DE LAMPES MULTIPLES

En général, s'agit de lampes doubles dont on peut distinguer les catégories suivantes :

a) Lampes à deux éléments finals de puissance identiques comme par exemple la ELL80 et la PLL80 ;

b) Triodes-pentodes dont la pentode est de puissance et la triode une amplificatrice de tension comme par exemple les ECL82 et ECL86 ;

c) Doubles triodes à deux éléments identiques comme la 12AX7, 12AU7, 12AT7, ECC40, 6SN7, etc. On peut utiliser les deux éléments en push-pull précédant le push-pull final ou en cascade ou l'une comme amplificatrice et l'autre comme amplificatrice-déphaseuse ;

d) Triodes-pentodes toutes deux amplificatrices de tension comme par exemple la ECF80, avec des applications analogues à celles des doubles triodes sauf en push-pull. Il va de soi que dans les montage stéréophoniques, on pourra effectuer toutes sortes de combinaisons utilisant ces lampes en particulier, avec les lampes à deux éléments identiques, chacun pourra être monté dans un des canaux.

EMPLOI DE LAMPES A FORTE PENTE

Si une lampe a une pente élevée, le gain de l'étage dont elle fait partie est plus élevé qu'avec une lampe à pente moindre. S'il y a dans un amplificateur 3 lampes en cascade, il sera souvent possible de réduire leur nombre d'une unité avec l'augmentation des pentes de deux d'entre elles et parfois même d'une seule.

EMPLOI DES ELEMENTS DE LIAISON A GRAND GAIN

Sauf entre la lampe finale et le haut-parleur et parfois à l'entrée microphone, le transformateur n'est plus utilisé comme élément de liaison étant remplacé par des circuits RC plus ou moins simples.

Dans la liaison RC, la charge de plaque de la lampe qui précède l'élément de liaison est une résistance et le gain de l'étage dépend de la valeur de celle-ci. Dans une certaine mesure, le gain augmente avec la valeur de cette résistance. Ainsi, si elle vaut 200 kΩ, le gain sera beaucoup plus grand que si la résistance n'était que 50 kΩ ou 20 kΩ, mais la courbe de réponse peut se montrer moins favorable du côté des fréquences élevées si des précautions ne sont pas prises à l'aide de circuits compensateurs et en effectuant un câblage à faibles capacités parasites.

EMPLOI DE SOURCES A NIVEAU ELEVE

En ce qui concerne les PU, on préfèrera, au point de vue d'économie considéré ici, les modèles fournisant un signal de l'ordre du volt à ceux qui ne donnent que quelques millivolts.

Il s'agit donc d'éliminer les pick-up à réluctance variable (niveau de l'ordre de 5 mV) au profit des pick-up piezo qui donnent 0,5 à 1 V ou céramiques qui en donnent autant avec une excellente qualité de reproduction.

De plus, ces pick-up à haut niveau possèdent une courbe non linéaire mais qui compense assez bien celle des enregistrements des microsillons. Dans ces conditions, on est également dispensé de circuits correcteurs d'enregistrement si l'on se limite aux microsillons d'où encore augmentation du gain par récupération du gain perdu par les circuits correcteurs.

Enfin, en simplifiant le montage, en ne le destinant qu'à un nombre réduit d'applications, on peut encore réduire le nombre des lampes.

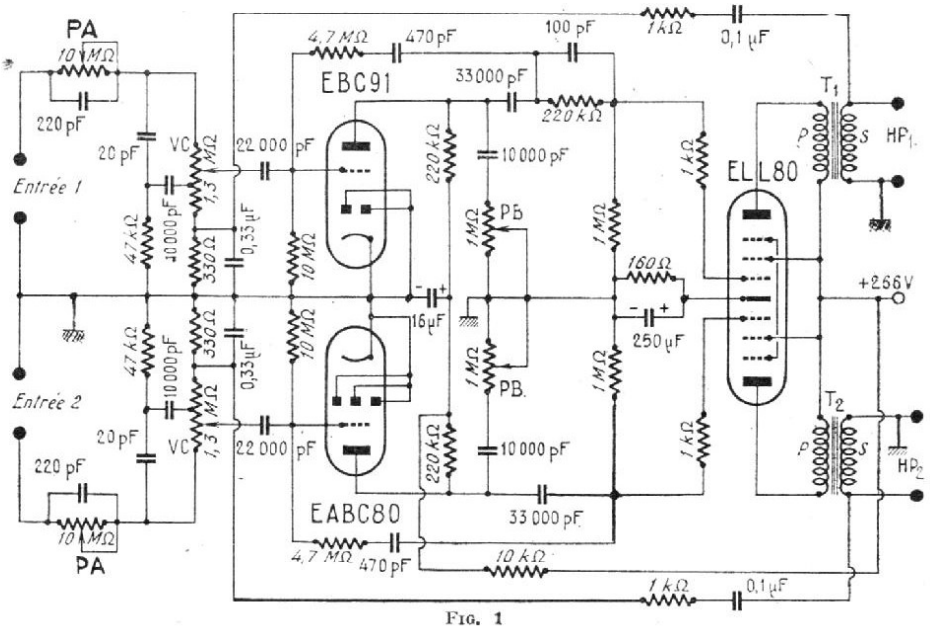


FIG. 1

Ainsi les trois sources : radio (et son TV et FM), pick-up à niveau élevé et magnétophone fournissent des signaux dont le niveau est du même ordre de grandeur et peuvent être appliqués à la même entrée, à la rigueur.

La simplification à l'aide de ces diverses méthodes peut même contribuer à améliorer la fidélité en réduisant la distorsion, car le nombre des étages étant réduit, il y a **ipso facto** moins de distorsion harmonique, ce qui dispense du grand nombre de circuits de contreréaction que l'on trouve dans les préamplificateurs et les amplificateurs à nombre élevé de lampes.

Voici maintenant quelques schémas pratiques commentés illustrant quelques-uns des procédés indiqu' plus haut.

AMPLIFICATEUR STEREO A TROIS LAMPES

Cet amplificateur est schématisé à la figure 1. Il ne comporte qu'une ELL80 double pentode, chaque étage final étant précédé par une triode-diode, l'un avec EBC91 et l'autre avec EABC80.

L'intérêt de l'emploi de diodes-triodes est de pouvoir simplifier les tuners AM ou FM qui pourraient précéder les deux canaux stéréo en servant de détectrices.

Voici une brève analyse de ce montage. Nous ne considérerons qu'un seul canal, par exemple celui représenté sur la moitié supérieure du schéma.

L'entrée à haute impédance, de l'ordre de 220 kΩ, est connectée à la grille de la EABC80 dont les diodes ne sont pas utilisées, par l'intermédiaire d'un circuit de tonalité 10 MΩ shunté par 220 pF et réglage de volume à compensation physiologique composé de 20 pF, 10 000 pF et 1,3 MΩ suivi de la liaison RC composée de 22 000 pF à 10 MΩ.

Le réglage de tonalité agit sur les aiguës. En effet, lorsque le potentiomètre de 10 MΩ monté en résistance est en court-circuit, il en est de même de la capacité de 220 pF qui le shunte et le signal est transmis sans altération au réglage de volume.

Par contre, lorsque le curseur du potentiomètre de 10 MΩ est dans une position telle qu'une résistance shunte les 220 pF, les aiguës seules sont transmises directement par cette capacité tandis que les basses sont réduites par le diviseur de tension constitué par les deux potentiomètres, celui de 10 MΩ (en totalité ou partie) et la totalité du potentiomètre de 1,3 MΩ.

Considérons maintenant ce dernier. Grâce à la prise, à laquelle on a connecté le condensateur de 10 000 pF et au branchement du condensateur de 20 pF, la courbe de réponse globale est modifiée selon la puissance de sortie.

Un autre circuit important disposé à l'entrée est l'ensemble 330 Ω et 0,33 µF. Ce circuit à faible impédance fait partie du dispositif de contre-réaction ramenant à l'entrée une portion du signal prélevé au secondaire du transformateur de sortie.

L'examen de la EBC91 montre que la cathode est à la masse et que la polarisation s'effectue par le courant grille dans la résistance de fuite de 10 MΩ. Ce procédé est simple, économique mais généralement moins indiqué que les procédés classiques (polarisation fixe ou polarisation automatique) dans un montage à haute fidélité. Il est toutefois admissible dans un étage d'entrée recevant un signal faible. Dans le circuit de plaque de la EBC91 on trouve la résistance de charge de 220 kΩ, le dispositif de tonalité composé de 10 000 pF et potentiomètre de 1 MΩ monté en résistance variable, et le condensateur de liaison de 33 000 pF vers l'entrée de la lampe finale.

Le dispositif de tonalité est le classique contrôle de tonalité agissant, dit-on, sur les graves mais en réalité en atténuant les signaux aux fréquences élevées. En effet, plus la résistance en service du potentiomètre est faible, plus la résistance de charge de 220 kΩ est shuntée par une réactance à prédominance capacitive, ce qui atténue les aiguës comme nous venons de le dire. D'une manière relative toutefois, on

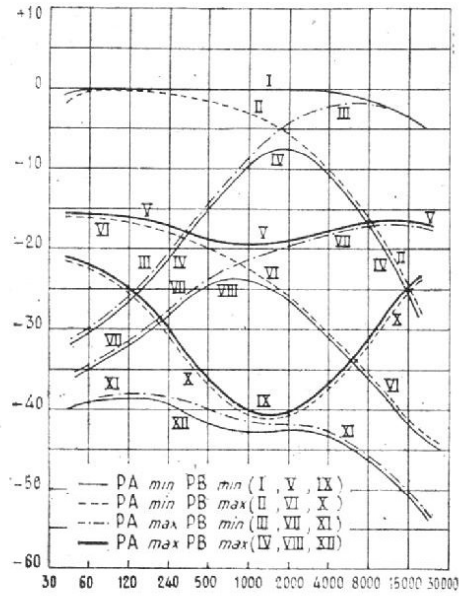


FIG. 2

peut dire que les basses sont favorisées avec PB au maximum.

Dans l'étage final, la polarisation automatique est assurée par 160 Ω et 250 µF électrochimique, élément commun aux deux canaux.

La contreréaction est assurée par les réseaux placés entre les secondaires des transfos de sortie et l'entrée et les réseaux entre plaque et grille de la lampe triode. La courbe de réponse est donnée par la figure 2 avec décibels en ordonnées et fréquences en abscisses.

Le code des tracés des courbes est indiqué sur la figure. On montre la réponse en fonction de la fréquence pour les niveaux (à 1 000 c/s) 0 dB, — 20 dB, — 40 dB.

La désignation « max. » indique que le réglage de tonalité des basses PB est au maximum de son action, c'est-à-dire du côté de la capacité de 10 000 pF court-circuitant le potentiomètre, ce qui donne le minimum d'aiguës et le maximum de basses.

La désignation max. pour le potentiomètre d'aiguës PA indique que son action s'exerce d'une manière plus prononcée.

Courbe II : PA min., PB max. : atténuation aux fréquences élevées.

Courbe III : PA max., PB min. : atténuation aux basses.

Courbe IV : PA max., PB max. : atténuation aux basses et aiguës, ce qui favorise le médium. Position excellente pour la parole. Niveau : — 20 décibels.

Courbe V : PA min., PB min. Position linéaire mais affectée par le réglage physiologique de volume VC qui crée une légère atténuation au médium favorisant ainsi les basses et les aiguës qui doivent être mieux reproduites à mesure que le son est moins intense.

Courbe VI : comme courbe II, PA min., PB max.

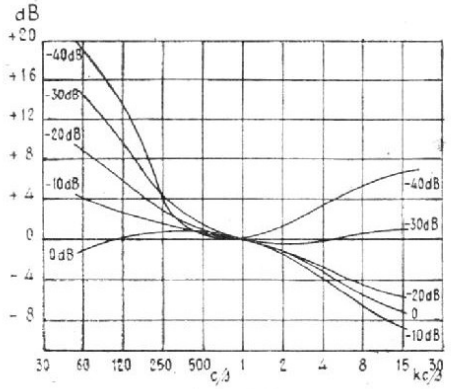


FIG. 4 A

Courbe VII : comme courbe III, PA max., PB min.

Courbe VIII : comme courbe IV, PA max., PB max.

Niveau — 40 dB : courbes IX, X, XI, XII comme I, II, III et IV, mais action du dispositif physiologique plus importante, favorisant dans toutes les positions les graves et les aiguës. Ainsi, la courbe « linéaire » IX comporte un creux important créé pour le médium.

AMPLIFICATEUR HI-FI

Voici maintenant un autre montage (figure 3) représentant une chaîne monophonique ou un des deux canaux d'un ensemble stéréo.

Le PU est du type piezo ou céramique. Dans le circuit d'entrée il y a un réglage physiologique de volume, avec un potentiomètre de 1,3 MΩ à trois prises et associé à des circuits correcteurs. Un circuit de tonalité double est intercalé entre les deux demi-ECC83 tandis que la EC92 est montée en déphaseuse cathodyne. En montage stéréo on pourra conjuguer ou non les réglages VC et de tonalité.

On obtient des résultats remarquables comme le montrent les courbes de la figure 4 dont nous allons donner quelques détails.

Sur la figure 4a on indique l'effet du réglage physiologique VCP.

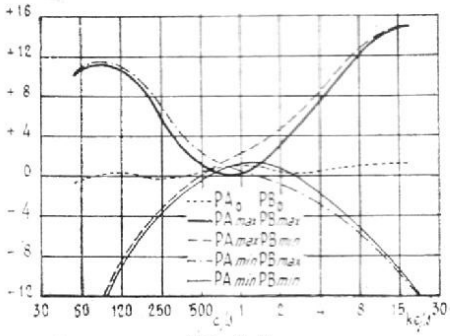


FIG. 4 B

Les différentes dispositions du VCP correspondent à des positions du curseur telles que l'atténuation du potentiomètre soit égale au nombre de décibels indiqué.

Ainsi pour la courbe 0 dB, le curseur est au maximum, pour la courbe — 20 décibels le curseur divise la résistance R de la piste potentiométrique en deux résistances R_1 (du côté haut) et R_2 du côté masse.

Le rapport des tensions et des résistances est

$$\varrho = \frac{R_1}{R}$$

Il faut que 20 log (R/R_1) soit égal à 20 dB, d'où :

$$\log (R/R_1) = 1 \text{ et } R/R_1 = 10,$$

d'où $R_1/R = 0,1$, le curseur est donc à 1/10 de la résistance totale de 1,3 MΩ du côté masse.

Chaque fois que l'on a réduit la tension de sortie à l'aide de VCP on a augmenté dans la même proportion celle d'entrée, de sorte que la tension à f = 1 000 c/s reste sensiblement la même.

Sur la figure 4b on montre l'action du potentiomètre de tonalité du circuit Baxandall pour les aiguës et pour les graves. Sur la figure 4 c, l'influence du VCP pour diverses positions en fonction de la fréquence. Les deux réglages de tonalité sont en position maximum, ce qui signifie évidemment que PA donne le maximum de gain relatif aux aiguës et PB le maximum de gain relatif aux basses.

On constate que le VCP accentue ces gains relatifs à mesure que la puissance de sortie faiblit.

Enfin sur la figure 4 d, on indique la puissance de sortie en fonction de la tension d'entrée et avec la distorsion qui en résulte.

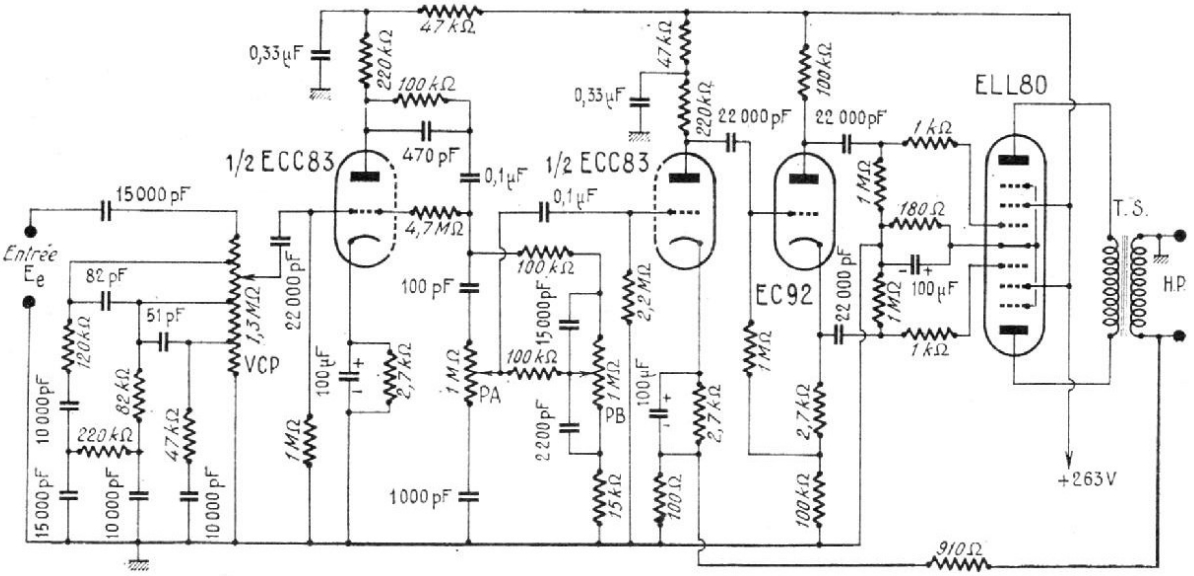


FIG. 3. — *La prise médiane du primaire du transformateur de sortie TS est à relier au + HT*

Les désignations « min. » correspondent aux positions opposées des réglages. On considèrera les courbes suivantes :

Niveau zéro décibel à 1 000 c/s : courbe I, PA au minimum, PB au minimum, d'où linéarité maximum, excellente jusqu'à 8 000 c/s et bonne jusqu'à 15 000 c/s du côté aiguës, excellente encore à 50 c/s du côté basses.

MONTAGE PLUS SIMPLE

Ici on a simplifié au maximum en utilisant pour la stéréo deux lampes seulement, une ECC83 et une ELL80 suivant le schéma de la figure 5. Il y a deux canaux identiques.

Il est toutefois nécessaire d'adjoindre à ce montage deux dispositifs de VC et des circuits de réglage de tonalité simplifiés ne réduisant par le gain, ce qui exclut celui à deux circuits associés.

Il va de soi que le PU doit être piezo ou céramique. L_1 et L_2 sont les primaires des deux transformateurs de sortie dont l'impédance est de 10 kΩ. Avec des HP de 2 Ω par exemple, le rapport de transformation sera :

$$= \delta \sqrt{\frac{10\,000}{2}} = \sqrt{5\,000} = 70 \text{ environ.}$$

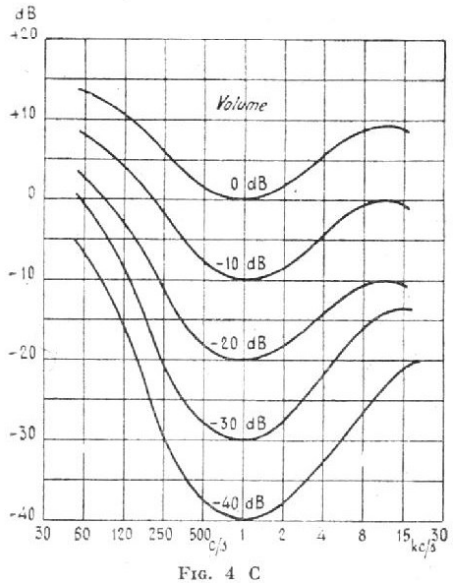


FIG. 4 C

CANAL AVEC PUSH-PULL

Sur le montage monocanal de la figure 6 qui peut être dédoublé pour la stéréo, l'étage final est un push-pull de deux éléments de ELL80 en classe AB réduisant la distorsion par rapport à un montage à une lampe finale sans contreréaction.

Il n'y a que deux lampes en tout : une ECC83 avec un élément amplificateur et un élément déphaseur et une ELL80 en push-pull.

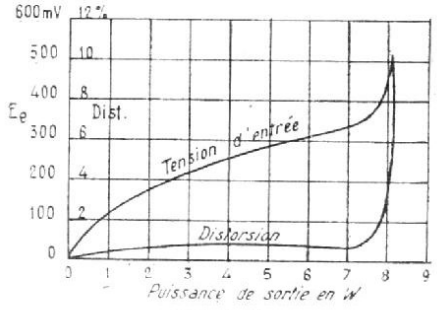


FIG. 4 D

La charge plaque à plaque est de 11 kΩ et la bobine à prise médiane est le primaire du transformateur de sortie dont on déterminera le rapport primaire à secondaire comme indiqué plus haut.

La figure 7 indique les possibilités de cet amplificateur.

Courbe I : courant des deux anodes des lampes finales en fonction de la puissance modulée.

Ce courant varie suivant la puissance de sortie, entre 40 et 50 mA environ, ce qui représente à peu près la même consommation que dans le montage classe A, mais on obtient un maximum de puissance de 8 W au lieu de 2 fois 3,2, c'est-à-dire 6,4 W modulés.

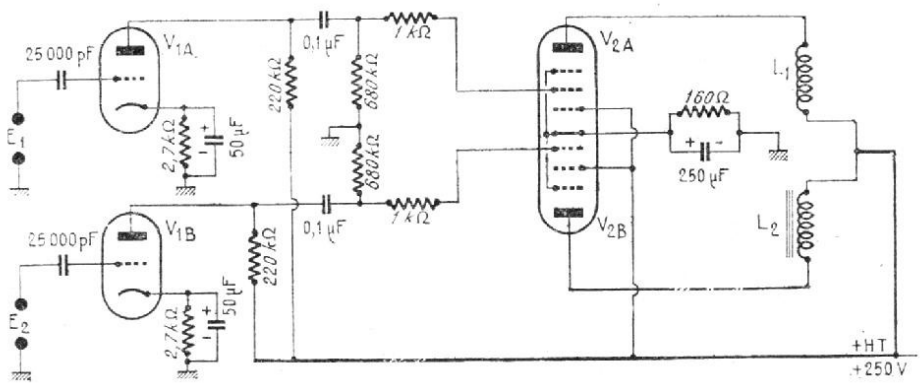


FIG. 5

Courbe II : tension d'entrée. Elle varie de zéro jusqu'à 150 mV environ lorsque la puissance obtenue varie de zéro à 8 W environ.

Courbe III : courant écrans. Il atteint 18 mA environ pour les deux lampes à puissance maximum.

Courbe IV : distorsion. Le pourcentage de distorsion atteint 10 % à 8,5 W modulés mais 5 % seulement si P = 8,2 W et 3 à 4 % pour des puissances inférieures à 8 W modulés. Aucune contre-réaction ne figure dans le schéma de cet amplificateur.

CARACTÉRISTIQUES DE LA ELL80

Pour les lecteurs qui désireraient utiliser cette lampe dans des applications différentes de celles indiquées plus haut, nous donnons ci-après les caractéristiques principales.

Il existe aussi la PLL80 qui nécessite toutefois au moins 170 V de haute tension, ce qui requiert un montage sur un récepteur pour alternatif et présente de ce fait moins d'intérêt que la ELL80.

La figure 8 donne la disposition des broches du culot noval de la ELL80 ou PLL80.

Chauffage alimentation parallèle			
Tension de chauffage	V_f	6,3	V
Intensité de chauffage	I_f	550	mA
Caractéristiques de service pour pentode unique par canal stéréo			
Tension plaque	V_a	250	V
Tension écran	V_{g2}	250	V
Résistance de polarisation	R_k	160	Ω
Courant plaque	I_a	24	mA
Courant écran	I_{g2}	4,5	mA
Charge de plaque	Z_p	10	kΩ
Admission grille	$\Delta V_{g\ max}$	4,2	V_{eff}
Facteur de distorsion	d	10	%
Puissance de sortie	W_a	3	W
Pouvoir amplificateur : pour $\Delta V_g = 0,4\ V_{eff}$	W_p	50	mW
Emploi en push-pull classe B			
Tension plaque	V_p	250	V
Tension écran	V_{g2}	250	V
Polarisation	V_{g1}	— 12	V
Courant plaque	I_{pp}	2 × 11	mA
Courant écran	I_{g2g2}	2 × 2,3	mA
Charge plaque à plaque	Z_{pp}	10	kΩ
Admission grille (par pentode)	$\Delta V_{g\ max}$	8,2	V_{eff}
Facteur de distorsion	d	5	%
Puissance de sortie	W_a	9,2	W
Emploi en push-pull classe AB			
Tension plaque	V_p	250	V
Tension écran	V_{g2}	250	V
Résistance de polarisation	R_k	200	Ω
Courant plaque	I_{pp}	2 × 21	mA
Courant écran	I_{g2g2}	2 × 4,2	mA
Charge plaque à plaque	Z_{pp}	11	kΩ
Admission grille	$\Delta V_{g\ max}$	7,5 à 8	V
Facteur de distorsion	d	3 à 5	%
Puissance de sortie	W_a	8,1 à 8,5	W
Caractéristiques statiques			
Tension plaque	V_p	250	V
Tension écran	V_{g2}	250	V
Polarisation	V_{g1}	— 9	V
Courant plaque	I_p	24	mA
Courant écran	I_{g2}	4,5	mA
Pente	S	6	mA/V
Résistance interne	R_i	80	kΩ
Coefficient d'amplification statique	K_a	17	

Le culot de la ELL80 est du type noval.

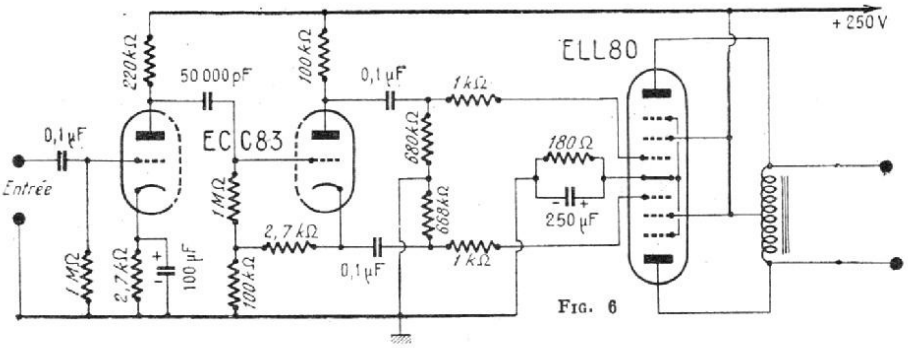


FIG. 6

MONTAGES AVEC ECL82 ET ECL86

Des amplificateurs avec lampes ECL82 et ECL86 ont été décrites dans notre numéro spécial d'avril 1960.

MONTAGE AVEC LAMPE A TRES FORTE PENTE

Il existe une lampe à pente extrêmement élevée, la EL183, qui est conçue pour l'étage final vidéo-fréquence de télévision, mais les **expérimentateurs auxquels nous nous adressons ici uniquement** à son sujet pourront effectuer des essais intéressants en BF finale.

Ses caractéristiques en classe A sont les suivantes :

Tension plaque : 150 V max.
Tension écran : 220 V max.
Puissance dissipée plaque max. : 6 W.

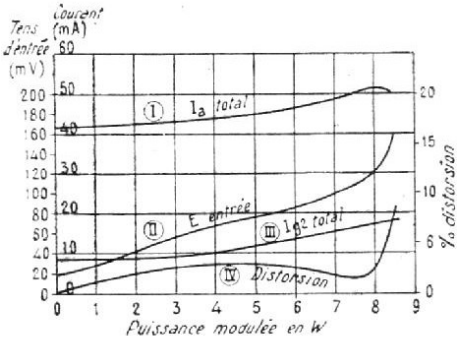


FIG. 7

Courant plaque : 40 mA.
Courant écran : 6 mA.
Polarisation automatique : — 2,1 V.
Pente : 25 mA/V.
Résistance interne : 20 kΩ.

On pourra essayer cette lampe avec une tension plaque et écran de 150 V, une résistance cathodique de 46 Ω ou un peu plus si l'on veut réduire le courant plaque.

Le montage expérimental à essayer est celui de la figure 9. Il comporte un étage préamplificateur à grand gain à lampe **EF86** et la lampe EL183 en étage final.

Voici des valeurs des éléments permettant d'obtenir un fonctionnement satisfaisant avant d'effectuer divers essais d'amélioration : P = 1 MΩ réglage de volume, C_1 = 100 µF, C_2 = 0,5 µF, C_3 = 25 µF, C_g = 0,1 µF, C_k = 25 µF, R_1 = 2 200 Ω, R_2 = 390 kΩ,

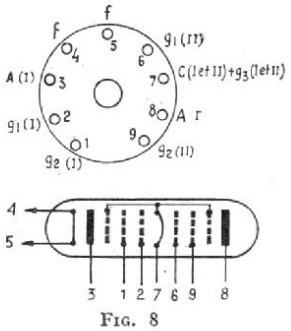


FIG. 8

R_3 = 20 kΩ, R_4 = 100 kΩ, R_g = 100 kΩ, R_k = 50 à 100 Ω TS transformateur primaire de 4 000 Ω avec prises à 1 000, 2 000 et 3 000 Ω et secondaire à prises 0-2-4-8-16 Ω, courant primaire 50 mA puissance 4 W. Haute tension de 150 V.

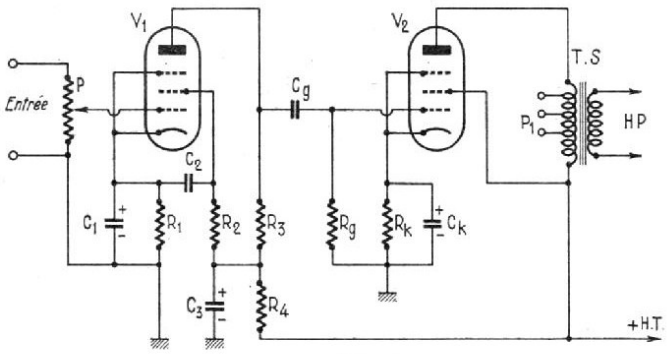


FIG. 9

Pour plus de puissance et obtention du maximum de pente, on conseille d'adopter pour les premiers essais R_k = 50 Ω et haute tension d'écran de 220 V obtenue **séparément** de la HT principale appliquée à la plaque.

En effet, si l'on alimentait la plaque sur 150 V à partir d'une HT de 220 V, il faudrait réduire la HT de 70 V au moyen d'une résistance de :

$$R = \frac{70\,000}{40} = 1\,750\ \Omega$$

dont l'introduction dans le circuit de plaque créerait de fortes distorsions.

Il est assez aisé d'obtenir 220 V continus 6 mA pour l'écran à l'aide de l'enroulement 220 V du primaire du transformateur d'alimentation, comme nous le montrons à la figure 10.

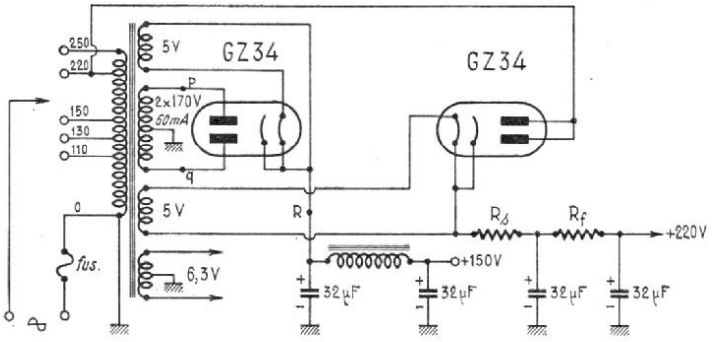


FIG. 10

L'alimentation de la plaque et du reste du montage sauf l'écran est classique et obtenue à partir de 2 fois 170 V. Aux points p et q, on introduira en circuit des résistances de l'ordre de 100 Ω 2 W qui ont, d'ailleurs, pour effet de réduire la haute tension et permettront, en les modifiant, de l'ajuster à 150 V, valeur à ne pas dépasser pour la plaque. Pour l'écran, on utilisera un filtre RC avec R_f = 10 kΩ et R_δ = 100 Ω ou plus, jusqu'à obtention de 220 V continus exactement.

Quelques essais intéressants peuvent être effectués dont nous indiquons quelques-uns ci-après :

1° Essai de gain : appliquer un signal de quelques mV à l'entrée et mesurer la tension aux bornes d'une résistance montée aux bornes du secondaire de TS à la place du HP et ayant la même valeur que l'impédance de la bobine mobile, pour exemple 2 Ω. Pour une puissance de 2 W modulés, la valeur de la tension à mesurer aux bornes de cette résistance est donnée par :

$$P = 2 = \frac{E^2}{2}$$

d'où E = 2 V. L'essai se fera à 1 000 c/s.

On effectuera ensuite le même essai en appliquant le signal de l'ordre du volt aux bornes de R_g pour obtenir également 2 V au secondaire de T_s, ce qui donnera le gain de V_1 et la tension BF nécessaire à l'entrée de V_1 pour 2 W modulés à la sortie.

En montant également aux bornes du secondaire un oscilloscope cathodique, on pourra déterminer approximativement la puissance maximum obtenable avant que le signal de sortie cesse d'être sinusoïdal, en fonction de la tension aux bornes de R_g.

2° Essais à diverses fréquences pour obtenir la courbe de réponse. Laisser l'oscilloscope en place pour éviter que le signal final ne soit plus sinusoïdal.

3° Essais de contreréaction : enlever C_k ou monter un circuit de contreréaction entre le secondaire de TS (une des bornes à la masse) et la cathode de V_1.

La valeur de 5,6 kΩ de la résistance série R_o de contre-réaction convient lorsque le secondaire de TS est de 4 à 8 Ω. S'il est de 8 à 12 Ω, on prendra R_o = 8,2 kΩ. Pour une charge de 2 à 4 Ω, R_o = 2 kΩ environ.

En conclusion, nous dirons que l'emploi des lampes multiples ou à forte pente permet de multiples combinaisons de schémas réduisant le nombre des lampes et préservant souvent la qualité d'audition, mais une étude sérieuse est toujours indispensable même avec des schémas simples.

Modernisation des Amplificateurs

TOUS ceux qui possèdent une installation d'amplification BF s'intéressent d'une manière particulière à son bon fonctionnement et désirent obtenir d'elle le maximum de performances, notamment en matière de haute fidélité.

Il est donc certain que ces techniciens, également amateurs de musique, voudront moderniser leurs appareils dont la conception ne correspond plus entièrement aux caractéristiques des amplificateurs actuels.

Disons tout de suite qu'il est impossible ou sans intérêt de moderniser certains appareils trop anciens dont presque tout le matériel est périmé et usé.

Il est, d'autre part, peu rationnel de « moderniser » un appareil extrêmement simple pour le transformer en un appareil très important. La transformation reviendrait dans les deux cas à se procurer presque tout le matériel nécessaire au nouvel appareil qui n'utiliserait de l'ancien que quelques pièces détachées usées : lampes, condensateurs, résistances. Il y a de nombreux cas où la transformation tendant à l'amélioration des performances ou à l'augmentation de leur nombre, permet d'obtenir des résultats intéressants, tout en réutilisant une grande partie du matériel dont on dispose.

Une limitation toutefois est imposée par les incessants et très rapides progrès des composants électroniques des appareils BF : lampes, éléments de liaison, notamment les transformateurs, pick-up, haut-parleurs et enceintes acoustiques.

D'une manière générale, le matériel datant de plus de dix ans, ce qui déjà n'est pas mal, doit être exclu dans une nouvelle réalisation, mais on peut admettre des exceptions lorsque le matériel ancien est de très haute qualité, comme, par exemple, certains haut-parleurs, des enceintes acoustiques, des transformateurs de sortie, des filtres séparateurs de bandes.

En ce qui concerne les lampes, la situation se présente de la manière suivante : celles d'une installation BF ayant fonctionné pendant plusieurs années, même si elles donnent encore des résultats appréciables et satisfaisants, sont forcément usées et dans ces conditions ne possèdent plus leurs caractéristiques nominales. Il serait donc peu rationnel de construire des montages adaptés à ces lampes qui mettront l'utilisateur, par la suite, dans l'obligation de les remplacer par des lampes neuves de type ancien et l'obligeront à une nouvelle mise au point.

On laissera donc de côté même des lampes aussi bonnes que les 2A3, 45, 50, D404 et même EL3-N, 6F6, etc. Par contre, certaines lampes anciennes ne sont pas encore tombées en désuétude comme les 6L6 et les 6V6 par exemple.

Les séries Rimlock, en particulier la ECC40 sont utilisables d'autant plus que des équivalents noval existent.

La transformation ne se justifie que si l'ancien appareil comporte une majorité de pièces détachées récupérables et présentant des garanties certaines de bon fonctionnement.

QUELQUES CAS INTERESSANTS

Nous laisserons de côté les travaux de reconstruction totale à l'aide d'un matériel récupéré sur de vieux montages, ces travaux sortant du cadre de la présente étude, bien que ne manquant pas d'intérêt.

Il s'agit ici d'effectuer quelques travaux sur un appareil existant pour le moderniser ou pour augmenter ses possibilités. Dans certains cas, on construira des appareils complémentaires.

Voici quelques travaux dont nous entretiendrons nos lecteurs :

1° Transformation d'une installation monophonique en une installation stéréophonique.

2° Amélioration des circuits préamplificateurs au point de vue des réglages de tonalité.

3° Augmentation de la puissance finale.

4° Amélioration des circuits de sortie.

5° Montages ultralinéaires.

6° Amélioration des sources d'entrée.

Il est évident que nous ne traiterons que de quelques montages donnés à titre d'exemple, notre sujet étant susceptible d'un très grand développement.

TRANSFORMATION MONO-STEREO

Rappelons qu'un ensemble amplificateur se compose des parties essentielles suivantes :

a) Source de signaux BF.

b) Préamplification avec corrections fixes et variables tendant à fournir aux étages suivants des signaux à courbe de réponse uniforme.

c) Amplification de ces signaux pour obtenir la puissance requise à la sortie des lampes finales.

d) Haut-parleurs et enceintes acoustiques.

Même si l'amplificateur est simplifié et réalisé en un seul montage, l'examen de son schéma permettra de différencier les quatre parties mentionnées plus haut.

Prenons, à titre d'exemple, l'ensemble amplificateur complet de la figure 1 dont le schéma est assez classique pour 1962.

Il comporte deux entrées, l'une pour le microphone en J_1, impédance élevée et J_2 pour PU à cristal ou céramique fournissant au moins 0,5 V. L'entrée 1 correspond à une tension de 2 mV. Le microphone utilise l'élément 1 de la 12AX7 tandis que le pick-up attaque directement le second élément par l'intermédiaire du VC R_4 qui sert également pour le microphone.

Entre V_{1B} et V_2 type 6AV6 on trouve le dispositif de tonalité double avec R_9 pour les basses et R_{11} pour les aiguës.

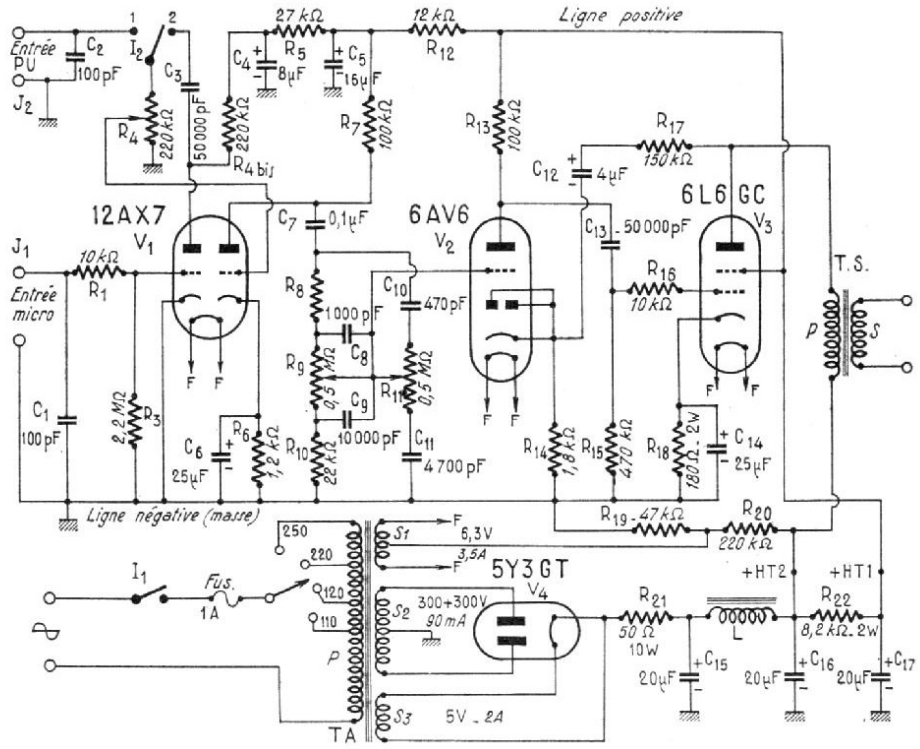


FIG. 1

Entre les lampes V_2 et V_3 type 6L6 GC (version moderne de la 6L6) on a disposé la contreréaction à l'aide de R_{17} s'exerçant à toutes les BF.

Dans l'alimentation on trouve la particularité suivante : prise médiane de l'enroulement S_1 des filaments à un point positif commun de R_{19} et R_{20} diviseur de tension monté entre — HT (masse) et + HT.

Le filtrage comporte une bobine L de 5 H 200 mA, des résistances et des capacités. Le transformateur de sortie T.S. se caractérise par : puissance 10 W, primaire 4 000 Ω, secondaire suivant HP utilisé qui doit être de 10 W. Puissance modulée 8 W.

On peut distinguer le préamplificateur composé de V_1 et du dispositif de tonalité et l'amplificateur composé de V_2 et V_3.

Examinons la possibilité d'une transformation mono-stéréo.

Il faut évidemment disposer d'un second amplificateur, autant que possible identique à celui-ci muni d'un haut-parleur identique. L'alimentation doit être également reproduite,

car celle de la figure 1 ne suffit que pour un seul amplificateur.

Un problème important est celui du pick-up. On choisira un modèle stéréophonique piézo-électrique ou céramique fournissant au moins 0,5 V sur chaque canal.

Nous déconseillons tout travail d'amateur consistant à adapter le nouveau PU sur le bras et sur le tourne-disques de l'ancienne installation monophonique. Pour un pick-up stéréo, il faut un bras qui lui soit spécialement destiné et un tourne-disques très régulier et ne créant pas une composante verticale du mouvement du plateau, comme c'est le cas de certains tourne-disques monophoniques.

Tout bricolage doit être proscrit en ce qui concerne le pick-up, le tourne-disques stéréophonique et le bras du PU.

En possession d'un « double » de la première installation monophonique, le réalisateur aura le choix entre deux solutions : conjuguer ou laisser indépendantes les deux chaînes monophoniques.

Dans le premier cas, il faudra conjuguer les deux réglages de tonalité R_9 et R_{11}, ce qui consiste à utiliser des potentiomètres doubles pour les deux R_9 et pour les deux R_{11}. De même, on pourra adopter un potentiomètre double pour les deux VC, R_4, et établir un dispositif d'équilibrage.

Malheureusement, ce conseil, facile à donner est difficile sinon impossible à mettre en pratique si les deux amplificateurs sont distincts comme ce sera le cas dans ce genre de « modernisation » consistant à réaliser une deuxième chaîne sur un châssis séparé.

Il est bien plus pratique de renoncer à la double commande, qui, d'ailleurs, demande des potentiomètres doubles très précis, en laissant chaque chaîne indépendante et en la réglant au mieux, ce qui s'avère extrêmement aisé en pratique.

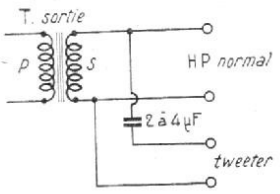


Fig. 2

On retirera en plus l'avantage de pouvoir se servir de chaque chaîne indépendamment, simultanément en stéréo ou en parallèle pour la monophonie (ce qui doublera la puissance).

En ce qui concerne le pick-up, quelques dispositifs simples doivent être prévus :

Doublement des cordons du PU mono afin de pouvoir le brancher sur les deux amplificateurs.

Remarquer que les disques monophoniques peuvent être lus par les pick-up stéréophoniques. Les techniciens, pour des raisons théoriques parfaitement justifiées, conseillent de monter en parallèle les deux sorties de PU stéréo. Cela revient à prévoir deux prises de PU en parallèle sur chaque amplificateur mono, ce qui permettra de brancher les deux cordons provenant du PU stéréo.

De plus, si l'on veut faire fonctionner les deux amplificateurs en parallèle, il faut aussi dédoubler les deux cordons de branchement du PU stéréo.

Pratiquement, et en dépit de théorie, nous avons essayé de passer un disque mono sur une installation stéréo normale avec une entrée et un cordon pour chaque sortie de PU stéréo et avons obtenu les mêmes résultats tout au moins dans la mesure ou la simple écoute le permet.

Notre pick-up était un Shure, mais il est très probable qu'avec d'autres PU les résultats seront les mêmes.

Si les réglages des deux ensembles restent indépendants comme nous le conseillons, il est utile de prévoir des cadrans gradués sur cha-

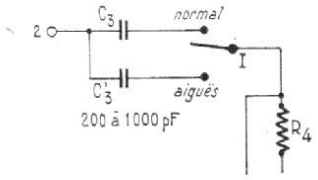


Fig. 3

que réglage afin d'avoir une idée précise de la position des curseurs des potentiomètres.

EMPLOI EN 2 D-3 D, etc.

Si les deux chaînes sont du genre de celle de la figure 1, notamment en ce qui concerne les dispositifs de tonalité, on pourra réaliser avec des sources mono, des auditions « en relief » en agissant sur les dispositifs de réglage basses et aiguës.

Sur une chaîne on poussera R_9 à fond pour l'obtention du maximum des basses et R_{11} pour le **minimum** d'aiguës et l'inverse sur l'autre chaîne, qui donnera ainsi le médium et les aiguës. Il est recommandé, dans ce cas, de prévoir un tweeter pour les aiguës. En général, un montage simple de tweeter dynamique consiste à le brancher en parallèle sur le dynamique principal en intercalant un condensateur de 2 à 4 µF pour « arrêter » les basses et le médium (voir figure 2).

De toutes façons, il faut monter des tweeters sur les deux chaînes pour la stéréophonie qui se manifeste le plus sur les notes hautes.

D'autres combinaisons de tonalité peuvent être obtenues avec deux chaînes par exemple, pour l'une, basses et aiguës et pour l'autre aiguës seules. Nous laissons au lecteur le soin de faire divers essais de ce genre.

Si nécessaire, pour l'obtention d'aiguës seules, on intercalera dans la liaison d'entrée PU, un condensateur de faible valeur. Nous montrons à la figure 3 le commutateur à monter. On peut aussi monter C_3' en série avec C_3 et le court-circuiter en position normale.

Remarquer que cette commutation agit aussi en position microphone.

AMELIORATIONS DES CIRCUITS DE TONALITE

Disons tout de suite qu'actuellement on trouve dans presque la totalité des préamplificateurs « non économiques » le dispositif de tonalité double de Baxandall avec contre-réaction de la plaque à la grille de V_{1B}. On le trouve aussi, d'ailleurs, dans des ensembles qui ne sont pas « de luxe ».

Cet emploi universel est dû à l'excellence des résultats obtenus, comme on peut le voir sur la figure 4 qui montre les gains et les atténuations atteints en poussant au maximum des potentiomètres comme R_9 et R_{11} de la figure 1.

Un seul inconvénient important est associé à l'introduction du circuit de Baxandall, l'atténuation globale à 1 000 c/s qu'il apporte et est de l'ordre de 20 décibels qui correspondent à une diminution du gain en tension de 100 fois. Il faut donc retrouver ce gain de 100 fois à l'aide d'un ou même deux étages préamplificateurs supplémentaires. Le plus souvent on ajoute deux étages, par exemple, l'un avant et l'autre après le circuit comme le montre la figure 5 Ce circuit possède un circuit de Baxandall, dont le système de tonalité d'aiguës ne comporte qu'une seule capacité de 47 pF au lieu de deux.

Le gain, qui serait plus élevé que 100 normalement avec les deux éléments triodes d'une ECC83 est réduit à cette valeur en raison des deux circuits de contreréaction.

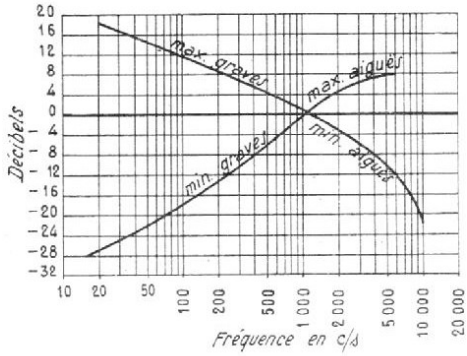


Fig. 4

Un premier circuit est sélectif et agit entre la plaque et la grille de V_{1A} avec deux cellules RC : 56 pF-950 kΩ et 320 pF-6,8 MΩ. Un second agit entre la plaque et la grille de V_{1B} par l'intermédiaire de certains éléments du dispositif de tonalité.

Les circuits analogues de la figure 1 sont la lampe V_{1B}, le dispositif de Baxandall et la lampe V_2, mais comme il n'y a pas de contreréaction, une seule lampe compense la diminution du gain. En effet, sans circuit Baxandall, on pourrait supprimer une des trois triodes du montage mais pas deux.

Comme on le constate, il est assez peu aisé d'introduire dans un préamplificateur existant, deux triodes et un certain nombre d'éléments RC. De plus, la réussite du montage n'est pas certaine et une mise au point laborieuse peut s'imposer. Nous pensons qu'il est plus simple de reconstruire toute la partie que nous avons qualifiée de « préamplificateur ».

Dans un ensemble BF, le préamplificateur fournit une tension de sortie comprise généralement entre 40 mV et 0,5 V.

Nous allons donc décrire un préamplifica-

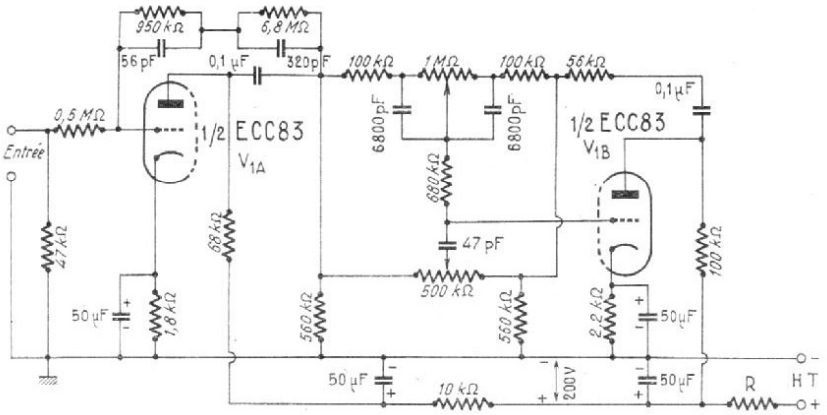


Fig. 5

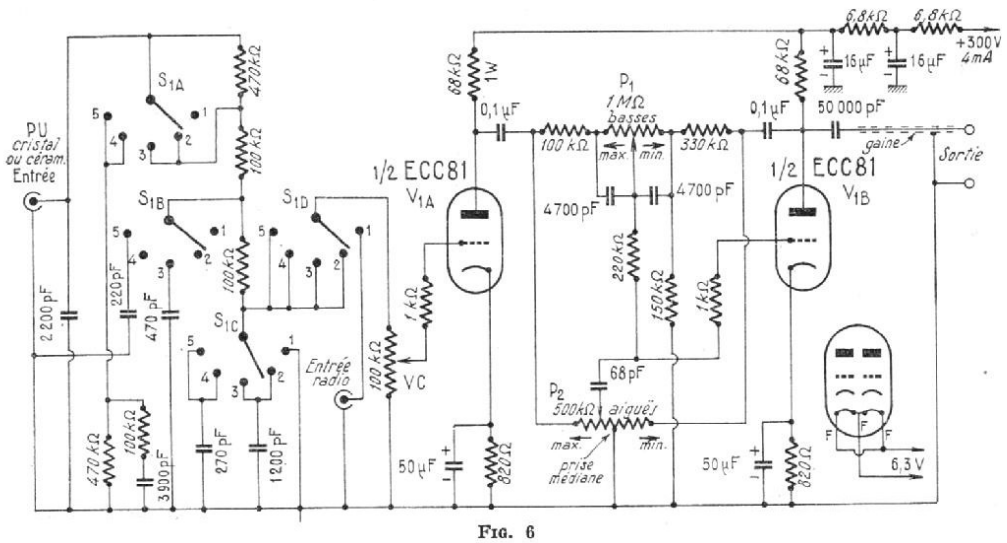


FIG. 6

teur très étudié dû à Baxandall. Il présente les mêmes avantages que le préamplificateur Audiomaster décrit dans notre précédent numéro spécial.

Le Baxandall a été établi justement pour être réalisé, mais il faut être, bien entendu, un technicien éprouvé pour le réussir car il est loin d'être simple.

PREAMPLIFICATEUR DE BAXANDALL

Une seule lampe est utilisée, une double triode ECC81 dont les deux moitiés du filament de 12,6 V sont montées en parallèle sur la source de 6,3 V. La consommation totale est de 4 mA sous 300 V (260 à la rigueur), ce qui permet de brancher ce préamplificateur sur l'alimentation d'un autre appareil sans le surcharger ni à la HT ni au filament (voir fig. 6).

A l'entrée, l'organe essentiel du montage est le commutateur S_{1A}-S_{1B}-S_{1C}-S_{1D} à 4 pôles et 5 directions :

1 : radio ;
2 : disques microsillons bon état ;

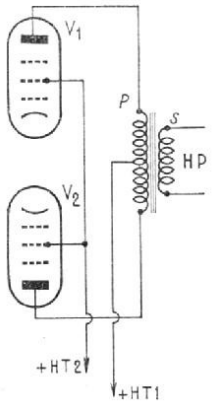


FIG. 7

3 : disques microsillons qualité médiocre ou usés ;
4 : disques 78 tours bon état ;
5 : disques 78 tours usés.

Une entrée radio attaque, en position 1, directement la grille de V_{1A}.

Entre les deux éléments de V_1 on a disposé le circuit de tonalité de cet auteur. Il présente la particularité d'une prise médiane au potentiomètre P_2 de réglage des aiguës. Le VC est est logarithmique tandis que P_1 et P_2 sont linéaires. Entre la plaque et la grille de V_{1B}, on a placé un circuit de contreréaction utilisant des éléments du dispositif de tonalité. La sortie est en fil blindé.

Avec un pick-up piezo ou céramique, on obtient à la sortie **jusqu'à 4 V de signal BF.**

Rappelons qu'avec les PU piezo ou céramique, la correction des disques microsillons est presque complètement réalisée sans circuit correcteur, mais les PU magnéto-dynamiques et ceux à réluctance variable exigent une correction.

Si la HT est bien filtrée et n'est que de 260 V, on pourra modifier ou supprimer les résistances du filtre réducteur du circuit + HT. Toutes les valeurs des éléments sont indiquées sur le schéma de ce préamplificateur.

Pour la stéréo, il faut évidemment deux préamplificateurs.

AUGMENTATION DE LA PUISSANCE FINALE

Bien qu'une puissance modulée de 3 ou 4 W permette de faire un bruit non négligeable, certains lecteurs voudront augmenter la puissance de sortie de leur amplificateur. La vraie raison plausible d'augmentation de la puissance modulée d'un amplificateur d'appartement est la suivante : plus la puissance est grande, moins il faut « pousser » le gain et on diminue ainsi la distorsion.

C'est dans cet esprit que nous indiquons, à l'aide d'un exemple, comment augmenter la puissance d'une manière simple.

Les opérations essentielles à effectuer sont les trois suivantes :

1° Remplacer la lampe ou les lampes finales par des lampes plus puissantes.
2° Réaliser une nouvelle alimentation fournissant le courant supplémentaire nécessaire.
3° Nouveau transformateur de sortie et HP plus puissant.

Voici quelques possibilités de remplacement de lampes par d'autres plus puissantes et ne nécessitant pas des modifications importantes du montage :

6AQ5 par 6V6 : ces deux lampes ont presque les mêmes caractéristiques, mais la seconde peut être alimentée sous une HT jusqu'à 325 V. Rien à modifier au montage, mais il faut que l'alimentation fournisse 300 à 325 V et 20 mA environ de plus. D'autre part, on réduira la HT à la valeur primitive pour le reste du montage et les écrans des 6V6.

6AQ5 ou 6V6 par 6L6 : la puissance peut atteindre 10 W. S'inspirer du schéma de l'étage final de la figure 1 à partir C_{13} non compris. Le transformateur de sortie doit être remplacé et l'alimentation sera analogue à celle de la figure 1 notamment le secondaire de 300 + 300 V 90 mA ou même plus.

Signalons qu'une source **certaine** de distorsions, lorsque la puissance est poussée, est la trop faible puissance alimentation. Par contre, si celle-ci est surabondante, la valeur de la HT appliquée étant respectée, la distorsion tend à diminuer. Signalons également que l'on pourra remplacer dans l'alimentation de la figure 1, la 5Y3 par une 5Z3 ou équivalente prévue pour 250 mA au lieu de 125 mA. On peut encore remplacer deux EL84 en push-pull par deux EL34 en reconstruisant l'étage final et les liaisons qui le précèdent et le suivent.

D'une manière générale, on procédera toujours de cette manière en s'inspirant des nombreux schémas que nous avons publiés dans ces colonnes. La transformation d'un étage final à lampe unique en étage final push-pull exige une transformation importante qui sort du cadre d'une simple modernisation. Remarquer qu'avec une bonne contreréaction, il est possible d'obtenir la haute fidélité même avec une lampe unique en étage final.

AMELIORATION DES CIRCUITS DE SORTIE

La plus importante amélioration du circuit de sortie, outre le remplacement de la lampe finale qui a été indiqué plus haut, est le remplacement du transformateur de sortie, non seulement par un modèle plus puissant éventuellement, mais aussi de **qualité supérieure.**

On constatera très souvent que même avec un dynamique de prix modéré, la qualité de reproduction est considérablement augmentée.

De plus, un transformateur de sortie possède plusieurs prises au primaire et au secondaire permettant toutes sortes de modifications de l'étage final et le remplacement ultérieur

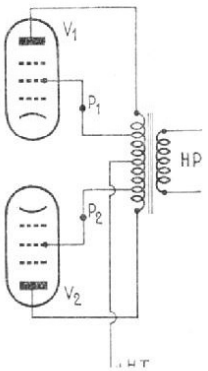


FIG. 8

du dynamique existant par un modèle plus puissant et de qualité supérieure.

Il faut noter que le transformateur de sortie de qualité coûte au moins quelques dizaines de nouveaux francs, mais on gagne des basses et des aiguës qu'un transfo ordinaire ne transmet parfois que modérément.

Nous conseillons l'achat d'un transformateur à plusieurs prises au primaire pour impédances plaque à plaque de 10 000, 6 000 et 4 000 Ω et prises d'écrans pour le montage ultra-linéaire. Au secondaire, on prévoira des prises 0-2-4-8-16 Ω et si possible 500 Ω.

Supposons que l'on possède un dynamique de 4 Ω et que l'on veuille monter un second HP de 4 Ω également. On les branchera alors en série sur les prises 0-8 Ω ou en parallèle sur les prises 0-2 Ω, la première solution étant parfois préférable.

Il est déconseillé de brancher un ensemble de haut-parleurs en parallèle entre deux prises autres que 0, par exemple entre 2 et 4 Ω, car le fil de l'enroulement 2-4 est parfois plus fin que celui de l'enroulement 0-2 et n'est pas prévu pour un courant BF élevé, ce qui est le cas dans le branchement de plusieurs haut-parleurs. Attention aussi aux impédances. Entre les prises 2 et 4 Ω, l'impédance est très

inférieure à 4-2 = 2 Ω. Une autre amélioration intéressante du circuit de sortie est l'emploi d'un groupe de plusieurs haut-parleurs : un pour les basses, un pour le médium et un ou deux tweeters pour les aiguës. Pour obtenir

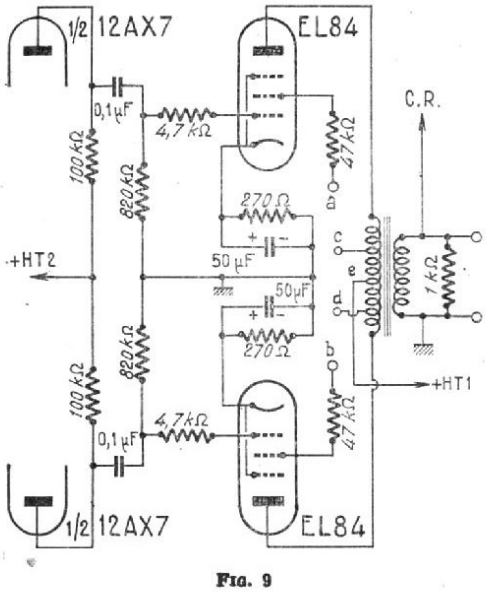


FIG. 9

de bons résultats, il faut se procurer dans le commerce un ensemble complet, généralement assez cher, comportant le transformateur de sortie, les filtres : passe-bas, passe-bande et passe-haut, et bien entendu les haut-parleurs dont les courbes de réponse et les impédances des bobines mobiles correspondent aux caractéristiques des autres éléments de l'ensemble. Les filtres comportent des condensateurs de forte valeur et des self-inductions, c'est-à-dire des bobines dont la construction est délicate. On a donné maintes fois les caractéristiques de ces filtres dans nos colonnes, mais le travail d'amateur ne peut conduire à des résultats vraiment sensationnels.

Plus simplement, on adjoindra un ou deux tweeters au HP normal de l'amplificateur qui, lui-même, doit transmettre de 20 (ou 50) c/s à 8 000 c/s ou plus. Pour le tweeter, on intercalera 2 à 4 µF comme indiqué plus haut dans cette même étude (fig. 2).

MONTAGE ULTRALINEAIRE

Il s'agit de la contreréaction par les écrans des lampes finales. La figure 7 montre le montage normal et la figure 8 celui avec contreréaction de ce genre. Il s'agit de débrancher les écrans des deux lampes en push-pull V_1 et V_2 de la ligne + HT 2 (tension inférieure à celle de la ligne + HT1 alimentant les plaques) et de les connecter aux prises symétriques, prévues sur certains transformateurs de sortie pour ce branchement.

On réduit ainsi la distorsion totale du dernier étage uniquement.

Voici, à titre d'exemple, le montage ultralinéaire de deux EL84 en push-pull dont nous donnons le schéma à la figure 9. Ces lampes sont précédées des deux éléments triodes d'une 12AX7 également en push-pull. Il y a contreréaction entre le secondaire du transformateur de sortie et la cathode de la EF86 qui précède la 12AX7.

Sur le schéma nous avons indiqué les points a à e. En montage normal a, b et e sont reliés ensemble, tandis qu'en montage ultralinéaire les branchements sont a-c, b-d. Un commutateur passant de l'un à l'autre montage peut être prévu.

Voici les différences des performances entre les deux montages au tableau I.

La prise d'écran est à 43 % à partir de la prise médiane par rapport à l'extrémité du primaire. On peut réduire ou augmenter la contreréaction ultralinéaire en modifiant les résistances d'écran, l'emplacement de la prise. Une contreréaction sélective peut être obtenue en shuntant les résistances d'écran ou les fractions de transformateur entre prises, mais ces modifications ne peuvent être entreprises qu'avec des appareils de mesure indiquant les corrections obtenues dans chaque essai. Le technicien pourra essayer ces montages pour corriger son ensemble BF.

AMELIORATION DES SOURCES D'ENTREE

Les plus intéressantes sont celles concernant les pick-up et les circuits adaptateurs de diverses sources : micro, radio, pick-up piezo ou céramique, pick-up à réluctance variable, pick-up magnétodynamique.

La figure 10 donne le schéma d'un préamplificateur à une seule lampe EF86 à placer devant un amplificateur convenant normalement à l'attaque par une source radio ou pick-up piezo ou céramique.

Avec toutes les sources, la tension de sortie est de 40 mV. Ce préamplificateur permet de corriger dans les six cas du tableau II.

Dans le schéma de la figure 10, la partie à droite commençant au point a' doit être supprimée si l'appareil qui suit ce montage possède un correcteur basses-aiguës de ce genre.

REFERENCES

1. Amplificateur figure 1 à lampe 6L6 : schéma proposé par la R.C.A. (R.C.A. Receiving tube manual Technical, séries RC 20).

2. Courbes de la figure 4 : celles d'un dispositif Baxandall incorporé dans le préamplificateur de la figure 5.

3. Préamplificateur figure 5 : proposé par G. Slot dans l'ouvrage « Du microphone à l'oreille » (Bibl. techn. Philips, série vulgarisation).

4. Montage adaptateur et préamplificateur figure 6 : P.S. Baxandall Lowcost High Quality Amplifier, édité par Wireless World et Iliffe, Londres.

5. Préamplificateur à plusieurs entrées figure 10 : brochure de La Radiotechnique « Stéréophonie haute qualité ».

TABLEAU II

Entrée	Contacteur I_1-I_2 (n°s)	Correction
Radio	1	radio, PU piezo ou céramique
Micro	2	microphone
PU magnétodynamique ..	3	PU disques microsillons
« « ..	4	« « 78 t/mn
PU réluctance variable ..	5	« « microsillons
« « « ..	6	« « 78 t/mn

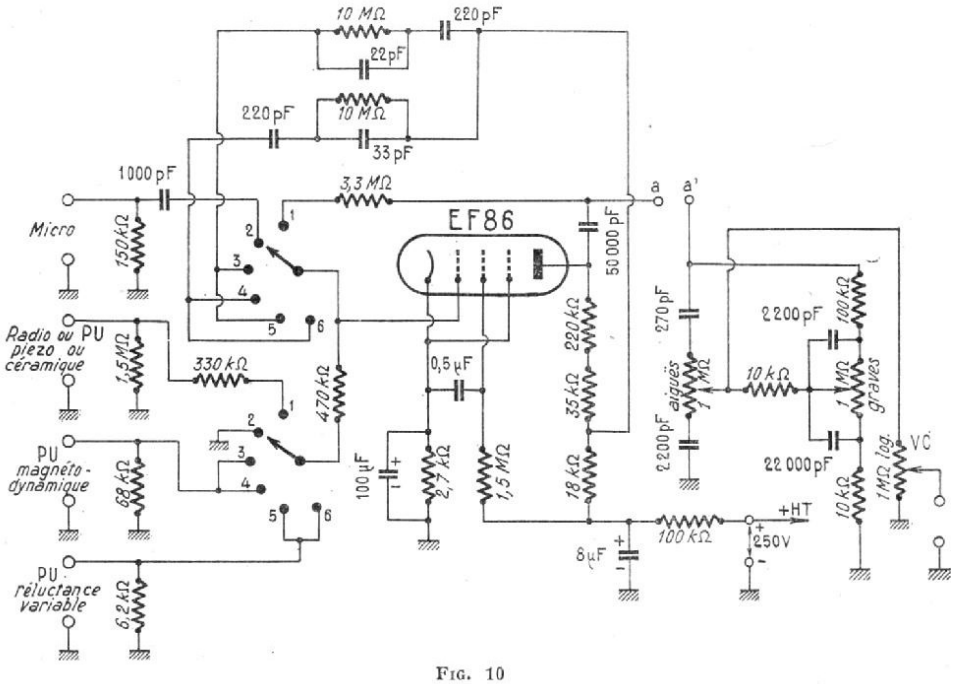


FIG. 10

TABLEAU I

Type de montage	Normal	Ultralinéaire
Puissance modulée	10 W	10 W
Puissance surchargée (pointes)	14 W	14 W
Distorsion harmonique à 1 000 c/s avec P = 10 W	0,3 %	0,1 %
Distorsion d'intermodulation avec P = 10 W 40 c/s-10 kc/s, rapport 4/1	2 %	1 %
Distorsion d'interférence avec P = 10 W 9 kc/s et 10 kc/s, 14 kc/s et 15 kc/s ..	0,25 % 0,4 %	0,25 % 0,35 %

UN ENSEMBLE AMPLIFICATEUR ET PRÉAMPLIFICATEUR DE GRANDES PERFORMANCES :

Le RL 10

CET ensemble a été conçu dans un but professionnel. L'amplificateur, par exemple, pourrait très bien être utilisé comme amplificateur résolver en radar.

Le matériel employé est également de qualité professionnelle. Nous avons vu avec satisfaction que toutes les résistances sont du type « à couche », les supports de tube en stéatite, les tôleries cadmiées et bichromatées.

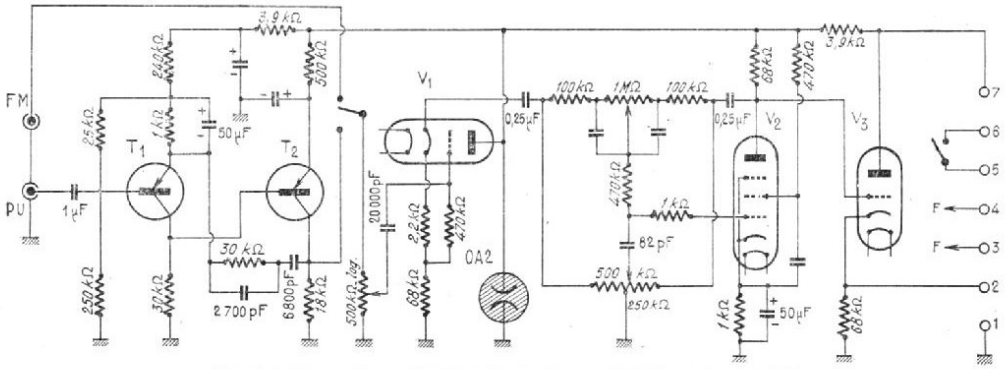


FIG. 1 : $T_1 = T_2 = OC75$; $V_1 + V_3 = 12AX7$; $V_2 = EF86$

L'ensemble doit donc assurer un très long service sans que l'utilisateur n'ait à déplorer les pannes ou les déréglages qui ne manquent jamais de se produire lors du vieillissement dans les appareils « grand public ».

DESCRIPTION

L'ensemble comprend :

1° Le préamplificateur pouvant être attaqué par une table de lecture, un tuner FM, le son de la télévision, un enregistreur magnétique ou un microphone. Il comporte toutes les commandes.

2° L'amplificateur de puissance qui ne comporte aucune commande et peut être placé très loin de l'amplificateur.

3° L'enceinte acoustique qui est normalement un baffle Elipson équipé d'un haut-parleur Supravox.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Conditions de mesures

Potentiomètre de puissance au maximum.
Potentiomètre basses et aigus sur zéro.
Amplificateur chargé par une résistance pure de 800 Ω.

Résultats

Bande passante : 20 à 40 000 Hz à 3 dB.
Rapport signal sur bruit : sur PU, 77 dB ; sur radio, 80 dB.
Sensibilité pour une puissance de sortie de 10 W : sur PU, 7 mV à 1 000 Hz ; sur radio, 250 mV.

CARACTERISTIQUES DE L'AMPLIFICATEUR

Chargé par une résistance pure de 800 Ω.
Puissance de sortie (D < 0,8 %) : 10 W (90 V).
Bande passante : 10 Hz à 3 MHz à 3 dB.
Impédance d'entrée : 1 MΩ.
Facteur de CR (gain de boucle) : 100 ou 40 dB.

CARACTERISTIQUES DU PREAMPLIFICATEUR

Impédance d'entrée : sur radio, 1 MΩ ; sur PU, 50 kΩ.
Courbe RIAA à ± 1 dB.

Action des potentiomètres « graves et aigus » : à 30 Hz, + 23 dB — 19 dB ; à 10 KHz, + 22 dB — 18 dB.
Impédance de sortie : 200 Ω.

NOTES CONCERNANT L'ENCEINTE ACOUSTIQUE

Cette enceinte acoustique, sans doute l'une des meilleures réalisations françaises dans ce domaine, ne le cède en rien au reste de la chaîne.

Son HP étudié spécialement par Supravox possède une bande passante très étendue vers les fréquences élevées.

L'enceinte parfaitement accordée restitue des basses d'une très belle ampleur et absolument exemptes de résonances.

Le réflecteur d'aigus permet la mise en valeur de la bande passante du HP.

PARTICULARITES DU SCHEMA

1° **Le préamplificateur :** l'entrée PU attaque un ensemble de deux transistors à liaison directe. Deux réseaux semi-intégrateurs assurent une contre-réaction sélective qui permet d'obtenir une courbe de réponse suivant la norme RIAA. L'impédance d'entrée est fortement augmentée par la contre-réaction de tension et de courant.

Un commutateur permet de choisir, soit la tension de sortie de l'amplificateur à transistors, soit la tension fournie par un tuner AM ou FM. Ces tensions alimentent le potentiomètre de puissance et sont, une fois dosées, envoyées vers le correcteur du type Baxandall. Deux étages cathode follower sont prévus, l'un pour attaquer le filtre Baxandall, l'autre pour la sortie à basse impédance.

Un étage stabilisateur de tension équipé d'un OA2 permet d'éviter les oscillations TBF.

2° **L'amplificateur :** du type push-pull, cet amplificateur comporte plusieurs particularités :

— l'alimentation s'effectue à l'aide de diodes à jonction, dont les avantages ne sont plus à démontrer ;

— les écrans des tubes de puissance comportent chacun leur alimentation séparée (équipée de diodes à jonction également), ce système permettant d'obtenir la puissance maximum et un taux d'intermodulation très bas. Le push-pull, dont l'attaque est assurée par une triode montée en déphaseuse cathodyne, est automatiquement équilibré et le demeure lors du vieillissement des tubes ;

— la contre-réaction dont le facteur est très grand (40 dB) reste très bien définie à toutes les fréquences, grâce à l'absence de transformateur de sortie et à la triode cathode follower de l'entrée.

CONCLUSION

A l'écoute, nous avons constaté une absence totale de bruits parasites, de distorsions, d'intermodulation, et surtout ce naturel dans les basses, caractère des amplificateurs passant les fréquences très basses. Ceci s'explique par le fait que l'oreille (quoi qu'on en dise) est sensible à la phase des harmoniques, lorsque la fréquence fondamentale est très basse.

L'ensemble est très agréable à manier, et de présentation très sobre ; il doit pouvoir se loger facilement dans n'importe quel mobilier.

La forme, très fonctionnelle (même futuriste) du baffle, peut choquer certaines personnes. Mais beaucoup s'habitueront à son aspect et l'apprécieront.

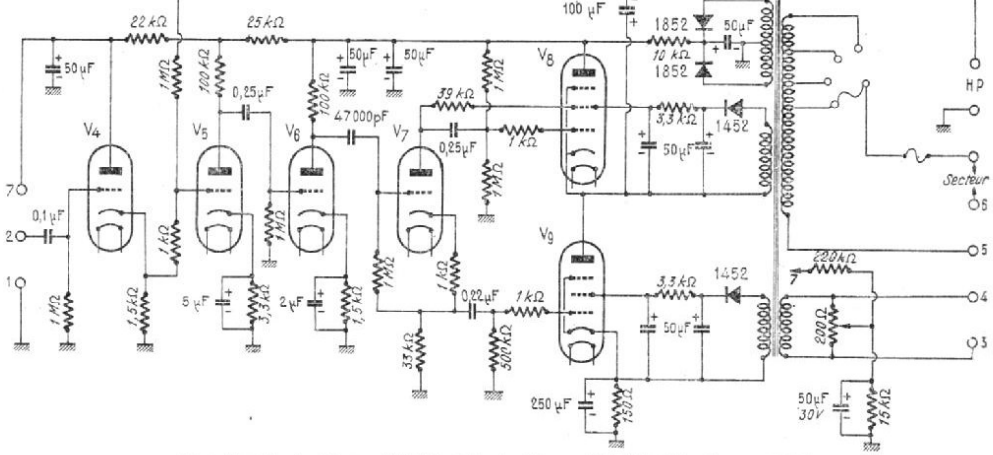


FIG. 2 : $V_4 + V_5 = 12AX7$; $V_6 + V_7 = 12AX7$; V_8, $V_9 = EL86$

Nous ne pouvons donc qu'encourager ce constructeur qui a su choisir une solution professionnelle à la reproduction Haute Fidélité, sans toutes les « tricheries techniques » qui accompagnent généralement les réalisations commerciales en ce domaine, d'autant plus que les prix restent très compétitifs.

J. REMY.

Constructeur : S.E.E., 17, rue du Lunain, Paris-16e. Tél. : PORt-Royal 99-47.

LE DÉPANNAGE RAPIDE DES INSTALLATIONS HI-FI

LES installations musicales dites à « haute-fidélité », c'est-à-dire, tout au moins, de « qualité », sont de plus en plus répandues ; mais cette qualité même ne peut être maintenue constamment sans quelques précautions d'entretien, des mises au point et des réparations plus ou moins importantes. Les résultats ne peuvent être absolument satisfaisants que si tous les paramètres des différents éléments de l'installation sont réglés avec précision, d'où la nécessité, bien souvent, d'une vérification partielle ou générale, même lorsqu'il ne se produit pas un trouble nettement caractérisé.

La mise au point et le réglage des éléments de ces installations et, en particulier, des préamplificateurs et des amplifiacteurs sont analogues à ceux que l'on envisage dans les appareils « moyens » ; mais, il y a, cependant, des différences qui méritent d'être précisées.

L'ESSAI DES AMPLIFICATEURS

Comme l'ont déjà montré de nombreux articles de cette revue, le meilleur moyen d'étudier les installations sonores consiste à utiliser un oscilloscope cathodique ; avec un peu d'expérience, l'œil peut discerner sur l'écran fluorescent exactement ce que l'oreille entend ou entendra. Pourtant le signal sonore correspondant à l'audition musicale habituelle est généralement beaucoup trop complexe pour permettre l'analyse visuelle de la forme de la courbe représentative.

C'est pourquoi, dans les opérations de mesure, on utilise toujours des signaux sinusoïdaux stables ou une combinaison simple de signaux sinusoïdaux transmis à l'amplificateur BF, le signal de sortie est ensuite étudié de façon à faire apparaître les caractéristiques présentant une importance pour l'audition musicale. Les caractéristiques du signal sont ensuite observées directement sur la courbe tracée sur l'écran de l'oscilloscope, ou mesurées à partir du signal lui-même à l'aide d'instruments convenables.

Un certain nombre de mesures sont nécessaires pour s'assurer que l'installation se trouve réellement dans des conditions normales de fonctionnement ; un essai auditif superficiel ne permet pas de connaître la vraie qualité sonore d'un amplificateur Hi-Fi, pour tous les types de reproduction sonore. Nous avons déjà donné à ce sujet des indications précises.

Un amplificateur peut être réparé, ou mis au point superficiellement, et ne pas être encore en état de fonctionnement à son niveau optimum. Il peut y avoir certains défauts de fonctionnement qui apparaissent seulement pour certains types de sons, de même qu'une sensation de fatigue auditive après une certaine durée d'audition.

Après la remise au point ou la réparation d'un amplificateur, même si celui-ci peut paraître superficiellement en état de fonctionnement, il est toujours rationnel de contrôler les caractéristiques suivantes :

1° La réponse en fréquence, avec le contrôle de tonalité en position linéaire et aux positions extrêmes ;

2° La distorsion harmonique, avec le contrôle de tonalité dans la position de réponse linéaire ;

3° La puissance maximale de sortie ;

4° Le niveau des bruits.

Les valeurs normales de ces caractéristiques sont connues d'après la notice du constructeur, ou peuvent être déterminées d'une manière approximative, en connaissant simplement la catégorie de l'amplificateur considéré. Si les valeurs trouvées se rapprochent des valeurs normales, l'amplificateur peut être considéré réellement en bon état de fonctionnement. Nous donnons ainsi sur le tableau 1 les caractéristiques normales qui peuvent servir de guide approximatif pour cette opération.

Pour effectuer ces contrôles, il faut un certain nombre d'appareils que l'on peut, d'ailleurs, quelquefois simplement se faire prêter par un ami complaisant ; mais qui existent dans tous les outillages de ceux qui veulent mettre au point ou construire du matériel BF.

Les éléments de base utiles pour ce travail sont un contrôleur universel ou volt-ohm-milliampèremètre, un générateur BF à signaux sinusoïdaux de 20 à 20 000 c/s ou avec une gamme de fréquences encore plus étendue, et à faible distorsion. Il faut aussi un voltmètre électronique d'une sensibilité minimum de 30 millivolts pour la déviation totale de l'échelle, ou encore plus sensible, et un oscilloscope d'une sensibilité minimum de 0,02 volt par mm, pour la déviation totale, et une gamme de fréquences verticale minimale de 15 à 100 000 c/s et, enfin, si possible, un distorsiomètre (fig. 1).

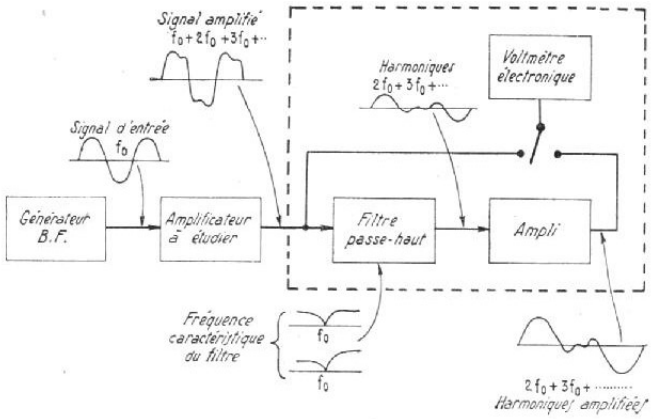


FIG. 1. — *Disposition schématique d'une installation d'essai d'un amplificateur*

Mais, l'analyseur de distorsion harmonique n'est pas heureusement absolument nécessaire, puisque la distorsion peut être observée visuellement sur l'écran de l'oscilloscope et, en fait, avec un peu d'expérience, on peut détecter une distorsion harmonique inférieure à 2 % sur l'oscilloscope. Le distorsiomètre pourra être utilisé plutôt pour obtenir des mesures quantitatives.

LA MANIERE PRATIQUE D'OPERER

L'étude sur l'oscilloscope d'un amplificateur BF est une opération connue, sans doute, mais sur laquelle il serait bon de revenir encore, car elle n'est pas toujours suffisamment étudiée par les électroniciens de « la nouvelle vague ».

Supposons, par exemple, dans l'installation, une distorsion excessive des sons dans le haut-parleur pour les niveaux moyens et assez élevés. Le défaut ne se trouve pas dans les éléments d'entrée, le haut-parleur et les câbles de liaison sont vérifiés, en démontant les câbles de sortie des bornes de l'amplificateur, et en les reliant par l'intermédiaire d'un transformateur d'adaptation, si cela est nécessaire, aux bornes de sortie d'un générateur à une fréquence de 4 000 à 1 000 c/s. Si le son est acceptable et, bien que cet essai soit élémentaire, cela montre, tout au moins, que le défaut provient de l'amplificateur lui-même.

Pour effectuer la vérification, faire la mise au point et la réparation, s'il y a lieu, les bornes d'entrée et de sortie doivent être déconnectées, et l'amplificateur est complètement séparé du reste de l'installation.

On vérifie, d'abord, les différentes hautes tensions pour contrôler la possibilité d'une distorsion provenant de l'alimentation et des circuits de découplage. Avec le voltmètre, on vérifie la tension à la sortie de la valve de redressement, des condensateurs de filtrage, et de découplage électro-chimiques (fig. 2).

Supposons que toutes les vérifications montrent un état normal ; la distorsion excessive peut alors être due à un certain nombre de défauts dans les circuits de l'amplificateur parcourus par le signal amplifié. La meilleure méthode consiste à utiliser le procédé dynamique ou « signal-tracing », en suivant le trajet du signal depuis le circuit d'entrée jusqu'au point où la distorsion se produit effectivement.

TABLEAU I

Les caractéristiques normales admises au cours de l'examen d'un amplificateur Hi-Fi

Caractéristiques	Signal entrée	Signal sortie	Limites admises	
			Bonne reproduction	Reproduction acceptable
Réponse en fréquence	Courbe sinusoïdale stable	Courbe sinusoïdale stable	20-14 000 c/s	40-10 000 c/s
Sortie à la puissance maximale	Courbe sinusoïdale stable	Courbe sinusoïdale stable	Dépend de l'amplificateur 50-10 watts, par exemple	
Niveau du bruit	Pas de signal	Ronflement ou bruits irréguliers	— 60 dB au-dessous de la sortie totale	— 50 dB au-dessous de la sortie totale
Distorsion harmonique	Forme sinusoïdale stable	Fondamentale plus harmoniques	1 % au total d'harmoniques	2,4 % au total

Cette méthode peut être beaucoup plus rapide pour la détermination des troubles et des défauts des tubes que l'emploi des lampemètres; mais il est pourtant toujours recommandable de vérifier tous les tubes, sinon les transistors utilisés, de façon à remplacer ceux qui paraissent déficients ou qui sont suspects.

Un générateur BF réglé pour une fréquence de l'ordre de 1 000 c/s et une amplitude d'environ 2 volts, peut être relié directement à l'entrée à niveau élevé de l'amplificateur sans dispositif spécial d'adaptation d'impédance, puisque l'impédance d'entrée de l'amplificateur sur cette prise, est de l'ordre de quelques centaines de milles ohms. Un haut-parleur ou une résistance de 6 à 8 ohms — 10 watts, est relié aux bornes de sortie de l'appareil pour assurer un montage convenable de sortie.

Le signal est ensuite envoyé dans le circuit et on observe avec l'oscilloscope la courbe correspondante ; cela permet de vérifier le niveau, le gain dans chaque étage et les variations de la distorsion.

Avec un signal de 2 volts à l'entrée et le contrôleur de volume sonore à sa position normale, on pourra ainsi obtenir, par exemple, un signal de 0,25 volt sur la grille de la lampe d'entrée V_2A. Le gain dans cet étage sera, par exemple, de 18 dB et le signal sur la plaque de ce même tube sera ainsi de 2 volts sans distorsion visible.

L'atténuation produite dans le circuit de contrôles de tonalité et de l'ordre de 20 dB donnera un signal de 0,2 volt sur la grille de la deuxième lampe V_2B, avec encore une distorsion à peu près invisible sur l'écran de l'oscilloscope.

L'étage suivant pourra avoir un gain de 24 dB et, par conséquent, le signal obtenu sur la grille du tube « driver » sera de 3,2 volts. En contrôlant la sortie de l'étage « driver », il est nécessaire de tenir compte des effets de la contre-réaction. Le reste du circuit, après le deuxième tube V_2B, est soumis au circuit de contre-réaction et, par suite, la distorsion recueillie à la sortie est ramenée vers le montage de l'amplificateur par la connexion de contre-réaction. Il est donc nécessaire, pour la vérification, de déconnecter cette liaison de contre-réaction et de réduire le niveau provenant du générateur pour obtenir en BF une valeur de 0,5 volt approximativement, sur la grille du tube driver.

Supposons maintenant le niveau du signal sur la grille de l'étage d'amplification de puissance V_4 d'environ 10 volts et sans distorsion. Ensuite, nous nous apercevons que sur la grille du deuxième tube amplificateur de puissance il y a des écrétages des « pointes » positives du signal. En observant les signaux appliqués sur les plaques des tubes amplificateurs de puissance, nous constatons que la forme des courbes de l'oscillogramme sur la plaque du tube V_4 est arrondie et non sinusoïdale d'un côté, ce qui indique une polarisation négative trop forte, tandis que la plaque du tube V_5 nous donne le signal de grille amplifié.

LA DETECTION DE LA PANNE

Pour détecter la cause effective du trouble produit dans ce circuit, il est maintenant nécessaire d'utiliser un voltmètre pour contrôler les tensions sans appliquer de signal audible. Mais il est préférable d'utiliser un voltmètre électronique pour éviter les erreurs dans les circuits à haute impédance lorsqu'on mesure les tensions de grille.

Supposons ainsi que ces mesures nous montrent la grille de V_4 au potentiel de la masse, la grille de V_5 au potentiel + 10 volts et la connexion de cathode commune au potentiel + 17 volts.

La cause de la panne est alors évidente. Il s'agit de la résistance de fuite du condensateur de couplage de 0,05 µF reliant l'inverseur de phase à la grille de V_5, et dont la valeur a été réduite à environ 10 kΩ. Il en résulte une tension positive de polarisation sur la grille de V_5, et un déséquilibre de l'amplificateur de puissance.

Cette déficience produit, en réalité, trois effets nuisibles :

a) Une polarisation négative trop faible est appliquée sur le tube V_5 et détermine une dissipation de plaque trop élevée ;

b) Une polarisation négative trop grande est appliquée sur V_4 et amène ce tube à fonctionner sur un point incorrect de sa caractéristique, ce qui produit une distorsion ;

c) La tension continue appliquée par l'intermédiaire du transformateur de sortie est déséquilibrée ; il en résulte une distorsion par suite des effets de saturation du noyau magnétique.

Pour corriger ce défaut, le condensateur est remplacé et les signaux sur les plaques de V_4 et de V_5 sont à nouveau observés pour être certain qu'ils ont maintenant une forme normale. La liaison de contre-réaction est de nouveau connectée, le niveau du signal produit par le générateur est élevé à 2 volts, et on fait, à nouveau, une mesure totale de l'ensemble depuis l'entrée jusqu'à la sortie. Le distorsiomètre est encore employé, si possible, pour des mesures plus précises, de façon à être sûr qu'il n'y a pas de déséquilibre plus minime ou des distorsions. Si la distorsion harmonique trouvée est inférieure à 2 %, l'amplificateur est bien revenu à ses conditions de fonctionnement initiales.

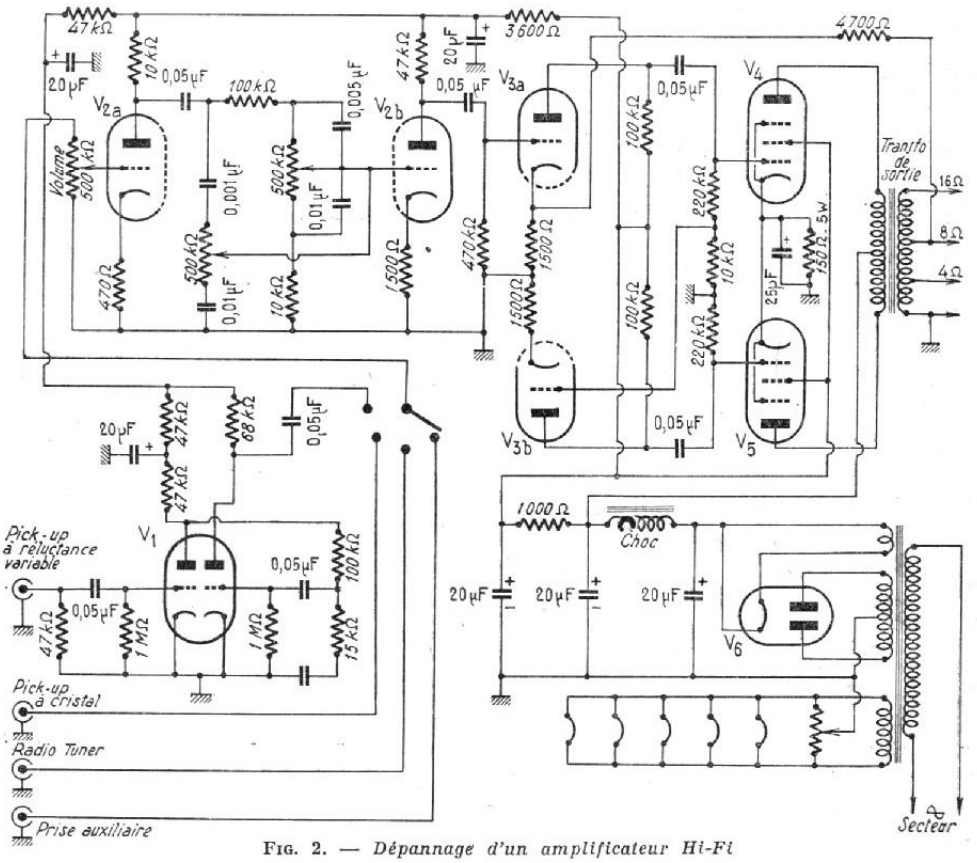


FIG. 2. — *Dépannage d'un amplificateur Hi-Fi*

LES PARTICULARITES EN HI-FI

Une fois l'amplificateur réparé, il est désirable d'effectuer des essais additionnels pour s'assurer que le fonctionement est normal sous tous les rapports. Des mesures rapides sont effectuées pour contrôler la réponse en fréquence, avec le contrôle de tonalité à la position linéaire, et aux positions extrêmes les niveaux de bruit et de ronflement et, au maximun de puissance de sortie, pour contrôler qu'il n'y a pas de distorsion visible sur l'écran de l'oscilloscope.

Une perte excessive dans un condensateur de liaison plaque-grille, cause rarement des troubles importants dans un amplificateur ordinaire, parce que le courant du tube augmente automatiquement et règle ainsi la polarisation cathodique suivant la tension de fonctionnement convenable. Cependant, dans un montage d'amplificateur en push-pull, il est nécessaire d'utiliser une résistance de cathode commune pour maintenir l'équilibrage dans des conditions normales, et des pertes excessives dans les circuits de ce genre produisent des déséquilibres.

Dans l'exemple choisi, le défaut s'est produit sur la plaque du tube de l'amplificateur V_4 ; mais, pourtant, il apparaît sur la grille de l'étage V_5. Il y a souvent des cas où un défaut apparaissant ainsi en un point d'un circuit est détecté, soit sur le circuit de la grille précédente, soit sur le circuit de plaque suivant. Dans ce cas particulier, le défaut peut avoir été détecté plus rapidement, en partant non de l'entrée, mais de la sortie de l'appareil et en contrôlant les éléments en se rapprochant de l'entrée. Mais la méthode est, en fait, si rapide qu'il y a peu de temps perdu, et il est préférable d'adopter un procédé de routine toujours le même.

Lorsque le niveau du bruit est mesuré dans les circuits à faible niveau, l'impédance à l'entrée est spécialement importante, puisque le bruit à l'entrée est souvent transmis à travers cette impédance. Le niveau du signal dans le circuit doit aussi être considéré avec soin, puisque toute distorsion apparente dans le circuit peut être le résultat d'une surcharge des étages due à un trop haut niveau du générateur BF.

Ce fait est spécialement important pour vérifier les éléments du circuit qui comportent une compensation de réponse en fréquence, tels que les préamplificateurs des pick-up magnétiques, et les circuits de contrôle de tonalité ; un niveau de signal ne produisant pas de surcharge pour une fréquence déterminée peut en déterminer pour une autre fréquence.

La surcharge peut aussi produire un niveau de sortie incorrect apparent lorsqu'on mesure la fréquence et la réponse en amplitude de circuits équilibrés.

H. P.

SACHONS CHOISIR
NOTRE CHANGEUR AUTOMATIQUE DE DISQUES

(*Suite de la page 26*)

Une autre intéressante disposition consiste à prévoir un court-circuit électrique automatique de la tête lectrice sur l'appareil durant les opérations mécaniques de changement des disques ; cela évite, en effet, que de nombreux grondements, claquements, ou bruits peu plaisants ne soient reproduits par le haut-parleur à ces moments-là. Bien entendu, le fonctionnement des organes mécaniques durant cette opération doit être aussi silencieux que possible ; cela ne doit pas évoquer la machine à battre le blé de nos campagnes !

Un inconvénient des changeurs de disques se manifeste à l'audition des disques « long playing » de musique symphonique ou opéra. En effet, après l'écoute de la face 1, la suite se trouve sur la face 2 du même disque... Or, un changeur ne retourne pas les disques ! Il faut alors l'utiliser comme un tourne-disques individuel ordinaire.

Les changeurs de disques modernes sont des appareils précis et souvent très ingénieux, réalisant automatiquement un nombre important de fonctions, et ce, il faut bien l'admettre, pour un prix relativement bas. Certains peuvent être utilisés avec une chaîne à haute fidélité, toutefois avec les réserves que nous avons faites précédemment. Quelques modèles peuvent encore présenter des insuffisances, des maladies de jeunesse — comme on dit — mais leurs qualités doivent compenser largement ces insuffisances. (*Adapté de Stereo /Hi-Fi Directory* 1962.)

PRÉAMPLIFICATEUR BICANAL

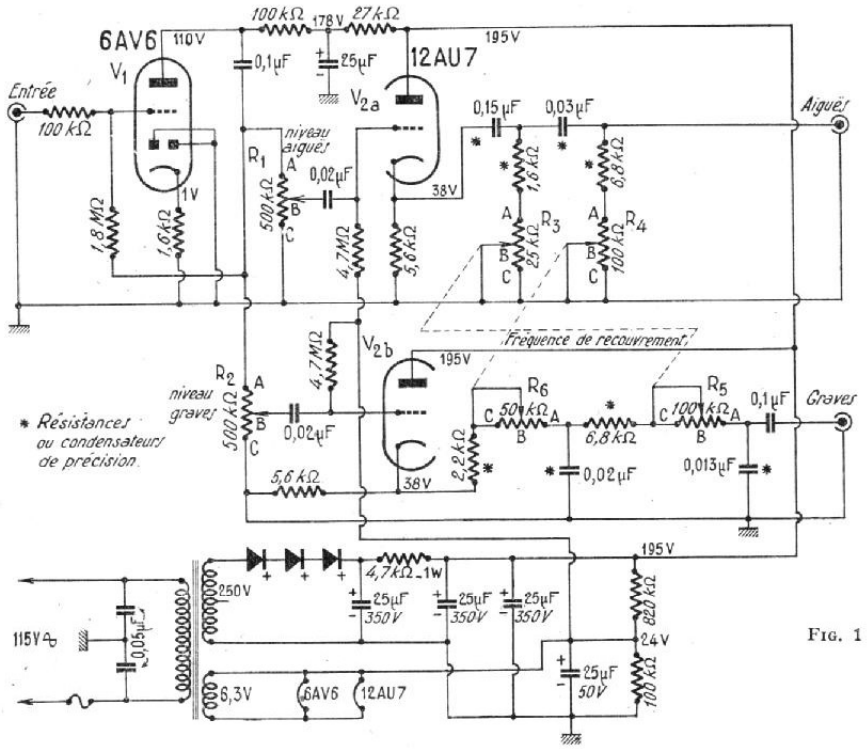


FIG. 1

LORSQUE l'on utilise plusieurs haut-parleurs destinés à reproduire une gamme de fréquences déterminée, ils doivent être alimentés par des filtres spéciaux présentant l'inconvénient de ne pas être réglables et de ne pas permettre de modifier la fréquence de recouvrement. Pour y remédier, un préamplificateur à faible niveau appelé « Van-Amp » a été conçu outre-Atlantique. Il permet d'alimenter deux amplificateurs BF de puissance, l'un reproduisant les fréquences les plus élevées et l'autre les fréquences les plus basses. La fréquence de recouvrement est réglable par potentiomètre.

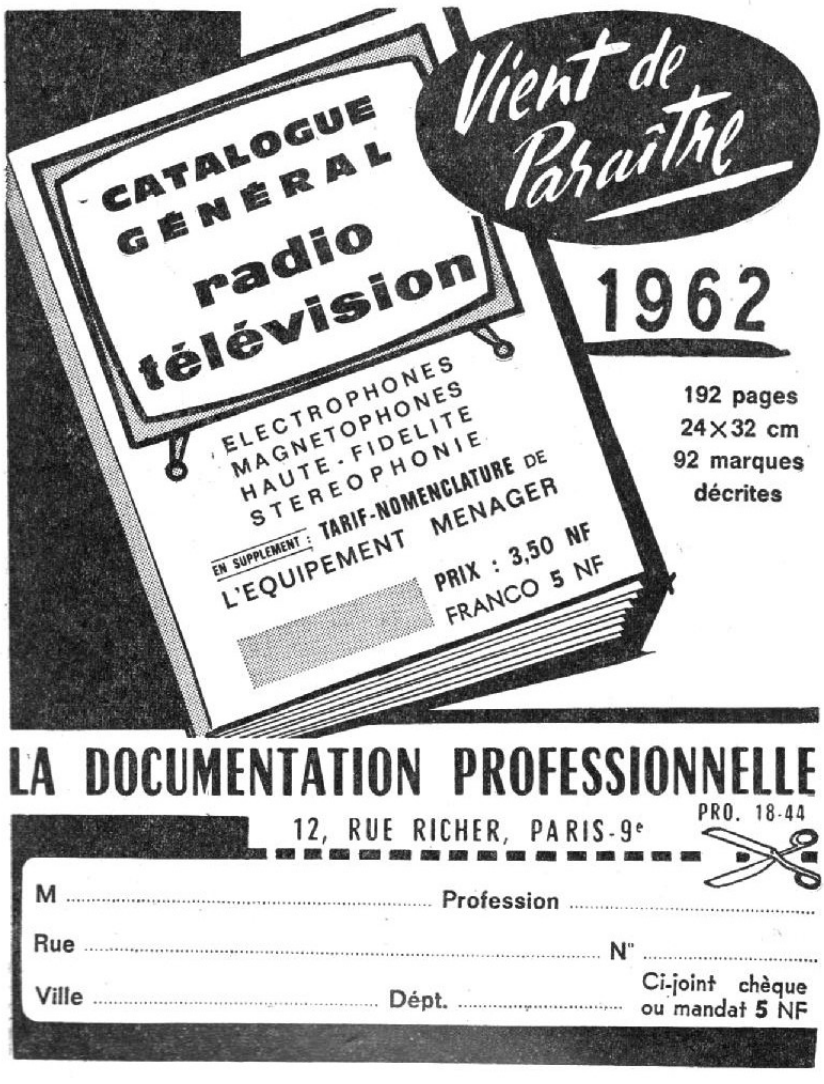
Le schéma complet du préamplificateur est indiqué par la figure 1. Cet ensemble est disposé entre un premier préamplificateur et les amplificateurs de puissance alimentant les haut-parleurs spécialement conçus pour reproduire les fréquences correspondantes. La fréquence de recouvrement peut être modifiée de 90 à 1 100 c/s. Chaque canal a un gain maximum d'environ 8 et peut alimenter des amplificateurs dont l'impédance d'entrée est de 0,5 MΩ ou supérieure.

Les contrôles séparés de gain des deux canaux permettent de réaliser l'équilibrage optimum, dépendant de l'acoustique de la salle, du baffle du haut-parleur et du goût de l'auditeur. Cet appareil réduit en outre la distorsion d'intermodulation en raison de l'utilisation d'amplificateurs séparés pour les canaux graves et aigus. La sortie se fait en basse impédance, grâce à deux étages cathodes follower, ce qui permet d'alimenter les amplificateurs de puissance par un câble blindé assez long, sans qu'il en résulte une atténuation des fréquences élevées.

La duo-diode triode miniature 6AV6 V1 est montée en préamplificatrice commune des deux canaux. Les tensions amplifiées sont disponibles aux bornes des deux potentiomètres « graves » et « aiguës » R_2 et R_1, montés en parallèle. Les curseurs de ces potentiomètres transmettent les tensions aux grilles des étages triode cathode follower V_{2a} et V_{2b} constitués par une double triode 12AU7.

La séparation des fréquences est obtenue par des filtres passe-haut et passe-bas insérés entre les cathodes des étages cathode follower et les bornes de sortie. Chaque filtre est conçu pour une atténuation de 12 dB par octave. La fréquence de coupure du filtre passe-haut est commandée par R_3 et R_4 et celle du filtre passe-bas par R_5 et R_6. Les potentiomètres R_2 R_5 et R_4 R_6 sont jumelés de telle sorte que les fréquences de coupure des deux filtres puissent être augmentées ou diminuées simultanément.

L'alimentation HT est classique, par transformateur dont le secondaire HT est de 250 V - 25 mA, avec redressement d'une alternance par 3 redresseurs secs de 130 V 30 mA, montés en série. Une tension positive de 24 V, prélevée sur un pont de résistance entre + HT et masse, est appliquée sur les grilles des étages cathode follower, dont les cathodes sont portées à une tension assez élevée. L'enroulement de chauffage de tous les filaments est également porté à la tension de + 24 V pour supprimer la différence de potentiel filament-cathode de l'étage cathode follower et diminuer les tensions de ronflement.



LA DOCUMENTATION PROFESSIONNELLE

12, RUE RICHER, PARIS-9e — PRO. 18-44

M ..... Profession .....

Rue ..... N° .....

Ville ..... Dépt. .....

Ci-joint chèque ou mandat 5 NF

Technique et pratique des installations de « Public-Address »

LES premières installations de diffusion sonore de « Public-Address » étaient très coûteuses, établies d'une manière empirique, rudimentaires et utilisées généralement d'une manière limitée pour les manifestations sportives et dans les grandes salles de réunion. On employait à ce moment des microphones à charbon, qui ne permettaient guère une transmission correcte de la musique, il s'agissait uniquement de transmettre des paroles, des annonces et des commentaires. Au fur et à mesure des progrès des microphones, de la réduction des dimensions et des poids des matériels, de la rationalisation des méthodes, le champ des applications s'est étendu ; il s'agit maintenant d'installations qui peuvent intéresser un grand nombre de praticiens et sont souvent encore, cependant, trop peu connues.

A l'heure actuelle, les auditoriums, les théâtres, les music-halls, les stades, les vélodromes, les cirques, etc., comportent des installations de diffusion sonore installées d'une manière permanente ; on en trouve même dans les églises et les temples. Il existe cependant encore beaucoup d'emplacements où l'on se contente d'installer des ensembles de diffusion d'une manière temporaire, à chaque occasion utile, ce qui permet d'envisager leurs emplois sur une base plus rentable lorsque la cadence des utilisations n'est pas suffisante. L'emploi d'une installation temporaire est moins coûteux que l'adoption d'un équipement permanent, qui nécessite, malgré tout, un entretien et une vérification réguliers.

Il est impossible d'énumérer complètement tous les emplois possibles des installations de Public-Address, par suite de la diversité et de la multiplicité des applications ; mais on peut considérer, d'une manière générale, deux buts techniques différents :

1° **L'amplification sonore ;**

2° **Le renforcement du son.**

Comme exemple du premier cas, on peut citer une installation d'un stade athlétique dans laquelle le speaker doit pouvoir se faire entendre de milliers de spectateurs ; ce speaker parle très près du microphone et sa voix doit être amplifiée de façon à atteindre un volume sonore suffisant pour surmonter les bruits ambiants et pour être entendue distinctement par tous.

La qualité de la voix importe assez peu et l'on peut fort bien tolérer une légère distorsion des signaux amplifiés, le seul but consiste à assurer une audition convenable et une compréhension suffisante.

Les systèmes de **renforcement du son** sont de plus en plus employés, même dans les petites salles, et dans les conditions où les bruits ambiants sont réduits et n'atteignent pas un niveau gênant. C'est le cas des salles de spectacle, dans lesquelles le speaker, l'acteur, le chanteur doit se faire entendre de quelques centaines de spectateurs ; c'est également le cas des églises, des amphithéâtres d'enseignement, des salles de conférences, etc.

S'il ne se produit pas de bruits plus ou moins gênants, ce renforcement du son est suffisant ; mais s'il y a des bruits de fond ou extérieurs, l'audition peut devenir difficile à l'arrière de la salle. Les conversations particulières sont également nuisibles, elles augmentent le bruit de fond.

Dans une salle de ce genre, avec un microphone placé à vingt ou trente centimètres du speaker, et à quelques centimètres en-dessous du niveau de sa bouche, le gain total de l'amplificateur doit être réglé de façon à ce que les auditeurs placés à l'arrière de la salle n'éprouvent pas de difficultés à comprendre chaque mot, malgré le niveau des bruits de fond.

Ce procédé de renforcement sonore présente deux avantages : la voix demeure plus naturelle et le speaker peut plus facilement contrôler le volume sonore en faisant varier la distance du microphone ; de cette façon, certaines parties d'un texte peuvent être facilement amplifiées sans avoir à crier dans le microphone.

LES DIFFERENTS TYPES DE MATERIELS

Il existe actuellement trois types généraux d'installations que l'on peut réaliser pour la diffusion sonore ; elles ont bénéficié évidemment des plus récents progrès de la technique, tant en ce qui concerne les microphones et les haut-parleurs que l'équipement des amplificateurs, sur lesquels nous voyons même apparaître progressivement des transistors en commençant évidemment par les installations de petite puissance.

Il y a d'abord des **équipements fixes** installés à demeure et ne pouvant être déplacés facilement ; dans certains cas, l'amplificateur est donc monté sur un panneau, sur des racks, sinon fixé au mur lui-même. Dans d'autres cas, le montage est du type classique placé dans un coffret généralement métallique, et assez grand pour contenir non seulement l'amplificateur, mais aussi le microphone et les câbles lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Ce coffret doit être étudié pour assurer une ventilation suffisante, et doit comporter un système de verrouillage de sûreté qui empêche son utilisation par un personnel non compétent.

Des appareils plus réduits sont utilisés dans les écoles, les hôpitaux, les églises, les temples, etc. ; certains d'entre eux sont établis de façon à pouvoir comporter des réseaux d'écouteurs téléphoniques pour les déficients de l'ouïe. Ces réseaux peuvent être combinés avec d'autres systèmes sonores, tels qu'avertisseurs d'alarme ou même des carillons électriques qui produisent des sons analogues à ceux des cloches ; bien entendu, ils assurent aussi la diffusion des enregistrements sur disques ou sur bandes, sinon des radio-concerts.

Les équipements sonores pour des auditoriums de grandes dimensions et les salles de réunion, sont généralement un peu plus puissants et compliqués et exigent l'utilisation d'un tableau central de réglage contrôlé par un opérateur, ce qui permet de prévoir des entrées différentes suivant les sources acoustiques utilisées, et de prises de sorties également diverses.

Un autre type d'installation fixe est adopté pour les magasins, les ateliers, les usines, les gares, les aérodromes, etc., et dans tous les cas où il faut assurer des communications rapides entre différents locaux. On employait uniquement dans ce but des lignes téléphoniques, soit avec des écouteurs téléphoniques ordinaires, soit avec des systèmes de haut-parleurs qui étaient même établis avant l'amplification électronique ; mais il fallait utiliser alors des systèmes d'appel sonore, manœuvrer des déclencheurs, s'approcher du récepteur en employant les deux mains.

Aujourd'hui, on trouve partout des petites installations de Public-Address plus ou moins étendues, et plus ou moins puissantes, qui, sous une forme très réduite, se rapprochent des appareils d'**interphonie** de plus en plus employés.

Les entreprises modernes sont équipées avec des dispositifs variés de diffusion sonore de ce genre, qui permettent, en tout cas, à un opérateur de se faire entendre distinctement à une distance plus ou moins grande, à l'extrémité du réseau. Ces installations comportent généralement un sélecteur permettant de mettre en ligne un certain nombre de haut-parleurs distincts, et s'il s'agit d'éléments très réduits électro-dynamiques, ils peuvent parfois servir comme microphones pour les communications en retour. Mais il s'agit alors plutôt de problèmes d'interphonie plus ou moins différents de ceux de Public-Address proprement dits.

Dans des installations de grande surface, les magasins, les ateliers et les usines, il peut être très utile d'établir une installation fixe de Public-Address pour transmettre les commentaires, les indications, les avertissements nécessaires à chaque instant ; il en est de même sur les navires. Bien entendu, le même réseau peut être utilisé pour la transmission de messages personnels à des employés déterminés, effectuer ce que l'on appelle la « recherche des personnes ».

En dehors de ces usages directement utilitaires, les réseaux de diffusion sont employés pour transmettre de la musique ou des chants provenant d'enregistrements de disques ou de radio-diffusion ; il en est ainsi dans les grands magasins pour l'agrément des clients, ou même pour les employés des grandes entreprises, sous la forme de ce qu'on appelle maintenant **la musique fonctionnelle.**

Cette pratique donne les meilleurs résultats au point de vue physique et psychologique ; elle permet d'améliorer la productivité et des transmissions spéciales sont prévues pour certaines occasions, anniversaires et fêtes. On pourrait sans doute assimiler à ces installations celles qui sont établies dans les collectivités, les lycées, les pensionnats, les facultés, les théâtres, les navires, etc.

On trouve des équipements de Public-Address transmettant constamment des informations professionnelles aux employés et aux ouvriers, ainsi que des radio-programmes ou des concerts de disques. La disposition de haut-parleurs dans une installation permanente de ce type est simplifiée, en utilisant des éléments suspendus au moyen de câbles ou de fils à des supports convenables en acier pouvant être établis sous forme de glissières, ce qui permet de faire varier au mieux les positions des haut-parleurs suivant les emplacements variables du personnel.

Lorsque l'installation de Public-Address est permanente, l'expérience permet de déterminer une fois pour toutes le nombre de haut-parleurs nécessaires, leur puissance, et les meilleurs emplacements à utiliser ; on peut mettre en action ou supprimer certains éléments, et les volumes sonores des différents éléments sont généralement contrôlés par un tableau central.

LES EQUIPEMENTS PORTATIFS ET MOBILES

Les équipements transportables de Public-Address doivent pouvoir être déplacés d'un emplacement à un autre, et mis en fonctionnement dans un minimum de temps, leur

poids doit donc être réduit et tous les câbles de liaison doivent être munis de fiches et de prises permettant des connections rapides et sûres. Généralement, chaque haut-parleur comporte un câble de 15 mètres au minimum et le câble du microphone a une longueur de l'ordre de 7,50 mètres environ ; il est toujours possible d'utiliser des câbles additionnels avec lse fiches utiles, de façon à augmenter la distance lorsque cela est nécessaire.

Des équipements portatifs sonores de dimensions variées contenus dans des boîtiers réduits de ce type, sont ainsi utilisés pour diffuser de la musique et des annonces de publicité, en les plaçant sur des camions installés à cet effet.

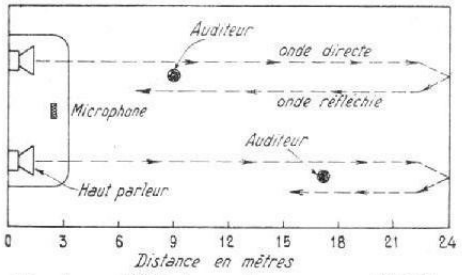


FIG. 1. — *Effet des ondes sonores réfléchies produisant des échos*

De très nombreux camions sonores de ce genre sont ainsi employés pour les annonces publiques, les courses, les manifestations sportives et tous les genres de manifestations extérieures, les petites expositions, par exemple. Lorsque cela est possible, la liaison avec le secteur à l'aide d'un câble de longueur suffisante permet de simplifier le problème de l'alimentation, en attendant la généralisation des équipements à transistors.

Le mégaphone électrique est un exemple particulier de ces installations portables ; c'est un appareil qui consiste en un haut-parleur à pavillon combiné avec un microphone pouvant être tenu à la main, et un petit amplificateur à batterie porté par l'opérateur lui-même d'une manière quelconque. Il fonctionne instantanément en pressant sur un bouton à poussoir et, dans des conditions normales, il peut amplifier la portée de la voix jusqu'à une centaine de mètres. On l'emploie pour diffuser les résultats des événements sportifs, pour commander les manœuvres dans les prises de vues cinématographiques à grand spectacle, dans la police pour résoudre certains problèmes de circulation, dans les incendies pour donner des ordres aux pompiers et même pour les usages militaires de la guerre psychologique.

LES EQUIPEMENTS MOBILES

Les équipements transportables fonctionnent généralement à l'arrêt, tandis que les équipements mobiles, comportant plus ou moins parfois des éléments analogues, sont destinés à assurer des auditions au cours même d'un déplacement ; dans ce cas, l'alimentation doit être presque toujours autonome. Ce problème a été évidemment facilité par l'utilisation des tubes à faible consommation et plus encore par un équipement avec des transistors, sinon absolument complet, du moins sur les étages de pré-amplification. Néanmoins, on prévoit encore souvent l'utilisation d'un matériel d'alimentation spécial, avec une commutatrice ou un groupe générateur, actionné au moyen d'une batterie d'accumulateurs du véhicule automobile.

A ces installations très répandues, on peut assimiler quelquefois des dispositifs très spéciaux tels que les « *applaudimètres* », qui excitent tout au moins la curiosité. Le bruit des applaudissements est recueilli par un microphone et amplifié par l'amplificateur ; mais, au lieu d'agir simplement sur un haut-parleur ou un groupe de haut-parleurs, le système est relié à un appareil de mesure permettant plus ou moins de mesurer l'intensité sonore, par déplacement d'une aiguille sur une échelle graduée d'une manière plus ou moins arbitraire.

Des installations de ce genre sont utilisables, par exemple, dans les concours, les congrès, les expositions, les manifestations artistiques, etc... Il ne s'agit évidemment pas d'obtenir une grande précision, mais seulement, la plupart du temps, des indications démonstratives amusantes.

LE NIVEAU SONORE NECESSAIRE

Dans une salle, l'intensité sonore auditive approximative satisfaisante est de l'ordre de quelques millions au-dessus du seuil d'audibilité, et donc de 60 à 70 décibels. Dans une salle où se trouve une foule, et en plein air, il faut tenir compte d'un bruit de fond plus ou moins intense, et le niveau sonore doit ainsi être élevé en proportion, de manière à être suffisant pour permettre une audition précise sans effort des auditeurs ; elle atteint aisément 75 à 100 décibels.

Voici, en effet, quelques indications approximatives sur le niveau des bruits de fond que l'on peut constater dans les conditions les plus courantes :

Bruit assez faible dans les bureaux ou les usines	15	décibels
Chuchotements	20	»
Conversation normale	40	»
Bruit de rue normal	40	»
Bruit de rue intense	60	»
Bruit d'une grande foule	70	»
Avion, automobile en marche rapprochés de quelques dizaines de mètres	95	»

L'intensité sonore obtenue à l'aide d'un amplificateur et des haut-parleurs doit alors permettre de couvrir le bruit de fond, mais le niveau sonore à obtenir au-dessus de ce bruit de fond, varie suivant le genre de diffusion considérée.

Pour créer seulement une atmosphère musicale et permettre de continuer les conversations, il suffit que le niveau sonore soit élevé au-dessus du niveau de bruit de fond de 2 à 5 décibels.

Pour assurer une audition suffisamment nette d'un discours en public, il faut que le niveau de l'intensité sonore utile dépasse le niveau de bruit de fond de 5 à 10 décibels ; enfin, pour qu'une diffusion musicale couvre tout le bruit de fond, son intensité doit dépasser le niveau de ce bruit de fond de 10 à 15 décibels.

Il ne faut donc pas seulement déterminer l'intensité sonore utile suivant les conditions acoustiques immédiates du problème, mais prévoir une certaine marge lorsqu'on peut craindre l'apparition d'un bruit de fond plus ou moins violent.

PUISSANCE ACOUSTIQUE ET PUISSANCE MODULEE

Pour déterminer la puissance électrique modulée, correspondant à la puissance acoustique nécessaire, il faut tenir compte d'un très grand nombre de facteurs... emploi des haut-parleurs dans une salle ou en plein air, absorption déterminée par les murs de la salle, ou les obstacles environnants, modèles et dispositions des haut-parleurs, effets pouvant influer sur la netteté de l'audition, tels que la réverbération, etc.

Il n'existe pas une relation fixe entre la puissance acoustique nécessaire et la puissance correspondante de l'installation amplificatrice. Ce n'est pas, d'ailleurs, la valeur absolue de l'énergie acoustique obtenue à la sortie des haut-parleurs qui importe, non plus que la valeur absolue de l'énergie électrique produite dans l'amplificateur, mais surtout la manière dont on arrive désormais à utiliser cette énergie.

Bien entendu, il ne faut rien exagérer, et il y a des limites évidentes : avec un amplificateur de 5 watts modulés, même en utilisant au mieux l'énergie, on ne peut songer à établir une installation de diffusion pour une salle de 2 000 places !

Cependant, il s'est produit une transformation très importante depuis les débuts de l'emploi des appareils de diffusion, et on peut plus ou moins la comparer à celle qu'on a constatée dans l'utilisation stations d'émission en radiophonie.

De même qu'aujourd'hui, grâce à l'emploi des postes émetteurs à ondes courtes dirigées, on a pu ramener les puissances bien souvent à quelques kilowatts, ou même à quelques watts, ou à une fraction de watt, s'il s'agit d'ondes ultra-courtes, et pour les radio-communications régulières à des distances de centaines de kilomètres, on peut, par une disposition rationnelle des haut-parleurs, obtenir avec beaucoup moins de puissance électrique une audition intelligible et artistique, pour un grand nombre d'auditeurs.

On cite des cas où, avec 6 watts modulés, on a obtenu des résultats analogues à ceux qu'on réalisait autrefois avec des puissances de l'ordre de 100 watts. De même, on arrive dans la construction des amplificateurs à obtenir des puissances électriques identiques, ou plus élevées, en utilisant des tubes de modèle réduit, sinon des transistors, grâce à des montages particuliers.

L'INSTALLATION DES HAUT-PARLEURS

Le problème de la direction des ondes sonores présente surtout une importance considérable, non seulement en ce qui concerne l'intensité de l'audition, mais encore sa qualité.

Un haut-parleur normal n'est pas pratiquement directif pour les notes graves et, pour les notes aiguës, il doit rayonner sous un angle moins réduit que le plus directif des instruments de musique correspondants et plus réduit que le moins directif.

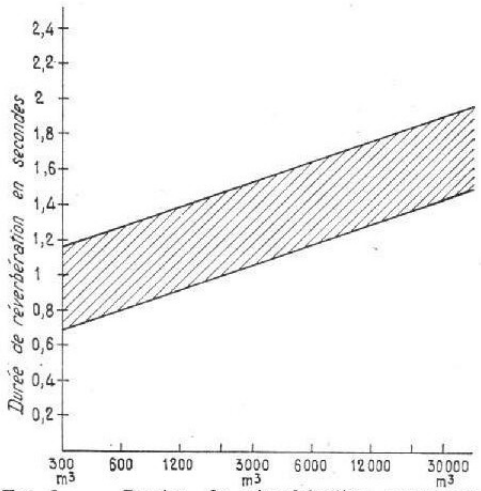


FIG. 2. — *Durées de réverbération moyennes admissibles dans les salles suivant leur volume*

On obtient ainsi un espace assez considérable, dans lequel on peut assurer une audition d'égale qualité, non seulement en intensité, mais en fréquence. Avec un système directif, la tonalité de l'audition varie rapidement suivant la position de l'auditeur en distance et en orientation par rapport au haut-parleur.

Le nombre des haut-parleurs que nécessite une installation dépend des dimensions de l'aire à couvrir, s'il y a lieu, de son volume et de ses forces géométriques, et il faut ainsi étudier, à la fois, la question du volume absolu et de l'absorption acoustique de la salle ou de l'espace en plein air où est disposée l'installation. Il faudrait donc, suivant les cas, se soucier, non seulement du volume de la salle, c'est-à-dire du nombre de places qu'elle peut contenir, mais aussi de *son rendement acoustique*.

D'une façon générale, dans toutes les installations on rencontre deux types de haut-parleurs, le modèle électro-dynamique, monté sur baffle ou enceinte acoustique et le haut-parleur directionnel à pavillon droit ou replié, la

conque ou colonne sonore. Suivant les dimensions de la salle, son absorption et la puissance des haut-parleurs, il faut en utiliser un nombre plus ou moins grand.

Pour un volume de 2 000 m³, c'est-à-dire pour 500 places, il faut utiliser 5 watts environ ; pour 7 000 m³, c'est-à-dire pour 1 400 places, 10 watts ; pour 20 000 m³, ou 2 500 places, 20 watts ; pour 35 000 m³, ou 4 000 places, 40 watts.

Le haut-parleur électro-dynamique sur baffle ne présente pas beaucoup d'effet directif ; cet effet peut être évalué de 8 à 10 % seulement avec les modèles récents, alors que pour les appareils à pavillon il s'élève de 40 à 50 %.

Pour les diffusions en plein air, il existe désormais des modèles très particuliers, et spécialement des appareils destinés à être placés à une assez grande hauteur, et renvoyant les sons vers le sol, à la lumière des lampadaires élevés diffusant la lumière sur un grand espace.

Dans les salles, suivant les dimensions, la forme, on emploie les modèles à baffles ou à pavillon ou les deux combinés. Dans les salles relativement longues, et pour éviter les échos déterminés par les réflexions sur les murs latéraux, il vaut mieux utiliser un modèle directionnel ; dans une salle de très grandes dimensions, haute et large, on peut réduire la puissance modulée nécessaire par rapport au volume de la salle, en dirigeant les ondes sonores vers les auditeurs.

Le haut-parleur à pavillon permet alors de diriger la colonne d'air en mouvement, et d'éviter aussi des inconvénients, tels que les vibrations et les interférences.

L'écran acoustique devrait, de même, être déterminé suivant les qualités de la salle ; si la traînée sonore ou durée de réverbération est trop longue, il y a intérêt à réduire plutôt les notes graves, et on utilisera donc un écran de petites dimensions ; de même, on évite les échos et les réflexions sur les parois placées derrière le cône du diffuseur au moyen de tentures ou de matériaux absorbant le son (figure 2).

Lorsqu'on utilise plusieurs haut-parleurs du même type simultanément, il est indispensable, remarquons-le, de les mettre en phase, de manière que le déplacement des bobines mobiles, agissant sur les diffuseurs coniques, s'effectuent rigoureusement en même temps, cette opération est facile. On peut l'effectuer simplement au moyen d'une petite batterie séparée qu'on relie au primaire des transformateurs ; on doit constater que les déplacements des diffuseurs s'effectuent dans le même sens.

LA PRATIQUE DE LA DIFFUSION SONORE EN PLEIN AIR

Le choix de l'installation pour les systèmes de diffusion en plein air dépend essentiellement des conditions locales. Il faut obtenir une audition agréable et nette, sur un espace assez grand et, par conséquent, réaliser une répartition sonore moyenne.

On utilise donc généralement plusieurs haut-parleurs de puissance réduite ou moyenne, et il est nécessaire de les éloigner assez les uns des autres pour éviter les interférences à la limite des zones d'audition. Très souvent encore, on utilise pourtant des haut-parleurs plus puissants, mais en nombre plus réduit, et, dans ce cas, ils sont généralement placés à plus grande hauteur, de manière à éviter les effets directionnels irréguliers à faible distance, et à obtenir une meilleure répartition de l'énergie.

En rase campagne, la réflexion sonore est insignifiante, mais, dans les foires, les marchés, les expositions, il y a généralement à considérer des obstacles plus ou moins éloignés, sur lesquels elle se produit.

Il faut toujours considérer spécialement l'importance des *bruits de fond*. Les bruits entendus dans les ateliers peu bruyants ont une intensité de l'ordre de 15 décibels, des conversations à voix normale une intensité de 40 décibels, les bruits de rues ou de foule peuvent atteindre 50 à 70 décibels.

Pour créer une atmosphère musicale, ou obtenir une compréhension nette d'un discours, et couvrir tous les bruits, le niveau de l'intensité sonore obtenue doit être supérieur de 12 à 15 décibels au niveau du bruit de fond, et l'intensité sonore nécessaire pour une compréhension satisfaisante atteint 90 à 95 décibels, c'est-à-dire est nettement supérieure à celle qu'on adopte dans une salle.

Pour déterminer, d'ailleurs, l'intensité sonore nécessaire et obtenir une répartition satisfaisante sur toute la surface à couvrir, il faut étudier l'effet directif des haut-parleurs employés, du moins lorsqu'on n'utilise pas des modèles spéciaux sans effet directif, mais placés à grande hauteur.

Les haut-parleurs à pavillon, en particulier, ont un angle de diffusion de l'ordre de 45°, et l'intensité sonore évaluée en décibels diminue très rapidement à mesure qu'on s'éloigne. Voici, par exemple, un tableau qui indique les intensités sonores obtenues suivant la distance pour trois modèles de haut-parleurs de 6 watts, 10 watts et 20 watts.

HAUT-PARLEURS

Distance (en m.)	6 watts (décibels)	10 watts (décibels)	20 watts (décibels)
30	80	87	96
60	74	82	92
90		79	89
120		76	86
150			85

Les modèles à enceinte acoustique ont un effet directionnel beaucoup moins marqué, et l'angle utile est porté presque à 90° ; de même l'intensité sonore diminue rapidement en même temps que la distance. Voici un tableau qui donne, également, les intensités sonores suivant la distance pour trois modèles de haut-parleurs de 6 watts, 10 watts et 20 watts.

Distance (en m.)	6 watts (décibels)	10 watts (décibels)	20 watts (décibels)
30	70	77	86
60	64	72	82
90		69	79
120		66	76
150			75

Mais, ce qui différencie le plus nettement les installations à haut-parleurs directionnels des installations à haut-parleurs à baffles, c'est que, dans les premiers, un auditeur peut se trouver dans le champ de plusieurs haut-parleurs, et on constate alors une augmentation de l'intensité sonore de 3 décibels pour 2 éléments, de 6 décibels pour 3 haut-parleurs, de 6 pour 4 haut-parleurs, et de 7 pour 5 haut-parleurs.

En supposant qu'un auditeur occupe une surface moyenne de 1,5 m², on peut déterminer approximativement les puissances sonores nécessaires suivant le nombre des auditeurs ; mais, bien entendu, il ne peut y avoir aucun résultat précis, et simplement un ordre d'indication.

Un haut-parleur de 10 watts correspond à 800 à 1 000 auditeurs, et un haut-parleur de 20 watts, à 3 000 à 5 000.

Suivant les conditions locales, on peut ainsi déterminer la disposition, le type et le nombre des haut-parleurs employés et on réduit finalement les puissances et les modèles des amplificateurs correspondants.

Nous avons déjà donné à ce sujet des indications assez détaillées. Rappelons donc le tableau I, ces indications suivant les résultats trouvés par des constructeurs spécialisés.

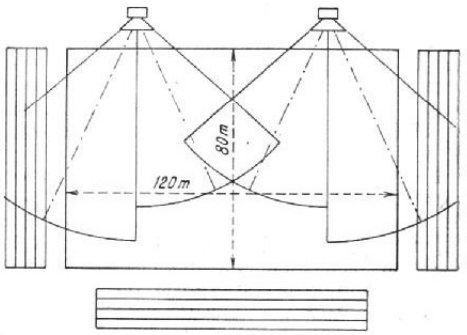


FIG. 3. — *Exemple de distribution sonore sur stade*

Une petite étude est toujours possible lorsqu'on connaît les conditions locales, les haut-parleurs et leurs caractéristiques, ainsi que l'importance probable du bruit de fond, les résultats obtenus sont toujours utiles.

Prenons un exemple classique, et considérons un terrain d'une centaine de mètres de largeur et de 70 à 80 mètres de profondeur, bordé de tribunes ou d'amphithéâtres, par exemple pour une réunion sportive ou politique (fig. 3).

Il s'agit alors de diffuser des informations ou des discours et même de la musique à certains moments ; le bruit de la foule ne peut être évité, et il faut prévoir une intensité sonore de l'ordre de 80 à 90 décibels.

La distance la plus longue à laquelle se trouveront les auditeurs est ainsi de l'ordre de 70 à 90 mètres, et, dans ces conditions, si nous nous reportons au tableau précédent donnant des indications sur les intensités sonores obtenues à différentes distances des haut-parleurs, nous voyons qu'il faut utiliser des modèles de

TABLEAU I

CONDITIONS LOCALES	DISPOSITION DES HAUT-PARLEURS	PUISSANCES UTILISEES
Petites places publiques dans les villes	Un seul haut-parleur.	10 à 15 watts modulés
Foires, marchés, expositions en longueur	Petits haut-parleurs séparés d'une cinquantaine de mètres.	3 à 4 watts par H.-P.
Stade de 20 000 à 30 000 places.	Deux haut-parleurs.	25 watts modulés
Stade de 60 000 places	Deux à trois haut-parleurs.	50 watts minimum
Stade de 150 000 places	Deux à quatre haut-parleurs.	200 watts modulés
Installation en rase campagne pour 4 000 à 10 000 auditeurs.	Deux haut-parleurs.	15 à 20 watts modulés
Autodrome 80 000 places	Haut-parleurs multiples.	2 kW modulés au total
Grande exposition en longueur	Haut-parleurs nombreux séparés d'une cinquantaine de mètres.	Plusieurs kilowatts
Transmission d'ordres dans une gare, dans un bateau, un port, etc...	Un seul haut-parleur utilisé à la fois.	2 à 6 watts
Camions mobiles	Un ou deux haut-parleurs.	10 à 20 watts

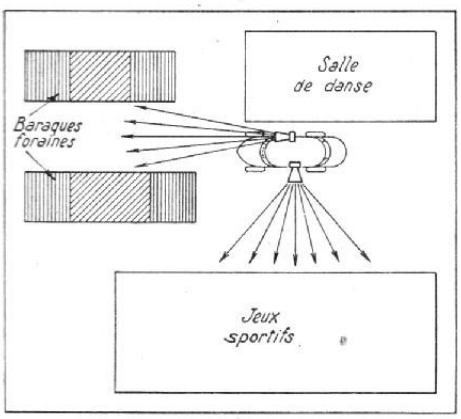


FIG. 4. — *Utilisation d'une installation sonore sur automobile dans un parc d'attraction*

20 watts à pavillon. Comme ces haut-parleurs ont un pouvoir directif accentué, il faut employer quatre haut-parleurs pour avoir une répartition sonore satisfaisante sur toute la surface à couvrir, aussi bien sur le terrain, que sur les tribunes ou les amphithéâtres.

Sur une certaine partie du terrain, on entend simultanément deux de ces haut-parleurs et l'intensité sonore varie alors entre 80 et 86 décibels.

Les quatre haut-parleurs de 20 watts correspondent à une puissance minimum totale de 80 watts pour l'amplificateur utilisé. Bien entendu, il ne peut cependant être question d'adopter seulement un modèle, de la puissance minimale nécessaire, et on choisira un modèle de 100 à 110 watts pour se réserver une marge de puissance normale. On aura ainsi une réserve de puissance permettant de compenser les absorptions déterminées par le vent, les arbres, etc..., et, bien entendu, les spectateurs eux-mêmes ; cet appareil permettra, en outre, d'alimenter des petits haut-parleurs additionnels dans les tribunes, les portes, les locaux auxiliaires, etc...

LA PRATIQUE DE LA DIFFUSION SONORE DANS LES SALLES

Lorsqu'on veut établir une installation dans une salle, les réflexions sur les parois qui déterminent des effets d'absorption acoustique et de réverbération sont spécialement à étudier. Une partie des sons provenant des haut-parleurs parvient directement aux auditeurs ; la

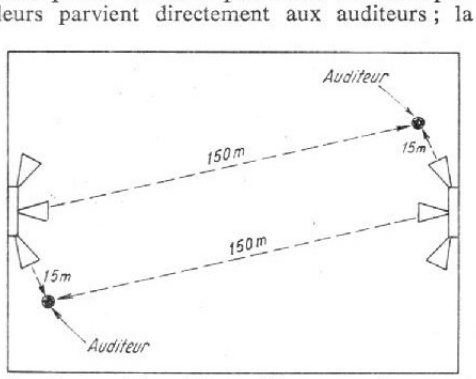


FIG. 5. — *Disposition défectueuse des haut-parleurs sur un stade, risquant de produire des échos*

plus grande partie agit indirectement après réflexion sur les obstacles environnants ; une autre partie est absorbée par les parois.

Ces parois ont des pouvoirs absorbants plus ou moins accentués ; les boiseries, tentures, rideaux, sont absorbants ainsi que les auditeurs eux-mêmes, les surfaces lisses en bois, en métal, en marbre, etc..., réfléchissent les ondes sonores à la façon d'un miroir optique.

Lorsque toutes les surfaces sont absorbantes, la réflexion est peu accentuée, l'auditeur perçoit seulement les ondes directes ; la salle est *sourde*, les paroles sont perçues avec netteté, mais l'audition est plate et terne, sans aucun caractère naturel et artistique.

Inversement, lorsque les parois sont très réfléchissantes, c'est-à-dire peu absorbantes, l'audition est souvent très défectueuse, surtout avec les appareils de musique mécanique ; il se produit des effets de résonance, des interférences sonores et la durée de la réverbération ou *trainée sonore* est trop longue.

Si la période de réverbération est longue, l'auditeur ne peut entendre distinctement que la fin de l'émission et, en particulier, la dernière syllabe des mots ; il se produit alors un mélange de sons plus ou moins intelligibles.

La durée de réverbération doit ainsi être assez courte, mais non trop courte, pour ne pas nuire au naturel de l'audition. Elle dépend du volume de la salle, du pouvoir absorbant des parois, de l'énergie et de la fréquence du son émis par le haut-parleur ; elle n'est pas la même pour la musique et pour la parole. Pour la musique mécanique et la musique naturelle, avec des appareils de musique mécanique à haut-parleur puissant, ele doit être relativement faible (fig. 2).

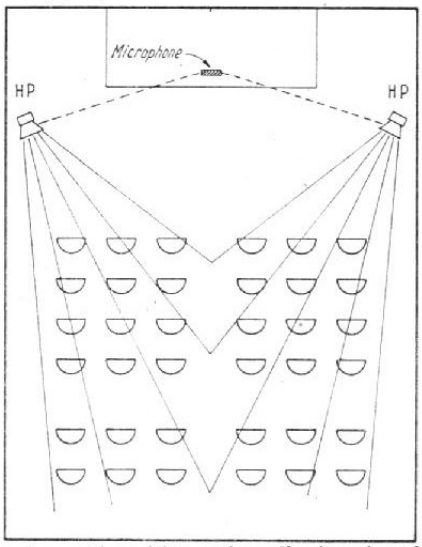


FIG. 6. — *Disposition rationnelle du microphone et des haut-parleurs dans une salle*

Pour réduire la durée de réverbération, on emploie des matériaux absorbants, de manière à atténuer les réflexions. Cette absorption est *sélective*, c'est-à-dire qu'elle se produit inégalement pour les sons de différentes fréquences. L'absorption doit être rationnellement plus élevée pour les sons aigus que pour les sons graves, mais cet emploi des matériaux insonores détermine évidemment une perte d'énergie sonore, et il faut en tenir compte pour déterminer la puissance de l'amplificateur et les types de haut-parleurs à utiliser.

Lorsque la durée de réverbération est assez longue, cela signifie que les réflexions sont relativement intenses et nombreuses ; la puissance acoustique dissipée est ainsi mieux utilisée, et on en déduit qu'il suffit d'utiliser une énergie sonore moins grande pour le même effet final. Le fait inverse se produit lorsque

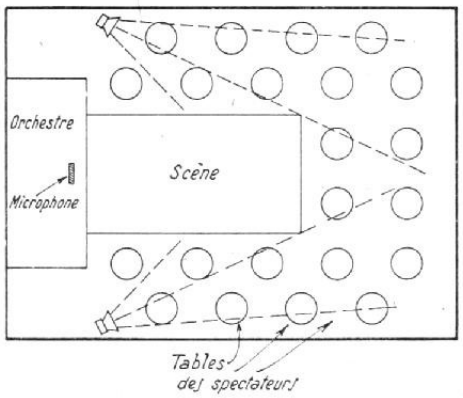


FIG. 7. — *Disposition possible de l'installation sonore dans un cabaret ou une petite salle de spectacles ou de danse*

la durée de réverbération est réduite, et, par conséquent, l'absorption importante.

La durée de réverbération se mesure désormais avec des appareils relativement simples, à galvanomètre indicateur, qu'on appelle des *réverbéromètres*. On peut en avoir une idée très approximative en battant très fort des mains ou en appliquant les deux pales d'une claquette l'une sur l'autre, et en contrôlant, au moyen d'un chronographe, la durée de la *trainée sonore* déterminée par les réflexions sur les parois.

Comme nous l'avons noté, l'intensité à obtenir est de l'ordre de 70 décibels, puisqu'il n'y a pas lieu, dans ce cas, la plupart du temps, de tenir compte d'un bruit de fond, comme pour les installations en plein air. Il faut pourtant les mentionner pour les installations de diffusion politique, dans les usines, etc..., mais ce sont là des cas assez particuliers.

Par l'expérience, on a pu déterminer également, d'une manière approximative, la puissance sonore dans différentes salles pour les durées de réverbération de une seconde, deux scondes, et trois scondes ; on trouvera ci-dessous un tableau à ce sujet :

La disposition et le type des haut-parleurs à employer sont alors à déterminer ; on peut encore adopter des modèles assez nombreux de puissance réduite, ou un nombre réduit de haut-parleurs puissants. Dans les salles où les durées de réverbération sont longues, il vaut mieux adopter de nombreux haut-parleurs dirigeant les ondes sonores vers le public, et on atténue l'effet nuisible de la durée de réverbération en évitant la production des notes très graves ; c'est ce qu'on fait, la plupart du temps, dans les grandes salles.

Dans les salles petites et moyennes, et toutes les fois que la durée de réverbération est inférieure à une seconde, on peut adopter des haut-parleurs puissants et il est possible de mieux reproduire les notes aiguës (fig. 6 et 7).

C'est par la disposition et le choix rationnel du haut-parleur qu'on doit essayer souvent de remédier aux imperfections acoustiques de la salle, d'obtenir une audition de parole compréhensible et une musique agréable.

TABLEAU II

Contenance en m³	Puissance de l'amplificateur en watts, pour des temps de réverbération de :		
	3 secondes	2 secondes	1 seconde
	watts	watts	watts
Jusqu'à 10 000 m³	3	3	3
10 000 à 25 000 »	5	5	5
25 000 » 50 000 »	5	5	10
30 000 » 100 000 »	10	10	15
100 000 » 200 000 »	10	10	20
200 000 » 400 000 »	20	20	40
400 000 » 600 000 »	20	30	50
600 000 » 800 000 »	40	50	—
800 000 » 1 000 000 »	50	60	—

LES PROGRÈS DES HAUT-PARLEURS

Les perfectionnements récents et les modèles originaux

LES progrès des haut-parleurs ont été continuels depuis les débuts de la réalisation des machines parlantes et les modèles présentés sont de plus en plus nombreux et divers. Le haut-parleur demeure encore le maillon final et le plus délicat de la chaîne sonore à haute fidélité ; c'est l'élément dont il est le plus difficile de contrôler le fonctionnement et dont, malgré tous les efforts, la technique n'est pas toujours parfaitement définie.

La principale difficulté à laquelle se sont heurtés les spécialistes a été la nécessité de reproduire aussi bien les sons graves vers 40 c/s que les sons aigus au-delà de 16 000 c/s, et les problèmes sont tout autant de caractère mécanique et électrique qu'électronique. On sait combien il est difficile, avec la forme habituelle des cônes diffuseurs, d'obtenir cette reproduction correcte ; pour l'extrémité la plus basse de la gamme, il faut un cône rigide et de grand diamètre et une fréquence de résonance propre très basse, d'où

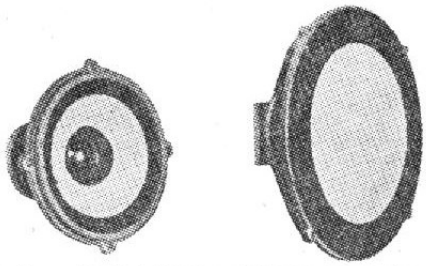


FIG. 1. — *Emploi d'une membrane correctrice en polystyrène. Haut-parleur de 30 cm avec diaphragme plat en polystyrène pour absorber les résonances. Modèle de 10 cm, avec couche mince de polystyrène*

un grand diamètre du cône et une bobine mobile relativement lourde. Mais ces conditions sont incompatibles avec un bon rendement sur les sons aigus, et spécialement pour des raisons mécaniques.

Si, d'autre part, on ne tient compte que de la reproduction des sons aigus, en adoptant un faible diamètre et une suspension souple, un aimant puissant, un cône réduit et léger, on obtient un excellent résultat pour les fréquences élevées, mais la reproduction des sons graves devient impossible.

Ces faits ont amené l'étude des haut-parleurs jumelés, spécialement adaptés respectivement à la reproduction des sons graves et des aigus, à travers des filtres séparateurs, et qui doivent être montés au mieux possible, dans une même enceinte acoustique, ou dans des enceintes séparées. Mais des résultats satisfaisants ne peuvent alors être atteints que s'il y a une adaptation rationnelle des éléments l'un par rapport à l'autre, avec des caractéristiques complémentaires des deux haut-parleurs, et l'utilisation d'une enceinte acoustique assurant l'unité de l'ambiance sonore.

C'est pourquoi nous avons vu apparaître des haut-parleurs dits **coaxiaux,** des modèles à deux ou trois moteurs concentriques et des dispositifs n'utilisant qu'une seule bobine actionnant un double système de rayonnement sonore.

Le montage de deux haut-parleurs concentriques peut présenter des défauts inévitables, en particulier une influence du petit haut-parleur central sur le rayonnement des sons graves, surtout si cet élément n'est pas de dimensions très réduites. Le système à double cône offre, en principe, des avantages, et sa construction est moins coûteuse au point de vue mécanique et électronique, il n'exige plus aucun filtre séparateur, puisque toute la gamme des fréquences est appliquée sur la même bobine mobile, et la stabilité en est augmentée.

Ce sont là des problèmes qui concernent plus spécialement les modèles électro-dynamiques à diffuseur conique qui demeurent les plus employés, mais cet appareil restera-t-il toujours le seul utilisable, même pour les amateurs ? Depuis fort longtemps, on a proposé d'autres dispositifs et d'autres moteurs permettant l'utilisation de diffuseurs de forme plus ou moins plane, sinon la suppression virtuelle des diffuseurs matériels grâce à un dispositif agissant directement sur les masses d'air avoisinantes.

PEUT-ON UTILISER DES MEMBRANES EN POLYSTYRENE ?

Depuis l'avènement des haut-parleurs électro-dynamiques, les cônes diffuseurs sont réalisés en pâte de papier cellulosique moulée ; leurs formes ont été modifiées bien souvent, on utilise ainsi, par exemple, une surface hyperbolique avec, au centre, un petit dôme hémisphérique, des anneaux ondulés augmentant la souplesse de la suspension, etc., et les procédés de fabrication eux-mêmes ont été améliorés, mais le matériel de base n'a pas été notablement transformé. On a songé, pourtant, il y a déjà longtemps, à utiliser avec plus ou moins de succès des membranes métalliques et les grands progrès de l'industrie des matières plastiques attirent l'attention sur la possibilité de remplacer la pâte de papier des diffuseurs par une membrane plastique ou, du moins, d'utiliser un plastique additionnel.

Sans revenir ici sur la technique et la pratique des haut-parleurs modernes, d'ailleurs étudiées dans d'autres articles de ce numéro, il nous semble seulement intéressant de signaler quelques recherches récentes particulièrement originales concernant de nouveaux modèles de haut-parleurs.

La nature non résonnante et la faible densité du polystyrène étiré sont des qualités qui attirent l'attention sur les avantages que peut présenter son emploi dans les haut-parleurs ; mais jusqu'ici de sérieux obstacles sont constitués par son coefficient d'absorption qui varie beaucoup avec la fréquence. Il est donc difficile de songer à remplacer complètement le cône moulé en fibre de papier.

Mais de récentes expériences anglaises indiquent désormais qu'il est possible d'obtenir des résultats très satisfaisants avec du polystyrène pour améliorer des diffuseurs de l'ordre de 10 cm ou de 30 cm montés dans une enceinte acoustique de 15 cm seulement de profondeur. Les résonances intérieures d'une enceinte de petites dimensions de ce genre se produisent pour des fréquences élevées ; elles sont entendues principalement par le cône de l'élément de 30 cm, les pointes dangereuses de résonance ont lieu vers 1 100 c/s et une seconde harmonique est située vers 700 c/s.

En utilisant un cône en papier classique, il serait nécessaire d'effectuer un traitement absorbant plus ou moins efficace, mais l'absorption avec une membrane en polystyrène de 18 mm d'épaisseur pour une fréquence de l'ordre de 700 c/s est très importante pour ces fréquences élevées, comme le montre les courbes d'essais, et l'effet d'un diaphragme en polystyrène plat additionnel pour un cône de 30 cm est double.

Il est possible d'atténuer la production des résonances internes au-dessus de 700 c/s et les bruits irréguliers sont ainsi réduits ; la résonance fondamentale est abaissée jusque vers 5 c/s et la sortie en sons graves est augmentée.

Ce procédé n'est peut-être pas très recommandable au point de vue de la haute fidélité pure ; il aurait surtout le grand avantage pratique de permettre l'utilisation d'une enceinte acoustique très réduite et, par conséquent, d'un usage très pratique.

Dans d'autres modèles, on a essayé d'utiliser un dispositif correcteur à polystyrène sous une autre forme, en ménageant à l'arrière de l'enceinte acoustique une fente étroite au sommet du dispositif, de telle sorte que les sons à basse fréquence peuvent être réfléchis par la paroi de la pièce qui se trouve en arrière. On emploie deux types de produits absorbants intérieurs au point de vue acoustique : les fibres d'acétate et une couche de mousse plastique.

Mais, même avec cette enceinte modifiée, une mince couche de polystyrène est utilisée pour amortir les déformations du cône sur la gamme de 5 000 à 10 000 c/s, la réponse au-dessus de cette gamme provenant essentiellement de la partie centrale du cône. L'élément tweeter doit, bien entendu, être soustrait à l'effet des ondes sonores à basse fréquence.

DES PROCEDES SIMPLES POUR L'AMELIORATION DES CONES DIFFUSEURS

La simple modification d'un cône diffuseur, sans transformation du principe du haut-parleur lui-même et de son système moteur, peut parfois améliorer beaucoup les résultats obtenus, surtout lorsqu'il s'agit de modèles plus ou moins anciens, comportant des cônes diffuseurs relativement rigides, et reproduisant ainsi plus ou moins difficilement les sons graves.

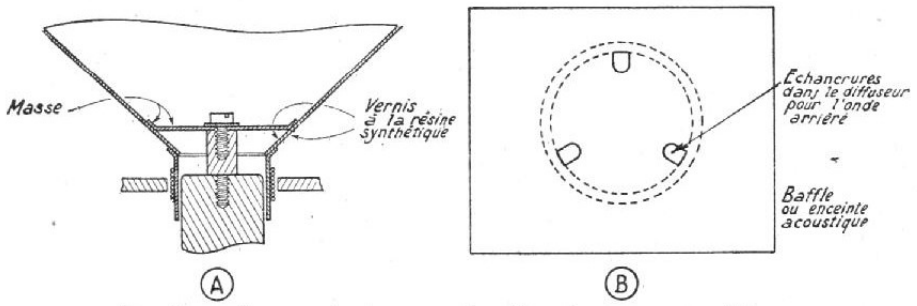


FIG. 2. — *Moyens simples pour l'amélioration des cones diffuseurs*

Considérons ainsi, par exemple, un haut-parleur normal à diffuseur de 20 à 24 cm de diamètre. Sans enlever le cône du berceau, on peut découper tout autour avec des ciseaux, de façon à enlever la bordure, et à la remplacer expérimentalement par quatre morceaux courts de bande adhésive suffisamment épaisse. L'expérience montre, la plupart du temps, que cette opération ne modifie pas le centrage, mais la résonance principale, qui se trouvait,

par exemple, sur une gamme de fréquences de l'ordre de 100 à 120 c/s, s'abaisse au-dessous de 40 à 50 c/s. En utilisant des bandes de toile fixées au moyen de gomme de caoutchouc, la résonance est encore abaissée au-dessous de 30 c/s, mais il en résulte évidemment une augmentation de l'amplitude de déplacement, qui peut produire, si l'on n'y prend garde, des effets non linéaires et une courbe de résonance asymétrique.

Bien entendu, l'enceinte acoustique ou le baffle de l'appareil doivent être modifiés en conséquence, et il est nécessaire d'amortir la résonance, si elle est trop intense à l'intérieur du coffret, par exemple, avec de la laine de verre.

Du côté des sons aigus, une chute de rendement au-dessus de 6 000 à 7 000 c/s peut être due à des défauts de la suspension et à la partie inférieure du diffuseur correspondant au sommet du cône qui offre une trop grande souplesse et, par suite, une résistivité trop faible, ce qui nuit à la reproduction aux fréquences élevées. On obtient ainsi parfois une amélioration avec un vernis à la résine synthétique, utilisé en couches suffisantes dans cette région et permettant, à la fois, de durcir le sommet du cône, et de relier la bobine mobile plus ou moins rigidement à la suspension (fig. 2 A).

Sans doute, s'agit-il là de dispositifs rudimentaires et de tours de mains qui s'appliquent surtout à des modèles plus ou moins anciens, ou de prix peu élevé, car on ne peut se permettre ces essais sur des appareils de grand prix. Ils n'en ont pas moins leur intérêt.

Mais des dispositifs très simplifiés en apparence n'en sont pas moins envisagés quelquefois par des industriels fort sérieux. Nous avons vu ainsi récemment un modèle de haut-parleur d'origine allemande, dans lequel le fabricant a essayé d'augmenter le rendement du côté des sons graves comme des sons aigus, et d'utiliser l'onde sonore arrière fournie par les vibrations arrière du diffuseur, par un dispositif très élémentaire, mais curieux et original (fig. 2 B).

Sur la périphérie du diffuseur, il pratique trois ou quatre encoches équidistantes, qui augmentent l'élasticité de la suspension, et en même temps laissent passage à l'onde arrière. Le haut-parleur est monté dans un « baffle infini » complètement fermé ; mais, à l'avant, et en regard des ouvertures pratiquées sur la périphérie du diffuseur, on ménage dans la paroi avant du boîtier des ouvertures de position et de dimensions correspondantes. Ce sont ces ouvertures qui laissent passage à l'onde sonore, et jouent plus ou moins le même rôle que les fentes des baffles-reflex.

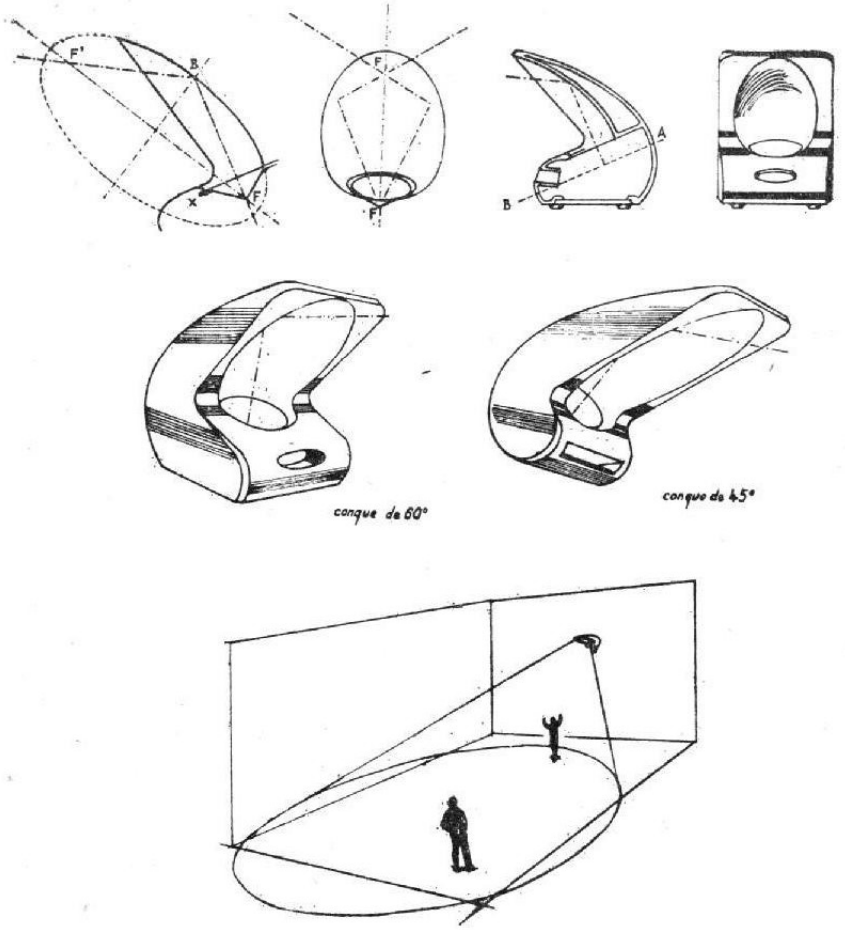


FIG. 3. — *Différentes formes de haut-parleurs à conque et leur fonctionnement acoustique*

LES TRANSFORMATIONS DES HAUT-PARLEURS A CONQUES

Les haut-parleurs à **conques** ou **baffles focalisateurs** sont déjà connus depuis quelques années ; ils se distinguent, on le sait, par l'emploi d'une enceinte acoustique de forme très spéciale permettant l'utilisation d'un seul élément de haut-parleur électro-dynamique à diffuseur de diamètre relativement réduit, pour assurer dans de bonnes conditions, à la fois, la reproduction sonore sur une large gamme et un effet intéressant de distribution acoutique.

D'une manière générale, les résultats obtenus avec une enceinte dépendent de quatre facteurs différents :

— L'impédance acoustique du coffret ;
— Sa forme ;
— Les caractéristiques acoustiques intérieures ;
— La disposition du haut-parleur.

Chacun de ces facteurs peut avoir une action sur une partie définie du spectre sonore.

Le baffle focalisateur comporte deux parties : une conque et une caisse de résonance. La conque est une portion d'ellipsoïde de révolution qui comporte deux foyers ; la bobine mobile du haut-parleur est placée à l'un des foyers et les ondes sonores recueillies sont concentrées ainsi dans une région de l'espace constituant le foyer extérieur, qui les diffuse sous un grand angle. La conque est réalisée dans un matériau compressé à base de staff permettant d'obtenir une surface polie et ne présentant par lui-même aucune vibration propre.

Les ondes sonores à fréquence élevée et moyenne sont ainsi concentrées au second foyer de l'ellipsoïde constituant une sorte de source sonore virtuelle secondaire, ce qui permet d'obtenir une répartition homogène des sons sous un angle plus ou moins étendu.

La caisse de résonance, par ailleurs, ou résonnateur, réalisée avec la même matière, est étudiée de façon à améliorer la reproduction des sons graves et la résonance propre de la masse d'air qu'elle contient correspond plus ou moins à celle de l'équipage mobile du haut-parleur.

L'ensemble permet ainsi d'augmenter la régularité de la courbe de réponse en fréquence, et d'améliorer la reproduction des sons graves jusque vers 30 à 40 c/s, même en utilisant un haut-parleur de diamètre relativement faible, de l'ordre de 21 à 24 cm.

L'effet de concentration produit par la conque améliore le rendement apparent, en concentrant le son dans la zone utile, et il y a, en même temps, sélection des gammes musicales, les sons graves étant diffusés plus ou moins par une ouverture de la caisse de résonance et les fréquences les plus élevées étant émises par la source focale indiquée plus haut.

La conque permet ainsi de projeter les sons d'une manière homogène sur les auditeurs, sans subir les effets des réflexions sur les parois plus ou moins rapprochées. Le rendement apparent est ainsi amélioré, et la même puissance sonore est obtenue avec un déplacement plus faible de la bobine mobile, ce qui réduit la distorsion due aux irrégularités du champ magnétique dans l'entrefer, et permet, en même temps, un résultat plus économique, un haut-parleur de dimensions plus réduites assurant le même résultat qu'un modèle de plus grandes dimensions et, par suite, plus coûteux.

La conque est ainsi un transformateur de rayonnement acoustique, dont l'utilisation permet d'exploiter au maximum les possibilités du haut-parleur classique à diffuseur conique ; elle permet une diffusion spatiale homogène et une amélioration de rendement et de la courbe de réponse du haut-parleur. Le réflecteur assure la concentration et la diffusion du son pour toutes les fréquences supérieures à 800 c/s, avec un angle utile de répartition qui peut être de l'ordre de 45° et varie s'il s'agit d'audition stéréophonique.

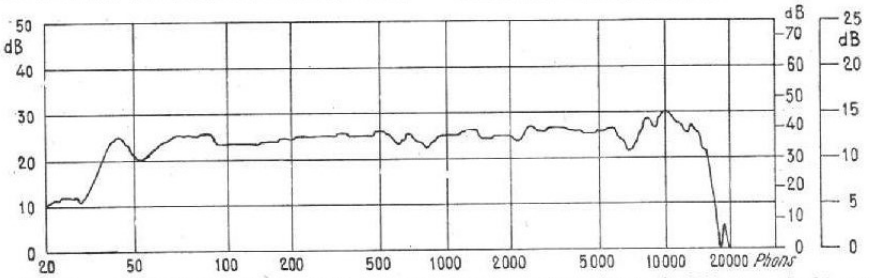


FIG. 4. — *Courbe de réponse d'un haut-parleur à conque récent, à diffuseur de 21 cm*

Si le principe est resté le même, les appareils de cette catégorie ont reçu de nombreux perfectionnements et, tout d'abord, les haut-parleurs utilisés actuellement sont évidemment des modèles à aimant permanent, à champ élevé, à membrane améliorée. La forme des ellipsoïdes a aussi été modifiée, et elle peut, d'ailleurs, varier suivant les buts à atteindre. Lorsqu'il s'agit de diffusion sonore sur un large espace, la conque est allongée et présente un peu la forme d'une sorte de coquillage ; mais elle doit être placée à une hauteur suffisante de l'ordre de 3 m au minimum, pour pouvoir être inclinée vers les auditeurs (fig. 3).

Lorsqu'il s'agit, au contraire, d'audition dans une petite salle ou une chambre d'appartement, l'ellipsoïde est beaucoup moins allongée, de façon à renvoyer les sons vers l'horizontale, et l'appareil est placé sur le plancher sur une sorte de trépied. La caisse de résonance a alors une forme sphérique, le haut-parleur étant disposé verticalement, comme on le voit sur la figure, de façon à envoyer toujours les ondes sonores verticalement vers la surface de l'ellipsoïde et une ouverture est ménagée dans la sphère pour permettre le passage de l'onde sonore arrière. Un autre réflecteur convexe est prévu pour la stéréophonie (fig. 4).

Mais un autre progrès essentiel a été réalisé. Le caisson de résonance est **fragmenté** à l'intérieur, de façon à ne pas offrir une seule résonance propre sur les sons très graves, et les différentes cavités obtenues permettent d'égaliser encore mieux la courbe de réponse, comme on le voit sur la figure 4, tout en évitant complètement la production de « sons de tonneau » qui risqueraient de donner à la tonalité sonore une ambiance peu naturelle et désagréable, surtout pour la parole et le chant.

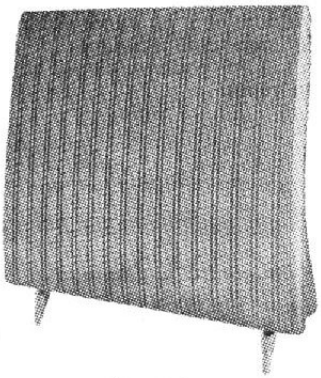


FIG. 5-A

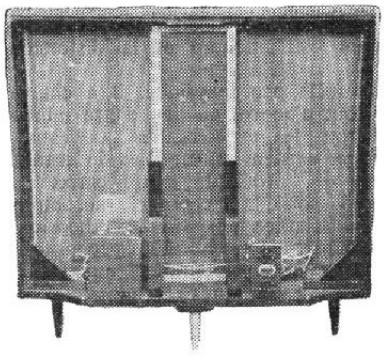


FIG. 5-B

Haut-parleur électrostatique à plusieurs éléments, couvrant toute la gamme musicale (type Quad), vues avant et arrière

LES PROGRES DES HAUT-PARLEURS ELECTROSTATIQUES

Le principe des haut-parleurs électro-statiques, comme celui, d'ailleurs, des microphones du même nom est très ancien. Ce sont, sans doute, les plus simples des haut-parleurs, puisque le système moteur est plus ou moins confondu avec le diffuseur. Il consiste en deux feuilles de métal, l'une qui est une plaque fixe, l'autre une feuille souple et mobile avec, s'il y a lieu, entre elles un diélectrique.

Mais une tension continue doit être appliquée sur ces armatures pour maintenir une polarisation fixe. Une des armatures se charge alors d'une certaine quantité d'électricité et l'autre d'une quantité de valeur égale, mais de signe contraire. Le système est réuni aux bornes de sortie d'un amplificateur ; les tensions alternatives à fréquence musicale tendent à s'ajouter ou à se soustraire de la tension de polarisation, et elles déterminent des mouvements de la feuille mobile par rapport à l'autre, suivant la modulation.

Les appareils de ce genre sont fort anciens puisque les premiers microphones électro-statiques étaient connus dès 1880, et pourtant, si les microphones ont été employés pratiquement depuis longtemps, les modèles pratiques de haut-parleurs n'ont jamais été très répandus.

Parmi les plus récents, relativement, on en a vu apparaître aux Etats-Unis, de forme rectangulaire vers 1954, avec des tensions de polarisation de 450 à 2 000 volts, et une membrae en matière plastique, mais ils ne donnaient pas toujours des résultats durables.

Ce sont surtout des éléments aux sons très aigus, ou tweeters, qui ont été étudiés parce qu'ils permettaient d'obtenir un rendement notable pour les fréquences élevées.

Un diffuseur particulier de forme rectangulaire vibrait ainsi sur toute sa surface en produisant un rayonnement sonore sous un angle assez large. Nous avons vu également des éléments rectangulaires réalisés par Philco comportant des éléments rectangulaires disposés comme les facettes d'un demi-cylindre. avec une plaque arrière semi-cylindrique constituée en aluminium perforé, avec des facettes constituant 16 faces.

L'électrode mobile était formée d'une couche de matière plastique d'une épaisseur de 12 microns avec un film métallique très mince déposé d'un côté. Pour le fonctionnement, il fallait utiliser une tension de polarisation de l'ordre de 280 volts.

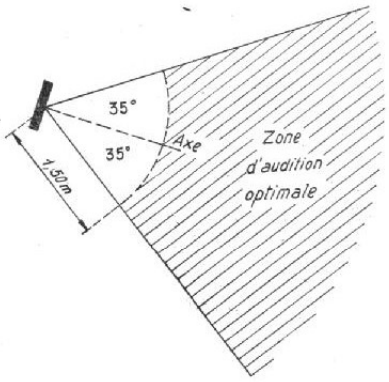


FIG. 6. — *Zone d'audition d'un haut-parleur électrostatique*

Mais parmi les nombreux travaux qui ont été entrepris avec plus ou moins de succès, il faut surtout citer des recherches effectuées en Angleterre et qui ont permis d'établir un modèle de haut-parleur électro-statique pratique très récent, qui semble fournir des résultats remarquables, et assure complètement la reproduction sonore sans utilisation d'aucun autre élément extérieur.

Comme on le voit sur la photographie de la figure 5, cet appareil monté sur un baffle comporte un système d'alimentation autonome pour assurer la polarisation des armatures, de sorte qu'il suffit de le relier à la sortie de l'amplificateur de puissance habituel, sans se soucier de cette polarisation. Il est établi normalement pour fonctionner avec un amplificateur de 10 à 15 watts et avec une charge variant entre 7 et 30 ohms. L'amplificateur doit

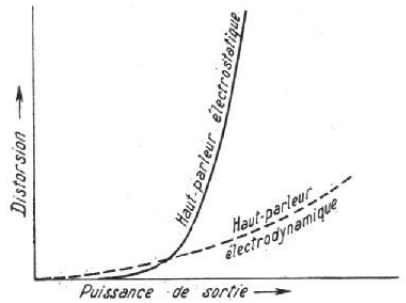


FIG. 7. — *Augmentation de la distorsion dans un haut-parleur électrostatique et dans un appareil à bobine mobile, en fonction de la puissance de sortie*

être stable au point de vue statique et dynamique, et complètement indépendant de la résistance ou de la réactance de la charge.

Le système sonore rayonnant a 80 cm de large et 75 cm de haut environ ; il est légèrement incurvé vers le haut, la dispersion approximative est de 70° dans le sens horizontal, et de 15° dans le sens vertical (fig. 6).

Contrairement au fonctionnement observé dans la plupart des petits modèles de haut-parleurs électro-statiques utilisés pour les sons très aigus genre tweeters, cet ensemble permet d'obtenir une gamme de reproduction de plus de 45 c/s jusqu'à 18 kc/s.

C'est ainsi, le premier modèle, semble-il, de haut-parleur électro-statique pratique, qui permette d'assurer la reproduction sonore sur toute la gamme musicale, et il s'adresse à ceux qui désirent utiliser un appareil de très haute qualité avec une puissance sonore déjà considérable, sans effet spectaculaire, mais en produisant une ambiance musicale appréciée des connaisseurs, aussi bien dans les chambres d'appartements que dans les petites salles d'audition.

Une question se pose également au sujet de ces éléments électro-statiques qui, en raison de leur nature, sont souvent considérés comme sensibles à l'influence de l'humidité et de la chaleur. C'est ainsi que les microphones des studios devaient être placés dans des armoires desséchantes ; ce haut-parleur a été ainsi protégé au moyen de plastique et peut fonctionner à des températures dépassant 30° C et à une humidité relative atteignant 90 %.

En raison des caractéristiques électriques particulières aux systèmes électro-statiques, il a été possible d'établir dans cet appareil un doublet, comme on le voit sur la photographie, offrant à la fois des avantages et des désavantages par rapport au montage en enceinte acoustique habituelle.

a) La radiation sonore se manifeste dans un plan au lieu de trois, ce qui réduit les variations du son sous l'influence des caractéristiques de la salle d'audition ;

b) Ce système n'utilise aucun système d'enceinte acoustique, ce qui supprime ainsi tous les problèmes dus aux résonances des enceintes ;

c) Le prix à payer pour obtenir tous ces avantages consiste, pour chaque élément, dans une réduction de la puissance de sortie, ou de la bande de fréquences reproduite.

Les effets caractéristiques acoustiques de la salle et des enceintes se manifestent surtout sur les gammes des sons graves et médium ; le système doublet produit sur ces gammes des effets plus doux et plus naturels.

Cependant, la sensibilité d'un haut-parleur de ce type ne peut être obtenue, comme on le montre théoriquement, qu'aux dépens des autres caractéristiques ; les difficultés de construction et de prix augmentent rapidement. Cette réduction relative de sensibilité n'a qu'une importance assez faible, si l'on dispose d'une amplificateur de puissance modulée suffisante.

Par contre, un haut-parleur électro-statique peut être construit de façon à supprimer **presque complètement la distorsion,** jusqu'à une certaine puissance de sortie critique par unité de surface de diaphragme. Avec un haut-parleur à bobine mobile, la distorsion est faible pour un niveau réduit et augmente plus ou moins lorsque la puissance augmente, cette variation est progressive (fig. 7).

Au contraire, avec un haut-parleur électrostatique, la distorsion est à peu près inexistante jusqu'à un certain niveau de puissance ; elle augmente rapidement, au contraire, au-dessus de la valeur critique. Pour cette raison, un haut-parleur électro-statique doit avoir des caractéristiques bien déterminées, en fonction du but recherché. Un appareil établi pour assurer de la musique de haute qualité dans un appartement n'est pas utilisable dans une grande salle de spectacle.

De la même manière, un appareil électrostatique établi pour une grande salle n'est pas recommandable pour l'usage domestique ; on a ainsi là, en tous cas, un nouvel instrument sonore, qui peut augmenter beaucoup la qualité des machines parlantes à haute fidélité et peut être très apprécié des mélomanes connaisseurs de bonne musique.

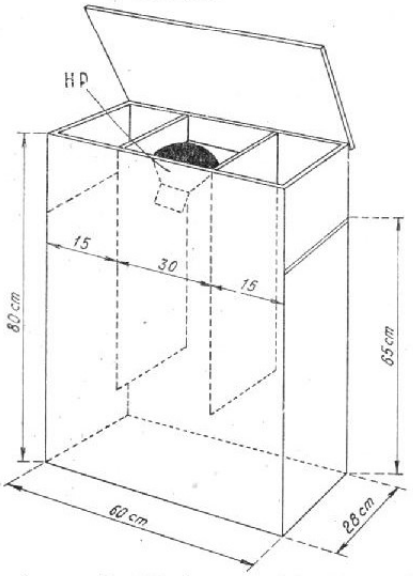


FIG. 8. — *Haut-Parleur anglais à enceinte acoustique « Miracle »*

LE HAUT-PARLEUR « MIRACLE »

Le nombre des variantes d'enceintes acoustiques augmente constamment, et la place nous manque pour en décrire encore plusieurs. Signalons seulement une forme particulièrement simple, dont la description a, paraît-il, attiré l'attention d'un grand nombre d'amateurs américains et anglais, et dont la forme et les dimensions sont représentées sur la **figure 8.**

Le haut-parleur utilisé est un modèle de 21 cm, mais il semble que ce modèle ne soit pas très critique ; on pourrait aussi bien employer un modèle de 24 ou 17 cm, par exemple. Pourtant les résultats obtenus seraient particulièrement remarquables, aussi bien pour les sons aigus que pour les sons graves.

Comme on le voit, il s'agit d'une enceinte qui a plus ou moins la forme d'un labyrinthe double et qui est formée de huit panneaux de bois contreplaqué, avec à droite et à gauche deux ouvertures latérales.

Le haut-parleur avec son diffuseur est dirigé obliquement vers le haut, et un système de couvercle à charnière orientable joue le rôle de réflecteur supplémentaire.

Telle qu'elle est, cette enceinte acoustique très simple aurait permis d'obtenir avec ce seul haut-parleur, et dans de bonnes conditions, une gamme musicale de réponse de 40 à 16 000 c/s, et qui pourrait même être étendue de 15 à 22 000 c/s en choisissant convenablement la marque du haut-parleur employé.

Technique des haut-parleurs électrostatiques

LES haut-parleurs électrostatiques sont à nouveau à l'ordre du jour. Au point de vue technique, on peut dire que les H.-P. électrostatiques actuels sont exempts de certains défauts de leurs devanciers électrostatiques connus depuis trente ans : la gamme des fréquences peut s'étendre sur tout le domaine de la BF, c'est-à-dire aux aiguës comme précédemment, mais aussi au médium et aux basses. Le rendement est amélioré et la distorsion réduite.

Quant à l'aspect physique, il a changé lui aussi : tout d'abord, au lieu d'être minuscules comme tous les tweeters, les nouveaux électrostatiques existent en modèles de grandes dimensions de l'ordre du mètre carré.

Il va de soi que les progrès accomplis ont été obtenus grâce aux travaux théoriques et expérimentaux de nombreux spécialistes dans de nombreux pays, notamment aux U.S.A., en Angleterre, en Allemagne et ailleurs.

La différence fondamentale entre les anciens et les nouveaux haut-parleurs électrostatiques réside dans le fait que les premiers étaient constitués par un condensateur composé d'une membrane mobile en face d'une plaque fixe, tandis que dans les secondes la membrane se déplace entre deux plaques fixes.

Nous allons décrire d'abord le modèle classique à une membrane et une plaque et ensuite le modèle moderne à deux plaques dit aussi à contretemps ou push-pull.

Remarquer que les deux modèles peuvent fonctionner également avec lampe finale unique ou lampes finales en push-pull, car le H.-P. push-pull est un montage indépendant de celui de l'étage de sortie.

PRINCIPE DU HP ELECTROSTATIQUE SIMPLE

Considérons deux surfaces métalliques parallèles comme celles de la figure 1 entre lesquelles on applique une tension continue.

Les deux plaques se comportent comme un condensateur et si l'une est fixe et l'autre mobile dans la direction perpendiculaire à leurs plans, elle est attirée par l'autre. Si rien ne s'oppose à ce mouvement, il y a collage, ce qu'il faut éviter.

En réalité, un système élastique mécanique retient la plaque mobile (que nous désignerons sous le nom de membrane) tout en lui permettant de se déplacer suivant un mouvement vibratoire.

La force élastique est obtenue par interposition entre les deux armatures d'une matière élastique ou par des ressorts.

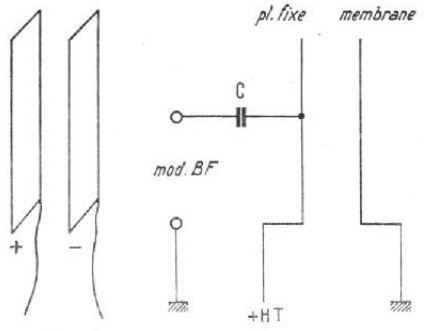


FIG. 1

FIG. 2

L'électrode fixe ou la plaque est perforée pour permettre le rayonnement acoustique.

Pour obtenir des sons, on applique, également entre les deux électrodes, une tension de modulation BF, se superposant à la tension continue.

A l'alternance positive, par exemple, la membrane est moins négative qu'au repos, donc la différence de potentiel entre les deux plaques est moindre et il en est de même de l'attraction, la membrane s'éloigne de la plaque par rapport à la position d'équilibre correspondant au repos.

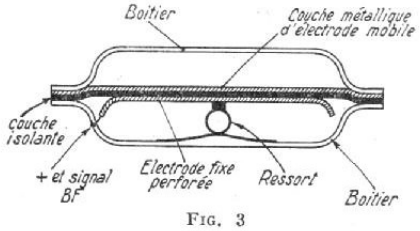


FIG. 3

A l'alternance négative, la membrane est plus négative qu'au repos et l'attraction est plus grande, la membrane se rapproche de la plaque.

La force mécanique de direction opposée à celle d'attraction s'oppose au collage. Cette méthode est bien connue, on l'a appliquée dans les reproducteurs magnétiques, écouteurs et anciens haut-parleurs.

La polarisation est indispensable ; sans elle, il y aurait doublage de fréquence. Dans les écouteurs magnétiques, la polarisation est représentée par la force d'attraction des aimants permanents.

Pratiquement, le montage d'un haut-parleur électrostatique simple est celui de la figure 2.

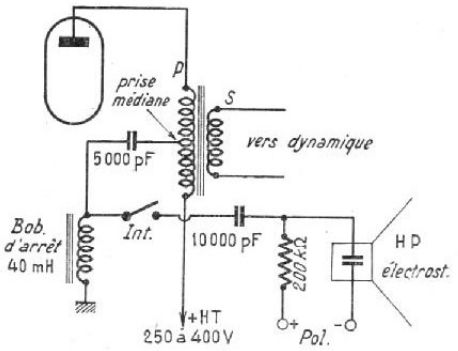


FIG. 4

La source de modulation BF, généralement le primaire du transformateur de sortie ou une portion de ce primaire est reliée aux deux plaques par l'intermédiaire d'un condensateur d'isolement C permettant l'application de la polarisation à haute tension entre les deux plaques qui reçoivent ainsi simultanément le signal et la polarisation.

La gamme des fréquences dépend de certaines caractéristiques électriques et mécaniques. Elle se situe près de la fréquence de résonance dont la valeur est choisie convenablement. Cette fréquence dépend essentiellement du système mécanique élastique d'empêchement du collage. Une résistance série en parallèle sur le H.-P. permet de linéariser la courbe de réponse.

Lorsqu'il s'agit de tweeters, la courbe débute vers 5 000 - 7 000 c/s pour se terminer vers 10 000, 15 000 et même 20 000 c/s.

L'impédance de ce H.-P. varie considérablement avec la fréquence, ce qui rend l'adaptation parfaite impossible.

Rappelons que l'attraction électrostatique s'exerce suivant une force inversement proportionnelle au carré de la distance, ce qui explique le collage violent lorsqu'il n'est pas empêché par une force contraire.

De même, cette loi crée des distorsions, la vibration n'étant pas conforme à la variation du signal qui la provoque.

Autre inconvénient, la capacité entre les deux plaques est de l'ordre de quelques milliers de picofarads et vient shunter le transformateur de sortie.

Pour réduire son effet, on branche l'électrostatique à une prise du primaire.

Un exemple pratique de H.P. électrostatique est donné par la figure 3.

Le montage pratique d'un tel haut-parleur est indiqué par la figure 4. La polarisation est distincte de la haute tension.

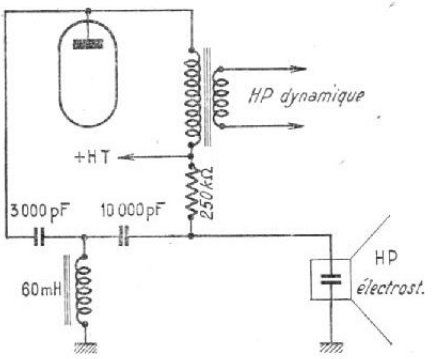


Fig. 5

Un autre mode de montage est celui de la figure 5, dans lequel la polarisation est obtenue à partir de la source de HT de l'appareil. Elle est de 250 V.

La courbe de réponse d'un haut-parleur de ce genre n'est pas linéaire. Un exemple de courbe de tweeter électrostatique est donné par la figure 6.

La résonance se situe vers 13 500 c/s et la chute de gain est assez régulière entre 13 kc/s et 9 kc/s pour devenir plus rapide au-dessous de cette fréquence.

Malgré l'allure de la courbe, les valeurs des décibels indiquent qu'il y a réponse « linéaire » à ± 4 décibels près entre 7 kc/s et 15 kc/s, ce qui, à l'oreille, peut être satisfaisant, d'autant plus que celle-ci devient de moins en moins sensible à mesure que f augmente.

HP ELECTROSTATIQUES PLUS RECENTS

Le lecteur étant familiarisé avec le principe et les caractéristiques du H.-P. simple, nous allons donner maintenant des indications sur les électrostatiques push-pull.

Les premiers modèles ont été établis vers 1955 et ont été améliorés, mais le principe est toujours le même dans ses grandes lignes.

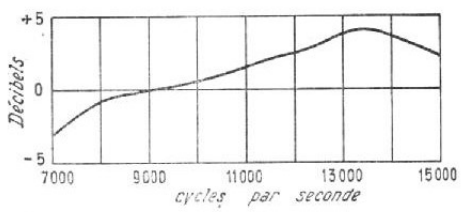


Fig. 6

Un premier type push-pull est celui de la figure 7. La sortie de l'amplificateur est représentée par le primaire du transformateur, qui peut donc être simple ou à prise médiane s'il y a push-pull de deux lampes.

Ce montage se nomme à tension constante. Le système de charge, c'est-à-dire la polarisation, est connectée au centre de la membrane mobile et la tension BF est appliquée en push-pull aux plaques fixes perforées. L'amplitude du signal BF admissible est supérieure à celle du modèle simple décrit plus haut.

La linéarité de ce dispositif est réduite et ne peut être acceptable qu'entre des limites étroites d'amplitudes, car la charge électrostatique de la membrane se modifie avec son déplacement et le risque de collage subsiste. Un montage amélioré, qui est le montage actuel probablement, est indiqué par la figure 8.

Il est analogue, dans ses grandes lignes, à celui de la figure précédente, mais on y trouve une résistance R intercalée dans le circuit de polarisation et de la membrane mobile.

Revenons à la figure 7 et supposons qu'avant d'appliquer le signal BF la source de polarisation est déconnectée. Le condensateur constitué par les plaques restera chargé, mais si le diaphragme vibre, la charge ne peut plus varier, aucune source d'énergie ne le permettant.

La charge restant constante, la force attractive ou répulsive qui agit sur la membrane qui est proportionnelle à l'intensité du champ électrique et à la charge, n'est plus proportionnelle qu'à l'intensité du champ. Le mouvement est alors linéaire, ce qui est une condition de distorsion réduite et un moyen de réduire les risques de collage.

La réalisation pratique de cette idée est le montage de la figure 8, qui contient la résistance R en série avec la source de la tension de polarisation assurant la charge à travers R.

La constante de temps RC est calculée de manière qu'elle soit grande par rapport à la

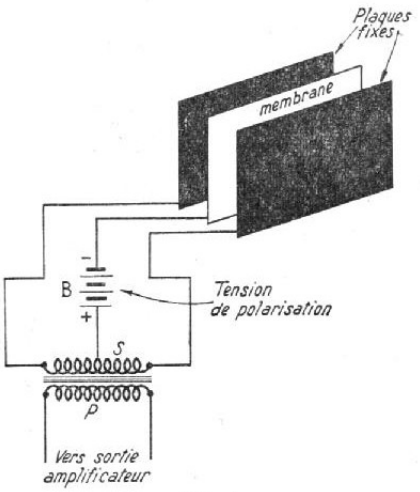


Fig. 7

demi-période correspondant à la plus basse fréquence du signal appliqué. On constate alors que les résultats sont les mêmes que si l'on avait déconnecté la source de la figure 7.

TRAVAUX RECENTS OU EN COURS

De nombreux spécialistes étudient le H.P. électrostatique en vue de l'améliorer encore, comme par exemple Jantzen et Pickering aux U.S.A., H.J. Leak, P.J. Walker, Williamson, en Angleterre, et bien d'autres.

Parmi les conceptions nouvelles tendant vers la reproduction de la bande BF intégrale, figure aussi celle qui prévoit plusieurs H.-P. électrostatiques spécialisés montés sur le même bâti et donnant à l'ensemble l'aspect d'un seul haut-parleur.

Il est évident que ce moyen de résoudre le problème est excellent au point de vue des résultats obtenus, car il est plus facile dans une gamme plus étroite d'améliorer les qualités requises : linéarité, distorsion réduite, rendement élevé, puissance uffisante, directivité et adaptation.

Le prix de revient est toutefois augmenté.

Diverses études ont essayé les procédés habituels de montage des haut-parleurs : pavillons, encoignures, meubles. Ces procédés n'ont pas été retenus pour les électrostatiques.

Finalement, on s'en est tenu au « doublet », diaphragme vibrant entre deux plaques fixes et

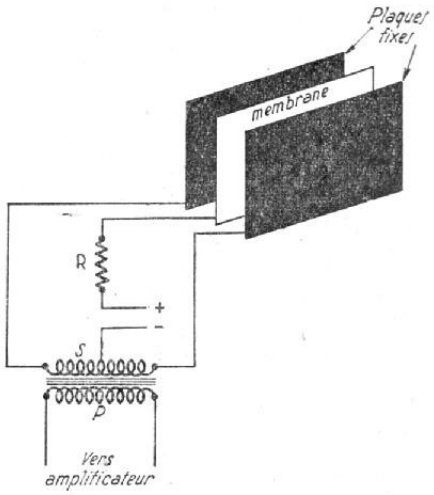


Fig. 8

diffusant dans les deux sens dans la direction perpendiculaire à leurs surfaces. Voici quelques détails sur l'électrostatique *Quad* de Walker, ne comportant aucun meuble, mais un simple cadre de montage.

Ce haut-parleur multiple se compose de l'élément pour les fréquences très élevées au milieu, et vers les extrémités on a placé les électrostatiques pour les fréquences élevées, le médium et les graves.

Tout baffle est superflu, l'électrostatique agissant lui-même et seul comme un piston.

La directivité des électrostatiques est très favorable à une bonne reproduction, car les sons ne sont transmis qu'en avant et en arrière et non vers les côtés.

En raison de la transmission en avant et en arrière, la directivité se traduit par une sorte de 8 valable à toutes les fréquences de la bande BF. Ce mode de diffusion des sons tend à rendre l'audition plus naturelle et évite l'audition des sont réfléchis par les côtés du local.

On peut conclure de ces diverses considérations que le H.-P. électrostatique est très intéressant, non seulement pour les amateurs de haute fidélité, mais pour tous les usagers de la BF, de la radio et de la télévision, sans oublier ceux du cinéma.

Il faut toutefois tenir compte du fait que son encombrement est important si la gamme reproduite s'étend non seulement aux aiguës, mais aussi au médium et aux basses. Dans ce cas, l'électrostatique ne peut être qu'un haut-parleur extérieur, remplaçant ou s'ajoutant au H.-P. dynamique incorporé.

L'électrostatique possède des qualités remarquables pour la haute fidélité. Outre celles indiquées plus haut, il reproduit mieux les transitoires et les aiguës s'étendant au-delà de 10 kc/s si on le désire.

En tout cas, il est possible de l'essayer actuellement car des modèles commerciaux sont en vente en France et si leurs prix semblent élevés, il faut reconnaître que ceux des dynamiques de haute qualité ne sont pas plus économiques. Il est évident, d'ailleurs, que ceux qui ne sont pas pressés trouveront, dans un avenir plus ou moins rapproché, des électrostatiques économiques toutes fréquences.

Signalons que des modèles pour aiguës seulement existent dans le commerce et sont vendus à des prix aussi bas que les dynamiques ordinaires, ce qui permettra aux techniciens d'utiliser des haut-parleurs électrostatiques économiques tout en profitant de leurs avantages dans la gamme des aiguës.

LES TRANSFORMATIONS DES MAGNÉTOPHONES

et la pratique des nouveaux procédés magnétiques

LES progrès récents des magnétophones se sont manifestés sous diverses formes, de caractère technique et pratique. Parmi ces transformations, nous avons déjà signalé celles qui ont rendu l'usage de ces appareils de plus en plus facile et économique, en augmentant la durée d'enregistrement pour une même longueur de bande, ou en permettant d'obtenir une plus longue durée d'enregistrement à égalité de longueur.

Mais il fallait, en même temps, ne pas diminuer la qualité sonore, et même l'améliorer; d'où la nécessité d'étudier des procédés permettant de compenser les difficultés provenant de ces nouvelles méthodes d'où des modifications des supports, des têtes magnétiques, des montages électroniques et des systèmes de défilement.

LES MODIFICATIONS DES PISTES

La plupart des appareils magnétiques réalisés en France sont établis suivant la méthode « à deux pistes », permettant leur utilisation successive, c'est-à-dire le dédoublement de la longueur effective du ruban pour une même longueur réelle ; mais, désormais, on voit apparaître de plus en plus des dispositifs *à quatre pistes* utilisés, d'ailleurs, également sur quelques modèles français, en particulier, à transistors.

La stéréophonie exige normalement l'emploi de deux pistes simultanées enregistrées et reproduites au moyen de têtes magnétiques doubles, ce qui réduit, par conséquent, la longueur disponible de moitié, pour une même durée d'enregistrement, et augmente, en proportion, la dépense de ruban pour une même durée.

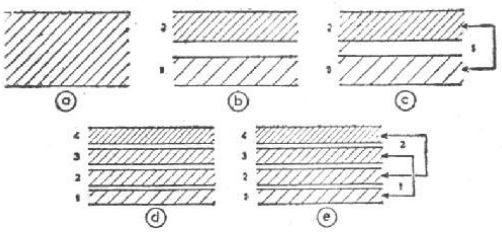


FIG. 1. — *Les différentes dispositions des pistes magnétiques sur les bandes de 6,25 mm : a) monaural piste unique entière ; b) monaural à deux pistes ; c) stéréophonique à deux pistes ; d) monaural à quatre pistes ; e) stéréophonique à quatre pistes*

C'est ce qui a d'abord assuré l'intérêt essentiel du procédé à quatre pistes.

Pour les usages professionnels, on utilise encore normalement, dans les magnétophones à bande magnétique de 6,25 mm de large, des inscriptions à une seule piste, à 19 cm/seconde, ou 38 cm/seconde, ce qui permet d'effectuer des découpages et des montages sonores évidemment impossibles à réaliser avec deux pistes ou quatre pistes (fig. 1).

Dans le procédé d'amateur à deux pistes, le plus employé jusqu'à présent en France, les deux pistes superposées ont une hauteur de 2,25 mm et sont séparées par un espace de l'ordre de 1,35 mm, comme on le voit sur la figure 2 ; on peut ainsi enregistrer les deux pistes l'une après l'autre, et obtenir l'enregistrement monaural habituel.

L'apparition des procédés stéréophoniques a rendu nécessaire l'emploi de deux pistes simultanées et, avec le procédé standard à 19 cm/seconde, on utilise des têtes magnétiques empilées à fentes alignées, avec des cotes qui sont indiquées aussi sur la figure 2.

La séparation des deux canaux sonores, malgré l'effet de diaphonie, peut alors être facilement obtenue avec une valeur minimale de 25 dB ; elle peut s'élever à 35, sinon 50 dB, dans les appareils de haute qualité. Le rapport signal/parasite atteint facilement 45 à 50 dB et le bruit de fond augmente très peu avec l'usage, contrairement à ce qui se passe avec le disque.

En fait, tout se passe alors, au point de vue matériel et économique, et en ce qui concerne la consommation de ruban, comme si l'on employait une méthode à une seule piste entière. On a donc cherché à réduire cet inconvénient aux Etats-Unis et en Allemagne, d'abord, pour assurer une audition plus économique, pouvant même, à ce point de vue, concurrencer le disque ; c'est à ce moment que l'on a songé à employer, sur la hauteur d'une bande ordinaire de 6,25 mm de large, non plus deux pistes alternatives ou simultanées de 2,25 mm, mais quatre pistes de 1 mm, avec un intervalle de 0,74 mm entre deux pistes (fig. 3).

PRINCIPE DE LA METHODE A QUATRE PISTES

Pour obtenir ce résultat, on utilise toujours des têtes magnétiques doubles à deux fentes empilées, et les pistes sont, en quelque sorte, entrelacées. Les pistes 1 et 3, dans un sens, occupent la partie supérieure et la partie inférieure de la bande ; dans l'autre sens ce sont les pistes 2 et 4, qui viennent à la place des pistes 1 et 3, comme on le voit sur la figure 4. Les deux pistes impaires sont employées lorsque la bande défile de gauche à droite, et les deux autres au moment d'un autre passage de la bande après retournement des bobines.

Le procédé est comparable, en fait, à l'utilisation des deux pistes successives dans la méthode ordinaire à deux pistes monaurales ; il permet évidemment d'assurer une durée d'audition double, à égalité de longueur de bande, même à vitesse égale.

On avait ainsi atteint là le but recherché, à condition, bien entendu, d'utiliser en correspondance du matériel permettant d'obtenir la même qualité sonore. Mais cette méthode, destinée essentiellement à la stéréophonie, a été appliquée très rapidement ensuite à l'enregistrement monophonique ; elle assure, en effet, la possibilité d'enregistrements de longue durée avec des bandes relativement courtes.

La possibilité d'enregistrement et de reproduction sur des pistes de faible hauteur, surtout à vitesse de défilement réduite, ne pouvait guère être envisagée, il y a encore quelques années ; elle a été rendue possible, seulement, en particulier, grâce à *la réduction de la fente des têtes ramenées maintenant à 3 ou 5 microns.*

Pour éviter le retournement manuel des deux bobines, et même pour permettre la lecture continue avec répétition sans fin, certains magnétophones bi-pistes comportaient d'ailleurs un système automatique de changement du sens de marche en fin de bande.

A cet effet, une bande métallique à la fin de l'inscription établissait un contact électrique envoyant le courant dans des relais inversant le sens de défilement, mais aussi mettant en circuit une autre tête d'enregistrement et une autre tête de lecture. Leurs entrefers étaient à la hauteur de la piste inférieure, si l'autre groupe de têtes précédemment en service agissait sur la piste supérieure ; ainsi la seconde piste est-elle utilisée conformément au sens de défilement standard.

Dans un magnétophone bi-pistes, en effet, *le sens du défilement* présente une grande importance, et il faut préciser si l'on parle de *la piste inférieure ou supérieure.*

Si les têtes d'enregistrement et de lecture sont réglées en hauteur, de manière à inscrire et à lire les pistes situées à la partie supérieure de la bande, le sens de défilement doit être tel que la bande se déplace de gauche à droite (fig. 5).

Après retournement des bobines, la piste non inscrite se trouve, à son tour, à la partie supérieure, et le sens de défilement est toujours de gauche à droite pour l'enregistrement de la deuxième piste ; si un autre appareil possédait des têtes d'enregistrement et de lecture réglées en hauteur, de façon à inscrire et lire sur la partie inférieure de la bande, il faudrait, pour respecter le sens de défilement standardisé, que la bande en marche avant défile de droite à gauche.

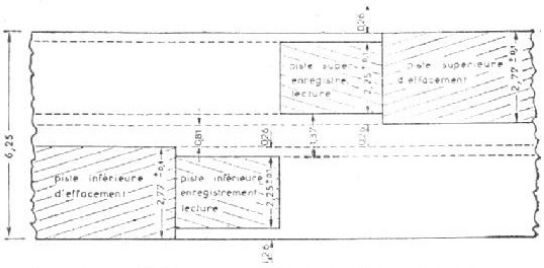


FIG. 2. — *Cotes des pistes magnétiques dans la méthode bi-piste*

Malgré les apparences, ces deux types d'appareils fonctionneraient tous deux avec le sens de défilement international, et toute bande bi-pistes enregistrée sur l'un d'eux serait reproductible par l'autre, et vice-versa ; pour bien définir le sens de défilement, il est ainsi indispensable de préciser s'il s'agit d'une piste inférieure ou supérieure, et nous donnons sur la figure 5 les sens indiqués par le standard international pour l'enregistrement bi-pistes.

LA PRATIQUE DE L'ENREGISTREMENT QUATRE PISTES

Les bandes de ruban 6,25 mm de large à quatre pistes, sont utilisées deux par deux, pour les appareils stéréophoniques, en retournant les bobines, c'est-à-dire en plaçant la bobine récepteur de droite à la place de celle de gauche, et vice-versa, comme s'il s'agissait d'un enregistrement monophonique bi-piste ; on utilise ainsi les deux pistes successivement deux par deux.

Pour l'enregistrement monophonique habituel les quatre pistes sont employées successivement, ce qui quadruple bien la durée d'audition à égalité de longueur de bande, par rapport à l'inscription monopiste. Si l'on utilise pour les deux inscriptions les pistes 1 et 3 à l'aller, on retourne les bobines pour inscrire en deuxième trajet les pistes 2 et 4. Mais pour utiliser les bandes en monaural, il faut évidemment retourner les bandes, non plus une fois, mais trois fois (fig. 4).

Dans la première opération, c'est-à-dire pour l'inscription de la première piste, on inscrit la piste du haut ou piste 1 avec défilement de gauche à droite, puis on retourne la bobine et on inscrit la piste 2, qui a pris la place de la piste 1, toujours de gauche à droite, en mettant toujours en circuit la partie de l'élément de la tête magnétique double correspondant à la piste supérieure.

(*Suite page* 83.)

L'ABC DE L'AMPLIFICATION PHONOGRAPHIQUE

PRÉCIS DE LA TECHNIQUE BASSE FRÉQUENCE DES TRANSISTORS

INTRODUCTION

LA théorie et la pratique des transistors en basse fréquence peuvent donner lieu a des développements infinis, aussi nous ne pourrons donner ici que quelques notions, très élémentaires et résumées de la technique BF des transistors.

Le but de la présente étude est de familiariser les lecteurs débutants avec les transistors dans leur emploi dans les montages BF.

Remarquons que la BF ne comprend pas uniquement les amplificateurs, mais également les montages suivants : oscillateurs et générateurs, convertisseurs, circuits spéciaux de tonalité et de distribution du son.

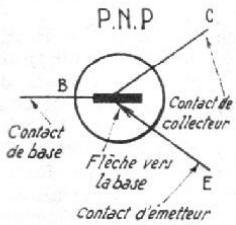


FIG. 1

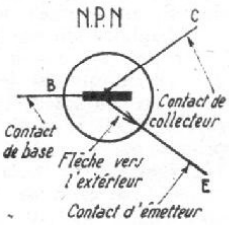


FIG. 2

Il convient également d'inclure dans la technique BF des transistors, l'emploi particulier de certaines pièces détachées : pick-up, microphones, haut-parleurs, lignes de transmission. Il est évident que les batteries intéressent également les techniciens de la BF à transistors.

Grâce aux progrès actuels des transistors et des composants électroniques spécialement établis pour eux, il est possible de réaliser des montages BF dont les performances peuvent être équivalentes à celles obtenues avec les lampes, mais si ces performances sont obtenues, notamment la puissance et la haute fidélité, l'économie de consommation ne porte plus que sur la suppression des filaments et sur une certaine augmentation du rendement, celui-ci étant égal au rapport entre la puissance modulée et la puissance alimentation.

Malgré ces possibilités, la faveur des techniciens BF recherchant la très haute fidélité, se tourne encore vers les lampes dans tous les cas ou la réduction de la consommation n'est pas imposée et lorsque l'appareil ne doit pas être autonome.

Nous divisons notre exposé en deux parties, la théorie très élémentaire et rapide et la pratique.

THEORIE ELEMENTAIRE DES TRANSISTORS

Tout comme l'invention des lampes, celle des transistors due à J. Bardeen, W.H. Britain et W. Shockley des Laboratoires Bell, divulguée au monde scientifique en 1948, est sans aucun doute la plus importante invention ou découverte de la technique radioélectrique contemporaine.

Les transistors **ne sont pas** des lampes mais ils peuvent les remplacer dans presque toutes les applications. Les études effectuées dans tous les grands laboratoires mondiaux tendent d'ailleurs vers une utilisation universelle des transistors et on peut dire qu'il est à peu près certain que dans un avenir plus ou moins rapproché le pourcentage des transistors en service dépassera de beaucoup celui des lampes.

Ces dernières ainsi que les transistors sont des relais électriques possédant le pouvoir amplificateur ou celui d'osciller, c'est-à-dire de produire un courant électrique périodique de forme quelconque : sinusoïdale, en dents de scie, rectangulaire, etc.

On n'utilise actuellement, en général, que des transistors à jonction. En BF, la plupart sont du type triode.

Les transistors à jonction se composent de trois cristaux, l'un du type N et deux du type P. Ils sont soudés ensemble, le premier entre les deux autres, ce qui correspond à un transistor du type PNP : la base est le cristal N du milieu, le collecteur et l'émetteur sont les cristaux extrêmes.

Il existe également une autre possibilité de réaliser des transistors à jonction : en soudant deux cristaux N de part et d'autre d'un cristal P.

Dans ce cas on se trouve en présence d'un transistor NPN. Le dessin symbolique d'un transistor à jonction PNP est indiqué par la figure 1. La flèche de l'émetteur est dirigée vers la base. Les transistors du type NPN sont symbolisés par le dessin de la figure 2. **La flèche est dirigée vers l'extérieur.**

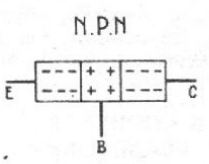


FIG. 3

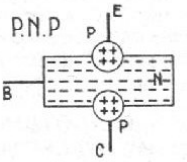


FIG. 4

Les figures 3 et 4 montrent deux présentations de transistors à jonction. La première indique la constitution d'un type NPN et la seconde d'un type PNP. Il existe d'autres dispositions des trois électrodes.

Rappelons que parmi les corps de la nature on trouve tous les degrés d'isolement, depuis ceux qui ne sont pas isolants du tout : les conducteurs comme les métaux, jusqu'à ceux qui sont très isolants, comme la stéatite par exemple.

On peut considérer certains corps comme étant dans un état intermédiaire. Ce sont des corps que l'on pourrait qualifier de médiocres conducteurs, donc aussi de médiocres isolants : par exemple une résistance de 10 MΩ. On les désigne sous le nom de semi-conducteurs.

Certaines actions extérieures comme l'élévation de température peuvent transformer un isolant en semi-conducteur. Dans les semi-conducteurs dits électriques, le courant électrique résulte du déplacement des électrons, petites particules négatives d'électricité.

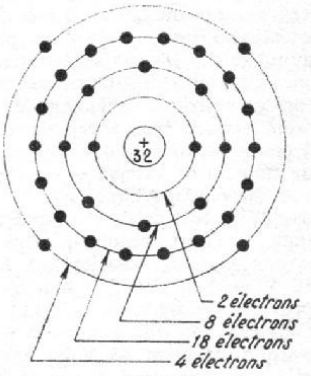


FIG. 5

Dans le germanium par exemple, l'atome se présente suivant la disposition de la figure 5. Il y a un noyau central positif et 32 électrons négatifs répartis sur quatre orbites : deux sur la première, 8 sur la seconde, 18 sur la troisième et 4 sur la quatrième.

Lorsque le germanium est pur, les électrons ne peuvent quitter leurs orbites, donc pas de production de courant électrique.

Des travaux scientifiques ont prouvé que si l'on introduit dans la composition du germanium, certains corps que l'on qualifie « d'impuretés », un mouvement des électrons peut se produire.

Certains corps impurs provoquent le départ de quelques électrons. On les nomme « donneurs ».

D'autres, au contraire, provoquent l'arrivée d'un électron provenant d'un atome voisin. On les nomme accepteurs.

Lorsqu'un électron a quitté un atome, la place restée vide se nomme **trou** (et non tron !) ou encore **lacune.**

Dès qu'un trou se produit, un électron provenant d'un autre atome voisin vient prendre place.

Il se produit ainsi un mouvement d'électrons qui n'est autre que le courant électrique.

Les corps possédant des impuretés, dits « accepteurs », sont du type positif P.

Les donneurs sont du type négatif N.

Leur contact donne lieu à des ensembles dits jonctions PN ou NP. Par trois on obtient des transistors triodes PNP ou NPN comme il a été indiqué plus haut.

Il va de soi que les courants à l'intérieur des transistors ne peuvent être provoqués que par des sources d'énergie comme par exemple les piles ou les dispositifs les remplaçant, connectés au secteur.

COMMENT BRANCHER LES TRANSISTORS

Lorsqu'on effectue un montage à transistors, il convient, avant, de distinguer les types PNP des types NPN.

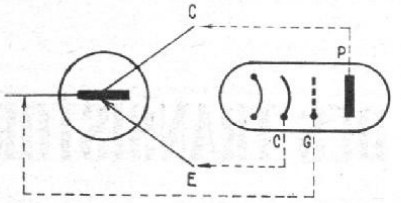


FIG. 6. — *La base B correspond à la grille G.*

On notera que, d'une manière générale, les transistors du type **PNP** fonctionnent lorsque :

l'émetteur est positif,
le collecteur est négatif,
la base est à une tension intermédiaire.

C'est le contraire dans le cas des transistors NPN :

l'émetteur est négatif,
le collecteur est positif,
la base est à une tension intermédiaire.

Suivant le cas on utilise une ou deux piles, ou une pile, avec prise intermédiaire.

Sans aucune prise, il est possible d'établir un point de tension intermédiaire à l'aide d'un dispositif potentiométrique. Toutes les particularités du montage des lampes sont généralement applicables aux transistors. Dans les montages à transistors on retrouve également les circuits de polarisation avec résistances de chute de tension et condensateurs de découplage, le plus souvent de très fortes valeurs et du type électrochimique ou électrolytique.

Les tensions de service de ces condensateurs sont presque toujours beaucoup plus faibles que celles des modèles associés aux lampes : de 3 à 30 V au lieu de 25 à 600 V service.

Cela provient évidemment du fait que la tension d'alimentation dite « à haute tension » ne dépasse que rarement 45 V et que le plus souvent elle n'est que de 6 V ou 12 V.

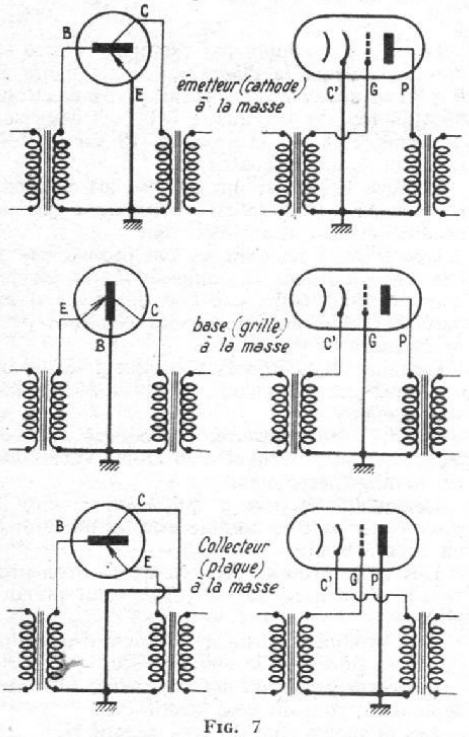


FIG. 7

ANALOGIE AVEC LES MONTAGES A LAMPES

En raison du fonctionnement interne très différent des transistors par rapport à celui des lampes, des techniciens très sérieux conseillent aux débutants « d'oublier » leurs connaissances sur les lampes qui pourraient les troubler lors de leur initiation aux transistors.

En réalité, une fois la théorie assimilée, la pratique des deux éléments, les lampes et les transistors, présente les mêmes particularités de montage et ceci est dû au fait que les réalisateurs des montages à transistors se sont bien défendu d' « oublier » les lampes. Ils se sont généralement efforcés **d'adapter** aux transistors les circuits à lampes et le mot adaptation est ici valable aussi bien dans son sens général que dans le sens de l'adaptation électrique des impédances.

L'impédance des circuits à transistors est généralement beaucoup plus faible que celle des circuits à lampes et on verra plus loin que dans les valeurs des éléments, on trouvera des résistances plus faibles et des condensateurs de capacité plus grande que dans les circuits homologues à lampes.

On peut rapprocher assez approximativement les électrodes d'un transistor de celles d'une triode comme suit :

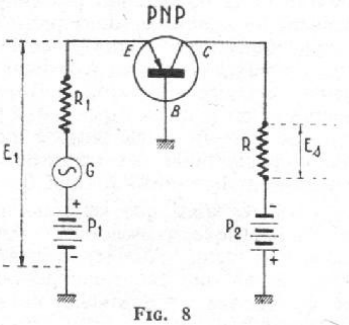


FIG. 8

l'émetteur (E) correspond à la cathode,
la base (B) correspond à la grille,
le collecteur (C) correspond à la plaque.

La figure 6 montre cette correspondance pour le type PNP. La même correspondance est valable pour le type NPN (la flèche vers l'extérieur).

On sait qu'avec une triode il est possible de réaliser trois montages dits avec cathode, grille ou plaque « à la masse », cela veut dire que l'électrode considérée est reliée à la masse à travers une capacité de forte valeur, autrement dit qu'elle est en court-circuit avec la masse en courant alternatif HF, MF ou BF suivant les cas.

Lorsqu'une électrode est « à la masse », le signal à amplifier est appliqué entre la masse et l'une des électrodes restantes et le signal amplifié est obtenu entre la masse et l'autre électrode. La figure 7 montre les trois montages à transistors confrontés avec les trois montages correspondants à lampes triodes.

La HT a été confondue symboliquement avec la masse dans tous les schémas. On la retrouvera dans les schémas pratiques qui seront étudiés par la suite.

LA NOTION PLUS CORRECTE DE L'ELECTRODE « COMMUNE »

Jusqu'ici il a été question de montages avec émetteur, collecteur ou base « à la masse ».

Nous avons dit que si le signal à amplifier est appliqué à une électrode et celui de sortie est recueilli à une autre, l'électrode restante est dite « à la masse » parce qu'elle est connectée à la masse directement, ou à travers un condensateur de forte valeur qui court-circuite les courants à la fréquence de travail du montage considéré.

En fait, ce condensateur, qui est d'ailleurs shunté par une résistance ou une bobine, n'est pas toujours très grand aussi, dans certains montages, une tension alternative à la fréquence de travail existe à ses bornes, ce qui provoque un effet réactif tout comme dans un montage à amplificatrice triode lorsque la résistance de cathode n'est pas shuntée par un condensateur de valeur suffisamment grande. C'est pour cette raison que la plupart des auteurs remplacent l'expression « à la masse » par « commune » par exemple, montage « à base commune ».

COMMENT FONCTIONNE PRATIQUEMENT LE TRANSISTOR TRIODE

Considérons un des trois montages possibles, par exemple celui avec la base à la masse ou base commune, de la figure 8. On voit que la base est réellement à la masse.

Un générateur de puissance électrique G est intercalé dans le circuit de l'électrode d'entrée qui est ici l'émetteur E. Une résistance R est montée dans le circuit du collecteur E.

Pour que le transistor fonctionne, on polarise positivement l'émetteur à l'aide d'une pile P_1, avec le + du côté transistor et le — du côté masse, tandis qu'une autre pile, P_2, est montée en série avec R, avec le — du côté transistor et le + du côté masse, le transistor étant du type PNP.

Si le transistor était du type NPN, il suffirait d'inverser les polarités des deux alimentations.

Le générateur G produit un courant alternatif à une certaine fréquence f et ayant une forme quelconque, par exemple sinusoïdale.

Ce courant traverse R_1 et il se crée une tension E_1 que l'on peut nommer tension à amplifier. En vertu des propriétés du transistor, un courant de sortie s'établit entre le collecteur C et la base, c'est-à-dire la masse dans le présent montage.

Il en résulte une tension E_s de même forme que E_1 aux bornes de R.

L'amplification de tension est $A_v = E_s/E_1$.

On peut également définir une amplification de courant qui est le rapport du courant de sortie au courant d'entrée : $A_i = I_2/I_1$, le courant I_2 étant celui qui traverse R et I_1, celui produit par le générateur G et qui traverse R_1. Les tensions de polarisation sont de faibles valeurs, par exemple le collecteur pourrait être porté entre — 1 V et — 20 V et l'émetteur entre + 0,1 V et + 0,5 V.

Bien entendu, même en l'absence de tout générateur de courant alternatif, il s'établit des courants continus dans les deux circuits.

Celui du circuit d'émetteur peut atteindre 10 mA par exemple, l'autre une valeur du même ordre de grandeur.

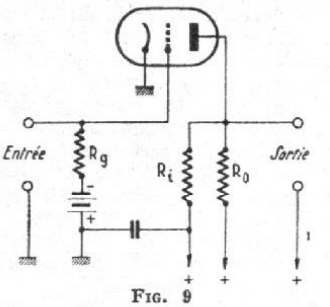


FIG. 9

On dit parfois que la lampe amplifie les tensions tandis que le transistor est un amplificateur de courants.

En réalité, les deux éléments peuvent amplifier aussi bien des courants que des tensions et tous les deux sont évidemment des amplificateurs de puissance.

IMPEDANCES DES CIRCUITS DES ELECTRODES

Si l'on considère une lampe montée comme le montre la figure 9 et si la grille est suffisamment négative par rapport à la cathode, la seule impédance qui existe entre la grille

et la masse est constituée par la résistance R_g extérieure à la lampe et par diverses capacités parasites comme par exemple C_{gk}, capacité entre grille et cathode.

A l'intérieur de la lampe, la résistance entre la grille et la cathode est très élevée.

Par contre, si l'on rend la grille positive, un courant grille-cathode prend naissance et la résistance intérieure, que l'on nomme résistance d'entrée, devient faible.

De plus, ceux qui connaissent la technique de la télévision et celle des ondes très courtes, savent qu'aux fréquences élevées il y a lieu de considérer une autre résistance d'entrée dite résistance électronique qui varie en sens inverse de la fréquence.

A des fréquences élevées, cette résistance électronique devient très faible, par exemple 100 Ω.

Dans le cas du circuit de plaque, il y a toujours une résistance de sortie qui est la résistance interne R_i bien connue. Dans les transistors elle varie suivant le montage adopté. Le tableau I indique l'**ordre de grandeur** de la résistance d'entrée et celle de sortie dans les trois types de montages :

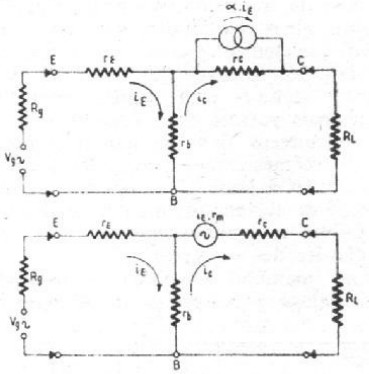


FIG. 10

Dans tous les transistors, la résistance d'entrée et celle de sortie sont shuntées par des capacités dont l'influence est d'ailleurs moindre en BF qu'en HF. Il faut toutefois en tenir compte dans les montages à haute fidélité.

DEPHASAGE

On notera que seul le montage émetteur commun déphase de 180°.

CARACTERISTIQUES ET COURBES

Les courbes statiques donnent toujours l'image la plus claire du fonctionnement d'un dispositif électronique quelconque. Ces courbes montrent comment varie la tension ou le courant d'une électrode, lorsqu'on modifie la tension ou le courant d'une autre électrode.

Pour le transistor, nous avons à considérer quatre grandeurs intéressantes : la tension d'entrée et le courant d'entrée, la tension de sortie et le courant de sortie. Il faut donc quatre familles de courbes pour représenter complètement le fonctionnement d'un transistor.

On peut les choisir ainsi :

La caractéristique d'entrée montre la variation du courant d'entrée lorsque la tension d'entrée est modifiée, pour une tension de sortie constante. (Dans un montage E, l'électrode d'entrée est la base et la sortie est prise sur le collecteur.)

La caractéristique de transfert montre la variation du courant de sortie due à la modification du courant d'entrée, la tension de sortie restant fixe.

La caractéristique de sortie montre la variation du courant de sortie lorsque la tension de sortie est modifiée, pour plusieurs valeurs, fixes, du courant d'entrée.

La caractéristique de réaction montre la variation de la tension d'entrée lorsque l'on modifie la tension de sortie, pour plusieurs valeurs, fixes, du courant d'entrée.

Ces courbes servent principalement à choisir **les tensions** et **les courants continus**, c'est-à-dire le point de fonctionnement initial du transistor.

Voici aussi quelques détails sur les caractéristiques dynamiques. Il est difficile de prévoir exactement le fonctionnement du transistor à l'aide des formules de calcul.

Ces calculs consistent habituellement à remplacer les données des courbes par des jeux d'équations classiques établis par l'algèbre à partir de simples circuits électriques équivalents. Les équations ont beau être classiques, elles deviennent parfois trop compliquées lorsqu'on doit tenir compte de la réaction du circuit de sortie sur celui d'entrée.

Pour déterminer le mode de fonctionnement d'un montage, on peut avoir besoin des caractéristiques dynamiques suivantes, en totalité ou en partie :

(1) Résistance d'entrée R_e pour une valeur donnée de la résistance du générateur R_L.
(2) Résistance de sortie R_s pour une valeur donnée de la résistance du générateur R_G.
(3) Amplification de tension pour une valeur donnée de la résistance de charge.
(4) Gain de puissance pour une valeur donnée de la résistance de charge.
(5) Amplification de courant pour une valeur donnée de la résistance de charge.

Les équations permettant de trouver ces cinq quantités figurent dans des tableaux de formules publiés dans les divers ouvrages traitant de la théorie des transistors.

PARAMETRES DU CIRCUIT EQUIVALENT

Dans la plupart des ouvrages ou articles décrivant les transistors, le calcul des caractéristiques dynamiques se fait à partir du réseau équivalent en T de la figure 10. L'émetteur, la base et le collecteur sont représentés par E, B et C. Le montage utilisé est le montage « base à la masse ».

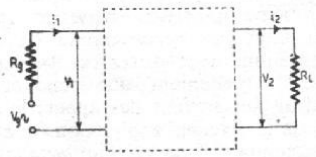


FIG. 11

La résistance d'émetteur r_ε est la résistance dynamique (en alternatif) de l'émetteur, considéré comme une diode polarisée dans le sens direct. La résistance de collecteur r_c est la résistance dynamique du collecteur, considéré comme une diode polarisée dans le sens inverse. La résistance physique de la matière même de la base est r_b. Le rôle amplificateur de courant du transistor peut être représenté, soit par un générateur de courant $\alpha.i_\varepsilon$ aux bornes de la résistance de collecteur r_c (α étant l'amplification de courant statique), soit par un générateur de tension $i_\varepsilon.r_m$, disposé en série avec r_c. Pour tracer tout le réseau, il faut ajouter la résistance du générateur R ; et la résistance de charge R_L. Les équations établies avec ces paramètres peuvent être un peu simplifiées. Si l'on néglige r_ε, qui est très faible, par rapport à r_m et à r_c, on peut écrire r_m au lieu de $(r_m + r_\varepsilon)$.

PARAMETRES HYBRIDES H POUR SIGNAUX FAIBLES

Si le signal à amplifier est faible par rapport aux tensions et aux courants continus du montage, le point de fonctionnement dynamique du transistor ne se déplace jamais très loin du point de fonctionnement en continu. On peut donc calculer, sans erreur appréciable, les résultats des équations en utilisant pour cela les pentes des courbes statiques, au point de fonctionnement choisi. Il est pratiquement impossible de calculer ces pentes avec une précision suffisante en relevant les données sur les courbes statiques. C'est pourquoi on les indique dans les caractéristiques pour un point de fonctionnement donné : par exemple pour une tension de collecteur de — 2 V et un courant de collecteur de — 3 mA.

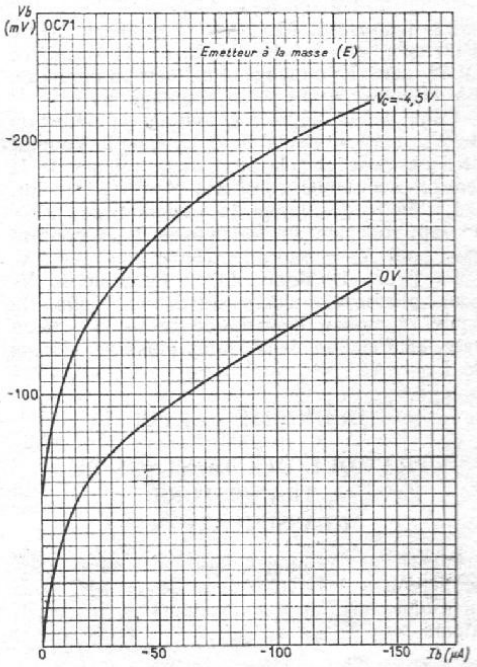


FIG. 12

Ces pentes sont les paramètres hybrides ou « h » pour les faibles signaux. Il faut insister sur ce point, ces paramètres étant des pentes de courbes statiques qui dépendent du **point de fonctionnement choisi.**

Si l'on emploie des lettres minuscules pour désigner de **faibles variations** des tensions et des courants, on peut définir très simplement les paramètres « h ». La figure 11 indique la signification de v_1, etc.

Voici les définitions des paramètres h : h_{11} = v_1/i_1 - pente de la caractéristique d'entrée = impédance d'entrée pour une tension de sortie constante ($v_2 = 0$).

$h_{21} = i_2/i_1$. On voit qu'il s'agit d'un simple nombre, rapport de deux grandeurs de même nature.

Ce paramètre est la pente de la caractéristique de transfert et il représente également l'amplification de courant pour une tension de sortie constante ($v_2 = 0$).

$h_{22} = i_2/v_2$ - pente de la caractéristique de sortie = admittance (inverse de l'impédance) de sortie pour un courant d'entrée constant ($i_1 = 0$).

h_{12} = rapport numérique v_1/v_2 = pente de la caractéristique de réaction = rapport de réaction de tension pour un courant d'entrée constant ($i_1 = 0$).

TABLEAU I

Montage	Emetteur commun	Base commune	Collecteur commun
Résistance d'entrée	1 kΩ	50 Ω	100 kΩ
Résistance de sortie	100 kΩ	1 MΩ	300 Ω

Les petites variations de tensions et de courants v_1, v_2, i_1 et i_2, sont les amplitudes de faibles signaux alternatifs.

Si l'on maintient, par exemple, la tension de sortie constante : $v_2 = 0$, cela signifie que l'on a court-circuité la sortie pour la tension alternative. On peut voir sur la figure 11 que l'on considère le transistor, du point de vue des paramètres h, comme un ensemble à quatre bornes dites pôles, d'où la désignation bien connue de quadripôle, avec deux pôles à l'entrée et deux à la sortie.

Si l'on maintient le courant d'entrée constant cela signifie que $i_1 = 0$, autrement dit qu'il n'y a pas de variation de courant à l'entrée et celle-ci est court-circuitée en alternatif.

Pour le montage de la figure 11, on a la relation très simple :

$$V_1 = h_{11}\, i_1 + h_{12}\, v_2$$

Les figures 12, 13, 14 et 15 donnent, à titre d'exemple, des courbes statiques du transistor OC71 dans le montage émetteur commun ou « à la masse », dit aussi montage E.

Celle de la figure 12 indique la variation de V_b, tension de la base lorsque I_b courant de base varie et cela pour deux valeurs de la tension maintenue constante V_c du collecteur.

La figure 13 donne la variation de I_c = courant collecteur en fonction de I_b = courant base pour V_c = tension collecteur = — 4,5 V.

La figure 14 donne I_c en fonction de V_c pour plusieurs valeurs de I_b et, enfin, la figure 15 montre la variation de V_b = tension base, en fonction de V_c pour plusieurs valeurs de I_b.

DEUXIEME PARTIE

PRATIQUE DES MONTAGE BF A TRANSISTORS

CLASSIFICATION

Parmi les montages qui intéressent particulièrement les techniciens de la BF, nous mentionnerons les amplificateurs et les oscillateurs.

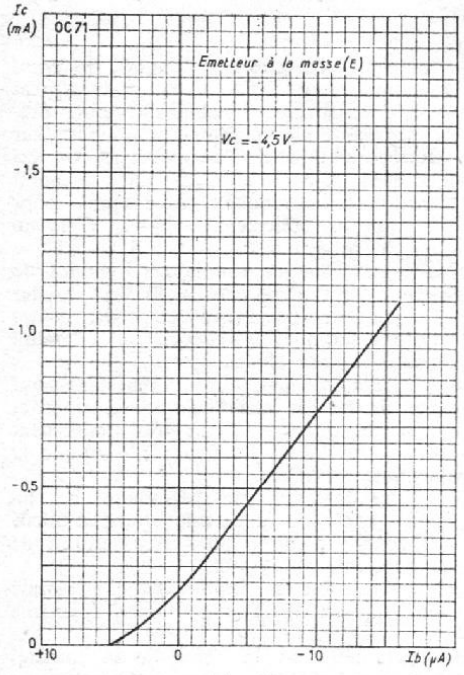


FIG. 13

Les amplificateurs peuvent se classifier de diverses manières, par exemple d'après leur emploi : amplification phonographique, microphonique, radio-TV, magnétophone, surdité, interphone, téléphone, etc.

Les oscillateurs sont réalisés avec des bobinages, notamment les oscillateurs sinusoïdaux ou avec des éléments RC qui permettent d'obtenir aussi bien des signaux en forme de sinusoïde que des signaux périodiques rectangulaires, en dent de scie, etc.

Dans les chaînes haute fidélité, on trouvera un préamplificateur contenant les circuits de tonalité et de correction et, ensuite, un amplificateur généralement sans réglages variables.

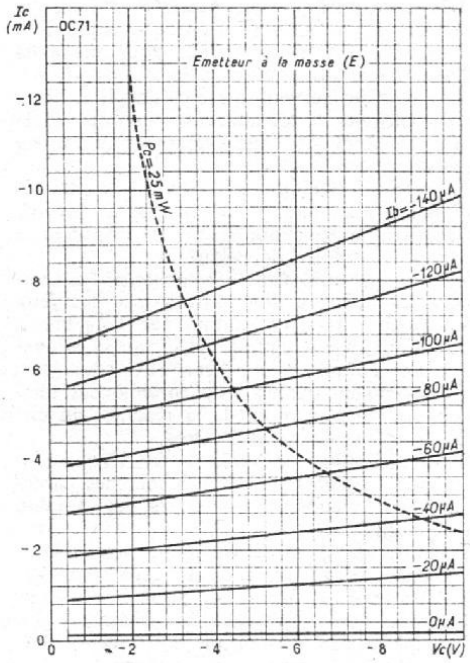


FIG. 14

Une autre classification peut être faite d'après la grandeur des signaux d'entrée et ceux de sortie.

Il existe des amplificateurs recevant de très faibles tensions, par exemple quelques millivolts. Grâce aux modèles nouveaux de transistors, la puissance de sortie peut être aussi grande que désirée, par exemple 30 W modulés et même beaucoup plus, car avec les transistors tout comme avec les lampes, on peut adopter des groupements en parallèle ou en push-pull.

Tous les amplificateurs à transistors peuvent être alimentés par une seule batterie de piles ou d'accumulateurs, mais dans certains montages on a trouvé plus économique d'utiliser deux et même plusieurs batteries indépendantes. Il n'est pas recommandé de réaliser des alimentations avec prises sur les batteries.

Il existe actuellement une tendance vers l'alimentation sur secteur des appareils à transistor qui dans diverses applications sont destinés à fonctionner dans un emplacement fixe.

Les transistors fonctionnent généralement sur des alimentations atteignant au maximum 12 V, mais dans les amplificateurs de grande puissance la tension d'alimentation peut atteindre des valeurs très supérieures, par exemple 30 V, 45 V et plus.

METHODES GENERALES DE MONTAGE

Presque tous les circuits de schémas d'amplificateurs à lampes se retrouvent dans les schémas à transistors, à tel point que si l'on remplaçait (dans le schéma) le transistor par la lampe triode, d'après le mode de correspondance indiqué plus haut, et si l'on inversait le sens des polarités de la batterie, on obtiendrait un schéma à lampe nécessitant peu de modifications sauf sur les valeurs des éléments notamment. Avec des NPN on n'aurait même pas besoin d'inverser la batterie.

Ainsi, dans un montage à lampes, le réglage de volume à potentiomètre utilise un modèle de 200 kΩ à 2 MΩ, tandis qu'en technique transistors le même organe aura une résistance totale de 50 à 10 000 Ω.

De même, avec les lampes, un condensateur de liaison entre deux lampes a une capacité de 5 000 pF à 0,5 μF, tandis que dans la liaison entre deux transistors des valeurs comprises entre 2 μF et 100 μF sont absolument courantes.

Les découplages sont effectués avec des condensateurs de 50 μF à plusieurs milliers de μF.

L'impédance des bobinages est 10 à 100 fois plus faible que celle de leurs homologues à lampes. La méthode générale de montage d'un amplificateur à transistor consiste à réaliser une chaîne composée de l'alternance des transistors avec les éléments de liaison, ce qui est visible sur la figure 7 donnée plus haut.

Sur cette figure, les liaisons sont des transformateurs et ceux-ci sont évidemment à noyau magnétique : tôle de fer ou matière composée genre ferrite ou ferroxcube. La tendance vers l'économie, la réduction de l'encombrement et l'obtention d'une meilleure reproduction conduit au remplacement des transformateurs par des éléments de liaison à résistances-capacité entre deux transistors.

Dans certains montages, avec les lampes aussi d'ailleurs, on adopte des liaisons directes. Ainsi, on trouvera dans de nombreux schémas, le collecteur d'un transistor relié directement à la base du transistor suivant et, d'autre part, le haut-parleur, c'est-à-dire sa bobine mobile, insérée directement, sans aucun transformateur, dans le circuit de l'électrode de sortie du transistor, celle-ci étant généralement le collecteur mais parfois aussi l'émetteur.

On retrouvera, dans les montages à transistors, les mêmes circuits correcteurs que dans les montages à lampes, comme par exemple le dispositif de Baxandall, mais avec des valeurs plus faibles des potentiomètres et des valeurs plus élevées des capacités.

D'une manière générale, la transposition d'un montage à lampes à un montage BF à

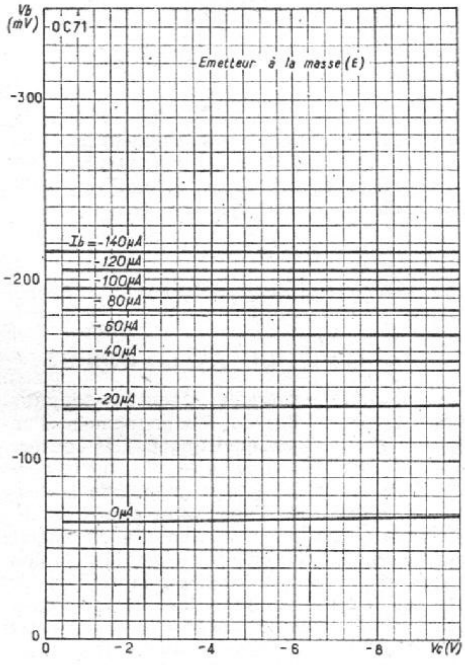


FIG. 15

transistor consiste dans les modifications suivantes :

1° Remplacement de la lampe par un transistor avec la correspondance des électrodes ci-après :

cathode → émetteur
grille → base
plaque → collecteur

2° Inversion du sens de la haute tension avec PNP ou pas d'inversion avec des transistors NPN, réduction de la tension, suppression de la tension filaments.

3° Réduction des impédances, ce qui équivaut à diminuer les résistances et les self-inductions et augmenter les capacités.

Bien entendu, ces trois groupes de modifications ne conduiront à un amplificateur à transistor qu'après une étude approfondie du montage avec la détermination des valeurs exactes des éléments et la mise en place de tous les circuits, plus spécialement nécessaires au bon fonctionnement des transistors choisis.

Parmi ces circuits spéciaux, mentionnons :

a) Contre-réaction stabilisatrice en fonction de la température.

b) Circuit de dissipation thermique réalisé avec des surfaces et volumes de métal, d'après les instructions du fabricant du transistor. Ces circuits thermiques sont nécessaires aux transistors de puissance seulement.

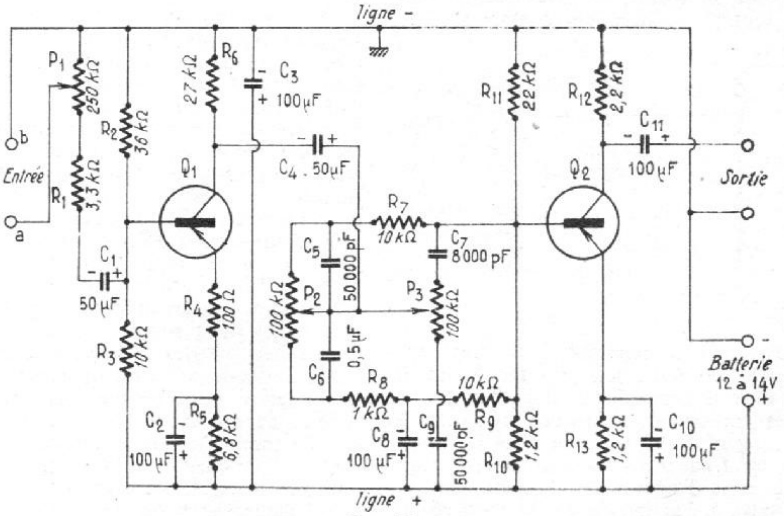


FIG. 16

De cette revue rapide des principes généraux des montages des transistors, on déduit que, les transistors eux-mêmes exceptés, la technique BF des transistors a largement emprunté tous ses dispositifs à la technique BF des lampes.

EXEMPLE DE PREAMPLIFICATEUR

Extrait d'un schéma de **La Radiotechnique,** le préamplificateur que nous allons décrire convient à un pick-up piézo-électrique et doit être suivi d'un amplificateur permettant d'amplifier le signal jusqu'au niveau de puissance prévu.

La figure 16 donne le schéma de montage qui comprend deux transistors OC70. Ces types, bien qu'anciens, sont toujours utilisés avec succès dans les premiers étages des préamplificateurs ou amplificateurs à transistors ainsi que dans une multitude d'autres applications.

Ce schéma est donné ici pour son analyse et non comme un montage à réaliser. Des **réalisations** figurent en abondance dans les autres études de ce numéro spécial.

L'entrée est aux points **a** et **b,** le dernier étant à la masse qui se confond avec la ligne de polarité négative reliée au — batterie.

Dans d'autres montages, on dispose la masse à la ligne positive.

Le point **a** est donc au maximum de la tension BF appliquée à l'entrée provenant d'un pick-up par exemple.

La tension d'entrée est dosée par le potentiomètre P_1 de valeur relativement élevée pour un montage à transistor. Cette valeur convient aux pick-up actuels, ce qui dispense d'avoir recours à un modèle spécial.

Pour que le signal BF disponible ne surcharge pas le transistor Q_1, on a monté une résistance limiteuse R_1 de 3,3 kΩ. Des valeurs plus élevées sont admissibles pour R_1.

Le signal est transmis par C_1 à l'électrode d'entrée du transistor Q_1 monté en **émetteur commun** et sortie au collecteur.

L'impédance d'entrée de Q_1 est faible. Elle se compose principalement de celle du transistor et de la mise, en alternatif, en parallèle des deux résistances R_2 et R_3 de 36 kΩ et 10 kΩ, ce qui équivaut à environ 7 000 Ω. Pour la transmission des signaux aux fréquences basses, il faut que la réactance de C_1 soit faible par rapport à la résistance d'entrée qui est ici inférieure de 7 000 Ω alors que dans un montage à lampes elle est de l'ordre de 700 000 Ω, c'est-à-dire 100 fois autant.

Pour cette raison, C_1 est de 100 µF alors qu'une très bonne valeur avec les lampes est 1 µF.

Un condensateur au papier de 100 µF serait cher, encombrant et créerait des capacités parasites diminuant le gain aux fréquences élevées. On a donc adopté un électrochimique mais à basse tension, par exemple 15 V, service, donc peu encombrant et économique.

La polarité est à observer dans le montage d'un condensateur électrochimique. On a vu que la base est positive par rapport à la ligne négative, donc, pour C_1, le + du côté base et le — du côté R_1.

Considérons maintenant le transistor Q_1. L'émetteur est polarisé par R_4 en série avec R_5, ce qui rend cette électrode légèrement négative par rapport à la ligne + mais elle est toujours positive par rapport à la base et au collecteur.

Enfin ce dernier, tout comme une plaque, comporte une charge résistive R_6 de 27 kΩ (avec lampes 100 kΩ à 1 MΩ).

Le condensateur C_3 est destiné à mettre au même potentiel, en alternatif, les deux lignes + et —. Il est utile notamment lorsque la batterie commence à s'user, ce qui augmente sa résistance interne.

Le condensateur C_4 est un condensateur de liaison, donc de valeur élevée, ici 50 µF.

Il relie la sortie de Q_1 au dispositif de tonalité Baxandall, dont on remarquera les valeurs de l'ordre de 10 fois plus faibles que dans les montages à lampes :

P_2 = réglage des basses 100 kΩ, au lieu de 1 ou 2 MΩ.

P_3 = réglage des aiguës, 100 kΩ au lieu de 1 ou 2 MΩ.

C_5, C_6, C_7, C_9, valeurs de l'ordre de 10 fois plus élevées que dans les dispositifs homologues des circuits Baxandall adaptés aux lampes.

Le montage du transistor Q_2 est analogue à celui de O_1 et la sortie est précédée du condensateur de liaison C_{11} de 100 µF. La batterie de 12 à 14 V peut être connectée par l'intermédiaire d'un interrupteur.

EXEMPLE D'AMPLIFICATEUR

Voici maintenant un schéma d'amplificateur proposé par Cosem (voir figure 17) :

Il utilise 4 transistors : Q_1 = SFT351, Q_2 = SFT352, Q_3 et Q_4 = SFT322 ou SFT323 dont les fonctions sont les suivantes : Q_1 = préamplificateur, Q_2 = driver, Q_3 et Q_4 = transistors finals push-pull puissance modulée 750 mW. Le premier étage avec transistor Q_1 est analogue aux étages du préamplificateur décrit plus haut. Il comporte à l'entrée le réglage de volume avec P_1 = 22 kΩ.

La tension à appliquer à l'entrée pour obtenir la puissance modulée de 750 mW à la sortie est 3,5 mV environ.

Dans ce premier étage, la polarisation d'émetteur est réalisée avec R_4 shuntée par C_2, la base est alimentée par R_1-R_2 et la charge du collecteur est R_3.

La liaison avec le second étage, le driver, est effectuée par C_3 de 25 µF.

Le driver est un transistor d'une puissance modérée. Cette puissance est nécessaire pour commander (driver = commande) le fonctionnement à pleine puissance des transistors finals de puissance.

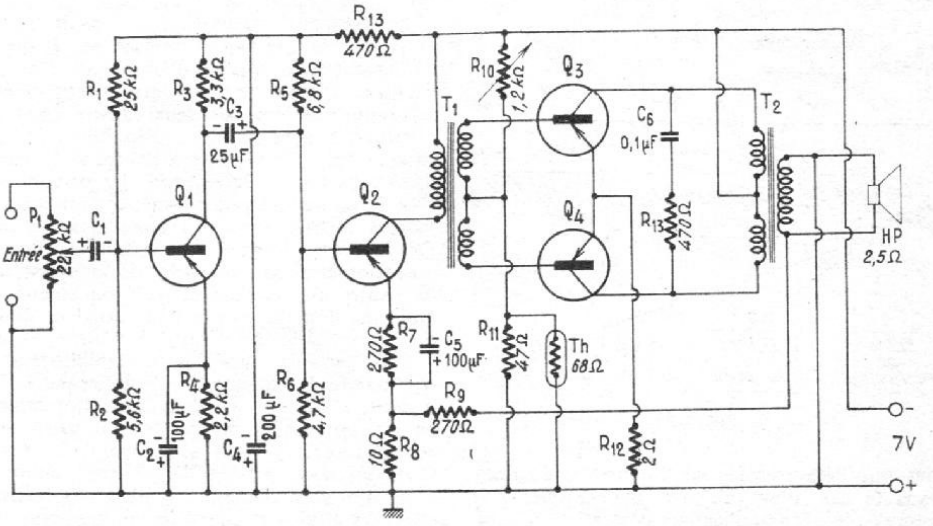


FIG. 17

Un dispositif de contre-réaction tendant à effectuer la stabilisation en fonction de la température et, bien entendu, améliorant la qualité de reproduction, est réalisé en ne shuntant pas R_4.

Comme on l'a vu plus haut, la base est alimentée par le diviseur de tension R_2—R_3. Sa tension est intermédiaire entre celle de l'émetteur et celle du collecteur.

La base du driver Q_2 est alimentée par le diviseur de tension R_5-R_6, tandis que la polarisation d'émetteur comporte, outre la résistance shuntée R_7-C_5, une faible résistance R_8 de 10 Ω permettant l'introduction dans le transistor Q_2 du signal de contreréaction, prélevé au secondaire du transformateur de sortie et transmis par R_9.

(*Suite page 60.*)

TECHNIQUE SIMPLIFIÉE DES AMPLIFICATEURS STÉRÉOPHONIQUES

LES amplificateurs stéréophoniques comportent certains dispositifs particuliers qui ne sont pas utilisés sur les modèles monophoniques. Il nous paraît intéressant de les analyser et d'indiquer les circuits les plus courants adoptés par les constructeurs. L'article ci-dessous, adapté de l'ouvrage américain « Stéréo... how it works », constitue une remarquable étude d'initiation à la stéréophonie.

SCHEMA FONCTIONNEL D'UN AMPLIFICATEUR HI-FI MONOPHONIQUE

La figure 1 montre le schéma fonctionnel d'un amplificateur Hi-Fi monophonique, qu'il est utile de rappeler avant d'examiner les particularités des amplificateurs stéréophoniques. Si la source de modulation est à faible niveau, pick-up magnétique ou tête de magnétophone, un premier ensemble préamplificateur est nécessaire. La tension de sortie de ces sources de modulation est d'ordinaire très faible, de l'ordre de quelques millivolts, alors que d'autres sources telles qu'un pick-up piézo-électrique, peuvent délivrer une tension voisine du volt.

Le préamplificateur a également pour rôle de corriger les tensions délivrées par la source, de telle sorte que la courbe de réponse soit plate, c'est-à-dire que certaines fréquences ne

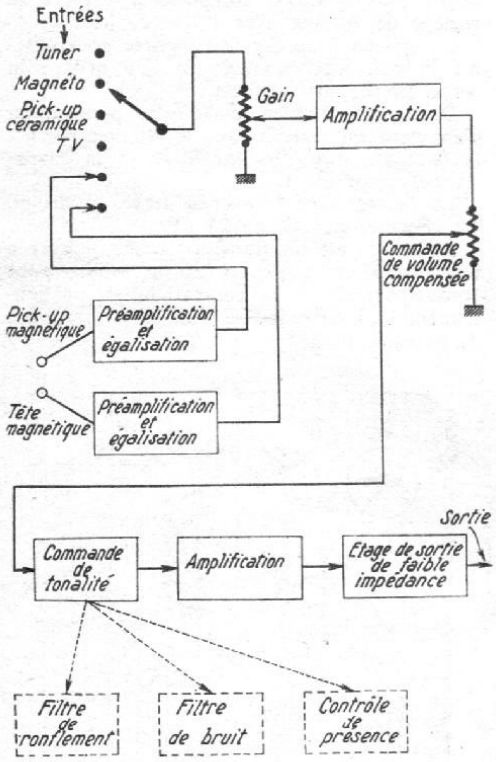


FIG. 1

sont pas défavorisées par rapport à d'autres. Dans le cas d'un pick-up magnétique, par exemple, le préamplificateur doit relever le niveau des graves et diminuer celui des aiguës. Pour une tête magnétique, seul le relèvement des graves est nécessaire.

Un commutateur permet de sélectionner la source de modulation désirée : sortie BF d'un tuner, magnétophone, pick-up piézo-électrique, pick-up magnétique, microphone. Les tensions correspondant à la source de modulation choisie sont appliquées à un potentiomètre de réglage du gain qui permet de prélever, par l'intermédiaire du curseur, la fraction désirée de ces tensions. Un étage amplificateur est disposé à la sortie de ce potentiomètre, suivi d'un potentiomètre de volume favorisant les graves et les aiguës aux faibles niveaux, des dispositifs de réglage de tonalité, d'un étage amplificateur supplémentaire et d'un étage de sortie de faible impédance. Cet étage est d'ordinaire du type cathode follower, ce qui permet des liaisons assez longues à l'entrée de l'amplificateur de puissance, par fil blindé, sans atténuation sensible des tensions de fréquences élevées.

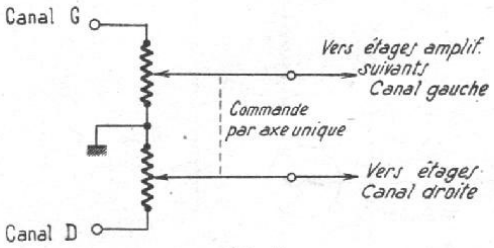


FIG. 2

D'autres circuits, représentés à l'intérieur des rectangles en pointillés, sont facultatifs. Il s'agit du filtre antironflement, qui atténue fortement les tensions de fréquence inférieure à celle du secteur de 50 c/s ; du filtre de bruit, atténuant les fréquences les plus élevées pour réduire le bruit d'aiguille des anciens disques. Le plus souvent, l'action de ce filtre est réglable à partir de certaines fréquences de coupure telles que 5 000, 8 000 et 10 000 c/s. Le dispositif de présence, également facultatif, relève la bande de fréquences comprise entre 2 000 et 5 000 c/s.

EQUILIBRAGE DES CANAUX

Le dispositif d'équilibrage des tensions des deux canaux est particulier aux amplificateurs stéréophoniques. Il permet à l'auditeur de régler simultanément le niveau de sortie des deux canaux, la puissance appliquée aux deux haut-parleurs qui doit être identique pour ne pas avoir l'impression que le son provienne d'un seul côté, ce qui, bien entendu, diminue l'effet stéréophonique.

La figure 2 montre le dispositif le plus classique de réglage d'équilibrage. Il permet d'augmenter le niveau d'un canal, alors que celui de l'autre est diminué simultanément, le niveau combiné des deux canaux étant ainsi constant. Il serait difficile d'équilibrer les deux canaux l'un par rapport à l'autre si le volume total variait en même temps. Le principe consiste à monter un potentiomètre double à commande unique avec des connexions croisées. De la sorte, lorsque le curseur de l'un des potentiomètres se rapproche de la masse, celui de l'autre s'en éloigne et réciproquement, d'où augmentation du niveau d'un canal et diminution simultanée du niveau de l'autre canal.

Sur certains modèles d'amplificateurs, la commande de balance ou d'équilibrage est supprimée. Dans ce cas, deux potentiomètres séparés, commandés éventuellement par boutons concentriques, règlent séparément le niveau. Cette méthode permet l'équilibrage, mais présente des inconvénients : il n'est pas facile, en effet, de garder constant le volume sonore total en ajustant le niveau relatif entre les canaux et dans le cas de variation désirée du niveau total, la recherche de l'équilibrage est plus longue.

Dans certains cas, il peut être intéressant de disposer des deux modes d'équilibrage.

L'efficacité du dispositif d'équilibrage peut être différente. Pour une rotation maximum du potentiomètre, on peut obtenir par exemple une différence de niveau de 6 à 10 dB. Sur d'autres modèles, elle est supérieure à 40 dB ou même infinie, lorsqu'il y a possibilité de supprimer entièrement le niveau d'un canal, tel que dans le cas du dispositif de la figure 2. La figure 3 montre le schéma adopté pour limiter les différences de niveau : la résistance supplémentaire entre chaque extrémité du potentiomètre et la masse évite que le curseur de chaque potentiomètre soit à la masse, donc que la tension de sortie correspondante soit nulle.

Certains avantages sont à mentionner pour les deux types de dispositifs de réglage de balance à grande ou faible différence de niveau. Considérons, tout d'abord, le cas d'un dispositif à grande différence de niveau. Le rapport de puissance acoustique d'un bon haut-parleur est d'environ 20 à 1, soit 13 dB. Les amplificateurs de puissance peuvent présenter des différences de sensibilité de 6 dB. Par exemple, un amplificateur de puissance peut nécessiter 1 V d'entrée pour délivrer 50 watts et un autre 2 V, ce qui représente cette différence. Il faut également prévoir une marge de 6 dB pour compenser les différences accidentelles de niveau des deux sources de modulation : disques stéréo, bandes magnétiques, etc.

En conséquence, il est nécessaire de disposer d'un réglage d'équilibrage permettant une différence de niveau de 25 dB entre les canaux, afin de compenser les différences de rendement des haut-parleurs, de sensibilité des amplificateurs et de niveau des sources de modulation.

Si, d'autre part, les deux chaînes amplificatrices sont identiques et actionnent deux haut-parleurs de même type, un dispositif de balance permettant d'obtenir une grande différence de niveau est moins utile. Dans ces

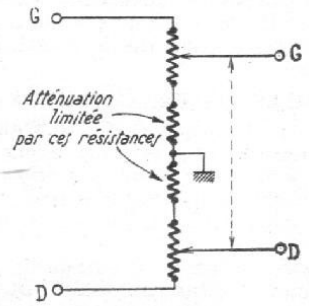


FIG. 3

conditions, une différence de 10 dB peut être suffisante. L'avantage principal d'une faible différence est de faciliter le réglage de l'équilibrage, qui est plus précis. On peut comparer ce réglage à celui d'un vernier, une faible rotation de l'axe de commande (un degré) correspondant seulement à une fraction de dB de différence de niveau.

Dans le cas de l'utilisation de haut-parleurs de rendement différent ou d'amplificateurs de puissance de sensibilité différente, des moyens supplémentaires sont utilisés. On peut ainsi relier le haut-parleur, dont le rendement est le plus faible, à la sortie de l'amplificateur de puissance le plus sensible. Si le haut-parleur de gauche nécessite plus de puissance que celui de droite pour délivrer la même puissance acoustique, il doit être relié à l'amplificateur qui délivre le plus de puissance pour une tension d'entrée donnée, donc au plus sensible.

La puissance de sortie pour une tension d'entrée déterminée peut être diminuée par le potentiomètre d'entrée utilisé sur la plupart des amplificateurs de puissance. Si un amplificateur de puissance délivre, par exemple, 10 watts, lorsqu'on applique une tension d'entrée de 1 V, la puissance de sortie pour la même tension d'entrée peut être réduite par exemple à 5 watts.

Sur la figure 4, on suppose que le haut-parleur de gauche nécessite une puissance électrique de 10 watts pour délivrer la même puissance acoustique de sortie que celui de droite lorsqu'on lui applique une puissance modulée de 5 watts. On suppose également que les deux amplificateurs de puissance peuvent délivrer 10 watts pour une tension d'entrée de 1 V. En conséquence, le niveau d'entrée de l'amplificateur de puissance de droite est réduit jus-

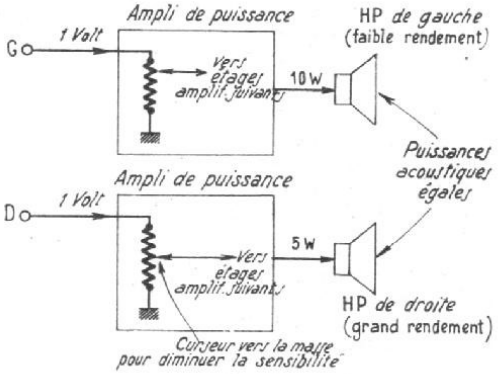


FIG. 4

qu'à ce qu'il délivre une puissance de seulement 5 watts pour 1 volt d'entrée. En diminuant ainsi la sensibilité de l'amplificateur de droite, on obtient le résultat recherché, c'est-à-dire des volumes sonores égaux des deux canaux.

L'équilibrage des volumes sonores des deux haut-parleurs doit se faire à la distance normale d'écoute. Pour faciliter cet équilibrage, certains constructeurs américains ont monté le potentiomètre de réglage correspondant à l'extrémité d'un câble d'une longueur suffisante, relié à l'amplificateur.

Dans les cas des figures 2 et 3, un potentiomètre double à commande par axe unique est représenté. Il est également possible d'effectuer l'équilibrage à l'aide d'un potentiomètre

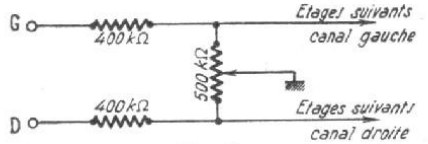


FIG. 5

simple monté comme indiqué par la figure 5. Lorsque le curseur est déplacé vers le haut, le canal supérieur est court-circuité à la masse. S'il est déplacé vers le bas, c'est le canal inférieur qui est court-circuité. Avec les valeurs d'éléments mentionnées, le niveau sonore combiné des deux haut-parleurs est maintenu constant pendant l'équilibrage.

Dans le cas de la figure 6, les résistances supplémentaires de 130 kΩ évitent l'atténuation totale d'un canal et la différence maximum entre canaux est réduite à 6 dB.

Sur de nombreux amplificateurs stéréophoniques, il est possible de réaliser l'équilibrage en appliquant un signal d'entrée à un canal et ensuite à l'autre, comme indiqué par la figure 7. On règle alors la commande d'équilibrage de telle sorte que les niveaux soient identiques. Si l'amplificateur ne comprend pas

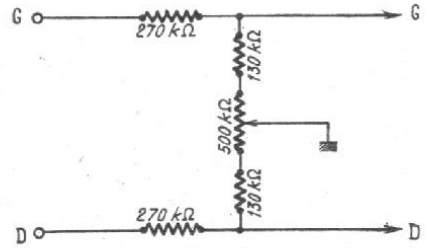


FIG. 6

un tel dispositif de commutation, il suffit d'ajouter le dispositif schématisé par la figure 8 : un commutateur à deux circuits et

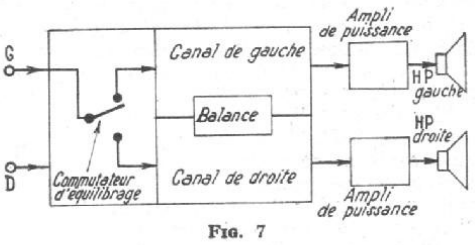


FIG. 7

deux positions branche alternativement le haut-parleur de gauche, alors que celui de droite est déconnecté, et réciproquement.

Les résistances de 50 Ω — 10 W qui shuntent les secondaires des transformateurs de sortie évitent des surtensions qui seraient dangereuses pour ces transformateurs lorsque la charge, constituée par les bobines mobiles, se trouve déconnectée.

Les tensions appliquées à l'entrée de l'amplificateur de la figure 8 pour l'équilibrage sont issues d'une source monophonique et appliquées aux deux canaux. Elles peuvent être également constituées soit par les tensions correspondant au canal de droite ou de gauche d'une source stéréophonique.

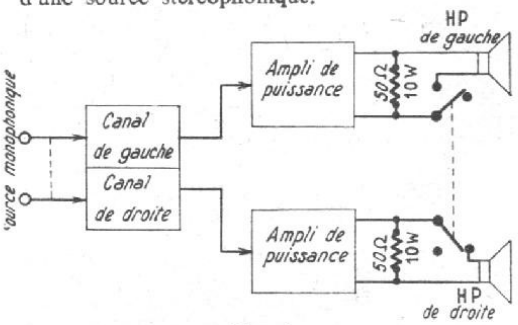


FIG. 8

LA COMMANDE DE GAIN

Lorsque l'auditeur a réalisé l'équilibrage de son ensemble stéréophonique, il doit être en mesure de modifier simultanément le gain, c'est-à-dire le volume sonore total, sans avoir à régler à nouveau l'équilibrage après cette opération. Les amplificateurs stéréophoniques sont en conséquence équipés d'un dispositif de réglage de gain tel que celui de la figure 9, constitué essentiellement par un potentiomètre double commandé par un même axe. Ce po-

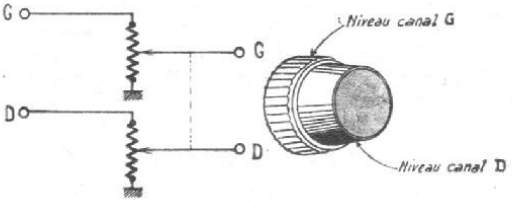


FIG. 9 FIG. 10

tentiomètre est identique à celui d'équilibrage de la figure 2, mais ses connexions ne sont pas croisées. Les variations de résistance, en manœuvrant l'axe de commande, se produisent dans le même sens.

Sur un petit nombre d'amplificateurs stéréophoniques qui ne sont pas équipés d'un dispositif d'équilibrage, le réglage du gain des deux canaux s'effectue séparément par deux potentiomètres à axes concentriques commandés par deux boutons concentriques (fig. 10). Dans certains cas, on a la possibilité de coupler les deux boutons de commande en appuyant légèrement sur le bouton central. On peut ainsi réaliser au préalable l'équilibrage et modifier ensuite simultanément le volume sonore des deux canaux.

Les deux potentiomètres, commandés par le même axe, doivent avoir une loi de variation de résistance identique, de telle sorte que la différence des niveaux sonores ne soit pas supérieure à 1 dB. Avec des potentiomètres doubles classiques, cette différence peut être de 5 dB ou même supérieure. Si les niveaux des deux canaux sont équilibrés lorsque le potentiomètre de gain est à sa position maximum, pour des réglages intermédiaires, la différence de niveau peut être de 5 dB ou supérieure.

Pour y remédier les constructeurs utilisent d'une part des potentiomètres de tolérances précises. D'autre part, certains montent des po-

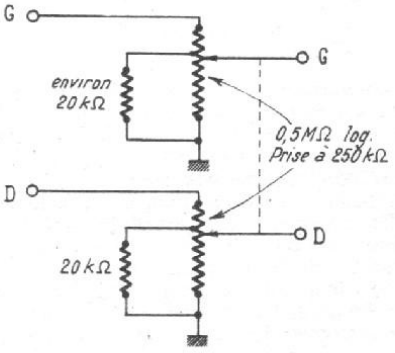


FIG. 11

tentiomètres à prises tel que celui de la figure 11, en reliant la prise à la masse par une résistance de valeur telle que l'équilibrage parfait soit obtenu lorsque la position du curseur correspond à celle de la prise.

On peut également remplacer le potentiomètre double par un commutateur à plusieurs positions relié à un diviseur de tension à résistances. Les résistances de chaque commutateur, en service simultanément, sont identiques. Leurs valeurs sont choisies de telle sorte qu'en passant d'une position à la suivante, la variation de volume corresponde à 2 ou 3 dB (figure 12). Le réglage s'effectue ainsi par bonds, mais n'est plus progressif.

DISPOSITION DE LA COMMANDE DE GAIN

La commande de gain est d'ordinaire placée à la sortie du préamplificateur comme dans le cas de l'amplificateur monophonique de la figure 1. Les tensions sont ainsi réduites avant qu'elles puissent engendrer une distorsion par suite de la saturation d'un étage.

Il est également désirable de placer au même endroit la commande d'équilibrage. C'est ainsi que l'on trouve des circuits tels que celui de la figure 13, avec les deux potentiomètres doubles d'équilibrage et de gain reliés.

Dans le cas de la figure 14, le contrôle de gain global s'effectue à l'entrée d'un étage et un contrôle de gain individuel est monté à la sortie de cet étage, afin de réaliser l'équilibrage. Il est alors nécessaire de régler d'abord les potentiomètres de gain individuel au niveau le plus élevé possible, tout en conservant l'équilibrage et de régler ensuite le potentiomètre double de gain global. Cette solution entraîne

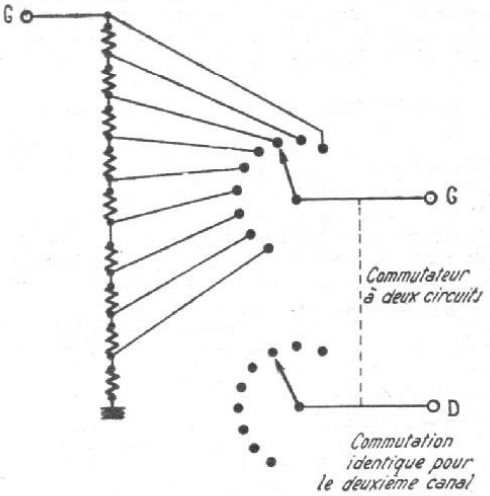


FIG. 12

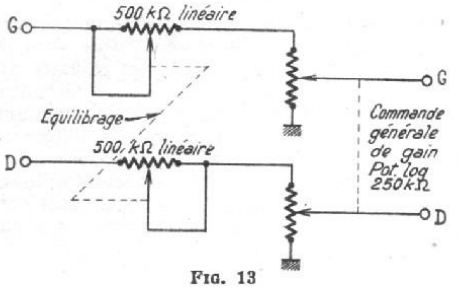


FIG. 13

des complications si le potentiomètre de gain global est monté avec un circuit de compensation relevant les graves aux faibles niveaux (potentiomètre à prise). Dans ce cas, si les réglages individuels de gain sont au maximum, le relèvement des graves pourra d'effectuer aux faibles niveaux, étant donné la position des curseurs de potentiomètres de réglage global qui sera voisine des prises. Par contre, si les réglages individuels correspondent à un niveau assez faible, il faut augmenter le niveau global pour retrouver le même niveau sonore et le relèvement des graves n'est plus obtenu.

LES COMMANDES DE TONALITE

Pour simplifier les réglages, il est habituel de commander simultanément les réglages des aiguës et des graves des deux canaux par deux potentiomètres doubles commandés respectivement par un même axe. Il faut toutefois signaler que les réglages séparés des graves et aigus sur chaque canal peuvent, dans certains cas, être intéressants, malgré cette complication. Si les amplificateurs BF sont reliés à deux haut-parleurs de caractéristiques différentes, par exemple, il peut être utile de modifier les

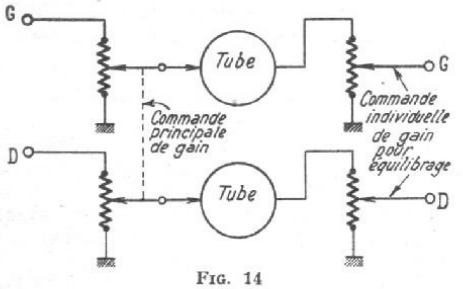


FIG. 14

graves et les aiguës selon le haut-parleur alimenté, afin d'obtenir le meilleur équilibrage. Même dans le cas de l'utilisation de deux haut-parleurs identiques, leur emplacement et leur orientation peuvent rendre nécessaire une modification du dosage des graves et des aiguës de chaque canal. Il faut tenir compte également des différences des sources de modulation. Une audition stéréophonique peut être obtenue, par exemple, en recevant un émetteur AM et un émetteur FM. Les fréquences élevées étant moins bien transmises par le premier, il peut être intéressant de favoriser davantage les aiguës sur l'amplificateur relié à la sortie détection du récepteur AM.

COMMANDE DE GAIN COMPENSEE

La commande de gain avec **compensation physiologique** est souvent utilisée sur les amplificateurs monophoniques. Les graves sont favorisées aux faibles niveaux sonores. Le potentiomètre de réglage de gain doit permettre de régler le volume, de telle sorte que lorsque la commande de gain compensée est à son

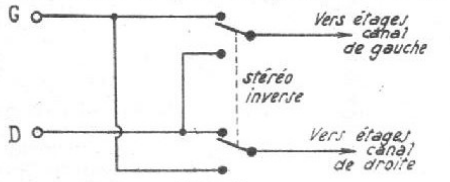


FIG. 15

maximum, le niveau sonore corresponde approximativement à celui de la source originale. Le volume doit donc être réglé avec ce potentiomètre de façon à relever les graves et aiguës aux faibles niveaux.

En raison de la complexité d'un amplificateur stéréophonique, de nombreux constructeurs suppriment les réglages séparés de gain et de gain avec compensation. Une pratique courante consiste à prévoir un commutateur qui transforme la commande de gain en commande de gain compensé. Lorsque la liaison est supprimée par ce commutateur, la commande de gain agit de la même façon sur toutes les fréquences en augmentant ou diminuant le niveau. Par contre, lorsque cette liaison est établie, une compensation se produit.

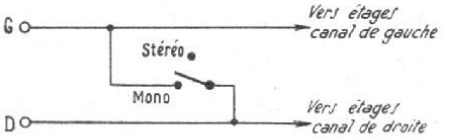


FIG. 16

La compensation peut être trop importante ou insuffisante lorsque l'amplificateur ne comporte pas de réglage séparé de gain. C'est la raison pour laquelle il est conseillé d'utiliser le réglage de volume de l'amplificateur BF du récepteur radio ou de l'enregistrement servant de source de modulation. Ces potentiomètres peuvent alors être considérés comme des potentiomètres de réglage séparé de gain.

CIRCUITS DE COMMUTATION DES CANAUX

Un amplificateur stéréophonique est modulé à partir des signaux des canaux de gauche G et de droite D, qui doivent être appliqués aux amplificateurs correspondants alimentant les haut-parleurs respectifs. Il est nécessaire de prévoir plusieurs commutations pour permettre l'équilibrage des canaux, l'écoute de sources monophoniques, la correction de la phase ou l'inversion des canaux d'entrée. Ces circuits spéciaux ou amplificateurs stéréophoniques sont utilisés sur la plupart des appareils, mais il est rare toutefois qu'ils soient tous employés sur un même appareil.

Inversion des canaux : Cette commutation permet d'appliquer les signaux « gauche » à l'entrée de l'amplificateur du canal de droite et les signaux « droite » à l'amplificateur de gauche, comme indiqué par le schéma de la figure 15. On peut ainsi, dans le cas d'un enregistrement stéréophonique d'une bande magnétique, par exemple, rétablir le branchement adéquat des têtes, même si l'enregistrement n'est pas conforme au standard.



FIG. 17

Commutateur d'équilibrage : Grâce à ce commutateur, on peut appliquer le signal G soit à l'entrée du canal G, soit à l'entrée du canal D, comme indiqué par la figure 7. En commutant ce signal alternativement sur un canal et sur l'autre, on égalise plus facilement les niveaux sonores des deux haut-parleurs. Si l'amplificateur est équipé d'un commutateur d'inversion des canaux, un commutateur d'équilibrage est moins nécessaire, car on peut établir la même commutation sur la position « stéréo inverse », à condition de déconnecter la liaison au signal D.

Commutateur pour lecture des disques monophoniques : Pour la lecture de disques monophoniques à partir de pick-up stéréophoniques qui sont compatibles, il est nécessaire de relier en parallèle les signaux d'entrée D et G.

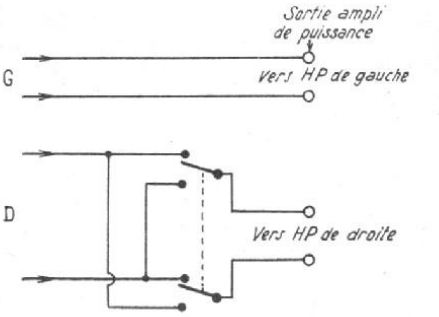


FIG. 18

Chaque canal de pick-up stéréophonique délivre le même signal BF et la reproduction par les deux canaux séparés pourrait être utilisée. On a intérêt, toutefois, à combiner les signaux D et G à l'entrée pour les deux raisons suivantes :

1° On compense, dans une certaine mesure, les vibrations parasites dues à la sensibilité du pick-up aux composantes verticales. Les deux canaux d'un pick-up stéréophonique ont d'ordinaire leurs sorties en phase par support au mouvement latéral du style et en opposition de phase par rapport au mouvement vertical. En jouant un disque monophonique qui ne comprend que des informations correspondant au mouvement latéral, les tensions de sortie des deux sections sont en phase par rapport à ces informations et en opposition de phase par

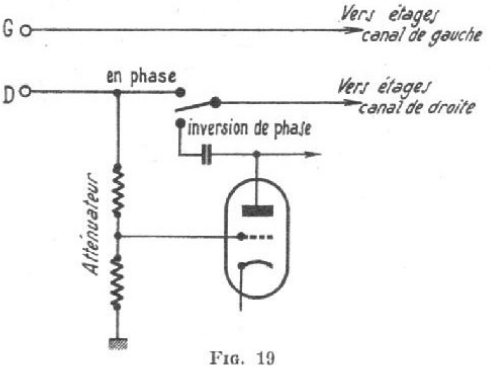


FIG. 19

rapport aux vibrations parasites correspondant au mouvement vertical. Les signaux BF, en phase, s'ajoutent, alors que les signaux parasites, en opposition de phase, sont réduits.

2° On obtient un signal de sortie d'amplitude plus élevée à partir de la cellule de pick-up, d'où un meilleur rapport signal/bruit, si l'on tient compte du souffle de l'amplificateur.

Commutateur de pseudo-stéréophonie : Ce commutateur (fig. 17) a pour rôle d'appliquer les signaux G ou D à chaque canal, d'où la possibilité d'employer deux canaux BF séparés à partir d'une source monophonique et d'obtenir ainsi un effet de stéréophonie (**pseudo-stéréophonie**).

Inversion de la phase d'un canal : Lorsque l'amplificateur stéréophonique est équipé d'un amplificateur de puissance, la méthode la plus simple consiste à inverser le branchement de la bobine mobile du haut-parleur à l'un des secondaires du transfo de sortie, comme indiqué par la figure 18. S'il s'agit simplement d'un amplificateur de commande, sans amplificateur de puissance, l'inversion doit être réalisée par tube électronique. Les signaux disponibles sur la plaque d'un tube sont, en effet, en opposition de phase avec ceux qui sont appliqués à sa grille. Il suffit, en conséquence, d'ajouter un tube sur un canal pour obtenir l'inversion de phase désirée. L'amplification résultant de ce tube supplémentaire doit être compensée par un atténuateur disposé avant ce tube.

Un même commutateur d'entrée assure le plus souvent toutes les commutations que nous venons d'examiner, sauf celle qui assure l'inversion de phase de l'un des canaux par rapport à l'autre.

COMMANDE DE L'EFFET STEREOPHONIQUE

L'un des principaux inconvénients de la stéréophonie est l'absence apparente de son entre les deux haut-parleurs, obligatoirement

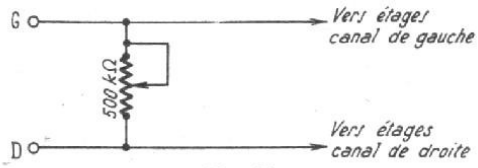


FIG. 20

espacés, c'est-à-dire le « trou dans le centre », qui dépend de l'enregistrement.

Pour réduire cet effet, on applique une fraction des signaux G au canal de droite et une fraction des signaux R au canal de gauche, ce qui diminue, bien entendu, la différence des sons des deux canaux. Le trou dans le centre est, en effet, moins accentué lorsque les deux sons sont les plus voisins, mais l'effet stéréophonique est atténué. La méthode utilisée consiste à relier les deux entrées par un potentiomètre monté en résistance série (fig. 20). Pour la résistance maximum de ce potentiomètre, le mélange des deux signaux G et D est négligeable, mais augmente lorsque la résistance diminue. Sur la position du curseur correspondant à la résistance, on obtient la commutation en parallèle des deux canaux pour les auditions monophoniques.

ADAPTATION D'UN TROISIEME CANAL (CANAL CENTRAL)

Pour éliminer le « trou dans le centre », l'adaptation d'un troisième canal est préférable.

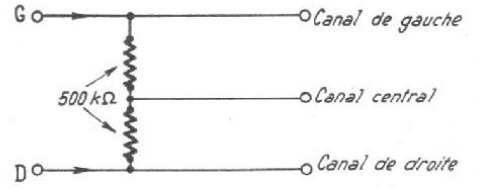


FIG. 21

Les signaux de droite et de gauche sont combinés et doivent alimenter un haut-parleur central, alors que l'on ne modifie pas les signaux appliqués aux amplificateurs de droite et de gauche.

La figure 21 montre le schéma fondamental utilisé sur certains amplificateurs. Deux résistances en série reliant les sorties des canaux de droite et de gauche et leur point de jonction permet de prélever les tensions du troisième canal. Les résistances sont assez élevées pour éviter un effet de mélange comme indiqué plus haut.

On remarquera qu'avec le montage de la figure 21, le rapport des signaux G et D est fixé. Il peut être intéressant de modifier ce rapport et de favoriser, par exemple, les signaux de gauche dans le haut-parleur central si ce dernier ne peut être placé exactement au milieu des haut-parleurs de droite et de gauche, mais plus près de celui de gauche. La figure 22 montre le schéma à utiliser qui permet de modifier le rapport précité lorsque le curseur est déplacé de sa position médiane.

LES DIFFERENTES ENTREES

Un amplificateur stéréophonique doit, en principe, avoir trois paires d'entrées : la première paire est destinée au branchement de la

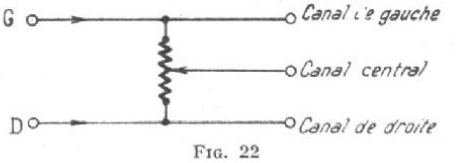


FIG. 22

sortie d'un tuner, la seconde à celui d'un pick-up céramique ou piézo-électrique et la troisième, de faible niveau, à celui d'un magnétophone.

Dans les ensembles classiques, non prévus pour la stéréophonie, des entrées séparées « faible niveau » et « haut niveau » sont d'ordinaire utilisées pour les pick-up magnétiques, afin de tenir compte des différences de tension de sortie selon les pick-up et d'éviter ainsi une surcharge.

Certains problèmes sont à résoudre pour les entrées pick-up piézo-électriques. Ce type de pick-up est, en effet, sensible aux variations d'amplitude et non de vitesse comme les pick-up magnétiques. Dans le cas de la lecture d'un enregistrement conforme aux normes RIAA, ces pick-up nécessitent une atténuation des

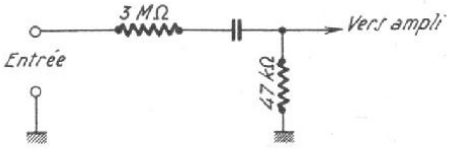


FIG. 23

basses et un relèvement des aiguës. Le dispositif de relèvement des aiguës agissant par résonance mécanique est incorporée dans la cellule de pick-up. L'atténuation des basses est obtenue en adoptant une résistance de charge de valeur adéquate. La capacité du pick-up plus les capacités parasites constituent avec la résistance de charge un filtre passe-haut.

Si la constante de temps capacités parasites-résistance de charge est correcte, on obtient l'atténuation souhaitable des basses. Les constructeurs utilisent une résistance de charge comprise entre 500 kΩ et 3 MΩ, la valeur la plus courante étant 2 MΩ.

On peut également, pour l'adaptation des pick-up piézo-électriques, utiliser le schéma de la figure 23. La sortie du pick-up est reliée à une résistance de charge de faible valeur 47 kΩ avec résistance série élevée (3 MΩ) et condensateur de faible capacité (100 pF). De la sorte, on obtient un filtre passe-haut tel que les tensions délivrées par le pick-up piézo-électrique croissent avec la fréquence, de la même manière que celles obtenues à partir d'un pick-up magnétique. On peut ainsi adopter les mêmes courbes d'égalisation et d'amplification qu'avec les pick-up magnétiques, ce qui simplifie l'amplificateur.

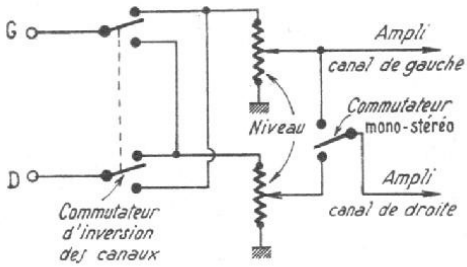


FIG. 24

L'entrée dont la sensibilité doit être la plus élevée, de l'ordre de 1 à 2 mV à 1 000 c/s est celle qui correspond à la tête magnétique d'un magnétophone stéréophonique. Ces têtes, en particulier celles à 4 pistes, délivrent en effet des tensions inférieures à celles d'un pick-up magnétique.

AMPLIFICATEURS STEREOPHONIQUES DE PUISSANCE

Les amplificateurs stéréophoniques de puissance sont séparés des ensembles préamplificateurs ou montés sur le même châssis. Dans le premier cas, ils peuvent être montés sur un ou deux châssis et être alimentés par une alimentation commune ou deux alimentations séparées.

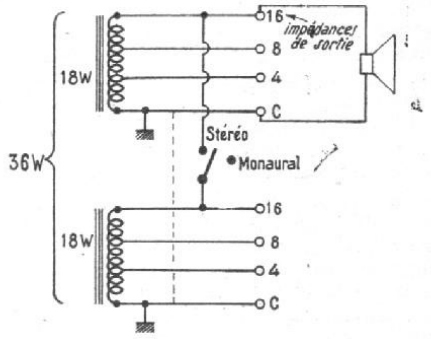


FIG. 25

Si les deux haut-parleurs utilisés sont de rendement différent, l'égalisation des puissances de sortie constitue un désavantage, car la puissance délivrée au haut-parleur de faible rendement doit être plus élevée. Un haut-parleur peut, par exemple, exiger une puissance de pointe de 30 watts et un autre de 5 watts pour la même puissance acoustique.

Lorsque les amplificateurs sont séparés, ils sont d'ordinaire équipés de potentiomètres de réglage de gain et d'un commutateur d'entrée (fig. 24), permettant l'inversion des canaux. Un autre commutateur « monophonique-stéréo » relie les deux entrées en parallèle sur la position monophonique.

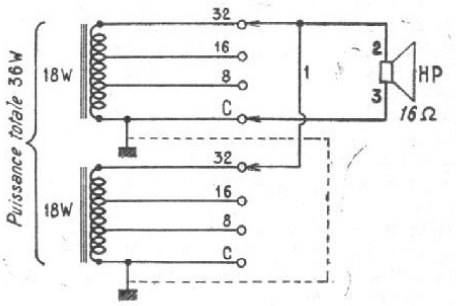


FIG. 26

Sur certains modèles, un commutateur relie en parallèle les secondaires des transformateurs de sortie (fig. 25), ce qui double la puissance appliquée à un haut-parleur unique. Si cette commutation n'existe pas, l'auditeur peut réaliser les connexions correspondant à la figure 26, c'est-à-dire relier en parallèle les deux secondaires. En reliant les deux sorties d'impédance 32 Ω en parallèle, on dispose d'une impédance de 16 Ω. Si l'on désirait brancher un haut-parleur de 8 Ω, il suffirait de relier les deux sorties de 16 Ω en parallèle.

Amplificateur de puissance push-pull parallèle à deux tubes de sortie :

Le schéma de la figure 27, qui ne comporte que deux tubes de sortie, correspond à celui de l'étage de puissance push-pull parallèle **des deux canaux BF.** Le nombre de tubes est donc le même que celui d'un étage push-pull simple d'un seul canal BF. Rappelons le principe de fonctionnement de ce circuit présentant l'avantage d'une diminution d'encombrement, de poids et de prix de revient :

Supposons qu'un signal — G soit appliqué à la grille du tube supérieur et un signal D à la grille du tube inférieur.

Sur les plaques, les signaux sont en opposition de phase. On obtient donc G sur la plaque du tube supérieur et — D sur celle du tube inférieur. Pour faciliter l'explication, nous multiplierons par 2 ces deux signaux, soit 2 G sur la plaque du tube supérieur et — 2 D sur la plaque du tube inférieur.

Le transformateur de sortie comporte les sections A et B. Le primaire de A est à prise médiane.

Considérons, tout d'abord, les signaux aux extrémités des enroulements primaires. Les si-

gnaux 2 G entre plaque et masse se répartissent entre A_1 et B et la tension entre ces enroulements est G.

De même, on obtient — D entre les extrémités des enroulements A_2 et B.

La tension totale aux bornes de l'enroulement primaire A constitué par les enroulements A_1 et A_2 en série est égale à la **différence** des tensions aux deux extrémités, soit G — (— D) = G + D.

La tension aux extrémités du primaire B est égale à la **somme** des signaux appliqués, soit G + (— D) = G — D.

Les tensions G — D sont disponibles au secondaire du transformateur B et les tensions G + D aux secondaires de A_1 et A_2.

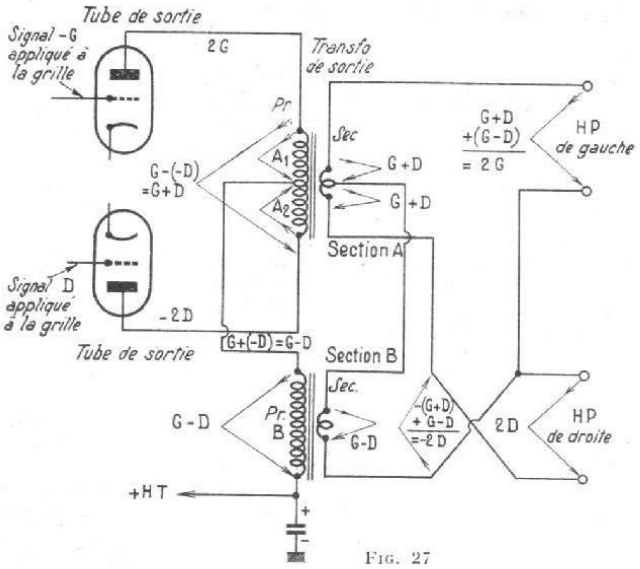


Fig. 27

La tension du secondaire de B est combinée avec la tension du secondaire de A_2, **en opposition de phase,** ce qui permet d'obtenir la tension résultante (G — D) + (— G — D) = — 2 D. Cette tension est transformée en 2 D en inversant les liaisons à la bobine mobile du haut-parleur de droite.

De même, la tension du secondaire du transformateur B se combine avec celle du secondaire de A_1, **en phase.** On obtient donc (G — D) + (G + D) = 2 G. Cette tension est appliquée sur le haut-parleur de gauche.

Les deux signaux G et R étant issus d'une même source, la somme G + D est supérieure à leur différence G — D. Les lampes de sortie de la figure 27 travaillent en étage push-pull classique pour les signaux G + D, ce qui permet d'obtenir une puissance sans distorsion supérieure à celle qui serait délivrée par deux tubes en parallèle.

Par contre, pour les signaux G — D, les tubes travaillent en parallèle, ce qui ne constitue pas un inconvénient, étant donné que la puissance correspondant aux signaux G — D est beaucoup plus faible que celle de G + D.

Précis de la technique basse fréquence des transistors

(*Suite de la page 55*)

La liaison avec l'entrée du push-pull s'effectue par transformateur T_1 dont le secondaire possède une prise médiane, chaque extrémité étant reliée à la base d'un transistor final de puissance.

Une stabilisation de température est obtenue à l'aide de la thermistance Th de 68 Ω qui shunte R_{11} de 47 Ω. L'ensemble Th-R_{11} et R_{10} variable de 1,2 kΩ constitue le diviseur de tension alimentant les bases de Q_3 et Q_4. On ajuste R_{10} de manière que la tension des bases au repos soit de — 170 mV à 25°C, par rapport au pôle + de la batterie où est indiquée également la masse.

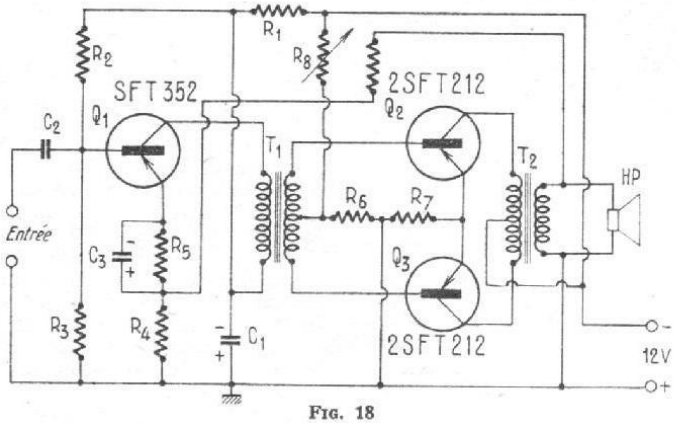


Fig. 18

La tonalité est fixée par C_8-R_{13}. L'adaptation au haut-parleur s'effectue par le transformateur T_2 avec prise médiane au primaire.

Des détails complets sur cet amplificateur sont donnés dans la notice **2-201** de la Cosem.

Les deux émetteurs sont reliés ensemble et à la masse par R_{12} de 2 Ω, résistance stabilisatrice. L'impédance de charge collecteur à collecteur est de 100 Ω, ce qui implique un rapport d'impédances :

$$r = \frac{100}{2{,}5} = 40$$

d'où le rapport abaisseur du transformateur qui est la racine carrée de 40, n = 6,32 fois.

EXEMPLE D'ETAGE DE PUISSANCE

Une puissance de 6 W modulés peut être obtenue avec deux transistors Cosem type 2SFT212. L'amplificateur de la figure 18 comporte un étage driver à transistor SFT352 et un étage push-pull classe B avec les deux transistors indiqués plus haut.

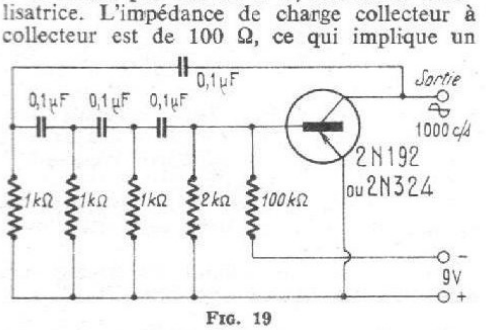


Fig. 19

Les liaisons sont à transformateurs. La tension à appliquer à l'entrée pour obtenir 6 W à la sortie est de 35 à 45 mV, valeur qui convient pour la radio ou un pick-up piézo mais insuffisante pour un pick-up à réluctance variable ou un microphone.

Comme particularité, nous signalerons le dispositif de contre-réaction, analogue à celui du montage précédent.

Voici les valeurs des éléments :

R_1 = 2,2 kΩ 0,25 W; R_2 = 22 kΩ 0,25 W; R_3 = 5,6 kΩ 0,25 W; R_4 = 18 Ω 0,25 W; R_5 = 100 Ω 0,25 W; R_6 = 5 Ω 0,25 W; R_7 = 0,6 Ω 0,5 W; R_8 = 390 Ω 0,5 W; R_9 = 270 Ω 0,25 W.

C_1 = 50 µF 12 V service; C_2 = 5 µF 12 V service; C_3 = 200 µF 3 V service.

Pour R_6, on conseille de la réaliser avec une résistance normale de 10 Ω en parallèle avec une thermistance de 10 Ω à 25°C.

Pour R_8, on ajustera sa valeur de manière que la tension des bases de Q_2 et Q_3 soit de — 160 mV à 25°C au repos.

D'autres détails figurent dans la notice Cosem 2SFT212.

EXEMPLE D'OSCILLATEUR BF

Dans la technique des mesures on a souvent besoin d'un oscillateur à 1 000 c/s pour la mise au point des amplificateurs.

Le schéma de la figure 19 représente un oscillateur à réseau déphaseur RC tout à fait analogue à celui à lampe.

Le signal prélevé au collecteur est déphasé à l'aide des éléments RC pour être remis en phase avec la base, de sorte qu'une oscillation est engendrée à la fréquence 1 000 c/s.

Le signal de sortie est sinusoïdal. L'alimentation n'exige que 9 V.

Ce montage est extrait du **Manuel d'Application Thomson.**

EXEMPLE DU MICROPHONE DYNAMIQUE

Pour terminer, nous donnons à la figure 20 un schéma d'amplificateur pour microphone dynamique qui pratiquement est un petit haut-parleur à aimant permanent. Ce schéma a été proposé par Sylvania.

R_1 doit être ajustée pour que le courant collecteur de Q_1 = 2N35 soit de 0,1 mA (100 µA). La tension de sortie est d'environ 0,5 V efficace, ce qui oblige à la brancher à l'entrée d'un amplificateur du niveau « sortie détectrice » ou entrée PU piézo.

La batterie est de 22,5 V, mais la consommation est de 100 µA environ, ce qui rend

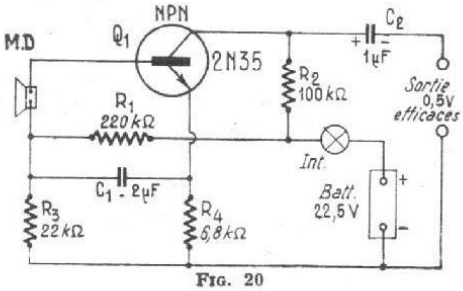


Fig. 20

sa durée très longue, l'amplificateur pouvant même rester branché en permanence.

On peut monter tout l'amplificateur sur une petite plaquette en aluminium fixée sur le dynamique.

REFERENCES

Documentation **La Radiotechnique,** Cosem, Thomson, Sylvania.

Préamplificateurs monophoniques à transistors

Les transistors présentent des avantages intéressants pour la réalisation de préamplificateurs BF, permettant l'attaque d'un amplificateur à partir d'un pick-up de faible niveau, tel qu'un pick-up magnétique : pas de microphonie, élimination des ronflements du secteur, faible puissance d'alimentation et réduction des dimensions. Le problème du souffle a été résolu grâce à l'utilisation de nouveaux transistors de caractéristiques améliorées. Nous décrivons ci-dessous plusieurs modèles de préamplificateurs qui ont été conçus pour différentes sources de modulation.

Les caractéristiques du préamplificateur pour pick-up magnétique dont le schéma est indiqué par la figure 1 sont les suivantes :

Impédance d'entrée : 120 kΩ.

Impédance de sortie : 90 Ω.

Gain : 35 dB à 1 000 c/s.

Distorsion : 0,17 %, mesurée à 1 kc/s, pour une tension de sortie.

Bruit : — 85 dB de 0 à 20 kc/s.

Egalisation : RIAA.

Niveau de sortie : 1 V eff.

La courbe de réponse est celle de la figure 2.

Cet amplificateur est constitué par deux étages p-n-p et n-p-n à couplage direct et à contre-réaction suivis d'un étage à collecteur commun, également à couplage direct. Les avantages d'un tel montage sont les suivants :

1) Il est possible d'obtenir l'égalisation avec une simple chaîne de contre-réaction de tension.

2. La contre-réaction augmente l'impédance d'entrée.

3. La stabilisation de température peut être assurée par une chaîne séparée de contre-réaction en continu.

4. L'étage de sortie à collecteur commun permet d'obtenir une faible impédance de sortie et isole le réseau égalisateur de la charge.

Le préamplificateur étant alimenté par des piles, il est commode d'utiliser deux piles identiques, de 9 V, pour obtenir les tensions négative et positive par rapport au point milieu de référence, relié à la masse. La base du transistor d'entrée est à la masse en raison de la très faible résistance en continu du pick-up magnétique. Le courant de base qui traverse le pick-up est dans ces conditions de l'ordre de 2,5 µA et cette intensité est trop faible pour que les performances du pick-up soient modifiées.

On remarquera sur le schéma de principe de la figure 1 la suppression des condensateurs de liaison qui permet une excellente réponse aux transitoires et la stabilisation de température par la chaîne de contre-réaction en continu entre les émetteurs des transistors de sortie et d'entrée. Cette méthode de stabilisation évite l'emploi de ponts diviseurs de tension à résistances pour alimenter les bases des étages amplificateurs.

Le gain de tension est assuré par V_1 et V_2 montés en émetteur commun. Le transistor V_3 monté en émetteur follower assure un gain de courant, ce qui réduit l'impédance de sortie.

Le transistor 2N324 à coefficient β élevé et à faible bruit a été choisi pour V_1. Ce transistor est du type p-n-p. Pour V_2 il est nécessaire d'utiliser un transistor n-p-n avec le circuit adopté (2N169A). Le transistor V_3 n'est pas critique et un transistor 2N324 a été utilisé pour éviter une trop grande variété de transistors sur le montage. Tous ces transistors sont de marque General Electric et peuvent être remplacés par des modèles équivalents :

V_1 : GE 2N324, 2N508 ou RCA 2N175.

V_2 : GE 2N169A, RCA 2N585, Sylvania 2N214 ou General Transistor 2N446A.

V_3 : GE 2N324, 2N321, 2N508, 2N190, ou RCA 2N109.

Il est déconseillé d'utiliser pour V_1 un transistor d'un autre type en raison du souffle qui pourrait en résulter.

La chaîne de contre-réaction de tension est montée entre le collecteur de V_2 et l'émetteur de V_1. Les tensions de CR sont disponibles entre les extrémités de R_2, résistance non découplée de l'émetteur de V_1. Cette contre-réaction série augmente l'impédance d'entrée du préamplificateur à une valeur telle que l'effet de charge d'un pick-up magnétique à haute impédance est négligeable.

L'égalisation est obtenue par un réseau sélectif RC ($C_3C_2C_4$) dans la chaîne de contre-réaction, afin de satisfaire à la courbe du standard RIAA. La contre-réaction minimum, au sommet de la courbe de réponse pour les fréquences faibles, est encore de 15 dB.

La contre-réaction en continu, assurant la stabilisation de température comprend l'étage émetteur follower, la résistance R_5, de 27 kΩ,

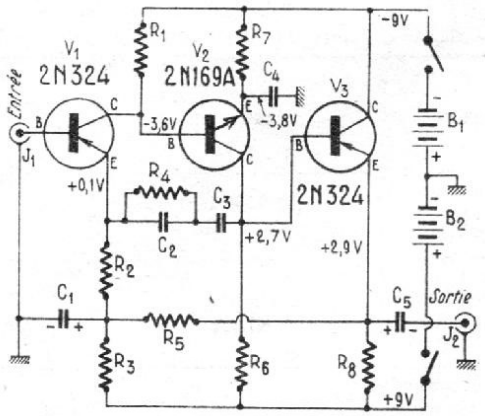


Fig. 1

reliant l'émetteur de l'étage émetteur follower et le point de jonction de R_2 et R_3, résistances d'émetteur de V_1. Une modification des conditions de fonctionnement, due à une élévation de température produit une variation de la tension continue d'émetteur de V_3 qui est transmise à l'émetteur de V_1 de telle sorte que la compensation soit obtenue. Le condensateur C_1 de 250 µF - 3 V assure le découplage de la basse fréquence. Sans ce condensateur, la contre-réaction en alternatif rendrait inefficace le filtre correcteur. La capacité du condensateur C_1 et la valeur de R_5 sont telles qu'une contre-réaction se produit toutefois pour les fréquences les plus basses, à partir de 30 c/s et augmente pour les fréquences inférieures. Cette contre-réaction se produit alors que le réseau normal correcteur de contre-réaction entre V_2 et V_1 n'est plus efficace, ce qui constitue un avantage. On a intérêt, en effet, de diminuer le niveau des fréquences très basses pour réduire les ronflements, l'instabilité et le bruit dû aux transistors.

La courbe d'égalisation du préamplificateur est conforme au standard RIAA qui correspond à l'enregistrement de la plupart des disques microsillons de longue durée. Il serait possible de prévoir d'autres courbes d'égalisation en utilisant un commutateur modifiant

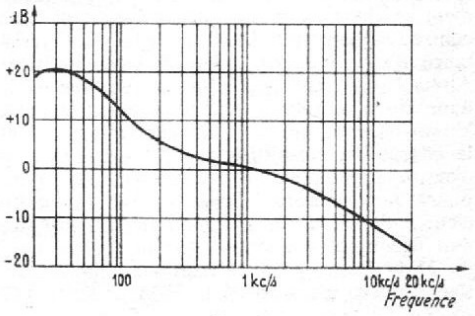


Fig. 2

les valeurs d'éléments de la chaîne de contre-réaction. Pour obtenir l'égalisation correspondant aux disques 78 tours, avec fréquence de recouvrement de 50 c/s et sans atténuation des aiguës, le condensateur C_2 est à supprimer et C_3 a une capacité de 0,02 µF. En choisissant pour C_3 un condensateur de capacité élevée (10 µF ou plus) et en supprimant C_2, la courbe de réponse est linéaire.

Pour éviter les capacités parasites du câble de liaison, il est conseillé de fixer ce préamplificateur sous la platine du tourne-disques, le plus près possible de la sortie du pick-up magnétique.

Valeurs des éléments : R_1 : 15 kΩ - 0,5 W ; R_2 : 330 Ω - 0,5 W ; R_3 : 33 kΩ - 0,5 W ; R_4 : 18 kΩ - 0,5 W ; R_5 : 27 kΩ - 0,5 W ; R_6 : 10 kΩ - 0,5 W ; R_7 : 8 200 Ω - 0,5 W ; R_8 : 3 900 Ω - 0,5 W.

C_1 : 250 µF - 3 V électrochimique ; C_2 : 0,0039 µF céramique ; C_3 : 0,022 µF - 200 V ; C_4 : 100 µF - 6 V électrochimique ; C_5 : 1 µF - 6 V. B_1 et B_2 : piles 9 V.

Les deux autres préamplificateurs à transistors, décrits ci-dessous, ont un gain en tension de 100 et une courbe de réponse linéaire de 5 c/s à 50 kc/s, avec chute de 2 dB à 100 kc/s. Leur tension de sortie est de 1 V. L'impédance d'entrée du premier modèle est d'environ 30 kΩ et son impédance de sortie de 500 Ω. L'impédance d'entrée du deuxième est de 500 kΩ et son impédance de sortie de 500 Ω.

Pour obtenir une haute impédance d'entrée, il est nécessaire de monter le transistor d'entrée en collecteur commun. Le transistor choisi doit avoir un courant I_{co} très faible.

L'impédance de sortie de 500 Ω est telle qu'il est possible d'utiliser un fil blindé de longueur assez importante entre la sortie des préamplificateurs et les entrées des amplificateurs correspondants sans qu'il en résulte une atténuation appréciable des tensions de fréquences élevées. De plus, on réduit les risques d'induction parasite entre le préamplificateur et l'amplificateur.

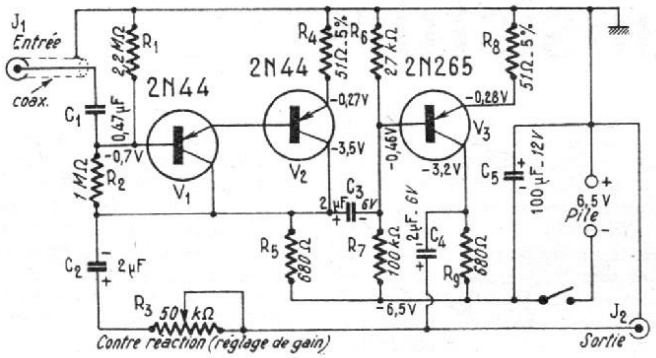


FIG. 3

Dans le cas du premier montage (fig. 3), V_1 et V_2 sont montés en émetteur commun, le transistor V_2 ayant sa base reliée directement à l'émetteur de V_1 et assurant une contre-réaction stabilisant le gain. La résistance d'entrée de ce montage appelé « Super Alpha » est beaucoup plus élevée que celle d'un étage simple à émetteur commun, car V_1 travaille comme un émetteur follower dont la charge est constituée par V_2. La résistance d'entrée approximative est calculée en multipliant le coefficient β de V_1 par le coefficient β de V_2 et par la valeur de la résistance non découplée d'émetteur R_4 ; le coefficient β du 2N44 étant de 25, la résistance approximative d'entrée est ainsi égale à $25 \times 25 \times 50 = 31\,250\ \Omega$.

Le gain des deux premiers étages est d'environ 10. Les tensions BF de sortie sont prélevées sur le collecteur de V_2 par C_3 et appliquées sur la base du troisième transistor V_3 monté en émetteur commun. La résistance R_6 du circuit collecteur de V_3 est choisie de telle sorte que l'impédance de sortie soit de 500 Ω. Le gain de V_3 est stabilisé par la résistance d'émetteur R_8, de 51 Ω, non découplée.

Une chaîne de contre-réaction réglable par le potentiomètre R_3 de 50 kΩ est disposée entre la sortie et l'entrée. R_3 est réglé de telle sorte que le gain total soit de 100, le gain sans contre-réaction étant supérieur à 120. En augmentant la contre-réaction, on améliore encore la courbe de réponse et l'impédance d'entrée est augmentée, mais on sacrifie le gain. La consommation est de 10 mA sous 6,5 V.

Valeurs d'éléments de la figure 3 : R_1 : 2,2 MΩ ; R_2 : 1 MΩ ; R_3 : potentiomètre 50 kΩ ; R_4, R_8 : 51 Ω 5 % ; R_5, R_9 : 680 Ω ; R_6 : 27 kΩ ; R_7 : 100 kΩ. Toutes les résistances sont de 1/10 W ou d'une puissance supérieure.

C_1 : 0,47 µF - 10 V ; C_2, C_3, C_4 : 2 µF - 6 V ; C_5 : 100 µF - 12 V.

La figure 4 montre le schéma d'un deuxième préamplificateur à 4 transistors. Les deux transistors d'entrée sont montés en collecteur commun et non en émetteur commun comme sur le premier étage.

L'émetteur de V_1 est relié directement à la base de V_2. L'impédance d'entrée est portée à 500 kΩ environ, mais le gain est inférieur à un, en raison du montage à collecteur commun. Pour obtenir un gain équivalent à celui du premier amplificateur, un transistor supplémentaire V_4 est utilisé. Le gain est réglé par le potentiomètre R_3 qui dose les tensions transmises à la base de V_3.

Pour augmenter encore l'impédance d'entrée, on peut utiliser des transistors au silicium dont le courant I_{co} est plus faible.

Ces deux préamplificateurs sont caractérisés par une excellente stabilité. Une variation de tension d'alimentation de 20 % se traduit par une variation de gain inférieure à 5 %.

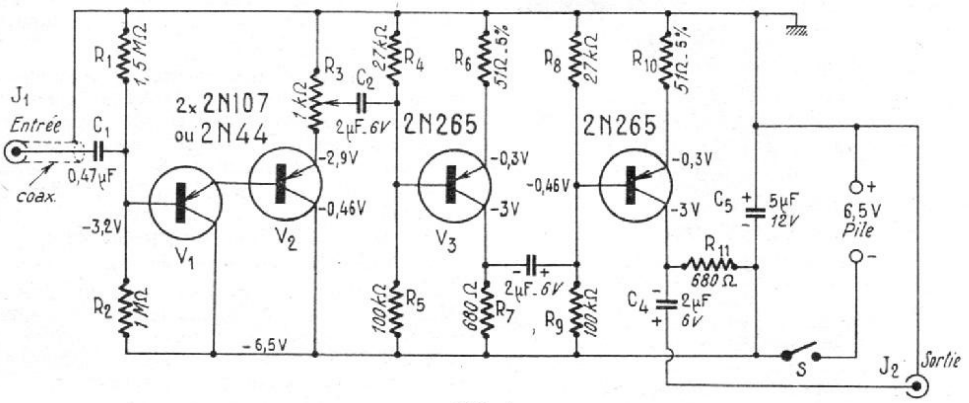


FIG. 4

TABLEAU I. — Caractéristiques du préamplificateur universel de la figure 5

TYPE DE L'ENTRÉE	UTILISATION	BANDE PASSANTE c/s	IMPÉDANCE D'ENTRÉE	TENSION ADMISSIBLE	SENSIBILITÉ (pour 1 volt de sortie)	NOMBRE DE TRANSISTORS
A) Très haute impédance et haute admittance	PU céramique PU piezo *micro piezo*	20 à 90 000 ± 1 dB	6 MΩ	> 1 volt	70 millivolts	2
B) Haute impédance avec correction RIAA	PU magnétique PU magnétodynamique PU à réluctance variable (GE)	Courbe RIAA	50 kΩ		12 millivolts	2
C) Moyenne ou haute impédance (deux possibilités)	Sortie magnétophone Basse impédance ou Radio	30 à 90 000	100 kΩ	1 volt	100 millivolts	1
	PU piezo Radio, FM, etc.		250 kΩ	3,5 volts	1 volt (gain = 1)	
D) Haute impédance. Haute sensibilité	Cellule cinéma	20 à 100 000 ± 1 dB	6 MΩ	30 millivolts réglable de 30 à 700 millivolts	10 millivolts	3
E) Basse impédance. Très haute sensibilité	Entrée micro, basse impédance ou transformateur de ligne de 20 à 500 Ω	20 à 70 000	2 000 Ω	10 millivolts	1,5 millivolt	2

D'autres transistors de caractéristiques équivalentes peuvent être utilisés, sauf les transistors d'entrée pour lesquels il est conseillé de monter les types mentionnés. Il peut être alors nécessaire de modifier les valeurs des résistances R_6-R_7 de la figure 3 et R_4, R_5, R_8 et R_9, de la figure 4, qui agissent sur la polarisation des bases.

Des résistances classiques ont été utilisées sur les deux préamplificateurs. Leur niveau de bruit, avec entrée court-circuitée et gain réglé au maximum, est de — 67 dB pour le premier et de — 61 dB pour le second. Ce bruit pourrait être encore plus faible avec des résistances à faible bruit.

Valeurs des éléments du schéma de la figure 4 : R_1 : 1,5 MΩ ; R_2 : 1 MΩ ; R_3 : potentiomètre 1 kΩ ; R_4, R_8 : 27 kΩ ; R_5, R_9 : 100 kΩ ; R_6, R_{10} : 51 Ω 5 % ; R_7, R_{11} : 680 Ω. Toutes les résistances sont de 1/10 W ou de puissance supérieure.

C_1 : 0,47 µF - 10 V ; C_2, C_3, C_4 : 2 µF - 6 V ; C_5 : 5 µF - 12 V.

Le préamplificateur-mélangeur universel dont le schéma est indiqué par la figure 5 permet d'attaquer un amplificateur Hi-Fi quelconque à partir de 4 sources de modulation au choix de l'usager. Il offre donc la possibilité de résoudre tous les problèmes de préamplification en raison des différentes combinaisons des blocs préamplificateurs interchangeables.

Sur le schéma de la figure 5, cinq blocs préamplificateurs (types A, B, C, D, E) et correspondant à différentes utilisations sont représentés entourés de pointillés. Les deux transistors 965T1 de la partie droite du schéma ainsi que les quatre potentiomètres de mélange sont les éléments fixes du coffret du préamplificateurs types A à E. Quatre blocs sont facilement adaptables à l'intérieur du coffret du préamplificateur. Ils peuvent être de même type ou de types différents, selon les sources de modulations prévues. Les utilisations des 5 blocs sont les suivantes :

1° Cellule cinéma (type D) ;

2° Pick-up magnétique (type B) ;

3° Pick-up piézo ou céramique haute impédance ; micro piézo (type A) ;

4° Sortie BF radio ou tuner FM (type C) ;

5° Micro basse impédance (type E).

Le tableau I résume les caractéristiques des 5 blocs précités.

●

Il est possible de monter plusieurs préamplificateurs identiques ou des préamplificateurs différents selon les sources de modulation. Le nombre maximum de préamplificateurs adaptables sur le mélangeur est de quatre comme indiqué sur le schéma.

Le préamplificateur commun à tous les préamplificateurs, et disposé à la sortie des potentiomètres du mélangeur, comprend un premier étage 965 T1 à émetteur commun, polarisé par le pont 22 kΩ-15 kΩ entre collecteur et masse et un étage de sortie à collecteur commun c'est-à-dire du type émetteur follower, comparable à un étage cathode follower à lampe.

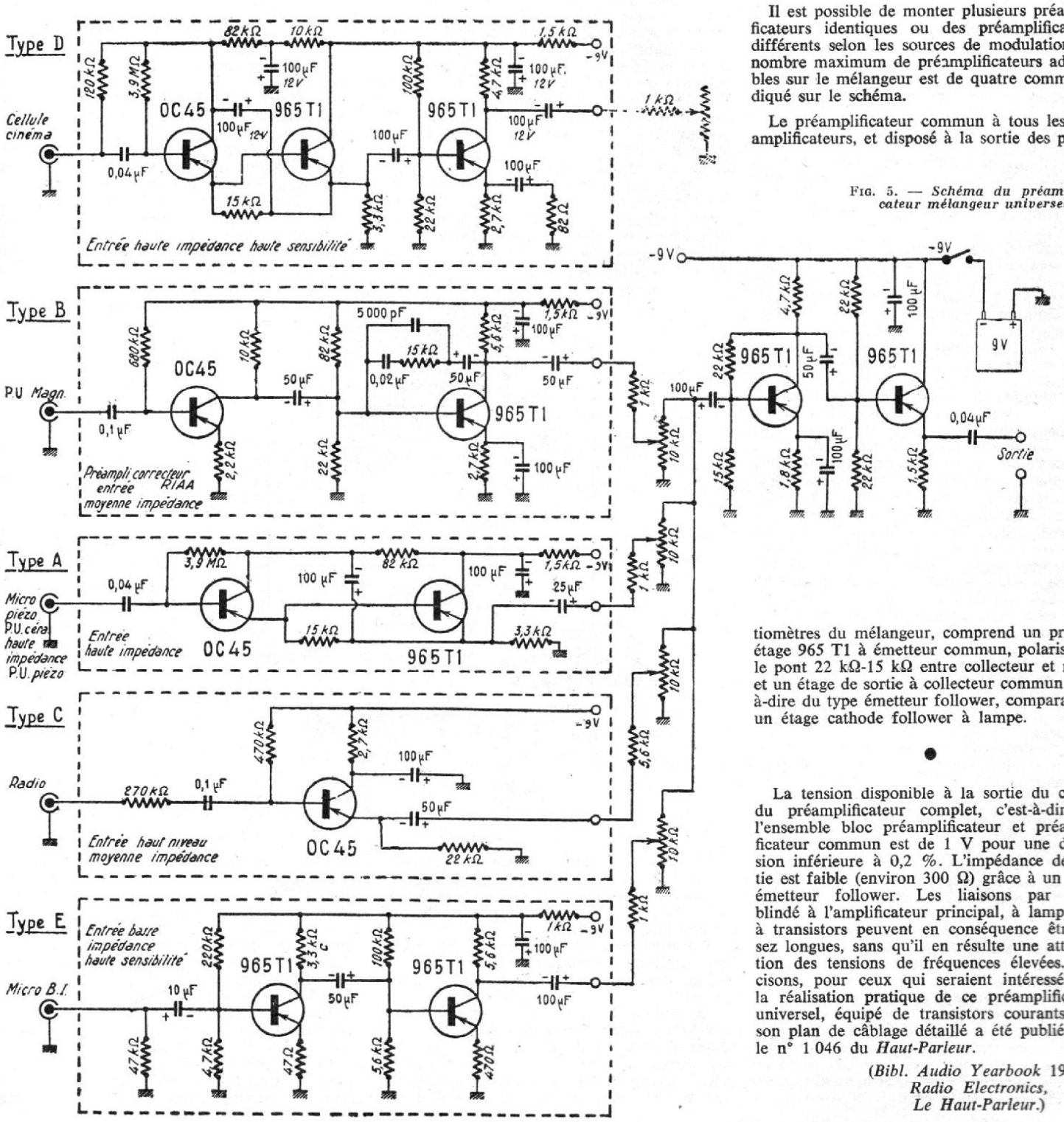


FIG. 5. — *Schéma du préamplificateur mélangeur universel.*

●

La tension disponible à la sortie du coffret du préamplificateur complet, c'est-à-dire de l'ensemble bloc préamplificateur et préamplificateur commun est de 1 V pour une distorsion inférieure à 0,2 %. L'impédance de sortie est faible (environ 300 Ω) grâce à un étage émetteur follower. Les liaisons par câble blindé à l'amplificateur principal, à lampes ou à transistors peuvent en conséquence être assez longues, sans qu'il en résulte une atténuation des tensions de fréquences élevées. Précisons, pour ceux qui seraient intéressés par la réalisation pratique de ce préamplificateur universel, équipé de transistors courants, que son plan de câblage détaillé a été publié dans le n° 1 046 du *Haut-Parleur*.

(*Bibl. Audio Yearbook* 1961, *Radio Electronics*, *Le Haut-Parleur*.)

PRÉAMPLIFICATEURS STÉRÉOPHONIQUES

à transistors

NOUS décrivons ci-dessous deux préamplificateurs stéréophoniques, l'un, de conception anglaise, équipé de quatre transistors et spécialement destiné à être utilisé avec des pick-up stéréophoniques magnétiques et l'autre, de conception américaine, prévu pour plusieurs entrées, avec corrections variables, et équipé de douze transistors.

PREAMPLIFICATEUR A QUATRE TRANSISTORS

Le préamplificateur dont le schéma est indiqué par la figure 1 satisfait aux exigences suivantes :

— Bruit introduit par le préamplificateur négligeable dans les conditions normales d'écoute.

— Précision de l'égalisation supérieure à ± 1 dB de 20 c/s à 20 c/s.

— Distorsion harmonique totale inférieure ou égale à 0,1 % pour une tension de sortie 100 mV eff.

— Gain égal à environ 10, avec une charge de 50 Ω.

L'alimentation s'effectue par deux piles de 9 V montées en série. Les corrections de l'amplificateur ont été étudiées en fonction des caractéristiques normales de gravures des disques microsillons stéréophoniques.

La correction aux fréquences basses est obtenue par contre-réaction (R_6, C_3 et R_4 pour l'un des canaux et R_{6a}, C_{3a} et R_{4a} pour l'autre canal).

L'égalisation aux fréquences élevées est obtenue par un simple réseau RC (C_5 et R_9 sur la figure 1) dont la constante de temps est de 75 µs. Ce réseau RC est en dehors du circuit amplificateur à contre-réaction et la constante de temps n'est pas affectée par la faible impédance de sortie de l'amplificateur. La charge de sortie peut être réduite à 50 kΩ sans qu'il en résulte une modification de l'égalisation. Les transistors utilisés sont en Q_1, un GET 106 du type **p-n-p** à faible souffle ; en Q_2, un OC 140 du type **n-p-n.** Une combinaison **p-n-p** et **n-p-n** est utilisée afn de faciliter un couplage direct entre les étages, ce qui évite les pertes aux fréquences basses et les déphasages indésirables pouvant entraîner du motor boating.

La pile d'alimentation est découplée par R_{10} et C_6 afin d'éviter toute intermodulation. Il est également possible d'utiliser deux batteries séparées alimentant respectivement un préamplificateur.

La consommation au repos du transistor d'entrée est de l'ordre de 300 µA et sa tension collecteur base, de 3,5 V. Ces conditions sont optima pour la réduction du bruit.

Bien que les tensions d'entrée puissent être appliquées entre la base de Q_1 et la masse, il est possible de réaliser une liaison telle qu'une capacité supérieure de câble soit admissible. Dans ce cas, le câble doit être à double gaine blindée et relié comme indiqué ci-après :

a) gaine extérieure : entre la masse du pick-up et la masse du préamplificateur ;

b) gaine intérieure : non reliée à l'extrémité pick-up et relié à l'émetteur de Q_1 du côté du préamplificateur ;

c) fil central entre la sortie du pick-up et l'entrée du préamplificateur.

Ce mode de liaison réduit l'effet des capacités parasites du câble et permet d'utiliser des câblages de longueur supérieure. La capacité du câble comprend ainsi deux capacités en série, l'une entre le fil central du signal et la gaine intérieure (C_a) et l'autre entre la gaine intérieure et la gaine extérieure (C_b). La tension de C_a est très faible par rapport à la tension d'entrée et en conséquence son effet est réduit. La tension entre C_b est à peu près la même que la tension d'entrée mais au lieu d'être associée à une impédance d'entrée de 100 kΩ, C_b est relié au point de faible impédance de l'émetteur de Q_1.

Si C est la capacité effective du câble et L l'inductance des bobinages du pick-up magnétique, une pointe de résonance se produit à une fréquence égale à $1/2\ \pi\ \sqrt{LC}$), si l'impédance d'entrée du préamplificateur est assez élevée pour que le circuit résonnant constitué par L et C ne soit pas amorti. C la capacité effective du câble étant faible et avec les valeurs visuelles de L des pick-up classiques, la pointe d'amplification se produit à une fréquence bien supérieure à la limite des fréquences audibles.

La tension de la base du premier transistor est déterminée par une chaîne potentiométrique de résistances R_1, R_2 et R_3 qui consomme environ 30 µA. Une contre-réaction négative en continu est appliquée entre l'émetteur de Q_2 et la base de Q_1, ce qui stabilise le courant collecteur de Q_1.

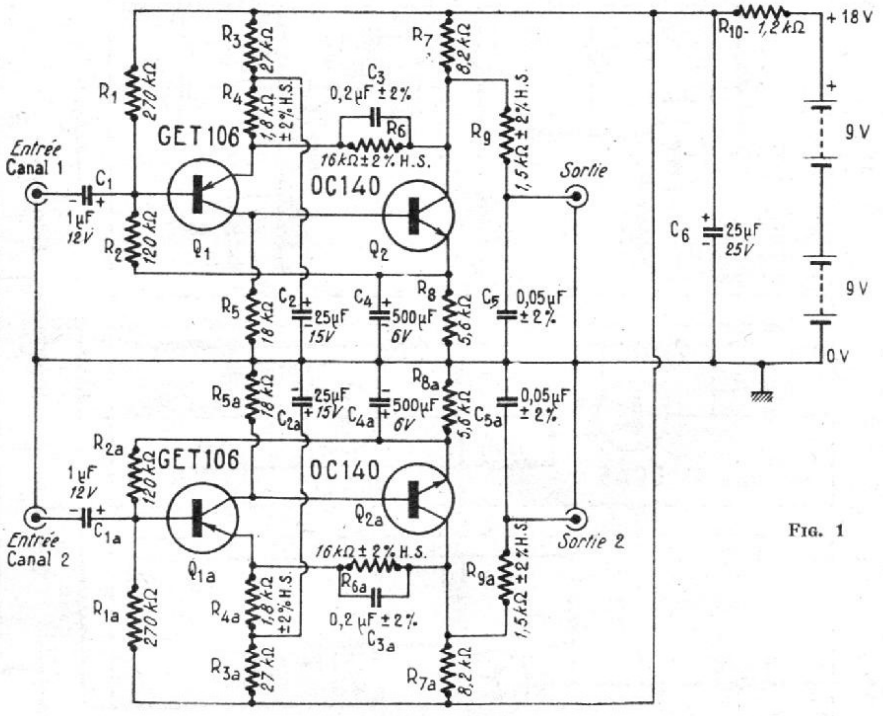


FIG. 1

Le préamplificateur est couplé par condensateur à l'amplificateur suivant. La capacité de ce condensateur n'est pas supérieure à 0,5 µF si la charge n'est pas inférieure à la valeur recommandée de 50 kΩ.

Performances : La précision de l'égalisation avec différents exemplaires de transistors de même type est de ± 0,2 db de 20 c/s à 20 kc/s.

Distorsion : La distorsion a été mesurée à 3,5 kc/s, l'auteur disposant d'un filtre 7 kc/s d'une atténuation de 70 dB par rapport au signal appliqué de 3,5 kc/s. La distorsion n'était pas mesurable pour une tension de sortie de 100 mVeff et était égale à 0,015 % pour 150 mVeff. Lorsque la sortie est de 150 mVeff, la tension d'entrée est de 30 mVeff, c'est-à-dire environ dix fois supérieure à celle qui est délivrée par un pick-up magnétique pour une fréquence de 3,5 kc/s.

Parmi d'autres performances, signalons une grande stabilité, même lorsque la pile vieillit et augmente de résistance interne ; la possibilité de fonctionner jusqu'à une température de l'ordre de 60 C° ; la possibilité d'être alimentée par une pile dont la tension peut descendre jusqu'à 8 V.

PREAMPLIFICATEUR A 12 TRANSISTORS

Ce préamplificateur, plus complexe que le précédent, est également alimenté sous une tension de 18 V (intensité 22 mA). Il comprend des dispositifs correcteurs fixes, mis en service par un sélecteur d'entrée à 6 positions, un filtre correcteur de bruit d'aiguille, un filtre anti-ronflement, des potentiomètres séparés de réglage des graves et des aiguës.

La figure 2 montre le schéma complet de l'un des préamplificateurs. Deux sélecteurs d'entrée sont utilisés, un pour chaque canal, ce qui permet de nombreuses combinaisons. On n'a pas la possibilité, toutefois, d'inverser les deux canaux lorsque les tensions sont appliquées à la même entrée. Cette inversion peut être réalisée en ajoutant un commutateur dont le schéma est indiqué par la figure 3.

Sur la position pick-up, chaque préamplificateur est corrigé en tenant compte du standard d'enregistrement RIAA, adopté sur la plupart des disques stéréophoniques. Sur la position bande magnétique, le standard est celui de l'enregistrement à 19 cm/s. La courbe de réponse est droite sur la position micro n'entraînant pas de corrections.

Un potentiomètre (R_{40}) permet d'isoler les deux canaux BF, de les mélanger ou de les relier. Le mélange permet d'éliminer le « trou

sonore » dans le centre plus ou moins sensible selon les enregistrements.

Le filtre de ronflement élimine les tensions indésirables du secteur. Un pick-up stéréphonique, sensible aux mouvements verticaux est en effet plus sujet aux ronflements du secteur qu'un pick-up monophonique.

chaque canal, de 100 000 à 0 Ω grâce au potentiomètre R_{20}.

Pour obtenir une impédance d'entrée élevée avec un circuit à transistors, il suffit d'utiliser une contre-réaction ou de monter une résistance en série avec l'entrée du premier étage. Cette dernière solution n'a pas été adoptée,

Les sources d'entrée de haut niveau sont commutées dans le circuit immédiatement après les étages préamplificateurs. Des potentiomètres R_{21} et R_{22} règlent l'amplitude des tensions BF de sortie des tuners AM ou FM. Les tensions d'entrée peuvent ainsi être équilibrées.

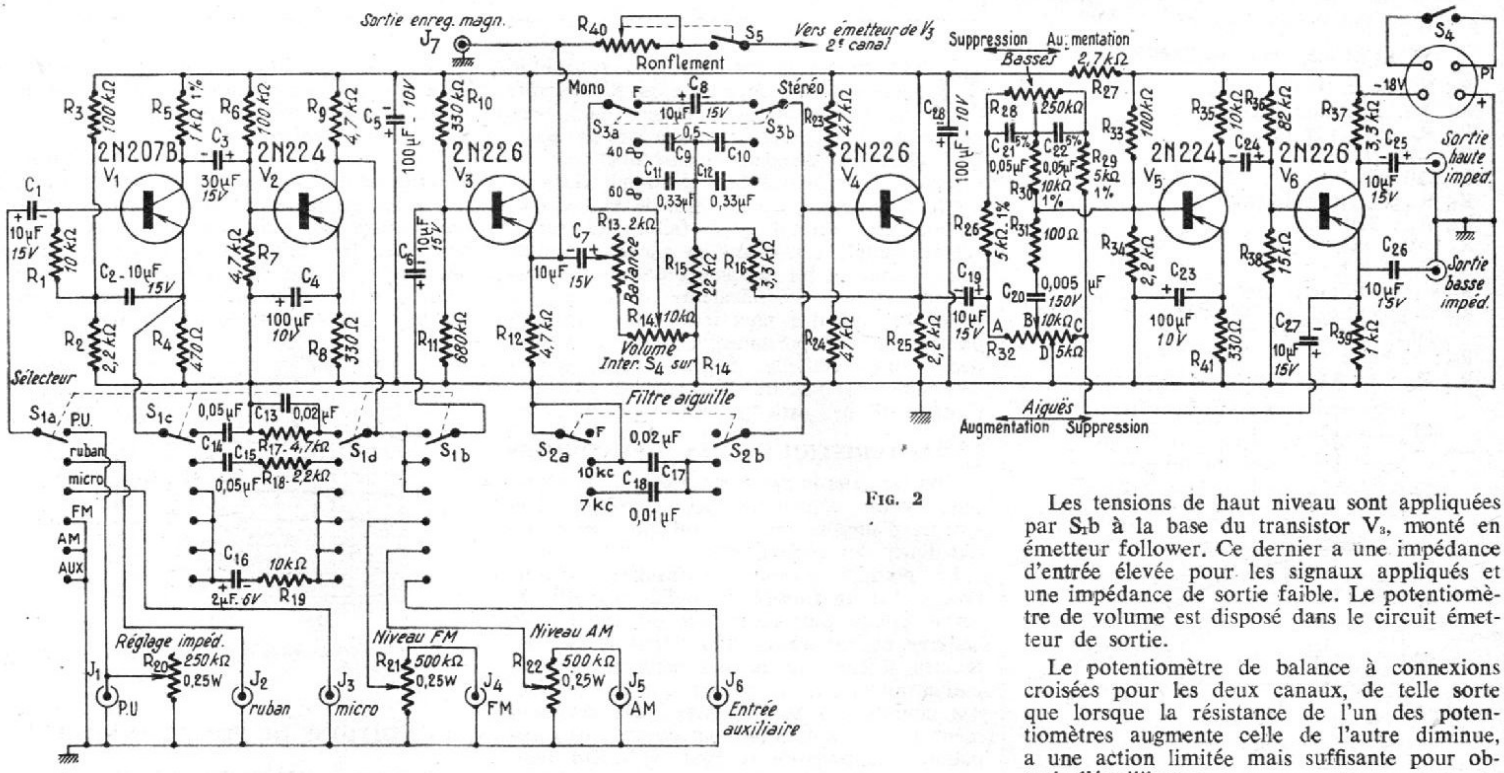


FIG. 2

Le filtre d'aiguille, sans supprimer les fréquences les plus élevées, atténue celles qui correspondent au bruit d'aiguille. Si l'on désire pour certaines reproductions supprimer une partie des aiguës, il suffit d'agir sur le potentiomètre correspondant.

Pour l'enregistrement, des prises de jacks de sortie V_7 sont prévues après le troisième préamplificateur. Les dispositifs de contrôle de timbre et de volume n'agissent pas en ce point. Si l'on désire un réglage de timbre et de volume pour effectuer l'enregistrement magnétique, il est nécessaire d'utiliser les prises de sortie J_5 ou J_6.

Ls potentiomètres de commande des graves et des aiguës sont à axes concentriques et réglages séparés sur chaque canal, ce qui présente un intérêt, en particulier lorsque les enceintes acoustiques des deux canaux ne sont pas identiques. La correction s'obtient par un système du type Baxandall adapté aux transistors. Les courbes des figures 4 et 5 montrent la réponse de l'amplificateur pour différents réglages du potentiomètre d'aiguës (R_{32}) et de graves (R_{28}). On remarquera que la courbe de réponse aux fréquences moyennes n'est pas sensiblement modifiée.

Les deux commandes de volume sonore sont accouplées, afin de modifier simultanément les tensions d'entrée appliquées aux deux chaînes amplificatrices (base du transistor 2N226 de chaque chaîne). La commande de balance, classique, permet l'équilibrage de l'amplitude des tensions appliquées. Une commande par un seul axe est utilisée et les deux potentiomètres sont à connexions croisées, de telle sorte que lorsque la réssitance de l'un augmente, celle de l'autre diminue et réciproquement.

ANALYSE DU SCHEMA

La préamplification des tensions de faible niveau est assurée par les transistors V_1 et V_2. L'impédance d'entrée correspond à celle des pick-up magnétiques. Elle peut être réglée, sur

car elle entraîne une certain souffle qui n'est pas compatible avec les exigences d'un ensemble à haute fidélité. C'est donc l'adaptation par circuit de contre-réaction qui est utilisée. La chaîne de contre-réaction comprend les éléments branchés entre le collecteur de V_2 et l'émetteur de V_1. La contre-réaction appliquée à l'entrée est une contre-réaction d'intensité, l'intensité de CR étant approximativement proportionnelle à la tension de sortie. Le circuit S_{1c} du commutateur S_1 commute différents

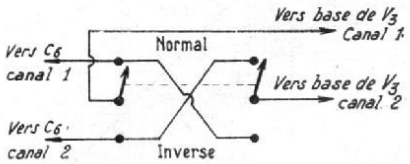


FIG. 3

éléments de la chaîne de contre-réaction selon l'entrée choisie, afin de tenir compte des différentes courbes de réponse à obtenir. Les capacités de C_{13} et C_{14} peuvent être modifiées si l'on désire sur la position du pick-up d'autres corrections que celles qui correspondent au standard RIAA.

Pour augmenter l'impédance du premier étage, une contre-réaction d'intensité est appliquée également à cet étage. Le condensateur C_2 relie l'émetteur de V_1 au point de jonction des résistances R_1, R_2 et R_3, ce qui provoque une réaction émetteur-base. La résistance effective de R_1 est alors donnée par la relation

$$R_{ef} = \frac{R_1}{\gamma}$$, γ étant le gain de tension de

l'étage montée en collecteur commun. Ce dernier est voisin de l'unité et de la sorte R_1 est d'une valeur beaucoup plus élevée pour les signaux d'entrée que sa valeur réelle. Ce mode de réaction n'entraîne pas l'entrée en oscillation de l'étage, son gain étant inférieur à l'unité.

Les tensions de haut niveau sont appliquées par S_1b à la base du transistor V_3, monté en émetteur follower. Ce dernier a une impédance d'entrée élevée pour les signaux appliqués et une impédance de sortie faible. Le potentiomètre de volume est disposé dans le circuit émetteur de sortie.

Le potentiomètre de balance à connexions croisées pour les deux canaux, de telle sorte que lorsque la résistance de l'un des potentiomètres augmente celle de l'autre diminue, a une action limitée mais suffisante pour obtenir l'équilibrage.

Le potentiomètre R_{40} est relié à l'entrée de la commande de balance et court-circuite les deux canaux en ce point pour les auditions monophoniques.

L'étage suivant V_4 est encore du type émetteur follower. Il est d'une impédance d'entrée élevée, pour éviter l'effet de shunt des autres circuits sur le volume contrôle R_{14}. L'impédance de sortie est faible, ce qui convient à l'utilisation du correcteur de timbre du type Baxandall à contre-réaction. Son efficacité est importante, comme on peut le constater en examinant les courbes des figures 3 et 4.

Le transistor amplificateur V_6 sert à augmenter les tensions de sortie du préamplificateur à un niveau suffisant pour attaquer les amplificateurs de tous types.

Le gain global du préamplificateur n'est pas très élevé. La sortie « haut niveau » délivre une tension maximum de 4 V, au-dessus de

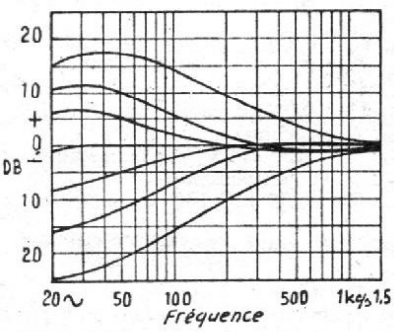


FIG. 4

laquelle un écrêtage se produit. La tension d'entrée nécessaire pour obtenir cette tension de sortie est de 1 V sur les entrées « haut niveau » et 20 mV sur les entrées « pick-up », micro ou « bande magnétique ». Cette tension a été mesurée pour la fréquence de

1 000 c/s. En appliquant une tension de 20 mV aux entrées « faible niveau », la tension de sortie est de 1 V.

Le filtre de ronflement provoque une atténuation au-dessous de 50 c/s de 12 db par octave.

L'atténuation du filtre d'aiguille du type RC est de 6 db par octave au-dessus de 3 000 c/s.

VALEURS DES ELEMENTS

R_1, R_{19}, R_{35} : 10 kΩ.
R_2, R_{15}, R_{25}, R_{34} : 2,2 kΩ.
R_3, R_6, R_{33} : 100 kΩ.
R_4 : 470 kΩ.
R_5 : 20 kΩ 1 %.
R_7, R_9, R_{12}, R_{17} : 4,7 kΩ.
R_8, R_{41} : 330 Ω.
R_{10} : 330 kΩ.
R_{11} : 680 kΩ.
R_{13} : potentiomètre linéaire double 2 kΩ.
R_{14} : potentiomètre logarithmique double, 10 kΩ, avec inter.
R_{15} : 22 kΩ.
R_{16}, R_{37} : 3,3 kΩ.

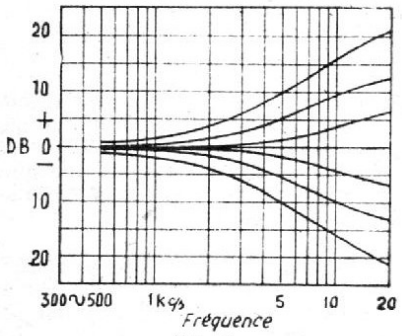


FIG. 5

R_{20} : potentiomètre linéaire 250 kΩ 0,25 W.
R_{21}, R_{22} : potentiomètre linéaire 500 kΩ - 0,25 W.
R_{23}, R_{24} : 47 kΩ.
R_{26}, R_{29} : 5 kΩ 1 %.
R_{27} : 2,7 kΩ.
R_{28} : potentiomètre double linéaire à commandes concentriques, 250 kΩ.
R_{30} : 10 kΩ 1 %.
R_{31} : 100 Ω.
R_{32} : potentiomètre double, linéaire, à commandes concentriques 10 kΩ, prises à 5 kΩ.
R_{36} : 82 kΩ.
R_{38} : 1 kΩ.
R_{40} : potentiomètre linéaire, à interrupteur (S_5), 50 kΩ.

Toutes les résistances sont de 0,5 W ± 10 % sauf spécification.

C_1, C_2, C_6, C_7, C_8, C_{19}, C_{24}, C_{25}, C_{26}, C_{27} : électrochimiques 10 µF - 15 V.
C_3 : électrochimique 30 µF - 15 V.
C_4, C_5, C_{28}, C_{28} : électrochimique 100 µF - 10 V.
C_9, C_{10} : 0,5 µF, papier métallisé - 200 V.
C_{11}, C_{12} : 0,33 µF, papier métallisé - 200 V.
C_{13}, C_{17} : 0,02 µF, papier métallisé - 200 V.
C_{14}, C_{15} : 0,05 µF papier métallisé, 200 V.
C_{16} : électrochimique 2 µF - 6 V.
C_{18} : 0,01 µF, 200 V, papier métallisé.
C_{20} : 5 000 pF, céramique.
C_{21}, C_{22} : 0,05 µF, 200 V, papier métallisé, ± 5 %.

Tous les transistors sont fabriqués par Philco.

J_1 à J_5 : prises de jacks.
S_1 : commutateur à 4 circuits et 6 positions.

L'interrupteur S_4 est celui du potentiomètre R_{14} et S_5 celui du potentiomètre R_{40}.

PL : support 4 broches pour liaison à l'alimentation par bouchon.

Il est nécessaire de se procurer en double tous les éléments mentionnés, sauf un seul pour R_{13}, R_{14}, R_{28}, R_{32}, R_{40}, S_4, S_5 et la prise d'alimentation PL.

Bibl. Wireless World
Radio Electroncis.

Calcul des éléments d'un amplificateur basse fréquence de sortie, à transistors

DEUX montages fondamentaux sont utilisés sur les amplificateurs BF équipés de transistors : l'étage de sortie classe A, à un seul transistor, et le push-pull classe B de deux transistors. Sur les récepteurs portatifs, l'étage push-pull classe B est le plus employé, en raison de sa consommation de courant plus faible au repos. L'étage simple travaillant en classe A équipe le plus souvent les récepteurs portatifs économiques et les amplificateurs délivrant une puissance modulée plus importante, grâce à un transistor de puissance. L'article ci-dessous décrit une méthode simple permettant de déterminer les valeurs d'éléments d'un amplificateur BF de sortie travaillant en classe A.

CARACTERISTIQUES DES TRANSISTORS

Comme dans le cas des lampes, il est nécessaire pour déterminer les éléments d'un schéma d'amplificateur de connaître les caractéristiques des transistors.

Le premier facteur à considérer lorsque l'on choisit un transistor amplificateur BF de sortie est la puissance qu'il est capable de délivrer en service continu. Dans le cas des lampes, il suffit de ne pas dépasser la dissipation maximum de plaque et l'on ne tient pas compte des températures de fonctionnement. Les transistors ont, par contre, une dissipation maximum de courant collecteur pour une certaine température de l'ordre de 25°C. Si l'on fait dissiper au transistor sa puissance maximum, sa température monte, ce qui limite la puissance délivrée. Un transistor pouvant délivrer 10 watts à 25°C ne peut souvent délivrer que 3 watts à 50°. La figure 1 montre la variation de la puissance maximum selon la température du boîtier ou du refroidisseur solidaire du boîtier dans le cas du

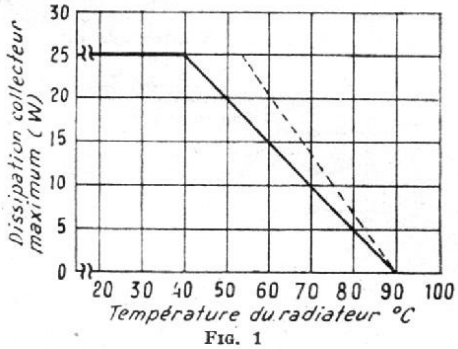


FIG. 1

transistor de puissance 2N235A dont la puissance nominale est de 25 watts. On remarquera que la puissance de 25 watts ne peut être délivrée que pour des températures inférieures à 40°C. La courbe en pointillés tient compte des variations possibles de caractéristiques. Pour obtenir la sécurité requise, l'utilisateur doit choisir un point de fonctionnement à gauche de la courbe qui n'est pas en pointillés.

La deuxième caractéristique importante d'un transistor que l'on peut comparer à la caractéristique de courant plaque d'une lampe est le courant collecteur pour différentes tensions de collecteur. Au lieu de faire varier la tension de grille, le paramètre est ici le courant de base. La droite de charge est tracée comme dans le cas des lampes. La courbe de dissipation maximum (fig. 2) est semblable à celle de la dissipation maximum de plaque tracée par les constructeurs de lampes amplificatrices de sortie.

Les caractéristiques courant base-tension base émetteur sont semblables aux caractéristiques de grille des lampes, mais les courbes sont moins linéaires.

Une troisième caractéristique intéressante, généralement indiquée par le constructeur est la caractéristique de transfert du transistor, qui montre les variations de courant collecteur avec les variations de courant de base, pour une tension de collecteur fixe. Cette courbe est très utile pour déterminer la linéarité et la polarisation de l'étage amplificateur.

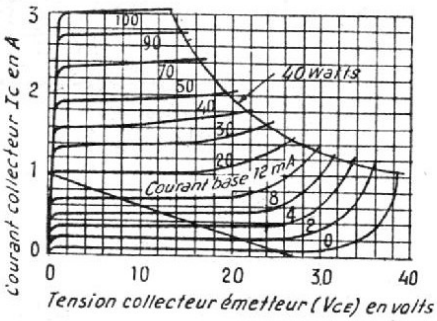


FIG. 2

CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

La classe A suppose que la tension de sortie a la même forme que la tension d'entrée et que le transistor est conducteur pendant toute la durée du cycle de la tension d'entrée.

Pour obtenir la linéarité adéquate, la tension et le courant de collecteur doivent varier dans des régions linéaires de la caractéristique.

Dans la conception d'un amplificateur, on a le choix entre la mise à la masse de la base, du collecteur ou de l'émetteur, chaque type de montage ayant ses avantages et inconvénients. Pour la réalisation d'un amplificateur BF de sortie, le montage le plus courant est celui de la figure 3 appelé « émetteur commun », c'est-à-dire avec émetteur à la masse. Ce montage procure le gain maximum avec une linéarité satisfaisante.

La figure 4 montre le schéma d'un amplificateur avec base à la masse. La linéarité est meilleure, mais le gain est plus faible que celui du schéma précédent.

Le troisième montage fondamental est celui avec collecteur à la masse en alternatif (montage émetteur follower). Comme dans le cas du montage cathode follower à lampe, l'impédance d'entrée est élevée et l'impédance de sortie est faible. Ce montage ne peut toutefois être considéré comme un amplificateur et ne sera pas examiné ici.

En l'absence de signal, une puissance importante est dissipée par un étage préamplificateur de puissance classe A. Le point de repos doit en conséquence être choisi bien en-dessous du point correspondant à la dissipation maximum de colllecteur et l'on ne peut en conséquence utiliser le transistor à sa puissance maximum.

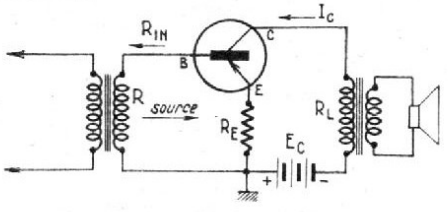


FIG. 3

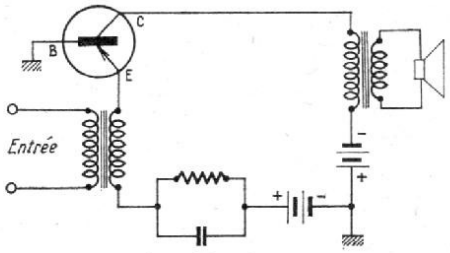


FIG. 4

LA CONCEPTION DE L'AMPLIFICATEUR CLASSE A

La méthode décrite ci-dessous, simplifiée, est suffisante pour la détermination des éléments d'un amplificateur à partir des caractéristiques fournies par le constructeur.

Supposons que l'on désire une puissance modulée de 2 watts et que le rendement du transformateur de sortie soit de 75 %. L'amplificateur doit, dans ces conditions, délivrer 2,65 watts pour que 2 watts soient appliqués à la bobine mobile du haut-parleur. Pour éviter une surcharge du transistor, il faut augmenter la puissance de 25 % et l'on arrive à la puissance de 3,35 watts. Si l'on ajoute 3,35 watts à cette puissance pour tenir compte de la dissipation en continu, on voit que la dissipation collecteur doit être au moins de 6,7 watts.

Si l'on choisit une tension de la batterie d'alimentation de 14 V, le courant collecteur peut être déterminé par la loi d'Ohm :

$$I_c = \frac{6{,}7 \text{ W}}{14 \text{ V}} = 0{,}48 \text{ A}$$

La résistance de charge est égale à :

$$R_L = \frac{14 \text{ V}}{0{,}48 \text{ A}} = \text{environ } 29\ \Omega$$

Nous devons ensuite choisir un transistor dont la dissipation collecteur est supérieure à 6,7 watts et capable de supporter une tension inverse de pointe de $2 \times 14 = 28$ V.

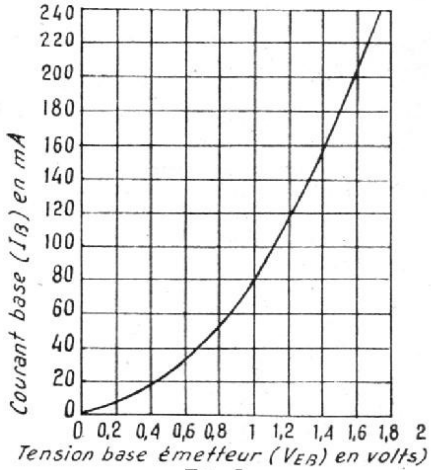


FIG. 5

Le transistor RCA 2N176 peut convenir. Sa dissipation maximum de collecteur est de 40 watts et sa tension inverse de pointe de 40 V. Le constructeur indique les caractéristiques du 2N176 (fig. 2). Le point de fonctionnement est déterminé par l'intersection des droites 14 V (tension d'alimentation) et 0,48 A (courant collecteur). La droite de charge est tracée en reliant le point de repos précité au point 28 V des abscisses. Cette droite coupe l'axe des ordonnées au point 0,96 A.

Le simple examen de la droite de charge de la figure 2 montre l'une des raisons du défaut de linéarité des tensions de sortie. Le point de repos correspond à un courant de base d'environ 6 mA. Une variation du courant de base de 0 à 12 mA correspond à une variation de tension de sortie de 25 à 8 V : la tension sinusoïdale de sortie a ainsi l'une de ses alternances comprimée et l'autre dilatée d'où une distorsion.

Le courant de base est déterminé par la tension de base et par l'impédance de la source des signaux. Pour une impédance de la source beaucoup plus faible que l'impédance d'entrée de base et en appliquant une certaine polarisation sur la base, on peut compenser, dans une certaine mesure, le défaut de linéarité.

La figure 2 montre que le courant maximum de base est d'environ 20 mA. On se reporte ensuite à la courbe de caractéristique d'entrée (fig. 5) du même transistor et l'on voit qu'il faut une tension de signal de 0,5 V appliquée à la base pour produire un courant de base de 20 mA. En multipliant ces deux chiffres, on obtient la puissance maximum d'entrée qui est de 10 mW.

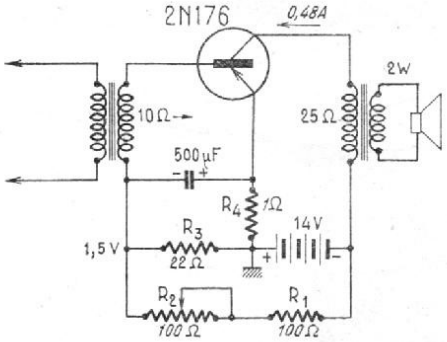


FIG. 6

L'impédance d'entrée est déterminée approximativement par la loi d'Ohm et égale à :

$$\frac{0{,}5 \text{ V}}{0{,}020 \text{ A}} = 25\ \Omega$$

Pour réduire la distorsion, nous pouvons choisir une source d'une impédance égale à 10 Ω.

Le gain de puissance de l'étage est le rapport puissance de sortie/puissance d'entrée, soit dans notre cas,

$$\frac{2{,}67}{0{,}01} = 267$$

ce qui correspond à environ 24 dB.

Pour avoir une idée approximative de la valeur de la résistance d'émetteur, il faut déterminer la tension de base au point de repos (courant de base de 6 mA). Cette tension est d'environ 0,25 V (voir courbe de la fig. 5). En appliquant à nouveau la loi d'Ohm, sachant que le courant collecteur au repos, de 0,48 A, traverse la résistance d'émetteur R_E, on a :

$$R_E = \frac{0{,}25}{0{,}48} = 0{,}5\ \Omega \text{ environ}$$

Une résistance de 1 Ω conviendra.

Le rendement de l'amplificateur classe A est obtenu en divisant la puissance de sortie, soit 2,67 W par la puissance totale d'entrée 6,7 W et en multipliant ce chifre par 100. On obtient environ 40 %.

Nous avons ainsi déterminé toutes les valeurs du schéma de la figure 3. Le schéma complet est celui de la figure 6. On remarquera l'adjonction d'un pont polarisant la base à environ — 1,5 V. Ce pont comprend R_1, R_2 et R_3. La polarisation est réglable par le potentiomètre R_3, monté en résistance variable qui à régler de façon à obtenir la meilleure linéarité.

Un condensateur électrochimique de découplage, de 500 µF, est monté entre l'émetteur et l'extrémité inférieure du secondaire du transformateur driver, afin que les tensions alternatives soient éliminées du pont de polarisation de base.

Cet amplificateur délivre une puissance de sortie de 2 watts avec distorsion maximum de 3 %, sa bande passante étant de 60 c/s à 10 k/cs.

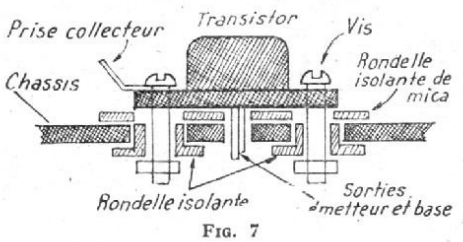


FIG. 7

STABILISATION EN TEMPERATURE

Nous avons indiqué l'inconvénient principal des transistors qui est leur sensibilité aux variations de température. Plusieurs méthodes permettent d'y remédier. La première, consistant à utiliser une résistance d'émetteur limitant le courant collecteur par une polarisation inverse de base correspondant à l'augmentation de courant collecteur, est employée sur le schéma de la figure 6.

Une précaution conseillée consiste à conserver une marge de sécurité, c'est-à-dire à choisir un transistor d'une puissance supérieure à celle qui a été calculée. La figure 2 montre que la droite de charge de l'amplificateur décrit est éloigné de la courbe de dissipation maximum de collecteur du 2N176, qui est de 40 watts.

L'amplificateur a été conçu pour fonctionner à une température de l'ordre de 25°C. Si l'on désire l'utiliser à une température supérieure, telle que 60°C, un dispositif de compensation de température est nécessaire. Il peut être constitué par une thermistance shuntant la résistance R_3. Lorsque la température augmente, la résistance de la thermistance diminue, ce qui réduit la polarisation négative de base et limite le courant collecteur.

Il faut également considérer la dissipation calorifique du boîtier du transistor. Pour réaliser cette dissipation, le transistor est fixé directement au châssis qui joue le rôle de radiateur. Lorsque le châssis n'est pas relié

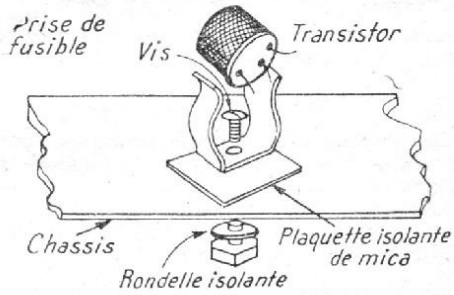


FIG. 8

électriquement au collecteur, il est nécessaire d'isoler le transistor du châssis par des rondelles de mica.

L'amplificateur décrit plus haut dissipe une puissance collecteur supérieure à 3 watts. Si un dispositif refroidisseur n'était pas prévu, la température augmenterait exagérément en cours de fonctionnement, malgré l'utilisation de la résistance de stabilisation d'émetteur. La figure 7 montre un exemple de fixation d'un transistor de puissance sur un châssis jouant le rôle de radiateur destiné à dissiper la chaleur.

Lorsque l'on dispose les transistors de puissance vers un châssis d'amplificateur, il faut éviter qu'ils échauffent d'autres transistors du châssis, de puissance plus faible. Pour ces derniers, il est conseillé également d'utiliser des radiateurs. Une prise de fusible montée comme indiqué par la figure 8 peut jouer le rôle de radiateur d'un transistor de petite puissance.

(D'après « Electronics World ».)

LE SERVICE RAPIDE DES CHANGEURS DE DISQUES

LES changeurs de disques, dont il existe des modèles assez nombreux, sont de plus en plus utilisés malgré l'avènement des disques microsillons de longue durée. Leur fonctionnement s'effectue toujours sur des bases analogues, avec des phases successives, généralement au nombre de six.

1° Le bras du pick-up s'élève et se dégage de la pile des disques ;

2° Le disque à reproduire tombe sur le plateau du tourne-disques.

3° Le bras du pick-up se déplace et le saphir ou le diamant reproducteur vient se placer sur le premier sillon extérieur du disque ;

4° Le mécanisme de changement de disque s'arrête, et la face du disque peut être reproduite ;

5° Le bras support est déplacé sur toute la surface du disque et, lorsqu'il a atteint le dernier sillon central, le mécanisme de changement entre de nouveau en action ;

6° Toute la suite des opérations est à nouveau répétée.

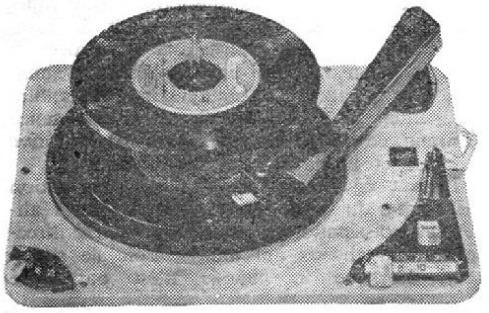


FIG. 1. — *Changeur de disques Dual 1007 A (Ets Carobronze).*

Des dispositifs additionnels permettent, par ailleurs, d'employer le changeur de disques à la manière d'un tourne-disques ordinaire, de reproduire seulement une partie d'un enregistrement, ou de répéter plusieurs fois la reproduction d'une même face du même disque.

Toutes ces opérations sont assurées à l'aide de cames réglables, de systèmes excentriques, de tiges de poussée, de leviers et de ressorts. Ces éléments peuvent paraître assez complexes, surtout dans les modèles de luxe ou automatiques, qui permettent d'utiliser simultanément des disques de différents diamètres et, s'il y a lieu, de vitesses de reproduction différentes, mais une étude attentive du mécanisme de changement des disques permet de comprendre le fonctionnement et de déceler les troubles et les déréglages.

Les cames et les mécanismes de déclenchement permettent, d'ailleurs, d'assurer généralement les mêmes effets suivant leurs formes, ou suivant qu'ils sont montés sur un arbre, un levier, un cylindre ou la surface d'un engrenage plat.

L'EXAMEN PRELIMINAIRE RAPIDE

Avant d'effectuer l'entretien d'un changeur de disques, il faut évidemment connaître son fonctionnement et ses caractéristiques, que l'on peut étudier, en premier lieu, en lisant attentivement la notice du constructeur. Un grand nombre de troubles divers sont dus uniquement à un simple déréglage mécanique, et ne nécessitent pas le remplacement ou la réparation d'une pièce.

Mais, que l'on possède ou non une notice complète de réglage ou d'entretien, il est d'abord toujours nécessaire d'examiner rapidement, et avec attention, le fonctionnement de l'appareil, pour déceler exactement les défauts et troubles possibles ; il faut ainsi effectuer les différentes opérations suivantes :

1° Mettons l'appareil en marche ; plaçons sur le plateau du tourne-disques un disque stroboscopique plus ou moins simplifié et mettons l'appareil sous tension. Le plateau commence à tourner et doit prendre sa vitesse normale très rapidement, ce qui est vérifié avec le stroboscope ;

2° Vérifions les différentes vitesses de rotation du plateau ; cette vérification est assurée avec le disque stroboscopique qui comporte plusieurs séries de barres de repères, en nombre variant suivant les vitesses à vérifier.

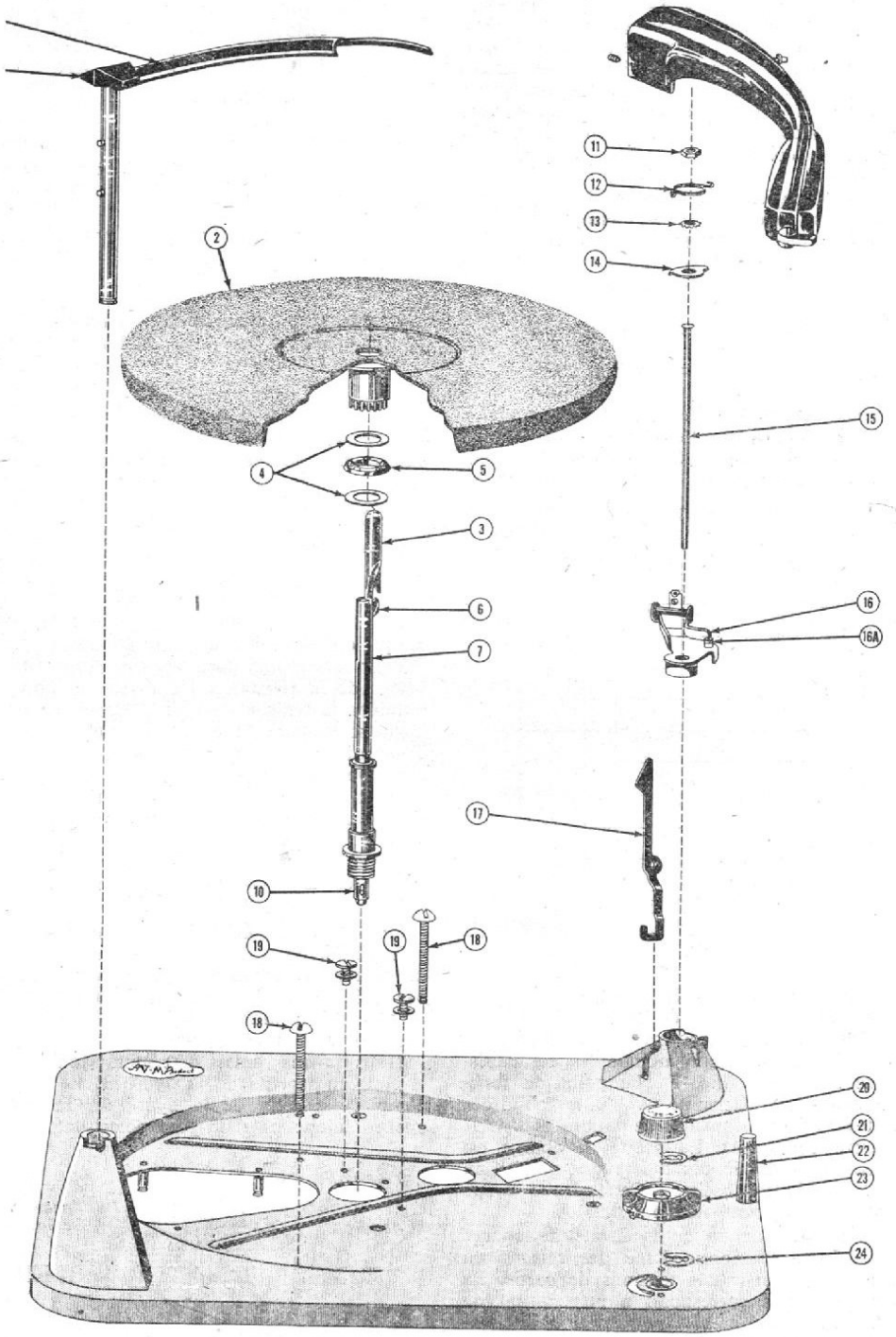


FIG. 2. — *Exemple-type de platine de changeur de disques américain.*

3° Enlevons le stroboscope du plateau et chargeons le changeur en plaçant généralement 10 disques de 25 cm sur la broche centrale. Pressons sur le bouton de rejet, et examinons si le démarrage s'effectue doucement et progressivement, sans choc brusque.

4° Contrôlons le mouvement d'élévation du bras de pick-up ; ce mouvement doit s'effectuer doucement et progressivement. Il ne doit pas y avoir de bonds et le bras doit s'élever assez haut, mais non à une hauteur trop grande, de façon à ne pas heurter l'empilement des disques.

5° Examinons la chute des disques : un seul disque doit tomber à la fois et, bien à plat. Il doit y avoir un écart suffisant entre le trajet de chute des disques et le bras du pick-up.

6° Contrôlons la déviation du bras du pick-up ; vérifions si ce déplacement s'effectue progressivement et sans à-coups.

7° Examinons comment le bras de pick-up s'abaisse pour placer la pointe du saphir sur le premier sillon du disque. Cet abaissement doit être doux et progressif ; vérifions bien que la pointe du style pénètre exactement dans le premier sillon. La pointe ne doit pas venir se placer trop près du bord du disque parce qu'elle pourrait glisser au dehors. Réglons, s'il y a lieu, le dispositif pour que la pointe vienne bien sur le sillon.

8° Vérifions l'empilement des disques. Pressons le bouton de rejet de nouveau et contrôlons le mécanisme ; répétons l'opération pour chaque disque de la pile. Faisons jouer le dernier disque sur la pile.

9° Vérifions de nouveau les vitesses ; élevons soigneusement le bras du pick-up au-dessus du disque et plaçons-le sur le châssis près du bord du plateau tourne-disques. Plaçons un disque stroboscopique sur la face supérieure du disque ; vérifions s'il indique bien la vitesse convenable pour toutes les vitesses nominales prévues, avec une charge complète sur le plateau constituée par la pile des disques.

10° Vérifions l'arrêt automatique. Pressons le bouton de rejet, le bras support doit être verrouillé à une position déterminée. Le courant d'alimentation doit être coupé ; ceci suppose, évidemment, que le changeur de disques comporte un dispositif d'arrêt automatique.

11° Vérifions le système de sélection des dimensions. Enlevons les disques de 25 cm et jouons un couple de disques de 30 cm. Ensuite, enlevons les disques de 30 cm et jouons quelques disques de 17 cm. Vérifions si la pointe du style se place bien exactement à la position nécessaire dans le premier sillon pour toutes les dimensions des disques.

12° Vérifions le dispositif de mélange. Si le changeur de disques a été prévu en conséquence, plaçons sur l'axe du changeur une pile de disques de diamètres divers et vérifions si le dispositif permettant le fonctionnement, quel que soit le diamètre, fonctionne dans de bonnes conditions.

13° Vérifions la qualité sonore. Etudions la qualité musicale reproduite. Utilisons, par exemple, un disque d'essai avec une tonalité de 1 000 c/s et vérifions les phénomènes de ronflement à basse fréquence, de pleurage, de grattements, etc...

14° Contrôlons le déclenchement. Jouons quelques disques avec le changeur et examinons si le mécanisme de déclenchement fonctionne normalement, sans avance ni retard.

15° Vérifions la pointe du style, saphir ou diamant. Arrêtons le fonctionnement du changeur ; examinons la pointe avec une lentille grossissante. Elle ne doit être ni usée, ni endommagée. Assurons-nous que le style n'est pas tordu ou déformé ; vérifions sa perpendicularité par rapport à la surface du disque ; mesurons, si possible, la pression effective de la pointe sur le sillon.

16° Examinons l'aspect extérieur du changeur, les symptômes extérieurs, la poussière, la rouille ou la corrosion.

17° Vérifions les points de graissage essentiels. Vérifions, s'il y a lieu, les défauts de graissage, bien que l'entretien d'un appareil de ce genre soit réduit au minimum, et nous y reviendrons plus loin. Utilisons, s'il y a lieu, un peu d'huile de vaseline très fine ou un peu de graisse consistante. Utilisons le lubrifiant avec parcimonie, et évitons tout contact avec les surfaces de caoutchouc ou de matière plastique ; examinons ainsi, en particulier, l'arbre support du pick-up, les roulements du moteur, les paliers du plateau tourne-disques, les arbres d'entraînement, la charnière du bras de pick-up, les éléments de changement des phases de fonctionnement, toutes les roues dentées, les bords des éléments d'entraînement, les points de pivotement.

LES PRECAUTIONS A PRENDRE

Ainsi, avant de mettre au point, de régler, ou de réparer un changeur de disques automatique, il convient d'examiner l'ensemble de l'appareil visuellement ; tous les engrenages, les cames, les ressorts, les leviers, les tiges, les éléments de connexion, doivent être en place, et en bon état de fonctionnement.

Il convient, par ailleurs, d'observer les précautions suivantes, pour éviter, autant que possible, les troubles de fonctionnement et les altérations du mécanisme :

1° N'exerçons jamais un effort mécanique quelconque pour forcer le moteur à démarrer ou à s'arrêter, n'essayons pas non plus d'agir directement sur une partie quelconque du mécanisme de changement de disques.

2° Si le mécanisme s'arrête, ouvrons l'interrupteur de mise en marche. Enlevons les disques de leur position normale, et laissons le bras support terminer son trajet habituel.

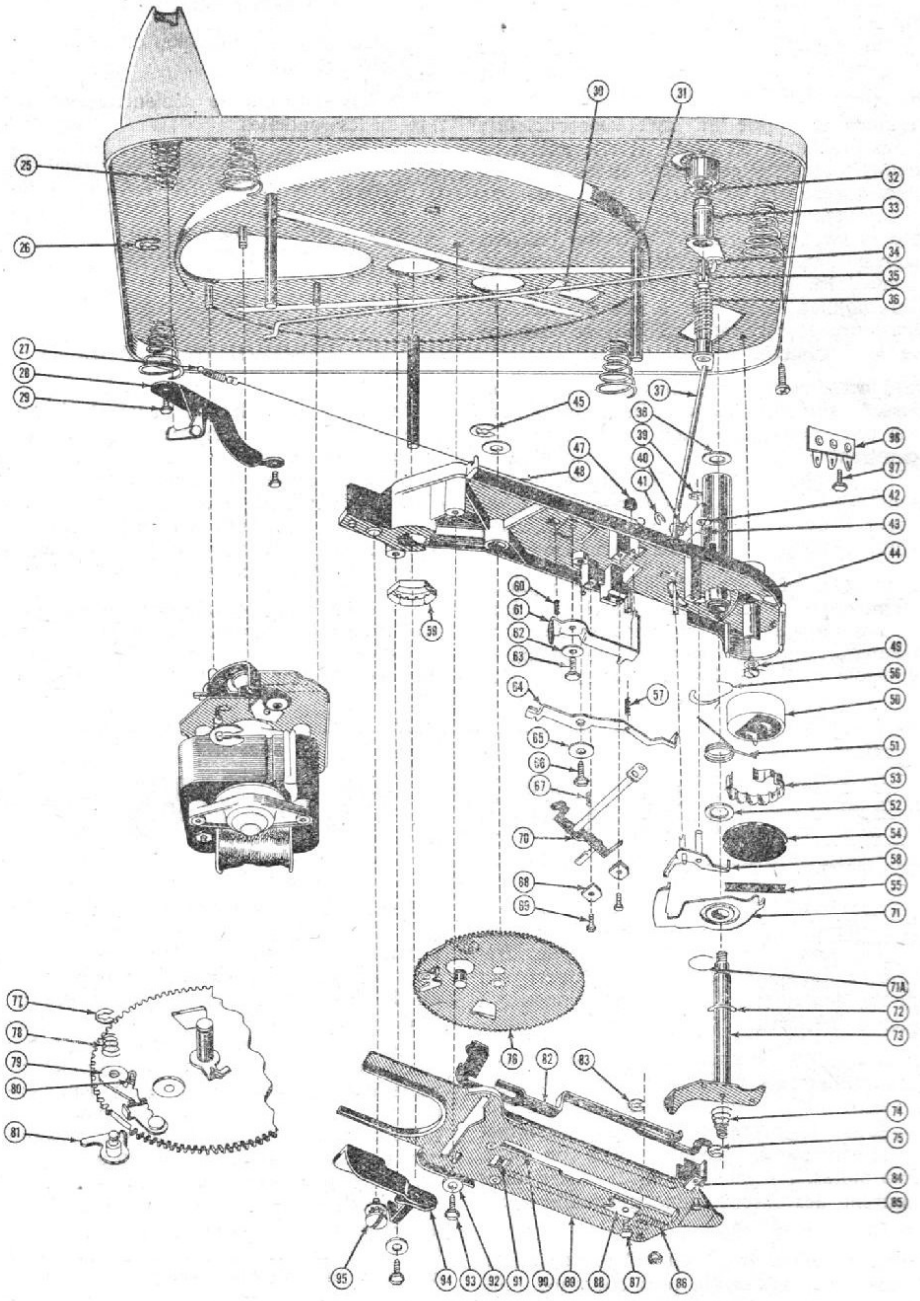


FIG. 3. — *Détails des éléments de montage du changeur de disques.*

3° N'abandonnons jamais au repos une pile de disques sur le plateau du tourne-disques; cela risque de produire des déformations graves, spécialement avec une température ambiante élevée.

4° Enlevons les disques déformés ou endommagés. Ces défauts peuvent déterminer des troubles de fonctionnement et déformer l'arbre central des changeurs de disques ou endommager les lames de séparation dans les systèmes à séparateur. Certains modèles comportent un verrouillage de sécurité, qui évite les dommages, si le disque ou le mécanisme se bloque, mais tous les appareils n'en possèdent pas.

5° Vérifions, avant le fonctionnement, les surfaces des disques qui peuvent être fissurées ou piquées ; ces défauts peuvent endommager la pointe reproductrice du pick-up, spécialement celle en saphir.

NETTOYAGE ET GRAISSAGE PRATIQUES

Aucun changeur de disques ne peut fonctionner d'une manière correcte s'il est gêné dans son fonctionnement par de la poussière, de l'huile, ou de la graisse vieillie ou séchée. Le premier objectif de l'entretien doit être, dans ce cas, d'effectuer tout d'abord un nettoyage complet avant un nouveau graissage.

Vérifions la pointe du style reproducteur ; enlevons la plaque de garde, si elle existe, et nettoyons toutes les poussières et les matières étrangères avec une brosse très fine. Enlevons ensuite toutes les poussières, les enduits, les dépôts, la vieille graisse et l'huile qui peuvent se trouver dans les roulements, les manchons, les cames, les glissières, et toutes les autres parties mobiles, avec une brosse fine et du tétrachlorure de carbone ; utilisons de l'essence légère à la rigueur.

Dans certains types de changeurs, il est nécessaire de démonter certains éléments de l'ensemble pour pouvoir les nettoyer et les graisser convenablement ; dans d'autres modèles, la lubrification du moteur et de certains autres éléments n'est même pas recommandable. C'est pourquoi, il est toujours bon pour le graissage, de suivre exactement les conseils du fabricant.

Le graissage peut généralement être appliqué aux éléments qui sont aisés à atteindre, et dont les parties mobiles peuvent manquer de lubrifiant au cours du fonctionnement du changeur. Le contrôle peut être fait à la main, et avec un mouvement lent, de façon à noter la position et l'accessibilité des paliers et de tous les points où il peut se produire des frottements.

Il y a, d'ailleurs, des éléments *qui ne doivent jamais être graissés* et variables suivant les modèles d'appareils ; en général, les éléments suivants ne doivent être graissés à aucun moment.

1° Les doigts palpeurs de déclenchement et de sélection.

2° Les sélecteurs, excepté pour certains points indiqués par le fabricant.

3° Les éléments à cliquet de la plaque de déclenchement.

4° L'arbre d'entraînement du moteur.

5° Le bandage en caoutchouc du galet.

6° La courroie d'entraînement du moteur ou la poulie .

7° Les lames de séparation des disques dans les changeurs à sélection.

8° La plaque de l'axe central dans les changeurs à broche, mais on peut utiliser du graphite en poudre dans certains cas.

9° Les mécanismes de déclenchement, la roue dentée à cames, ou dispositif similaire.

10° Les leviers d'élévation dans les systèmes de déclenchement.

11° Les palpeurs de déclenchement à friction ou les rondelles.

S'il y a un peu de graisse ou d'huile sur ces surfaces, il faut l'enlever avec du tétrachlorure de carbone; un galet en caoutchouc ou une courroie d'entraînement amollie ou détériorée par l'huile ne peut être nettoyée et doit être remplacée.

L'EMPLOI DE L'HUILE

Nous avons noté les inconvénients d'un graissage trop abondant comme d'un graissage insuffisant; ce dernier peut être, en effet, très nuisible, en captant la poussière et les enduits d'impuretés diverses et en empêchant les démarrages normaux. L'huile peut même devenir gênante pour l'usager, sinon pour les appareils voisins et, en particulier, pour le haut-parleur.

Il est pourtant généralement utile de graisser avec précaution et avec de l'huile, à des intervalles qui sont indiqués par le fabricant, les éléments suivants :

1° Le pivot du bras support du pick-up difficile à atteindre dans certains modèles sans un démontage partiel et, d'ailleurs, déjà signalé.

2° L'arbre de ce bras, lorsqu'il tourne dans un capot.

3° Les manchons de la plaque de déclenchement à l'intérieur, d'ailleurs assez difficiles à atteindre dans certains modèles.

4° L'axe de la came.

5° Les roulements du plateau tourne-disques, supérieurs et inférieurs.

6° Le rouleau de levier de retour, ou le segment de la roue dentée de retour.

7° Le rouleau du levier indicateur de la came.

8° Le pivot du levier de rejet.

9° L'arbre de commande et les leviers associés, les manchons et les paliers.

De même, il faut graisser légèrement les éléments suivants :

1° L'arbre du support de galet fou.

2° L'arbre du galet fou.

3° Les glissières.

4° Les axes des rouleaux de glissement.

5° L'arbre de la poulie.

6° Le manchon inférieur du pivot sur l'arbre de décalage.

Un certain nombre de changeurs ne comportent pas tous ces éléments ou ceux-ci peuvent être réalisés sous d'autres formes, mais les différents points de graissage, en général, demeurent les mêmes pour chaque type.

Avant le graissage du moteur, enlevons la courroie en caoutchouc et le volant du galet fou dans tous les endroits où cela est possible et, après le graissage, assurons-nous que l'arbre du moteur, la poulie, et tous les autres éléments qui peuvent entrer en contact avec l'entraînement du plateau ne comportent aucune trace d'huile ou de graisse, avant de replacer la courroie ou le bandage en caoutchouc et le galet.

Faute de cette précaution, il peut se produire des glissements et tous ces éléments devraient être remplacés ; vérifions également que l'huile et la graisse ne sont pas répandues sur les cordons d'alimentation et toutes les pièces en caoutchouc anti-choc ou anti-vibratoire qu'elles risqueraient d'amollir ou de détériorer très rapidement.

CENT CAUSES PRATIQUES DE RONFLEMENTS

L'ELIMINATION ou l'atténuation des ronflements est, sans doute, l'un des problèmes qui se posent le plus fréquemment lorsqu'on étudie la plupart des machines parlantes et des amplificateurs à fréquence musicale.

Il y a un très grand nombre de causes de ces ronflements et il en existe de catégories variées. Il est bien difficile ainsi d'énumérer toutes les causes qui peuvent déterminer ces phénomènes si gênants ; mais on peut, tout au moins, essayer d'établir des listes utiles qui offrent des informations particulièrement pratiques.

Il est possible également d'indiquer quelques-uns des remèdes les plus courants, utilisables pour lutter contre ces troubles si gênants.

Les ronflements continus sont généralement dus aux organes d'alimentation, au haut-parleur, ou bien à un étage de l'amplificateur lui-même. La source la plus habituelle est le dispositif d'alimentation, un circuit de filtrage mal étudié ou détérioré; le courant haute tension est alors imparfaitement filtré, et on entend, dans le haut-parleur, un ronflement correspondant à 50 ou à 100 périodes par seconde. Il faut songer généralement à la mise hors service plus ou moins complète, par **dessèchement d'un condensateur électrochimique de filtrage,** ou encore à l'usure progressive de la valve de redressement. Ces deux détériorations déterminent, d'ailleurs, en même temps, un affaiblissement de la haute tension, ce qui réduit l'intensité sonore.

Il est facile de se rendre compte du bon état de la **valve,** en la remplaçant par une autre préalablement essayée, il est plus difficile de vérifier sans démontage l'état du condensateur électro-chimique ; il existe cependant des procédés simplifiés.

Dans la plupart des cas, c'est le condensateur d'entrée qui a une capacité trop faible, ou devenue trop faible ; il y a une composante alternative. Le haut-parleur moderne à aimant permanent donne déjà de meilleurs résultats ; mais, même dans ce cas, le deuxième condensateur peut ne pas avoir une capacité suffisante pour absorber complètement la tension ondulée, qui parvient ainsi aux circuits de l'appareil.

Il faut donc essentiellement **améliorer le filtrage,** c'est-à-dire remplacer ou augmenter les capacités, et, en particulier, celle d'entrée. Si l'on ne veut pas effectuer de démontage, on peut mettre un condensateur de 8 micro-

farads en parallèle sur le condensateur d'entrée ; on obtient un résultat encore plus parfait, en utilisant une deuxième cellule complète de filtrage, avec une bobine à noyau de fer, et un électro-chimique de 8 microfarads.

Un **ronflement intense** peut également être dû à un court-circuit partiel entre les spires de **la bobine de filtrage** ou d'un enroulement du transformateur d'alimentation. Ce défaut se manifeste par un échauffement de la culasse ou du blindage du transformateur, que l'on peut constater directement en appliquant la main à l'extérieur.

Le ronflement est dû essentiellement à une action du courant du secteur ; il peut ainsi provenir de toute connexion blindée qui touche le blindage, c'est-à-dire la masse, ou d'une mise à la masse insuffisante, par exemple, d'une liaison défectueuse de la masse du transformateur d'alimentation.

Lorsque **la tension d'alimentation est trop élevée,** le filtrage devient insuffisant ; une surtension due à la variation de tension du secteur, à un réglage défectueux du cavalier d'adaptation du primaire peut donc déterminer également un ronflement ; on vérifiera le fait en réduisant la tension du primaire.

De même, le ronflement est dû souvent à un **tube défectueux** et, particulièrement, à un tube de sortie ; il peut se produire uniquement à chaud et non à froid, par suite de la dilatation et de la déformation du filament qui vient toucher la cathode.

Il peut y avoir également un **ronflement direct,** qui ne provient pas du haut-parleur, mais des **vibrations des tôles** de transformateur desserrées ; un examen visuel et tactile permet de se rendre compte de ce défaut.

COMMENT LOCALISER LA CAUSE DU RONFLEMENT

Une opération d'élimination consiste à mettre la grille de la lampe de sortie à la masse, directement ou par l'intermédiaire d'une résistance. Si le ronflement cesse, la cause en provient généralement des éléments précédant la lampe de sortie, en particulier, la préamplification. Si le bruit continue, la cause de ce trouble provient des circuits d'alimentation du tube de sortie, ou du haut-parleur.

Pour opérer encore une autre localisation facile, il suffit de déconnecter la plaque de la lampe finale réunie au primaire du transformateur de liaison, facilement accessible, et de la réunir directement au + Haute Tension, puis, de placer en dérivation sur le primaire du transformateur de sortie une résistance de quelques milliers d'ohms, et d'une valeur équivalente à celle de la résistance interne de la lampe.

Si le ronflement disparaît, sa cause provient des organes antérieurs ; s'il continue, il ne peut qu'être dû à l'alimentation. On vérifiera donc le **circuit de filtrage,** ainsi que la valve de redressement. Le **haut-parleur** et son transformateur de liaison, en particulier, peut également se trouver trop près du transformateur d'alimentation, qui produit ainsi un effet d'induction ; il faudra déplacer ce transformateur, ou l'orienter dans une position différente. Cette solution est, d'ailleurs, rarement nécessaire.

Enfin, si le **ronflement direct** est dû aux vibrations des tôles des noyaux magnétiques, des transformateurs, ou des selfs de filtrage, il suffira évidemment de resserrer ces noyaux en agissant sur les écrous des boulons.

Les ronflements apparaissant au bout d'un certain temps de fonctionnement dénotent généralement une détérioration relativement complexe. Il y a lieu surtout de considérer un mauvais filtrage et, en particulier, une trop forte résistance interne des condensateurs électro-chimiques des cellules de filtrage. Pour éviter cet inconvénient, et réduire la résistance en haute fréquence, il est bon de placer en dérivation des condensateurs de fuite fixes au mica, d'une capacité de 6/10 000 à 12/10 000 de microfarad.

Le filtrage peut également être trop faible, et dans ce cas on utilisera une cellule supplémentaire de pré-filtrage. Le bobinage supplémentaire à noyau de fer doit avoir une faible résistance ohmique, de l'ordre de 100 à 200 ohms seulement, pour éviter une trop forte chute de tension, les organes de l'appareil ayant été étudiés pour fonctionner avec la tension initiale, et une seule cellule de filtrage.

Une autre cause de ronflement, se produisant seulement au bout d'un certain temps de service, peut être expliquée par la présence de **tubes défectueux,** dont les électrodes deviennent mal isolées à chaud. Nous vérifierons également le **blindage des lampes,** ou leur métallisation.

Surtout, sur les appareils « tous courants », on peut craindre un **couplage possible entre le secteur et la masse,** c'est-à-dire du châssis. Les deux bornes d'arrivée du secteur pourront ainsi être shuntées par un condensateur de 0,1 à 0,5 microfarad, ou bien ou shuntera la valve par un condensateur de même capacité, capable de résister au minimum à une tension supérieure au double de la tension du réseau.

Dans les appareils normaux, on disposera sur le primaire deux condensateurs de découplage de l'ordre de 0,1 µF, montés en série, avec leurs points de jonction réunis à la masse du châssis ; il importe d'utiliser des connexions très courtes, et mêmes blindées, avec des blindages mis à la terre.

Deux condensateurs bien isolés, mais de capacités plus faibles, de 1 000 à 10 000 pF, disposés de la même manière entre les extrémités du secondaire haute tension, avec le point commun à la masse, éviteront, s'il y a lieu, des restes de ronflement.

DES CAS ESSENTIELS DE RONFLEMENTS

Il est utile, d'abord, de préciser **différents cas essentiels,** que l'on peut rencontrer en pratique :

1° Le ronflement paraît provenir de l'étage de sortie et, en particulier, d'un étage push-pull. On intercale d'abord, dans ce cas, entre le retour de la prise médiane et la masse, une résistance fixe de 100 000 ohms ; si ce moyen ne suffit pas, on essaye de placer sur une des parties secondaires, un condensateur fixe de 0,5/1 000 en parallèle, ou une résistance fixe de 80 000 ohms.

2° Lorsqu'on inverse le sens de branchement de la fiche du secteur, le ronflement diminue.

Le remède consiste à découpler les fils du secteur. Entre chaque fil du secteur et la masse, on monte un condensateur fixe de 20 000 pF essayé à 3 000 volts.

3° On entend un ronflement dans le haut-parleur, mais il y a une petite vibration métallique provenant directement du châssis.

Ce sont, généralement, les tôles du transformateur d'alimentation qui vibrent, parce qu'elles ne sont pas assez serrées ; il suffit de resserrer les boulons.

4° Le ronflement était d'abord très faible, mais il s'est accentué lentement et constamment.

Presque toujours, il s'agit là d'une défectuosité des condensateurs électro-chimiques de filtrage qui doivent être changés. Ce ronflement peut, cependant, provenir aussi d'un tube en mauvais état, et, en particulier, d'un défaut d'isolement entre la cathode et le filament.

RONFLEMENTS DUS AUX CIRCUITS D'ALIMENTATION

Quelles sont donc les causes de ronflement qui proviennent ainsi spécialement des circuits d'alimentation ? En voici encore un grand nombre qui ne constituent pas même une liste complète et définitive.

1. Fiche d'alimentation inversée dans la prise de courant alternatif ; une inversion a parfois une action efficace.

2. Défauts du tube de redressement ou du redresseur sec.

3. Défauts du condensateur de filtrage électro-chimique ; élément à remplacer ou montage en dérivation d'un condensateur au papier imprégné.

4. Défauts de la bobine de choc montée sur le filtre.

5. Fréquence de filtrage mal choisie, par suite de caractéristiques insuffisantes des éléments. Shuntage de la bobine au moyen d'un condensateur, de façon à accorder le système sur la fréquence de ronflement.

6. Transformateur d'alimentation et bobine de choc orientée dans une direction qui ne convient pas, ou trop rapprochée des circuits à basse fréquence. Les éléments doivent être déplacés à l'extrémité du châssis, et écartés du transformateur d'entrée ; les éléments B.F. doivent être déplacés et orientés de façon à réduire au minimum le ronflement.

7. Condensateur de filtrage de ligne du secteur alternatif oublié ou claqué.

8. Connexion de la prise médiane du transformateur d'alimentation traversant une ouverture du châssis, tandis que l'autre connexion du même enroulement traverse une autre ouverture, ce qui détermine la formation d'une sorte de boucle magnétique qui induit un courant alternatif produisant un ronflement.

9. Câble d'entrée du courant du secteur alternatif trop rapproché d'éléments sensibles au ronflement.

10. Vibration mécanique des tôles du transformateur ou du vibreur déterminant des variations périodiques de l'écartement des éléments d'un tube ; ce ronflement est finalement produit par l'effet microphonique.

11. Forme d'onde imparfaite du courant alternatif du secteur.

12. Tension d'alimentation alternative trop élevée ou trop faible.

13. Nécessité d'utiliser un transformateur d'isolement de rapport de tension 1/1 dans la ligne d'alimentation alternative.

14. Châssis d'alimentation séparé trop rapproché du châssis amplificateur.

15. Potentiomètre d'équilibrage du ronflement omis, réglé d'une manière inexacte, ou de dimensions qui ne conviennent pas.

16. Moitié du secondaire du transformateur d'alimentation défectueux dans les montages à redressement à deux alternances.

17. Emissions inégales des plaques d'une valve de redressement à deux alternances.

18. Enroulement de chauffage d'un transformateur de puissance non mis à la terre par sa prise médiane, ou l'extrémité de l'enroulement.

19. Filtre d'alimentation surchargé, régulateur à ajouter, ou charge à diminuer.

20. Blindage d'un redresseur à vapeur de mercure omis, ou non mis à la masse.

21. Châssis formant un élément magnétique commun entre le transformateur d'alimentation et les éléments des circuits basse fréquence ; le transformateur d'alimentation peut alors être monté sur des manchons en laiton.

22. Conducteur commun utilisé pour le retour du câble du filament de chauffage et le pôle — HT entre un châssis d'alimentation séparé et le châssis de l'amplificateur ; utiliser des conducteurs séparés pour chacun.

23. Conducteurs d'alimentation en courant de chauffage non torsadés.

24. Déplacer le transformateur d'alimentation verticalement, de sorte que les lamelles du circuit magnétique soient à angle droit par rapport au châssis.

25. Conducteurs de chauffage et du courant alternatif du secteur, placés matériellement trop loin au-dessus ou en-dessous du châssis.

LE RONFLEMENT DANS LES DIFFERENTS CIRCUITS AUXILIAIRES

On peut, de même, citer un grand nombre de causes de ronflements dans les circuits auxiliaires de l'installation :

1. Pas de prise de masse sur l'amplificateur, et pas de liaison à la terre.

2. Pas de conducteur commun de masse entre les différents châssis du montage.

3. Effet de réaction dû aux prises de masse multiples sur des circuits reliés entre eux.

4. Connexions défectueuses entre l'amplificateur et le microphone ou le pick-up.

5. Défaut d'adaptation d'impédance entre l'amplificateur, le microphone et le pick-up.

6. Microphone ou pick-up non équilibré, relié à l'entrée de l'amplificateur et pouvant nécessiter l'emploi d'un transformateur d'isolement de rapport 1/1.

7. Disposition des enroulements du câble du microphone ou du pick-up qui constitue un bobinage captant les ronflements du pick-up.

8. Ligne d'alimentation alternative agissant sur les circuits d'entrée du microphone ou autres circuits B.F.

9. Couplage inductif entre le moteur du tourne-disques et un pick-up à réluctance variable. Essayer des câbles blindés à deux conducteurs entre l'amplificateur et le pick-up; le gaînage est utilisé uniquement comme blindage et mis à la masse sur le châssis de l'amplificateur. Relier le boîtier du moteur à la masse de l'amplificateur avec un fil de liaison séparé. Sous ce rapport, un moteur à 4 pôles produit moins de troubles qu'un modèle à deux pôles.

10. Couplage capacitif entre la ligne d'alimentation du secteur, le boîtier du moteur du tourne-disques et le châssis de l'amplificateur. Mettre à la masse le bloc-moteur au châssis de l'amplificateur à l'aide d'un conducteur séparé, plutôt que par le blindage du pick-up. Ce dernier doit être mis à la masse seulement au châssis de l'amplificateur.

11. Bourdonnements à basse fréquence, provenant du tourne-disques et confondus avec le ronflement provenant du courant alternatif du secteur. Vérifier le réglage mécanique et l'alignement du moteur et du système d'entraînement, contrôler le dessèchement possible ou la détérioration des pièces en caoutchouc de montage du moteur.

12. Ronflements captés par l'antenne de l'élément tuner et provenant de lignes de force voisines ; orienter ou déplacer l'antenne.

13. Ronflements de modulation, ou ronflements de tourne-disques, provenant du tuner. Troubles généralement dûs à un condensateur de filtrage défectueux placé sur la ligne d'entrée, ou à une perte entre l'élément chauffant et la cathode dans un oscillateur H.F. Ce trouble peut aussi être déterminé par une alimentation plaque d'un ocillateur insuffisamment filtré.

14. Câble d'un bobinage anti-ronflement de haut-parleur inversé.

15. Liaisons insuffisamment soudées sur les jonctions des bobines de choc et des condensateurs de filtrage avec le châssis.

16. Couplage acoustique entre le tube électronique d'entrée et le haut-parleur ; placer une bande en caoutchouc épaisse autour du tube dont on veut amortir la vibration, ou monter ce tube sur un support flottant antimicrophonique.

17. Interférences des machines à diathermie à ondes courtes, des tubes fluorescents, des commutateurs produisant des étincelles et d'autres sources productrices de parasites. Essayer un filtre anti-parasites ou un transformateur d'isolement dans la ligne d'alimentation du secteur alternatif, et dans le circuit d'entrée à faible niveau, sinon dans les deux circuits à la fois.

18. Microphone électrodynamique placé dans un champ alternatif.

19. Champ magnétique produit dans le voisinage d'une tête magnétique de magnétophone. Placer une petite plaque de tôle ou de permalloy près de la tête de lecture en question, et déterminer expérimentalement sa position exacte pour réduire le ronflement au minimum.

LES RONFLEMENTS DANS L'AMPLIFICATEUR PROPREMENT DIT

Bien entendu, les causes de ronflements dans l'amplificateur lui-même ne sont pas moins nombreuses.

1. Les réglages du gain d'amplification sont effectués sans connexion du microphone ou du pick-up.

2. Tube électronique défectueux.

3. Résistances de découplage et condensateurs défectueux.

4. Condensateurs de découplage de la cathode, de l'écran, ou condensateur de découplage claqué ou produisant des pertes.

5. Masse non soudée à haute résistance, par exemple, entre les boîtiers du transformateur et le châssis.

6. Blindage de la connexion de grille non mis à la masse.

7. Connexion d'entrée de grille poussiéreuse ou corrodée ; support du tube détérioré.

8. Blindage d'entrée de grille manquant, ou non mis à la masse.

9. Connexion d'entrée de grille trop rapprochée des câbles de chauffage.

10. Connexions de grille trop longues, ce qui peut déterminer des effets de ronflement par induction ou capacité, spécialement lorsque le câble est relâché.

11. Câble d'entrée de grille et de retour de grille trop éloignés ; la boucle ainsi formée entoure la cathode et la grille ; elle doit être réduite en surface, en disposant les câbles proches les uns des autres ou en utilisant un blindage de connexion de grille, comme retour de grille.

12. Les masses des circuits sont effectuées d'une manière incorrecte en des points du châssis qui ne conviennent pas.

13. Circuit de grille ouvert.

14. Tubes push-pull non équilibrés.

15. Connexions de plaques non blindées dans les étages à faible niveau.

16. Tubes magnétisés ; les remplacer ou les démagnétiser avec un démagnétiseur identique à celui qu'on utilise pour les têtes magnétiques des magnétophones, un démagnétiseur d'horloger ou un autre système analogue.

17. Emploi des tubes présentant par eux-mêmes un niveau de ronflement assez élevé ; ce fait se présentait, par exemple, dans les tubes américains 6 S J 7 qui comportaient une liaison de grille sur la broche du tube rapprochée des broches du filament, et le ronflement était ainsi plus élevé que dans le modèle 6 J 7.

18. Pertes entre l'élément de chauffage et la cathode à l'intérieur du tube électronique. Remplacer le tube ou augmenter la capacité du condensateur de découplage de la cathode, ou encore, si possible, réduire la tension de chauffage.

19. Pertes ou couplage capacitif entre les broches du tube et à travers la matière isolante du support.

20. Polarisation inexacte due à une résistance de cathode défectueuse ou système de polarisation mal étudiée.

21. Connexions d'un transformateur BF de modulation inversée.

22. Découplage de l'écran trop faible sur des pentodes, ce qui nécessite une amélioration du filtrage. Résistance de plaque trop forte sur des éléments montés en triodes, ce qui exige la diminution de la résistance pour réduire la réponse sur les fréquences basses.

23. Filtre R.C. omis ou défectueux dans les circuits de plaques des étages critiques.

24. Bobinage anti-ronflement défectueux dans les transformateurs d'entrée.

25. Pertes entre les condensateurs de découplage dans un montage de condensateurs multiples.

26. Remplacement d'une seule résistance de cathode commune dans les étages push-pull par des résistances réglables d'une manière indépendante pour chaque cathode. Régler les résistances de façon à obtenir des courants cathodiques égaux.

27. Tubes électroniques d'entrée placés trop près du transformateur d'alimentation ; essayer un blindage de tube et modifier l'orientation du transformateur.

28. Si la réponse en fréquence sur la gamme des sons graves n'est pas trop importante, réduire la capacité des condensateurs de couplage et la valeur des résistances de grille.

29. Il est nécessaire de placer un blindage en tôle autour du transformateur d'alimentation.

30. Remplacer le transformateur d'entrée par un autre possédant des blindages en alliage pouvant être modifiés au mieux.

31. Utiliser des transformateurs d'entrée plus réduits.

DES MESURES RADICALES

Les indications que nous venons de donner suffisent dans la grande majorité des cas à supprimer les ronflements ; dans les cas très graves seulement, il faut envisager des méthodes radicales, d'application évidemment plus difficile :

1. Utiliser le chauffage des filaments en courant alternatif redressé.

2. Utiliser l'alimentation en chauffage en courant alternatif à haute fréquence.

3. Application de polarisations positives continues de 45 à 60 volts sur les éléments de chauffage alternatif.

4. Remonter l'alimentation en chauffage sur un châssis séparé.

5. Appliquer une tension de ronflement déphasée de 180° par rapport au ronflement que l'on veut faire disparaître.

6. Installer un système de réaction qui produit une réaction maximale pour la fréquence de ronflement.

7. Installer un transformateur d'isolement BF 1/1 avec blindage électrostatique entre les enroulements dans le circuit d'entrée, ou remplacer le circuit d'entrée par un autre ayant un blindage électrostatique.

8. Reconstruire l'amplificateur sur un châssis non magnétique.

Ces indications, qui n'ont pas la prétention d'être définitives, montrent bien toute la diversité et la complexité du problème de l'élimination des ronflements.

MAGNÉTOPHONES A TRANSISTORS

Depuis trois ans bientôt, les premiers magnétophones à transistors sont disponibles sur le marché français. Nous avons déjà donné souvent des renseignements à nos lecteurs sur ce type d'appareils. Leur diffusion a été encore faible, comme celle de tous les magnétophones, mais nous croyons fermement que l'année 1962 apportera réellement quelque chose de nouveau dans l'histoire du magnétophone en France et que cet essor sera dû, en particulier, au magnétophone à transistors.

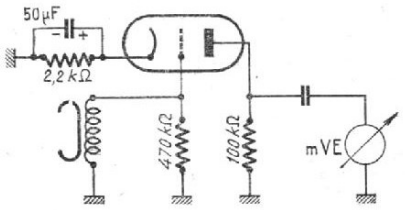


Fig. 1

Il faut avoir le courage de le dire, la diffusion du magnétophone dans notre pays, malgré les efforts des pionniers, puis des industriels, est restée assez faible. L'année dernière 60 000 appareils environ étaient vendus en France, alors que l'Allemagne en produisait 600 000.

Pourquoi pensons-nous allez-vous dire, que la situation va se renverser. Tout simplement parce que l'exploitation du magnétophone va devenir rationnelle.

Croyez-vous que la photographie aurait pris le développement que l'on sait si l'on en était resté à la boîte en bois de grand-papa avec ses plaques, son obturateur à bonnette et son pied tripode. Certainement pas, et pourtant de nombreux photographes *professionnels* emploient encore de ce matériel quand ils veulent faire une bonne photographie.

N'empêche que l'amateur se plaît à avoir un appareil petit format — 34×36 (généralement) — avec lequel il fait sans recharge 36 excellentes photos en couleur. Cette année l'obstacle de la cellule est même vaincu, cette dernière est incorporée et règle automatiquement le diaphragme. La photo va donc encore faire un bond en avant car tous seront capables de faire une excellente photo. Mais revenons à nos magnétophones, à ceux que nous pouvons acheter depuis dix ans.

Ce sont tous des magnétophones secteur, chaque modèle d'appareil ayant ses qualités bien définies.

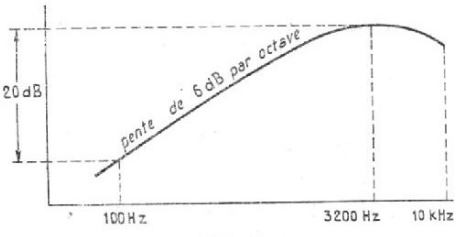


Fig. 2

Ici, c'est un appareil de bureau où la qualité des fonctions a pris le pas sur la qualité du son — grande intelligibilité - dynamique réduite - compteur précis - possibilité de commande à distance totale - possibilité de mise en route par un bouton incorporé dans le micro - arrêt immédiat avec un léger retour en arrière automatique pour reprendre le dernier mot - possibilité de correction pour le directeur et même dans un certain modèle, démarrage automatique commandé par la voix et arrêt automatique dès que le son est interrompu pendant quelques secondes.

C'était l'appareil adapté presque idéalement au travail pour lequel il était destiné, mais hélas, il avait un fil à la patte.

Là, cet appareil musical — son frère aîné, pesait 9 kgs, mais les amateurs devenant de plus en plus difficiles, l'amplificateur se compliqua — double contrôle de tonalité — le haut-parleur grandit, la boîte aussi par la même occasion — on en profita pour utiliser des plus grandes bobines ; puis, un jour, on put loger quatre pistes sur la bande, l'appareil devint stéréo, cela doubla l'amplificateur, etc., etc. Il pèse maintenant allègrement ses 20 kgs. Il est, paraît-il, toujours portable. Nous on veut bien, mais à condition que la voiture ne soit pas trop loin !

Puis un jour naquirent les transistors, les constructeurs de magnétophones regardèrent ces « composants électroniques » comme on dit maintenant d'un œil torve.

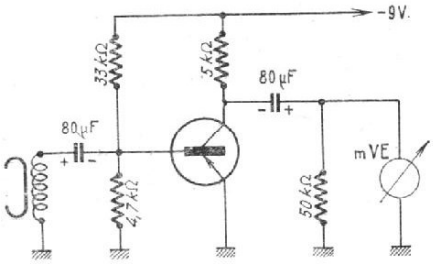


Fig. 3

« Ça ne serait pas mal, mais ça ne supporte pas la chaleur et dame nos appareils, nos moteurs sont des sources de chaleur ! D'ailleurs, qu'y gagnerions-nous ? un transformateur mais comme nous avons toujours besoin du secteur pour nos moteurs, n'y pensons plus ! »

Tout de même, certains y pensaient : les fabricants d'électrophones. Oh ! leurs premiers essais ne furent pas des réussites mais ne remuons pas le fer dans la plaie.

Le point noir, c'était le moteur, sa consommation et ses parasites.

Quelques pionniers toujours en pistes essayèrent les mêmes moteurs, sur leurs magnétophones, le niveau de sortie de la tête magnétique étant au moins dix fois plus faible que celui du pick-up. Les parasites s'en donnaient à cœur joie.

Enfin, naquit un jour le moteur « ad hoc » et avec lui le magnétophone à transistor. Ce magnétophone réellement portable. Le magnétophone qui permettra tout, à notre sens le seul magnétophone valable. Disons-le pour ceux qui osent avouer leur âge, le Vest-Pocket du magnétophone et pour les autres le Scout Box du magnétophone.

Nous n'en sommes peut-être pas encore là, mais cela viendra, soyez-en sûrs.

Maintenant, soyons sérieux et regardons les problèmes qui se sont posés. Dans l'ordre nous étudierons l'amplificateur et ses composants annexes (oscillateur, tête magnétique, haut-parleur, pile, etc.)... puis la mécanique (volant, moteur, rebobinage, etc...).

L'AMPLIFICATEUR

Comme dans tout magnétophone amateur, l'amplificateur aura deux fonctions : il sera tantôt ampli d'enregistrement, tantôt ampli de lecture.

Comme cette dernière fonction est la plus simple, c'est celle que nous étudierons en premier lieu.

Cependant, avant de commencer l'étude de l'amplificateur d'un magnétophone bien déterminé, nous croyons utile de tenir nos lecteurs au courant d'une remarque faite il y a trois ans maintenant par M. Charles Olivères ; cette remarque signalée à l'un de ses amis, M. Maurice Faure, les amena tous deux à étudier les choses de plus près, l'un prenant en mains l'expérimentation et l'autre les calculs.

Les résultats sont de taille, car ils ouvrent une voie nouvelle aux préamplificateurs à transistors.

TRANSISTORS

Ceci nous oblige à faire un retour en arrière, car il faut que nous sachions que l'enregistrement sur une bande magnétique est faite à courant constant. En langage clair, cela veut dire que pendant l'enregistrement et quelle que soit la fréquence enregistrée le courant reste constant, c'est-à-dire que l'intensité doit rester constante.

Nous avons déjà longuement démontré dans ce journal, à propos des têtes magnétiques que l'impédance d'une tête variait en fonction de la fréquence (1 tête dite 2 500 Ω à 1 000 Hz avait une impédance de 300 Ω environ à 100 Hz et 20 000 Ω à 10 000 Hz) et que pour faire un enregistrement correct, c'est-à-dire à courant constant, il fallait interposer entre la source (plaque de la lampe d'enregistrement) et la tête une résistance de 50 à 100 fois supérieure à l'impédance de la tête à 1 000 Hz.

Supposons notre enregistrement fait très correctement et porteur des fréquences suivantes : 100 - 200 - 400 - 800 - 1 000 - 1 600 - 3 200 - 6 400 Hz, l'enregistrement ayant été fait à 19 cm/s. Si la lecture est faite avec une lampe suivant le schéma I.

Nous trouverons une courbe de réponse de la forme du schéma II. Cette courbe est bien connue des lecteurs de nos chroniques et nous leur avons souvent indiqué comment pouvaient se faire les corrections pour que la lecture soit correcte.

Si nous examinons avec soin cette courbe de lecture et les conditions dans lesquelles elle a été établie, nous voyons que la lecture d'une bande magnétique est faite en tension, alors que l'enregistrement est fait en courant. *Et, ce qui est plus, à courant constant.* En effet, l'impédance d'une tête magnétique est régie par la **loi :**

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\,2\pi F)^2}$$

ou R représente la résistance ohmique de la tête, L la self des bobinages, F la fréquence.

R étant un terme négligeable, nous pouvons écrire :

$$Z = L \times 2\pi F$$

Une interprétation de la loi d'ohm nous permet d'écrire :

$$V = I \times Z$$

ou :

$$I = \frac{V}{Z}$$

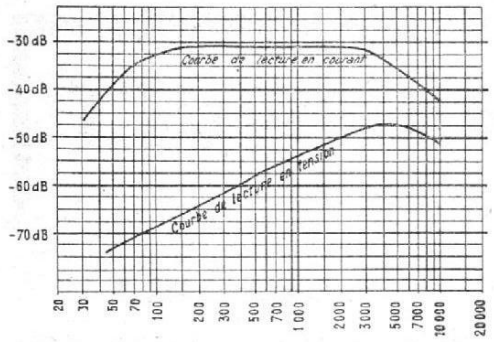


FIG. 4

Par définition, dans l'enregistrement magnétique, I restant constant, nous allons montrer qu'à la lecture I reste également constant.

Nous savons également que chaque fois que la tension double, nous avons en fait une variation de 6 dB, c'est-à-dire que $\frac{V_1}{V_2} = 6$ dB si V_1 est égal à 1/2 V_2.

Il fallait s'attendre à ce résultat puisque l'enregistrement a été fait avec I constant.

Nous avons, bien entendu, négligé dans notre raisonnement l'affaiblissement pour les fréquences supérieures à 3 200 Hz, car une légère correction à l'enregistrement dit préaccentuation des aiguës, permet de compenser les pertes dues aux effets de fente ou aux capacités parasites de la tête.

Or, nous savons qu'un transistor travaille dans les meilleures conditions si on le fait travailler en courant et nous avons la chance, avec la bande magnétique, d'avoir un enregistrement fait à courant constant, c'est-à-dire que pratiquement, pour toutes les fréquences, I reste constant.

L'expérience dont nous avons parlé a été faite en lisant la bande que nous avons précédemment enregistrée, mais en remplaçant notre lampe par un transistor monté suivant le schéma III.

Les tensions relevées sur notre millivoltmètre nous donnent la courbe du schéma IV.

Nous avons rapproché sur ce schéma la courbe de lecture en tension relevée précédemment pour faire mieux ressortir l'intérêt

En effet, comme tous les magnétophones de ce type, le Butoba est à la fois enregistreur et lecteur. Aussi, interviennent des commutations de têtes, de correcteurs de tonalités, et surtout la commutation des deux transistors de sortie, en l'occurrence 2 × OC74, qui servent à la fois de push-pull de puissance et de push-pull d'oscillation HF.

Avant d'examiner les éléments du circuit en détail, précisons que le Butoba efface et prémagnétise en courant HF à 35 kHz. Nous déplorerons cette fréquence un peu basse, mais nous devons avouer que les résultats obtenus sont néanmoins très honnêtes.

LECTURE

L'amplificateur est représenté en position lecture, il ne comporte ni réglage de tonalité à la disposition de l'usager, tous les autres potentiomètres représentés sur le schéma sont réglés en atelier.

Partant de la tête d'enregistrement lecture, nous trouvons la commutation 4-5 qui fait la liaison par l'intermédiaire d'un condensateur de 5 µF avec le transistor d'entrée type 603.

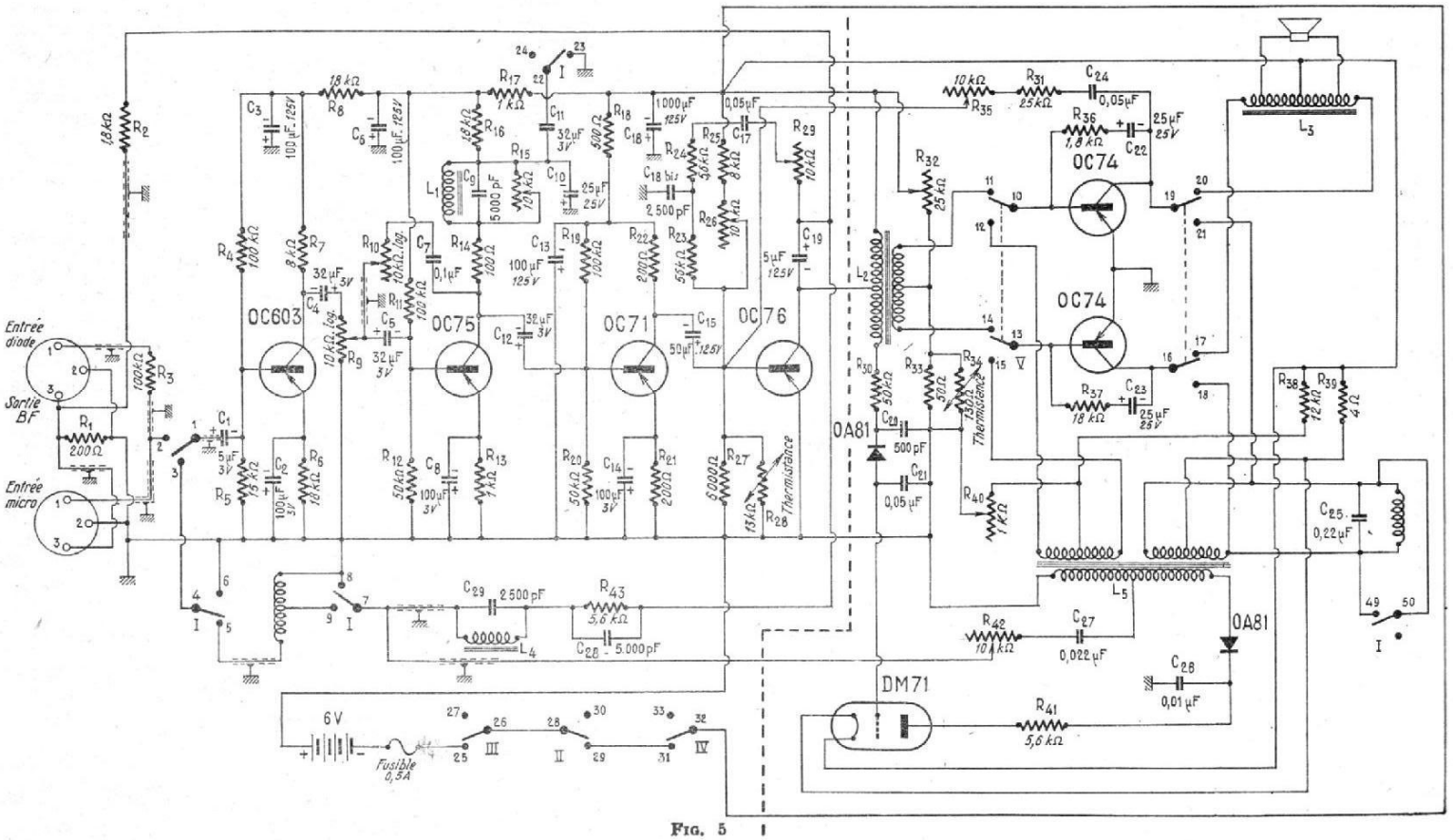


FIG. 5

Souvenons-nous de ce chiffre, car il correspond exactement à la pente de la courbe de lecture en tension, c'est-à-dire qu'entre 1 000 Hz et 2 000 Hz nous avons une tension multipliée par 2.

Regardons maintenant ce que devient dans les mêmes conditions l'impédance de notre tête :

$$Z = L \times 2\pi F$$

on voit que si F est multiplié par 2 l'impédance sera doublée, donc notre rapport $\frac{V}{Z}$ restera constant quelle que soit la fréquence.

Ceci nous permettra d'avoir une courbe de lecture linéaire si au lieu de lire en tension nous faisons notre lecture en « courant ».

Des vérifications faites ont prouvé la réalité du fait, la courbe IV en donne la preuve, nous verrons comment elle a été établie.

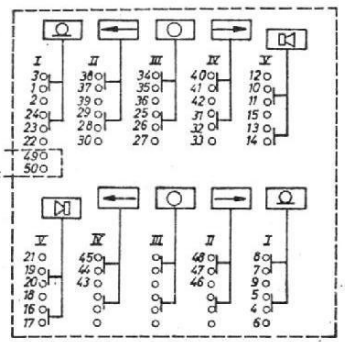
de cette méthode de lecture avec un transistor à faible résistance de charge et à gain en courant élevé.

Résultat appréciable : il n'y a pratiquement pas à relever les basses.

Nous allons maintenant étudier l'amplificateur d'un excellent appareil, le *Butoba*, dans sa fonction lecture, schéma V, qui ne tient pas tout à fait compte de nos observations, mais vu le faible relevé des basses opéré à la lecture, nous laisse à penser que le système de lecture est un compromis entre une lecture en tension et une lecture en courant.

AMPLIFICATEUR BUTOBA

Au premier examen, le schéma paraît très complexe, comme d'ailleurs tous les schémas de magnétophones à transistors. Mais le tableau « position des circuits » permet de s'y retrouver, avec un peu d'attention.



Positions du circuit

1) Amplificateur — Reproduction
2) Moteur à défiler la bande — en marche
3) Moteur avance/retour rap. — Avance
Pos. du clavier de commande — Reproduction

FIG. 5 *bis*

Ce modèle de transistor n'existe pas en France; il s'agit d'un transistor à faible souffle, spécialement sélectionné, et à grand gain.

Le collecteur de l'OC 603 est relié à la base d'un OC75, bien connu ici, et dans la liaison, se trouve monté d'une façon très classique le contrôleur de puissance, un potentiomètre de 10 kΩ Log.

L'OC75 dont nous venons de parler mérite une étude particulière, et nous avons reproduit son schéma (fig. 6).

La contre-réaction R_{10} C_7 est destinée à relever les basses à partir de 400 Hz.

Le réglage de R_{10} permet à l'utilisateur de contrôler la tonalité. L'ensemble C_9, R_{15}, L_1, placé dans le circuit du collecteur forme un circuit oscillant amorti et de plus tempéré par C_{10} et C_{11}, dont le rôle est de relevé les aigus. Le gain apporté par cet ensemble relève les aiguës de 6 dB à 6 kHz.

Remarquons que C_{11} est mis hors circuit lors de l'enregistrement.

L'OC71 qui suit l'OC75 est particulièrement bien découplé; son montage est classique.

Nous abordons maintenant l'OC76 qui demande une étude complète.

L'émetteur est à la masse, la 600 Ω reliant la base à la masse est shuntée par une thermistance de stabilisation.

Nous remarquons, en outre :

a) une contre-réaction réglable collecteur-base;

b) une contre-réaction réglable également collecteur OC74/base OC76. Leur rôle est de relever les aiguës d'une part et de relever les basses d'autre part.

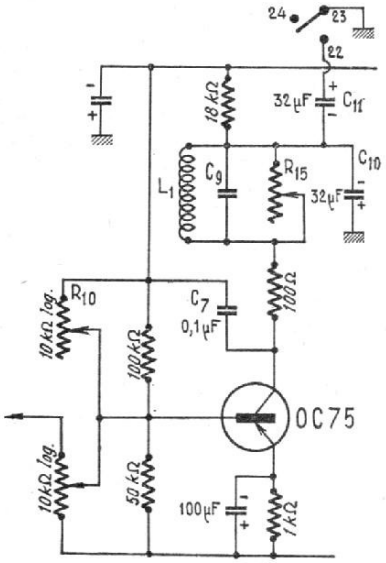


Fig. 6

Constatons au passage que la contre-réaction collecteur OC74/base OC76 n'est pas coupée pendant l'enregistrement, alors que l'OC74 oscille. Mais la tension CR est si faible à cette fréquence que nous n'avons pas pu la mesurer.

Nous ne parlerons pas pour l'instant du transformateur déphaseur que nous étudierons dans la partie enregistrement de notre exposé. Notons tout de même que par C_{19} et R_{18}, nous pouvons attaquer un amplificateur extérieur.

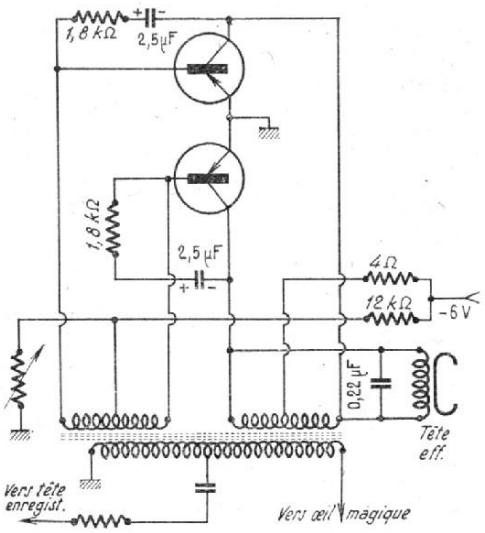


Fig. 7

L'attaque du push OC74 est classique. Notons la présence d'une thermistance R_{34} et d'une contre-réaction non sélective collecteur/base sur chaque transistor de sortie.

Le transformateur de sortie est en réalité un auto-transformateur, ce qui élève le rendement de l'appareil lors de la reproduction.

ENREGISTREMENT

Les prises sont reliées bien entendu à la base du transistor OC603. Nous avons une prise haute impédance et une prise pour micro dynamique 200 Ω.

Aucune particularité autre que celle déjà signalée sur l'amplificateur, et abordons immédiatement l'étude du collecteur de l'OC76.

1° Circuit tête enregistrement.

L'enregistrement se fait à partir du collecteur OC76 par C_{19} de 5 µF, un filtre compensateur d'aigu composé par R_{43} et C_{28} et un filtre de blocage de HF formé par C_{29} et L_4, sur une partie de l'enroulement de la tête magnétique.

Le filtre R_{43}/C_{28} relève les aigus au-dessus de 6 000 Hz.

L'introduction de la haute fréquence est faite par le potentiomètre R_{42} et le condensateur C_{27} d'une valeur de 22 nF.

La tension haute fréquence est réglée à l'atelier par R_{42} entre 13 et 15 volts.

Le transformateur de charge de l'OC76 qui sert de transfo déphaseur à la lecture a son secondaire inutilisé pendant l'enregistrement.

Le primaire comporte un enroulement spécial relevant par auto-transformation la tension alternative recueillie aux bornes de l'OC76. Cette tension alternative est utilisée pour commander la grille de l'œil magique miniature DM71 qui sert de contrôleur de modulation. Une diode OA81 assure le redressement de cette tension et un ensemble à résistance capacité donne une constante de temps évitant les oscillations trop brusques de l'œil magique.

OSCILLATEUR

Les deux transistors OC74 utilisés comme transistors de puissance pendant la reproduction sont utilisés pendant l'enregistrement pour la production du courant HF.

Nous avons extrait du schéma général détaillé celui de l'oscillateur Butoba (fig. 7). Il faut remarquer que la tête d'effacement est branchée, non sur un enroulement secondaire, mais sur l'enroulement primaire, on peut donc dire que la tête d'effacement fait partie de l'oscillateur, ce qui a pour effet de lui donner un excellent rendement.

Le secondaire de l'oscillateur comporte deux sorties, la première pour la prémagnétisation, la deuxième pour l'alimentation en haute tension de l'œil magique DM71. qui doit fonctionner sous 60 volts minimum.

L'oscillateur fournissant une haute tension alternative à 35 kHz. Celle-ci est redressée par une diode OA81, qui peut accepter des tensions de l'ordre de 100 volts. La tension redressée est filtrée par C_{30} et R_{41} est de 76 V à l'anode.

Pour diminuer le débit total de l'amplificateur, le filament de l'œil magique DM71 est alimenté en série avec le push-pull d'OC74 avec une résistance en parallèle pour fixer la tension du filament à 0,8 volts.

*
**

Pour terminer ce chapitre, nous conclurons en faisant remarquer à nos lecteurs que les constructeurs de magnétophones à transistors ont rencontré dans la réalisation de l'amplificateur des problèmes ardus; la correction des courbes en particulier a été difficile à obtenir.

La réalisation demande beaucoup de soin, car l'appareil est appelé à fonctionner de par

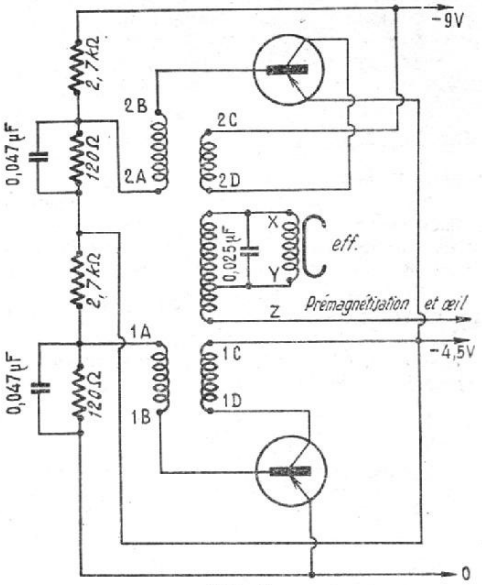


Fig. 8

sa maniabilité même dans des climats très différents et ces climats existent sans qu'il soit besoin de s'expatrier. Des enregistrements faits à la montagne au cours des vacances d'hiver peuvent être faits à des températures dont les écarts atteignent plus de 60 °C.

LES OSCILLATEURS

Les schémas 7 et 8 représentent deux types d'oscillateurs utilisés dans les magnétophones à transistors. Ils permettent à la fois l'effacement et la prémagnétisation en haute fréquence (40 kHz environ).

Comme on peut le constater, l'un (7) est un oscillateur où les deux transistors sont utilisés en push-pull; dans l'autre (8), les deux transistors sont montés en série.

Tableau de consommation du Butoba

Piles moteurs	Vitesses (cm/s)		
	4,75	9,5	Rebobinage
A vide	60 mA	80 mA	
Début bande	66 mA	104 mA	160 mA
Milieu bande	76 mA	110 mA	200 mA
Fin bande	80 mA	120 mA	260 mA

Piles amplis	Lecture sans signal	Enregist avec moyenne modulation
	50 mA	180 mA

Comme nous pensons que nos lecteurs pourront être tentés de réaliser la partie électronique d'un magnétophone à transistors en attendant qu'une platine à moteur à courant continu deviennent disponible, nous allons donner tous les renseignements pour construire un oscillateur. Nous allons décrire celui du schéma 8.

Bien entendu, les oscillateurs dans tous les cas seront construits à partir d'un pot Ferroxcube. Nous utiliserons le pot 25×16×9,55, 3 B 2 de la Société Coprim.

Ces pots sont livrés avec la carcasse (bobine) — les flasques et tous les accessoires de montage (fig. 9).

Le tableau de la fig. 10 indique le nombre de tours de chaque enroulement. Les bobinages A A' et B B' qui comportent peu de spires seront faits de la façon suivante pour éviter toute erreur dans les sens de bobinage.

Bobinage A et A' — dévider une certaine longueur de fil 20/100 émail. Plier le fil dévidé en deux, puis commencer le bobinage par la boucle en laissant la boucle assez longue pour les raccordements ultérieurs.

Bobinage B et B' — procéder avec du 26/100 exactement dans les mêmes conditions, après avoir interposé une bande adhésive fine entre les bobinages A A' et B B'.

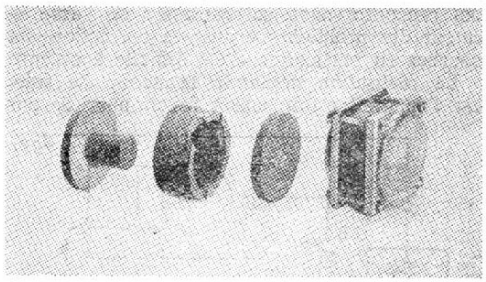


Fig. 9

Les nombres de tours à bobiner sont indiqués sur le tableau 10. Arrêter les bobinages B et B' avec du scotch puis bobiner en fil 15/100 d'abord 300 tours puis 400 tours. Arrêter avec du scotch.

Mettre la carcasse qui est pleine dans le pot Ferrox. Monter les flasques en ayant soin de ne pas coincer les sorties.

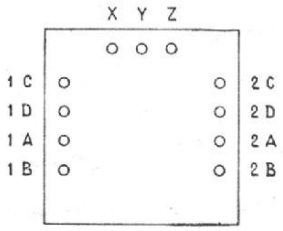


Fig. 11

RACCORDEMENT DES SORTIES

Nous conseillons le montage du pot monté avec une plaquette bakélite sur laquelle 11 cosses ou œillets auront été fixés, nous préconisons la disposition du schéma 11.

TABLEAU 10

	Ø fil	Nombre de fils	Nombre de tours	Observations
1° Bobinage	20/100	2*	17	* fil doublé
2° Bobinage	26/100	2*	36	* fil doublé
3° Bobinage	15/100	1	300 + 400 = 700	sortie au point 300

LES TÊTES MAGNÉTIQUES

Les têtes magnétiques d'enregistrement/lecture employées dans les magnétophones à transistors doivent avoir une faible inductance à l'enregistrement, car si l'on dispose de courant aussi bien en basse fréquence qu'en haute fréquence, on est assez limité en tension. Au contraire, pour la lecture, il faut une inductance assez élevée pour disposer d'une tension suffisante pour attaquer le transistor d'entrée.

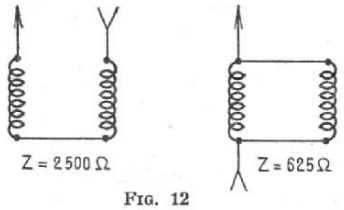


Fig. 12

Le problème pourrait paraître insoluble à nos lecteurs, car en principe de telles têtes ne sont pas livrées dans le commerce, mais comme presque toutes les têtes livrées actuellement, comportent deux bobinages, si les sorties de ces deux bobinages sont accessibles, on peut mettre les bobinages en série ou en parallèle (fig. 12). L'impédance est divisée par quatre. Cela résulte des lois de l'électricité ; nous n'insisterons pas sur cette particularité.

Il est donc facile de concevoir une commutation telle que les enroulements de la tête soient mis en série pour la lecture et en parallèle pour l'enregistrement.

Etant donné les faibles vitesses de défilement et la qualité exigée des documents, il faut utiliser, de préférence, des têtes à très faible entrefer ; on en trouve maintenant dans le commerce dont l'entrefer est de 3 µm (3 microns).

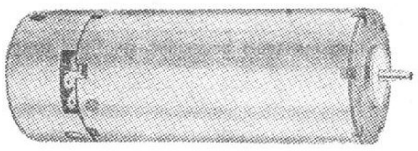
Bien entendu, les têtes d'effacement seront constituées par des ferrites dites Ferroxcube, qui ont un très bon rendement. Leur impédance doit être particulièrement adaptée à l'oscillateur et généralement elles sont montées de telle sorte qu'elles participent directement à l'oscillation afin d'augmenter encore le rendement. Tout ceci afin d'éviter des consommations hors de proportion avec l'alimentation disponible. C'est pourquoi, sur de nombreux appareils, l'effacement est encore fait avec un aimant permanent.

LES MOTEURS

Les magnétophones autonomes comportent tous un ou plusieurs moteurs, car différentes fonctions seront exigées par les utilisateurs.

Rebobinage avant rapide - rebobinage arrière rapide - défilement, etc.

Différentes méthodes et différents types de moteurs sont utilisés pour les rebobinages. Comme les systèmes sont classiques, sauf que les moteurs fonctionnent sur pile, nous ne développerons pas ce chapitre qui ne présente qu'un intérêt mineur.



Moteur Dunker GK26.

Par contre, le moteur d'entraînement principal a été et est encore la « bête noire » de tous les constructeurs. Le problème est aujourd'hui résolu, mais non sans difficultés.

Diverses solutions ont été adoptées pour la régulation ; nous donnerons un aperçu sur quelques-unes et nous étudierons en particulier celle qui a rencontré le plus de faveur auprès des constructeurs d'appareil grand public.

Nous ferons, pour commencer, un petit rappel sur la constitution classique d'un moteur à courant continu (fig. 13), nous avons en A le

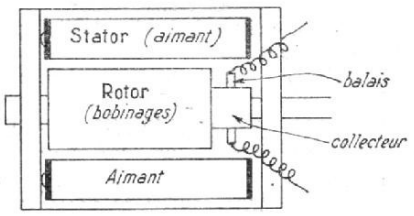


Fig. 13

collecteur et ses balais, en B le « rotor » portant les bobinages et en C les bobinages inducteurs fixes formant le « stator ».

Dans les petits moteurs à courant continu, pour des raisons dépassant le cadre de cette revue, on a pu remplacer avantageusement le

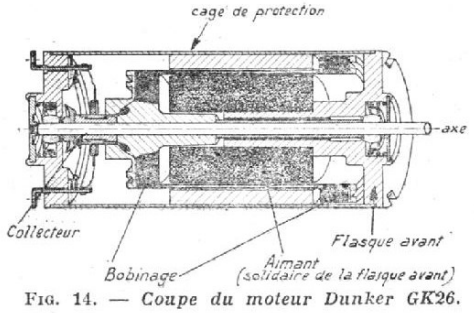


Fig. 14. — *Coupe du moteur Dunker GK26.*

stator par un ou des aimants. On sait construire de tels moteurs qui ont un excellent rendement, fonctionnant sous des tensions faibles. Ce sont les moteurs employés par exemple dans les locomotives électriques, jouets qui sont fabriqués en très grande série et pour les asservissements de commandes d'avions, qui sont fabriqués d'une façon très soignée, presqu'à l'unité. C'est dire que dans ce type de moteurs ont peut trouver un choix étendu mais hélas, ils présentent tous un défaut irrémédiable pour la construction d'un « magnétophone, le passage des « pôles » donne un « à coup » épouvantable. Défaut qui n'est évidemment pas majeur dans les autres emplois. Mais, sauf pour les jouets, pour diminuer l'à-coup, on a été

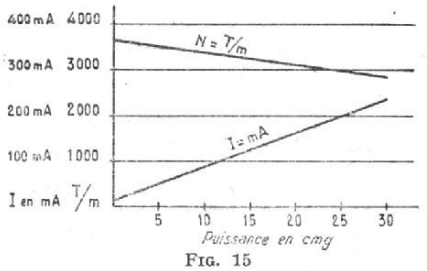


Fig. 15

conduit à augmenter le nombre en pôles, le minimum étant 3, on construit des moteurs à 5 ou 7 et même 21 pôles.

Si chaque « àcoup » a perdu de sa violence, il n'en subsiste pas moins. Puis, un jour, au lieu de mettre le stator à l'extérieur et le rotor à l'intérieur, on inversa l'ordre des facteurs et le fonctionnement a été ainsi profondément modifié. Avec 3 pôles seulement, il n'y avait plus d'à-coup.

La figure 14 nous donne une coupe schématique d'un tel moteur, la légende donne toutes les explications sur le mode de construction. Mais les moteurs ainsi constitués avaient perdu beaucoup de leur puissance, pour un même volume et une même consommation bien entendu.

Les constructeurs disposaient donc d'un excellent moteur mais dont la vitesse était fonction de la charge et de la consommation (schéma 15 - courbe n), comme on le voit, la vitesse varie de 3 800 t/m à 2 800 t/m pour une tension constante de 6 V et une charge variant de 0 à 30 cmg.

Comme on peut considérer que dans un magnétophone la charge est sensiblement constante, on peut admettre que dans certaines fabrications bon marché, on peut utiliser directement le moteur de ce modèle et si on veut encore améliorer le système, on peut monter une diode de Zener pour régulariser la tension des piles à alimentation. Notre moteur est en effet très sensible aux variations de tension (voir le schéma 16, courbe 1).

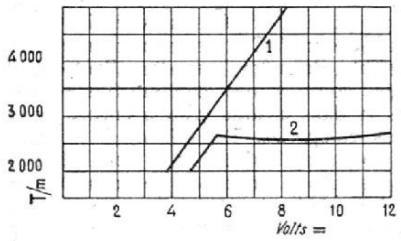


FIG. 16

Mais l'examen de la courbe 2 du même schéma nous montre que si le moteur comporte un régulateur, il pourra avoir une vitesse sensiblement constante, même pour des variations énormes de tension, énormes en pourcentage évidemment, puisqu'il s'agit de tensions faibles.

On sait depuis très longtemps fabriquer des régulateurs pour les moteurs électriques. Ces régulateurs sont constitués par une masselotte montée sur un ressort rigoureusement taré, qui est en contact avec une pièce métallique. Cet ensemble est monté sur un plateau lié à l'arbre du moteur. Jusqu'à une certaine vitesse du moteur, le deux pièces sont en contact ; au-delà de cette vitesse, la force centrifuge dépasse la force de pression du ressort et la masselotte M quitte le contact de la pièce C. Dès que la vitesse diminuera la masselotte M n'étant plus maintenue par la force centrifuge, entrera à nouveau en contact avec la pièce C.

Nous pouvons utiliser cet appareillage pour couper le circuit ou fermer le circuit d'alimentation d'un moteur électrique suivant la position de la masselotte, et si nous avons fabriqué un matériel de précision, nous pouvons avoir un appareillage qui contrôlera à 10 tours près sur 2 600 tours la vitesse de notre moteur.

Ceci veut dire par exemple qu'à 2 610 tours (vitesse max.), le contact sera coupé et qu'à 2 600 tours (vitesse minimum) le contact sera à nouveau établi.

Etant donné la force d'inertie du rotor lancé à 2 600 tours, la variation de vitesse ne sera pas instantanée et elle prendra l'allure du schéma 15. Il est évident que dans un magnétophone où la vitesse du secteur doit être rigoureusement constante, cette variation de vitesse

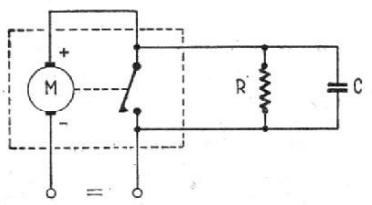


FIG. 17

serait gênante si elle dépassait certaines limites. car elle donnerait un pleurage sensible. Si elles restent dans celles indiquées ci-dessus, le pleurage donné par la variation de vitesse est de l'ordre de 0,3 %, ce qui reste dans la bonne mesure des appareils de classe.

Nous avons maintenant entre les mains un instrument nous permettant de construire un magnétophone, et pourtant, si nous voulons réaliser un magnétophone, nous ne le pourrons pas, car notre régulateur coupe un circuit, et même un circuit selfique, c'est-à-dire qu'à chaque coupure, cette coupure produit une étincelle. Cette étincelle sera soigneusement recueillie par les circuits d'entrée de notre magnétophone, aussi bien en enregistrement qu'en lecture et nous serons gênés, car le bruit dans notre haut-parleur sera supérieur à celui du signal.

Tout d'abord, au lieu de couper totalement la tension du moteur on essaya d'utiliser le régulateur pour introduire ou supprimer une résistance dans le circuit du moteur (schéma 17) en faisant absorber l'étincelle par un condensateur C de capacité convenable. On trouve maintenant très facilement des condensateurs de 3 000 µF 12 volts de faible dimension (nous conseillons à nos lecteurs un peu curieux de faire le calcul de la surface d'un tel condensateur, même avec un diélectrique de très faible épaisseur et ils auront une idée de ce qu'un tel condensateur représente comme recherche). Mais malgré cela l'amortissement de l'étincelle n'était pas encore suffisante, car la coupure était toujours en partie « selfique ».

Alors un inventeur eut l'idée d'utiliser un transistor (schéma 13). La solution était trouvée ; en effet, aux bornes de la résistance R sont branchées l'émetteur et le collecteur d'un transistor. La base du transistor est reliée à une des bornes de notre régulateur. Quand le circuit de notre régulateur est fermé (c'est-à-dire que le contact est établi), la base se trouve portée au potentiel du collecteur, à ce moment la résistance du transistor est pratiquement

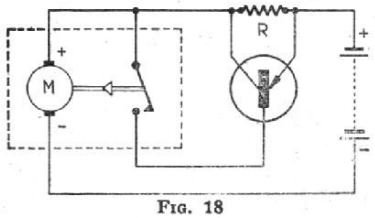


FIG. 18

nulle, la résistance R est shuntée par une résistance nulle, c'est-à-dire que le moteur est alimenté avec toute la tension disponible à travers le transistor. Il atteint alors la vitesse V qui permet au régulateur de jouer, le circuit s'ouvre et brutalement la base du transistor n'est plus alimentée. La résistance du transistor devient infinie, donc le moteur est alimenté, à la tension et par l'effet de la résistance R. La vitesse diminue, elle atteint la vitesse u, le régulateur rétabli le circuit et le cycle recommence.

Exposé ainsi, tout cela paraît très simple, mais une telle réalisation exige surtout pour le fabricant de moteur un outillage très perfectionné et d'une énorme précision. Un seul exemple, le rotor doit être évidemment équilibré statiquement (votre fournisseur de pneumatique pourra vous donner quelques explications sur ce sujet). Il pèse seulement quelques grammes et les déséquilibres gênants sont de l'ordre de quelques centigrammes. (A titre de comparaison un déséquilibre de 40 grammes se «sent » sur une roue de voiture pesant 10 à 15 kg). Ces déséquilibres se traduisent dans un moteur électrique par des vibrations et Dieu sait que nous n'en avons pas besoin dans un magnétophone.

Il est évident que nous avons supprimé les étincelles, puisque la coupure de la base du transistor ne peut pas en donner DONC NOUS AVONS SUPPRIME AVEC CE SYSTEME LA PRINCIPALE SOURCE DE PARASITES des moteurs à régulateurs.

Restent les parasites dus au collecteur et aux balais, mais en étudiant avec soin la composition des balais et avec des condensateurs de forte valeur on arrive assez facilement à les rendre peu gênants.

Nous recommanderons néanmoins à nos lecteurs au moment de l'achat d'un magnétophone à transistor de bien surveiller si l'appareil qu'ils se proposent d'acquérir est bien antiparasité.

Des systèmes plus complexes ont été employés pour obtenir des régulateurs plus précis, car évidemment le tarage d'un ressort est vrai pour une température bien déterminée et comme par définition notre magnétophone autonome rencontrera des températures bien différentes au cours de son utilisation, les vitesses V et v ne seront pas les mêmes à + 50° et — 40°, avec un régulateur à ressort taré.

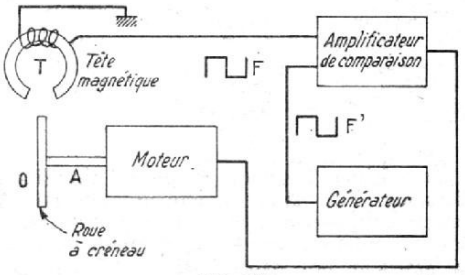


FIG. 19

Dans le magnifique magnétophone de M. Kudelski, le Nagra, qui est presque universellement adopté par les radiodiffusions, le système de régulation est beaucoup plus efficace, car le facteur température est éliminé. Nous devons avouer, par contre, qu'il est beaucoup plus complexe et nous nous contenterons de le schématiser car son étude dépasserait largement le cadre que nous nous sommes tracé.

Une roue crénelée O, c'est-à-dire portant des dents en forme de créneaux est calée sur l'arbre A du moteur principal. Ces créneaux passant une tête magnétique engendrent des signaux d'une fréquence F qui, comparés à ceux F' d'un générateur, dans un amplificateur spécialement conçu, permettent à cet amplificateur de délivrer une tension continue donnant au moteur la vitesse désirée. Pour répondre à la curiosité de nos lecteurs, disons-leur que ce système exige l'emploi de... transistors et diodes... (fig. 19).

LES SYSTÈMES D'ENTRAINEMENT

Par définition, un magnétophone à transistor doit être portable, donc non seulement de faible poids, mais également de petites dimensions.

Il en est de minuscules comme le Miniphon mais tous les constructeurs, sans atteindre une telle miniaturisation dans leurs réalisations, ont cherché à obtenir des appareils aussi plats que possible.

Entendons-nous, il est intéressant pour un constructeur d'avoir un appareil ayant la plus grande autonomie possible. Nous avons déjà parlé de ce point, donc nous n'en examinerons pas ici les raisons, mais qui dit autonomie dit aussi longueur de bande et vitesse de défilement.

Le paramètre longueur de bande doit être immédiatement converti en diamètre des bobines, le diamètre des bobines étant évidemment une fraction de l'épaisseur de la bande.

Un appareil, même à chargeur, doit avoir deux bobines, une débitrice et une réceptrice, donc l'autonomie d'un appareil conditionne automatiquement deux dimensions, la longueur et la largeur. Comme généralement les deux bobines ne sont pas superposées (aucune raison technique ne s'y opposerait) on peut dire que deux des dimensions sont représentées par le rectangle dans lequel s'inscrira les deux bobines. A ce sujet, le Stellavox nous semble un des appareils où la surface a été la mieux utilisée.

Nous disions que les constructeurs ont tous essayé d'avoir des appareils aussi plats que possible parce que l'épaisseur est la dimension sur laquelle on peut jouer le plus facilement. Evidemment il y a une limite, le diamètre des piles en particulier.

Si nous considérons les dimensions du moteur Dimker GK 26 avec régulateur qui est un des classiques des appareils à transistors (schéma 20), nous voyons que sa longueur (80 mm environ) nous empêche de l'employer dans la position classique, c'et-à-dire perpendiculairement au plan des bobines.

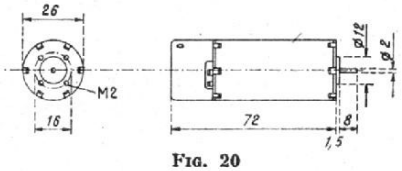


FIG. 20

Le schéma 21 nous donne la disposition classique d'un système moteur cabestan à courroie, la courroie étant souvent remplacée par un galet intermédiaire. Compte tenu de la longueur des paliers, de la hauteur des bobines, des épaisseurs des couvercles et du fond, l'épaisseur minimum d'un appareil serait de 12 à 16 cm. C'est pourquoi on préfère employer les dispositions du schéma 22. Ce schéma demande des explications sérieuses, car elle est presque universellement adoptée. Le moteur est fixé sur un support M pouvant tourner autour de l'axe A. Il est tiré vers le bas par un ressort R.

Dans la masse du volant, sur une des faces, on a fait une gorge rigoureusement concentrique à l'axe du cabestan. Dans cette gorge, une courroie C a été collée, la poulie P du moteur appelée par le ressort R est mise en contact avec la courroie C. Nous avons constitué une transmission d'angle qui répond aux conditions exigées par la mécanique rationnelle pour fonctionner correctement.

Puisque nous regardons ce système au « microscope » disons que la courroie doit être parfaitement cylindrique, d'une dureté Shore telle qu'elle ne s'écrase pas, car l'entraînement doit être fait sur un cercle au sens géométrique du mot, c'est-à-dire sur une ligne idéale et non sur une couronne comme ce serait le cas si

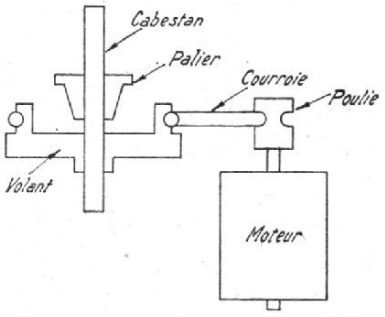


FIG. 21

la courroie s'écrasait. La dimension et surtout le diamètre de la gorge doivent être rigoureusement identiques, une précision au 1/100 de mm est le maximum à dépasser sur ce chapitre.

Le collage de la courroie sur le cabestan doit être particulièrement soigné, car il risque à lui seul de tout gâcher. En effet, la colle si elle n'est pas uniformément répartie viendra donner des bosses dans notre courroie, bosses qui seront très préjudiciables au fonctionnement correct de l'appareil.

Ce système est très avantageux car il permet par simple déplacement latéral du moteur, en utilisant une poulie à deux diamètres, d'avoir un appareil à deux vitesses (schéma 23).

La courroie est le point faible de ce système, car il ne faut pas que la poulie reste en contact avec la courroie pendant l'arrêt de l'appareil. Si cette condition n'était pas respectée, il se formerait à chaque arrêt un plat plus ou moins prononcé sous l'effet de la pression du ressort R (schéma 22).

Les appareils comportent donc tous un dispositif permettant de soulever le moteur à l'arrêt. Cette précaution présente également un autre avantage, celui de faciliter le démarrage. En effet, la commande de ce dispositif

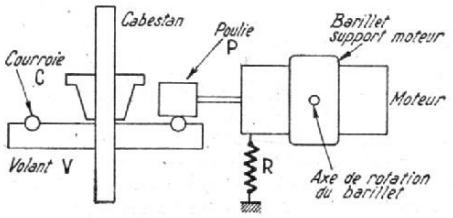


FIG. 22

de dégagement du moteur est faite de telle sorte que le moteur soit alimenté avant que la poulie d'entraînement entre en contact avec la courroie. Le moteur prend facilement à vide une certaine vitesse et comme le couple de ce type de moteur croit très vite en fonction de la vitesse il permet à la bande de prendre très rapidement la vitesse convenable. Mais ceci ne va pas sans apporter un inconvénient.

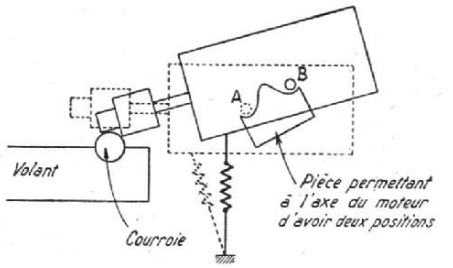


FIG. 23. — *L'axe moteur comporte une poulie à deux étages permettant l'entraînement de la bande à deux vitesses différentes. Le changement de vitesse du magnétophone est obtenu par le déplacement de l'axe de basculement du moteur dans une pièce de forme convenable. De ce fait, l'axe du moteur passe de A en B. Sur la « Magnette » de Stuzzi, le déplacement du moteur se fait manuellement et on peut facilement voir la forme de la pièce portant l'axe de basculement.*

Ici nous ouvrirons une parenthèse, un problème s'est posé lors de l'atterrissage des avions modernes qui se fait à des vitesses supérieures à 200 km/h. Les pneus du train d'atterrissage s'ils étaient sans mouvement, devraient pouvoir en rencontrant le terrain prendre immédiatement une vitesse de 200 km/h (par exemple). Or cela est impossible, des inerties sont à vaincre qui donnent des délais et les pneus glissent avant de prendre leur vitesse. Lorsque les pneus glissent, ils s'usent énormément et il se forme des « plats » qui entraînent quelquefois l'éclatement.

On a d'abord pallier ce défaut en mettant des ailettes sur la jante de la roue, ces ailettes forment une turbine et la roue prend une vitesse convenable, c'est la solution adoptée sur les avions de tourisme. Pour les gros avions, on a fait encore mieux : chaque roue possède un moteur électrique qui la lance et la met à une vitesse correpondant à peu près à celle qu'elle aura en rencontrant la piste.

Nous avons fait cette disgression car nous avons exposé que notre moteur de magnétophone était déjà lancé quand il entrait en contact avec la courroie d'entraînement. Il est évident que le volant ne prend pas immédiatement sa vitesse, donc il y aura glissement pendant un certain temps entre la courroie et la poulie, la poulie ne s'usera pas, mais la courroie s'usera. A la longue, elle perdra sa forme cylindrique, il faudra donc la changer, et ceci n'est pas à la portée d'un amateur car elle est collée dans des conditions spéciales. Aussi recommandons nous à nos lecteurs lorsqu'ils feront réparer leur magnétophone à transistor de ne le confier qu'à un réparateur très spécialisé.

CONCLUSION

NOUS avons maintenant un choix considérable de magnétophones à transistor, répondent-ils tous aux désirs légitimes des utilisateurs ? Certainement non et cela est impossible, de même que dans l'automobile il y a des voitures, des camionnettes et des camions et dans chaque groupe encore de nombreuses catégories. De même, il y aura des magnétophones à transistors bien spécialisés : des appareils de poche ou de porte-documents pour les édudiants et les hommes d'affaires. Le poids de ces appareils devra être aussi faible que possible, ils devront avoir un dispositif de réglage automatique du niveau d'enregistrement, ils devront avoir une grande sensibilité et surtout une autonomie réelle d'au moins une heure.

En effet, cet appareil sera celui de l'étudiant qui, sauf bien entendu pour les formules essentielles, dégagé du souci de prendre des notes, pourra suivre avec beaucoup plus d'attention le cours et le soir mettre ses notes au propre avec un texte fidèle reflet de celui du maître. Il sera aussi celui de l'homme d'affaire, du représentant, du médecin qui dans leur voiture, dans le train, n'importe où, en fait, pourront noter une pensée, un compte rendu de visite et... une secrétaire, au bureau, mettra tout cela au net.

Des appareils un peu plus importants, mais néanmoins très légers, seront le « Leica » ou le « Foca » du son. Toujours prêts à fonctionner, ils permettront de conserver des souvenirs précieux.

Leur fidélité devra être remarquable, le souffle inexistant, leur mise en route facile, le contrôleur bien visible. Ils devront pouvoir se raccorder pour la reproduction de haute qualité à la chaîne ou à la radio familiale car hélas jamais un haut-parleur incorporé dans un appareil miniature ne permettra une reproduction de toute la « bande passante » enregitrée.

Des sujets, il y en a des milliers. Avez-vous pensé qu'au théâtre, au music-hall, un tel engin pourra conserver vivant le souvenir d'une soirée ? Et en combien de circonstances avez-vous dit : « Cette histoire, il la racontait si bien ! » Et vos enfants, pensez combien ils seront heureux de faire entendre à leurs enfants leurs premières récitations, comme ils sont heureux de leur montrer aujourd'hui leur photo en barboteuse.

Mais attention, messieurs les techniciens, adoptez un standard et si vous changez quelque chose, pensez à la « compatibilité ». Le magnétophone n'aura d'avenir que si les documents peuvent être lus dans le futur.

Les appareils ont une brève existence, il faut que ceux qui les remplaceront puissent lire les documents anciens. Pour faire entendre des documents vieux de douze ans dont la conservation est parfaite, on est obligé de conserver en état de marche un magnétophone de l'époque.

Méditez cette pensée ; elle conditionne tout l'avenir du magnétophone enregistreur. Sans cela il sombrera dans l'oubli, comme le « graphophone » de 1897 qui enregistrait et lisait sur cylindre de cire.

Que la leçon du cylindre, du disque à saphir, etc... ne soit pas perdue. Un peu d'imagination et la compatibilité sera toujours possible.

Éléments constitutifs et possibilités d'utilisation d'un magnétophone moderne

POUR les amateurs non techniciens qui ne connaissent pas encore toutes les possibilités d'utilisation d'un magnétophone moderne, nous pensons qu'il est intéressant de rappeler brièvement le principe général de fonctionnement d'un magnétophone et d'examiner ses différents éléments constitutifs. Nous avons choisi comme exemple le magnétophone *Robuk RK3*, que l'on peut considérer, par ses qualités et son prix, comme un modèle de grande diffusion.

Après avoir exposé les principes fondamentaux de l'enregistrement et de la lecture sur bande magnétique, nous donnerons toutes les précisions nécessaires concernant les organes de contrôle de cet appareil, ses branchements et ses possibilités d'utilisation.

RAPPEL DE QUELQUES NOTIONS D'ELECTROMAGNETISME

Les phénomènes électromagnétiques sont réversibles. En voici un exemple aux retentissements considérables :

Si l'on applique une tension électrique aux deux extrémités d'un fil conducteur enroulé, le solénoïde ainsi constitué engendre un champ magnétique, comme le ferait un aimant.

Un morceau de fer placé sous l'influence de ce champ magnétique, acquiert immédiatement une aimantation.

Soustrait à ce champ magnétique, il conserve néanmoins une certaine aimantation.

Cette aimantation sera d'autant plus forte que la tension électrique aura été plus élevée, ou le courant plus intense dans le solénoïde, le champ magnétique ayant été, de ce fait, plus puissant.

Cette première expérience accomplie, le morceau de fer est devenu aimanté. Il engendre une tension électrique entre les deux extrémités d'un fil conducteur enroulé en solénoïde. Mais cette tension n'est engendrée que dans la mesure où on lui imprime un mouvement à proximité immédiate du solénoïde.

Cette tension électrique ainsi engendrée est constamment variable ; elle suit fidèlement toutes les variations de champ magnétique. Finalement, toutes choses égales d'ailleurs, la tension alternative produite sera d'autant plus élevée que l'intensité qui aura parcouru le solénoïde aura été plus grande, lors de la première expérience.

APPLICATION DE CE PRINCIPE AU MAGNETOPHONE

Examinons maintenant un magnétophone.

On distingue deux bobines de ruban en matière plastique. Le ruban défile régulièrement. Durant son trajet de gauche à droite, la face mate (face enduite) du ruban effleure un dispositif (tête magnétique) qui contient un solénoïde. L'enduit déposé et incorporé à ce ruban est formé de particules de fer de très petites dimensions.

ENREGISTREMENT

On comprend immédiatement que selon l'intensité du courant qui parcourt le solénoïde — solénoïde que désormais nous appellerons « tête ». En l'occurrence cette tête est d' « enregistrement ». Chaque « endroit » du ruban acquiert une aimantation dont la force est en proportion des courants appliqués à la tête.

Le ruban conserve les aimantations acquises à tous les instants de son défilement. Ces aimantations successives et diverses sont essentiellement localisées.

Il est bien entendu que le courant variant de 50 fois à 15 000 fois à la seconde, pour donner un ordre de grandeur, et qui traverse la tête d'enregistrement, est le reflet des variations acoustiques qui déplacent la membrane d'un microphone.

Un amplificateur agit de manière que les très faibles tensions alternatives recueillies au niveau du microphone deviennent des intensités suffisantes afin que la tête d'enregistrement soit efficace vis-à-vis du ruban.

LECTURE

Lorsqu'un enregistrement est achevé, on réenroule le ruban sur sa bobine d'origine : celle de gauche.

On peut, si l'on veut, la retirer de l'appareil, la mettre de côté et la conserver à l'abri de la chaleur et de l'humidité.

Lorsque l'on désire « écouter » le ruban enregistré, la manœuvre de mise en défilement est telle qu'il y a commutation dans les circuits du magnétophone : nous allons tout de suite éclaircir ce point.

Chaque endroit du ruban magnétique, considéré comme un aimant plus ou moins puissant, caractère essentiellement lié à l'enregistrement qu'il recèle, effleure la tête, qui sera cette fois-ci devenue « tête de lecture », précisément par l'effet de la commutation.

Cela engendre aux deux extrémités du solénoïde contenu dans la tête de lecture des tensions électriques plus ou moins élevées, dont les variations se font à la fréquence de 50 à 15.000 fois par seconde, puisqu'il s'agit du passage contre la tête de lecture d'une suite d'aimants. Ils sont figurés par les particules de fer de l'enduit magnétique ayant acquis, lors de l'enregistrement, une aimantation plus ou moins forte, et nulle pendant les silences. Il peut y en avoir de 50 à 15 000 à la seconde.

On voit donc la réversibilité du phénomène magnétique et le parallélisme avec nos deux expériences initiales.

Mais cette réversibilité trouve ses prolongements au-delà du magnétisme ; symétriquement à ce qui est lors de l'enregistrement, la tête de lecture est suivie d'un amplificateur et d'un haut-parleur.

L'analogie entre les variations acoustiques engendrées par le haut-parleur et celles reçues antérieurement, depuis des années peut-être, par le microphone, est parfaite.

Voilà donc le principe de l'enregistrement et de la reproduction magnétique.

EFFACEMENT

Lors de l'enregistrement, le ruban magnétique dans son parcours, avant d'effleurer la tête d'enregistrement, passe devant la tête d'effacement.

C'est aussi un dispositif avec solénoïde. Il est le siège d'un courant alternatif parfaitement pur et constant, de fréquence ultra-sonore et de l'ordre de 40 000 périodes par seconde.

Le rôle de ce dispositif est d'effacer l'enregistrement précédent en détruisant l'aimantation que recèle le ruban.

Un oscillateur est chargé de produire cette fréquence d'effacement. Une fraction de ses effets est reportée sur la tête d'enregistrement en mélange avec les courants de modulation (tension de prémagnétisation).

Tant que l'on est en « position » de lecture, cet oscillateur n'agit pas. Sinon avant d'atteindre la tête de lecture, le ruban serait effacé, au fur et à mesure de son défilement.

Il n'agit qu'en position enregistrement et fait disparaître sur le ruban toute trace de l'enregistrement précédent, juste avant que de nouveaux signaux ne s'inscrivent magnétiquement sur le ruban.

VITESSE DE DEFILEMENT

Le ruban magnétique doit défiler à une vitesse rigoureusement régulière et sans aucune vibration. Les vitesses doivent être exactement semblables à la lecture et à l'enregistrement, sous peine de changement de tonalité et de tempo.

Plus la vitesse de translation du ruban est élevée, meilleure est la fidélité.

Si l'on parvenait à rendre visible l'enregistrement, comme il l'est sur un film de cinéma sonore et parlant (piste de lecture optique), il se présenterait comme les graduations sur un mètre de tailleur.

On y verrait des zones variées quant à l'écartement des graduations.

Les grands écartements représenteraient approximativement des sons très graves et les plus petits écartements des sons très aigus.

Les rapports respectifs des écarts extrêmes seraient pour des sons purs, de l'ordre de 300 (50 à 15 000).

Les variations de clair et de foncé figureraient les divers degrés d'aimantation génératrice de sons faibles ou forts.

Les sons aigus, les fréquences élevées comme nous disons — représentent des longueurs d'onde très faibles, c'est-à-dire des « traits d'aimantation » fort rapprochés les uns des autres.

Les mêmes fréquences élevées inscrites sur un ruban défilant deux fois plus lentement, sont deux fois plus courtes, et ainsi de suite.

Trop courtes, elles sont de dimensions comparables à la largeur de l'entrefer, ou ce qui, mécaniquement parlant, s'appelle la fente de la tête magnétique enregistrement/lecture. Alors les sons aigus disparaissent, car le pouvoir séparateur de cette fente devient illusoire. Il faut aussi que cette fente soit rigoureusement parallèle aux « traits d'aimantation » que recèle le ruban.

De ce point de vue, tous les magnétophones Robuk RK 3 sont réglés d'après une bande étalon internationale.

Le Robuk RK3 peut faire défiler le ruban selon trois vitesses, au choix ; elles sont, exprimées en centimètre par seconde : 19, 9,5, 4,75.

Il va de soi que ces vitesses obéissent à des normes internationales.

En ce qui nous concerne, elles sont exactes dans la mesure où la fréquence du courant du réseau de distribution électrique est de 50 périodes, ce qui est, que l'on se rassure, le cas en France et en Europe.

On réserve la vitesse de 19 cm/s aux enregistrements de qualité, et celle de 4,75 cm/s à la parole, qui reste très compréhensible, mais avec l'avantage qu'un ruban extra-mince peut enregistrer sans aucune intervention pendant 4 heures 16 minutes et que le même ruban, au total sur ses deux pistes, peut conserver 8 heures 32 minutes de parole ou de conversation.

Il sera bientôt question de ces deux pistes, ou « double piste ».

VITESSES RAPIDES D'ENROULEMENT

Lorsqu'il s'agit de revenir en arrière, pour reprendre un enregistrement ou sa lecture à son origine, il y a une possibilité de le faire à grande vitesse. C'est la marche arrière.

De même, si l'on veut ne pas écouter intégralement une séquence, on peut « passer par dessus », également à grande vitesse.

A ces grandes vitesses, le ruban s'écarte des têtes afin d'en éviter l'abrasion qui serait considérable.

COMPTEUR

A l'usage des vitesses rapides est liée la présence indispensable d'un compteur qui est entraîné par la bobine de gauche.

Par principe, à l'aide d'un molette, on remet le compteur à zéro, lorsque l'on vient de charger le magnétophone et que le ruban est enroulé de 5 à 6 tours seulement sur la bobine de droite.

Au début de chaque séquence on note le nombre indiqué par le compteur. On retrouve toujours les mêmes nombres aux mêmes endroits, et réciproquement.

Rien n'est plus désagréable en l'absence de compteur que de rechercher une séquence au hasard, et cela risque d'être long.

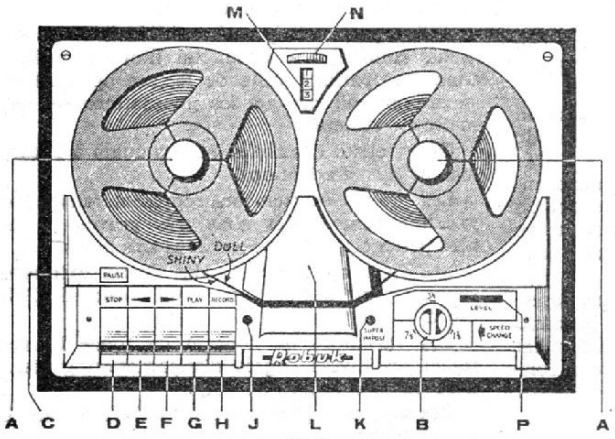


FIG. 1

SURIMPRESSION

Une des qualités du Robuk RK3 est la possibilité d'interrompre l'effacement lors de l'enregistrement. Dans ces conditions, un nouvel enregistrement peut se plaquer sur le précédent : par exemple, un commentaire sur une musique.

LA DOUBLE PISTE

Le Robuk RK3 n'enregistre que sur la moitié de la largeur du ruban. Le choix de cette moitié a fait l'objet d'une convention internationale.

La bobine de gauche, au bout d'un temps plus ou moins long d'enregistrement ou de lecture, parvient à son épuisement et elle est vide de ruban.

Par contre, la bobine de droite est pleine. Il suffit de retirer les deux bobines de l'appareil et de remettre la bobine pleine à gauche, la vide à droite, et de procéder comme avec une nouvelle bobine.

Ne pas oublier de remettre le compteur à zéro.

On double ainsi la capacité d'une bobine par rapport à l'enregistrement « pleine piste » des appareils professionnels.

ORGANES DE CONTROLE REGLAGES ET BRANCHEMENTS

Reportons-nous à la figure 1, et passons en revue, avec les commentaires qui s'imposent, les organes de commande, les manœuvres et les moyens de branchement.

A. — *Axes des bobines* (avec bouton de fixation) :

Ainsi immobilisées, les bobines ne peuvent s'échapper des axes, ni en fonctionnement normal, ni au cours d'un transport. ,

B. — *Sélecteur des vitesses de défilement* (Speed change) :

7 1/2	représente	19	cm/s
3 3/4	»	9,5	cm/s
1 7/8	»	4,75	cm/s

On peut tourner ce bouton, sans inconvénient pour l'appareil, à n'importe quel moment. Il suffit que la vitesse soit la même à la lecture qu'à l'enregistrement. On peut obtenir des effets variés en utilisant une vitesse différente à la lecture.

C. — *Pause :*

Lorsqu'il s'agit d'interrompre l'enregistrement ou la lecture pour quelques secondes. L'arrêt et le départ se font instantanément et sans bruit mécanique. Cela n'inscrit aucun parasite sur le ruban. Pour ce faire, on tire la touche en avant.

D. — *Stop* (touche rouge d'arrêt) :

Elle arrête le défilement, elle doit toujours être enfoncée après usage de l'appareil. Elle doit l'être également avant chaque manœuvre de n'importe laquelle des quatre autres touches.

Elle freine prestement les bobines lorsqu'il en est temps, au cours des marches rapides avant ou arrière.

E. — *Touche de réenroulement :*

Elle est indiquée par une flèche orientée vers la gauche. Elle sert au retour arrière rapide. La vitesse du ruban peut atteindre 400 mètres à la minute, ce qui implique une grande vitesse des bobines.

Pour les arrêter, appuyer sur la touche rouge (stop I). Surtout, ne pas intervenir sur les bobines avec les doigts.

F. — *Touche de marche avant rapide :*

Elle est indiquée par une flèche orientée vers la droite. Elle sert à passer outre à un enregistrement, sans l'écouter. Mêmes recommandations pour l'arrêt que dans le paragraphe E.

G. — *Touche de lecture* (Play) :

Si ce n'est déjà fait, appuyer sur la touche Strop rouge. Dès que l'on enfonce la touche de lecture, le ruban défile. Electriquement et mécaniquement, le magnétophone est apte à la lecture du ruban enregistré. Mais voir malgré tout le paragraphe V : Lecture.

H. — *Touche d'enregistrement* (Record) :

Si ce n'est déjà fait, appuyer d'abord sur la touche Stop rouge. On ne peut parvenir à enfoncer la touche « Record ».

Réfléchir et ne pas forcer ! La touche pourra être enfoncée si l'on pèse en même temps sur le petit bouton rouge qui se trouve à la droite de la touche récalcitrante.

I. — *Sécurité :*

C'est précisément ce bouton rouge qui libère la touche H. Elle donne le temps de réfléchir qu'à partir de cet instant, tout enregistrement qui se trouve inscrit sur le ruban sera irrémédiablement effacé par celui que l'on va entreprendre.

J. — *Interrupteur général :*

off = arrêt on = marche

Ne pas oublier de le mettre sur « off », après usage du magnétophone, mais aussi d'enfoncer la touche rouge, Stop, qui doit rester enfoncée.

Ne pas oublier non plus de le mettre sur « on » si l'on veut que le Robuk RK3 fonctionne.

Revenons à la figure 1.

K. — *Surimpression* (Superimpose) :

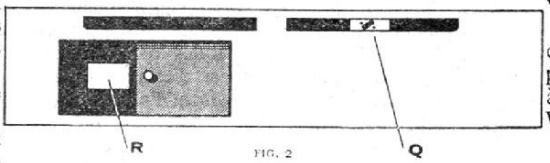


FIG. 2

Empêche l'effacement du précédent enregistrement, lorsque la touche H (record) est enfoncée et que le ruban défile.

Il faut absolument le maintenir poussé, avant même le défilement, et toujours encore, jusqu'à ce que le défilement soit interrompu par la touche Stop, rouge D. Sinon toute longueur de ruban en défilement voit son enregistrement précédent effacé. Toutefois, l'enregistrement précédent est légèrement affaibli par la surimpression.

L. — *Capot du bloc de têtes :*

Amovible (deux vis) aux fins d'inspection et de nettoyage des têtes magnétiques.

M. — *Compteur numérique.*

N. — *Remise à zéro du compteur.*

P. — *Indicateur de niveau* (Level) :

Il devient luminescent en position d'enregistrement.

La figure 2 représente l'arrière du Robuk RK3.

Q. — *Sélecteurs de tensions :*

C'est une vis avec tête isolante. On la déplace selon les indications des tensions possibles des secteurs. C'est cela qu'il faut examiner avant tout.

Ne brancher la prise de courant qu'après s'être assuré de la tension du secteur alternatif 50 périodes, et avoir fait le nécessaire avec la vis à tête isolante en la déplaçant s'il y a lieu.

R. — C'est un alvéole fermé par une porte à coulisse. Il contient le cordon secteur et un cordon blindé avec fiche. Un petit microphone peut y trouver sa place lors du transport.

La figure 3 représente le panneau de contrôle qui se trouve sur le côté gauche. On y voit :

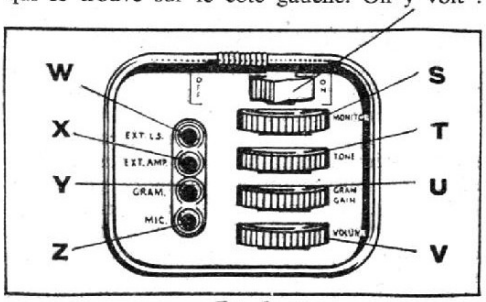


FIG. 3

S. — *Moniteur :*

Sert à régler la puissance sonore dans le haut-parleur. Ce réglage n'intervient pas en position lecture. Le régler pour que le haut-parleur ne donne que très faiblement ou même pas du tout lorsque le microphone est dans la même pièce que le magnétophone.

T. — *Sonorité* (Tone) :

On dit aussi tonalité.

N'agit pas lors de l'enregistrement. En lecture coupe plus ou moins les aigus.

U. — *Sensibilité :*

De l'entrée pour radio ou phonocapteur (Gram-gain).

Doit être fermée si elle n'est pas utilisée. Si l'on veut enregistrer une modulation émanant d'un phonocapteur ou de la radio, l'ouvrir plus ou moins.

V. — *Sensibilité* (Volum) *en position enregistrement* de l'entrée pour microphone :

Doit être fermée si le microphone n'est pas utilisé.

Dans le cas contraire, régler en fonction du microphone employé et selon la proximité et la puissance de la source sonore.

Pour savoir si ce réglage est correct, ainsi que « gram-gain » U, consulter l'indicateur de niveau P.

V. — *En position lecture :*

C'est-à-dire touche lecture « Play » enfoncée, ce même moyen de réglage V agit sur la puissance sonore du haut-parleur : on le règle à sa convenance. (Voir G, à la fin.)

W. — *Branchement d'un haut-parleur extérieur* (External Loud Speaker).

Il se fait sur cette prise. Le haut-parleur est coupé lorsqu'un haut-parleur extérieur ou un casque d'écoute y est relié par la fiche appropriée.

X. — *Branchement d'un amplificateur extérieur* (External amplifier) :

Ou d'une chaîne de haute fidélité.

Y. — *Branchement d'un phonocapteur :*

Ou de la radio (gramophone imput socket) par l'intermédiaire d'un cordon blindé avec fiches correspondantes.

Z. — *Branchement microphone* (à haute impédance) :

Un microphone à basse impédance autorise un câble de liaison très long.

Intercaler un transformateur spécial à proximité du magnétophone.

VERROUILLAGE : *Enfoncer toujours le bouton* Stop (roufe) entre chaque manœuvre des quatre autres touches.

UTILISATION DU ROBUK RK 3

Lors de la première utilisation, effectuer les opérations dans l'ordre où elles sont exposées.

MISE EN SERVICE

1° A l'arrière de l'appareil, on observe l'emplacement de la vis à bouton isolé. On la met à la place correspondante à la tension du secteur. *Ceci est capital !*

2° S'assurer que la touche Stop (rouge D) est bien enfoncée.

3° S'assurer que l'interrupteur général (I) est sur « Off ».

MISE EN PLACE DES BOBINES

1° Dévisser les boutons A en matière plastique blanche.

2° Prendre une bobine pleine (débitrice) et la disposer sur l'axe de gauche. Une des trois fentes du moyeu de la bobine doit coïncider avec l'ergot solidaire du petit plateau porte-bobine.

La bobine doit être placée de telle manière que lorsque l'on tire sur le ruban par son début, elle tourne de droite à gauche. Le côté mat du ruban doit être orienté vers l'intérieur de la bobine.

3° En le tirant par son extrémité, conduire le ruban à travers le couloir de défilement. Il s'y place de lui-même convenablement si on le tend très peu en le maintenant à quelques millimètres au-dessus du niveau de l'appareil.

4° Contourner l'extrémité du ruban autour du moyeu de la bobine vide qui aura été placée préalablement sur l'axe de droite. Prendre les mêmes précautions du point de vue de l'ergot solidaire du plateau de droite.

5° Faire tourner de droite à gauche cette bobine vide (réceptrice), à la main tout en maintenant l'extrémité du ruban qui dépasse de 1 centimètre, contre le flanc de la bobine. Faire cinq ou six tours jusqu'à ce que le ruban soit bien agrippé sur le moyeu.

6° Revisser les boutons A (pas trop fort).

COMPTEUR

Le remettre à zéro en agissant sur le bouton moleté (N).

SECTEUR

1° Brancher la fiche du cordon secteur dans une prise de courant. Repenser à la tension du secteur (Q et mise en service 1).

2° Pousser l'interrupteur général (I) sur « On ». Attendre le temps nécessaire au chauffage des tubes électroniques — 15 à 20 secondes suffisent.

ENREGISTREMENT A PARTIR DU MICROPHONE

1° S'assurer que le réglage du moniteur est à zéro (S) afin d'éviter une réaction du haut-parleur sur le microphone. Cela se traduirait par un hurlement (effet de Larsen).

2° Brancher le microphone dans la prise appropriée (Z) ; bien l'enfoncer.

3° Appuyer simultanément sur la touche (H) « Enregistrement » et sur le bouton (T) « Sécurité ».

Dès lors, le ruban défile à la vitesse choisie par le sélecteur de vitesses. Nous aurons choisi la vitesse de 19 cm/s (7 1/2). La touche rouge (D) s'est relevée d'elle-même.

4° On observe que l'indicateur (P) de niveau est luminescent.

5° On va agir sur le réglage de sensibilité à l'entrée microphone (V). On parle à une distance d'environ 30 centimètres du microphone, d'une voix égale et d'un ton uniforme, du moins pour opérer le réglage.

6° En parlant, on remarque qu'à chaque syllabe forte, les deux bandes plus lumineuses de l'indicateur (P) se rejoignent vers le centre. Si le réglage (V) est bien fait, ces deux bandes doivent se rencontrer tout juste lors des syllabes moyennement fortes.

7° Le réglage (U) de sensiblité à l'entrée du phonocapteur doit être fermé, sans quoi on risque d'enregistrer un ronflement.

8° Lorsque l'on pense avoir suffisamment enregistré, on presse sur la touche d'arrêt, rouge.

REBOBINAGE ARRIERE

1° On observe le compteur ; on enfonce la touche marche arrière rapide E. Rendu à peu de chose près (au-dessus) du chiffre qu'indiquait le compteur au début de l'enregistrement...

2° On enfonce la touche d'arrêt, rouge. Les bobines qui tournaient très vite en marche arrière s'arrêtent en souplesse, mais rapidement. Avec un peu d'habitude, on saisit le moment voulu pour que le chiffre du compteur soit juste celui qu'il faut, à l'arrêt complet.

LECTURE

1° Enfoncer la touche de lecture (Play) G. Le ruban défile à nouveau et l'on entend dans le haut-parleur ce qui vient d'être dit devant le microphone.

2° On règle la puissance dans le haut-parleur au moyen du bouton qui avait réglé la sensibilité à l'entrée microphone (V).

3° On peut régler le timbre (on dit aussi à tort, la tonalité) par le réglage T (Tone). Ce réglage est heureusement sans action lors de l'enregistrement.

NOTA. — Recommandation pour enregistrer : Avec l'habitude, on interprète très efficacement les indications de l'indicateur de niveau.

Un enregistrement pratiqué avec le réglage de sensibilité (V) trop poussé est déformé à la lecture. Le ruban est magnétiquement saturé. Si, par contre, ce réglage n'est pas assez poussé, la lecture est faible, manque de « brillant », et un souffle se fait entendre.

La vitesse doit être déterminée (B) en fonction de la matière à enregistrer. La musique, en 19 cm/s ; la parole ou le théâtre, en 9,5 cm/s ; le courrier ou une conversation sans intérêt d'ordre sonore peuvent être enregistrés en 4,75 cm/s.

ENREGISTREMENT DE LA RADIO

Une manière simpliste serait de placer le microphone devant le haut-parleur du récepteur de radio. Dans les meilleures conditions, le résultat est très inférieur à ce qu'il serait, si l'on évitait cette voie acoustique.

Procédons autrement.

1° Mettre le gain à l'entrée du microphone (V) à zéro. On peut débrancher le microphone.

2° Brancher dans la prise « gram-in » (Y) le cordon blindé livré avec l'appareil. Bien enfoncer la fiche.

3° L'autre extrémité de ce cordon blindé peut être pourvue de fiches bananes. Les enficher dans la prise « haut-parleur supplémentaire » du poste de radio, en souhaitant que ce dernier ne soit pas un « tous courants ». Certains postes de radio sont prévus pour utilisation avec un enregistreur et ont les prises appropriées.

4° Si, comme c'est le plus souvent le cas, il s'agit de prise haut-parleur supplémentaire, régler le récepteur de radio à une puissance d'écoute moyenne. Trop fort, cela est désagréable et engendre des déformations. Trop faible, on court le risque d'enregistrer en même temps que le programme, un ronflement qui n'est plus négligeable devant la faible puissance modulée appliquée au haut-parleur du récepteur de radio. Régler la « tonalité » du récepteur sur « aigu » et ne pas exagérer les fréquences basses.

5° Du côté du magnétophone, agir comme avec le microphone, mais à cette différence près qu'il faut régler la sensibilité à l'entrée « gram-gain » (U). On observe aussi les indications de l'indicateur de niveau (P), comme on le faisait pour le microphone.

6° Si l'on agit sur le moniteur (S). On entend dans le haut-parleur du magnétophone ce que capte le récepteur de radio, pendant l'enregistrement.

Rappelons qu'en lecture ce réglage est indifférent.

NOTA. — Il peut y avoir un sens pour brancher les fiches bananes dans la prise haut-parleur supplémentaire du poste de radio. La masse de l'appareil radio doit, en effet, correspondre à la masse du châssis du magnétophone.

ENREGISTREMENT D'UN PHONOCAPTEUR

Procéder comme précédemment, mais on peut brancher les extrémités du cordon blindé livré avec le Robuk RK3, directement sur les fils de sortie du bras de pick-up lui-même. En cas d'incertitude, relier le câble blindé au haut-parleur (ou à la prise haut-parleur supplémentaire) de l'électrophone. Tout se passe alors comme pour le récepteur de radio.

MELANGES D'ENREGISTREMENTS

1° Le microphone est branché. Dans la prise d'entrée « gram in » est branché le cordon blindé dont l'autre extrémité est reliée à un phonocapteur.

2° On fait d'abord un essai avec le microphone uniquement, pour régler le niveau, au moyen du réglage (V).

3° On enregistre un passage du disque à mélanger en fond sonore avec la parole. On règle le niveau sonore (U) en tenant compte de ce que sera le « mixage ».

4° Après plusieurs essais, on peut se risquer à enregistrer, par exemple, un commentaire de film avec fond musical.

NOTA. — Il y a beaucoup d'autres sources de modulation possibles enregistrables. Le téléphone, au moyen d'un adapteur ; un « tuner » de radio, un autre magnétophone, etc. Selon la tension de la source de modulation, on la branche soit à l'entrée (Y) ou à l'entrée (Z) plus sensible.

MONITEUR

Il peut être utilisé lors d'un enregistrement et l'on peut écouter dans le haut-parleur, plus ou moins fort, la modulation que l'on applique à la prise d'entrée.

Si l'on enregistre un disque en branchant le magnétophone directement sur un phonocapteur, on entend dans le haut-parleur du magnétophone ce que l'on enregistre. De même pour un « tuner » de radio.

Si le microphone se trouve dans une pièce complètement isolée acoustiquement de celle où se trouve le magnétophone et son opérateur, on peut utiliser le moniteur.

Mais si le microphone est à proximité du magnétophone, le moniteur n'est utilisable qu'à très faible puissance. Dans le cas contraire, un sifflement se produit.

SURIMPRESSION

On peut l'utiliser, s'il s'agit, sans effacer l'enregistrement précédent, d'en plaquer un second sur le ruban. Sur un enregistrement musical, on peut, en maintenant pressé le bouton « Superimpose », faire défiler le ruban en position enregistrement et y ajouter un commentaire. La qualité de l'enregistrement précédent en est légèrement affectée.

Le mélange d'enregistrement est meilleur et moins périlleux à entreprendre que la surimpression.

UTILISATION D'UN MAGNETOPHONE COMME AMPLIFICATEUR

On branche la source de modulation sur l'entrée appropriée selon la tension à amplifier. La touche Stop est enfoncée, donc le ru-

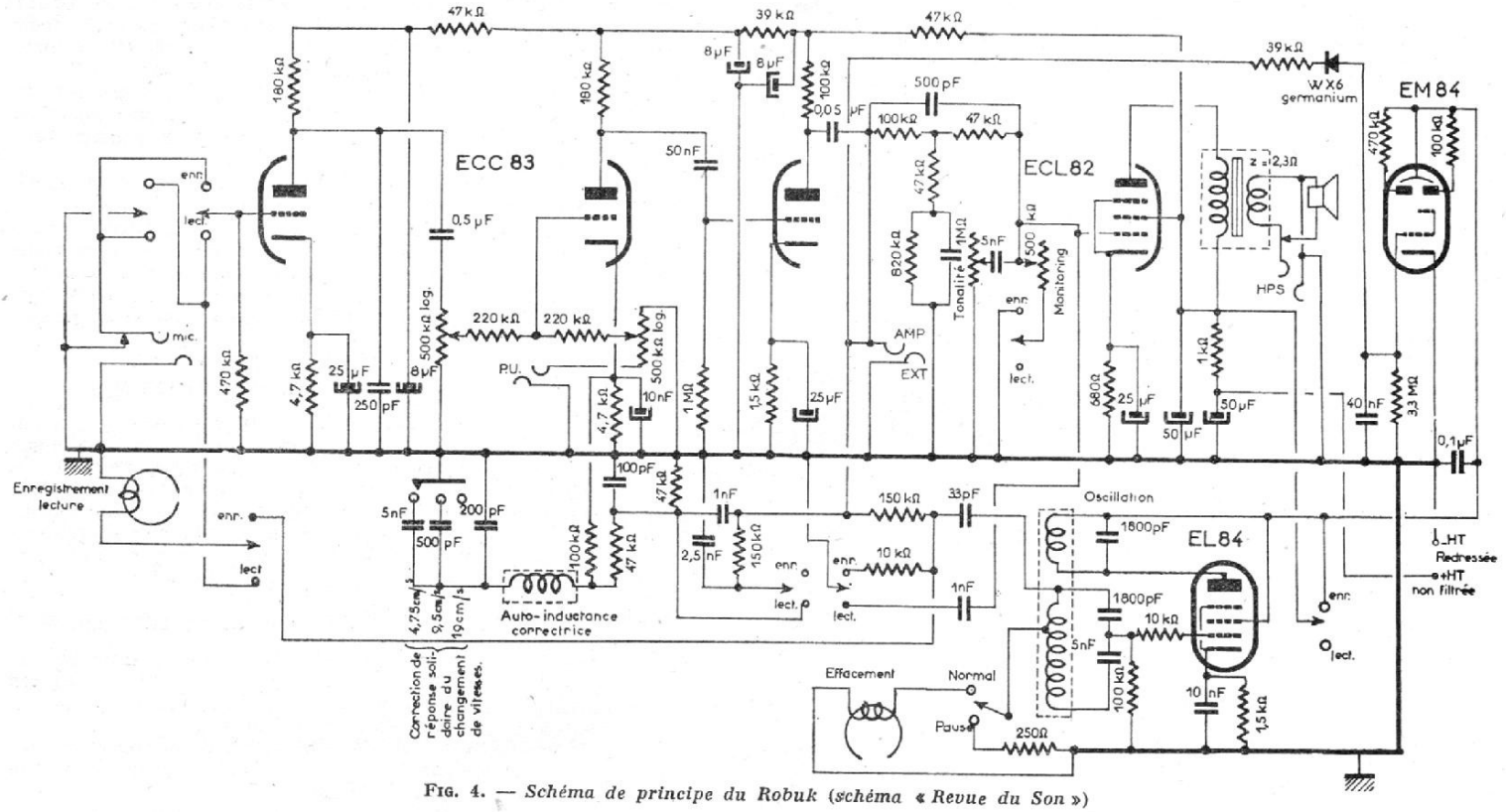


FIG. 4. — *Schéma de principe du Robuk (schéma « Revue du Son »)*

ban ne défile pas. On dispose le bouton de vitesses sur la position 19 cm/s (71/2) afin d'obtenir l'égalisation voulue. On règle le moniteur au maximum et les autres contrôles de gain ou de sonorité selon la puissance et la qualité désirées.

MONTAGE

On peut être amené à couper et à remonter des tronçons de ruban. La coupure doit se faire au niveau de la tête de lecture/enregistredent. On coupe avec des ciseaux en cuivre, le ruban toujours en biais. On réajuste soigneusement, sans les faire chevaucher, les deux tronçons. On les maintient bien dans le prolongement l'un de l'autre.

On applique sur la face non enduite du ruban (côté brillant) une bande adhésive spéciale, que l'on retaille, après collage instantané, à la largeur du ruban.

Le montage n'est valable que pour une seule piste.

EFFACEMENT DES ENREGISTREMENTS

Chaque nouvel enregistrement efface l'enregistrement précédent. Cependant, si l'on fait défiler un ruban enregistré en position enregistrement, le réglage de sensibilité à l'entrée du microphone étant fermé, on efface sans rien enregistrer et on obtient, après cette opération sur les deux pistes, un ruban vierge.

MAINTENANCE

Après un certain temps d'utilisation, on peut constater que le volume sonore diminue d'intensité, et que l'effacement n'est pas complet. Cela vient de l'encrassement des têtes magnétiques. Enlever le capot (L).

Au moyen d'un bout d'allumette imbibé d'alcool on peut frotter délicatement les fentes des têtes dans le sens de leur longueur.

Nettoyer aussi les guides de défilement et le cabestan.

Les parties en matière plastique moulée peuvent être nettoyées avec un produit d'entretien. La valise se nettoiera avec de l'eau et du savon.

REMARQUES : Il peut y avoir un sens de branchement de la prise de courant plus favorable vis-à-vis d'un ronflement résiduel.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU ROBUK RK 3

Vitesses (exprimées en centimètres/seconde) : 19, 9,5, 4,75. Double piste. Correction de vitesse automatique.

Capacité d'enregistrement en double piste. Voir tableau ci-dessous.

Sens du défilement : Le rubant défilant de gauche à droite, vu du côté non enduit, la piste est en haut. (Norme internationale.)

Bobinages rapides : avant et arrière 360 mètres/minute.

Indicateur de modulation par système cathodique.

Tensions de secteur : de 110 à 250 volts.

Consommation : environ 95 watts.

Tubes électroniques : ECC83 - ECL82 - EL84 - EZ80 - EM84.

Manœuvres mécaniques par clavier à 4 touches avec verrouillage.

Compteur avec remise à zéro, entraîné par bobine débitrice.

Trois moteurs (défilement, bobine gauche et droite).

Bouton de superposition (surimpression).

Bouton de pause.

Mélangeur : microphone-phonocapteur.

Réglage de niveau sonore spécifique au haut-parleur.

Interrupteur général : indépendant.

Contrôle de tonalité : atténuant les fréquences aiguës.

Bouton de sécurité pour éviter l'effacement par fausse manœuvre.

Courbe de réponse à ± 3 dB — =
60 à 14 000 en 19 cm/s.
60 à 7 000 en 9,5 cm/s.

Rapport signal/bruit, meilleur que 40 dB.

Taux de pleurage et de scintillation :
mieux que 2 ‰ à 19 cm/s,
» 3 ‰ à 9,5 cm/s.

Haut-parleur elliptique à champ intense.

Entrées : une pour microphone, une entrée lignes.

Sorties : une pour amplificateur séparé et une pour haut-parleur externe.

Puissance de sortie = 2,5 watts.

Dimensions avec couvercle fermé : 140 × 280 × 135.

Poids complet : 10,5 kg environ.

SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 4 montre le schéma de principe de l'amplificateur d'enregistrement et de lecture du magnétophone Robuk RK3.

La double triode ECC83 est montée en préamplificatrice microphonique et de lecture (deux éléments en cascade) ou en préamplificatrice (un seul élément triode) dans le cas de l'enregistrement à partir de la prise PU.

L'ECL82 a sa partie triode montée en préamplificatrice à la lecture et en lampe de sortie à l'enregistrement.

On remarquera le dispositif de correction de la courbe de réponse par un commutateur actionné par celui du changement de vitesse. Cette correction branche un circuit accordé en série comprenant une self et trois condensateurs de différentes capacités, modifiant la fréquence de résonance. A la lecture, un système correcteur séparé, disposé entre la partie triode ECL82 et sa partie pentode, montée en amplificatrice finale BF, est utilisé. Une pentode EL84 est montée en oscillatrice séparée d'effacement et de prémagnétisation. L'indicateur de modulation est un EM84, sur la grille duquel on applique des tensions BF détectées par redresseur WX6.

Signalons que ce magnétophone est disponible aux Etablissements Chatelet Radio.

Vitesses de défilement	19 cm/s	9,5 cm/s	4,75 cm/s
Bobine de 18 ∅ « normale » (360 mètres).	1 h 4 mn	2 h 8 mn	4 h 16 mn
Bobine de 18 ∅ « mince » (540 mètres)..	1 h 36 mn	3 h 12 mn	6 h 24 mn
Bobine de 18 ∅ « extra mince » (720 m).	2 h 8 mn	4 h 16 mn	8 h 32 mn

LES TRANSFORMATIONS DES MAGNÉTOPHONES

(Suite de la page 50)

On retourne encore la bobine, pour mettre en action l'élément inférieur de la tête double, de façon à inscrire dans le défilement de gauche à droite la piste 3.

Enfin, dans une dernière opération, on retourne la bobine pour la troisième fois, et l'on enregistre, toujours en conservant les mêmes connexions électriques, la piste 4.

Bien entendu, l'ordre d'inscription des pistes peut être modifié, si l'on le désire. On peut inscrire d'abord la piste 1, puis la piste 3, la piste 2 et la piste 4 et, dans ce cas, il n'est pas besoin de retourner chaque fois les bobines ; il suffit après avoir enregistré la piste 1 de rebobiner et de recommencer l'enregistrement dans le même sens, et en mettant en action le deuxième élément de la tête magnétique double ; puis, après, on retourne les bobines, et on effectue les deux autres enregistrements des pistes 2 et 4 par la même méthode.

Il y a même maintenant, des magnétophones comportant des têtes magnétiques *à déplacement variable en hauteur,* et qui permettent ainsi d'inscrire à volonté des différentes pistes, sans modifier les connexions électriques.

LES COMPENSATIONS NECESSAIRES

L'utilisation des quatre pistes offre de multiples avantages tant pour l'inscription stéréophonique que monophonique ; elle permet, en outre, un grand nombre d'effets très curieux des truquages, des mixages, des inscriptions comparées, sur lesquelles nous avons déjà attiré l'attention. Mais, il était indispensable d'augmenter encore la qualité sonore et il est évident que cette transformation constituait ainsi une difficulté nouvelle.

La réduction de la hauteur de la piste à environ 1 mm, sans parler de la diminution possible de la vitesse de défilement, abaisse forcément le niveau des signaux utiles à la lecture. Les pertes déterminées par l'écartement de la bande, par rapport à la surface de la tête magnétique, et dues au manque de souplesse et au défaut de poli de la surface présentent, dans ce cas, une importance relative

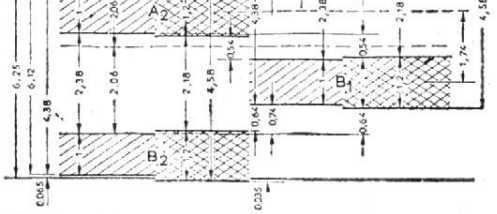


FIG. 3. — *Cotes des pistes magnétiques dans la méthode à quatre pistes ; A_1, B_1 A_2, B_2, pistes d'effacement*

beaucoup plus grande encore, en raison du niveau relativement faible des tensions utiles. De là, l'importance relative encore beaucoup plus grande de la qualité et des caractéristiques de la bande magnétique ; il faut envisager l'emploi de bandes minces ou extra-minces, souples, de résistance mécanique à la tension suffisante, d'une surface parfaitement glacée et polie, sans aucune irrégularité de l'enduit magnétique.

Fort heureusement, les constructeurs de bandes magnétiques mettent désormais à la disposition des amateurs des bandes de haute qualité, généralement à support en polyester préétiré, de très grande résistance mécanique à la traction, très minces, et de haute qualité ma-

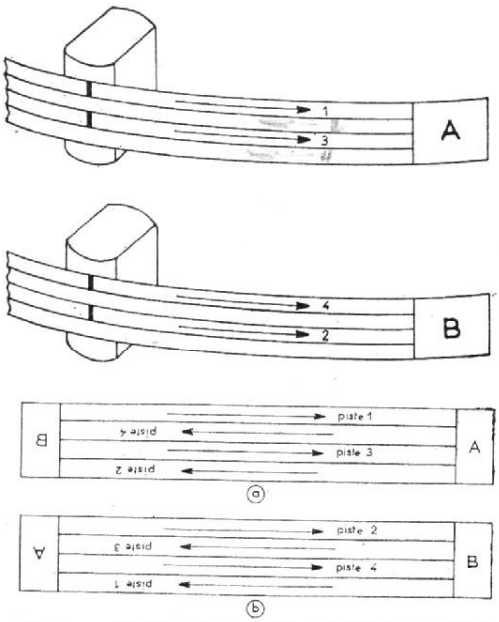


FIG. 4. — *Emploi d'une tête magnétique à deux fentes empilées pour l'enregistrement et la lecture à quatre pistes et détails de l'inscription stéréophonique ou monaurale*

gnétique. On peut citer ainsi dans cette catégorie, les récents modèles AGFA, SONOCOLOR, PYRAL, KODAK, etc... Le polyester préétiré, avec liant peu sensible aux frictions et enrobant l'agent magnétique, permet d'établir des bandes très minces, à grande résistance à la rupture ; l'épaisseur du support peut être réduite à 25 ou même 18 microns, et l'épaisseur de l'enduit magnétique à 10 ou à 9 microns ; l'épaisseur totale varie ainsi entre 25 et 53 microns, tandis qu'elle peut atteindre 70 microns pour certains usages professionnels.

Ainsi, on peut enrouler sur des bobines de diamètre de 125 mm seulement des longueurs de 200 ou 360 mètres, alors qu'avec du ruban standard ancien, on ne pouvait utiliser que 180 mètres ; de même, sur des bobines de 178 mm, on peut enrouler 530 à 720 mètres, au lieu de 360 mètres autrefois (fig. 6).

L'avantage consiste ainsi dans une réduction de l'encombrement et les propriétés mécaniques demeurent excellentes, les qualités magnétiques sont toujours conservées, avec une force coercitive, par exemple, de l'ordre de 240 œrsteds et une rémanence de l'ordre 1 000 gauss.

Si l'on ne prenait pas des précautions suffisantes, le rapport signal/parasite tendrait à saffaiblir, car le signal utile est proportionnel au nombre de particules magnétiques, c'est-à-dire à la hauteur de la piste, et le bruit de fond, de son côté, est proportionnel à la racine carrée du nombre des particules magnétiques.

Il y a ainsi intérêt à renforcer l'enregistrement, surtout dans la zone maximale d'audibilité, de façon à réduire cette diminution apparente du rapport signal/parasite ; mais cette compensation n'est pas très importante. Pour la musique d'orchestre, par exemple, il suffit d'améliorer les niveaux des signaux de l'ordre de 4 dB, ou même moins, sans risque de surcharge.

L'alignement précis des pistes, et par suite, des têtes magnétiques est particulièrement nécessaire, et la tension de la bande doit être assurée avec soin, de façon à éviter les oscillations longitudinales. Les phénomènes dus à des effets mécaniques de ce genre sont plus gênants pour les faibles longueurs d'ondes sonores enregistrées à vitesse réduite et, dans les appareils de qualité, le pleurage et les sons vibrés ne doivent pas dépasser 0,3 %.

LA REDUCTION POSSIBLE DE LA VITESSE

L'augmentation du nombre de pistes concernant surtout le magnétophone d'amateur diminue l'intérêt de la réduction de la vitesse de défilement ; on tend, d'une manière générale, à abaisser cette caractéristique. On utilisait ainsi autrefois dans le magnétophone professionnel, la vitesse standard de 77 cm/seconde ; puis elle a été ramenée à 38 cm/seconde, et déjà, pour la plupart des applications et, en tous cas, pour le chant et la parole, on adopte généralement 19 cm/seconde.

Il fallait pourtant obtenir ce résultat sans réduction correspondante de la qualité sonore, et il a fallu résoudre des problèmes d'entraînement, car il est difficile d'assurer une vitesse de défilement uniforme assez faible. Les volants utilisés pour régulariser la vitesse de rotation des cabestans sont de moins en moins efficaces, à mesure qu'ils tournent moins vite, et il en est de même pour les rotors de moteurs à induction, la vitesse pratique limite est de 2,4 cm/seconde.

A l'heure actuelle, avec 18 cm/seconde, et même sur des modèles récents, avec 9,5 cm/seconde, on peut assurer une bande de fréquences s'étendant jusque vers 12 kc/s, avec un bruit de fond de — 40 dB et un pleurage de

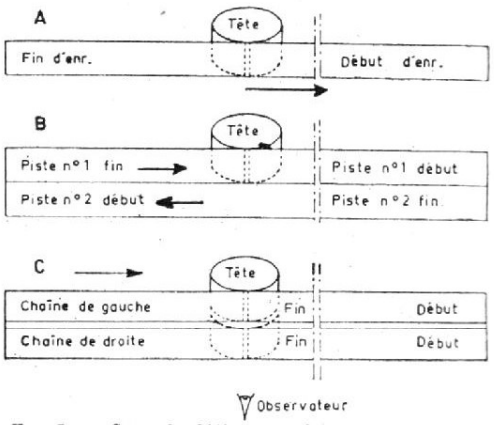


FIG. 5. — *Sens de défilement de la bande magnétique suivant le standard international : A : monopiste ; B : bipiste monaural ; C : bipiste stéréophonique*

0,3 %, ce qui était uniquement possible, il y a quelques années, avec les appareils professionnels à 77 cm/seconde.

Mais, pour obtenir cette extension de la bande musicale à si faible vitesse, il a fallu, avant tout, modifier les têtes magnétiques et réduire la largeur des fentes, aux environs de 4 à 6 microns ; il serait d'ailleurs ridicule de

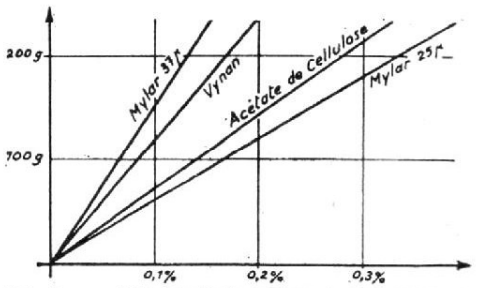


FIG. 6. — *Allongements comparés de différents supports de bandes magnétiques avec une tension de bobinage de 200 g.*

croire que l'emploi de ces têtes suffit pour enregistrer et reproduire à vitesse lente des signaux de fréquence élevée ; il faut encore que ces signaux ne soient pas déformés et mutilés par tous les éléments intermédiaires du montage.

En pratique, la bande passante des meilleurs appareils actuels de série est limitée vers 12 à 14 kc/s, pour une vitesse de 19 cm/seconde et de 6 à 8 kc/s pour 9,5 cm/seconde, avec une

variation de l'ordre de 3 à 5 dB, mais ces qualités ne peuvent être exigées que pour des appareils neufs et bien contrôlés.

Ne confondons pas ces résultats sûrs et pratiques avec ceux que l'on promet quelquefois légèrement dans le domaine d'amateur, ou ceux que l'on peut atteindre dans des modèles spéciaux prototypes, aux éléments particulièrement choisis. On a, paraît-il, réalisé des appareils à 9,5 cm/seconde permettant d'atteindre des fréquences de 15 à 16 kc/s et l'on aurait obtenu des résultats analogues à des vitesses de 4,75 cm/seconde mais avec quels montages et à quels prix ?

COMMENT MULTIPLIER L'ENREGISTREMENT ?

L'avènement des systèmes d'enregistrement stéréophonique et multipistes, et l'emploi des têtes magnétiques doubles permettent d'effectuer un grand nombre d'effets sonores impossibles à réaliser autrefois ; il en est ainsi, en particulier, pour les procédés permettant à un chanteur seul d'enregistrer des duos ou des trios, ou de s'accompagner lui-même avec deux ou trois instruments.

Nous avons donné, à ce sujet, des indications qui méritent d'être rappelées avec plus de précisions. D'une manière générale, on divise, comme à l'habitude, la bande magnétique en deux parties, les pistes supérieures et inférieures, comme dans l'inscription habituelle. En utilisant le contacteur mettant en circuit les têtes magnétiques, on met en action les têtes d'enregistrement alternativement sur la piste supérieure et la piste inférieure et, en même temps, la tête de lecture est mise en circuit (fig. 7).

Après l'enregistrement de la première partie sur la piste supérieure, on connecte les têtes, de sorte que la piste supérieure est reproduite et au moyen d'un bouton de mixage, on ajoute

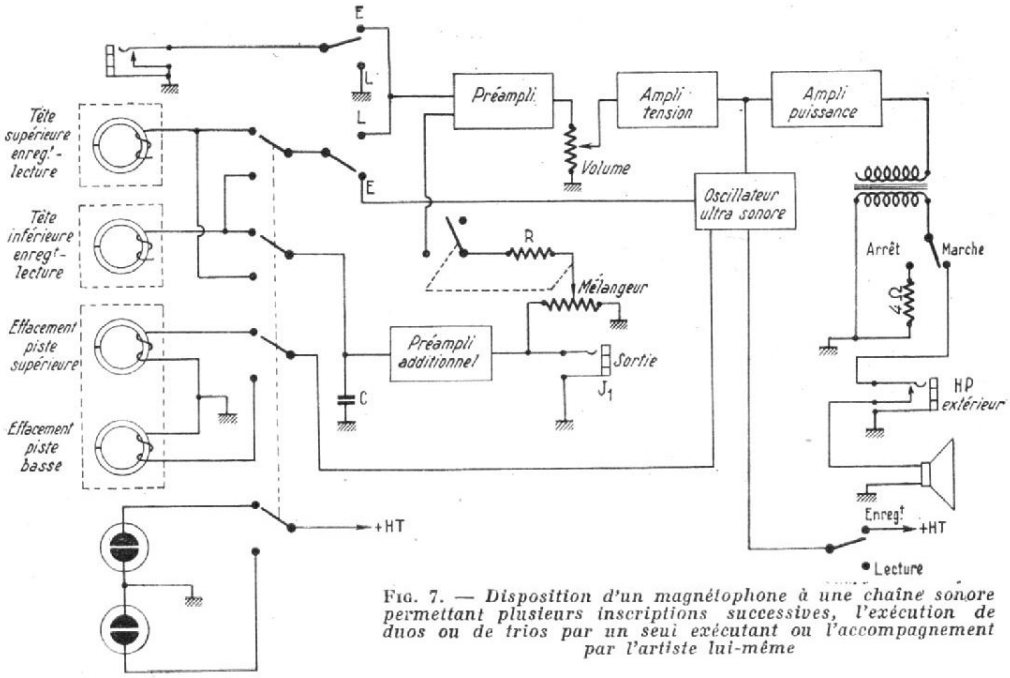


FIG. 7. — *Disposition d'un magnétophone à une chaîne sonore permettant plusieurs inscriptions successives, l'exécution de duos ou de trios par un seul exécutant ou l'accompagnement par l'artiste lui-même*

l'inscription à l'enregistrement effectué sur la piste inférieure, pendant qu'on inscrit la seconde partie de l'enregistrement.

Les têtes sont mises en circuit alternativement et le procédé est répété, jusqu'à ce que l'on ait enregistré le nombre d'enregistrements désirés. On peut écouter à l'aide d'un casque téléphonique relié à la prise de jack du haut-parleur extérieur, ce qui permet d'être renseigné sur la qualité de l'inscription et de la modifier de nouveau, s'il y a lieu.

Avec un enregistreur prévu pour la lecture stéréophonique, il suffit d'ajouter une tête additionnelle d'effacement pour la piste inférieure, un contacteur de tête, et un contrôle du niveau de mélange ; le couplage entre l'oscillateur et le pré-amplificateur est effectué dans la tête d'enregistrement.

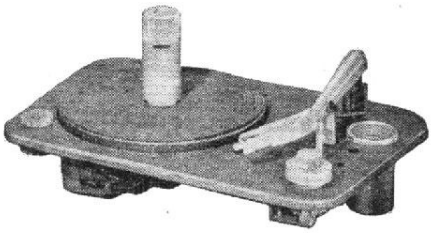
On voit, sur la figure 7, le détail d'un montage. Le procédé est, sans doute, plus complexe qu'en utilisant deux machines ou un appareil stéréo, mais il évite d'avoir recours à l'aide d'un ami ou d'un parent, si l'on a un appareil monophonique seulement.

P. HEMARDINQUER.

Platines tourne-disques

avec ou sans

CHANGEURS



Platines magnétophones

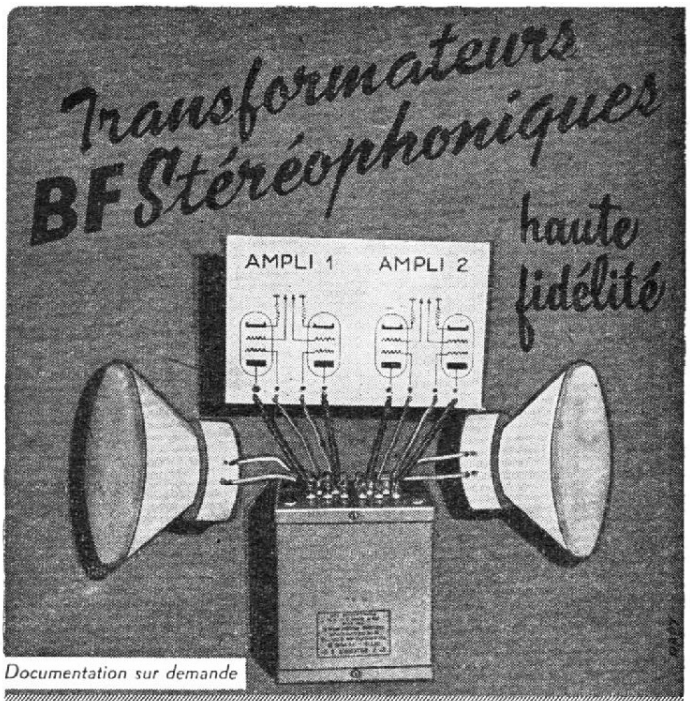
Demandez notre documentation

Radiohm

27 ter, Rue du Progrès - MONTREUIL-sous-BOIS (Seine)

Tél. : TOU. 08-74

Y. P.



Documentation sur demande

ETS P. MILLERIOUX

187-197, ROUTE DE NOISY-LE-SEC

ROMAINVILLE (Seine) - VIL. 36-20 & 21

STS

Comment choisir un magnétophone ?

Lorsqu'il s'agit de choisir une machine d'enregistrement magnétique, un magnétophone, l'intéressé reste souvent longuement perplexe devant les possibilités techniques et réelles de l'appareil, ainsi que devant les prix. Pour ces derniers, par exemple, l'échelle s'étale approximativement de 500 NF à 3 000 NF, voire davantage ; c'est tout dire ! Il est certain que le prix dépend lui-même des possibilités de l'appareil, mais aussi de ses qualités (fidélité de reproduction, qualité du matériel, etc...). Mais alors, comment guider son choix dans ce dédale ?

Nous pensons qu'il convient tout d'abord de bien fixer ses idées sur *ce que l'on veut :* Appareil monophonique ou stéréophonique ? Deux pistes ou quatre pistes ? Une tête combinée unique « enregistrement-lecture » ; ou deux têtes séparées, l'une pour la lecture, l'autre pour l'enregistrement ? Un amplificateur fonctionnant tout à tour à l'enregistrement et à la reproduction, ou deux amplificateurs séparés ? Système d'entraînement à un seul moteur ou à plusieurs moteurs ? Appareil autonome fonctionnant en enregistreur et en reproducteur ; ou appareil enregistreur uniquement, la reproduction étant assurée par un amplificateur séparé ? Alimentation sur secteur, ou appareil essentiellement portatif (magnétophone à transistors alimenté par piles) ?

Et volontairement, nous passerons ici sur des points peut-être de détail, mais qui ont malgré tout leur importance, tels que : haut-parleur incorporé ou haut-parleur extérieur dans enceinte acoustique ; contrôle de modulation par « œil magique » ou par outputmètre (décibelmètre ; vu-mètre) ; aspect, présentation, etc...

Notons que tous les points ci-dessus peuvent être combinés entre eux et fournir autant de variantes susceptibles d'influencer le choix de l'intéressé. Néanmoins, malgré la variété des « espèces », les multiples magnétophones peuvent se classer en diverses catégories et le propos de cet article est de situer leurs mérites respectifs et leur but, en s'appuyant surtout sur les performances réelles, sur les caractéristiques techniques, sans nous laisser influencer par les termes de « haute fidélité » et « autres grades de fidélité » n'existant trop souvent que sur le prospectus de l'appareil. Et tout ceci, de façon objective et impartiale, sans chercher à prétendre que ceci est plus important que cela... le choix final restant évidemment et uniquement à l'intéressé qui, après lecture de cet article, saura sans doute mieux voir et mieux entendre.

●

Avant de considérer les catégories de base des magnétophones, il importe de connaître les éléments constitutifs fondamentaux susceptibles d'être combinés dans diverses réalisations.

Ces éléments sont au nombre de cinq, et ceci est illustré schématiquement sur la figure 1 où nous avons :

1 = Têtes et section mécanique (entraînement de la bande ; rebobinage accéléré - marche arrière ; marche avant accélérée).

2 = Amplificateur d'enregistrement avec systèmes d'égalisation et de correction BF (agissant généralement sur les aiguës) et dispositif oscillateur HF pour prémagnétisation et effacement.

3 = Amplificateur de reproduction avec systèmes d'égalisation et de correction BF agissant généralement sur les graves.

4 = Amplificateur de puissance se terminant le plus souvent par un étage simple, c'est-à-dire sans push-pull.

5 = Haut-parleur.

Nous ne mentionnons pas l'alimentation, cela va sans dire.

Dans la majorité des magnétophones, notamment ceux de vente courante aux amateurs, les sections 2 et 3 ne forment généralement qu'une unité. Il n'y a qu'un seul amplificateur fonctionnant tout à tour à l'enregistrement et à la reproduction, les corrections BF étant également faites alternativement.

Dans quelques rares appareils, l'amplificateur de puissance et le haut-parleur ne sont pas prévus ; il faut obligatoirement avoir recours à un amplificateur extérieur pour l'audition.

Enfin, certains constructeurs incluent, ou n'incluent pas, dans le prix de vente de leurs appareils, certains accessoires extérieurs tels que microphone ou autres organes. Ceci est important et il faut aussi en tenir compte au moment de l'appréciation du montant de la future facture... car il existe des microphones à 10 NF... et à 100 NF, et même davantage, selon la qualité.

●

Les éléments (ou « unités ») dont nous venons de parler sont généralement associés entre eux, par les constructeurs, selon cinq procédés. Mais nous ne ferons pas encore de distinctions entre les machines monophoniques et stéréophoniques, ou les machines utilisant une tête combinée « enregistrement-lecture » unique ou des têtes séparées ; ceci sera discuté séparément.

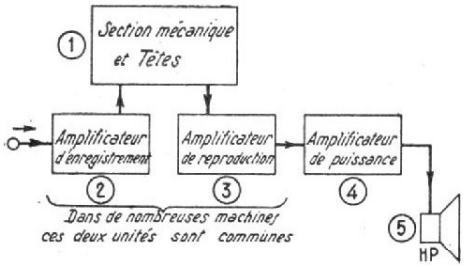


Fig. 1

1. — Reproducteur de bande (ou « tape-player »).

Il s'agit d'une simple platine mécanique comportant les systèmes d'entraînement de bande et de rebobinage, ainsi qu'une tête de lecture.

En quelque sorte, l'appareil peut se comparer à un tourne-disque avec son pick-up ; il ne peut s'utiliser qu'avec des bandes pré-enregistrées commercialement ou enregistrées par des amis, mais ne permet pas l'enregistrement. Pour l'audition, la sortie de la tête est reliée par câble blindé à l'entrée d'un amplificateur BF de gain suffisant... tout comme s'il s'agissait d'un pick-up.

2. — Reproducteur de bande avec section électronique.

Il s'agit d'un appareil comme le précédent, mais possédant un amplificateur de reproduction incorporé ; d'où son fonctionnement autonome possible. On élimine ainsi les ronflements toujours à redouter dans les liaisons à faible niveau « tête-amplificateur auxiliaire ». En outre, la section électronique comporte très exactement les dispositifs correcteurs et égalisateurs BF convenables pour l'amélioration de la réponse « tête-bande ».

3. — Machine avec section électronique d'enregistrement et de lecture.

Ceci constitue le magnétophone comme on a l'habitude de le concevoir le plus couramment, et c'est, par essence, un enregistreur.

Non seulement, il est possible d'écouter des bandes pré-enregistrées par ailleurs si on le désire, mais il est également possible d'enregistrer soi-même des bandes à partir de la radio, de disques, ou via microphone, et de reproduire ces bandes évidemment.

On pourrait être tenté de faire appel à une section électronique séparée. Toutefois, il est préférable d'utiliser (notamment pour l'enregistrement) une section électronique parfaitement adaptée aux têtes ; c'est pourquoi cette partie est toujours incorporée à la platine mécanique d'enregistrement. On est ainsi certain :

a) d'obtenir les performances maximales de l'ensemble, le minimum de distorsion et une bonne réponse dans le registre « aiguës », la valeur optimum du courant HF de prémagnétisation pour une tête d'enregistrement donnée étant extrêmement critique ;

b) d'avoir la valeur correcte du courant HF requis par la tête d'effacement (ce courant variant avec les diverses fabrications) ;

c) d'avoir des indications exactes du taux (ou niveau) d'enregistrement par le modulomètre (ou l'indicateur quelconque) étalonné avec l'appareil et pour la tête utilisée.

Toutes ces conditions ne seraient que très imparfaitement satisfaites avec une section électronique séparée ayant la prétention de s'associer indifféremment avec telle ou telle platine mécanique.

4. — Section mécanique avec partie électronique d'enregistrement (ou enregistrement seul).

Ceci est une nouvelle tendance conçue pour une question de poids. On obtient ainsi des enregistreurs simples, légers, peu encombrants et aisément transportables (interviews). L'appareil comporte une section mécanique accompagnée d'un préamplificateur BF et des circuits HF pour l'attaque de la tête d'enregistrement.

L'audition doit se faire par ailleurs, sur un appareil du type n° 1 ou n° 2, ou sur un magnétophone classique (type n° 3).

5. — Appareil incorporé dans un meuble-bar, meuble-console, etc...

Dans de tels meubles, on peut concevoir, soit un simple reproducteur de bande (type 1), soit un appareil dérivé du type 3, c'est-à-dire enregistreur et reproducteur. Dans tous les cas, à l'audition des bandes, on bénéficie de l'excellente qualité de reproduction de tels meubles : section BF généralement soignée, haut-parleur de grand diamètre, enceinte acoustique, etc...

Notons pour terminer cet examen, que les appareils des types 1 et 2 ne sont pas très répandus en France.

●

Voyons maintenant la question du nombre de pistes. Les appareils dits « à deux pistes » sont désormais périmés. Tous les magnétophones modernes sont du type « quatre pistes », ainsi que, évidemment, les magnétophones prévus pour la stéréophonie. Toutefois, il est intéressant de rappeler les points suivants :

a) Il n'est pas possible d'écouter sur un appareil « 2 pistes », une bande magnétique enregistrée en 4 pistes ; on reproduirait deux pistes enregistrées simultanément.

b) Par contre, l'inverse est possible. On peut écouter sur un appareil « 4 pistes », une bande enregistrée en deux pistes, bien que le rapport « signal/bruit » soit tout de même moins favorable que dans le cas de l'utilisation normale.

c) Il est possible d'enregistrer une bande en deux pistes sur un magnétophone à quatre pistes, ladite bande étant destinée à être écoutée sur un appareil à deux pistes.

d) Au point de vue stéréophonie, les équipements modernes sont généralement conçus à partir d'appareils à 4 pistes. Néanmoins, on peut concevoir un appareil stéréophonique en deux pistes. Bien entendu, dans tous les cas, les sections électroniques d'une part, et la tête (enregistrement ou lecture) d'autre part, doivent être conçues pour la stéréophonie.

Tout ceci est illustré par la figure 2. Pour la tête « 4 pistes », en monophonie, les deux éléments fonctionnent l'un après l'autre (commutation) ; en stéréophonie, les deux éléments fonctionnent simultanément.

En considérant les têtes et les sections électroniques, divers arrangements sont possibles. Mais, généralement, on se limite aux suivants :

a) Tête et section électronique fonctionnant l'une et l'autre, tour à tour, en enregistrement et en reproduction.

b) Section électronique fonctionnant tour à tour en enregistrement et en lecture ; mais deux têtes distinctes, l'une pour l'enregistrement, l'autre pour la reproduction (facilité dans l'adaptation des impédances).

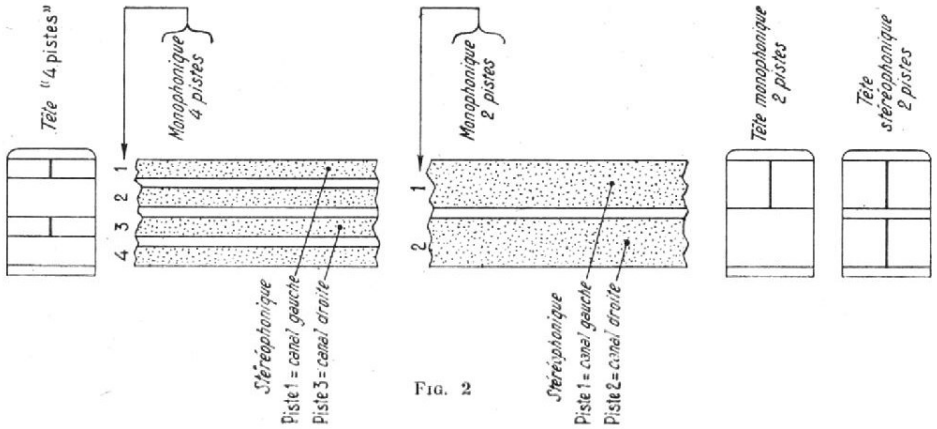


FIG. 2

c) Tête d'enregistrement avec amplificateur d'enregistrement, d'une part, et d'autre part, tête de lecture avec amplificateur de reproduction.

Ce dernier arrangement est évidemment une solution chère, que l'on ne rencontre que sur les appareils de grande classe ; elle présente des avantages certains :

1° - facilité d'adaptation des impédances ;

2° - commutations simples (par l'alimentation, par exemple) donc sans risque de ronflements d'induction ;

3° - possibilité d'écoute immédiate et simultanée, permettant d'apprécier auditivement les distorsions, saturations, niveau d'enregistrement, mélange, etc...

4° - possibilité de rectifier immédiatement si besoin est, la transmission « amplitude-fréquence » (correcteurs BF, commandes de timbre graves-aiguës, à l'enregistrement) ;

5° - possibilité de création d'un écho artificiel ;

6° - Possibilité du « re-recording », à condition de placer une seconde tête de lecture **avant** la tête d'enregistrement dans le sens de déroulement du ruban.

●

Lorsqu'on épluche le marché, pour l'achat d'un magnétophone, on est étonné par la variété des caractéristiques offertes ou par l'annonce de certaines prétentions.

Celui qui s'intéresse aux performances « haute-fidélité » doit se baser sur les spécifications *minimales* garanties suivantes :

a) Réponse « amplitude-fréquence » de 40 à 15 000 Hz entre ± 1 dB ou ± 1,5 dB (soit, en tout, 2 dB ou 3 dB) pour le défilement à la vitesse de 19 cm/s. Une réponse en fréquences dans laquelle on ne spécifie pas l'affaiblissement considéré ou admis, ne signifie évidemment rien !

b) Rapport « signal/bruit » au moins de 50 dB, d'après un niveau d'enregistrement produisant seulement 3 % de distorsion harmonique à la fréquence de 400 Hz environ.

c) Pleurage : 0,2 %.

d) Exactitude de la vitesse de défilement : 1 %.

Et bien entendu, ne pas se fier au prospectus ; demander des essais !

Parmi les autres caractéristiques importantes, nous pouvons citer :

1° Type du modulomètre ou indicateur de niveau d'enregistrement (œil magique ou vumètre).

2° Vitesses de défilement. Elles ont été standardisées aux valeurs suivantes : 19 cm/s, 9,5 cm/s et 4,75 cm/s. Certaines machines offrent deux vitesses ; d'autres permettent les trois vitesses.

3° Certains appareils d'enregistrement disposent de plusieurs entrées pour plusieurs microphones, plusieurs pick-up, etc... (entrées « radio » également) ; autrement dit : entrées à divers niveaux. Il est indispensable que les gains de ces entrées soient réglables indépendamment, et intéressant que ces diverses entrées soient mélangeables (fonctionnement simultané).

4° Pour le défilement avant-accéléré ou le défilement arrière-accéléré (rebobinage), il est indispensable que le ruban soit dégagé des têtes, pour éviter l'usure prématurée par frottement.

5° Le compteur de bande doit être assez rapide, assez multiplié ; il permet mieux ainsi de repérer avec exactitude telle ou telle partie de la bande (débuts des enregistrements désirés).

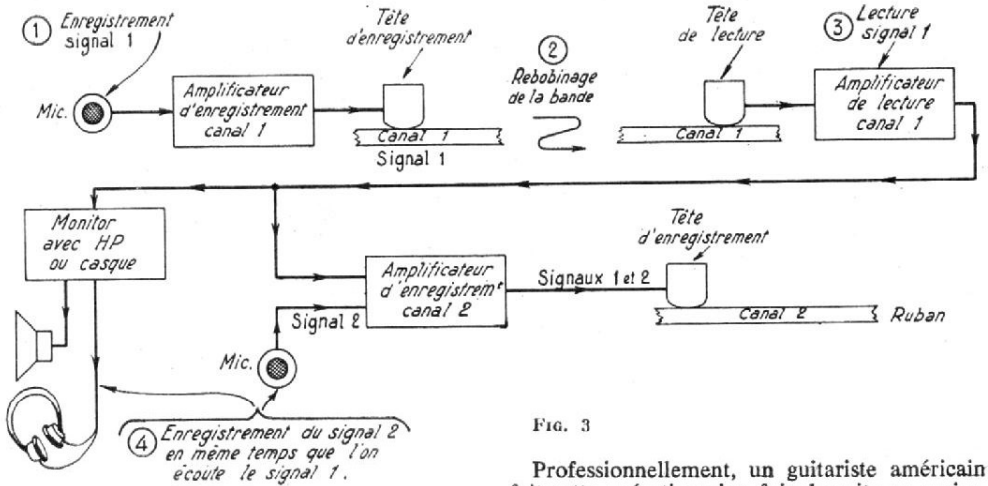


FIG. 3

6° De nombreuses machines emploient des patins de pression assurant un bon contact du ruban sur les têtes. L'usure de ces patins ou un mauvais réglage de leur pression peut amener du pleurage. Les machines professionnelles évitent l'emploi de tels patins, et à la place, on prévoit une combinaison de guides du ruban et de systèmes de contrôle de tension mécanique du ruban, l'ensemble assurant un contact parfait sur les têtes.

7° Des machines comportent un système d'arrêt automatique lorsqu'on arrive à la fin de la bande ; le déclenchement est assuré par une petite attache métallique fixée sur le ruban. Certaines machines comportent également un système d'arrêt automatique en cas de rupture de la bande:

8° Pour le technicien chargé de l'entretien de l'appareil, il importe que les divers réglages de mise au point (tels que corrections BF, réglage de l'indicateur de niveau, valeurs des intensités des courants HF d'effacement et de prémagnétisation) soient aisés à effectuer.

9° Les départs et les arrêts du ruban doivent être rapides, presque instantanés.

10° La fréquence recommandée de l'oscillation HF pour le courant de prémagnétisation à l'enregistrement est de 60 kHz ; ceci pour éviter tout battement audible possible entre ladite oscillation et les *harmoniques* des signaux BF à enregistrer.

Dans le cas d'une machine monophonique, le re-recording nécessite des têtes de lecture d'enregistrement séparées, la tête de lecture étant placée *avant* la tête d'enregistrement (dans le sens de déroulement de la bande), contrairement à la partique habituelle. Ou alors, il faut disposer une seconde tête de lecture, montée comme il se doit. Le procédé étant désormais bien connu, nous ne nous y étendrons pas davantage.

D'autre part, certains magnétophones stéréophoniques permettent le re-recording assez facilement :

1° si un canal peut fonctionner en enregistrement pendant que le second canal fonctionne en reproduction ;

2° si des niveaux d'entrée faible et élevé peuvent être utilisés simultanément.

Ce qu'il convient de réaliser est illustré sur la figure 3.

Les premiers signaux sont enregistrés sur le canal 1. Ensuite, le ruban est rebobiné. Le canal 1 est alors reproduit, et les signaux lus sont dirigés simultanément sur l'enregistrement canal 2 et sur un « monitor » avec haut-parleur ou casque d'écoute (via un amplificateur interne ou externe). Dans le même temps, les seconds signaux sont appliqués au canal 2, *en mélange*, pour l'enregistrement.

Les réglages des niveaux d'entrée doivent être faits avec soin, et l'on peut recommencer le procédé autant de fois que l'on veut, en transportant chaque fois les enregistrements déjà faits d'un canal à l'autre.

Professionnellement, un guitariste américain fait cette opération cinq fois de suite au moins, en jouant chaque fois le même morceau, mais dans des « parties » différentes. A l'audition finale, c'est un orchestre de guitares ; pourtant il est seul !

●

Cet article s'est étendu sur les multiples variantes dans l'équipement et les caractéristiques des machines à ruban. En fin d'analyse, c'est tout de même au lecteur de se décider sur ce qu'il veut, selon l'emploi envisagé, selon la qualité désirée... et selon son portefeuille. Souhaitons que cet article l'ait un peu guidé dans son choix.(*Adapté de « Stereo/Hi-Fi Directory »*) 1962.)

Où en est la sonorisation des films d'amateur ?

LE film de cinéma professionnel est uniquement sonore ; mais il existe encore beaucoup de projecteurs d'amateurs demeurés muets. On réalise des films sonores de 16 mm et de 9,5 mm à piste optique photographique par des procédés industriels, et on trouve des projecteurs substandard à lecteur de son photoélectrique ; mais leur emploi est de plus en plus réservé à des usages semi-professionnels d'enseignement, de documentation, ou par des collectivités.

Les amateurs ne sont pas cependant voués au muet et l'apparition de l'enregistrement magnétique a transformé le problème ; la sonorisation des films réduits ne peut guère être envisagée que par ce remarquable procédé, et les projections fixes elles-mêmes sont bien souvent sonorisées.

Nous avons déjà eu l'occasion d'étudier dans la revue, au fur et à mesure de leur apparition, les méthodes de sonorisation les plus récentes ; mais les solutions pratiques sont de plus en plus nombreuses et diverses. Sans doute n'est-il pas inutile de faire le point avec quelques précisions.

LES DIFFERENTS BESOINS DES AMATEURS

Avant tout, il faut d'abord se demander de quoi il s'agit exactement ; les desiderata et les goûts des amateurs sont divers et varient au fur et à mesure des progrès de la technique.

On peut sonoriser un film muet en jouant de la musique pendant la projection ; on peut le rendre parlant à l'aide d'un commentaire ou avec les voix mêmes des personnages qui conversent ensemble sur l'écran. On peut enfin combiner les paroles avec un fond musical et un bruitage précis.

Il y a des amateurs qui filment en famille, sans scénario préalable, et cherchent uniquement à conserver des souvenirs familiaux ou de voyage ; il y a ceux qui composent des films de vacances ou des documentaires avec un scénario préalable. Il y a, enfin, les amateurs évolués qui composent des films à scénario dignes de ce nom, des dessins animés, des chansons filmées, des films de genre ou des actualités.

Les amateurs de la première catégorie n'éprouvent pas le besoin d'une sonorisation complète ; un petit commentaire verbal leur suffit et ils ne sont guère difficiles sur les conditions de la synchronisation.

Ceux de la deuxième catégorie tiennent déjà à obtenir des résultats acceptables et, pour ceux de la troisième, la sonorisation est devenue une nécessité ; une synchronisation poussée leur paraît indispensable.

LES DIFFERENTES SYNCHRONISATIONS

En correspondance même avec ces différentes catégories d'amateurs, on peut distinguer **trois groupes généraux de méthodes,** destinés à assurer la correspondance entre l'image et les sons, par ordre de difficulté croissante.

Il y a d'abord **le film sonore avec fond musical,** qui rappelle plus ou moins les temps héroïques du cinéma muet et le triste pianiste des salles obscures ; cela suffit pour augmenter l'agrément de la projection, mais il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une installation complète et coûteuse.

La **post-sonorisation** ou **doublage** est la plus employée ; le film a été tiré en positif muet, et il est sonorisé « après-coup ». Il peut ainsi comporter des paroles, de la musique, sinon des dialogues enregistrés après le montage définitif. Mais il ne faut pas toujours en demander trop ; les monologues et les dialogues en gros plans exigent par doublage beaucoup de soin et de travail et un matériel de qualité.

Une autre méthode inverse consiste à enregistrer **le son avant la prise de vues,** qui s'effectue en muet. Les acteurs entendent les sons enregistré par l'intermédiaire d'un haut-parleur et prononcent, au fur et à mesure, les paroles correspondantes, en effectuant les gestes et les jeux de physionomie nécessaires. C'est **le double enregistrement** ou présynchronisation connu dans la technique professionnelle sous le nom de **playback** et baptisé **cinématisation** dans la technique d'amateur.

Ce procédé utilisé pour des films spéciaux de courte durée est à la portée de l'amateur ; mais n'était-il pas en honneur déjà chez les forains qui miment une chanson enregistrée ? Il exige évidemment beaucoup de soins et les résultats souvent fort insuffisants que nous constatons en télévision en montrent bien les difficultés.

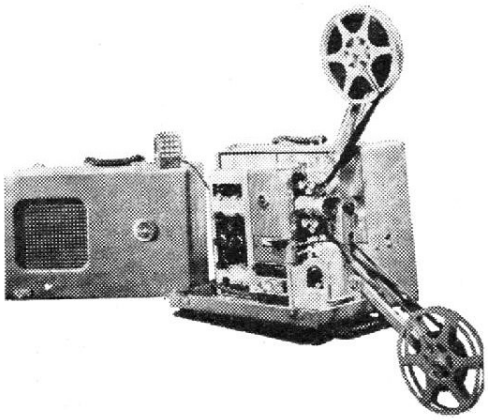


FIG. 1. — *Projecteur magnétique sonore complet de haute qualité à film à piste magnétique*

Enfin, la qualité absolue du synchronisme des monologues et des dialogues, la **correspondance exacte et instantanée** entre les mouvements des lèvres en gros plan et l'audition des paroles correspondantes, entre les mouvements des outils et les bruits, par exemple, ne peuvent guère être assurés d'une manière pratique, que par un enregistrement simultané des images et des sons, c'est-à-dire **au moment même de la prise de vues.**

LES CONDITIONS DU PROBLEME

Dans tous les cas, la sonorisation d'amateur est assurée à l'aide d'une machine magnétique, soit séparée, soit incorporée au projecteur lui-même, et le support magnétique est alors placé en marge du film d'images habituel entraîné par le moteur du projecteur.

Mais, la plupart du temps, le projecteur et la machine magnétique sont distincts ; de même, la caméra est séparée du magnétophone au moment de la prise de vues sonore, et il s'agit d'établir une liaison de synchronisme entre les deux dispositifs. Le but idéal est le synchronisme **instantané,** c'est-à-dire la correspondance exacte entre des images déterminées et le signal sonore correspondant, d'où la nécessité de faire défiler pendant une durée constante des longueurs égales ou proportionnelles du film et de bande magnétique.

Or, le moteur du projecteur muet est généralement du type universel et à vitesse variable suivant la charge, tandis que celui du magnétophone est du type asynchrone-synchronisé, tournant, en principe, rigoureusement à une vitesse angulaire constante. Les caméras sont normalement entraînées par un moteur mécanique à ressort, à régulateur centrifuge, ou par un petit moteur à courant continu alimenté par piles ou accumulateurs.

Une première solution pour obtenir des vitesses correspondantes de défilement des bandes d'images et de sons, consiste à employer **un moteur d'entraînement unique** pour le projecteur ou la caméra et la machine parlante, ou même à utiliser un moteur du projecteur convenablement régulé pour entraîner simultanément le film-images et la bande magnétique. Une deuxième solution analogue consiste **à relier mécaniquement** le projecteur ou la caméra au magnétophone, qui, en principe, possède un moteur plus puissant capable « d'asservir » et de régulariser celui du premier.

On peut aussi conserver les deux moteurs d'entraînement séparés en utilisant d'une manière distincte le projecteur ou la caméra et le magnétophone mais en adoptant un système de synchronisation asservissant le déroulement du film d'images à celui de la bande magnétique pilote.

C'est cette dernière solution, qui est encore la plus employée malgré ses inconvénients ; **les synchronisateurs** peuvent être mécaniques ou électroniques, mais la plupart sont **électromécaniques.** La méthode est souple ; elle permet à tout possesseur d'un magnétophone de l'utiliser pour la sonorisation de ses films, mais elle offre des difficultés nombreuses et assure assez rarement une synchronisation vraiment instantanée.

LES FILMS A PISTE MAGNETIQUE

Pour utiliser des caméras assurant les prises de vues et de sons simultanées et des projecteurs magnétiques sonores, on emploie des films, sur lesquels on fait placer par le fabricant lui-même, avant ou après développement, une bande d'enduit magnétique constituée par une sorte de peinture adhérente très mince. Les sons sont inscrits sur cette piste contiguë aux images sur la caméra ou sur le projecteur, qui possède alors une tête magnétique d'effacement et une combinée enregistrement-lecture ; ils sont reproduits à l'aide de cette même tête magnétique et évidemment avec un synchronisme absolu.

Les films réduits de tous formats peuvent recevoir la piste enduite sur la marge, mais ce dépôt est effectué nécessairement dans un laboratoire spécialisé. Pour le format 16 mm, la piste a environ 0,8 mm de large, elle peut être placée entre les perforations et le bord du film. Avec les films à une seule rangée de perforations, la largeur de la piste atteint 2,6 mm ; pour éviter les différences d'épaisseur entre les deux bords, on emploie cependant une deuxième piste symétrique de 0,8 mm, qui a un rôle uniquement mécanique.

Dans le format 9,5 mm, on couche la piste magnétique sur le bord du film et dans le 8 mm deux possibilités sont offertes : coucher une piste de 0,8 mm à côté des perforations, ou une piste de 0,6 mm sur le bord opposé, l'étroitesse de ces pistes indique bien les difficultés du problème, au fur et à mesure de la réduction des formats, sans parler, bien entendu, de la réduction correspondante de la vitesse de défilement.

Des progrès intéressants ont été réalisés récemment dans la fabrication de ces pistes, même avec la méthode classique. Cependant l'épaisseur du support en triacétate de cellulose est toujours de l'ordre de 13/100 de mm, l'épaisseur de l'enduit magnétique est de 1,7/100 de mm, la force coercitive est, par exemple, de 250 oersteds et la rémanence est de 1 040 gauss.

En 8 mm, la courbe de réponse à 16 images/secondes peut s'étendre de 60 à 4 000 Hz à ± 1 dB près ; à 24 images/seconde et en 16 mm elle s'étend de 40 à 7 000 Mz à ± 1 dB près. Avec une dynamique de reproduction de l'ordre de — 50 à — 56 dB et une distorsion harmonique totale de 1,8 %.

LES PROJECTEURS A FILM MAGNETIQUE

Dans ces appareils, le synchronisme avec un décalage d'images-son fixé une fois pour toutes, est assuré automatiquement ; la tête magnétique d'enregistrement et de reproduction est généralement normalement placée en dessous de la fenêtre du projecteur, mais on trouve maintenant sur des appareils récents des têtes magnétiques disposées sur un socle servant de support au projecteur muet, et qui renferme les éléments d'amplification électronique et les organes de commande (fig. 1).

Dans d'autres modèles, ces têtes magnétiques sont disposées sur une petite platine, également séparée du projecteur, et qui est fixée sur un bras support orientable, ce qui permet l'adaptation facile sur presque tous les types de projecteurs.

Ce procédé offre une très grande facilité d'utilisation, puisque l'enregistrement et la reproduction sont effectués sans aucun repérage spécial au moment du chargement et de la mise en fonctionnement ; en cas de rupture du film, le synchronisme est maintenu automatiquement, puisque toute coupure est effectuée nécessairement à la fois sur la bande images et sur la piste sonore, à condition de prendre des précautions nécessaires au moment du collage.

Il est cependant nécessaire d'utiliser un projecteur de caractéristiques électro-mécaniques convenables, car la transformation d'un appareil muet est beaucoup moins aisée qu'on peut le croire à première vue. D'autre part, en raison même de la vitesse réduite de défilement, et de la faible largeur de la piste sonore, dans les différents formats déjà signalés, la qualité de reproduction est plus ou moins fonction du format du film et risque de diminuer en même temps que celui-ci. L'épaisseur du support, son manque de souplesse relatif, la nature spéciale de l'enduit qui constitue une sorte de peinture en relief, présentent aussi des inconvénients évidents, atténués seulement par les progrès des fabrications signalées plus haut.

Le projecteur magnétique ne peut servir évidemment qu'à exécuter les enregistrements sonores destinés à accompagner les images du film, et non des enregistrements quelconques, comme le ferait un magnétophone à ruban.

Une solution un peu modifiée consiste à appliquer sur le projecteur un dispositif d'entraînement actionné par le mécanisme du projecteur lui-même, mais distinct, et qui sert seulement à entraîner un ruban magnétique perforé séparé du film de cinéma destiné à apporter les sons et défilant généralement à la même vitesse synchronisée automatiquement.

On conserve ainsi l'avantage du synchronisme absolu, mais la bande sonore peut être plus mince et plus souple et, au contraire, la piste aimantée beaucoup plus large. On peut même, en principe, choisir pour la vitesse de défilement du ruban perforé, une vitesse plus grande que celle du film d'images ; par contre, il faut toujours appliquer un tel dispositif sur un projecteur de haute qualité électromécanique actionné par un moteur robuste et puissant.

L'EMPLOI SIMPLIFIE D'UN MAGNETOPHONE SEPARE

Le projecteur muet peut rester alors inchangé, et on ne lui adapte aucun dispositif supplémentaire. La sonorisation est uniquement effectuée, tant pour l'enregistrement que pour la reproduction, à l'aide d'un magnétophone séparé à bande ; les procédés de **liaison entre projecteur et magnétophone** doivent être alors spécialement étudiés.

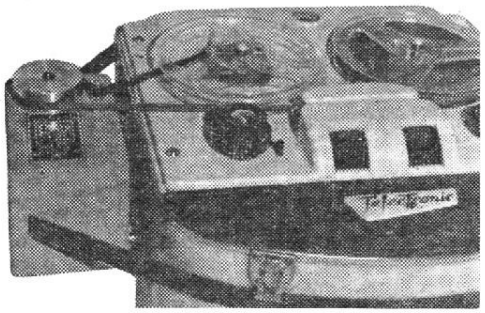


FIG. 2-*a*. — *Détail du synchronisateur*

On ne réalise pas une liaison matérielle précise entre le projecteur et le magnétophone ; on essaie seulement de rendre leurs vitesses de défilement approximativement égales, et l'on adopte des dispositifs avertisseurs de contrôle visuel ou sonore, qui permettent à l'opérateur de se rendre compte d'un déréglage possible nécessitant de sa part une manœuvre compensatrice.

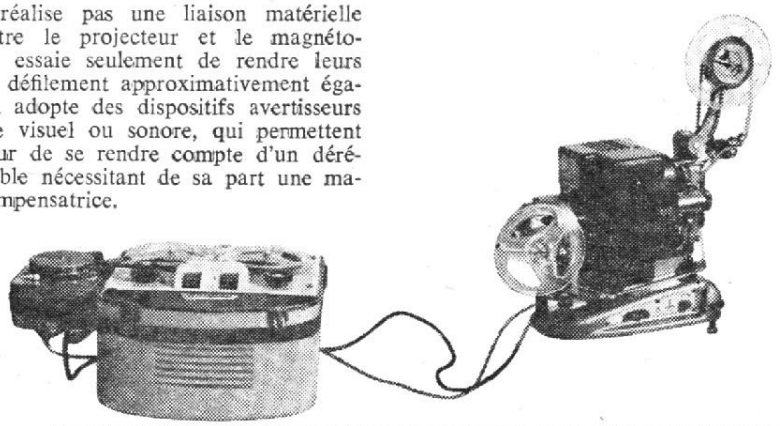


FIG. 2-*b*. — *Synchronisation électromécanique du projecteur muet avec magnétophone à bande perforée ou non*

Le procédé exige un contrôle continu de la part de l'opérateur ; il doit agir sur le bouton de rhéostat du moteur pour rétablir fréquemment le synchronisme. Il s'agit donc d'une méthode de fortune, et d'une application pratique difficile, lorsque la durée de la projection est assez longue.

LA LIAISON ELECTROMECANIQUE

Cette liaison de synchronisme entre un projecteur muet et un magnétophone séparé comporte, sous des formes diverses, un dispositif de contacteur sur le projecteur, et un autre sur le magnétophone, qui met en circuit, ou hors-circuit, automatiquement et constamment, un élément compensateur, constitué généralement par une résistance (mais qui pourrait être un bobinage), et qui augmente automatiquement ou réduit la vitesse du moteur du projecteur, suivant qu'il tend à se produire un décalage de ce dernier, en retard ou en avance par rapport à la marche du magnétophone.

Il s'agit là du procédé le plus spécifique à l'amateur, le plus répandu, et dont les formes pratiques sont multiples. En effet, il peut comporter un contacteur solidaire du cabestan du magnétophone ; il peut comporter aussi un système de commande actionné par le défilement du film ou du ruban magnétique, et variant progressivement suivant le décalage possible entre les deux appareils.

Dans un procédé de ce genre, on contrôle quelquefois le réglage de la vitesse du projecteur, d'après le décalage entre la rotation d'un axe du projecteur, et celle du cabestan du magnétophone. Ceci suppose, en principe, qu'il ne se produit aucun glissement, ni aucune variation de longueur du ruban. Il y a ainsi intérêt à adopter des systèmes de contacteurs de synchronisme commandés, non par un organe du mécanisme d'entraînement du magnétophone, mais **par le ruban lui-même** (fig. 2 et 3).

LA SOLUTION ELECTRONIQUE

On utilise encore un système compensateur réglant la vitesse du projecteur d'après la vitesse du magnétophone, ou, inversement, mais plus rarement, la vitesse du magnétophone d'après celle du projecteur. Dans ce but, on emploie aussi un contacteur mettant en circuit ou hors circuit des éléments de compensation, résistances ou bobinages.

Mais, à l'inverse du cas précédent, ce contrôle ne se fait plus par des moyens électromécaniques, mais **électroniques,** grâce à des impulsions enregistrées magnétiquement dans le magnétophone lui-même sur une deuxième piste du ruban.

Ce procédé permet d'éviter tous les effets nuisibles du glissement, ou des variations quelconques de longueur de ruban, puisque les signaux commandant la compensation sont portés par le ruban lui-même ; de sorte que le fonctionnement du contacteur ne dépend plus directement de la rotation du cabestan. Le procédé s'applique également avec succès à la synchronisation des caméras au moment de la prise de vue, pour la sonorisation directe.

Cette méthode tend à se répandre pour **la sonorisation professionnelle** ; son seul inconvénient est sa complexité relative, et, par conséquent, le prix de revient élevé des appareils nécessaires.

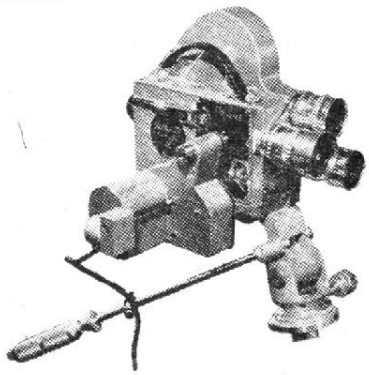


FIG. 3. — *Dispositif de synchronisation électromécanique sur une caméra de prise de vues*

UNE SOLUTION INGENIEUSE NOUVELLE LES BLOCS MAGNETOPHONES, PROJECTEURS

Pour assurer la sonorisation des projecteurs muets, une solution d'apparence simple consiste dans l'utilisation d'un seul moteur d'entraînement asynchrone-synchronisé assez puis-

sant, et dans l'asservissement mécanique du projecteur au magnétophone, ou inversement. Ce procédé exige la réalisation de dispositifs mécaniques délicats, puisqu'il faut assurer un entraînement parfaitement uniforme et sans à coups du projecteur, malgré toutes les variations d'entraînement du film.

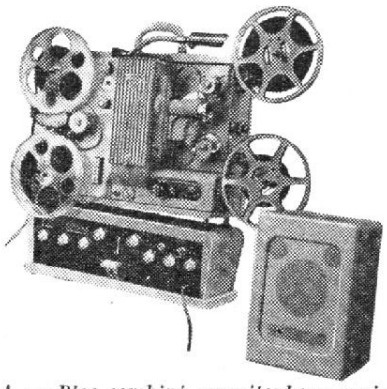


FIG. 4. — *Bloc combiné magnétophone projecteur à un seul moteur d'entraînement*

Les groupes **projecteurs-magnétophones** récents à moteur unique, comportent, d'un côté, un projecteur plus ou moins classique, parfois à plusieurs formats, et de l'autre un magnétophone à bande habituelle ; mais les deux appareils peuvent aussi, en principe, être utilisés séparément, le premier pour des projections muettes, et le second pour des enregistrements et des reproductions sonores de haute qualité.

On voit ainsi sur la photographie 4, un appareil français de cette catégorie, constituant un projecteur sonore à bande magnétique séparée. Le projecteur est actionné par un moteur asynchrone, il comporte une lampe bas voltage, et projette normalement des films de 16 mm à 18 et 24 images/seconde. Le magnétophone fonctionne avec différentes bandes de 6,25 mm lisses ou perforées, et à différents pas, à double piste dans le premier cas et à simple piste, évidemment, dans l'autre. L'emploi de la bande perforée évite tout risque de glissement. Une solution analogue est assurée avec deux blocs plus distincts, mais très rapprochés l'un de l'autre, reliés par un câble mécanique souple et formant le projecteur 8 mm, par exemple, d'une part, et le magnétophone, d'autre part. L'ensemble est entraîné par le seul moteur asynchrone du projecteur suffisamment puissant.

La bande magnétique utilisée peut comporter deux pistes séparées, sur lesquelles on peut inscrire deux enregistrements distincts, ce qui rend possible les truquages et les mixages les plus complexes, en enregistrant, par exemple, sur une piste les paroles et le chant, et sur l'autre la musique.

L'enregistrement et la restitution peuvent être effectués aussi bien successivement et séparément que simultanément, c'est-à-dire en mixage.

UN PROGRES RECENT LA PISTE MAGNETIQUE COLLEE

Il existe d'excellents modèles de projecteurs sonores 16 mm à piste magnétique, et l'on trouve même des projecteurs 8 mm établis suivant ce principe, et qui assurent des auditions de qualité très suffisante pour des amateurs, malgré la réduction de la largeur de la piste et de la vitesse de défilement.

Les inconvénients du système sont dus surtout, en fait, aux imperfections techniques et pratiques de la piste enduite elle-même. La plupart du temps, on envoie le film positif après montage à des fabricants spécialisés qui se chargent d'enduire un dépôt magnétique d'une largeur de l'ordre de 0,8 mm pour le format de 8 mm entre la rangée de perforations et le bord du film ; cet enduisage nécessite des manipulations, et il doit être réalisé avec le plus grand soin. La qualité de l'enregistrement et de la lecture ne peut être assurée que si l'enduit offre une surface suffisamment polie et s'applique exactement sur la surface des têtes magnétiques, sans pour cela produire une usure trop rapide des fentes de ces têtes.

Le support du film est déjà évidemment plus épais que le support d'une bande magnétique normale de magnétophone ; il est donc moins souple et a plus de peine à s'appliquer exactement sur les fentes des têtes magnétiques. De plus, l'enduit formé d'oxyde magnétique, doit avoir une surface suffisamment polie et non rugueuse, bien régulière et adhérente.

Enfin, cet enduit est plus ou moins épais ; comme il est appliqué sur la surface du film, il produit forcément une certaine surépaisseur qui peut présenter des inconvénients de caractère mécanique au moment du passage du film dans le couloir d'entraînement du projecteur ou de la caméra. C'est pourquoi, tout au moins dans le film de 16 mm, on utilise une deuxième piste symétrique de la première.

Le son par voie magnétique est ainsi devenu à la portée de tous les cinéastes amateurs ; mais cet intérêt normal a été souvent freiné, il faut le reconnaître, par les difficultés pratiques et la qualité souvent irrégulière des enregistrements, en particulier des inscriptions musicales. Ces difficultés proviennent surtout des imperfections de la piste magnétique, des irrégularités d'épaisseur, de largeur, et de rugosité pouvant produire du pleurage, des vibrations, des chevrotements, des variations d'intensité, des bruits, et l'altération des sons aigus.

Depuis longtemps, on a pourtant songé à remplacer la piste magnétique enduite sur la marge du film muet par une bande magnétique, plus ou moins comparable à une bande magnétique ordinaire, mais de largeur très réduite, souvent de l'ordre du millimètre, et **reportée par collage** à l'emplacement utile **sur la surface du film.** La méthode permet d'éviter l'opération de l'enduit et d'obtenir une surface magnétique bien polie, présentant à peu près toutes les propriétés du ruban magnétique habituel.

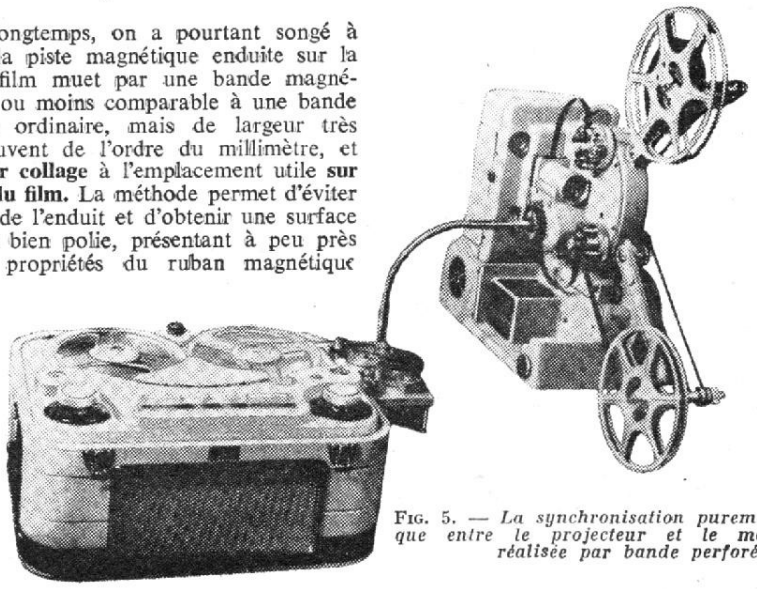


FIG. 5. — *La synchronisation purement mécanique entre le projecteur et le magnétophone réalisée par bande perforée*

Le procédé est très attrayant, en principe ; mais les difficultés pratiques à surmonter sont évidemment très grandes. C'est pourquoi les appareils industriels ont nécessité une mise au point assez longue.

Un procédé nouveau dans ce domaine, protégé par des brevets déposés en Europe et aux Etats-Unis, et appliqué au moyen de machines d'origine allemande, est maintenant à la portée des amateurs français, grâce à l'introduction de ces machines sur le marché. Les bandes magnétiques collées par ce procédé sur des films de 8 ou 16 mm sont des bandes homogènes d'excellente qualité, laminées, absolument régulières et de caractéristiques mécaniques et magnétiques analogues à celles des rubans employés sur les magnétophones. La seule différence essentielle réside dans l'épaisseur plus grande du film, qui ne s'oppose pas, cependant, à l'application exacte de l'enduit magnétique sur la surface des têtes d'enregistrement et de lecture.

Le film sonore pisté par vernis, de la manière habituelle, ne peut être utilisé immédiatement ; il faut souvent admettre un certain délai de séchage avant l'emploi. Le procédé à piste collée permet, au contraire, l'utilisation immédiate après le traitement, et permet les résultats satisfaisants lorsqu'on désire appliquer une piste sur des films munis d'un produit de protection, ou préalablement laqués.

LES BANDES PERFOREES ET LEUR EMPLOI

Le ruban magnétique séparé avec synchronisation électromécanique ne permet pas, bien souvent, une synchronisation absolue, tout au moins si le film à sonoriser correspond à une projection assez longue, dont la durée dépasse 10 minutes par exemple. On peut attribuer en grande partie ces défauts, dans les machines d'amateurs à synchronisation électro-mécanique, au glissement et à l'élasticité de la bande magnétique non perforée.

Le seul moyen d'éviter ces inconvénients, plus ou moins graves, suivant les usages envisagés, consiste à remplacer la bande magnétique lisse par **une bande perforée,** solution employée dans les enregistreurs magnétiques de cinéma professionnel, si l'on n'a pas recours à des dispositifs électroniques complexes.

L'emploi des bandes perforées présentait cependant de nombreux problèmes, parce qu'elles étaient réalisées jusqu'ici sur des supports trop épais, généralement en triacétate de cellulose, nécessitant des machines d'entraînement puissantes à tambour denté, avec des dispositifs spécialement étudiés pour assurer l'application exacte de ces supports moins souples sur les fentes des têtes magnétiques.

Les procédés récents de la fabrication des bandes ont permis de résoudre ces difficultés, grâce à l'emploi des supports nouveaux plastiques en polyester, tels que le mylar, qui offrent une résistance mécanique suffisante, même en faible épaisseur. On a ainsi découvert un moyen terme entre deux conditions difficiles à concilier : obtenir une épaisseur de bande telle que la résistance des perforations soit satisfaisante, tout en la conservant aussi mince que possible pour pouvoir disposer sur une bobine standard de l'ordre de 178 mm. d'une durée d'enregistrement suffisante.

Les bandes perforées que l'on peut désormais se procurer dans le commerce ont une épaisseur de 37 ou 50 microns ; elles comportent des perforations latérales au pas de 3,81 - 7,62 ou 5,95, ou une perforation centrale à trous circulaires au pas de 4,75, et la largeur reste toujours de 6,25 mm, ce qui permet l'utilisation sur des magnétophones ordinaires, sans aucune modification.

LA SYNCHRONISATION MECANIQUE PAR BANDES PERFOREES

Cet emploi des bandes perforées évite désormais les risques de glissement dans les synchronisateurs électro - mécaniques ; mais

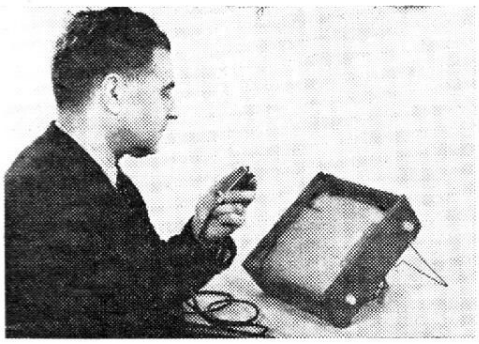


FIG. 6. — *Pupitre de doublage synchronisé facilitant le travail de l'amateur*

certains constructeurs ont également tenté de l'employer pour obtenir une synchronisation encore plus simple, **uniquement mécanique.**

Le synchronisateur est placé dans un coffret adaptable sur le côté du magnétophone, sans aucune transformation. La bande perforée sortant de la bobine débitrice du magnétophone s'engage simplement sur le tambour d'entrée du synchronisateur, qui permet d'asservir le projecteur d'une manière mécanique, en le maintenant automatiquement bloqué à la vitesse de 16 images/seconde (fig. 5).

La liaison entre le boîtier du synchronisateur et le projecteur s'effectue ainsi par un dispositif uniquement mécanique constitué par un câble flexible et souple.

LE PUPITRE DE DOUBLAGE POUR AMATEUR

La post-sonorisation des films muets exige un peu de soins et de pratique, surtout pour les débutants, et tous ceux qui ne possèdent pas de connaissances techniques suffisantes, mais il existe maintenant des dispositifs simples et pratiques qui facilitent ce travail.

On conçoit les difficultés de l'adaptation pour obtenir une synchronisation acceptable, spécialement lorsqu'il s'agit de gros plans. Les résultats sont souvent admissibles pour les films professionnels, à condition d'assurer le minutage avec le plus grand soin.

Pour les amateurs, il existe maintenant des pupitres de guidage automatiques, constitués essentiellement par un boîtier contenant un rouleau de papier de 21 cm de largeur (fig. 6).



FIG. 7. — *Caméra sonore 8 mm à film à piste magnétique équipée avec des transistors*

Cet appareil permet de faire défiler une bande de papier à une vitesse constamment liée à celle de la bande de sonorisation et, par suite, au nombre d'images projetées. Le texte du commentaire et l'indication de la musique sont écrits sur la bande de papier qui porte des points de repère très apparents.

Après une sorte de « mise en page », exécutée très facilement, l'enregistrement peut être réalisé en toute tranquillité, même sans avoir recours au projecteur, et en pleine lumière. Il suffit de mettre en marche le pupitre de doublage et de lire le commentaire et les paroles inscrites sur le papier au fur et à mesure du défilement. Le mode et la cadence de lecture sont ainsi imposés en quelque sorte au speaker d'une manière automatique.

En cas d'erreur, il est possible de revenir en arrière, et il n'y a plus besoin d'effectuer de nombreuses répétitions ; le procédé est également utilisable pour les projecteurs sonores à piste à film magnétique.

UNE SOLUTION ABSOLUE : LA SYNCHRONISATION INSTANTANEE

La post-sonorisation du film muet assure dans bien des cas des résultats acceptables ; mais, seule, la prise de son effectuée **au moment même de l'inscription des images,** permet une synchronisation absolue et instantanée, même pour les gros plans.

Ce procédé était assez peu employé, en pratique, jusqu'ici et envisagé seulement par un petit nombre d'amateurs privilégiés, mais

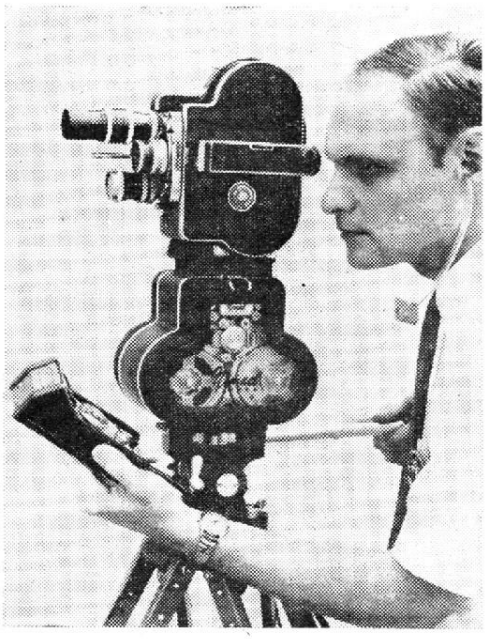


FIG. 8. — *Synchronisation absolue et instantanée au moment de la prise de vues obtenue avec un petit magnétophone à transistors*

il commence aussi à attirer l'attention des spécialistes. Nous voyons apparaître deux catégories de dispositifs nouveaux dont la réalisation a été rendue possible par l'utilisation des transistors qui peuvent être alimentés facilement par les piles sèches, et permettent de réaliser des montages réduits et légers, absolument autonomes.

Nous voyons, d'abord, des premiers modèles pratiques de **caméras sonores 8 mm,** très réduits, constituant de véritables petits blocs optiques et sonores, guère plus lourds et plus encombrants que les caméras muettes perfectionnées. Ces petits appareils entraînant le film à piste magnétique à 16 ou 24 images à la seconde, sont alimentés avec une batterie d'accumulateurs au nickel-cadmium de 12 volts, et les films, une fois réalisés, sont simplement projetés dans un appareil de projection habituel à têtes magnétiques. La caméra conserve tous les perfectionnements optiques des appareils ordinaires : objectifs interchangeables et à distance focale variable, viseur à champ variable, cellule photo-électrique de commande du diaphragme etc... (fig. 7).

Nous voyons, d'autre part, **des petits blocs enregistreurs magnétiques à transistors,** que l'on monte aisément en-dessous de la caméra de 16 ou même de 8 mm, et qui fonctionnent au moyen d'une bande magnétique perforée de 6,25 ou de 8 mm de largeur. La liaison entre le petit magnétophone et la caméra est assuré par un dispositif mécanique, de sorte que la synchronisation est entièrement automatique (fig. 8).

N'oublions pas, enfin, la possibilité d'assurer la synchronisation entre une caméra de prise de vues et un magnétophone à bande magnétique à l'aide d'un synchroniseur électromécanique, sinon électronique, mais, bien entendu, dans ce cas, il faut songer, la plupart du temps, à remplacer s'il y a lieu, le moteur à ressort de la caméra par un moteur électrique convenable.

LA PROJECTION FIXE DEVIENT EGALEMENT SONORE

La projection des diapositives connaît désormais un nouvel essor, depuis l'avènement des formats réduits et surtout des nouvelles émulsions en couleurs. Les projecteurs, d'une qualité optique de plus en plus perfectionnée, peuvent désormais être équipés avec des systèmes de commande automatiques et à distance, assurant le passage d'une vue à l'autre, à l'aide d'un câble de liaison, sinon d'un système de contrôle sans fil (lumière, ultra-sons, etc...). Il y a même des systèmes de fondu enchaîné permettant le passage progressif d'une vue à la suivante, d'une façon agréable et artistique.

Mais, les images fixes peuvent être également sonorisées au moyen d'un magnétophone séparé, grâce à un dispositif de commande automatique assurant le changement de vues du projecteur au fur et à mesure de l'exécution des commentaires, sinon de l'audition d'un accompagnement musical. L'une après l'autre, les images apparaissent sur l'écran, avec accompagnement sonore automatique.

Il suffit, pour cela, d'utiliser un petit boîtier de commande, placé à côté d'un magnétophone à bande, et qui comporte un tambour sur lequel vient défiler la bande magnétique. Le système convient pour toutes les vitesses de défilement de ruban. Equipé de transistors, il assure à intervalles quelconques, la fermeture du circuit électrique et le changement de vues du projecteur. L'appareil peut donc servir également à d'autres usages, s'il y a lieu (fig. 9).

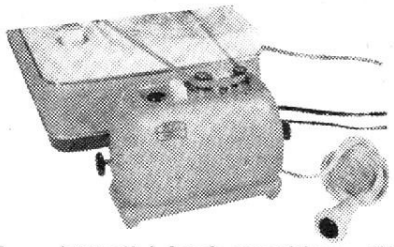


FIG. 9. — *Appareil à bande magnétique relié au magnétophone et commandant automatiquement le passage des vues fixes d'un projecteur pour assurer un commentaire synchronisé*

Lors de l'enregistrement du texte, le passage des diapositives est obtenu en appuyant sur une touche de l'appareil, ce qui a aussi pour effet d'enregistrer simultanément un son de fréquence déterminée sur la seconde piste du ruban magnétique. Pendant la reproduction, la seconde piste du ruban enregistré détermine au moment nécessaire, la reproduction de ce signal de fréquence déterminée, ce qui fournit l'impulsion de déclenchement, avec une tonalité de 20 à 50 c/s.

Ainsi, grâce aux progrès récents de la technique, en particulier à l'avènement des transistors et au perfectionnement des méthodes d'enregistrement magnétique, il n'y aura bientôt plus aucune projection d'amateur muette !

P. H.

LA QUALITÉ SONORE ET L'APPARTEMENT

LA qualité musicale obtenue avec une installation dite à haute fidélité dépend des caractéristiques des différents éléments qui constituent les chaînes sonores, en éléments distincts ou intégrés ; il ne s'agit pas, on le sait, de considérer séparément chacun des maillons de la chaîne, mais d'étudier leur adaptation les uns aux autres et l'ensemble obtenu. Sans doute, faut-il que chaque élément offre des qualités suffisantes et indispensables, mais les caractéristiques doivent **correspondre** les unes aux autres, de façon à assurer des **corrections** et des **compensations.**

Supposons une chaîne sonore étudiée parfaitement et permettant d'obtenir grâce à un haut-parleur remarquable, ou à un ensemble de haut-parleurs, une audition agréable et naturelle ; sommes-nous sûrs du résultat ? Pas encore, si nous ne considérons pas avec assez d'attention **les caractéristiques acoustiques de la chambre où a lieu l'audition et la disposition** du haut-parleur. Ce fait est encore plus net et les risques sont encore plus grands lorsqu'il s'agit d'auditions stéréophoniques.

Toute salle, qu'il s'agisse d'une salle de concerts, d'un appartement, d'un living-room ou d'une pièce d'appartement quelconque, joue un rôle acoustique avec ses caractéristiques propres de résonance, de fréquence propre, et de réverbération, qui donnent à la qualité du son musical rayonné par les haut-parleurs, une véritable **couleur sonore** propre, de même que le boîtier du violon et la table d'harmonie du piano semblent **colorer** la sonorité des cordes de ces instruments.

LA COULEUR SONORE D'UNE SALLE

Un concert entendu dans un studio de radiodiffusion, dans une salle de musique ou dans une église, n'a pas du tout la même sonorité, le phénomène dépend avant tout d'un phénomène dû à la réflexion des sons et qui s'appelle **la réverbération,** ou **traînée sonore.**

Le phénomène est le même, sous une forme plus ou moins atténuée, dans les appartements, et les caractéristiques acoustiques de l'ambiance doivent toujours être soigneusement étudiées, pour ne pas déformer la musique rayonnée par les haut-parleurs.

Les caractéristiques acoustiques doivent donc être soigneusement étudiées, si l'on ne veut pas diminuer la qualité acquise par l'emploi d'appareils à haute fidélité. Il faut étudier les possibilités de la salle plus ou moins entièrement fermée, la qualité et le nombre des sons réfléchis sur les contours apparents des objets placés sur le passage des ondes sonores, murs, sols, plafonds, meubles, tentures, vitres, etc. Ces réflexions successives, jusqu'au moment où elles sont absorbées totalement par la diminution progressive de l'énergie sonore, produisent ce phénomène essentiel.

Suivant le type de matériaux des différents obstacles, le son est plus ou moins absorbé ou réfléchi. Des matériaux tels que les tapis, les tentures, les rideaux, rêvetements de sols en matière plastique, et, en général, tous les matériaux poreux ainsi que les matériaux acoustiques à haute efficacité d'absorption tels que la laine de verre ou l'isorel, absorbent plus ou moins fortement les sons aigus ; les cavités remplies d'air jouent le même rôle, et il en est ainsi pour les matériaux ou les grilles perforées.

Des éléments légers, offrant une certaine surface de vibration, permettent, par contre, d'absorber les sons plus graves ; il en est ainsi pour les feuilles de contreplaqué, les boiseries ou les parois légères qui entrent en vibrations pour des fréquences basses correspondant à des longueurs d'onde sonores relativement élevées, ce qui détermine une dégradation de l'énergie sonore et, par suite, une absorption pour les sons graves.

D'autres matériaux, enfin, tels que les vitres des fenêtres, le marbre, le plâtre peint, les panneaux de bois épais, ont une surface plus ou moins complètement polie, qui réfléchit presque intégralement les sons sans produire **d'absorption sélective** sur une gamme musicale déterminée.

Il y a ainsi, et nous le verrons encore plus loin, des pièces qui possèdent par elles-mêmes des caractéristiques acoustiques bien déterminées, par suite de leurs formes qui fixent la

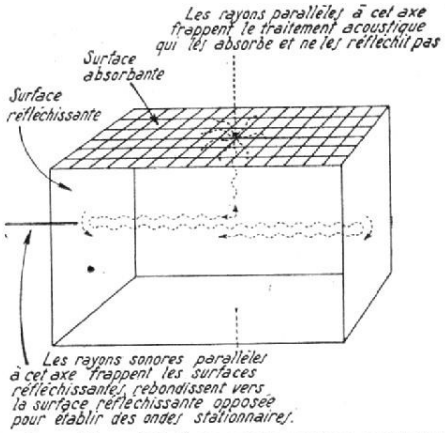


FIG. 1. — *L'emploi d'une seule surface acoustique absorbante ne suffit pas toujours pour éviter les réflexions et les résonances avec des ondes stationnaires*

production et la direction des ondes réfléchies et la nature des matériaux constituant le mobilier ou les parois. Mais, dans de nombreux cas, la réverbération n'offre pas les valeurs désirables, et il faut donc songer, **si possible, à modifier les caractéristiques de la pièce** où doit avoir lieu l'audition.

EGALITE ACOUSTIQUE ET RESONANCE

Bien souvent, il est possible d'obtenir **un meilleur équilibre** de l'absorption et de la réflexion pour les différentes fréquences de la gamme musicale, en dosant convenablement la nature et la surface des matériaux acoustiques environnants.

Une réverbération en excès détermine une sonorité forte et dure, un excès de relief sonore, un effet d'ampleur, mais aussi une déformation plus ou moins importante abaissant plus ou moins l'intelligibilité des paroles ou du chant, la clarté ou la netteté. La solution inverse n'est pas meilleure ; un excès de tentures, de tapis, de meubles et de panneaux acoustiques rend la pièce **sourde,** supprime toute coloration du son, détermine une audition terne, morne et sèche, sans aucune ampleur musicale.

Il ne suffit pas de considérer uniquement **la durée de la résonance,** mais aussi **la répartition des sons réfléchis** dans les différentes parties de la pièce où se trouvent les auditeurs. Il faut envisager **la forme** géométrique des contours apparents des parois et des objets mobiliers, et la répartition des différents matériaux acoustiques dans la pièce.

Il y a ainsi des formes parallélépipédiques favorables lorsque les parois de la pièce sont relativement absorbantes, et lorsque la proportion entre la hauteur, la longueur et la largeur sont favorables, dans le rapport 3-4-5 ou 2-3-5, par exemple. En principe, il suffit alors d'éviter de disposer face à face des plaques de matériaux absorbants ou réfléchissants et de chercher plutôt à conjuguer ces matériaux, pour éviter la formation de réflexions multiples entre deux parois parallèles plus ou moins analogues aux réflexions si curieuses que l'on peut obtenir avec deux miroirs plans disposés l'un en face de l'autre (fig. 1).

Lorsqu'il s'agit de formes courbes, et non pas planes, les difficultés sont plus grandes et les solutions plus délicates. Il peut se produire des centres de concentration sonore focale dans la pièce, s'il y a une rotonde ou une coupole plus ou moins décorative, ou un plafond incurvé. Cette concentration sonore déforme le champ, modifie la direction des sons réfléchis et la tonalité sonore, à moins d'avoir recours à une absorption bien localisée sur les contours les plus actifs.

L'ABSORPTION ET LA DUREE DE REVERBERATION OPTIMALE

Un matériau quelconque absorbe normalement des quantités différentes d'énergie sonore pour les différentes fréquences. Un tapis, par exemple, absorbe trois fois plus d'énergie à 2 048 c/s qu'à 128 et, à 4 096, il est quatre fois plus actif qu'à 128 c/s. D'une manière générale, l'absorption augmente en même temps que la fréquence, et la vitesse de cet accroissement augmente également proportionnellement. Comme nous l'avons indiqué précédemment, la courbe des coefficients d'absorption par rapport à la fréquence varie suivant les matériaux ; il y en a de plus ou moins planes et, d'une manière générale, il est rare d'en trouver dont la direction générale ne soit pas la même (fig. 2).

Ce fait explique le problème de la dispersion des sons aigus dans la salle d'audition ; non seulement les sons à fréquence élevée

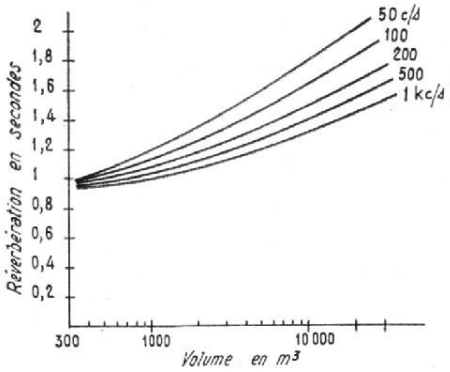


FIG. 2. — *Durée de réverbération moyenne optimale pour une salle suivant le volume et la fréquence des sons reproduits*

sont difficiles à répartir convenablement, mais ils sont encore généralement absorbés en premiers par les objets qui se trouvent dans la pièce et, par conséquent, ne peuvent être dispersés également par les réflexions.

Si la salle comporte des parois polies, capables de disperser convenablement les ondes sonores correspondant aux sons aigus, la réverbération devient parfois très gênante pour les fréquences médium et basses. D'un autre côté, une salle très sourde, présentant une réverbération extrêmement faible, ne peut assurer convenablement l'audition des sons aigus, si l'auditeur s'écarte de l'axe central du haut-parleur.

Si la durée de réverbération dans une pièce donnée est trop courte ou trop longue, la reproduction de la musique ne peut être satisfaisante quelle que soit la qualité du système de reproduction. Il est donc bon de se rendre compte de la durée de réverbération effective

de la salle, et de la comparer avec la valeur optimale probable, en fonction du volume et de la nature de l'audition à obtenir (fig. 3).

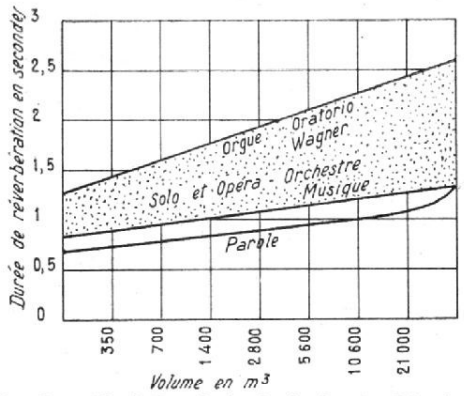


FIG. 3. — *Variation de la durée de réverbération optimale suivant la nature de l'audition*

Malheureusement, les méthodes de mesure assurant une grande précision sont complexes ; elles ne peuvent être employées d'une manière pratique par un praticien qui n'a pas à sa disposition un matériel spécial. Sabine, un des pionniers de l'acoustique architecturale, n'avait pas besoin, pourtant, d'un matériel compliqué ; il utilisait simplement son oreille comme détecteur, et un chronomètre pour mesurer les temps ! Mais cette méthode élémentaire peut déjà donner des résultats indicatifs forts utiles.

Nous pouvons ainsi employer ce procédé rapide pour contrôler les caractéristiques d'une pièce, dans laquelle nous voulons installer notre chaîne sonore. Supposons une salle déjà grande, par exemple, de 5,40 m × 9 m, avec des parties en verre, en plâtre, un plancher recouvert de bois ou de matière plastique, des draperies et des tentures minces et peu nombreuses, et quelques meubles légers de style moderne. En principe, une telle salle est réverbérante, et nous pouvons craindre des réflexions trop importantes. Frappons fortement une seule fois dans nos mains en différents endroits de la pièce, et écoutons avec soin la rapidité de la décroissance de la traînée sonore à chaque essai ; si le claquement semble durer, notre suspicion était fondée !

Si nous désirons, cependant, effectuer des mesures un peu plus précises, mais pourtant élémentaires, utilisons un générateur BF, un amplificateur et un haut-parleur, et simplement à l'oreille et avec un chronomètre, étudions la durée de réverbération pour des sons brefs de fréquence déterminée, de 100, 500 et 1 000 c/s. Si la durée trouvée dépasse 1,5 seconde, nous sommes sûrs que le temps de réverbération est trop long.

On voit, d'une manière très approximative, sur la figure 2, la durée de réverbération optimale que doivent présenter les pièces en fonction du volume et pour des gammes de fréquence déterminées. Comme on le voit, en principe, la durée optimale dépend des fréquences, mais la différence est faible, lorsque le volume de la pièce est inférieur à quelques centaines de mètres cubes.

Il y a toujours un compromis à trouver entre une réverbération assez longue produisant un volume sonore plus élevé et une meilleure distribution sonore dans toutes les parties de la pièce, et une réverbération trop courte, augmentant l'intelligibilité des syllabes, mais diminuant l'ampleur et le naturel musical. La durée de réverbération optimale pour des paroles non amplifiées et trouvée par expérience, est inférieure à une seconde, avec des variations qui dépendent du volume de la pièce (fig. 3).

Dans les salles établies pour la musique directe non amplifiée, et les studios d'enregistrement et de diffusion, la durée de réverbération n'est pas toujours très critique ; elle peut dépendre plus ou moins de la préférence des musiciens, du chef d'orchestre et des auditeurs. Mais, d'une manière générale, les essais effectués dans des conditions acoustiques satisfaisantes ont montré un temps de réverbération variant approximativement de 1 à 2,5 secondes suivant le volume de la pièce et le type de musique ou de chant. Des limites acceptables pour la parole et la musique en fonction du volume de la salle sont indiquées ainsi sur la figure 3, et donnent à cet égard des indications additionnelles.

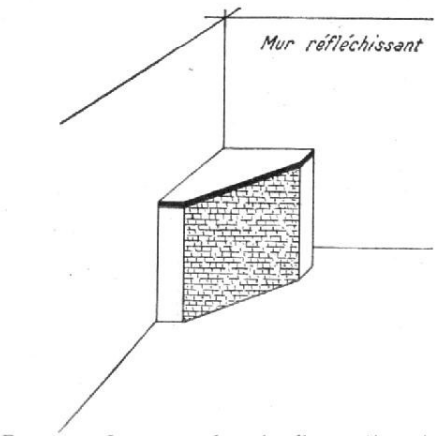


FIG. 4. — *Les murs de coin d'une pièce où l'on place un haut-parleur d'encoignure doivent être réfléchissants*

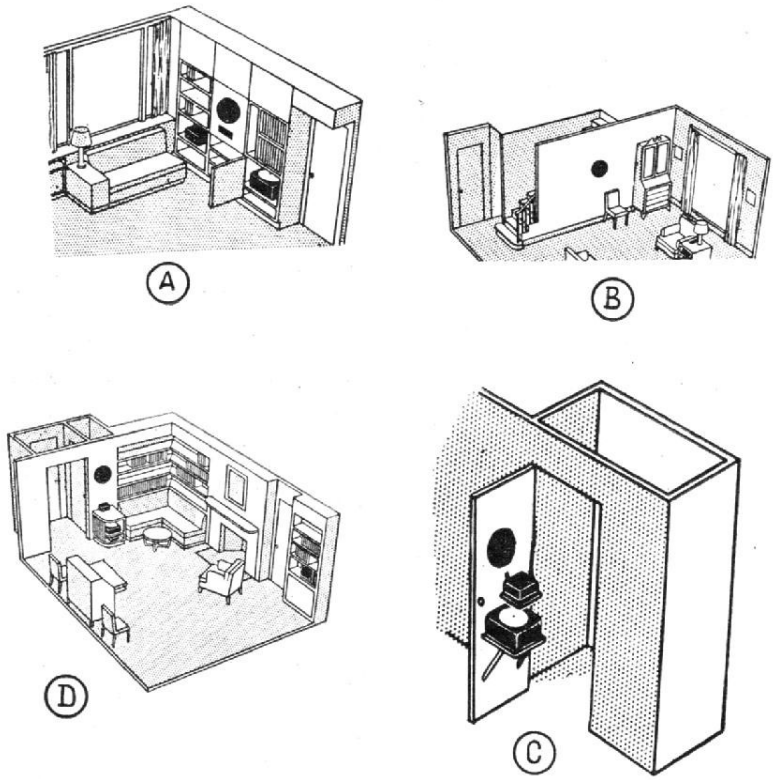


FIG. 5. — *Quelques dispositions particulières du haut-parleur : A, haut-parleur encastré dans le mur de séparation de deux pièces ; B, haut-parleur sous un escalier ; C, haut-parleur monté dans la porte d'une armoire ou d'une lingerie ; D, haut-parleur monté dans une bibliothèque*

LES DIMENSIONS DE LA SALLE D'AUDITION

Le volume de la pièce joue un rôle important puisqu'il détermine plus ou moins la durée optimale de réverbération, et modifie la couleur sonore. Certains affirment que pour obtenir une bonne reproduction des sons graves, la pièce doit être au moins aussi longue que la longueur d'onde sonore correspondant aux sons que l'on veut reproduire. Ainsi, pour reproduire une note musicale à 50 c/s, il faudrait, au moins, une pièce de 7 à 8 m de long ; le minimum généralement admis est pourtant, en principe, de l'ordre d'une demi-longueur d'onde sonore. C'est ainsi qu'une pièce de 3,60 m environ permettrait une bonne reproduction des sons graves en-dessous de 50 c/s ; on peut admettre cette valeur, mais il est difficile de songer à des valeurs plus faibles avec efficacité.

En fait, une pièce d'environ 3 m de long présente une résonance principale à 50 c/s et peut ainsi déterminer une amplification d'un ronflement à la fréquence du secteur, lorsqu'on utilise un amplificateur présentant plus ou moins un petit ronflement résiduel et agissant sur un haut-parleur pour sons graves assez puissant.

Normalement, les pièces de plus grandes dimensions sont ainsi préférables, parce que les résonances de la pièce se produisent pour des sons de fréquence plus faible ; elles permettent, au contraire, d'améliorer les graves dans une zone où ils sont presque toujours déficients. Bien entendu, ces effets intéressants ne sont pas toujours évidents pour l'auditeur et, dans une pièce très réduite, l'audition est tout de même satisfaisante, mais on ne peut exiger que sa qualité soit la même.

LES MODIFICATIONS PRATIQUES

Il est possible de modifier favorablement les caractéristiques acoustiques d'une pièce d'appartement, simplement en disposant sur les parois d'une manière rationnelle, des matériaux d'ameublement variés et surtout des tissus fixes ou mobiles.

Il suffit ainsi de placer des rideaux coulissants sur les murs d'une pièce pour faire varier de façon très notable la durée de réverbération entre 0,4 et 2 secondes, si la pièce comporte de grandes baies vitrées, des planchers polis ou recouverts de linoléum, par exemple.

N'oublions pas surtout que **les corps des auditeurs eux-mêmes** qui se trouvent dans la pièce constituent des obstacles absorbants dont la présence diminue la durée de réverbération. C'est pourquoi, pour obtenir l'audition optimale, il serait rationnel de faire varier les caractéristiques de la pièce suivant le nombre des occupants. Lorsqu'il y a de nombreux auditeurs, il n'y a plus besoin de rideaux et, en tout cas, on peut découvrir les parois, pour une soirée « entre soi » il faut tirer les rideaux.

Ce système simple a l'inconvénient d'être plus ou moins esthétique et de nécessiter des montages et des démontages ; les plaques de matériau acoustique permettent un contrôle plus précis. Elles peuvent avoir un aspect heureusement décoratif ; de nombreux matériaux acoustiques, pleins ou perforés, peuvent être peints et offrir ainsi des effets décoratifs agréables.

LA DISPOSITION DES HAUT-PARLEURS

Ces traitements et ces études ne sont pas suffisants à eux seuls pour assurer la qualité musicale optimale ; **la position du ou des haut-parleurs** est également primordiale. En audition monophonique, le haut-parleur doit être placé dans un endroit possédant des qualités réflectrices suffisantes pour assurer la projection convenable du son dans la pièce et une distribution sonore équilibrée.

L'angle d'une pièce semble un endroit très favorable, aussi bien au point de vue matériel qu'acoustique, puisque les parois agissent comme un système réflecteur à trois faces ; mais il faut bien se garder de placer le haut-parleur dans un coin dont les parois comportent plus ou moins des surfaces absorbantes, des tentures ou des tapis ; dans ce cas, l'augmentation de l'absorption est désirable dans la zone d'audition, mais complètement à proscrire autour du haut-parleur (fig. 4).

Les parois, les panneaux ou les tentures absorbants réduisent les sons stridents et inutiles provenant des surfaces réfléchissantes éloignées, se mélangeant aux sons directs, et produisant un son résultant plus ou moins confus. Plus on est rapproché de la source sonore, cependant, moins l'effet des sons réfléchis est sensible, puisque la proportion des sons directs est plus grande.

La différence est d'autant plus notable que les pièces sont très réfléchissantes ; dans une pièce sourde, l'oreille reçoit très peu de sons réfléchis. Par contre, si l'on se rapproche trop du haut-parleur, on n'entend plus que les sons directs ; la répartition sonore est désagréable et mal équilibrée, par suite de la concentration des sons aigus.

Il y a toujours **un équilibre musical** à trouver entre les sons directs et réfléchis de façon à obtenir finalement, surtout pour la musique, un **ensemble** vraiment naturel et réparti rendant l'audition vraiment réelle et « vivante ».

En disposant le haut-parleur à une hauteur de l'ordre de 1,20 m à 1,80 m au-dessus du plancher, et au-delà, on augmente généralement la sensation de présence, et l'emploi d'une enceinte acoustique est nécessaire, on le sait, pour obtenir une reproduction convenable des sons graves, mais on peut, dans certains cas, avoir recours à des solutions plus originales et faciles à adopter, du moins lorsque la disposition de la pièce le permet.

On voit ainsi, par exemple, sur la figure 5A, l'encastrement du haut-parleur dans une paroi qui forme un des côtés d'une armoire ou d'une petite lingerie ; celle-ci constitue un espace d'air fermé en arrière du haut-parleur, et ses parois doivent être absorbantes.

Une idée semblable est indiquée sur la figure 5B, l'enceinte acoustique est constituée par l'espace qui se trouve en-dessous d'un escalier. Le haut-parleur est placé à 1 ou 2 m au-dessus du plancher, au minimum, et il est bon également de prévoir en arrière des parois absorbantes.

Le haut-parleur peut aussi être encastré tout simplement dans une porte de pièce ou d'armoire. Quand la porte est fermée, une petite pièce constitue une excellente chambre sonore (fig. 5C) ; de la même manière, on peut encastrer le haut-parleur dans la paroi d'une bibliothèque et, de préférence, dans ce cas, avec une enceinte réflexe (fig. 5 D).

L'ENREGISTREMENT STÉRÉOPHONIQUE ET LA PRATIQUE DU MAGNÉTOPHONE

Il existe dans le commerce d'assez nombreux disques stéréophoniques, édités régulièrement, et dont les prix ont été réduits, ce qui les met plus à la portée des « amateurs moyens ». Tous ces enregistrements ne sont malheureusement pas encore de qualité remarquable ; mais il en est déjà qui permettent d'assurer des auditions saisissantes et naturelles à condition de choisir un sujet caractéristique qui corresponde exactement aux véritables possibilités de la stéréophonie.

Il existe aussi pour les magnétophones quelques bandes enregistrées industriellement et que l'on peut se procurer dans le commerce ; mais elles sont assez rares, parce que ces enregistrements sont effectués à peu près uniquement à l'étranger, et surtout aux Etats-Unis, pour des raisons de droits d'auteurs. Le standard des bandes stéréophoniques adopté aux Etats-Unis est aujourd'hui basé sur le procédé à 4 pistes, avec une vitesse de 9,5 cm/seconde, et c'est pourquoi on trouve un certain nombre de magnétophones pourvus d'un système de lecture stéréophonique à 4 pistes, mais qui ne permettent pas d'enregistrement stéréophonique.

LECTURE ET ENREGISTREMENT STEREOPHONIQUES

En fait, pour le moment, ces systèmes de lecture ne rendent guère de services puisqu'on ne peut se procurer normalement des bandes stéréophoniques enregistrées ; le choix est très restreint et les prix plus ou moins prohibitifs.

La seule solution actuelle consiste ainsi à adopter un magnétophone à deux pistes ou à quatre pistes, **pouvant enregistrer et reproduire en stéréophonie.** L'enregistrement s'effectue, d'ailleurs, toujours avec des **éléments intégrés** dans le montage du magnétophone, sans avoir besoin de dispositifs extérieurs. Par contre, la lecture des bandes enregistrées stéréophoniques n'est pas toujours possible en utilisant uniquement des montages intégrés dans l'appareil, car celui-ci ne comporte pas parfois deux chaînes sonores complètes avec pré-amplificateur, et amplificateur de puissance. Il y a souvent une seule chaîne sonore complète pour un canal, avec, pour l'autre canal, un pré-amplificateur seulement, ce qui rend nécessaire l'adaptation d'un amplificateur de puissance séparé. Ce dernier peut, d'ailleurs, être constitué, à la rigueur, par les étages basse fréquence d'un radio-récepteur puissant et de haute qualité.

Dans tous les cas, une installation de ce genre permet l'enregistrement sur les deux canaux, avec une dépense relativement faible, surtout depuis l'avènement pratique des méthodes d'inscription à quatre pistes.

Que peut-on enregistrer désormais en stéréophonie ? Tout d'abord, les **radio-concerts stéréophoniques** transmis plusieurs fois par semaine, soit par deux postes émetteurs séparés, soit par la station d'essais de Paris, avec une onde sous-porteuse modulée en amplitude pour le deuxième canal. Grâce à la modulation de fréquence, en particulier, et à la qualité des radio-concerts, l'enregistrement de ces émissions est parfois très intéressant.

On peut ensuite **retraduire sur bandes** tout ou partie des enregistrements effectués sur **des disques stéréophoniques,** prêtés, par exemple, par des amis ou des parents. Bien entendu, cette opération n'est licite que s'il s'agit d'essais de caractère technique ou artistique et d'inscriptions destinées uniquement à des auditions de famille, à la maison, et pour un nombre d'auditeurs restreints.

Enfin, et surtout, il est possible d'exécuter directement des enregistrements stéréophoniques de musique et de chants, sinon de paroles, **au moyen de microphones convenablement disposés.**

C'est là, le procédé qui permet évidemment d'obtenir des résultats les plus originaux et les plus remarquables ; mais c'est aussi la méthode la plus difficile à appliquer, celle qui exige le plus de soin et de pratique. Une des difficultés essentielles, d'ailleurs, de la stéréophonie professionnelle réside, encore aujourd'hui, dans la disposition rationnelle et l'emploi des microphones.

COMMENT BIEN ENREGISTRER LES RADIO-CONCERTS ET RETRADUIRE LES DISQUES STEREOPHONIQUES ?

Il est bon, d'abord, de rappeler sommairement comment on effectue facilement la retraduction ou **repiquage** sur la bande magnétique des enregistrements stéréophoniques sur disques.

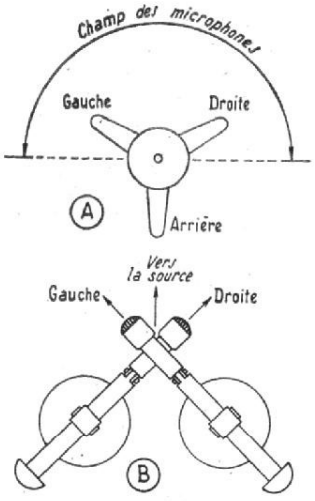


FIG. 1. — *Emploi d'un microphone stéréophonique double ou de deux microphones distincts croisés*

En principe, cette opération n'offre aucune difficulté spéciale, et s'effectue exactement comme s'il s'agissait d'un magnétophone monaural ; il suffit de considérer deux canaux sonores au lieu d'un.

On relie à deux prises de jack d'entrée du magnétophone stéréophonique les deux sorties du pick-up stéréophonique à double capsule, en utilisant, bien entendu, un câble blindé pour réaliser les connexions. La seule difficulté consiste dans l'**équilibrage** du niveau d'enregistrement des deux canaux.

Il existe, presque toujours, sur les magnétophones stéréophoniques, un bouton d'équilibrage permettant au moment de la lecture de favoriser plus ou moins le niveau sonore sur un canal ou sur l'autre, pour assurer un équilibre apparent de l'audition sur chaque canal et compenser les variations possibles des niveaux de modulation, la dissymétrie des préamplificateurs et amplificateurs de puissance et du haut-parleur ou, même, plus simplement encore, pour compenser la déficience auditive d'une oreille ou de l'autre. Mais l'action de ce système de réglage est limitée, de sorte qu'il est **indispensable** d'effectuer un enregistrement initial à peu près de même niveau sur les deux canaux primitifs.

Sur certains magnétophones de haute qualité, professionnels ou semi-professionnels, les deux canaux d'enregistrement, complètement séparés, sont réglés au moyen de deux boutons distincts de volume-contrôle, et le niveau de modulation est contrôlé également à l'aide de deux dispositifs distincts, soit des « vu-mètres » à aiguille, soit des dispositifs cathodiques « œil magique » ou « ruban magique ». C'est là, le procédé le plus rationnel, mais aussi le plus coûteux ; aussi n'est-il pas appliqué sur la majorité des appareils moyens d'amateurs.

Sur certains d'entre eux, il n'existe qu'un seul bouton de réglage unique commandant, à la fois, le niveau de modulation sur les deux canaux et un seul modulomètre. Dans ces conditions, il est très difficile de se rendre compte du niveau de l'enregistrement sur les deux canaux et il faut avoir recours à des dispositifs extérieurs pour effectuer, s'il y a lieu, la compensation nécessaire.

On peut, tout au moins, demander deux boutons de réglage distincts pour le réglage du niveau sonore sur chaque canal, et un commutateur mettant en liaison le modulomètre unique avec chaque canal, ce qui permet de vérifier et de régler successivement le niveau de modulation sur chacun d'eux. Nous trouvons désormais ces systèmes plus rationnels employés sur un certain nombre de magnétophones stéréophoniques d'amateurs récents.

Dans le cas d'enregistrement des radio-concerts stéréophoniques, il faut employer deux radio-récepteurs distincts ou un tuner à deux canaux permettant la réception simultanée de deux émissions séparées, ou de l'émission unique combinée multiplex. On peut aussi, d'ailleurs, utiliser un jour par semaine, tout au moins, un radio-récepteur et un téléviseur servant alors seulement de récepteur sonore.

Dans tous les cas, les niveaux des signaux dans les deux canaux d'entrée sont forcément assez différents ; d'où la nécessité de l'équilibrage. Les signaux ont normalement, à l'entrée du magnétophone, des niveaux de l'ordre du volt au minimum et il suffit toujours de relier les bobines mobiles des haut-parleurs des récepteurs distincts ou les deux sorties du tuner, aux deux entrées du magnétophone stéréophonique, comme s'il s'agissait des deux éléments d'un pick-up double stéréophonique.

LES CONDITIONS DE L'ENREGISTREMENT MICROPHONIQUE

Le problème de l'enregistrement microphonique, en stéréophonie, ne peut être résolu sans **un équilibrage** aussi satisfaisant que possible entre les niveaux des deux canaux ; mais cette difficulté n'est pas la seule.

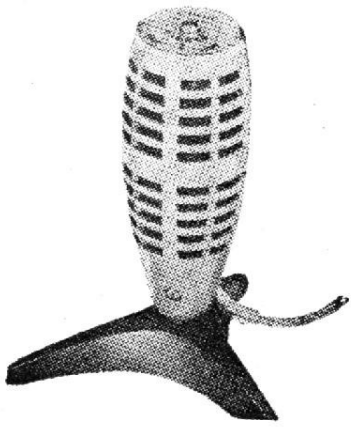
Les magnétophones stéréophoniques comportent normalement deux prises d'entrée microphoniques, ou une entrée double, et sont utilisés avec deux microphones distincts identiques, ou avec deux microphones combinés sur un même support. Avec ces éléments, il est assez facile d'obtenir des effets simples de distribution sonore, démonstratifs et amusants, en parlant tantôt devant l'un et tantôt devant l'autre ou en produisant des bruits devant la membrane de l'un et devant celle de l'autre.

A la lecture, le son semble ainsi passer du haut-parleur de gauche à celui de droite, et vice-versa ; on obtient des effets amusants dits de « ping-pong », parce que le son semble être projeté d'un haut-parleur à l'autre comme la balle d'un ping-pong. Ce sont surtout là des amusements scientifiques et électro-acoustiques dont on se lasse assez vite ; les véritables effets stéréophoniques sont différents et plus sérieux, mais il est aussi plus difficile de les obtenir.

Avant tout, il est nécessaire de rappeler le caractère de dualité de tout procédé stéréophonique ; il n'y a pas de résultat possible sans utiliser deux microphones distincts, placés à des positions différentes, ou deux microphones combinés, montés sur le même support, dans la technique des microphones croisés. C'est là, d'ailleurs, un minimum car les techniciens utilisent généralement, désormais, trois microphones et même davantage, et, théoriquement, des résultats encore supérieurs seraient atteints en augmentant le nombre des canaux sonores avec, au moins, un canal supplémentaire plus ou moins « fantôme ». Théoriquement, il faudrait sans doute un grand nombre de microphones disposés en tous les points de la salle d'enregistrement ; l'utilisation d'éléments placés dans un seul plan horizontal et sur une seule ligne devant les sources sonores constitue déjà un compromis.

LE CHOIX DES MICROPHONES

L'enregistrement exige d'abord **un choix** beaucoup plus rigoureux des microphones que pour l'inscription monophonique ordinaire ; il ne suffit pas de compter sur le principe de la stéréophonie pour compenser les défauts des appareils, et il est indispensable d'adopter des éléments de qualité.



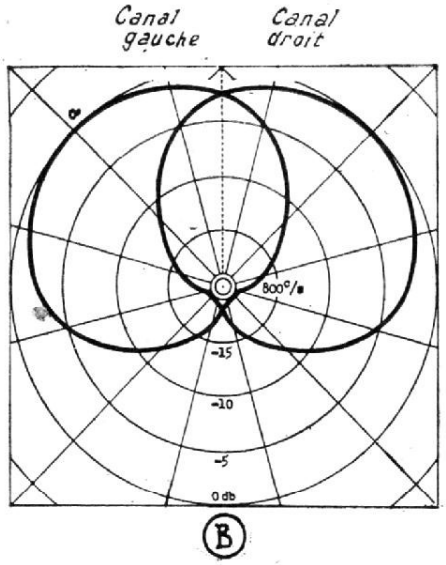


FIG. 2. — *Exemple de microphone double d'amateur à éléments électrodynamiques avec son diagramme polaire à deux courbes cardioïdes*

Des appareils peu coûteux mais rudimentaires ne peuvent donner des résultats suffisants, pour deux raisons essentielles :

a) Leur réponse en fréquence n'est pas suffisante, particulièrement du côté des sons aigus ;

b) Leurs qualités directionnelles ne sont pas adaptées au but recherché.

Si les microphones ont des sensibilités différentes pour les diverses tonalités musicales au moment de la lecture, l'auditeur aura l'impression d'un déplacement parasite des sons de gauche à droite ou de droite à gauche, suivant la fréquence dominante au moment considéré.

Cet équilabrage est également important en ce qui concerne les **propriétés directionnelles** ou, en termes techniques, les **diagrammes polaires,** c'est-à-dire les courbes de sensibilité établies **en fonction des différentes directions**. Si un microphone présente des propriétés différentes de l'autre dans la disposition classique, les sons provenant de l'élément de gauche paraîtront provenir, en raison de leur intensité, du centre ou de la droite, par exemple ; il en résultera, au moment de la reproduction, une audition incorrecte des sons provenant des différentes directions.

Cet équilibrage doit également s'appliquer à la sensibilité générale. L'emploi d'un microphone très sensible et d'un élément à faible sensibilité rend très difficile l'équilibrage final des deux canaux sonores. La qualité de la réponse en fréquence et, d'une manière générale, l'enregistrement stérophonique sont ainsi liés directement à l'égalité des caractéristiques des deux microphones. Certains fabricants fournissent maintenant des paires de microphones soigneusement appariés et convenablement choisis pour les applications stéréophoniques, et il en existe des modèles doubles montés sur le même support.

En principe, une paire de microphones de types quelconques, mais possédant des qualités identiques choisies seulement en vue de la nature des enregistrements considérés, peut être utilisée pour l'enregistrement stéréophonique. Mais les modèles **omni-directionnels,** qui sont aussi généralement les moins coûteux, sont les plus difficiles à utiliser pratiquement, car, pour obtenir un effet de naturel suffisant, il est généralement nécessaire de se rapprocher beaucoup des appareils et les bruits d'ambiance ne peuvent être enregistrés normalement.

En général, il est préférable d'employer des microphones de **type directionnel** ; c'est ainsi que des microphones à ruban du type bi-directionnel peuvent fournir d'excellents résultats, grâce à l'utilisation du diagramme polaire « en 8 ». Mais, on peut aussi obtenir, dans la plupart des cas, d'excellents enregistrements en employant des microphones électro-dynamiques, unidirectionnels ou cardioïdes.

On trouve aujourd'hui de bons modèles à des prix abordables de microphones doubles comportant deux éléments cardioïdes incorporés, avec une prise de jack double permettant son montage sur un magnétophone avec une entrée correspondante.

LA DISPOSITION DES MICROPHONES

L'emploi d'un microphone double à deux éléments croisés rend évidemment beaucoup plus simple la solution du problème de la disposition du microphone. Ce dispositif spécial comporte des flèches indiquant les directions des sons qui doivent venir frapper les membranes des microphones ou qui doivent être fournis par les haut-parleurs au moment de la lecture. Les sources sonores peuvent ainsi être placées en un demi-cercle devant l'élément double (fig. 1A et 2).

On peut utiliser, d'une manière analogue, deux microphones cardioïdes séparés, en les croisant à angle droit comme le montre la figure 2B ; mais la méthode la plus fréquente encore, à l'heure actuelle, consiste à utiliser des microphones distincts **plus ou moins écartés.**

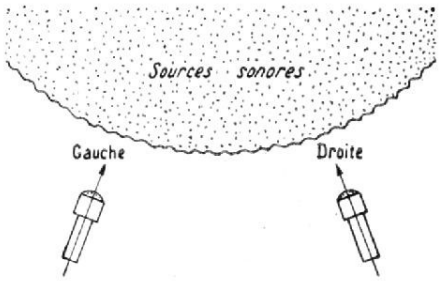


FIG. 3. — *Disposition normale des microphones écartés*

Dans les débuts de cette technique, on utilisait deux microphones écartés l'un de l'autre de la largeur moyenne d'une tête humaine moyenne, c'est-à-dire de l'ordre d'une quinzaine de centimètres, et occupant ainsi en quelque sorte les emplacements des oreilles d'une « **tête artificielle** », mais l'audition stéréophonique était effectuée, à ce moment, bien souvent, avec deux écouteurs.

L'emploi exclusif des haut-parleurs ne permet plus guère d'utiliser cette méthode, qui offre alors de grands inconvénients. L'auditeur a plutôt l'impression d'un déplacement très rapide des sources sonores d'un haut-parleur à l'autre, une sorte d'effet de ping-pong, que d'une sensation agréable stéréophonique.

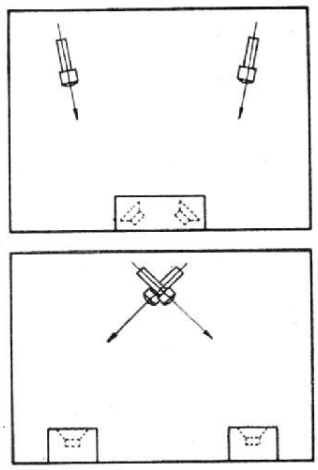


FIG. 4. — *Dispositions correspondantes des haut-parleurs et des microphones*

Lorsqu'on utilise maintenant deux microphones séparés, on a souvent l'habitude de les placer dans des positions correspondant à celle des haut-parleurs dans la salle d'écoute, c'est-à-dire au tiers de la largeur et dans des emplacements symétriques par rapport au plus grand grand axe de la pièce (fig. 3).

Encore faut-il que l'écartement des éléments soit bien choisi. Si les microphones sont trop écartés, il se produit une sorte de zone de silence intermédiaire entre les deux haut-parleurs au moment de la reproduction, et l'auditeur a plutôt la sensation de percevoir les sons de deux sources bien distinctes et non pas d'une seule masse orchestrale.

Ce phénomène est encore plus accentué lorsque les deux haut-parleurs sont placés dans les deux angles de la salle. Il y a bien, comme à l'habitude, deux canaux distincts, mais séparés, d'un côté, par exemple, les instruments à cordes et de l'autre les instruments à vent. Cette séparation sonore spectaculaire est beaucoup trop sensible ; il y a un effet curieux et fort désagréable, auquel il n'est pas possible de remédier en modifiant la position des haut-parleurs et en les rapprochant l'un de l'autre. Le seul remède consiste à effacer l'enregistrement, et à le refaire en rapprochant les deux microphones.

Par contre, il doit y avoir, dans tous les cas, une certaine correspondance entre la disposition des microphones et celle des haut-parleurs. Lorsqu'on utilise un microphone double, ou deux microphones rapprochés, les haut-parleurs doivent être placés de la manière classique, de façon à envoyer des faisceaux sonores parallèles, comme on le voit sur la figure 4. Par contre, si nous utilisons des microphones distincts et assez écartés, l'emploi de microphones directionnels, soit séparés, soit placés dans une même enceinte acoustique, et envoyant des faisceaux sonores, de part et d'autre à partir d'une position centrale, assure un effet plus favorable.

Mais, on le sait déjà, la disposition des haut-parleurs assurant la meilleure reproduction stéréophonique dépend, en grande partie, des dimensions de la pièce, et les dispositions habituelles que nous venons de rappeler sont basées sur des dimensions de l'ordre de 4 m à 7,50 m environ. Pour des pièces d'une base plus petite que 4 m, ou plus large que 7,50 m dans chaque sens, on peut envisager des dispositions un peu particulières, en tenant compte, d'ailleurs, des caractéristiques acoustiques de la pièce elle-même, c'est-à-dire de la présence de tapis, de tentures, de meubles, de murs réfléchissants, etc.

Dans les pièces de très petites dimensions, on obtient les meilleurs résultats avec des microphones, soit du type à élément double, soit à deux éléments combinés, et des haut-parleurs placés assez près l'un de l'autre. Au contraire, dans des pièces de plus grandes dimensions, on peut écarter aussi bien les microphones que les haut-parleurs, mais cet écartement dépend des caractéristiques acoustiques.

Les microphones sont toujours placés à droite et à gauche sur une ligne parallèle à la source sonore, écartés de 1,80 m à 6 m, cet écartement devrait être théoriquement le même que celui des haut-parleurs, mais cela n'est pas toujours possible.

Si l'écartement est relativement réduit, et de l'ordre de 2 m, par exemple, il peut servir pour l'enregistrement de solistes et de musique de chambre, avec accompagnement de piano ou de violon ; mais, il est trop faible pour la musique symphonique, qui nécessite des écartements souvent de l'ordre de 7 à 8 m, et on ne peut évidemment envisager un écartement analogue dans une chambre d'appartement.

LE PROBLEME DE LA PHASE

Un autre problème essentiel de la stéréophonique consiste à **maintenir la phase** entre les canaux sonores, les deux haut-parleurs, par exemple, devant agir en sens convenable et en même temps. Ce problème est également valable pour les microphones. Lorsque deux microphones captent le même son, l'un d'eux doit fournir un signal positif, et l'autre un signal négatif, et inversement.

Les conditions de phase convenables sont obtenues par expérience. Si les microphones sont reliés à un magnétophone stéréophonique, le même son peut être enregistré en plaçant les deux microphones très rapprochés et, si la mise en phase est correcte, les sons provenant des haut-parleurs au moment de la lecture paraissent provenir d'un point médian. Au contraire, si les sons semblent provenir d'une zone peu définie, la mise en phase est incorrecte (fig. 5).

Avec un élément double, ou une paire de microphones bien adaptés, il ne peut y avoir d'erreur de mise en phase ; dans les autres cas, il est indispensable de vérifier. Les microphones de même type doivent être connectés d'une manière identique, mais on n'est pas toujours sûr de cette identité ; aussi est-il bon d'avoir un inverseur des connexions permettant, tout au moins, initialement, de rétablir la correspondance.

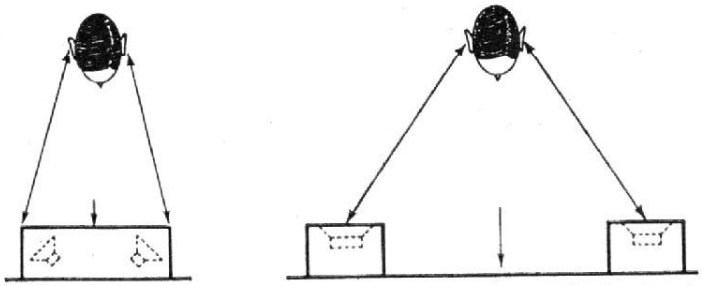


FIG. 5. — *Contrôle de la mise en phase par centrage du son des haut-parleurs*

Pour vérifier la mise en phase, le meilleur procédé consiste à enregistrer une bande avec des paroles et à la reproduire au moyen des deux haut-parleurs habituels en se plaçant sur la ligne médiane.

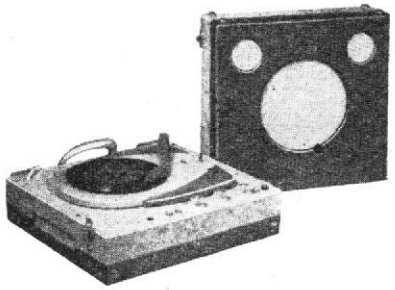
Si les microphones sont correctement en phase, et si le système d'équilibrage est bien réglé, le son doit alors sembler provenir d'un point situé entre les deux haut-parleurs. S'il y a déphasage, il n'est pas possible de définir les positions correctes des sources sonores, même en agissant sur le réglage d'équilibrage ; il est d'ailleurs facile d'effectuer des essais, en inversant les connexions, et de déterminer le montage correct. On peut aussi rendre plus facile cette opération, en utilisant primitivement une bande pré-enregistrée qui, par définition, est exécutée avec un enregistrement correct.

Avec un peu de soin, on se rendra compte des résultats souvent très remarquables que l'on peut obtenir par l'enregistrement microphonique direct, et d'un intérêt beaucoup plus grand que celui de l'enregistrement des radio-concerts et des retraductions de disques.

P. HEMARDINQUER.

CARACTÉRISTIQUES
des nouveaux tourne-disques, électrophones et chaînes haute fidélité

AMPLIX



AMPLIX - Valise électrophone

Chevreuse 4V. 3 lampes. Puissance 4 W pour 10 % de distorsion. 3 HP : 1 de 21 et 2 de 10 cm. Voyant lumineux de mise sous tension. Prises pour micro et HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Platine tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU à saphirs interchangeables. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée plastique 2 tons, couvercle amovible contenant les HP, avec cordon. H 180 - L 360 - P 330 mm, 6,5 kg.

Prix T.T.C. **378,53 NF**

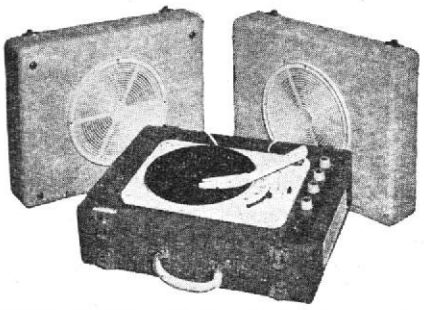
Lampes : ECL80, EL84, EZ80.

AMPLIX - Valise électrophone à transistors Dampierre. 4 transistors. Push-pull 0,4 W pour 10 % de distorsion. HP 21 cm. Tonalité réglable. Platine tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU à saphirs interchangeables. Alimentation par pile 9 V. Débit suivant réglage de la puissance sonore. Valise gainée plastique 2 tons, couvercle amovible contenant le HP, avec cordon. H 180 - L 350 - P 300 mm, 6,5 kg. Prix pile comprise.

Prix T.T.C. **430,54 NF**

Transistors : 2-992T1, 2-941T1.

ARCO-JICKY



ARCO-JICKY - Valise électrophone stéréo

Arcophone-stéréo. 4 lampes. 2 amplificateurs de 3,5 W. 2 HP de 21 cm. Contacteur monostéréo permettant l'inversion des 2 canaux. Voyant lumineux de mise sous tension. Contrôle d'équilibrage. Tonalité réglable. Tourne-disques 4 vitesses, saphirs et cellule interchangeables pour disques monophoniques et stéréophoniques. Alternatif 120/240 V, 50 c/s, 40 + 15 VA. Valise gainée plastique 2 tons, avec 2 demi-couvercles amovibles contenant les HP. H 260 - L 410 - P 320 mm, 11,5 kg. Prix non fixé.

Lampes : 12AX7, 2-EL84, EZ81.

BARBIERI
(Hi-Fi-Vox)



BARBIERI - Electrophone

Calypso. Electrophone portatif. Amplificateur 2,5 W, secteur 115/230 V. Deux tubes : ECL82, EZ80. Tonalité : registre grave-aigu progressif par contre-réaction. Prise stéréophonique. HP 17 cm inversé, fixé dans le couvercle dégondable. Platine Pathé-Marconi 4 vitesses. Présentation : valise bois gainée gris deux tons, bleu deux tons ou rabane et cuir. Dimensions : long 375 - larg. 300 - haut. 158 mm.

Prix T.T.C. **258,50 NF**

BARBIERI - Electrophone

Samba. Amplificateur alternatif 3 W, secteur 115/230 V. Deux tubes : EF89, EL84 + redresseur. Tonalité : registre grave-aigu progressif. 2 HP elliptiques 12 × 19 cm à haut rendement, de caractéristiques différentes, assurent une excellente réponse sur l'étendue du registre sonore, fixation élégante dans le couvercle dégondable. Prise stéréophonique. Platine Pathé-Marconi stéréophonique 4 vitesses, changeur de disques 45 tours, rejet automatique du bras sur toutes les vitesses. Présentation : mallette bois gainé luxe gris deux tons ou bleu deux tons. Dimensions : long. 410 - larg. 330 - haut. 190 mm.

Prix T.T.C. **398,50 NF**



BARBIERI - Electrophone

Super-Jeunesse. Amplificateur alternatif 3 W, secteur 115/230 V. Deux tubes : EF80, EL84 plus un redresseur. Tonalité : commande par bouton double de 2 canaux grave-aigu séparés qui assurent le meilleur rendement musical en permettant un réglage judicieux sur chaque disque. Ensemble 3 HP : un 21 cm inversé et deux tweeters sont fixés dans le couvercle dégondable. Prise stéréophonique. Platine Pathé-Marconi stéréophonique 4 vitesses, changeur de disques 45 tours, rejet automatique du bras sur toutes les vitesses. Cet appareil peut être également équipé de la platine allemande « Dual 1007 » stéréophonique. Changeur automatique sur les 4 vitesses. Sélecteur de diamètre par clavier à touches. Présentation : mallette bois gainée gris deux tons ou rabane et porc. Dimensions : long 490 - larg. 335 - haut. 210 mm.

Prix avec platine Pathé-Marconi T.T.C. **475,00 NF**

Prix avec platine Dual T.T.C. **595,00 NF**



BARBIERI - Electrophone

Stéréo-Mood. Amplificateur alternatif 115/230 V. Puissance 4 W sur chaque canal. Equipé d'un tube 12AX7, deux tubes EL84, un tube EZ80. Réglage : puissance séparée sur chaque canal, par potentiomètre double, assurant un équilibrage parfait des deux canaux. Tonalité : réglage séparé des graves et des aigus par deux commandes distinctes agissant simultanément sur les canaux droit et gauche. 2 HP spéciaux inversés 19 cm sont fixés dans le couvercle dégondable se séparant en deux parties formant baffles. Platine Pathé-Marconi stéréophonique 4 vitesses, changeur de disques 45 tours, rejet automatique du bras

LES caractéristiques et prix des appareils décrits sont donnés sans engagement de notre part. Les adresses des fabricants ne sont pas publiées. Nous prions nos lecteurs intéressés de s'adresser au distributeur de la marque ou à l'importateur lorsqu'il s'agit de fabrications étrangères.

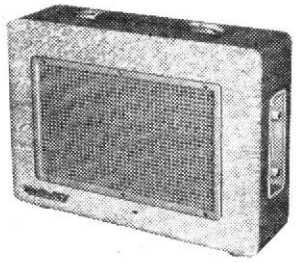
Les textes et clichés constituant la présente nomenclature ont été établis d'après les éléments rassemblés par la Documentation Professionnelle.

Les insertions entièrement gratuites pour les fabricants ont été établies sous la forme la plus objective, sans intervention préférentielle ni considération publicitaire. Nous regrettons les omissions involontaires résultant de contretemps indépendants de notre volonté, ou même de négligences de la part de quelques constructeurs, toutes précautions ayant été prises en temps utile pour avertir les firmes intéressées.

sur toutes les vitesses. Cet appareil est également équipé de la platine « Dual 1007 » stéréophonique, changeur automatique sur toutes les vitesses. Sélecteur de diamètre par clavier à touches. Présentation : valise bois gainée gris deux tons ou rabane et cuir. Dimensions : long 490 - larg. 340 - haut. 235 mm.
Prix avec platine Pathé-Marconi

T.T.C. **650,00 NF**

Prix avec platine Dual T.T.C. **750,00 NF**



BARBIERI - Adaptateur stéréo

Adaptateur Stéréo 2V. Pour l'utilisation en stéréophonie dans les meilleures conditions d'écoute des électrophones « Samba », « Super-Jeunesse », etc. Amplificateur alternatif 110/230 V. Puissance 3 W. Tubes : EF89, EL84 + un redresseur. HP inveré 19 cm. L'adaptateur est muni d'un inverseur permettant de mettre les HP en phase.

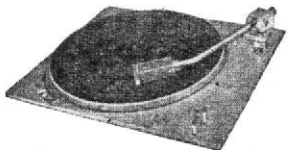
Prix T.T.C. **215,00 NF**

BARBIERI - Electrophone à transistors

Vacances. Electrophone à transistors avec platine Melodyne 4 vitesses. Amplificateur 4 transistors, réglage de puissance et de tonalité par bouton de commande double. Alimentation moteur et ampli par six piles 1,5 V, d'un accès facile sous l'appareil par porte à charnières. HP : un HP spécial inversé 19 cm est fixé dans le couvercle dégondable. Présentation : valise bois gainée tweed gris. Dimensions : long. 360 - larg 260 - haut. 170 mm.

Prix T.T.C. **388,50 NF**

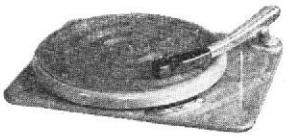
BARTHE-LENCO



LENCO - Platine tourne-disques

B60. Platine professionnelle haute précision 4 vitesses : 16-33-45 et 78 tours, ajustables séparément, équipée d'un moteur à 4 pôles. Utilisable en lecture simple et en stéréo pour disques jusqu'à 40 cm. Taux de pleurage < 2 ‰ Plateau lourd 3,8 kg, ∅ 30 cm recouvert caoutchouc strié. Marche et arrêt manuels commandés par clé avec disposition semi-automatique de pose du bras de PU. Possibilité d'interruption et de reprise de l'audition à n'importe quel point du disque. Tête de PU Shure stéréo diamant, pression de la pointe 5 g. Platine métal laqué H 152 - L 385 - P 330 mm, 7,7 kg.

Prix T.T.C. **702,74 NF**



LENCO - Platine tourne-disques

F50-84OV. Platine semi-professionnelle haute fidélité, 4 vitesses : 16-33-45 et 78 tours avec correcteur de vitesse de 15 à 82 tours, équipée d'un moteur 4 pôles, à rotor équilibré. Plateau ∅ 30 cm à forte inertie recouvert caoutchouc. Arrêt automatique. Tête de PU piézo-électrique. Ronette interchangeable à 2 saphirs. Pression réglable de 2 à 20 g. Alternatif 110-145 ou 22 V, 50 c/s, 15 VA. Platine tôle laquée. H 125 (75 au-dessus) - L 375 - P 300 mm, 5 kg.

Prix T.T.C. **251,62 NF**

F50-84GE. Même modèle, avec tête de PU General Electric à reluctance variable.

Prix T.T.C. **300,06 NF**

F50-84GE. Même modèle avec tête General Electric et préampli incorporé.

Prix T.T.C. **428,60 NF**

BARTHE - Préampli-amplificateur stéréophonique

10 + 10. 11 lampes. Puissance 20 W (7,5 W par canal) à 1,5 % de distorsion. Gamme de fréquences 40 à 14 000 c/s à ± 1 dB. Sélecteur d'entrée à 4 positions. Entrées : 47 kΩ — 10 mV, 270 kΩ — 3 mV et 470 kΩ — 100 mV. Sorties 3,8 et 15 Ω. Rapport signal/bruit — 50 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 10 dB et aiguës ± 12 dB. Réglage de la balance sonore. Coffret métal ventilé. H 150 - L 410 - P 300 mm.

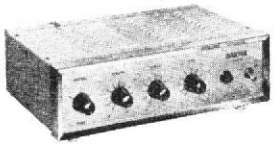
Prix T.T.C. **1.233,96 NF**

Lampes : 4-12AX7, 12AU7, 4-EL84, 2-EZ81.

BARTHE - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique semi-ouverte (principe Jensen) équipée de 2 HP : 28 et 16-24 cm. Ebénisterie H 800 - L 550 - P 430 mm.

Prix T.T.C. **616,98 NF**



BARTHE - Préampli-amplificateur

Rêve Musical. 7 lampes. Puissance 10 W. Gamme de fréquences 10 à 25 000 c/s à ± 0,2 dB. Entrées : 3 MΩ — 80 mV et 15 kΩ — 12 mV. Sortie 800 Ω. Rapport signal/bruit 90 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 16 dB et aiguës ± 18 dB. Coffret métal ventilé. H 100 - L 290 - P 180 mm.

Prix non fixé.

Lampes : 4-ECC83, 2-EL86, EZ80.

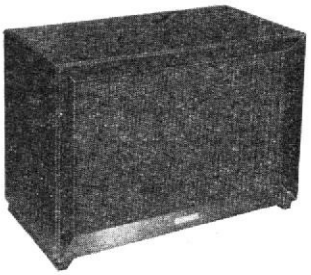


BARTHE - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique antirésonnante, équipée de 4 HP : 2 de 32 cm et 2 tweeters. Ebénisterie H 770 - L 500 - P 370 mm.

Prix non fixé.

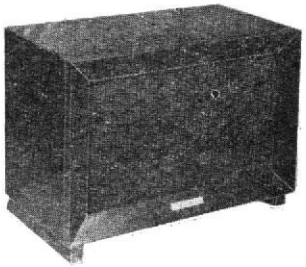
BRADFORD-BAKERS



BRADFORD-BAKERS - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique à ouverture automatique variable équipée HP 18 cm. Ebénisterie acajou. H 410 - L 270 - P 230 mm.

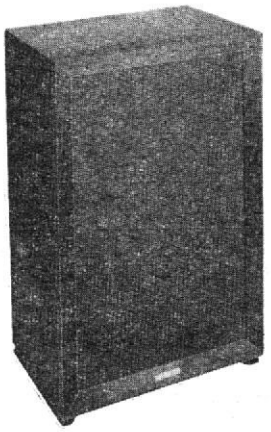
Prix T.T.C. **330,00 NF**



BRADFORD-BAKERS - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique à ouverture automatique variable, équipée HP 25 cm. Ebénisterie acajou. H 460 - L 430 - P 340 mm.

Prix T.T.C. **520,00 NF**

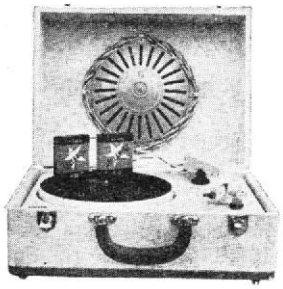


BRADFORD-BAKERS - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique à ouverture automatique variable équipée de 2 HP 18 et 38 cm. Ebénisterie acajou. H 710 - L 450 - P 310 mm.

Prix T.T.C. **820,00 NF**

CHIFF



CHIFF - Electrophone à transistors

Electrophone à transistors. 4 transistors. Push-pull 0,3 W. HP 19 cm. Tourne-disques 4 vitesses, platine Mélodyne. Alimentation par 2 piles 4,5 V, débit 15/60 mA suivant réglage de la puissance sonore. Contrôle de tonalité. Valise gainée plastique 2 tons, gold et beige, couvercle amovible contenant le HP. H 160 - L 360 - P 270 mm, 4,5 kg.

Prix T.T.C. **266,33 NF**

CLAUDE



CLAUDE - Valise électrophone

Cadet 1. 1 lampe + redresseur. Puissance 2 W. HP 17 cm. Prise pour stéréophonie. Tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU interchangeable à 2 saphirs. Tonalité réglable. Alternatif 115-220 V, 50 c/s. Valise fibrine coloris divers, couvercle amovible contenant le HP. H 165 - L 385 - P 270 mm, 5,350 kg.

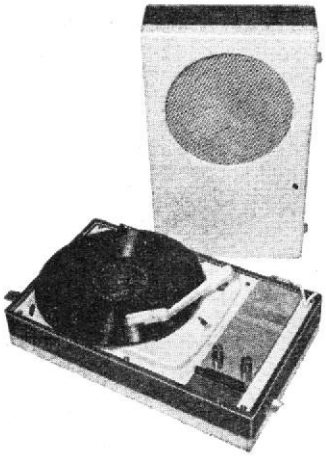
Prix T.T.C. **236,41 NF**

Lampe : ECL82.



CLAUDE - Valise électrophone

Cadet 2. 1 lampe + redresseur. Puissance 2 W. HP 17 cm. Prise pour stéréophonie. Tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU interchangeable à 2 saphirs. Tonalité réglable. Alternatif 115-220 V, 50 c/s. Valise fibrine coloris divers, couvercle amovible contenant le HP. H 125 - L 370 - P 265 mm, 5,350 kg. Alternatif 115-220 V, 50 c/s. Valise gainée le HP. H 165 - L 390 - P 270 mm, 5,350 kg.



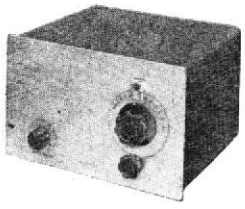
CLAUDE - Valise électrophone

Sélectro-phone 4600. 1 lampe + redresseur. Puissance 3,5 W. HP 19 cm. Courbe de réponse 60 à 13 000 c/s, taux de fluctuation < 0,5 %. Prise pour stéréophonie. Tonalité réglable. Sélecteur de timbre à 5 touches : solo, jazz, tutti, voix et arrêt. Tourne-disques 4 vitesses, platine 4602. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 20 + 15 VA. Valise bois gainé plastique gris argenté, ceinture façon bois de teck, ferrures dorées, couvercle détachable formant baffle HP, avec cordon 3 m. H 190 - L 470 - P 280 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. **359,45 NF**

Lampes : ECL82, redresseur tubulaire.

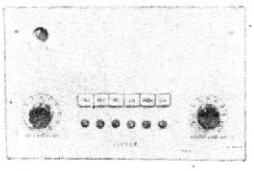
CLEVOX



CLEVOX - Tuner

83 FM. 6 lampes + redresseur. Gamme de 87 à 108 Mc/s. Entrée FM 75 Ω. Sensibilité 12 µV. Taux de distorsion 1 %. Sortie 2 kΩ — 100 mV. Indicateur visuel d'accord. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 55 VA. Coffret H 170 - L 260 - P 230 mm. 6 kg.

Prix T.T.C. **565,57 NF**



CLEVOX - Tuner

31 AM. 5 lampes. 6 stations préréglées. Cadre ferrite orientable incorporé. Bande passante 9 500 c/s à ± 3 dB. Sensibilité 70 µV. Taux de distorsion 1 %. Sortie 2 000 Ω — 100 mV. Contrôle automatique de gain. Indicateur visuel d'accord. Coffret H 270 - L 260 - P 220 mm. 2,5 kg.

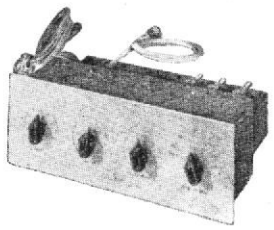
Prix T.T.C. **293,07 NF**



CLEVOX - Platine tourne-disques

Platine tourne-disques 4 vitesses. Moteur asynchrone. Plateau Ø 30 cm. Tête de PU monophonique à saphir. Pression de la pointe 3 g. Coffret noyer. H 310 - L 465 - P 375 mm.

Prix T.T.C. **1,091,00 NF**

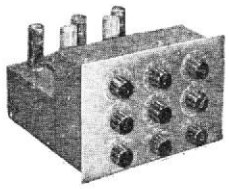


CLEVOX - Préamplificateur Mono

202. 3 lampes. Alimentation par l'amplificateur 108 ; 3 entrées : 1 à 20 mV, impédance 50 000 ohms, 2 à 100 mV, impédance 1 mégohm. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Correcteur de gravure et sélecteur d'entrées. Coffret doré. H 100 - L 260 - P 190 mm, 1,9 kg.

Prix T.T.C. **278,20 NF**

Lampes : 2-EF86, 12AX7.



CLEVOX - Préamplificateur Stéréo

222. 5 lampes. Alimentation par l'amplificateur 108, 5 entrées : 2 à 20 mV, impédance 50 000 ohms, 2 à 100 mV, impédance 500 kΩ, 1 à 100 mV, impédance 2 000 ohms. 2 réglages de tonalité graves et aiguës sur chaque voie de reproduction. Réglage de la balance sonore. Inverseur Mono-Stéréo. Correcteur de gravure et sélecteur d'entrées. Coffret doré : H 170 - L 260 - P 230 mm.

Prix T.T.C. **720,00 NF**

Lampes : 2-EF86, 3-12AX7.

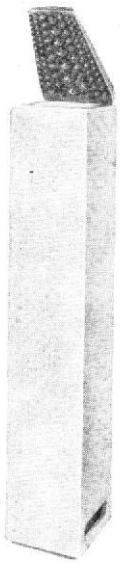


CLEVOX - Amplificateur

108. 5 lampes. Puissance 8 W pour 1 % de distorsion. Contrôle par préampli 201. Bande passante 20 à 25 000 c/s à ± 3 dB. Impédance d'entrée 1 mégohm. Rapport signal/bruit — 60 dB. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 70 VA. Tôle émaillée gris. H 220 - L 460 - P 140 mm, 9,5 kg.

Prix T.T.C. **672,00 NF**

Lampes : 2-EF86, 2-EL84, GZ32.

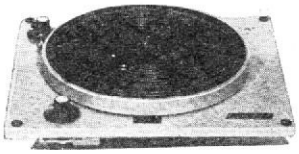


CLEVOX - Colonne acoustique

602. Colonne à réflecteur-sélecteur d'aiguës adaptable à l'amplificateur 108. HP 21 cm. Courbe de réponse : 40 à 20 000 c/s. Gainée vinyle gris. H 1 750 - L 260 - P 260 mm. 18 kg.

Prix T.T.C. **690,00 NF**

CONNOISSEUR



CONNOISSEUR - Table de lecture

Platine tourne-disques 4 vitesses réglables. Moteur synchrone à hystérésis. Plateau Ø 32 cm. Tête de PU à diamant. Pression de la pointe 3 g. Métal martelé. H 160 - L 400 - P 340 mm.

Prix non fixé

DAUPHIN

DAUPHIN - Amplificateur

A12. Puissance 12 W pour distorsion 1 %. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. 3 entrées : PU sensibilité 500 mV, radio/magnétophone sensibilité 100 mV et microphone sensibilité 10 mV. Rapport signal/bruit — 75 dB. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Coffret rack.

Prix T.T.C. **680,00 NF**

A2X12. Même modèle. Stéréophonique. Puissance 24 W (12 W par canal). Entrées : 2 pour PU sensibilité 500 mV, 2 pour radio/magnétophone sensibilité 500 mV, 2 pour microphone sensibilité 500 mV. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **1.120,00 NF**

DAUPHIN - Enceinte acoustique

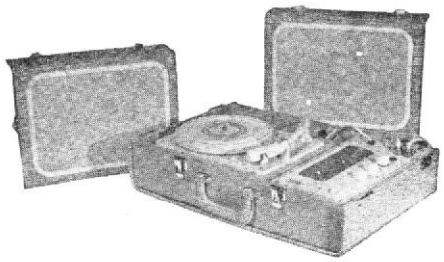
Type 21. Enceinte acoustique d'angle équipée d'un HP 21 cm. Puissance 5 W. Bande passante 50 à 13 000 c/s. Coffret chêne ou acajou. H 580 - L 360 - P 350 mm.

Prix T.T.C. **360,00 NF**

Type 28. Enceinte acoustique d'angle équipée de 3 HP : 28 cm et de 2 de 9 cm. Puissance 12 W. Bande passante 45 à 16 000 c/s. Coffret chêne ou acajou. H 750 - L 480 - P 400 mm.

Prix T.T.C. **500,00 NF**

DENTZER-EDEN



DENTZER-EDEN - Valise électrophone stéréo

Eden S50. 4 lampes. 2 amplificateurs de 4 W 6 HP : 2 de 19 cm et 4 tweeters. 2 canaux. Câblage par circuits imprimés. 3 boutons de réglage : 2 potentiomètres de puissance, 1 double potentiomètre de tonalité. Voyant lumineux de mise sous tension. Tourne-disques 4 vitesses, à arrêt automatique. Cellule stéréopiézo ' Eden », avec porte-saphirs, brevetés S.G.D.G. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 55 + 15 VA. Mallette bois gainé plastique lavable 2 tons, corail et gris. 2 couvercles amovibles contenant les HP, avec cordons de 2 m. H 190 - L 500 - P 350 mm. 10,6 kg.

Prix T.T.C. **513,12 NF**

Lampes : EZ80, 12AX7, 2-EL84.

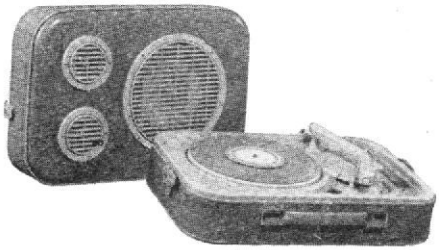


DENTZER-EDEN - Valise électrophone - Transistors

Pil'Eden 230. 4 transistors. Push-pull 0,4 W. HP 19 cm. Tonalité réglable. Tourne-disques 3 vitesses 33, 45, 78 tours, moteur à régulateur électrique incorporé. Alimentation par 6 piles 1,5 V, débit 30 mA. Mallette fibroïne tweed gris. Couvercle amovible contenant le HP avec cordon. H 160 - L 350 - P 290 mm. 4 kg.

Prix T.T.C. **245,76 NF**

Transistors Cosem : 2-SFT152, 2-SFT122.



DENTZER-EDEN - Valise électrophone

Eden S300. 4 transistors. Puissance 2 W modulés. 3 HP : 19 cm et 2 tweeters. Tonalité réglable. Contre-réaction corrigée. Câblage par circuits imprimés. Prises pour HPS et stéréophonie. Voyant lumineux de mise sous tension. Tourne-disques 4 vitesses avec arrêt automatique réglable. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 35 + 15 VA. Valise fibrine, couvercle amovible contenant les HP. H 170 - L 420 - P 320 mm. 6.7 kg.

Prix T.T.C. **307,46 NF**

Transistors : SFT352, SFT351, SFT321, SFT112.

DUCASTEL



DUCASTEL - Valise électrophone

Farandole. 3 lampes. Puissance 2,5 W. HP 21 cm. Tonalité réglable. Tourne-disques 4 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible contenant le HP. H 160 - L 370 - P 270 mm, 7 kg.

Prix T.T.C. **274,56 NF**

Lampes : EF89, EL84, EZ80.

DUCRETET



DUCRETET - Valise électrophone

E264. 2 lampes + redresseur. Puissance 3 W. 2 HP de 12-19 cm. Prise stéréophonique pour adaptateur ASP. Réglage de tonalité par potentiomètre. Voyant lumineux de mise sous tension. Contre-réaction sélective. Tourne-disques 4 viteses, changeur automatique sur 45 tours, pouvant recevoir une cellule stéréophonique. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 40 VA. Valise gainée 2 tons, poignées sellier. Couvercle détachable formant baffle. H 190 - L 410 - P 350 mm, 10 kg.

Prix T.T.C. **426,74 NF**

Lampes : 6AV6, EL84, redresseur sélénium.

DUCRETET - Electrophone à transistors

ET.061. 4 transistors. Push-pull 0,3 W. HP 12-19 cm. Contre-réaction sélective. Tourne-disques 4 vitesses. Alimentation par 4 piles 1,5 V, débit 30 mA. Valise bois gainé gris, couvercle amovible contenant le HP et formant baffle. H 160 - L 364 - P 264 mm, 4,1 kg avec piles. Prix piles comprises.

Prix T.T.C. **321,24 NF**

DUCRETET - Valise électrophone stéréo

E.163. 4 lampes. 2 amplificateurs de 2,5 W. 2 HP de 19 cm. Contrôle de balance. Tonalité réglable par clavier 5 touches. Réglage de puissance à courbe correctrice physiologique. Contre-réaction sélective. Tourne-disques 4 vitesses, équipé d'une cellule stéréophonique. Alternatif 115-127-230-242 V, 50 c/s, 50 + 12 VA. Coffret amplificateur gainé bleu se logeant à l'intérieur d'une valise gainée tweed gris, avec 2 demi-couvercles amovibles contenant les HP et formant enceintes acoustiques. H 225 - L 541 - P 296 mm, 12 kg.

Prix T.T.C. **596,41 NF**

Lampes : 12AX7, 2-ECL82, EZ80.

DUCRETET - Adaptateur stéréophonique

AS.2. Chaîne amplificatrice haute fidélité 2e canal complémentaire utilisable avec combinés radio-phonos Ducretet. 2 lampes. Puissance 3 W. HP 24-32 cm. Alimentation par le combiné radio-phono, câble de raccordement 4 m. Ebénisterie noyer. H 290 (sans pieds) - L 600 - P 359 mm, 14,3 kg.

Prix T.T.C. **359,91 NF**

Lampes : EF89, EL84.

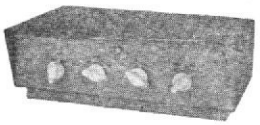
DUCRETET - Adaptateur stéréophonique

A.S.P. Chaîne amplificatrice portative (2e canal) complémentaire, utilisable avec électrophones et combinés radio-phonos. Ducretet 2 lampes. Puissance 2,5 W. HP 16-24 cm. Tonalité réglable. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 30 VA. Mallette gainée plastique. H 365 - L 425 - P 100 mm, 5,4 kg.

Prix T.T.C. **221,08 NF**

Lampes : EF89, EL84.

DUPEUX

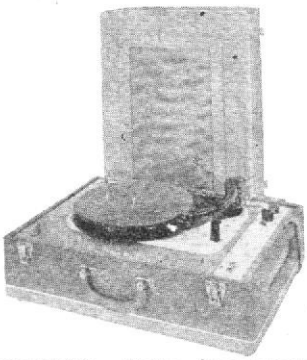


DUPEUX - Amplificateur

Stéréo MD500. 5 lampes. Puissance 5 W. Distorsion 0,3 % à 3 W. 3 entrées : tuner, PU, magnétophone. Impédance de sortie 5 ohms. Réponse linéaire 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës ± 16 dB. Compensation physiologique. Préamplificateur incorporé, correction de gravure R.I.A.A. Voyant lumineux de mise sous tension. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. Capot métal ajouré, peinture martelée. H 120 - L 330 - P 200 mm.

Prix T.T.C. **462,74 NF**

Lampes : 12AX7, 2-EF86, EL84, EZ80.



DUPEUX - Valise électrophone

Supermagnétic MD60. 5 lampes. Puissance 5 W. Distorsion 0,3 % à 3 W. Réponse linéaire 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. HP 21 cm, 13 000 gauss. Bande passante 40 à 17 000 c/s. Prises pour tuner-radio. HPS et ampli auxiliaire. Sortie pour stéréophonie. 2 réglages de tonalité graves et aiguës ± 16 dB. Compensation physiologique. Préamplificateur incorporé, correction de gravure R.I.A.A. Voyant lumineux de mise sous tension. Tourne-disques 4 vitesses, platine Garrard Mark II 4 V. Tête de PU amovible Goldring 580. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 VA. Valise gainée vinyle, couvercle amovible formant baffle HP, cordon. H 270 - L 470 - P 345 mm, 13 kg.

Prix T.T.C. **904,90 NF**

Lampes : 12AX7, 2-EF86, EL84, EZ80.

Valise auxiliaire Stéréo MD60. Comprenant : Amplificateur MD500 capoté (voir plus loin), HP 21 cm, boîtier de tête adaptable sur le tourne-disques Garrard avec cartouche stéréophonique Elac ST310, pointe diamant 13 µ, câble et fiche de raccordement avec l'électrophone. H 200 - L 470 - P 345 mm, 10 kg.

Prix T.T.C. **1.028,30 NF**

DUPEUX - Amplificateur stéréophonique

MD601. 5 lampes. Puissance 10 W (5 W par canal). Distorsion 0,3 % à 3 W. Entrée pour préamplificateur. Transformateur de modulation ultra-linéaire. Gamme de fréquences 20 à 60 000 c/s à ± 1 dB. Alternatif 110-220 V, 50 c/s. Châssis métal cadmié non capoté. H 150 - L 300 - P 150 mm.

Prix T.T.C. **462,74 NF**

Lampes : 2-EL84, 2-EF86, EZ81.

DUPEUX - Amplificateur

MD602. 4 lampes. Puissance 12 W. Distorsion 1 % à 10 W. Entrée pour préamplificateur. Transformateur de modulation ultra-linéaire. Gamme de fréquence 10 à 100 000 c/s à ± 1 dB. Alternatif 110-220 V, 50 c/s. Châssis métal cadmié non capoté. H 150 - L 300 - P 150 mm.

Prix T.T.C. **431,89 NF**

DUPEUX - Préamplificateur

MD501. 2 lampes + redresseur. Sélecteur d'entrée 4 positions. 3 entrées : PU, tuner/radio/micro et magnétophone. Sortie pour liaison à l'amplificateur. Correction de gravures. Tonalité réglable. Alternatif 110-220 V, 50 c/s. Châssis métal cadmié non capoté. H 110 - L 300 - P 100 mm.

Prix T.T.C. **205,66 NF**

Lampes : 12AX7, EF86, redresseur sec.

DYNACO

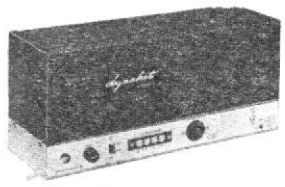


DYNACO - Amplificateur

Mark III. 4 lampes + redresseur. Puissance 60 W, pour distorsion 1 %. Gamme de fréquences 6 à 60 000 c/s à ± 0,5 dB. Sorties 4, 8 et 16 Ω. Sensibilité 1,6 V. Coffret métal ajouré. H 189 - L 252 - P 252 mm.

Prix T.T.C. **950,00 NF**

Lampes : 2-KT88, 6AN8, GZ34, redresseur sélénium.

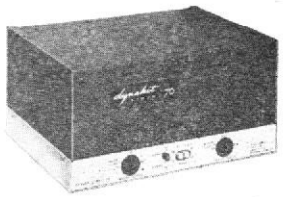


DYNACO - Amplificateur

Mark IV. 4 lampes + redresseur. Puissance 40 W pour distorsion 1 %. Gamme de fréquences 10 à 40 000 c/s à ± 0,5 dB. Sorties 8 et 16 Ω. Sensibilité 1,3 V. Coffret métal ajouré. H 182 - L 392 - P 140 mm.

Prix T.T.C. **760,00 NF**

Lampes : 2-EL34, 7199, GZ34, redresseur sélénium.

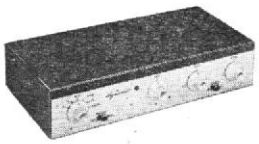


DYNACO - Amplificateur stéréophonique

Stéréo 70. 7 lampes ± redresseur. Puissance 70 W (35 W par canal) pour distorsion 1 %. Gamme de fréquences 10 à 40 000 c/s à ± 0,5 dB. Sorties 4,8 et 16 Ω. Coffret métal ajouré. H 182 - L 364 - P 266 mm.

Prix T.T.C. **1.235,00 NF**

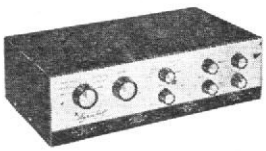
Lampes : 4-EL34, 2-7199, GZ34, redresseur sélénium.



SYNACO - Préamplificateur

Dynakit. 2 lampes + redresseur. Gamme de fréquences 10 à 40 000 c/s à ± 0,5 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 20 dB à 20 c/s et aiguës ± 14 dB à 20 000 c/s. Coffret métal. H 77 - L 336 - P 168 mm.

Lampes : 12AX7/ECC83, redresseur sélénium.

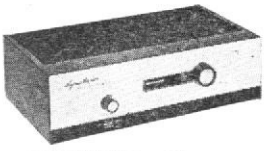


DYNACO - Préamplificateur stéréophonique

Dynakit Stéréo. 5 lampes + redresseur. Gamme de fréquences 10 à 40 000 c/s à ± 0,5 dB. 2 réglages de tonalité sur chaque voie de reproduction : graves ± 20 dB à 20 c/s et aiguës ± 14 dB à 20 000 c/s. Réglage de balance sonore. Coffret métal. H 112 - L 364 - P 224 mm.

Prix T.T.C. **950,00 NF**

Lampes : 4-12AX7/ECC83, 12X4, redresseur sélénium.



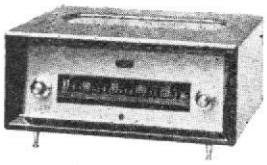
DYNACO - Tuner

Dynatuner FM. 8 lampes + 2 germaniums. Gamme de fréquences 10 à 40 000 c/s à ± 0,5 dB. Sensibilité 4 µV. Coffret métal ajouré. H 112 - L 364 - P 224 mm.

Prix T.T.C. **1.080,00 NF**

Lampes : ECC85/6AQ8, 6AT8A, 2-6BA6, 2-6AU6, 12AX7, EM84/6AG6, EZ80/6V4, germaniums : 2-1N542.

ESART

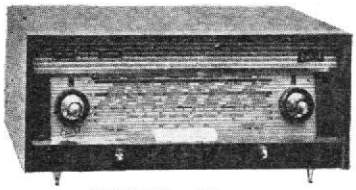


ESART - Tuner

Sélection 62/Standing 62 FM. 8 lampes + 2 germaniums. Gamme de fréquences 87 à 108 Mc/s. Sensibilité 1 µV. Taux de distorsion < 1 %. Indicateur visuel d'accord. Sortie 500 Ω — 1 500 mV. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Coffret noyer ou gainé noir ou jaune. H 145 - L 300 - P 200 mm. 4 kg.

Prix T.T.C. **580,99 NF**

Lampes : ECC85, 6AU6, 2-12AU7, EF89, EF80, EZ80, EM84, 2 germaniums.

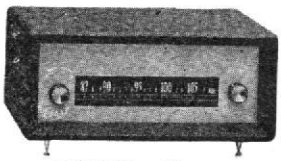


ESART - Tuner

Sélection 62/Standing 62 AM/FM. — 14 lampes + 4 germaniums. 4 gammes AM : BE-OC-PO-PO et FM 87 à 108 Mc/s. Cadre à air blindé orientable. Sensibilité : AM 5 µV et FM 1 µV. Contrôle automatique de gain. Taux de distorsion : AM 1,5 % et FM < 1 %. Sorties 500 Ω — 1 500 mV et 500 Ω — 2 000 mV. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Coffret noyer ou sapelli. H 280 - L 555 - P 288 mm. 14 kg.

Prix T.T.C. **1.216,48 NF**

Lampes : 3-EF89, ECH81, 12AX7, 3-12AU7, ECC85, 6AV6, EF80, EZ81, 2-EM84, 4 germaniums.



ESART - Tuner

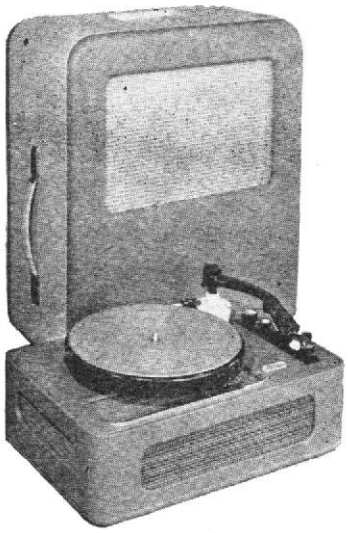
Fidélity AM/FM. 4 lampes + 2 germaniums. Gamme de fréquences 87 à 108 Mc/s. Sensibilité 25 µV. Contrôle automatique de gain. Taux de distorsion 1,5 %. Sortie 25 kΩ — 500 mV. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Coffret gainé noir. H 140 - L 310 - P 150 mm. 3 kg.

Prix T.T.C. **359,91 NF**

Lampes : ECC85, EF89, EF80, EZ80, 2 germaniums.

ESART - Chaîne Hi-Fi portable

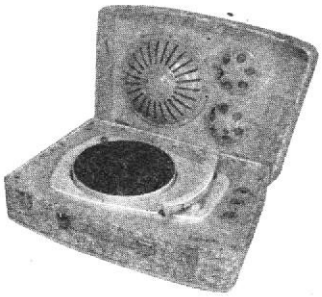
7 lampes + redresseur. Puisance 11 W pour distorsion 0,5 %. Gamme de fréquence 40 à 20 000 c/s. Entrée 500 kΩ, 400 mV. 3 HP : 21-32 et 2 de 6 cm. Rapport signal/bruit 70 dB. 2 réglages de tonalité : graves de + 28 à — 15 dB et aiguës ± 15 dB. Platine tourne-disques 4 vitesses. Plateau Ø 23 cm. Tête de PU à saphir. Pression de la pointe 8 g. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 100 VA. Valise gainée H 250 - L 500 - P 450 mm, 20 kg.



Prix T.T.C. **1.439,62 NF**

Lampes : 3-ECC83, OA2, EF86, 2-EL84, redresseur sec.

EXCELSIOR



EXCELSIOR - Valise électrophone

Festival L603. 3 lampes. Puissance 5 W. 3 HP : 19 cm et 2 tweeters de 10 cm. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Platine tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU à saphirs interchangeables monophonique et stéréophonique. Pression verticale de la pointe 5 g. Alternatif 120/230 V, 50 c/s, 35 + 10 VA. Valise gainée 2 tons façon pécari. Couvercle amovible contenant les HP. H 185 - L 470 - P 320 mm, 7 kg.

Prix T.T.C. **421,60 NF**

Lampes : EZ80, 6AV6, EL84.

FAR

Electrophone. 2 lampes. Puissance 3 W. HP 17 cm. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disques 4 vitesses. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 32 + 10 VA. Coffret bois gainé vinyle 2 tons, filets dorés, courroie de transport. Couvercle amovible contenant le HP, cordon 3,5 m. H 200 - L 340 - P 320 mm, 5,5 kg.

Prix T.T.C. **255,43 NF**

Lampes : ECL82, 6V4.

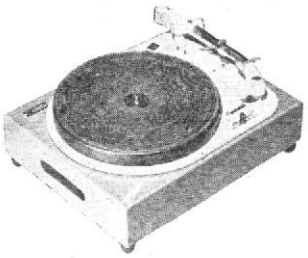
FAR - Valise électrophone

De Luxe. 1 lampe + redresseur. Puissance 2,5 W. HP 17,5 cm. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Platine tourne-disques Pathé Marconi 4 vitesses. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 32 VA. Valise gainée 2 tons. Couvercle amovible contenant le HP. H 145 - L 360 - P 250 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. **248,40 NF**

Lampe : ECL82, redresseur sec.

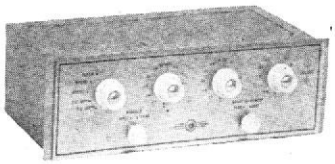
FILM ET RADIO



FILM ET RADIO - Tourne-disques

4HF Semi-Professionnel. Tourne-disques 4 vitesses réglables, équipé d'un moteur Garrard asynchrone synchronisé. Plateau Ø 30 cm en tôle emboutie, lourd (1,700 kg). Bras de PU Garrard, type TPA12, suspension sur billes et pointeaux. Support de cellule détachable. Taux de pleurage < 3,5 %. Scintillement < 2 ‰ à 3 000 c/s. Alternatif 110/130 V, HPS sur chaque canal. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 24 VA. H 200 - L 430 - P 340 mm.

Prix T.T.C. **598,95 NF**

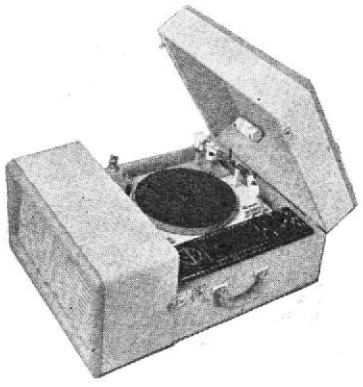


FILM ET RADIO
Préamplificateur stéréophonique

ST206. 5 lampes + 2 redresseurs. Sélecteur d'entrée à 4 positions. Entrées : 2 pour PU 50 kΩ — 10 mV, 2 pour micro 500 kΩ — 9 mV et 2 pour radio/magnétophone 250 kΩ — 120 mV. 2 réglages de tonalité graves ± 19 dB à 30 c/s et aiguës ± 19 dB à 15 000 c/s. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. Coffret tôle d'acier ajouré. H 120 - L 350 - P 180 mm. 4,5 kg.

Prix T.T.C. **1.023,15 NF**

Lampes : 2-EF86, 2-ECC83, ECC82, 2 redresseurs sélénium.

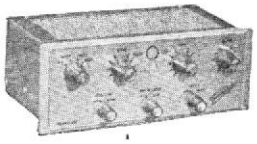


FILM ET RADIO - Valise électrophone

Philharmonic V. 4 lampes + 2 redresseurs. Puissance 8 W pour 0,3 % distorsion. 2 HP : 20 et 5 cm. Gamme de fréquences 30 à 15 000 c/s à ± 1 dB. Rapport signal/bruit 70 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 180 dB à 30 c/s et aiguës ± 18 dB à 15 000 c/s. Platine tourne-disques 4 vitesses. Moteur asynchrone. Plateau Ø 30 cm. Tête de PU à dia-

mant. Pression de la pointe 5 g. Valise gainée, couvercle amovible. H 265 - L 490 - P 635 mm.

Prix T.T.C. **1.541,45 NF**

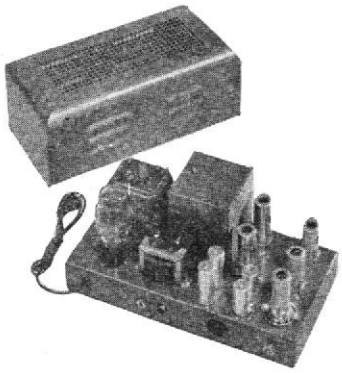


FILM ET RADIO - Préamplificateur

204. 3 lampes. Sélecteur d'entrée à 4 positions. 3 entrées : PU/radio 50 kΩ — 10 mV, micro 500 kΩ — 9 mV et magnétophone 250 kΩ — 120 mV. 2 réglages de tonalité graves ± 19 dB à 30 c/s et aiguës ± 19 dB à 15 000 c/s. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Boîtier tôle d'acier ajouré. H 100 - L 270 - P 112 mm. 2 kg.

Prix T.T.C. **663,25 NF**

Lampes : EF86, 12AX7, 12AU7.

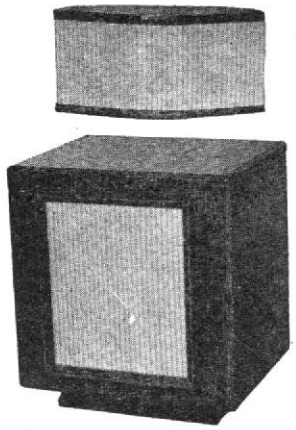


FILM ET RADIO - Amplificateur

UL122. 5 lampes. Puissance 12 W pour 0,1 % de distorsion. Gamme de fréquences 10 à 50 000 c/s à 1 W ou 30 à 30 000 c/s à 12 W. Rapport signal/bruit — 95 dB. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 80 VA. Coffret tôle d'acier. H 175 - L 380 - P 200 mm. 8 kg.

Prix T.T.C. **662,20 NF**

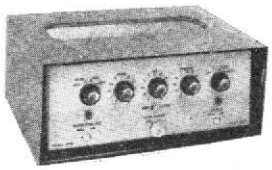
Lampes : EF86, ECC83, 2-EL84, EZ81.



FILM ET RADIO - Ensemble acoustique

Studium B. Enceinte acoustique antirésonnante contenant 1 HP de 30 cm. Ebénisterie acajou ou noyer. H 600 - L 540 - P 460 mm. Coffret à baffle-plan contenant 2 HP de 20 cm et 1 cellule à compression. Ebénisterie acajou ou noyer. H 175 - L 520 - P 260 mm. Puissance 20 W. Bande passante 30 à 19 000 c/s.

Prix T.T.C. **1.902,40 NF**

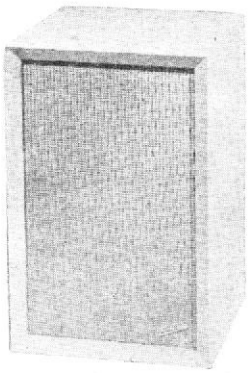


FILM ET RADIO
Préampli-amplificateur stéréophonique

ST61. 8 lampes + 2 redresseurs. Puissance 20 W (10 W par canal) pour distorsion 0,1 %. Gamme de fréquences 20 à 40 000 c/s à ± 1 dB. Entrées : 50 kΩ — 4 mV, 500 kΩ — 3 mV et 250 kΩ — 150 mV. Sorties 4 et 15 Ω. Rapport signal/bruit — 70 dB. 2 réglages de tonalité graves et aiguës + 18 dB. Réglage de la balance sonore. Coffret métal ventilé. H 140 - L 350 - P 260 mm.

Prix T.T.C. **1.583,60 NF**

Lampes : 4-ECC83, 4-ECL86, 2 redresseurs silicium.



FILM ET RADIO - Enceinte acoustique

P8RX. Enciente acoustique antirésonnante contenant 3 HP : 1 de 30 cm et 2 de 6,5 cm. Puissance 8 W. Bande passante 40 à 16 000 c/s. Meuble bois verni. H 560 - L 360 - P 360 mm.

Prix T.T.C. **575,85 NF**

FILSON

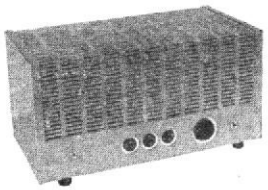


FILSON - Préamplificateur stéréophonique

ES33. 6 lampes. Entrées 39 kΩ - 2 mV, 500 kΩ - 6 mV et 700 kΩ - 200 mV. Coffret métal. H 90 - L 310 - P 160 mm.

Prix T.T.C. **786,65 NF**

Lampes : 2-EF86, 4-12AX7.

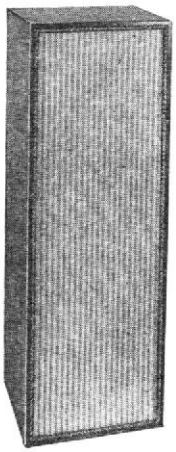


FILSON - Amplificateur

HF15. 7 lampes + 2 redresseurs. Puissance 15 W pour 0,2 % distorsion. Gamme de fréquences 20 à 90 000 c/s à ± 0,5 dB. Sorties 3, 5, 8 et 15 Ω. Rapport signal/bruit — 80 dB. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës ± 25 dB. Coffret métal ventilé. H 140 - L 300 - P 150 mm.

Prix T.T.C. **620,09 NF**

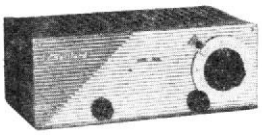
Lampes : 2-EZ81, 2-EL84, 12AX7, EF86, 12AU7, 2 redresseurs secs.



FILSON - Enceinte acoustique

Lydion. Enceinte acoustique à labyrinthe exponentiel équipée d'un HP 21 cm. Bande passante 40 à 16 500 c/s. Ebénisterie 920 - L 350 - P 300 m.

GAILLARD

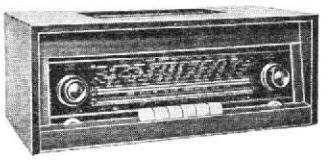


GAILLARD - Tuner

Tuner FM 62. 8 lampes + 2 germaniums. Sensibilité 0,7 mV à — 20 dB. Bande passante 300 kc/s. Impédance 75 ohms. Indicateur d'accord à rubans. Voyant lumineux, stéréophonie par décodeur. Alternatif 100/240 V, 50 c/s, 45 VA. Coffret métallique martelé, façade or. H 108 - L 287 - P 180 mm, 4 kg.

Prix T.T.C. **501,81 NF**

Lampes : 3-EF80, ECC88, ECF82, 12AU7, EZ80, EM84.

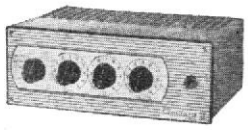


GAILLARD - Tuner

Tuner AM/FM 62. 11 lampes + 4 germaniums. 2 réglages A Met FM. Sélectivité variable à 3 positions. Sensibilité 0,7 mV à — 20 dB. Bande passante 300 kc/s. Impédance 75 ohms. Indicateur d'accord à ruban. Voyant lumineux. Stéréophonie par décodeur. Alternatif 100/240 V, 50 c/s, 75 + 15 VA. Châssis nu. H 210 - L 515 - P 275 mm, 7,5 kg.

Prix T.T.C. **1.096,17 NF**

Lampes : EF85, ECH81, EF89, ECC83, 6U8, 3-EF80, EM84, 12AU7, EZ80.

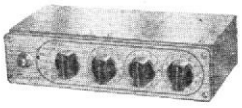


GAILLARD - Ampli-préampli

Météor 61. 7 lampes. 4 entrées : PU magnétique 20 mV, radio 150 mV, magnétophone 150 mV, micro 3 mV. 2 corrections de gravures pour 78 tours et microsillons. 2 réglages de tonalité : graves de ± 18 dB à 20 c/s, aiguës de ± 18 dB à 20 000 c/s. Canal séparé pour les HP statiques. Impédance de sortie 2,5 ou 15 ohms. Réponse linéaire ± 3 dB de 10 à 10 000 c/s. Puissance 10 W avec taux de distorsion < 0,55 %. Bruit de fond — 70 dB. Alternatif 100/240 V, 50 c/s, 75 + 15 VA. Coffret métallique avec capot perforé.

Prix T.T.C. **766,06 NF**

Lampes : 2-ECC83, ECC81, EZ80, EBC81, 2-EL84.

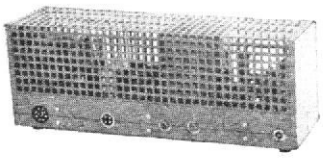


GAILLARD - Préamplificateur

Préampli « Europe ». 2 lampes. 4 entrées : PU basse impédance, radio magnétophone, micro. Tension de sortie 0,4 V. 4 réglages de lecture pour disques : 3 pour microsillons et 1 pour 78 tours. 2 réglages de tonalité : graves de + 18 à — 14 dB à 20 c/s, et aiguës de + 16 à — 24 dB à 20 000 c/s. Alimentation par amplificateur Europe. Coffret tôle étamée, avec tableau de bord. H 60 - L 250 - P 150 mm, 2 kg.

Prix T.T.C. **448,34 NF**

Lampes : ECC82, ECC83.

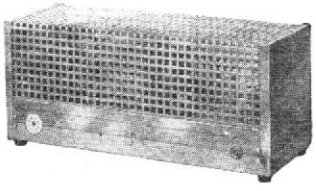


GAILLARD - Amplificateur

« **Europe** » **10 W.** 6 lampes Push-pull 10 W avec taux de distorsion 0,2 %. Sensibilité d'entrée 350 mV pour 10 W. Canal séparé pour les HP statiques (baffle extérieur) à fréquence de coupure > 10 000 c/s, avec niveau réglable en fonction du local d'écoute. Impédance de sortie 15 ohms (3-6-9 ohms sur demande). Réponse linéaire ± 2 dB de 10 à 10 000 c/s. Bruit de fond — 86 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 18 dB à 20 c/s et aiguës ± 18 dB à 20 000 c/s. Coffret métallique avec capot perforé. H 170 - L 460 - P 120 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. **572,76 NF**

Lampes : EZ81, 2-EL84, ECC83, EF86, ECL82.

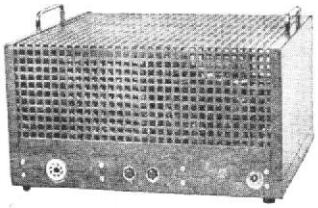


GAILLARD - Amplificateur

« **Europe** » **20 W.** 7 lampes. Push-pull 20 W avec taux de distorsion 0,1 %. Sensibilité d'entrée 350 mV pour 20 W. Canal séparé pour les HP statiques (baffle extérieur) à fréquence de coupure > 10 000 c/s, avec niveau réglable en fonction du local d'écoute. Impédance de sortie 16 Ω (1-4-9 Ω sur demande). Réponse linéaire ± 1 dB de 10 à 10 000 c/s. Bruit de fond — 86 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 18 dB à 20 c/s et aiguës ± 18 dB à 20 000 c/s. Alternatif 110/245 V, 50 c/s. Coffre métallique avec capot perforé. H 200 - L 460 - P 180 mm, 13,5 kg.

Prix T.T.C. **1.024,19 NF**

Lampes : ECC82, ECC83, ECL82, 2-EL34, EZ80, GZ32.



GAILLARD - Amplificateur

« **Himalaya** » **30 W.** 12 lampes. Push-pull 30 W, avec taux distorsion 0,15 %. Sensibilité d'entrée 400 mV pour 30 W. Canal séparé pour les HP statiques (baffle extérieur) à fréquence de coupure < 10 000 c/s, avec niveau réglable en fonction de l'acoustique du local d'écoute. Impédance de sortie 15 ohms (1-4-9 ohms sur demande). Réponse linéaire ± 1 dB de 3 à 10 000 c/s. Contre-réaction — 20 dB. Bruit de fond — 86 dB. Alternatif 110/250 V, 50 c/s. 2 réglages de tonalité graves ± 18 dB à 20 c/s et aiguës ± 18 dB à 20 000 c/s. Coffret métallique avec capot perforé. H 210 - L 410 - P 335 mm.

Prix T.T.C. **1.722,40 NF**

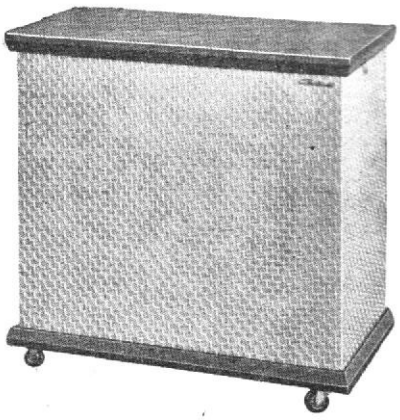
Lampes : 2-ECC82, ECC83, 3-EL34, 2-GZ32, 5Y3GB, EZ80, EF86, 6BQ7A.



GAILLARD - Coffret de commande

Peut recevoir : 1 tuner FM ou AM/FM, 1 préampli monaural ou stéréophonique, un ou deux amplificateurs de 10 ou 20 watts. Ebénisterie noyer, acajou, frêne, chêne ou merisier, couvercle ouvrant et abattant. H 1 050 - L 650 - P 520.

Prix T.T.C. **686,90 NF**



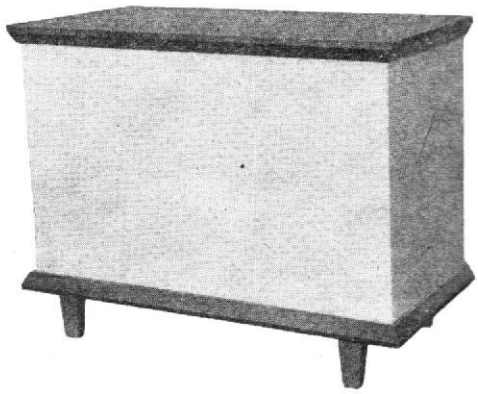
GAILLARD - Enceinte acoustique

Enceinte n° 3. Enceinte anti-résonnante, 130 dm³, comprenant 3 HP : 28 cm, 10 000 gauss, fréquence 25 c/s pour les graves, 17 cm à membrane exponentielle, 14 000 gauss, pour les médiums et les aiguës, 10 cm statique pour les extrêmes aiguës. Filtre séparateur à 2 cellules, fréquence de séparation 600 c/s. Impédance 15 Ω. Meuble noyer, acajou ou frêne vernis, ou chêne et merisier cirés, sur roulettes. H 720 - L 730 - P 400 mm, 36 kg.

Prix T.T.C. **573,79 NF**

Enceinte n° 3. Même modèle gainé, tissu spécial.

Prix T.T.C. **820,56 NF**



GAILLARD - Enceinte acoustique

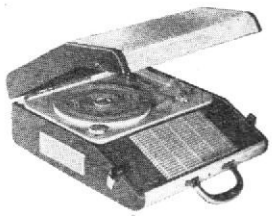
Enceinte n° 4. Fermée, 275 dm³, comprenant 5 HP : 35 cm pour les graves, fréquence 20 c/s, 17 cm, 14 000 gauss, et 3 HP statiques reproduisant des fréquences > 10 000 c/s. Isolement des HP aiguës et des HP graves. Puissance 30 W. Livrée nue ou en meuble horizontal ou vertical noyer, acajou, frêne, chêne ou merisier. H 850/1 100 - L 1 100/850 - P 580 mm, 92 kg.

Prix T.T.C. **1.221,62 NF**

Enceinte n° 4. Même modèle, gainé tissu spécial.

Prix T.T.C. **1.704,87 NF**

GRAMMONT



GRAMMONT - Valise électrophone

Musica. 3 lampes. Puissance 2,5 W. HP 12-19 cm. Voyant lumineux de mise sous tension.

Prise pour HPS. Tonalité réglable. Tourne-disques 4 vitesses, 16, 33, 45, 78 tours. Contre-réaction. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 + 11 VA. Valise gainée plastique lavable gris et bleu. Couvercle amovible. H 160 - L 330 - P 310 mm, 7 kg.

Prix T.T.C. **270,44 NF**

Lampes : 6AV6, EL84, EL80.

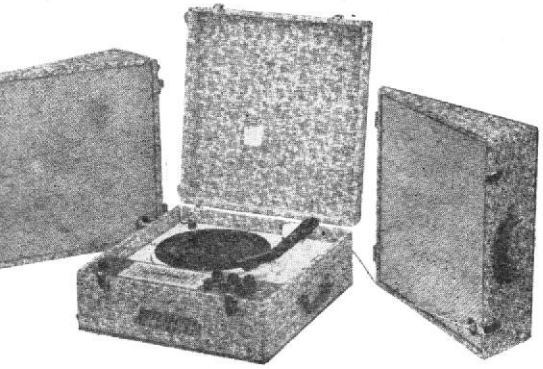


GRAMMONT - Valise électrophone

Mélisande. 3 lampes. Puissance 4 W. 3 HP : 19 cm et 2 de 10 cm. Voyant lumineux de mise sous tension. Prise micro et prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Filtre de PU à 3 positions. Tourne-disques. 4 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée plastique 2 tons, couvercle amovible formant baffle HP. H 215 - L 410 - P 410 mm.

Prix T.T.C. **575,85 NF**

Lampes : EL84, 6CF8, 6X2.

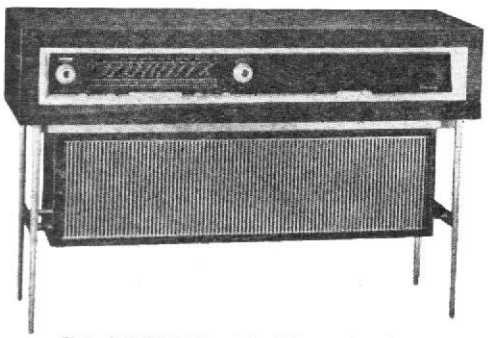


GRAMMONT - Valise électrophone stéréo

Fidelio. 5 lampes. 2 amplificateurs de 3 watts. 2 HP par canal : HP 19 cm et tweeter 10 cm à aimant permanent. Voyant lumineux de mise sous tension. 2 prises micro. 2 réglages de balance. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disques 4 vitesses, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. 2 valises gainées. Ampli-tourne-disques : H 160 - L 435 - P 400 mm. Ensemble 2 HP. H 160 - L 435 - P 400 mm.

Prix T.T.C. **920,33 NF**

Lampes : 2-6CF8,2-EL84, 6X4.



GRAMMONT - Meuble radio-phono

Hérodiade AM/FM. 9 lampes. 5 gammes BE-OC-PO-GO-FM. Clavier 6 touches. Cadre à air blindé PO-GO orientable. Antenne OC-FM incorporée. Commutation antenne-cadre HF accordée. Cadran glace. Indicateur visuel d'accord. 4 HP : 2 de 21-32 cm et 2 de 10-14 cm. Puissance 4 W. Prise HPS basse impédance. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës et 4 positions : musique, jazz, parole, ambiance, préréglées par clavier. Changeur de disques Perpetuum Ebner, 4 vitesses. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 80 + 11 VA. Ebénisterie noyer ou acajou. H 750 - L 1200 - P 400 mm.

Prix T.T.C. **2.030,89 NF**

Lampes : ECC85, 6AJ8, 2-EF85, 6AU5, EF86, EL84, EM81, 6BX4.



GRAMMONT - Ensemble stéréo

Ensemble STR. Adaptable aux consoles Salammbô et Hérodiade et comprenant 1 ampli stéréo, une enceinte stéréo et une tête de lecture stéréo Perpetuum Ebner.

Prix T.T.C. **462,73 NF**

Enceinte Stéréo. 2 HP : 1 de 21-32 cm et 1 de 16-24 cm, impédance 2,5 Ω. Filtre 2 positions (Salammbô - Hérodiade) commutable par cavalier. Cordon de raccordement 5 m. H 600 - L 650 - P 500 mm.

Prix : voir ci-dessus.

Ampli Stéréo. 2 lampes + redresseur. Puissance 2 W. Sensibilité 25 mV à 400 Hz pour 2,5 W de puissance. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Réglage de balance. Puissance sonore et courbe de réponse commandées par récepteur. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 25 VA.

Prix : voir ci-dessus.

Lampes : EF86, EL84, redresseur V125-C100.



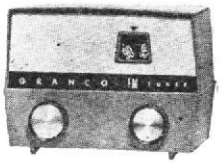
GRAMMONT - Meuble radio-phono

Salammbô AM/FM. 7 lampes. 5 gammes BE-OC-PO-GO-FM. Clavier 6 touches. Cadre à air blindé PO-GO orientable. Antennes OC-FM incorporées. Commutation antenne-cadre. HF accordée toutes gammes. Cadran glace. Indicateur visuel d'accord. Prise PU commutée par touche clavier. 4 HP : 2 de 16-24 et 2 de 10-14 cm. Puissance 3 W. Prise pour HPS. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Compensation physiologique sonore automatique. Changeur de disques Perpetuum-Ebner 4 vitesses. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 80 + 11 VA. Ebénisterie noyer ou acajou. H 760 - L 620 - P 380 mm.

Prix T.T.C. **1.434,48 NF**

Lampes : 6BX4, ECC85, ECH81, EF85, EL84, EABC80, EM81.

GRANCO



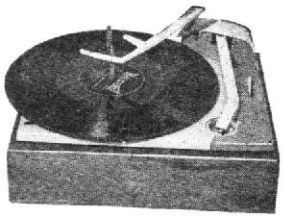
GRANCO - Tuner

Tuner FM. 3 lampes + 2 germaniums et redresseur. Gamme de fréquences 88 à 108 Mc/s. Sensibilité 7 µV. Contrôle automatique de gain. Sortie 100 kΩ — 100 mV. Taux de distorsion 2 %. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 15 VA. Coffret métal. H 106 - L 155 - P 100 mm. 0,8 kg.

Prix T.T.C. **256,05 NF**

Lampes : 12DT8, 2-12BA6, germaniums 2-2N591, redresseur sélénium.

GRUNDIG

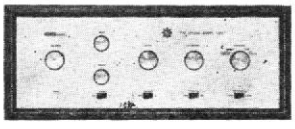


GRUNDIG - Platine tourne-disques

GW11 Stéréo. Platine professionnelle 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours équipée d'un moteur à induction à 4 pôles. Plateau 23 cm, 0,8 kg, recouvert de caoutchouc. Départ et arrêt automatiques. Réducteur de vitesses à 2 étages : longue courroie, poulie grand diamètre à vitesse lente. Dispositif mécanique de pose du PU. Tête de PU Elac. Gamme de fréquences 20 à 15 000 c/s. Pleurage < 4 ‰, rapport signal-bruit 32 dB. Possibilités d'arrêt et de rejet en cours d'audition. Nettoyage automatique du porte-saphir. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 10,5 VA. Platine gainée plastique beige-rosée. H 210 - L 335 - P 273 mm, 4 kg.

Prix T.T.C. **282,78 NF**

HARMAN-KARDON



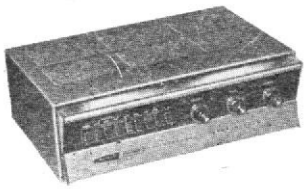
HARMAN-KARDON - Amplificateur

A300. 9 lampes + 2 silicium. Puissance 20 W (10 W par canal) pour distorsion 1 %. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. Entrées : 47 kΩ — 3 mV, 500 kΩ — 125 mV et 500 kΩ — 250 mV. Sorties 8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit 50 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 12 dB et aiguës ± 10 dB. Coffret métal.

Prix T.T.C. **1.285,38 NF**

Lampes : 4-7408, 4-12AX7, 12AU7, 2 siliciums.

HEATHKIT

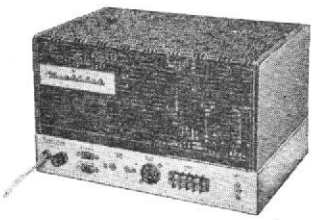


HEATHKIT - Préamplificateur stéréophonique

AA-11E. 10 lampes + 2 redresseurs. Sélecteur d'entrée. 3 entrées : 32 kΩ-2,5 mV, 69 kΩ-3,6 mV et 500 kΩ-100 mV. Sortie 4 kΩ-2 500 mV. Correction de gravures. 2 réglages de tonalité : graves de + 14 à — 22 dB et aiguës de + 10 à — 19 dB. Réglage de la balance sonore ± 10 dB. Alternatif 115/230 V, 50 c/s. Coffret métal. H 120 - L 340 - P 220 mm.

Prix T.T.C. **1.693,00 NF**

Lampes : 8-12AX7, 2-12AU7, 2 redresseurs secs.



HEATHKIT - Amplificateur

W5-M. 5 lampes. Puissance 20 W pour distorsion 2 ‰. Entrée 500 kΩ. 3 sorties : 4 Ω, 8 Ω et 16 Ω. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB ou 5 à 16 000 c/s à ± 2 dB. Rapport signal/bruit — 95 dB. Alternatif 115 V, 50 c/s. Coffret métal ajouré. H 210 - L 350 - P 210 mm.

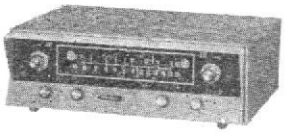
Prix T.T.C. **1.050,00 NF**

Lampes : 2-KT66, 2-12AU7, 5R461.

HEATHKIT - Enceinte acoustique

Costwold. Enceinte acoustique à voies multiples équipée de 3 HP : 30, 12-17 et 6 cm. Puissance 25 W. Bande passante 30 à 20 000 c/s. Ebénisterie. H 660 - L 584 - P 368 mm.

Prix T.T.C. **900,00 NF**



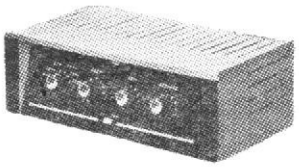
HEATHKIT - Tuner

AJ-30E AM/FM. 16 lampes. 2 gammes : AM 520 à 1 600 kc/s et FM 88 à 108 Mc/s. Cadre ferrite et antenne FM (300 Ω) incorporés. Sensibilité : AM 100 µV à 35 dB et FM 2 µV à 20 dB. Bande passante : 14 000 c/s à — 6 dB en AM et 10 000 c/s à — 2 dB en FM. 2 sorties : AM 4 kΩ - 200 mV et FM 4 kΩ - 500 mV. Distorsion < 1 %. Contrôle automatique de gain. Indicateur visuel d'accord sur chaque canal. Alternatif 115/230 V, 50 c/s, 100 VA. Coffret métal. H 114 - L 381 - P 318 mm.

Prix T.T.C. **1.960,00 NF**

Lampes : 6-6AU6, 3-6BA6, 6BS8/6BZ7, 6AB4, 12AT7, 6AL5, 6BE6, 2-12AU7.

HI-TONE



HI-TONE

Ampli-préampli H8. Amplificateur à préamplificateur incorporé d'une puissance nominale de 8 W à 1 000 c/s. Puissance maximum 10 W. Réponse : 20 à 50 000 c/s à ± 1 dB. Contre-réaction boucle principale : 24 dB. Distorsion harmonique totale : A 4 watts : 0,05 % - A 8 watts : 0,4 %. Distorsion d'intermodulation : (50 et 6 000 Hz : 4) - A 4 watts : 0,5 % - A 8 watts : 2 %. Pour 8 W, bruit de fond et sensibilité : Amplificateur — 90 dB - Entrée micro — 65 dB 3 mV - Entrée radio — 70 dB 70 mV - Entrée P.U. LP — 64 dB 8 mV - Entrée P.U. 78 tr — 64 dB 12 mV - P.U. céramique — 67 dB 125 mV. Facteur d'amortissement : 20. Action des correcteurs : A 30 Hz : + 19 à — 18 dB - A 15 kHz : + 19 à — 19 dB. Alimentation : 110 à 245 V, 50 Hz, 60 VA env.

Prix T.L. en sus **711,00 NF**

Tubes utilisés : 1-EF86, 1-ECC83, 2-ECL82, 1-EZ81.

Ampli-préampli H212S. Amplificateur stéréophonique, puissance nominale 12 W à 1 000 c/s; puissance maximum 14 W à 1 000 c/s. Réponse 20 à 50 000 c/s. Contre-réaction 24 dB. Distorsion d'intermodulation mesurée à 50 et 6 000 c/s : 2 % à 12 W; 1,5 % à 10 W; 0,6 % à 5 W. Distorsion harmonique à 1 000 c/s : 0,2 % à 12 W; 0,15 % à 10 W; 0,06 % à 5 W. Action des correcteurs + 18 dB — 19 dB à 15 000 c/s; + 18 dB — 19 dB à 30 c/s. Sensibilité pour 12 W modulés : micro : 2 mV; radio : 50 mV; magnéto : 50 mV; P.U. LP 6,5 mV; P.U. 78 : 10 mV; P.U. céramique : 100 mV. Alimentation 110 à 245 V alt., 120 VA.

Prix châssis principal monophonique 12 W et tôlerie, T.L. en sus ..... **1.080,00 NF**
Prix 2e bloc adaptable pour stéréophonie, T.L. en sus ..... **395,00 NF**

HI-TONE - Enceinte acoustique

Type HE.35. Encombrement : H 1 230 - L 650 - P 470. Enceintes acoustiques équipées d'un HP 35 cm spécial à suspension mousse et d'un HP 17 cm spécial pour médium et aigu. Gamme reproduite en fréquences fondamentales 16 à 17 000 c/s. Puissance 35 W. Cette enceinte est équipée d'un filtre séparateur à très faible distorsion. Ce groupe reproducteur utilisé avec l'ampli H.212.S permet toutes les combinaisons prévues sur celui-ci. Toutefois cette enceinte peut être utilisée avec n'importe quel amplificateur de 15 ohms d'impédance. Présentation : en bois brut HE.35.B, en ébénisterie HE.35.A.

Prix HE.35.B, T.L. en sus **186,50 NF**
Prix HE.35.A, T.L. en sus **196,00 NF**

Type HE.10. Encombrement : H 850 - L 500 - P 370. Enceintes acoustiques équipées de 3 HP : un 21 ×32 cm spécial, un 12 cm, un élément tweeter. Gamme reproduite en fréquences fondamentales 30 à plus de 17 000 Hz. Puissance 10 à 12 W. Filtre séparateur à très faible distorsion. Volume interne 100 dm³. Impédance 4 ohms. Présentation : en bois brut HE.10.B, en ébénisterie HE.10.A.

Prix HE.10.B, T.L. en sus **725,00 NF**
Prix HE.10.A, TL. en sus **755,00 NF**

Type HE.8. Encombrement : H 600 - L 400 - P 285. Enceintes acoustiques équipées d'un HP 21 × 32 cm spécial et d'un élément tweeter. Gamme reproduite en fréquences fondamentales 35 à plus de 17 000 Hz. Puissance 8 à 10 W. Filtre séparateur à très faible distorsion. Volume interne 61 dm³. Impédance 4 Ω. Présentation : en bois brut HE.8.B, en ébénisterie HE.8.A.

Prix HE.8.B, T.L. en sus **410,00 NF**
Prix HE.8.A, T.L. en sus **464,00 NF**
Prix HE.8.A ..... **464,00 NF**

Coffret acoustique HE.TW (Système exclusif Hi-Tone breveté). Complément logique des enceintes Type HE.35, HE.10 et HE.8. Encombrement : H 140 - L 270 - P 150. Ensemble de deux tweeters à faisceaux divergents; il crée un effet de présence perspective et améliore la définition du registre aigu par suppression des ondes stationnaires dans cette gamme de fréquence. Il s'impose particulièrement dans les locaux acoustiquement défavorisés. Gamme de fréquences : 5 000 à 15 000 Hz.

Prix **175,00 NF**

IMAGE ET SON

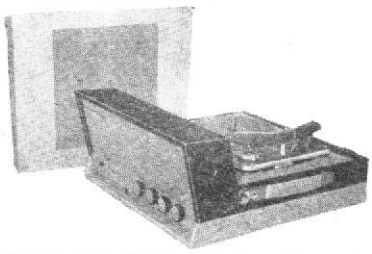


IMAGE ET SON - Valise électrophone

Perceval 1S.604. 4 lampes. Puissance 4 W. HP 16-24 cm. Prises pour HPS, FM, stéréophonie (2) et antenne FM. Rapport signal/bruit : 40 dB. Bande passante 40 à 12 000 c/s. 3 réglages de tonalité : graves 18 dB à 80 c/s, médium 15 dB à 1 000 c/s et aigués 18 dB à 10 000 c/s. Contacteur « FM », « ambiance », « puissance ». Contre-réaction sélective. Voyant lumineux de mise sous tension. Emplacement pour bloc FM, AC 4. Platine changeur de disques Elac Miracord 16 4 vitesses. Tête de PU stéréo, cellule piezo à 2 saphirs interchangeables. Alternatif 110-135-220 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée vinyle bleue sombre et gris clair. Couvercle amovible contenant le HP. H 205 - L 425 - P 455, 10 kg.

Prix T.T.C. **550,00 NF**

Lampes : EBC91, 2-ECL82, EZ80.

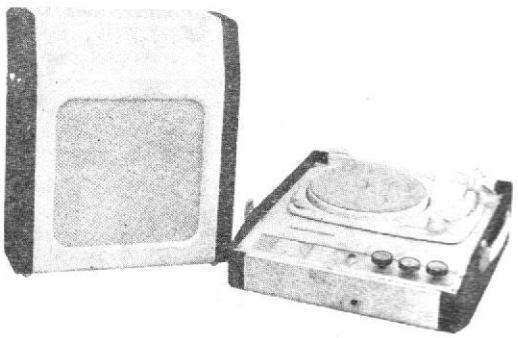


IMAGE ET SON - Valise électrophone

Tristan IS.502. 3 lampes. Puissance 3 W. HP 21 cm. Prises pour HPS, FM et stéréophonie. Rapport signal/bruit 60 dB. Bande passante 85 à 12 000 c/s. 2 réglages de tonalité : graves, amplitude de variation 18 dB à 100 c/s, et aiguës 16 dB à 10 000 c/s. Contre-réaction sélective. Voyant lumineux de mise

sous tension. Tourne-disques 4 vitesses, platine ELAC MIRAPHON 120. Tête de PU stéréo, cellule piezo à 2 saphirs interchangeables. Alternatif 110/135/220 V, 50 c/s, 35 + 10 VA. Valise gainée vinyle bleu sombre et gris clair. Couvercle amovible contenant le HP. H 220 - L 365 - P 395, 9,600 kg.

Prix T.T.C. **395,00 NF**

Lampes : EBC91, EL84, EZ80.

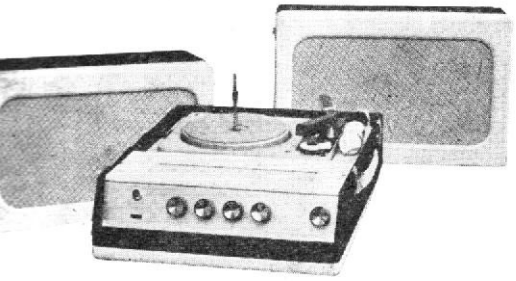


IMAGE ET SON - Valise électrophone stéréo

Arthus IS606. 5 lampes. Puissance 8 W (4 W par canal). 4 HP : 2 de 21 cm, 2 de 10 cm contenus dans les 2 demi-couvercles formant baffles acoustiques. Prise pour FM, enregistrement stéréo et antenne FM. Rapport signal/bruit 60 dB. Bande passante 60 à 12 000 c/s. 2 réglages de tonalité : graves, amplitude de variation 18 dB à 100 c/s, et aiguës 15 dB à 10 000 c/s. Contre-réaction sélective. Réglage de balance stéréophonique. Contacteur « FM », « Mono », « Stéréo ». Voyant lumineux de mise sous tension. Emplacement pour bloc FM IS.4. Platine changeur de disques Elac Miracord 16, 4 vitesses. Tête de PU stéréo ; cellule piezo à 2 saphirs interchangeables. Alternatif 110/135/220 V, 50 c/s, 85 + 10 VA. Valise gainée vinyle bleu sombre et gris clair, couvercle formant 2 baffles amovibles. H 235 - L 410 - P 520, 14,200 kg.

Prix T.T.C. **859,90 NF**

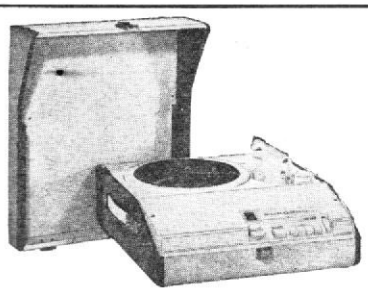
Lampes : 2-ECC83, 2-EL84, EZ81.

IMAGE ET SON - Chaîne stéréophonique

Magnificat 1S.808. 10 lampes. Push-pull 16 W (8 W par canal). Prises pour FM, enregistrement stéréo et antenne FM. Rapport signal/bruit 65 dB. Bande passante 40 à 15 000 c/s. 2 réglages de tonalité : graves, amplitude de variation 20 dB à 80 c/s et aiguës 19 dB à 12 000 c/s. Contre-réaction sélective. Réglage de balance stéréophonique. Contacteur FM-Mono-Stéréo. Voyant lumineux de mise sous tension. Emplacement pour bloc FM AC.4. Châssis en éléments séparés (une alimentation, deux amplis, un préampli double). Platine changeur de disques Elac Miracord 16, 4 vitesses. Tête de Pu stéréo, cellule piezo à deux saphirs interchangeables. Alternatif 110-135-220 V, 50 c/s, 120 + 12 VA. Coffret en ébénisterie acajou foncé, noyer moyen ou chêne clair, contenant le changeur de disques et les divers éléments d'amplification et d'alimentation. Appareil livré avec deux enceintes acoustiques IS.2. H 190 - L 505 - P 520. 17,600 kg.

Prix T.T.C. **1.600 NF**

IMAGE-PARLANTE



L'IMAGE PARLANTE - Valise électrophone

Euro 61. 2 lampes + redresseur. HP 10-15 cm. Puissance 2,5 W. Réglage de tonalité par touches. Platine 4 vitesses, arrêt automatique. Sélection des vitesses par touches. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. Valise bois gainé plastique. H 150 - L 380 - P 330 mm. 5 kg.

Prix T.T.C. **252,03 NF**

Lampes : 35D5, 6AT6, redresseur.



L'IMAGE PARLANTE - Valise électrophone

GM. 2 lampes. HP 16-24 cm. Puissance 3 W. Tonalité réglable. Platine tourne-disques Mélodyne 4 vitesses. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 35 VA. Valise gainée plastique lavable. H 190 - L 390 - P 330 mm, 6 kg.

Prix T.T.C. **334,20 NF**

Lampes : ECL82, EZ80.



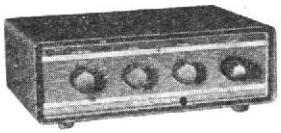
L'IMAGE PARLANTE - Valise électrophone

Guyenne. 2 lampes. Puissance 2 W. HP 21 cm. Prise HPS. Prises pour micro et stéréophonie. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disques 4 vitesses, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 35 VA. Coffret gainé coloris divers, couvercle amovible contenant le HP, avec cordon. H 220 - L 410 - P 430 mm.

Prix T.T.C. **492,56 NF**

Lampes : ECL82, EZ80.

KNIGHT-KIT



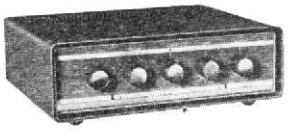
KNIGHT-KIT

Préampli-amplificateur stéréophonique

83YX927. 7 lampes. Puissance 40 W (20 W par canal) pour distorsion 1,5 % à 10 W. Gamme de fréquences 35 à 15 000 c/s à ± 1,5 dB. Entrées 2,2 MΩ — 0,4 V, 47 kΩ — 6 mV et 100 000 Ω — 1 V. Sorties 4,8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit — 85 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 6 dB et aiguës ± 6 dB. Réglage de la balance sonore. Coffret métal ventilé. H 120 - L 340 - P 220 mm.

Prix T.T.C. **680,00 NF**

Lampes : 2-ECC83, 4-ECL82, EZ81.



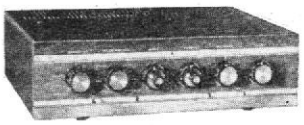
KNIGHT-KIT

Préampli-amplificateur stéréophonique

83YU933. 10 lampes + redresseur. Puissance 65 W (32 W par canal) pour distorsion 1,5 %. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. Entrées : 47 kΩ — 2 mV, 4,7 MΩ — 150 mV, 1 MΩ — 200 mV et 470 kΩ — 500 mV. Sorties 4,8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit — 65 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 10 dB et aiguës ± 12 dB. Réglage de la balance sonore. Coffret métal ventilé. H 120 - L 370 - P 280 mm.

Prix T.T.C. **1 000,00 NF**

Lampes : 4-7189, 6-ECC83, redresseur GZ34.



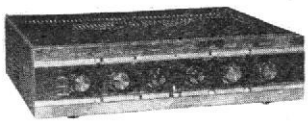
KNIGHT-KIT

Préampli-amplificateur stéréophonique

83YU774. 10 lampes + redresseur. Puissance 80 W (40 W par canal) pour distorsion 1 %. Gamme de fréquences 15 à 35 000 c/s à ± 1 dB. Entrées : 100 kΩ — 2,2 mV, 22 MΩ — 0,3 V, 68 kΩ — 2,2 mV, 470 kΩ — 0,3 V et 680 kΩ — 0,7 V. Rapport signal/bruit 75 dB. 2 réglages de tonalité graves et aiguës ± 15 dB. Coffret métal ventilé. H 120 - L 440 - P 350 mm.

Prix T.T.C. **1 350,00 NF**

Lampes : 2-6EU7, 2-12AX7, 2-6CM8, 4-6973, redresseur GZ34.



KNIGHT-KIT

Préampli-amplificateur stéréophonique

83YU934. 12 lampes + 2 redresseurs. Puissance 140 W (70 W par canal) pour 0,5 % de distorsion. Gamme de fréquences 20 à 30 000 c/s à ± 0,5 dB. Entrées : 2,2 MΩ — 1,5 mV, 47 kΩ — 1 mV, 100 kΩ — 100 mV. Sorties 4,8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit 85 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 12 dB et aiguës ± 13 dB. Réglage de la balance sonore. Coffret métal ventilé. H 120 - L 450 - P 380 mm.

Prix T.T.C. **1 800,00 NF**

Lampes : 2-12AY7, 2-7025, 2-UF86, 2-ECC83, 4-EL34, redresseurs : 2-GZ34.

LAVALETTE-PHENIX



LAVALETTE-PHENIX - Valise électrophone Electrophone T12. 2 lampes. Puissance 3 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disques 4 vitesses, platine Teppaz. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. 25 + 10 VA. Mallette gainée plastique gold, vert ou rouge, grille plastique dorée, poignée plastique, couvercle amovible formant baffle. HP, cordon 2 m. H 150 - L 375 - P 280 mm, 6 kg.

Prix T.T.C. **308,49 NF**

Lampes : ECL82, EZ80.

LA VOIX DE SON MAITRE



LA VOIX DE SON MAITRE
Electrophone à transistors

4T8. 4 transistors. Push-pull 0,4 W. HP 12-19 cm. Contre-réaction sélective. Tourne-disques 4 vitesses. Alimentation par 4 piles 1,5 V, débit 30 mA. Mallette gainée bufflon noir et rouge, couvercle amovible contenant le HP et formant baffle, cordon 1,8 m. H 155 - L 370 - P 270 mm, 4 kg. Prix pile non comprise.

Prix T.T.C. **321,24 NF**

Transistors : 2-941T1, 2-992T1.

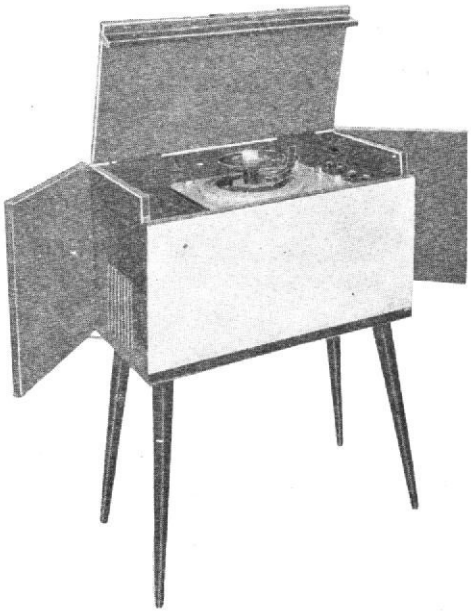


LA VOIX DE SON MAITRE
Chaîne haute-fidélité

CHF63. Double amplificateur avec tourne-disques à utiliser avec enceinte acoustique double. 14 lampes + germaniums + redresseur. Push-pull 2 × 10 W avec taux de distorsion 0,5 %. Réglage de la balance sonore. 2 entrées à double voie, niveau réglable par potentiomètre. Voyant lumineux pour mono et stéréo. Bande passante 10 à 7 000 c/s à ± 3 dB. Correction de tonalité par contacteur 11 positions, variant ± 10 dB sur graves et aiguës. Filtres de coupure. Bruit de fond maximum — 80 dB. Sorties 5-8- et 16 Ω. Contre-réaction de 15 dB et 20 dB. Tourne-disques semi-professionnel, 4 vitesses, avec cellule stéréophonique magnétique. Alternatif 110/230 V, 50 c/s, 120 VA. Ebénisterie palissandre, montée sur roulettes. H 623 - L 584 - P 380 mm. 34,6 kg.

Prix : voir ci-contre.

Lampes : 2-EF86, 4-12AX7, 2-12AT7, 4-EL84, 12AU7, EM84, germaniums : 14P2, 2-40J2.

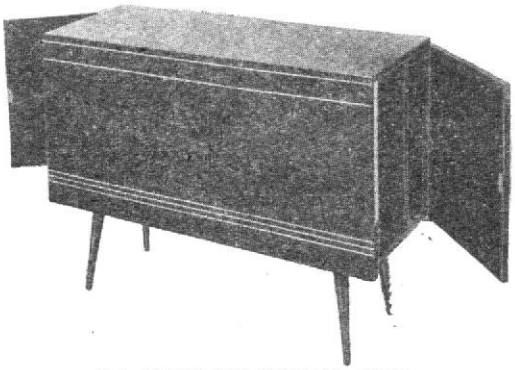


LA VOIX DE SON MAITRE
Meuble électrophone stéréo

3362. 4 lampes, 2 × 2 W. 2 HP de 19 cm. Réglage de balance par potentiomètre. Contrôles de tonalité séparés sur graves et aiguës. Baffles de HP adaptés incorporés dans le meuble. Tourne-disques 4 vitesses, changeur automatique sur 45 tours équipé d'une cellule stéréophonique. Alternatif 115-230 V, 50 c/s, 60 VA. Meuble ébénisterie sur pieds. H 837 - L 740 - P 370 mm, 27,9 kg.

Lampes : 2-EF89, 2-EL84.

Prix T.T.C. **1.079,72 NF**



LA VOIX DE SON MAITRE
Meuble acoustique haute-fidélité

CHF63. Enceinte acoustique comprenant 2 haut-parleurs elliptiques 21-32 cm et 2 HP de 9 cm. Ebénisterie palissandre, avec porte aux 2 extrémités. H 560 - L 1 140 - P 480 mm, 45,7 kg.

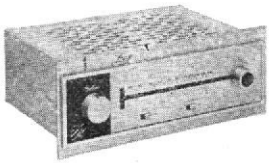
Prix : voir ci-après.

LA VOIX DE SON MAITRE
Chaîne haute fidélité

CHF63. Comprend l'ensemble amplificateur-tourne-disques et le meuble enceinte acoustique.

Prix T.T.C. **4.010,37 NF**

LEAK

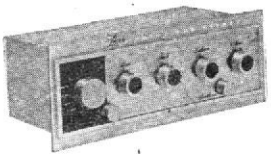


LEAK - Tuner

Tuner FM. 7 lampes + 2 germaniums. Gamme de fréquences 88 à 108 Mc/s. Sensibilité 2 µV. Contrôle automatique de gain. Indicateur visuel d'accord. Sortie 1 000 Ω — 1 V. Taux de distorsion 1 ‰. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 55 VA. Coffret métal. H 110 - L 290 - P 140 mm. 5 kg.

Prix T.T.C. **874,06 NF**

Lampes : EM84, 2-ECF80, ECC84, ECC85, EF80, EZ80, germaniums : 2-OA79.

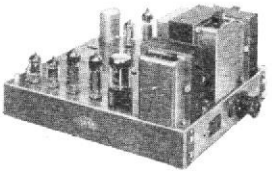


LEAK - Préamplificateur stéréophonique

Point One Stéréo. 4 lampes. Entrées : 100 kΩ — 3 mV et 500 kΩ — 500 mV. Sortie 100 kΩ — 125 mV. 2 réglages de tonalité graves ± 16 dB et aiguës ± 14 dB. Coffret métal. H 115 - L 290 - P 160 mm.

Prix T.T.C. **802,07 NF**

Lampes : 4-EF86.

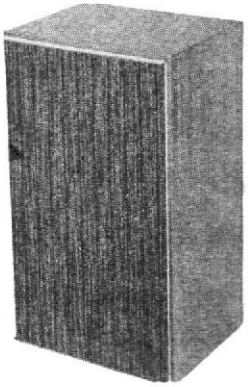


LEAK - Amplificateur stéréophonique

Stéréo 20. 8 lampes. Puissance 25 W (12 W par canal) pour distorsion de 1 ‰. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 0,5 dB. Entrée 100 kΩ. Sortie 4, 8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit 52 dB. Châssis métal. H 130 - L 310 - P 250 mm.

Prix T.T.C. **1.131,13 NF**

Lampes : 4-EL84, 3-ECC84, GZ34.



LEAK - Enceinte acoustique

Sandwich. Enceinte acoustique équipée de 2

HP : 75 et 34 cm. Ebénisterie. H 650 - L 380 - P 300 mm.

Prix T.T.C. **1.182,55 NF**

LEMOUZY



LEMOUZY - Valise électrophone

Starlette. 3 lampes. Puissance 4 W. HP 21 cm. Prises pour micro et HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Platine tourne-disques 4 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s 36 VA. Valise gainée plastique lavable 2 tons bordeaux et gris, vert et gris, gris clair et gris foncé, ou bleu et gris-bleu. Couvercle amovible contenant le HP. H 180 - L 400 - P 300 mm, 6,5 kg.

Prix T.T.C. **366,20 NF**

Starlette Stéréo. Même modèle. Tête de P.U. à 2 saphirs interchangeables monophonique et stéréophonique. Prise pour stéréophonie. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **401,40 NF**

LŒWE OPTA



LŒWE OPTA - Meuble électrophone

Domino Stéréo 6826. 4 lampes. Puissance 10 W (5 W par canal). 4 HP : 2 HP 18-26 et 7 cm sur chaque voie de reproduction. Réglage de la balance sonore. Platine tourne-disques 4 vitesses, changeur 45 tours. Moteur asynchrone équilibré. Plateau ∅ 20,5 cm. Tête de PU à diamant. Pression de la pointe 8 g. H 780 - L 1 000 - P 370 mm.

Ebénisterie noyer. Prix T.T.C. **1.580,00 NF**

Ebénisterie érable. Prix T.T.C. **1.625,00 NF**

Lampes : EABC80, EBC91, 2-EL84.

MAGNÉTIC-FRANCE



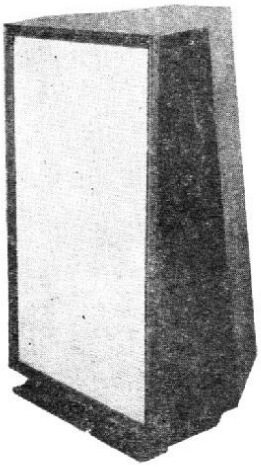
MAGNETIC-FRANCE

Préampli-ampli stéréo

France Compact 40. Amplificateur stéréophonique. 10 lampes + 2 silicium. Puissance 40 W (20 W par canal) pour distorsion < 0,1 % à 35 %. Facteur C.R. environ 25 dB. Gamme de fréquences 20 à 50 000 c/s à 0,5 dB. 4 entrées : stéréo ou mono pour PU, tuner/radio, magnétophone et microphone. 2 réglages de tonalité graves et aiguës, filtre variable progressif de médium et atténuateur de bruit de fond à 4 positions sur chaque voie de reproduction. 2 réglages de balance sonore. Filtre correcteur à 4 positions. Sortie pour 3e canal central. Inverseur de phase. Alternatif 110/245 V, 50-60 c/s. Coffret tôle d'acier ajouré. H 105 - L 320 - P 270 mm.

Prix T.T.C. **880,00 NF**

Lampes : 6-ECC83T, 4-7189, silicium 2-IWE8.



MAGNETIC-FRANCE - Enceinte acoustique

Vérité. Enceinte acoustique exponentiel replié pouvant recevoir le HP Vérité 31 cm. Puissance 20 W. Bande passante 25 à 18 000 c/s. Meuble d'angle chêne naturel. H 850 - L 560 - P 420 mm.

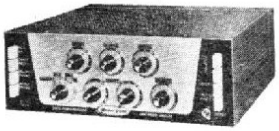
Prix T.T.C. **230,00 NF**

Vérité. Même modèle. Meuble d'angle noyer ou acajou. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. 250,00 NF

Vérité. Enceinte acoustique pouvant recevoir le HP Vérité 25 cm. Puissance 10 W. Bande passante 25 à 17 000 c/s. Coffret bois gainé. H 550 - L 350 - P 300 mm.

Prix T.T.C. **140,00 NF**



MAGNETIC-FRANCE

Préampli-ampli stéréo

France Compact 10. Amplificateur stéréophonique. 7 lampes. Puissance 10 W (5 W par canal) pour distorsion < 1 %. Gamme de fréquences 20 à 50 000 c/s à 1 dB. Sensibilité 5 mV pour sortie 8 W. Rapport signal/bruit — 70 dB. 4 entrées stéréo ou mono pour PU, tuner/radio, magnétophone et microphone. 2 réglages de tonalité graves et aiguës sur chaque voie de reproduction. Réglage de la balance sonore. Filtre correcteur à 4 positions. Sortie pour 3e canal central. Inverseur de phase. Alternatif 110/245 V, 50/60 c/s. Coffret tôle d'acier ajouré. H 105 - L 320 - P 245 mm.

Prix T.T.C. **448,00 NF**

Lampes : 2-6U8, 2-ECC83, 2-EL84, EZ81.

France Compact 17. Même modèle. 7 lampes + 2 silicium. Puissance 17 W (8,5 W par canal) pour distorsion < 0,2 %. Gamme de fréquences 20 à 50 000 c/s à 0,5 dB. Sensibilité 5 mV pour sortie 15 W. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **544,00 NF**

Lampes : 5-ECC83, 2-ELL80, silicium 2-IWE8.

France Compact 25. Même modèle. 9 lampes + 2 silicium. Puissance 25 W (12,5 W par canal). 2 réglages de balance sonore. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **640,00 NF**

Lampes : 5-ECC83, 4-EL84, silicium 2-IWE8.

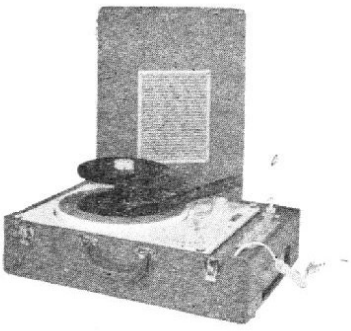
MARTIAL



MARTIAL - Valise électrophone

TD15. 3 lampes. Puissance 3 W. HP 21 cm. Prise pour stéréophonie. Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Voyant lumineux de mise sous tension. Tourne-disques 4 vitesses, platine Mélodyne. Alternatif 110-250 V, 50 c/s. Valise contre-plaqué gainé plastique uni ou 2 tons, couvercle amovible formant baffle HP, cordon 4 m. H 200 - L 420 - P 280 mm, 7 kg.

Prix T.T.C. **307,46 NF**



MARTIAL - Valise électrophone

C203. 3 lampes. Puissance 3 W. HP 21 cm. Prise pour stéréophonie. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Voyant lumineux de mise sous tension. Platine tourne-disques Mélodyne 4 vitesses, fonctionnant en changeur 45 tours. Alternatif 110/250 V, 50 c/s. Valise gainée plastique 2 tons, gris clair et gris foncé ou façon pécari. Couvercle amovible contenant le HP, cordon 4 m. H 180 - L 460 - P 320 mm, 11 kg.

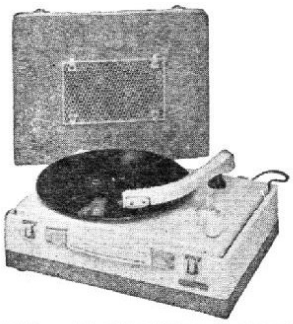
Prix T.T.C. **410,29 NF**

C204. Même modèle. Puissance 5 W. 3 HP : 21 et 2 de 10 cm, 10 kg. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **447,31 NF**

Lampes : ECH81, EL84, EZ80.

MELOVOX



MELOVOX - Electrophone à transistors

1469. 4 transistors. Push-pull 0,3 W. HP 12-19 cm. Contre-réaction sélective. Tourne-disques 4 vitesses. Alimentation par 4 piles 1,5 V, débit 30 VA. Mallette gainée 2 tons, gris et jaune, couvercle détachable contenant le HP. H 150 - L 360 - P 280 mm, 4 kg.

Prix T.T.C. **298,20 NF**

Transistors : 2-992T1, 2-941T1.



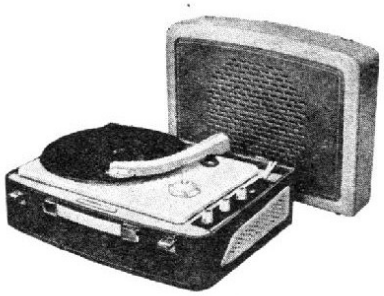
MELOVOX - Valise électrophone

1471. 1 lampe + redresseur. Puissance 2,5 W. HP 17 cm. Voyant lumineux de mise sous tension. Tonalité réglable : graves et aiguës par monocommande. Tourne-disques 4 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 26 + 12 VA. Valise bois fibrine 2 tons : bordeaux et gris, couvercle détachable contenant le HP. H 190 - L 410 - P 350 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. **374,30 NF**

Lampe ECL82, redresseur.

OCÉANIC



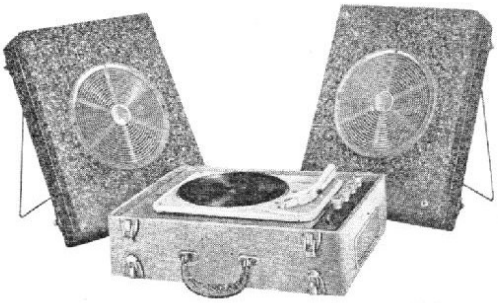
OCEANIC - Valise électrophone

Mélodie. 3 lampes. Prise micro. HP 21 cm. Puissance 4 W. Prise stéréo. Prise HPS. Cellule stéréophonique adaptable. Réglage de tonalité, graves et aiguës. Correction physiologique. Platine tourne-disques 4 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée 2 tons. H 180 - L 420 - P 300 mm, 7,4 kg.

Prix T.T.C. **329,06 NF**

Lampes : ECC82, EL84, EZ80.

ONDAX



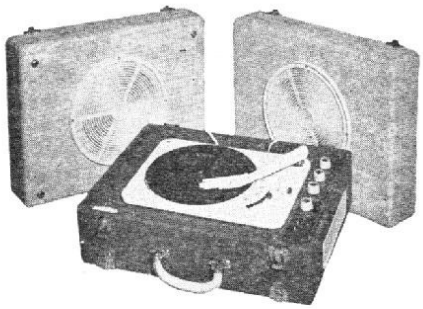
ONDAX - Valise électrophone stéréo

Concerto. 4 lampes. 2 amplificateurs de 3,5 W. 2 HP 21 cm inversés Hi-Fi. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës, agissant sur les 2 canaux. Platine 4 vitesses, avec tête de lecture stéréophonique et monaurale. Alternatif 120/230 V, 50 c/s, 28 + 12 VA. Valise bois gainée tweed 2 tons, 2 couvercles amovibles formant baffles contenant les HP, 2 cordons 2 m. H 280 - L 410 - P 350 mm, 12 kg.

Prix T.T.C. **513,66 NF**

Lampes : EZ81, 12AX7, 2-EL84.

ONDIOLA



ONDIOLA - Electrophone stéréo

Stéréo 60. 4 lampes. Push-pull 7 W (3,5 W par canal). 2 HP : 1 HP 21 cm sur chaque voie de reproduction. Tonalité réglable. Réglage de la balance sonore. Contacteur mono-stéréo. Platine tourne-disques 4 vitesses. Sélection par levier 4 positions. Arrêt et débrayage automatiques en fin de disque. Tête de PU à saphirs interchangeables monophonique et stéréophonique. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Bois gainé 2 tons. 2 couvercles amovibles contenant les HP. H 260 - L 410 - P 320 mm, 11,5 kg.

Prix T.T.C. **513,12 NF**

Lampes : 2-EL84, 12AX7, EZ81.

PHILIPS

NG2421. 2 lampes. Puissance 1,5 W pour 10 % de distorsion. HP 16 cm. Tonalité réglable. Platine tourne-disques 2 vitesses, 33 et 45 tours minute, type NG2011. Sélection des vitesses par tirette. Arrêt et débrayage automatiques du système d'entraînement en fin d'audition. Tête de PU interchangeable, type AG3302. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 30 VA. Fibrine vernie 2 tons : tweed gris



PHILIPS - Valise électrophone

et pécari ou lézard gris et rouge. H 110 - L 290 - P 230 mm, 3,5 kg.

Prix T.T.C. **173,80 NF**

Lampes : UCL82, UY85.



PHILIPS - Valise électrophone à transistors

AG4026T. 5 transistors. Push-pull 0,9 W pour 10 % de distorsion. HP 16 cm. Platine tourne-disque 4 vitesses, type AG2026. Sélection par levier 4 positions. Arrêt et débrayage automatiques en fin de disque. Tête de PU AG3305 diamant monophonique et stéréophonique. Alimentation par 6 piles de 1,5 V, débit suivant réglage de la puissance sonore. Mallette polystyrène, socle orange, couvercle amovible gris. H 155 - L 340 - P 250 mm, 3,2 kg. Prix piles comprises.

Prix T.T.C. **256,00 NF**

Transistors : 3-OC71, 2-OC74.



PHILIPS - Valise électrophone stéréo

AG4116. 4 lampes + redresseur. Puissance 4 W (2 W par canal) pour 10 % de distorsion. 2 HP : 1 HP 16 cm, sur chaque voie de reproduction. 2 réglages de tonalité sur les 2 voies. Réglage de la balance sonore. Platine tourne-disques changeur 45 t/mn, type AG1016. Sélection par bouton rotatif. Débrayage automatique du système d'entraînement en fin d'audition. Tête de PU diamant AG3305 interchangeable. Pression verticale de l'aiguille ajustable. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 40 VA. Mallette bois gainé 2 tons gris clair et gris foncé. 2 couvercles amovibles contenant les HP. H 230 - L 400 - P 385 mm, 10 kg.

Prix T.T.C. **698,20 NF**

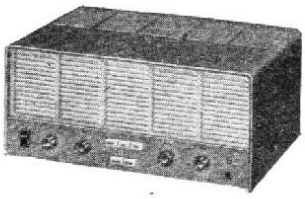
Lampes : 2-ECC83, 2-EL95, redresseur sélénium.



PHILIPS - Chaîne haute fidélité stéréo

AG9015/AD5046A. Ensemble comprenant : un tourne-disques 4 vitesses AG1116 monté sur socle Une tête AG3402 magnétodynamique stéréophonique à pointe diamant — un amplificateur AG9015 — et 2 colonnnes acoustiques AD5046A.

Prix T.T.C. **2.025,70 NF**



PHILIPS - Amplificateur stéréo

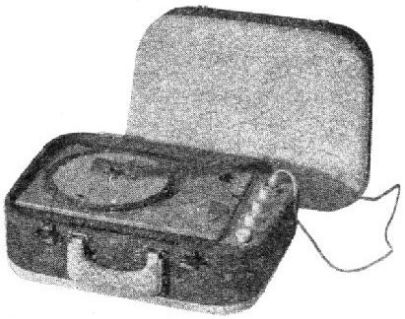
AG9015. 11 lampes. Puissance 30 W (15 W par canal) pour 1 % de distorsion. Clavier 5 touches : stéréo - mono - PU - tuner - magnétophone. 2 réglages de tonalité graves de + 11 à — 14 dB à 40 c/s, aiguës de + 10 à — 12 dB à 15 000 c/s. Réglage de la balance sonore. Inverseur de PU : cristal et magnéto-dynamique. Inverseur pour commutation des HP. Entrées mono et stéréo : PU - tuner - magnétophone 2 sorties (1 par canal) pour HP 800 Ω. 2 sorties (1 par canal) pour HP 8 ou 16 Ω pour enregistrement mono ou stéréo. Secteur alternatif 90/245 V, 50 c/s, 155 VA. Coffret métal présentation professionnelle. H 185 - L 400 - P 288 mm, 15 kg.
Prix : voir chaîne Hi-Fi Stéréo AG/9015/AD5046A.
Lampes : 2-EF86, 4 ECC83, 4EL86, GZ34.

PHILIPS - Colonne acoustique

AD5046A. Colonne (volume 30 litres) adaptable à l'amplificateur AG9015 avec HP 21 cm haute impédance. Prix le jeu de 2 :

Prix T.T.C. **719,80 NF**

POINT BLEU



POINT BLEU - Valise électrophone

Volga. 2 lampes + redresseur. Puissance 4,5 W. HP 18 cm, 8 500 gauss. Tourne-disques 4 vitesses. Tête de lecture mono/stéréo avec prise de sortie stéréo. Voyant lumineux de mise sous tension. Alimentation 127-220 V, 50 c/s, 34 + 12 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible formant baffle. H 200 - L 410 - P 290, 7 kg.

Prix T.T.C. **450,00 NF**

Lampes : EF86, EL84.

PYRUS-TÉLÉMONDE

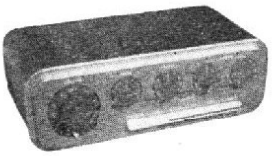


PYRUS-TELEMONDE - Valise électrophone

Valise électrophone. 3 lampes. Puissance 2 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disques 4 vitesses. Alternatif 120-220 V, 50 c/s, 25 + 15 VA. Valise bois gainé plastique gris clair et foncé, ou gris clair et vert, couvercle amovible formant baffle HP, cordon 1,5 m. H 180 - E 370 - P 275 mm.

Prix T.T.C. **256,56 NF**

QUAD

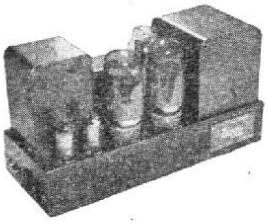


QUAD - Préamplificateur

Quad 22. 4 lampes. Entrées pour radio/magnétophone 70 mV, PU 3 mV, et microphone 1,5 mV. Sortie 250 mV. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 0,5 dB. Rapport signal/bruit < 70 dB. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Réglage de la balance sonore. Coffret métal. H 89 - L 267 - P 165 mm.

Prix T.T.C. **950,00 NF**

Lampes : 2-EF86, 2-ECC83.

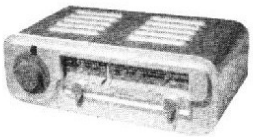


QUAD - Amplificateur

Quad II. 5 lampes. Puissance 20 W. Distorsion 0,1 % à 12 W et 0,3 % à 18 W. Gamme de fréquences 10 à 50 000 c/s à ± 0,5 dB. Rapport signal/bruit — 80 dB. Sensibilité 1,4 $V_{eff.}$ Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 90 VA. Châssis métal. H 165 - L 330 - P 120 mm.

Prix T.T.C. **850,00 NF**

Lampes : 2-EF86, 2-KT66, GZ32.

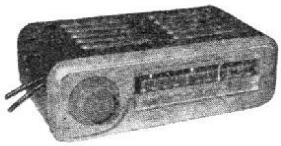


QUAD - Tuner

Tuner AM. 4 lampes. 3 gammes : 16,2 à 52 m, 185 à 588 m et 800 à 2 070 m. Cadran plexiglas. Indicateur visuel d'accord. Sortie 100 kΩ — 100 mV. Contrôle automatique de gain. Coffret métal. H 90 - L 270 - P 170 mm.

Prix T.T.C. **800,00 NF**

Lampes : EF89, ECH81, EBF89, EM84.



QUAD - Tuner

Tuner FM. 7 lampes. Gammes de fréquences 87,5 à 108 Mc/s. Cadran plexiglas. Indicateur visuel d'accord. Sortie 100 kΩ — 100 mV. Coffret métal. H 90 - L 270 - P 170 mm.

Prix T.T.C. **800,00 NF**

Lampes : 6BJ6, 12AT7, 6-BH6, 6AU6, 6AL5, 12AX7, CC11L.



QUAD - Haut-parleur

HP Quad. Puissance 15 W. Bande passante jusqu'à 20 000 c/s à ± 3 dB. Distorsion < 1 %. Alternatif 110-220 V, 50-60 c/s. H 790 - L 880 - P 270 mm. 17,7 kg.

Prix T.T.C. **1.880,00 NF**

RADIALVA



RADIALVA - Valise électrophone

Tramontane. 3 lampes. Puissance 3 W. 2 HP : 21 cm et 17 cm. Tonalité réglable. Contre-réaction. Tourne-disques 4 vitesses, platine Mélodyne, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Prise pour adaptation stéréo. Alternatif 115/230 V, 50 c/s, 30 + 10 VA. Valise gainée gris 2 tons au rabane, couvercle amovible contenant les HP et formant baffle. H 210 - L 490 - P 335 mm.

Prix T.T.C. **488,44 NF**

Tramontane Dual 1007. Même modèle équipé platine Dual 1007. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **611,18 NF**

Lampes : 6AU6, EL84, EZ80.

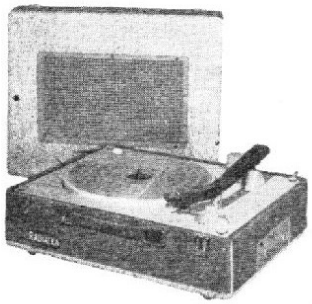


RADIALVA - Valise électrophone

Zéphir. 2 lampes. Puissance 2,5 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Contre-réaction. Tourne-disques 4 vitesses, platine Mélodyne. Alternatif 115-230 V, 50 c/s, 25 + 10 VA. Valise gainée plastique lavable gris 2 tons ou rabane, couvercle amovible contenant le HP. H 158 - L 375 - P 300 mm.

Prix T.T.C. **251,95 NF**

Lampes : ECL82, EZ80.



RADIALVA - Valise électrophone

Martinique. 2 lampes. Puissance 2,5 W. 2 HP 12-19 cm. Tonalité réglable. Voyant lumineux de mise sous tension. Contre-réaction. Platine Mélodyne 4 vitesses, fonctionnant en changeur 45 tours. Rejet automatique du bras sur toutes vitesses. Alternatif 115-230 V, 50 c/s, 40 VA. Valise bois gainé plastique lavable gris 2 tons ou bleu 2 tons, couvercle dégondable formant baffle. H 180 - L 400 - P 330 mm.

Prix T.T.C. **395,90 NF**

Lampes : ECL82, EZ80.

RADIOLA



RADIOLA - Vailse électrophone stéréo

RA1524A. 2 lampes + redresseur. Push-pull 1,8 W par canal, pour 10 % de distorsion. 2 HP : 1 HP de 10 cm sur chaque voie de reproduction. Réglage de tonalité à deux positions graves ou aiguës. Réglage de la balance sonore. Platine tourne-disques. 4 vitesses type AG 2056. Sélection par levier. Arrêt et débrayage automatiques en fin de disque. Tête de PU type AG3305 à pointe diamant 33-45 t/mn et stéréo, et saphir 78 t/mn. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 40 VA. Mallette bois gainé tweed gris joues rouges ou tweed bleu foncé couvercle et joues tweed gris, 2 enceintes acoustiques amovibles. H 150 - L 525 - P 250 mm, 4,8 kg.

Prix T.T.C. **369,20 NF**

Lampes : 2-UCL82, redresseur Silicium OA211.

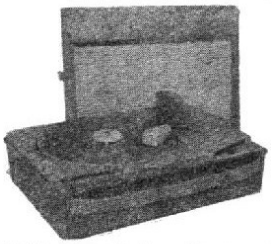


RADIOLA - Valise électrophone

RA2124. 2 lampes. Puissance 1,5 W pour 10 % de distorsion. HP 16 cm. Tonalité réglable. Platine tourne-disques 2 vitesses 33 et 45 t/m type NG 2011. Sélection des vitesses par tirette. Débrayage automatique du système d'entraînement en fin d'audition. Tête de PU amovible à un saphir. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 30 VA. Valise gainée 2 tons tweed rouge ou tweed bleu. H 110 - L 290 - P 290 mm, 3,5 kg.

Lampes : UCL82, UY85.

Prix T.T.C. **173,80 NF**



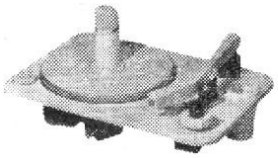
RADIOLA - Valise électrophone

RA2640T. 5 transistors, Push-pull 0,9 W pour 10 % de distorsion. HP 16 cm. Platine tourne-disques 4 vitesses, type AG2026. Sélection par levier, 4 positions. Arrêt et débrayage automatique en fin de disque. Tête de PU AG3305 à pointe diamant 33-45 t/mn et stéréo, et saphir 78 t/mn. Alimentation par 6 piles de 1,5 V, débit suivant réglage de la puissance sonore. Mallette polystyrène 2 couleurs. H 155 - L 330 - P 240 mm, 3,2 kg. Prix piles comprises.

Prix T.T.C. **256,14 NF**

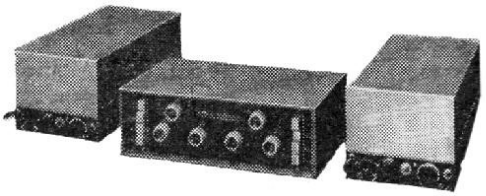
Transistors : 3-OC75, 2-OC74.

RADIOHM



RADIOHM - Changeur automatique MC2003 et MC2002. Changeur automatique de disques, 4 vitesses. Changement de vitesses commandé par un bouton rotatif muni d'une position dégageant les galets d'entraînement. Le sélecteur permet une utilisation rationnelle des organes, en ramenant les nombreuses possibilités de cette mécanique à un cycle bien défini pouvant être répété autant de fois qu'on le désire. Le moteur en version standard fonctionne sur courant alternatif 110 V. 110/220 V sur demande. Dans cette seconde version, le changement de tension est réalisé par simple déplacement d'une tige accessible à travers une fenêtre prévue sur le plateau et recouverte par la nappe en caoutchouc. L'ensemble a une absence totale de vibration : rotor moteur, rigoureusement équilibré, galets parfaitement ronds, bloc « moteur changement de vitesses » suspendu sur caoutchouc. Dimens. MC2003 : long 350, larg. 240, haut. sous platine 73 mm ; MC2002 : long. 330, larg. 222, haut. sous-platine 73 mm. Hauteur maximum du bras des deux modèles : 59 mm. Pour le changeur MC2002, le support spécial de disques 45 t n'est pas incorporé à la platine.

RADIO SAINT-LAZARE



RADIO-SAINT-LAZARE - Préampli stéréo RSL 7, préampli stéréo. Préampli symétrique à 2 voies. Sensibilité 4 mV. Niveau de bruit à — 62 dB. 4 entrées séparées à commutation par clavier. Correction de tonalité indépendante graves et aiguës sur chaque canal. Commande d'équilibrage dynamique. Commande de symétrie. Contacteur de sortie à 4 touches pour stéréo et monaural. Filtre passe-haut en double T. Inverseur de phase. Réglage de volume jumelé. 7 lampes. Coffret métallique 2 tons, sobre et élégant. Face avant plexiglas gravé or. Conception professionnelle. Dimensions : 30 × 18 × 10 cm.

Complet en pièces détachées.

Prix net **334,00 NF**

Ampli Hi-Fi 12 W Symponie III. Ampli Hi-Fi. Puissance nominale 10 W. Sensibilité 600 mV. Bande passante 10 à 150 000 Hz à 2 dB. Niveau de bruit à moins 92 dB. Distorsion 0,28 %. 28 dB de contre-réaction totale. Transfo de sortie à grains orientés double C. Commande de symétrie. Commande d'équilibrage dynamique. Circuit antironflement. Conception professionnelle. Alimentation par transformateur. Dimensions : 30 × 15 × 15 cm. Elégant coffret noir et or. Deux amplis Symphonie et un préampli stéréo constituent une chaîne stéréo haute fidélité.

Complet en pièces détachées.

Prix net **314,00 NF**

Prélude 2 × 6 W. Ensemble préampli et ampli. Deux chaînes indépendantes. Bande passante 10 à 50 000 c/s. Distorsion 1 % à 6 W. Niveau de bruit à moins 60 dB. Contacteur de courbes à 4 positions. Commandes de graves et d'aiguës indépendantes ± 18 dB. Circuit antironflement. Push-pull de sortie ultra-linéaire. Commande d'équilibrage. Alimentation par transformateur et redresseurs secs. Elégant coffret métallique deux tons. Face avant plexiglas gravé or. Sensibilité 4 mV. 4 entrées. 3 impédances de sortie. 10 lampes et 2 cellules. Dimensions : 30 × 25 × 10 cm.

Complet en pièces détachées.

Prix net **466,00 NF**

Préampli Hi-Fi 8 W Concerto II. Ensemble préampli et ampli. Sorties H.P. 2,8 et 16 ohms et basse impédance 500 mV. Distorsion 0,3 % à 6 W et 0,9 % à 8 W. Niveau de bruit à moins 60 dB. Passe de 5 à 100 000 Hz à 2 dB. Sélecteur de courbe à 4 positions. Commandes de graves et d'aiguës indépendantes à 18 dB. Circuit d'annulation du ronflement. Alimentation par transformateur et régulatrice à gaz. 7 lampes. Coffret métallique 2 tons, sobre et élégant. Sensibilité 5 mV. Dimensions : 30 × 22 × 10 cm.

Complet en pièces détachées.

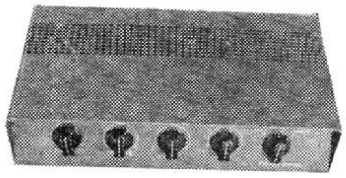
Prix net **378,00 NF**

RADIO VOLTAIRE

RADIO VOLTAIRE - Amplificateur TR229 - 17 W. Amplificateur de 17 W. Vendu en Kit. Lampes : EF86, 12AT7, 12AX7, 2-EL84, EZ81. Préampli à correction établie. 2 entrées pick-up haute et basse impédance.

2 entrées Radio AM et FM. Transfo de sortie : GP 300 CSF. Graves. Aiguës. Relief. Gain. 4 potentiomètres séparés. Polarisation fixe par cellule oxymétal. Réponse 15 à 50 000 Hz. Gain : aiguës ± 18 dB, graves 18 dB + 25 dB. Présentation moderne et élégante en coffret métallique givré. Equipé en matériel professionnel.

Modèle 6 lampes Prix T.T.C. **290,00 NF**
Modèle 5 lampes (sans préampli)
Prix T.T.C. **270,00 NF**



RADIO VOLTAIRE - Amplificateur stéréo

TR284 stéréo. Amplificateur stéréo de 2 × 4 W. 8 W en monaural. Transfo de sortie à 2 impédances. Entrées : 4 positions : 2 stéréo, 1 mono, 1 pick-up (200 mV). En aigu : système Baxendall, relevé 15 dB. En grave : circuit à impédance variable : 15 + 10 dB par contrôle physiologique. Courbe de réponse : correction à zéro : linéaire de 50 à 16 000 ± 1 dB. 5 tubes : 2-12AU7, 2-EL84, 1-EZ81. Balance sur mono et stéréo. Présentation et qualité du TR229 en coffret métallique givré.

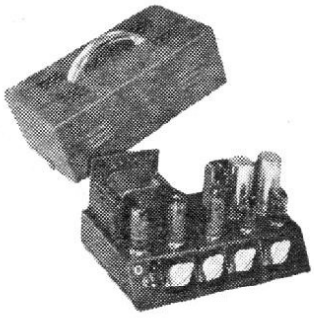
Prix T.T.C. **235,00 NF**

RADIO-VOLTAIRE - Tuner FM

Tuner FM 229 « Stéréo Multiplex ». 7 lampes : ECC85, EF89, EF94, EF80, EB91, 12AT7, EM84, EZ80. Impédances d'entrée 75 et 300 Ω. Sensibilité 2 µV. Sortie cathodique à basse impédance du détecteur de rapport FM. Amplificateur 70 kc/s avec détection par diode OA85, permettant la réception des émissions stéréophoniques FM multiplex des émissions expérimentales de l'émetteur FM de Paris (90,35 Mc/s). Présentation en coffret métallique à visière de 37 × 24 × 9 cm.

Prix **235 NF**

RECTA



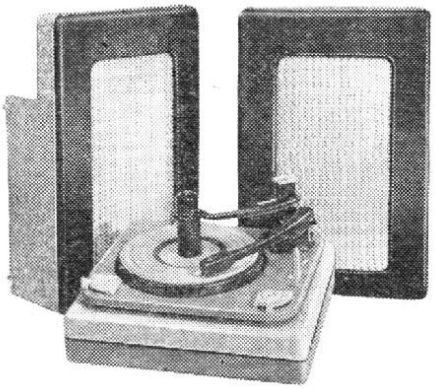
RECTA - Amplificateur

Virtuose XII/61. Amplificateur 12 W modulés. Push-pull ultra-linéaire. Commande séparée graves-aiguës. 6 tubes : ECC82, première amplificatrice micro-PU, ECC82 2e amplificatrice PU et déphaseuse cathodyne, 2 × EL84 push-pull ultralinéaire, EZ80 valve. Impédances de sortie commutables 3-6-9-15 Ω.

Prix **445,00 NF**

RECTA - Amplificateur monau-stéréo

Virtuose 18. Amplificateur monau-stéréo. 18 W en monaural. 2 × 9 W en stéréo. Commande

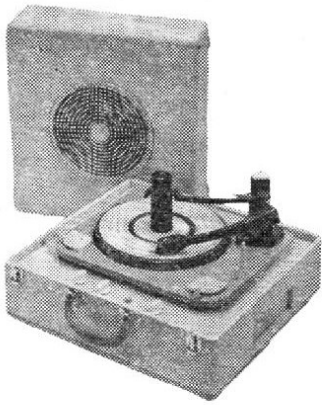


RECTA - Electrophone à changeur avec ampli virtuose 18

séparée graves-aiguës. Balance. Double push-pull ECL86. 4 haut-parleurs. Transfo sortie Hi-Fi à grain orienté. 4 impédances commutables : 3-6-9-15 Ω. Dimensions réduites. Alimentation diodes silicium.

Prix **739,00 NF**

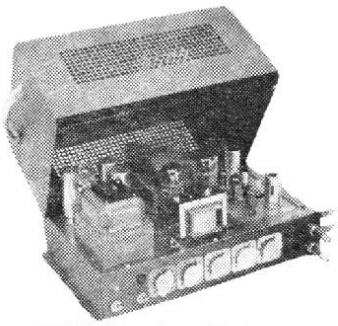
Lampes : 4-ECL86, ECC83, 2-SFR164.



RECTA - Electrochangeur

Electrochangeur. Electrophone monophonique à trois lampes : ECC82 première et deuxième préamplificatrices, EL84 amplificatrice finale, EZ80 valve redresseuse. Platine à changeur automatique Monarch UA14 (B.S.R.) permettant le passage automatique de 10 disques de 17, 25 et 30 cm, de même vitesse, mélangés dans n'importe quel ordre. 4 vitesses : 78, 45, 33 et 16 t/mn. Alternatif 110 à 245 V.

Prix **389,00 NF**



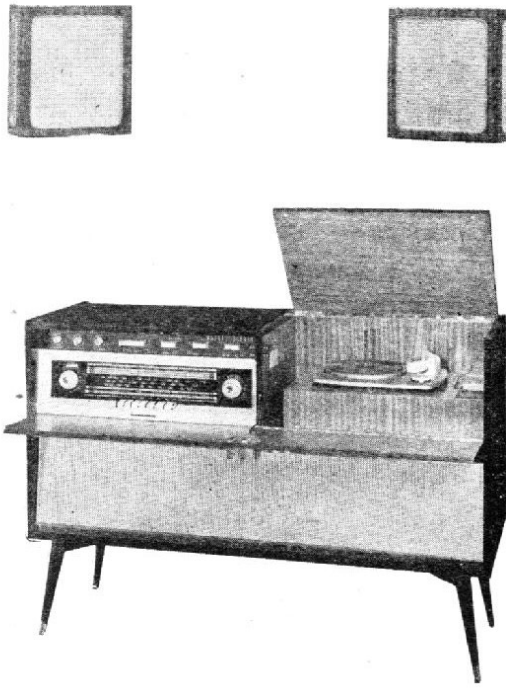
RECTA - Amplificateur

Virtuose 45. Amplificateur 45 W Hi-Fi. 2 canaux préamplificateur. Passage d'un préampli sur l'autre par potentiomètre. 2 entrées cellule, 2 micros, 2 PU. Mélangeur électronique micro/PU, micro/cellule, cellule/PU, etc... Gain réglable sur chaque canal indépendemment du mélange. Réglages séparés graves-aiguës. Position attente. 6 impédances de sortie : 2,5-5-8-16-250-500 (50 Ω possible).

Prix **595,00 NF**

Lampes : EF86, 2-ECC82, ECL82, 2-EL34, GZ34.

RIBET-DESJARDINS



RIBET-DESJARDINS
Meuble radio-électrophone

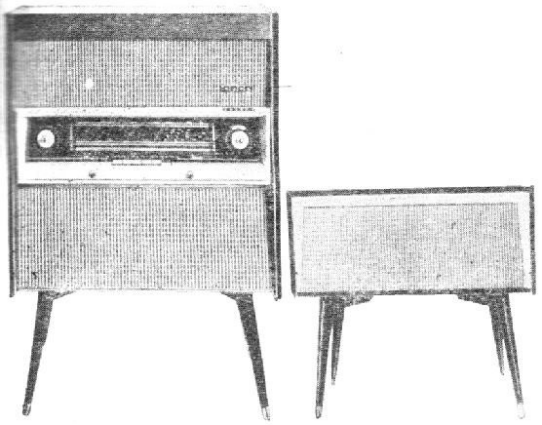
Mozart-Stéréo. 12 lampes + redresseur. 5 gammes BE-OC-PO-GO-FM. Claviers : 7 touches (dont 1 arrêt-secteur et 1 PU) ; 4 touches : musique, jazz, parole, ambiance ; 2 touches : HP intérieurs et HP extérieurs ; 2 touches : PU, magnétophone ; 2 touches : monaural, stéréo. Cadre à air blindé, 12 cm, orientable. Commutation antenne-cadre. Antennes FM-OC incorporées. Antifading. Indicateur visuel d'accord. Emplacement pour adaptation stéréo par démodulateur. Contrôle automatique de gain. Prises magnétophone mono-stéréo. 9 HP : 1 de 28 cm, 2 de 16-24 cm, 2 tweeters de 10 cm et pour chaque canal : 1 de 16-24 cm et un tweeter de 10 cm en coffrets séparés. Puissance 12 W (6 W canal basses et 3 W par canal aiguës). Prises HPS et modulation. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Réglage de balance. Changeur de disques 4 vitesses. Perpetuum Ebner, Rex Deluxe. 2 têtes de lecture piézoélectriques mono et stéréo. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 130 + 13 VA. Console acajou ou noyer. H. 820 - L 1210 - P 410 mm, 55 kg. 2 enceintes extérieures : H 315 - L 210 - P 115 mm, 2,2 kg.

Prix T.T.C. **3.804,71 NF**

Lampes : 2-ECC85, ECH81, EF85, EABC80, ECC83, ECF80, 4-EL84, redresseur V125-C350.

RIBET-DESJARDINS
Meuble radio-électrophone

Wagner-Stéréo. 9 lampes + redresseur. 5 gammes FM-OC-PO-GO-BE. 2 claviers 6 et 4 touches. Cadre à air blindé 12 cm orientable. Commutation antenne-cadre. Antennes FM-OC-BE incorporées. Cadran glace incliné. Prise magnétophone. 6 HP : 1 de 21-32 cm, 2 de 10-14 cm, tweeter dynamique 10 cm et 1 : 21-32 et 1 : 16-24 cm dans son enceinte additionnelle. Puissance 7 W (3,5 W par canal). Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës et 4 positions : musique, jazz, parole, ambiance, préréglées par clavier. Changeur de



RIBET-DESJARDINS
Meuble radio-électrophone

disques 4 vitesses, Perpetuum Ebner Rex A. 2 têtes piézo-électriques mono et stéréo. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 102 VA. Ebénisterie acajou H 1 010 - L 625 - P 400 mm, 33 kg (enceinte H 600 - L 650 - P 500 mm).

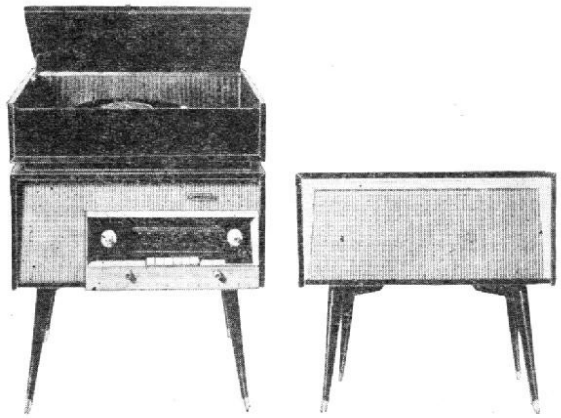
Prix T.T.C. **1.998,00 NF**

Lampes : ECC85, ECH81, EF85, EABC80, 2-EL84, 6BX4, EM81, EF86 et redresseur sélénium.

Wagner Monaural. Sur demande. Même modèle. 7 lampes. 4 HP : 21-32 cm, 2 de 10-14 cm, et tweeter 10 cm. Puissance 3,5 W. Autres caractéristiques techniques identiques.

Prix T.T.C. **1.593,85 NF**

Lampes : ECC85, EC81, EF85, EABC80, EL84, 6BX4, EM81.



RIBET-DESJARDINS

Verdi Stéréo. 9 lampes + redresseur. 5 gammes FM-OC-PO-GO-BE. 2 claviers 6 et 4 touches. Cadre à air blindé de 12 cm, orientable. Commutation antenne-cadre. Antennes FM-OC-BE incorporées. Cadran glace incliné. Indicateur visuel d'accord. 5 HP : 1 de 16-24 cm, 2 de 10-14 cm, 1 de 16-24 cm et 1 de 21 × 32 cm dans enceinte additionnelle. Puissance 7 W (3,5 W par canal). Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës et 4 positions : musique, jazz, parole, ambiance, préréglées par clavier. Changeur de disques 4 vitesses, Perpetuum Ebner Rex A. 2 têtes piézo-électriques mono et stéréo. Alternatif 110/125 V, 50 c/s, 102 VA. Ebénisterie acajou. H 770 - L 650 - P 500, 31 kg (enceinte H 600 - L 650 - P 500 mm).

Prix T.T.C. **1.730,65 NF**

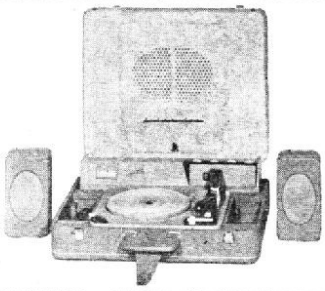
Lampes : ECC85, ECH81, EF85, EABC80, 2-EL84, 6BX4, EM81, EF86, redresseur sélénium.

Verdi Monaural. Sur demande. Même modèle. 7 lampes. 3 HP : 1 de 16-24 cm et 2 de 10-14 cm. Puissance 3,5 W. Autres caractéristiques techniques identiques.

Prix T.T.C. **1.326,50 NF**

Lampes : ECC85, ECH81, EF85, EABC80, EL84, 6BX4, EM81.

SCHNEIDER



SCHNEIDER - Valise électrophone stéréo

Cantate. 5 lampes. Ampli 7,5 W (à 10 % de distorsion) à filtres combinés passe-haut et passe-bas donnant 2 canaux d'aiguës et 1 canal de graves. 3 HP : canal central 16-24 cm dans baffle spécial formé par le couvercle ; canaux droit et gauche 10-14 cm en coffrets formant baffles. Bande passante 15/25 000 c/s à ± 1 dB. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Relevé de graves 18 dB à 70 c/s ; d'aiguës 10 dB à 7 000 c/s. Bruit de fond —45 dB. Diaphonie entre canal droit et gauche — 30 dB. Réglage de balance. Voyant lumineux de mise sous tension. Changeur de disques 4 vitesses Dual 1007. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 55 + 12 VA. Valise bois gainé piqué sellier façon porc et parchemin, couvercle détachable et coffrets HP incorporés. H 203 - L 510 - P 428 mm, 14,5 kg.

Prix T.T.C., port compris **884,00 NF**

Lampes : 2-EBF80, 2-EL84, EZ81.

SCHNEIDER - Meuble électrophone-stéréo

Symphonie. 5 lampes. 3 canaux de reproduction par amplificateur stéréo à filtres « passe-haut » et « passe-bas », 3 HP 17-24 cm et 2 de 12 cm. Puissance 7,5 W pour 10 % de distorsion. Prises pour HPS. Gamme de fréquences 15 à 25 000 c/s à ± 1 dB. 2 réglages de tonalité graves 18 dB à 70 c/s, aiguës 10 dB à 7 000 c/s. Réglage de la balance sonore. Rapport signal/bruit — 45 dB. Platine changeur automatique 4 vitesses. Tête de PU à saphirs interchangeables monophonique et stéréophonique. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 55 + 12 VA. Ebénisterie acajou. H 345/855 - L 1 000 - P 455 mm.

Prix T.T.C. **1.405,00 NF**

Lampes : 2-EBF80, 2-EL84, EZ81.



SCHNEIDER
Meuble électrophone stéréophonique



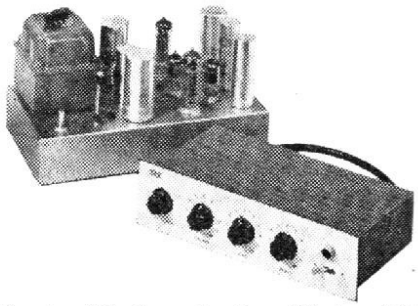
SCHNEIDER - Meuble radio-phono

Orchestra AM/FM. 7 lampes + 2 germaniums. 4 gammes OC-PO-GO-FM. Clavier 7 touches. Cadre à air orientable. Antenne FM incorporée et prise pour antenne FM extérieure 75 Ω « Loupe OC » (Etalement de tous les points de la gamme OC). Cadran glace incliné. Indicateur visuel d'accord. 2 HP : 16-24 cm et statique. Puissance 3,5 W. Prises pour HPS et amplificateur stéréophonique. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Platine tourne-disques 4 vitesses fonctionnant en changeur automatique 45 tours. Tête de PU standard amovible (tête stéréophonique sur demande). Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 50 + 12 VA. Ebénisterie acajou. H 355/865 - L 1 000 - P 375 mm.

Prix T.T.C. **1.069,00 NF**

Lampes : ECF82, ECH81, EBF89, 6AU6, EL84, EZ80, EM81, germaniums 2-OA79.

S. E. E.



SEE - Amplificateur et préamplificateur RL10

Préamplificateur RL10. Ensemble pouvant être attaqué par une table de lecture, un tuner FM, un pick-up magnétique ou un microphone. Impédance d'entrée : 1 MΩ sur radio ; 50 kΩ sur PU. Courbe RIAA à ± 1 dB. Correcteur Baxandall + 23 dB — 19 dB à 30 c/s et + 22 dB — 18 dB à 10 kc/s. Impédance de sortie 200 Ω. Etages d'entrée à transistors. Etage stabilisateur de tension. Dimensions : 25 × 13 × 5 cm.

Prix T.L. en sus **400,00 NF**

Amplificateur RL10. Amplificateur alternatif, étage de sortie push-pull de 2 × EL86 délivrant 10 W pour une distorsion inférieure à 0,8 %. Bande passante 10 c/s à 3 Mc/s à 3 dB. Impédance d'entrée 1 MΩ. Contre-réaction 40 dB. Etage de sortie sans transformateur pour haut-parleur d'une impédance de 800 Ω. Dimensions : 27 × 15 × 25 cm.

Prix T.L. en sus **560,00 NF**

Enceinte Chambord Ellipson pour cet amplificateur avec haut-parleur de 21 cm, bobine mobile de 800 Ω, courbe de réponse ± 3 dB de 40 à 18 000 c/s. H 120 cm, diamètre du résonateur 50 cm. Poids 13,5 kg.

Prix T.T.C. **440,00 NF**

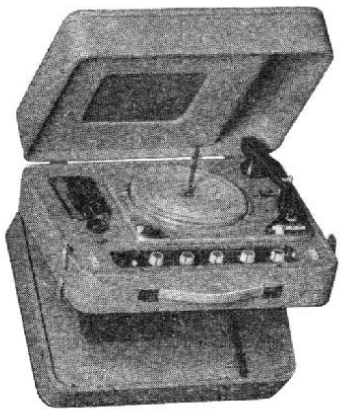
S. F. E. A.



S.F.E.A. - Valise électrophone

Floride 300. 4 lampes. Puissance 4 W pour 3 % de distorsion. Courbe de réponse 80/8 000 c/s à ± 3 dB. 3 HP dont un de 21 cm. 2 réglages de tonalité : graves : + 16 dB à 80 c/s, aiguës + 14 dB à 8 000 c/s. Rapport signal bruit — 40 dB. Prise pour amplificateur extérieur permettant l'utilisation en stéréophonie. Platine tourne-disque Dual 300, 4 vitesses. Arrêt automatique. Sélection des vitesses par levier. Tête de PU stéréophonique. Interrupteur avec voyant lumineux de mise sous tension. Alternatif 115/220 V, 50 c/s, 40 VA. Valise gainée plastique. Couvercle amovible formant baffle. H 150 - L 470 - P 370 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. **512,09 NF**



S.F.E.A. - Valise électrophone stéréo

Prélude. 7 lampes. Puissance 7 W (3,5 W par canal) pour 2 % de distorsion. Courbe de réponse 60/10 000 c/s à ± 2 dB. 4 HP : 12-27 et 6 cm sur chaque voie de reproduction. Réglages de tonalité séparés sur les 2 voies + 20 dB à 60 c/s, + 16 dB à 10 000 c/s. Balance stéréo à correction automatique. Rapport signal/bruit — 40 dB. Prise pour tweeter, magnétophone ou micro. Platine tourne-disques Dual 1007, changeur automatique 4 vitesses. Sélection des vitesses par levier. Débrayage automatique. Tête de PU stéréophonique. Alternatif 115/220 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée plastique 2 couvercles amovibles formant baffles. H 290 - L 495 - P 400 mm. 13,7 kg.

Prix T.T.C. **1.151,70 NF**

Prélude. Même modèle avec modulation de fréquence incorporée.

Prix T.T.C. **1.407,74 NF**

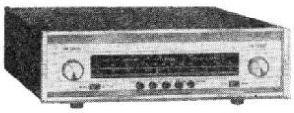


S.F.E.A. - Valise électrophone stéréo

Super-orchestre. 7 lampes. Puissance 9 W (4,5 W par canal) pour 2% de distorsion. Courbe de réponse 60/10 000 c/s à ± 2 dB. 4 HP : 1 HP 24 et 1 HP 6 cm sur chaque voie de reproduction. Réglages de tonalité séparés pour les 2 voies ± 20 dB à 60 c/s, ± 16 dB à 10 000 c/s. Balance stéréo à correction automatique. Rapport signal-bruit — 40 dB. Filtre d'aiguës éliminant les bruits de surface. Prise pour tuner, magnétophone ou micro. Voyant lumineux de mise sous tension. Platine tourne-disques Dual 1006 A, changeur automatique 4 vitesses. Sélection des vitesses par bouton rotatif. 3 touches. Tête de PU stéréophonique. Alternatif 115/220 V, 50 c/s, 70 VA. Valise gainée plastique 2 couvercles amovibles formant baffles. H 300 - L 545 - P 390 mm. 18,250 kg.

Prix T.T.C. **1.602,09 NF**

SHERWOOD

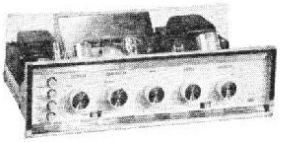


SHERWOOD - Tuner

S 2200 AM/FM. 15 lampes + redresseur. Gammes de fréquences : AM 5 à 15 000 c/s à ± 6 dB, FM 87 à 108 Mc/s. Cadre ferrite orientable. Entrée FM 300 Ω. Sensibilité : AM 2 µV, FM 1,8 µV. Contrôle automatique de gain. Taux de distorsion 0,3 %. Indicateurs visuels d'accord. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 75 VA. Coffret métal. H 100 - L 350 - P 340 mm, 9,7 kg.

Prix T.T.C. **1.499,26 NF**

Lampes : 6BS8, 6AB4, 3-6AU6, 2-6BN8, 12AZ7A, 2-EM84, 6AC4, 2-6BA6, 6BE6, 6CN7, redresseur sec.

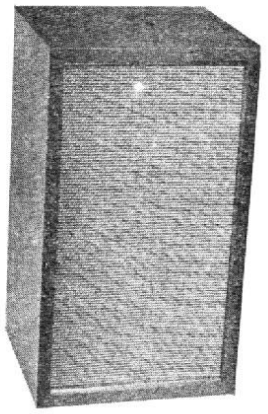


SHERWOOD - Préampli-amplificateur

S 1000 II. 9 lampes + redresseurs. Puissance 36 W pour 1,5 % ditorsion. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 0,5 dB. Entrées 47 kΩ - 1,2 mV et 470 kΩ - 250 mV. Sorties 4, 8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit 72 dB. 2 réglages de tonalité graves ± 16 dB et aiguës ± 17 dB. Sélecteur de courbes à 3 positions. Coffret métal ventilé. H 100 - L 350 - P 340 mm.

Prix T.T.C. **1.011,85 NF**

Lampes : 4-7189, GZ34, 7199, 2-12AX7, 6AU6, 2 redresseurs secs.



SHERWOOD - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique antirésonante équipée de 3 HP : 30, 20 et 8 cm. Ebénisterie noyer. H 650 - L 380 - P 330 mm.

Prix T.T.C. **1.163,28 NF**

S. N. R.



S.N.R. - Valise électrophone

Caravelle. 3 lampes. Puissance 3 W. 2 HP, 17 et 12 cm. Prise pour stéréophonie. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Platine tourne-disques 4 vitesses fonctionnant en changeur automatique 45 tours. Tête de PU à saphirs interchangeables monophonique et stéréophonique. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée plastique façon tweed et gold. Couvercle amovible contenant les HP. H. 170 - L 410 - P 350 mm. 4 kg. Prix sur demande.
Lampes : EBC81, EL84, EZ80.



S.N.R. - Valise électrophone stéréo

Stéréoson. 4 lampes. Puissance 2 × 2.5 W. 2 HP : 1 HP 21 cm sur chaque voie de réproduction. Tonalité réglable. Commutation mono/stéréo. Réglage de la balance sonore.

Platine tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU à saphirs interchangeables monophonique et stéréophonique. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. 80 VA. Valise gainée plastique façon tweed et gold 2 couvercles amovibles contenant les HP. H 230 - L 450 - P 320 mm. 7 kg.

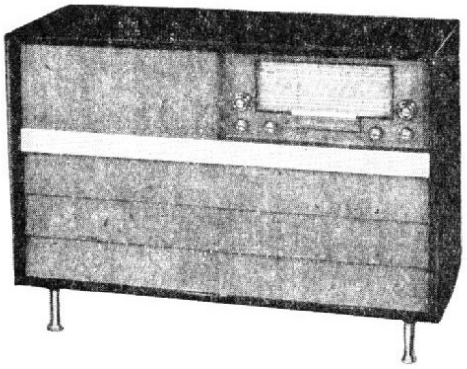
Prix sur demande.

Stéréoson. Même modèle. Fonctionnant en changeur automatique 45 tours. H 270 - L 490 - P 370 mm. Autres caractéristiques identiques.

Prix sur demande.

Lampes : ECC83, 2-EL84, EZ81.

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES



Ensemble stéréo-Radio - PU - Magnétophone. Radio : 36 lampes + 4 redresseurs. 5 gammes OC-PO-GO-BE-FM. Clavier 7 touches et interrupteur « marche-arrêt ». Cadre à air blindé PO-GO orientable. Antenne FM-OC-BE incorporée. Accord AM-FM par double bouton commandant 2 aiguilles séparément. HF accordée toutes gammes AM et FM. Cadran glace vertical. Indicateur visuel d'accord. Ampli triple push-pull, puissance 25 W (12,5 W par canal). Courbe de réponse 30 à 20 000 c/s à ± 2 dB. Bruit de fond — 80 dB. Correcteurs : graves et aiguës sur radio, PU et magnétophone. PU : platine Clément, 4 vitesses, avec arrêt automatique. Lecteur dynamique avec 2 têtes Ortofon : stéréo, pression 5 g, mono, pression 6 g. Pleurage < 0,3 %. Préampli PU avec filtre à 4 positions. Magnétophone : platine Bourdereau, monopiste. Vitesse de défilement 19 cm/s, variation < 0,05 %. Utilisation de bobines jusqu'à ∅ 180 mm. Temps de réembobinage AV et AR < 2 minutes pour bande 375 m. Bande passante 30 à 10 000 c/s à ± 2,5 dB. Distorsion < 2,5 %. Dynamique 55 dB. Sélecteur 5 positions : enregistrement, lecture, arrêt, réembobinage AV et réembobinage AR. 3 têtes : effacement, enregistrement, lecture. Alternatif 6 prises 110/245 V, 50 c/s. Meuble noyer verni. H 800 - L 1 050 - P 550 mm.

Prix : voir ensemble ci-dessous.

Lampes : 6BX6, 6U8, 6BY7, 6AJ8, 4-6CF8, 4-12AX7, 4-12AU7, 4-6AU6, 6-12AT7, 8-6V6, 6X4, EM85, 4 redresseurs sélénium.

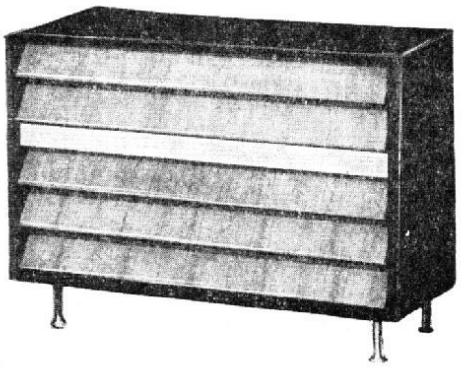
Ensemble comprenant le meuble radio-PU et 2 enceintes acoustiques.

Prix T.T.C. **6.941,02 NF**

Ensemble avec magnétophone.

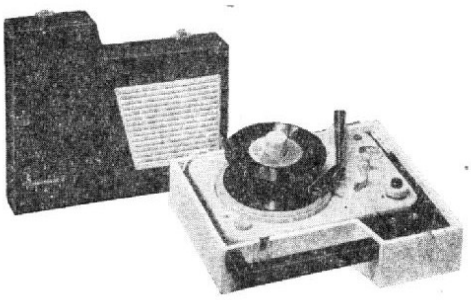
Prix T.T.C. **10.180,17 NF**

Enceinte acoustique. Adaptable au meuble radio-PU-magnétophone. Equipée avec 4 HP :



boomer 46 cm, médium 12-19 cm, et 2 tweeters 7 cm. Volume 220 dm³. Meuble noyer verni. H 800 - L 1 050 - P 550 mm.

SUPERTONE



SUPERTONE - Valise électrophone

Jerry. 1 lampe + redresseur. Puissance 3 W. HP 20 cm. Prise pour stéréophonie. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Prise HPS. Platine 4 vitesses, changeur automatique en 45 tours. Tête PU à saphir interchangeable. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. Valise gainée plastique 2 tons, couvercle détachable formant baffle. H 165 - L 400 - P 350 mm. 6,8 kg.

Prix T.T.C. **410,29 NF**



SUPERTONE - Valise électrophone

Mercure. 1 lampe + redresseur. Puissance 3 W. HP 20 cm. Bande passante 60 à 12 000 c/s à 0 dB. Prises pour stéréophonie et HPS. Tonalité réglable. Platine tourne-disques 4 vitesses. Tête de PU à saphirs interchangeables. Alternatif 110-200 V, 50 c/s, 70 VA. Valise gainée plastique uni ou 2 tons. Couvercle amovible contenant le HP. H 170 - L 425 - P 285 mm. 6,8 kg.

Prix T.T.C. **307,46 NF**

Mercure changeur. Même modèle. Platine tourne-disques 4 vitesses, changeur automatique en 45 tours, 7,4 kg. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **380,47 NF**

Lampes : ECL82, redresseur sélénium.



SUPERTONE - Chaîne Hi-Fi

S 12. 4 lampes + 2 siliciums. Puissance 12 W pour 0,3 % distorsion. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. Entrées 1 kΩ - 60 mV et 100 kΩ. Sorties 4 et 16 Ω. Rapport signal/bruit 70 dB. 2 réglages de tonalité graves de + 16 à — 12 dB et aiguës de + 15 à — 10 dB. Platine tourne-disques 4 vitesses réglables. Moteur synchrone à hystérésis. Plateau ∅ 27 cm. Tête de PU à diamant. Pression de la pointe 5 g. Valise gainée. H 230 - L 520 - P 380 mm.

Prix T.T.C. **1.131,13 NF**

Lampes : ECC82/12AU7, 2-EL84, 12AT7/ECC81, 2 siliciums.

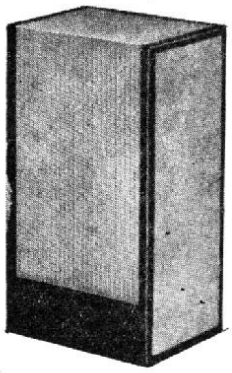


SUPERTONE - Chaîne stéréophonique

ST 12. 8 lampes + 4 siliciums. Puissance 24 W (12 W par canal) pour ditorsion 0,3 %. Gamme de fréquences 20 à 20 000 c/s à ± 1 dB. Entrées 1 kΩ - 60 mV et 100 kΩ, sorties 4 et 16 Ω et 2 réglages de tonalité graves de + 16 à — 12 dB et aiguës de + 15 à — 10 dB sur chaque voie de reproduction. Rapport signal/bruit 70 dB. Platine tourne-disques 4 vitesses réglables. Moteur synchrone à hystérésis. Plateau ∅ 27 cm. Tête de PU à diamant. Pression de la pointe 5 gr. Valise gainée. H 1 030 - L 520 - P 380 mm.

Prix T.T.C. **1.748,11 NF**

Lampes : 2-ECC82/12AU7, 4-EL84, 2-12AT7/ECC81, 4 siliciums.



SUPERTONE - Enceinte acoustique

Enceinte acoustique à labyrinthe équipée de 2 HP 21 et 8 cm. Coffret gainé plastique coloris divers. H 560 - L 330 - P 235 mm, 5,5 kg.

Prix T.T.C. **359,91 NF**

TÉLÉFUNKEN



TELEFUNKEN - Valise tourne-disques stéréo

Musikus 5. Platine tourne-disques TP 5. 4 vitesses. Equipée d'un câble stéréophonique. Sélection par bouton rotatif. Moteur synchrone. Arrêt et débrayage automatiques en fin de disque avec court-circuit du PU. Tête de PU T 20/2, monophonique et stéréophonique, à saphirs interchangeables. Pression verticale de l'aiguille 7 g. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 15 VA. Valise gainée plastique. Suspension souple par pieds télescopiques. H 140 - L 360 - P 280 mm, 5 kg.

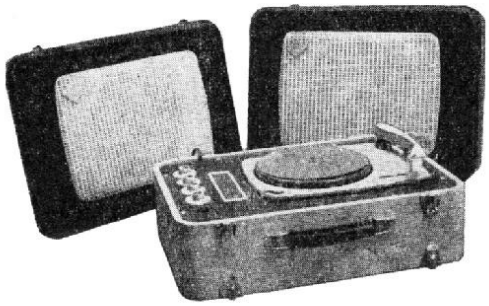
Prix T.T.C. **339,34 NF**



TELEFUNKEN - Valise tourne-disques stéréo

Musikus 501. Changeur-mélangeur TW 502. 4 vitesses. Equipé d'un câble stéréophonique. Sélection par bouton rotatif. Moteur synchrone. Arrêt et débrayage automatique en fin de disque, avec court-circuit du PU. Tête de PU T 20/2, monophonique et stéréophonique, à saphirs interchangeables. Pression verticale de l'aiguille 7 g. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 15 VA. Valise gainée plastique. Suspension souple par pieds télescopiques. H 190 - L 420 - P 360 mm, 7,5 kg.

Prix T.T.C. **401,04 NF**



TELEFUNKEN - Valise électrophone stéréo

Diskus 701 Stéréo. 3 lampes + redresseur. Puissance 4 W (2 W par canal) pour 10 % de distorsion. 2 HP : 1 de 17 cm sur chaque voie de reproduction. 2 réglages de tonalité : graves et aigus. Réglage de la balance sonore. Voyant lumineux de mise sous tension. Platine tourne-disque TP 420. 4 vitesses. Sélection par bouton rotatif. Moteur synchrone. Arrêt et débrayage automatiques en fin de disque avec court-circuit du PU. Tête de PU KST 104, monophonique et stéréophonique, à saphirs interchangeables. Pression verticale de l'aiguille 7 g. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 40 VA. Suspension souple par pieds télescopiques. H 240 - L 460 - P 330 mm, 11,8 kg.

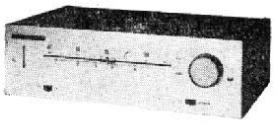
Prix T.T.C. **802,07 NF**

Lampes : 2-ECL82, ECC83.

Commande de balance stéréo à distance pour tous récepteurs stéréo.

Prix T.T.C. **52,13 NF**

TÉLÉWATT

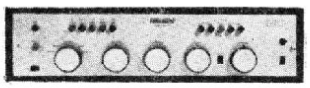


TELEWATT - Tuner

FM10. 8 lampes + redresseur. Gamme de 87 à 102 Mc/s. Entrée FM 240 Ω symétrique. Sensibilité 2,5 µV. Contrôle automatique de gain. Sortie 10 kΩ. Indicateur visuel d'accord. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 40 VA. Coffret H 110 - L 340 - P 220 mm. 5 kg.

Prix T.T.C. **699,24 NF**

Lampes : ECC85, 3-EF94, EAA91, ECC81, EL86, EM84, redresseur B250C75.

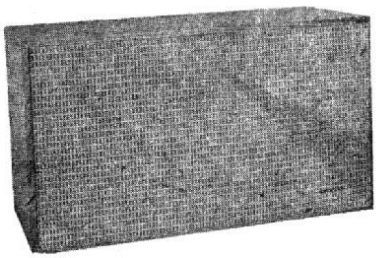


TELEWATT
Préampli-ampli stéréophonique

VS70. 12 lampes + 4 siliciums et redresseur. Puissance 70 W (30 W par canal) à 0,3 % de distorsion. Gamme de fréquences 25 à 20 000 c/s à ± 0,2 dB. Entrées : 47 kΩ — 4,5 mV, 68 kΩ — 310 mV et 1 MΩ — 40 mV. Sorties 4,8 et 16 Ω. Rapport signal/bruit 93 dB. 2 réglages de tonalité graves de + 15 à — 18 dB et aiguës ± 15 dB. Réglage de la balance sonore. Coffret H 120 - L 450 - P 290 mm.

Prix T.T.C. **2.610,00 NF**

Lampes : 6-ECC83, 2-ECF80, 4-EF36, silicium : 2-SCH/Si1, 2-OA81, redresseur sélénium.

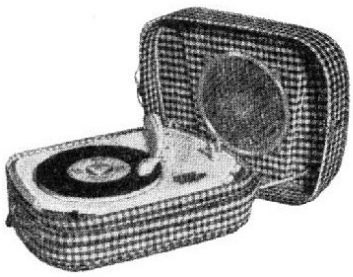


TELEWATT - Enceinte acoustique

T42. Enceinte acoustique équipée de 2 HP : 30 et 11 cm. Ebénisterie H 630 - L 360 - P 260 mm.

Prix T.T.C. **940,00 NF**

TEPPAZ



TEPPAZ - Electrophone à transistors

Transit. 4 transistors. Puissance 0,8 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disques 4 vitesses. Alimentation par 6 piles 1,5 V. Valise gainée façon cuir, façon parchemin, damiers ou écossaiss, poignée bandoulière, couvercle amovible formant baffle « Spatio-Dynamic ». H 160 - L 345 - P 280 mm, 3,8 kg avec piles. Livré avec pochette pour 8 disques 17 cm, sans piles.

Prix T.T.C. **345,00 NF**

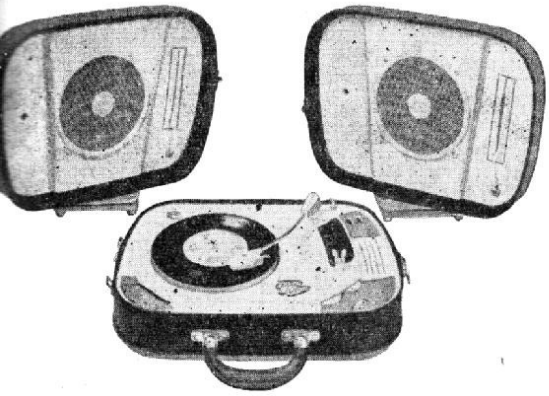


TEPPAZ - Valise électrophone-stéréo

Oscar Stéréo. 2 lampes + 2 redresseurs silicium. Puissance 6 W (3 W par canal). 2 HP de 17 cm. Réponse droite ± 2 dB de 30 à 12 000 c/s. Bruit de fond — 60 dB. Tonalité réglable. Réglage de balance. Voyant lumineux de mise sous tension, tourne-disques, platine ECO 4 vitesses. Tête de pick-up stéréophonique Eco-Stéréo. Alternatif 127-220 V, 50 c/s, 65 VA. Valise gainée façon cuir ou bleu façon toile. 2 couvercles amovibles formant baffles « Spatio-Dynamic » pivotant avec cordon 2 m. H 215 - L 410 - P 310 mm, 8,1 kg.

Prix T.T.C. **450,00 NF**

Lampes : 2-ECL82, 2 redresseurs silicium.

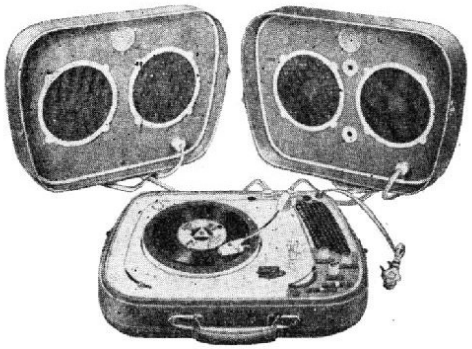


TEPPAZ - Valise électrophone

Oscar Senior. 1 lampe + 2 redresseurs silicium. Puissance 3 W. HP 17 cm. Taux de distorsion 1 % pour 1 W et 2,8 % pour 3 W. Réponse droite à ± 2 dB de 30 à 12 000 c/s. Pleurage < 2 ‰. Bruit de fond — 50 dB. Tonalité réglable. Voyant lumineux de mise sous tension. Tourne-disques 4 vitesses, platine Eco. Bras pouvant recevoir la cartouche stéréo. Prise pour stéréophonie. Alternatif 127-220 V, 50 c/s, 45 VA. Valise gainée façon tweed bleu ou cuir, couvercle amovible formant baffle. HP « Spatio-Dynamic » avec cordon 2 m. H 160 - L 400 - P 300 mm, 5,5 kg livré avec adaptateur monaural Eco 60.

Prix T.T.C. **299,00 NF**

Lampe : ECL82, 2 redresseurs silicium.

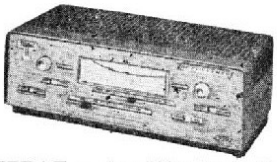


TEPPAZ - Electrophone stéréo

448 Stéréo. 6 lampes + 2 redresseurs silicium. 2 amplificateurs de 6 W. 6 HP, 4 de 19 cm Hi-Fi et 2 tweeters. Réponse droite ± 1 dB de 30 à 12 000 c/s. Bruit de fond — 60 dB. 2 prises HPS pour baffles « Duo-Dynamic ». 2 réglages de tonalité, agissant sur les deux canaux : graves et aiguës. Réglage de balance. Réglage de timbre. Inverseur « ambiance-brillance » agissant en correcteur d'aiguës de 3 000 à 12 000 c/s. Inverseur « médium - aiguës », de 1 000 à 3 000 c/s. Voyant lumineux de mise sous tension. Tourne-disques platine Eco 4 vitesses. Tête de PU stéréophonique Eco-Stéréo. Alternatif 127-220 V, 50 c/s, 70 + 15 VA. Valise gainée façon cuir ou parme, 2 couvercles amovibles formant baffles « Spatio-Dynamic » pivotant, avec cordons 2 m. H 255 - L 465 - P 330 mm. 11,4 kg.

Prix T.T.C. **795,00 NF**

Lampes : 4-ECL82, 2-EF86, 2 redresseurs silicium.



TEPPAZ - Amplificateur stéréo

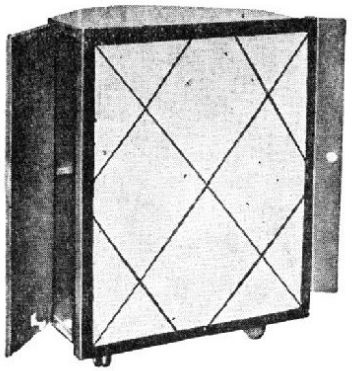
450PU Stéréo. 6 lampes + 2 redresseurs silicium. 2 amplificateurs de 6 W. Taux de distorsion 0,9 % pour 1 W, 1,9 % pour 6 W. Réponse droite à ± 3 dB de 20 à 20 000 c/s. Contrôle de timbre par 2 boutons à déplacement linéaire, avec indicateur visuel lumineux de la courbe de réponse. Variation des graves de + 5 à — 7 dB, et des aiguës de + 3 à — 10 dB. Basculeur de courbe à 2 positions : ambiance-brillance. Balance d'équilibre stéréophonique. 2 entrées bipolaires : PU-magnétophone, impédance 0,5 MΩ, sensibilité 0,1 V. Réglage de puissance sur chaque canal. 2 sorties HP par prise, 3 broches : modulation et tweeter (prévues pour raccordement aux enceintes Duo-Dynamic), commandées par contacteur d'impédance 2-4-8-15 Ω par canal. Bruit de fond — 60 dB. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 55 VA. Coffret tôle d'acier, perforé et émaillé noir, façade or. H 140 - L 370 - P 210 mm. 5,650 kg.

Prix T.T.C. **575,00 NF**

Lampes : 2-EF86, 4-ECL82, 2 diodes silicium.

450 Micro Stéréo. Même modèle. 7 lampes (avec préamplificatrice ECC83). Entrée supplémentaire micro par prise bipolaire, impédance 0,5 MΩ, sensibilité 7 mV, mélangeable avec entrée PU par bouton unique.

Prix T.T.C. **665,00 NF**



TEPPAZ - Enceinte acoustique

Duo-Dynamic. 4 HP : 1 de 28 cm « Relief 280 » et 3 tweeters piézoélectriques « Relief 68 » avec transfo d'adaptation. Puissance 10 W. Impédance 8 Ω. Enceinte acoustique haute fidélité utilisable avec amplificateurs ou électrophones C336 et 450 Stéréo. Meuble d'angle avec grille-décor et tissu nylon. H 570 - L 425 - P 315 mm. 9 kg.

Prix T.T.C **421,60 NF**

Trépied facultatif permettant d'orienter l'ensemble Duo-Dynamic de bas en haut pour l'obtention de la meilleure diffusion sonore. H 700 mm.

Prix T.T.C. **32,00 NF**

TÉRAL



TERAL - Electrophone stéréo à changeur ou platine

Scala. Electrophone stéréo à changeur automatique. Couvercle et dessous détachables, comprenant chacun un haut-parleur spécial de 21 cm avec cordon et prise, pouvant se poser ou s'accrocher. 2 amplificateurs. Alternatif 110, 120, 220 volts. Commutateur mono-stéréo. Bouton de puissance. Balance. Contrôle de tonalité. Permet d'utiliser les disques stéréo et les disques normaux. Dimensions : long. 450, larg. 320, épais. 230 mm. Même modèle avec changeur 45 t. Pathé-Marconi. Dimensions : 490 × 370 × 270 mm.

Equipé de la platine Pathé-Marconi à 4 vitesses avec cellule céramique.

Prix **480,00 NF**

Equipé du changeur 45 tours 4 vitesses Pathé-Marconi avec cellule céramique.

Prix **570,00 NF**



TERAL - Electrophone

Elysée. Electrophone avec platine grande marque, 110 et 220 V. H.-P. elliptique 12 × 19. Valise forme nouvelle vague, coloris noir, jaune, gris, corail, etc.

Prix **219,00 NF**



TERAL - Electrophone stéréo

Superpyco. Electrophone stéréo présenté en valise gainée tweed grand luxe de 405 × 315 × 195 mm. Ampli 4 W par canal. Les H.-P. gros aimant, placés dans des coffrets latéraux dégondables, formant baffles, délivrent une grande musicalité Haute Fidélité par système grand luxe. Contrôle graves et aiguës. En monophonie également permet une écoute incomparable. Platine stéréo et mono, très grande marque.

Prix **349,00 NF**



TERAL - Electrophone

CHARLESTON. Electrophone Hi-Fi présenté en valise gainée luxe de 475 × 335 × 225 mm. Ampli « Hi-Fi » alternatif 110 et

220 V, 3 lampes (EZ80, 12AU7, EL84). Tonalités graves et aiguës séparées. Transfo sortie Supersonic 5 W. H.-P. 24 cm « Gégo ». Platine changeur-mélangeur sur les 4 vitesses BSR UA 14.

Prix **480,00 NF**



TERAL - Electrophone à changeur

Twist. Electrophone changeur avec platine-changeur 45 tours Pathé-Marconi à cellule céramique. 4 vitesses, 2 haut-parleurs, 3 boutons de réglage : puissance, aigu, grave. Dimensions : Long. 410 mm, larg. 350 mm, Epais. 170 mm. Tête stéréo avec 2e sortie cellule sur le côté avec cordon pour raccordement à un 2e ampli ou sur prise PU d'un récepteur.

Prix **389,00 NF**

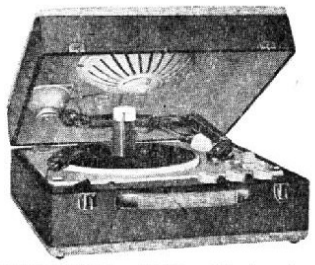


TERAL - Electrophone

Marigny. Electrophone 110-220 V avec platine Pathé-Marconi 4 vitesses, cellule céramique, en valise luxe et H.-P. de 21 cm.

Prix **289,00 NF**

TERAPHON



TERAPHON - Valise électrophone

Electrophone G.M. 3 lampes. Puissance 4 W. 2 HP 10-21 cm. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disques 4 vitesses Pathé-Marconi, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 35 + 10 VA. Valise gainée 2 tons, coloris divers, couvercle amovible contenant le HP. H 180 - L 410 - P 385 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. **444,23 NF**

Lampes : EZ80, EL84, EF89.

THORENS



THORENS - Platine tourne-disques

TD124. Platine professionnelle 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours, équipée d'un moteur à induction à 4 pôles. Plateau 30 cm, 5 kg. recouvert caoutchouc. Départ et arrêt automatiques. Réglage de vitesse ± 3 % par frein magnétique breveté. Réduction de vitesse à 2 étages : longue courroie, poulie grand diamètre à vitesse lente. Niveau de ronflement — 38 dB. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 10 VA. Stroboscope et niveau d'eau incorporés. Bâti aluminium fondu laqué gris. H 74 - L 394 - P 324 mm, 12 kg.

Prix T.T.C. **686,08 NF**

TD124. Avec bras, tête General Electric.

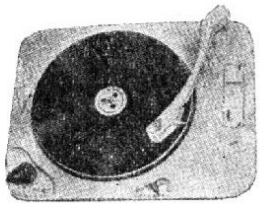
Prix T.T.C. **903,36 NF**

TD124. Avec bras, tête Shure.

Prix T.T.C. **1.052,67 NF**

Planchette pour grand bras de P.U.

Prix T.T.C. **15,42 NF**



THORENS - Platine tourne-disque

TD134R. Platine semi-professionnelle. 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours, équipée d'un moteur à induction à 4 pôles. Plateau 25 cm 1,5 kg recouvert de caoutchouc. Arrêt automatique. Réglage de vitesse par frein magnétique. Pleurage < 2 ‰. Niveau de ronflement — 36 dB. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 10 VA. Platine tôle emboutie laquée gris. H 74 - L 385 - P 300 mm, 7,5 kg.

Prix T.T.C. **415,63 NF**

TD134. Avec bras, sans cellule.

Prix T.T.C. **379,13 NF**

TD134R Stéréo. Avec bras, tête stéréo.

Prix T.T.C. **439,85 NF**

TD134GE. Avec bras, tête General Electric.

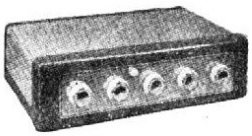
Prix T.T.C. **452,65 NF**

TD134GE Stéréo. Avec bras, tête General Electric Stéréo.

Prix T.T.C. **505,51 NF**

TD134. Avec bras, tête Shure diamant.

Prix T.T.C. **602,01 NF**

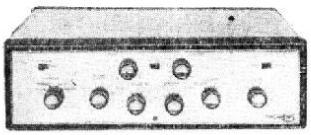


THORENS - Ampli-préampli

PR15. 6 lampes. Puissance 14 W (18 W en pointe), avec taux de distorsion < 1 %. 5 entrées : PU magnétique ou dynamique et PU cristal ou céramique, sensibilité 0,4 mV, radio-TV et magnétophone, sensibilité 100 mV, microphone, sensibilité 10 mV. Impédance de sortie 4 à 16 ohms. Sortie pour magnétophone après amplificateur. Prise secteur après interrupteur général pour alimenter le tourne-disques. Réponse linéaire ± 1,5 dB de 20 à 20 000 c/s. Bruit de fond — 60 dB pour 10 mV et — 66 dB pour 100 mV. Alternatif 100/250 V, 50 c/s. Coffret métallique avec capot perforé. H 100 - L 310 - P 225 mm, 7 kg.

Prix T.T.C. **846,19 NF**

Lampes : 12AX7, 12AT7, 2-6L6, 2-EZ81.

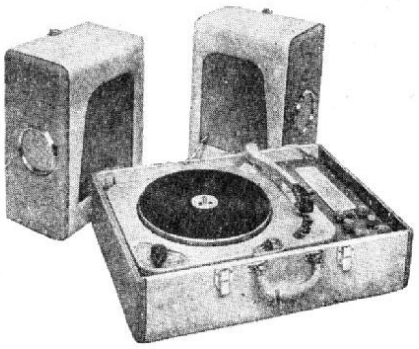


THORENS - Ampli-préampli stéréo

PR24. 13 lampes. Puissance 2 × 12 W avec taux de distorsion < 1 % à 50 c/s et < 0,8 % à 1 000 c/s. Entrées : PU magnétique ou dynamique, sensibilité 2,5 mV et PU cristal ou céramique, sensibilité 30 mV, micro 1 mV, radio 100 mV et magnétophone 100 mV. Impédance de sortie 4 à 16 ohms. Réponse 20 à 20 000 c/s et ± 1 dB à 12 W. Bruit de fond < 60 dB pour 10 µV. 2 réglages de tonalité : graves de + 20 à — 12 dB à 30 c/s, aiguës de + 16 à — 20 dB à 15 000 c/s. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 140 VA. Coffret métal, capot perforé. H 125 - L 400 - P 295 mm, 13,5 kg.

Prix T.T.C. **1.565.28 NF**

Lampes : 4-6973, 7-12AX7, GZ34.



THORENS - Electrophone stéréo

Les Gémeaux R134. 4 lampes. Puissance 5 W (double canal).4 HP : 16-24 et 10 cm sur chaque voie, contenus en couvercle. 2 éléments détachables, avec 2 cordons de 2 m. 2 potentiomètres de puissance, 2 réglages de tonalité : graves et aiguës pour chaque canal. Tourne-disques semi-professionnel TD 134, 4 vitesses réglables. Tête de PU Ronette stéréo. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 35 + 12 VA. Valise gainée plastique. H 280 - L 520 - P 370 mm, 16 kg.

Prix T.T.C. **1.110,56 NF**

Les Gémeaux R184. Même modèle. Platine tourne-disques semi-professionnelle TD 184 à 4 vitesses réglables. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **1.216,48 NF**

Les Gémeaux HF184. Même modèle R184. Tête de PU General Electric stéréo. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **1.238,07 NF**

Lampes : 2-ECL82, EZ80, 12AX7.

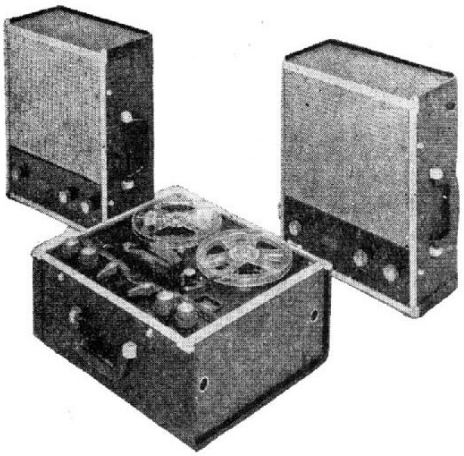
Les Gémeaux HF184. Même modèle que R184. Tête de PU General Electric stéréo. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **1.342,96 NF**

Lampes : 2-12AX7, ECL82, EZ80.

CARACTÉRISTIQUES
des principaux magnétophones

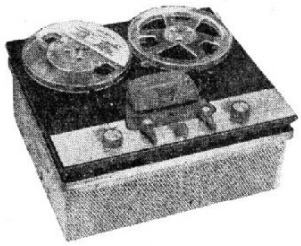
AMPEX



AMPEX - Magnétophone stéréophonique

961. Enregistreur lecteur stéréophonique sur bande magnétique. 4 pistes. 2 vitesses de défilement : 9,5 et 19 cm/s. Bande passante 30 à 15 000 c/s à 9,5 cm/s et 30 à 20 000 c/s à 19 cm/s. Surimpression. Play-back, effet d'écho et mixage.

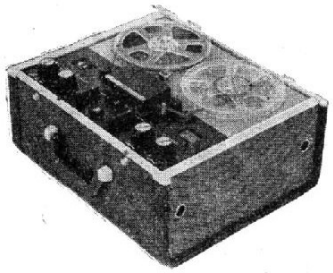
Prix T.T.C. **4.257,16 NF**



AMPEX - Magnétophone

936. Enregistreur lecteur monophonique et stéréophonique sur bande magnétique 4 pistes. 2 vitesse de défilement : 9,5 et 19 cm/s. Marche AV et AR accélérée. Arrêt automatique en fin de bande. Alternatif 110 V, 50 c/s.

Prix T.T.C. **2.627,31 NF**



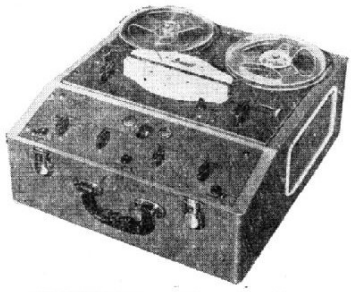
AMPEX - Magnétophone stéréophonique

1261. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. 9 lampes + redresseur. Gammes de fréquences : 50 à 7 500 c/s à ± 2 dB en 9,5 cm/s et 50 à 15 000 c/s à ± 2 dB en 19 cm/s. 4 entrées : 2 pour micro 2,2 et 10 Ω-0,6 mV et 2 500 000 Ω - 0,25 V. Sortie 250 Ω. Pleurage < 0,2 %. Scintillement < 0,3 %. Rapport signal/bruit 50 dB à 9,5 cm/s et 55 dB à 19 cm/s. Contrôle d'enregistrement par vumètre. Compteur incorporé. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 105 VA. Valise gainée. H 229 - L 444 - P 381 mm, 21,8 kg.

Prix T.T.C. **4.257,16 NF**

Lampes : 2-12AT7, 2-12AU7, 5-12AX7, redresseur **6X4.**

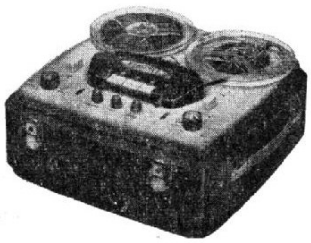
BRENELL



BRENELL - Magnétophone

MK5. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 4 vitesses de défilement : 4,75, 9,5, 19 et 38 cm/s. 2 entrées : PU/radio et micro. Prises pour amplificateur et HPS. Voyant lumineux. Surimpression, mixage et contrôle de l'enregistrement.

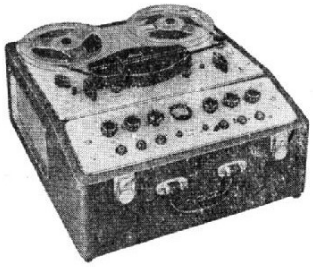
Prix T.T.C. **2.052,49 NF**



BRENELL - Magnétophone

3 Star. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 3 vitesses de défilement : 4,75, 9,5 et 19,5 cm/s. 2 entrées : PU/radio et micro. Prise pour HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës.

Prix T.T.C. **1.350,16 NF**



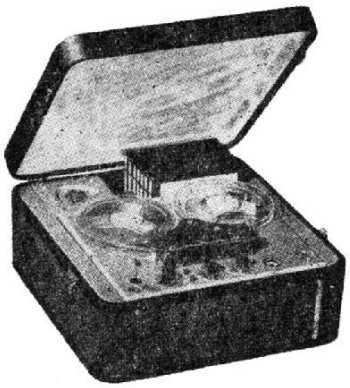
BRENELL - Magnétophone

MK5M. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 8 lampes. 4 vitesses de défilement 4,75, 9,5, 19 et 38 cm/s. Gamme de fréquences 40 à 7 000 c/s à ± 3 dB en 4,75 cm/s. Entrées : 1 MΩ — 3 mV et 500 kΩ — 300 mV. HP 13-22 cm. Puissance 2,5 W pour distorsion 1,5 %. Sortie 15 Ω. Pleurage 0,25 Ω. Rapport signal/bruit — 45 dB. 2 réglages de tonalité graves et aiguës ± 12 dB. Compteur incorporé. Valise gainée. H 240 - L 460 - P 430 mm. 18 kg.

Prix T.T.C. **2.052,49 NF**

Lampes : 2-EF86, 3-ECC83, 2-EL84, EZ80.

CARAD



CARAD - Magnétophone

R 62 PA. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 2 vitesses de défilement : 9,5 et 19 cm/s ou 19 et 38 cm/s. 6 lampes + 2 redresseurs. Gamme de fréquences 40 à 14 000 c/s à 19 cm/s. Contrôle visuel d'enregistrement. Rapport signal-bruit 50 dB. 2 HP 12-19 cm. Puissance 4 W. Marche AV et AR accélérée. Arrêt automatique. Temps de réembobinage 2 minutes avec bobine de 720 m. 3 entrées : micro 0,3 V, PU 30 mV et spéciale radio. Prises pour HPS, radio, amplificateur et commande à distance. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Alternatif 110-245 V, 50 c/s, 125 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 210 - L 480 - P 480 mm, 22 kg.

Prix T.T.C. **2.700,00 NF**

DAUPHIN

DAUPHIN - Magnétophone

Studio 61. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. 3 moteurs. Monopiste. 10 lampes + 6 germaniums. 2 vitesses de défilement 19 et 38 cm/s. Durée d'enregistrement 1 heure 27 minutes en 19 cm/s et 44 minutes en 38 cm/s avec bande de 1 000 m. Gammes de fréquences 40 à 12 000 c/s à ± 2 dB ou 30 à 15 000 c/s à ± 5 dB à 19 cm/s et 30 à 15 000 c/s à ± 1,5 dB ou 20 à 20 000 c/s de + 1,5 à — 5 dB à 38 cm/s. Entrées pour micro et PU/radio. HP incorporé. Puissance 12 W pour distorsion < 2 %. Prises pour HPS, graveur de disques et amplificateur extérieur. Rapport signal/bruit < 55 dB. Pleurage 0,3 %. Contrôle d'enregistrement par vumètre. Dispositif de réverbération artificielle réglable jusqu'à l'ampleur d'une cathédrale. Mixage

PU/micro. 2 réglages de tonalités graves et aiguës. Compteur avec remise à zéro incorporé. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 150 VA. Valise gainée. Couvercle amovible. H 255 - L 460 - P 390 mm, 21,5 kg.

Prix T.T.C. **3.500,00 NF**

Studio 59. Même modèle. 1 moteur. Demi-piste, 2 vitesses de défilement : 9,5 et 19 cm/s. Durée d'enregistrement 3 heures en 9,5 cm/s et 1 heure 30 minutes en 19 cm/s avec bande 540 m. Gammes de fréquences 60 à 8 000 c/s à ± 3 dB à 9,5 cm/s et 40 à 12 000 c/s à ± 2 dB ou 30 à 15 000 c/s de + 2 à — 5 dB à 19 cm/s. Rapport signal/bruit < 45 dB. 17,5 kg. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **2.750,00 NF**

Studio Stéréo 59. Même modèle. Bipiste 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s ou 19 et 38 cm/s. Entrées : 2 micro et 2 PU/radio. Puissance 8 W (4 W par canal). Sorties : 2 pour amplificateurs et 2 pour HPS. Contrôle d'enregistrement par 2 vumètres. Contrôle de balance sonore. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **4.650,00 NF**

DENTZER-EDEN



DENTZER-EDEN - Coffret radio-PU-magnétophone à transistors

Eden 600. 8 transistors + germanium 2 gammes PO-GO. Clavier 4 touches. Cadre ferro-capteur fixe de 20 cm. Prises micro et antenne voiture. Cadran glace. HP 12-19 cm. Push-pull 0,50 W. Platine tourne-disques 3 vitesses : 33, 45 et 78 tours. Départ et arrêt par bouton poussoir. Tête de PU piézo-électrique à 2 saphirs interchangeables. Magnétophone 3 vitesses (moyennes) : 4,75-9,5 et 19 cm/s couplées avec celles de l'électrophone. Courbe de réponse 50 à 8 000 c/s à ± 3 dB. Marches AV/AR accélérées. Temps de réembobinage 15 secondes avec bande de 65 m. Effacement automatique. Alimentation par 12 piles 1,5 débit : radio 10 mA ; PU ou magnétophone 80 mA à puissance sonore moyenne. Valise bois gainé plastique 2 tons. Couvercle amovible contenant le HP. H 180 - L 380 - P 250 mm, 6,3 kg. Micro piézo électrique et 1 bande magnétique.

Prix T.T.C. **615,95 NF**

Transistors Cosem : 3-SFT152, 2-SFT122, SFT107, 2-SFT106, germanium SFD196.

FERROGRAPH

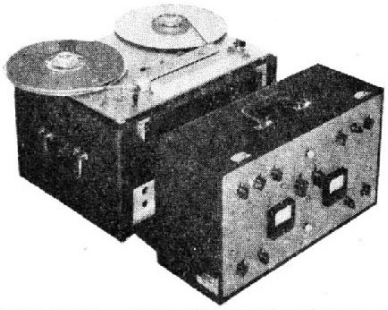


FERROGRAPH
Magnétophone stéréophonique

420. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 18 lampes. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. Durée d'enregistrement 1 heure 30 minutes à 9,5 cm/s ou 45 minutes à 19 cm/s avec bobine ∅ 21 cm. Gammes de fréquences : 60 à 10 000 c/s à ± 3 dB en 9,5 cm/s et 50 à 15 000 c/s à ± 3 dB en 19 cm/s. Entrées 1 MΩ — 2 mV et 0,5 MΩ — 400 mV. 2 sorties 5 kΩ. Rapport signal/bruit 52 dB. Pleurage et scintillement < 0,2 % à 9,5 cm/s. Marche AV et AR accélérée. Alternatif 110 V, 50 c/s ou 200/250 V, 50 c/s, 115 VA. Valise gainée. H 250 - L 470 - P 445 mm. 21,8 kg.

Prix T.T.C. **3.685,00 NF**

GAILLARD



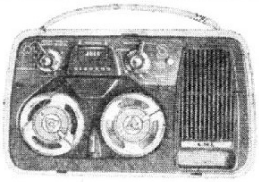
GAILLARD - Magnétophone stéréophonique

MP2. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 17 lampes + redresseur. 2 vitesses de défilement 19 et 38 cm/s. Gamme de fréquences 30 à 14 000 c/s à ± 2 dB à 19 cm/s. Distorsion < 1 %. 3 entrées : 2 de 1 MΩ - 1,5 mV et 0,1 MΩ - 150 mV. Pleurage 0,2 %. Scintillement 0,1 %. Rapport signal/bruit 55 dB. Contrôle d'enregistrement par vumètre. Compteur incorporé. Alternatif. Valise gainée. H 320 - L 480 - P 350 mm.

Prix T.T.C. **6.416,59 NF**

Lampes : PCC88, 8-ECC83, 5-ECC82, 2-EBC81, EZ80, redresseur sec.

GRUNDIG

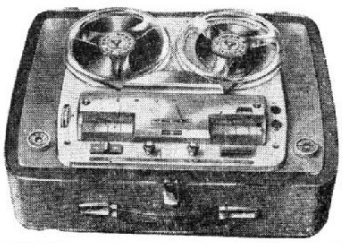


GRUNDIG - Magnétophone

TK1. Portatif. Enregistreur sur bande magnétique. Vitesse de déroulement 0,5 cm/s. 1 lampe + 7 transistors et 2 germaniums. Durée d'enregistrement 20 mn par bobine ∅ 80 mm. Gamme de fréquences 80 à 10 000 c/s. HP incorporé. Marches AV et AR accélérées. Toutes fonctions commandées par bouton unique. Indicateurs auditif et visuel d'enregistrement. Tonalité réglable. Alimentation par 6 piles 6 V rechargeables. Coffret gainé plastique. H 115 - L 300 - P 175 mm, 3,7 kg.

Prix T.T.C. **606,70 NF**

Lampe : DM71, transistors : 2-OC72, 3-TF65, OC74, OC602, 2 germaniums OA70.

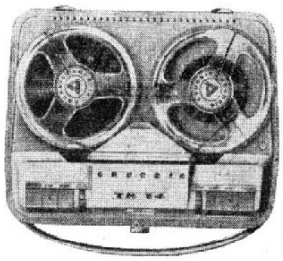


GRUNDIG - Magnétophone stéréophonique

TK45. Enregistreur, lecteur stéréophonique sur bande magnétique. 4 pistes. 3 vitesses : 4,75, 9,5 et 19 cm/s. 7 lampes. Durée d'enregistrement : 16 heures en 4,75 cm avec bobine ∅ 180 mm. Gammes de fréquences à ± 4 dB : 40 à 12 000 c/s en 4,75 cm/, 40 à 16 000 c/s en 9,5 cm/s et 40 à 18 000 c/s en 19 cm/s. Possibilité play-back et multiplay-back. Echo réglable à l'enregistrement. Arrêt automatique en fin de bande. Balance stéréophonique. Compteur avec remise à zéro automatique incorporé. Nettoie-bande escamotable. Contrôle d'enregistrement par tête séparée. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Prises pour télécommande et capteur téléphonique. Entrées pour micro, PU, radio, 2 HP : 1 HP 10,5-15,5 sur chaque voie de reproduction. Puissance 6 W (3 W par canal). Prises pour HPS et amplificateur extérieur. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 75 VA. Valise gainée simili cuir. H 210 - L 510 - P 400 mm, 14,8 kg.

Prix T.T.C. **2.005,19 NF**

Lampes : EF86, 2-ECC81, ECC83, ECL80, EL95, EM84.

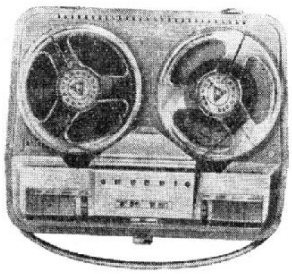


GRUNDIG - Magnétophone

TK14. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. Vitesse 9,5 cm/s. 3 lampes. Durée d'enregistrement : 3 heures avec bobine ∅ 150 mm. Gamme de fréquences 40 à 14 000 c/s. Contrôle d'enregistrement par indicateurs visuel et auditif. Echelle de repérage. Tonalité réglable. Entrées micro et PU/radio par touches. HP 9,6-14,4 cm. Puissance 2 W. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 45 VA. Coffret plastique. H 180 - L 350 - P 320 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. **791,79 NF**

Lampes : ECC83, ECL86, EM84.



GRUNDIG - Magnétophone

TK19. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. Vitesse 9,5 cm/s. 4 lampes. Durée d'enregistrement : 3 heures avec bobine ∅ 150 mm. Gamme de fréquences 40 à 14 000 c/s. Contrôle d'enregistrement par indicateurs visuel et auditif. Surimpression. Arrêt automatique en fin de bande. Compteur avec remise à zéro incorporé. Tonalité réglable. Entrées micro et PU/radio mixables. HP 9,6-14,4 cm. Puissance 2,5 W. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 60 VA. Coffret plastique. H 180 - L 350 - P 320 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. **935,75 NF**

Lampes : EF86, ECC81, EL95, EM84.

GRUNDIG - Magnétophone

TK23. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. Vitesse 9,5 cm/s. 4 lampes. Durée d'enregistrement 3 heures avec bobine ∅ 150 mm. Gamme de fréquence 40 à 14 000 c/s. Possibilité play-back et lecture stéréophonique avec utilisation préamplificateur. Con-

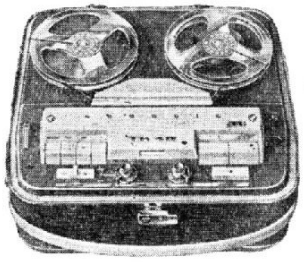
trôle d'enregistrement par indicateur visuel et auditif. Compteur avec remise à zéro incorporé. Surimpression. Arrêt automatique en fin de bande. Tonalité réglable. Entrées micro et



PU/radio mixables. HP 9,6-14,4 cm. Puissance 2,5 W. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 60 VA. Coffret plastique. H 175 - L 350 - P 290 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. **1.069,43 NF**

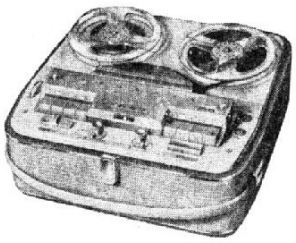
Lampes : EF86, ECC81, EL95, EM84.



GRUNDIG - Magnétophone

TK40. Enregistreur mono, lecteur stéréo 4 pistes. 3 vitesses de défilement : 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Gammes de fréquences : 40 à 10 000 c/s en 4,75 cm/s, 40 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s et 40 à 18 000 c/s en 19 cm/s. Mixage PU/radio et micro. Arrêt momentané par touche verrouillable et arrêt automatique en fin de bande. Commande à distance incorporée. Surimpression avec utilisation d'un préamplificateur. Play-back et multiplay-back. Nettoie-bande escamotable. Réglette incorporée pour collage des bandes. HP 15,5-10,5 cm. Puissance 2,5 W. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 62 VA. Valise gainée plastique. H 19,5 - L 410 - P 380 mm, 12,5 kg.

Prix T.T.C. **1.511,60 NF**



GRUNDIG - Magnétophone

TK42. Enregistreur mono, lecteur stéréo 4 pistes. 3 vitesses : 4,75, 9,5 et 19 cm/s. 16 heures d'enregistrement. Gammes de fréquences cf TK40. Mixage PU/rado et micro. Surimpression. Play-back et multiplay-back. Possibilité lecture simultanée de 2 pistes. Nettoie-bande. Réglette pour collage des bandes. Possibilité de commande à distance. Touche de stop momentané. Arrêt automatique en fin de bande. Prise pour capteur téléphonique. HP 15,5-10,5 cm. Puissance 2,5 W. Tonalité réglable. Compteur. Alternatif 110-240 V, 50 c/s, 58 VA. Valise gainée simili cuir. H 195 - L 410 - P 380 mm, 12,5 kg.

Prix T.T.C. **1.737,83 NF**



GRUNDIG - Magnétophone

TK28. Enregistreur mono lecteur stéréo sur bande magnétique. 4 pistes. 2 vitesses de défilement 4,75 et 9,5 cm/s. Durée d'enregistrement : 2 heures avec bobine Ø 150 mm. Gammes de fréquences 50 à 8 000 c/s en 4,75 cm/s et 50 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s. Contrôle auditif de l'enregistrement. HP incorporé. Puissance 2 W. Arrêt automatique en fin de bande. 3 entrées : micro-radio-PU. 2 sorties : amplificateur extérieur (pour reproduction stéréo) et HPS. Compteur incorporé. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 55 VA. Valise gainée plastique. H 185 - L 355 - P 335 mm, 11,5 kg.

Prix T.T.C. **1.305,94 NF**



GRUNDIG - Magnétophone

TS19. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. Vitesse 9,5 cm/s. 4 lampes. Durée d'enregistrement : 3 heures avec bobine Ø 150 mm. Gamme de fréquences 40 à 14 000 c/s. Contrôle d'enregistrement par indicateurs visuel et auditif. Surimpression. Arrêt automatique en fin de bande. Compteur avec remise à zéro incorporé. Tonalité réglable. Entrées micro et PU/radio mixables. HP 9,6-14,4 cm. Puissance 2,5 W. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 60 VA. Coffret ébénisterie.

Prix non fixé.

Lampes : EF86, ECC81, EL95, EM84.

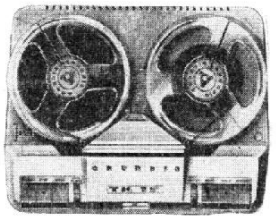


GRUNDIG - Magnétophone

TS23. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. Vitesse 9,5 cm/s. 4 lampes. Durée d'enregistrement 3 heures avec bobine Ø 150 mm. Game de fréquences 40 à 14 000 c/s. Possibilité play-back et lecture stéréophonique avec utilisation préamplificateur. Contrôle d'enregistrement par indicateur visuel et auditif. Compteur avec remise à zéro incorporé. Surimpression. Arrêt automatique en fin de bande. Tonalité réglable. Entrées micro et PU/radio mixables. HP 9,6-14,4 cm. Puissance 2,5 W. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 60 VA. Coffret ébénisterie.

Prix non fixé.

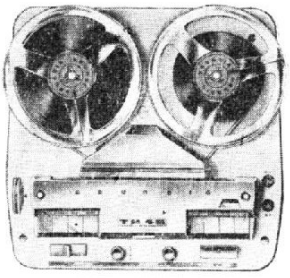
Lampes : EF86, ECC81, EL95, EM84.



GRUNDIG - Platine magnétophone

TM19. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. Vitesse 9,5 cm/s. Durée d'enregistrement : 3 heures avec bobine Ø 150 mm. Surimpression. Arrêt automatique en fin de bande. Compteur avec remise à zéro incorporé. Alternatif 110/240 V, 50 c/s.

Prix non fixé.



GRUNDIG - Platine magnétophone

TM45. Enregistreur lecteur stéréophonique sur bande magnétique. 4 pistes. 3 vitesses de défilement : 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Durée d'enregistrement 16 heures en 4,75 cm/s avec bobine Ø 180 mm. Possibilité play-back et multiplay-back. Arrêt automatique en fin de bande. Compteur avec remise à zéro automatique incorporé. Nettoie-bande escamotable. Contrôle d'enregistrement par tête séparée. Alternatif 110/240 V, 50 c/.

Prix non fixé.

IMAGE ET SON

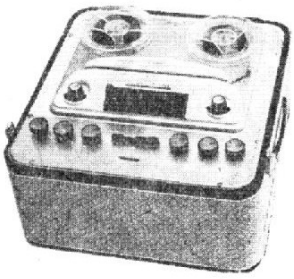
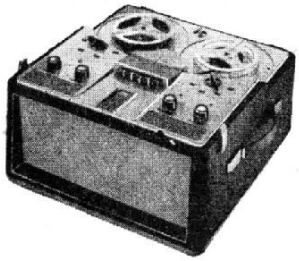


IMAGE ET SON - Magnétophone

Orchestral. Enregistreur sur bande magnétique. Double piste. 3 vitesses de déroulement 4, 7-9,5 et 19 cm/s. 3 moteurs. 6 lampes. Bobines de 180 mm. Contrôle d'enregistrement visuel et auditif. Dispositifs de surimpression et de mixage. HP 16-24 cm. Puissance 4 W. Marche AV et AR accélérée. Clavier 5 touches, dont pause. Dispositif de sécurité. Double contrôle de tonalité. Compteur incorporé. 3 entrées : PU, micro et radio commandées par clavier 2 sorties : HPS et ampli extérieur. Possibilité d'adaptation pour téléphonique et synchronisation de projecteur. Possibilité de transformation en appareil stéréophonique par l'adjonction d'une tête supplémentaire et d'un deuxième bloc amplificateur (emplacements prévus). Alternatif 110-135-220 V, 50 c/s. Valise gainée vinyle bleu sombre et gris clair, couvercle amovible. H 255 - L 370 - P 320 mm, 10,6 kg. Livré avec micro cristal, câbles de liaison, 1 bobine vide et 1 bobine pleine.

Prix T.T.C. **1.149,64 NF**

Lampes : EF86, ECL83, 2-EL84, EM84, EZ81.



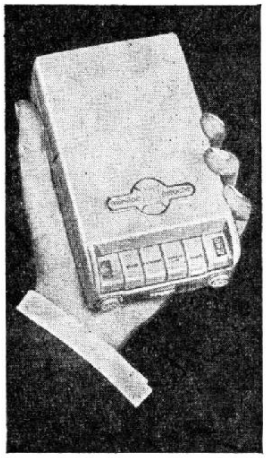
MELOVOX - Magnétophone

4412. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 5 lampes. 4 vitesses de défilement 2,5, 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Gamme de fréquences 45 à 20 000 c/s à ± 4 dB à 2,5 cm/s. Entrées 500 kΩ — 2 mV et 500 kΩ — 100 mV. HP 16-24 cm. Puissance 2,5 W. Sorties 50 kΩ, 5 Ω et HPS. Prises pour amplificateur extérieur, adaptateur stéréophonique et commande à distance. contrôle visuel d'enregistrement. Surimpression. Arrêt automatique en fin de bande. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Compteur incorporé. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée plastique 2 tons. H 200 - L 400 - P 400 mm. 17 kg.

Prix T.T.C. **1.439,62 NF**

Lampes : EF86, ECC83, ECC82, EL84, EM84.

MINIFON



MINIFON - Magnétophone

Attaché. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. Bipiste. Vitesse de défilement 4,75 cm/s. Durée d'enregistrement 15 minutes à 1 heure, suivant chargeur. Gamme de fréquences 250 à 4 500 c/s. Contrôle visuel d'enregistrement. Marches AV et AR accélérées. Possibilité de commande à distance par micro. Prises pour micro et HPS. Compteur incorporé. Alimentation par pile 12 V, mini-accumulateur rechargeable, batterie auto 6-12 V ou secteur alternatif 110-220 V, 50 c/s. Boîtier métallique. H 40 - L 100 - P 170 mm, 0,8 kg.

Prix T.T.C. **1.405,69 NF**

Hi-Fi. Même modèle. Gamme de fréquences 40 à 12 000 c/s à ± 3 dB. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **1.969,19 NF**

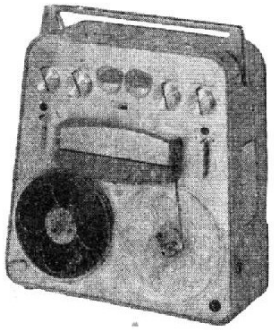
MINIFON - Magnétophone

Spécial type S. Enregistreur-lecteur sur fil magnétique. Vitesse de défilement 34 cm/s. Durée d'enregistrement 5 heures. Gamme de fréquences 200 à 5 500 c/s. Réembobinage rapide. Prises pour micro, radio et HPS. Arrêt automatique en fin de bande avec voyant lumineux. Alimentation par pile 12 V, mini-accumulateur rechargeable, batterie auto 6-12 V ou secteur alternatif 110-220 V, 50 c/s. Boîtier métallique. H 40 - L 100 - P 170 mm, 0,8 kg.

Spécial type L. Même modèle. Vitesse de défilement 23 cm/s. Gamme de fréquences 300 à 3 500 c/s. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **1.612,37 NF**

MOVIC



MOVIC - Magnétophone stéréophonique

Movicorder. Enregistreur lecteur monophonique et stéréophonique sur bande magnétique. 4 pistes. 2 vitesses de défilement 19 et 38 cm/s. 12 lampes + 2 transistors et 2 redresseurs. 4 entrées : 2 micro 2 mV et 2 PU/radio 150 mV. HP incorporé. Puissance 3 W (1,5 W par canal). Prise pour HPS. Effacement par courant HF. Arrêt automatique en fin de 75 secondes. Contrôle de tonalité C.C.I.R. ou bande. Réembobinage rapide : 360 m en 75 secondes. Contrôle de tonalité N.A. R.T.B. Possibilité de surimpression. Contrôle d'enregitrement par vumètre sur chaque voie de reproduction. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 165 VA. Valise gainée plastique. H 170 - L 420 - P 420 mm. 23 kg.

Prix T.T.C. **4.884,43 NF**

Lampes : 5-ECC81, 4-ECC83, 2-ECL82, ECC88, 2 transistors 2N77, 2 redresseurs secs.

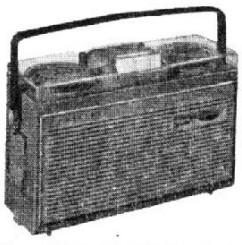
PERFECTON

PERFECTON - Magnétophone à transistors

EP6A. Enregistreur lecteur à transistors sur bande magnétique. Monopiste. Vitesse de défilement 19 cm/s. Durée d'enregistrement 15 minutes avec bande normale ou 23 minutes avec bande Extra Plat. Bandes de fréquences 80 à 8 000 c/s à ± 1 dB ou 40 à 12 000 c/s de + 1 à — 4 dB. Réembobinage rapide. 2 entrées : micro 200 Ω et ligne 600 Ω. HP incorporé. Puissance 0,3 W. Sortie ligne 600 Ω. Effacement par courant HF. Contrôle d'enregistrement par vumètre. Alimentation par 12 piles 1,5 V ou accumulateur 12/18 V. Coffret métal. H 120 - L 335 - P 225 mm, 7,5 kg.

Prix T.T.C. **7.069,56 NF**

PHILIPS

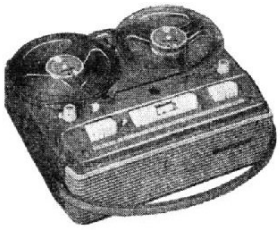


PHILIPS - Magnétophone à transistors

EL3585. Enregistreur sur bande magnétique bipiste, vitesse de défilement 4,75 cm/s. 6 transistors + germaniums. Bobines ∅ 80 ou 100 mm. Durée 1 h. 30. Gamme de fréquences 120 à 5 500 c/s. Effacement par courant haute fréquence. HP 10 cm. Push-pull 0,25 W. Entrée micro, radio PU 0,3 V, 2 000 Ω. Sortie modulation 1 V. Contrôle visuel d'accord par modulomètre. Alimentation par 6 piles de 1,5 V. Débit suivant réglage de la puissance sonore. H 190 - L 265 - P 95 mm, 3,6 kg. Livré avec micro dynamique. Prix piles non comprises.

Prix T.T.C. **509,00 NF**

Transistors : 4-OC75, 2-OC72, germanium OA91.

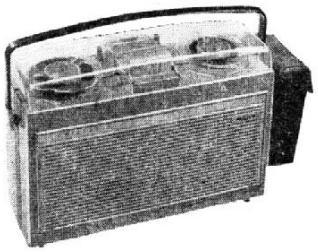


PHILIPS - Magnétophone

EL3541D/22. Enregistreur sur bande magnétique. 4 pistes, vitesse de déroulement 9,5 cm/s. 5 lampes. Bobine de 180 mm, durée 8 heures. Temps de réembobinage 2 min. avec bande de 360 m. Gamme de fréquences de 50 14 000 c/s. Contrôle visuel d'accord. Dispositif de surimpression. HP 10 cm. Puissance 2,5 W. Marche AV et AR accélérée. Arrêt automatique. Clavier 5 touches. 2 entrées : micro et PU-radio. Prises pour casque, HPS et stéréophonie. Mixage Micro-PU ou Micro-Radio. Compteur incorporé. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 170 - L 350 - P 300 mm, 8 kg. Livré avec micro.

Prix T.T.C. **770,20 NF**

Lampes : EF86, ECC83, ECL82, EM84, EZ80.

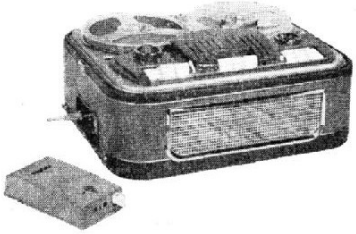


PHILIPS - Magnétophone

EL3514. Enregistreur sur bande magnétique, 4 pistes, vitesse de défilement 9,5 cm/s. 4 lampes. Bobines ∅ 100 ou 130 mm. Durée 4 heures. Gamme de fréquences 60 à 14 000 c/s. HP 17 cm. Puissance 1,5 W. 3 entrées : micro 0,2 mV, PU 130 mV, radio 0,2 mV. Sortie 1 V, 40 kΩ. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 25 VA. H 230 - L 340 - P 125 mm, 6 kg. Livré avec micro dynamique.

Prix T.T.C. **575,80 NF**

Lampes : AC107, ECC83, EL95, SR250B75.



PHILIPS - Magnétophone

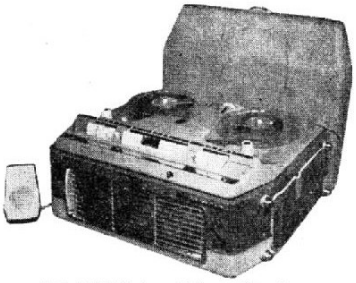
EL3542. Enregistreur sur bande magnétique 4 pistes, vitesse de défilement 4,75, 9,5 et 19 cm/s, 5 lampes. Bobine ∅ 180 mm, durée 1 à 16 heures suivant vitesse de défilement et type de bande. Temps de réembobinage 2 minutes avec bande de 360 mètres. Gammes de

fréquences 50 à 7 000 c/s en 4,75 cm/s, 50 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s, 50 à 20 000 c/s en 19 cm/s. Contrôle visuel d'accord. Dispositif de mixage et surimpression. HP 10 cm. Puissance 2,5 W. Marche AV et AR accélérée. Arrêt automatique. 2 entrées : micro (5 mV-100 kΩ) et radio PU (200 mV-1 MΩ). Prise pour HPS 5 Ω. Prise pour écoute sur chaîne haute fidélité (1,6 V 50 kΩ). Prise pour reproduction stéréo avec préampli EL3774. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 170 - L 400 - P 330 mm, 13,5 kg. Livré avec micro.

Prix T.T.C. **1.213,40 NF**

Lampes : EF86, ECC83, ECL82, EZ80, EM81.

RADIOLA



RADIOLA - Magnétophone

RA9541. Enregistreur sur bande magnétique. 4 pistes, vitesse de déroulement 9,5 cm/s. 5 lampes. Bobine de 180 mm, durée 8 heures. Temps de réembobinage : 2 minutes avec bande de 360 m. Gamme de fréquences de 50 à 14 000 c/s. Contrôle visuel d'accord. Dispositif de surimpression. HP 10 cm. Puissance 2,2 W. Marche AV-AR accélérée. 2 entrées : micro et PU-radio. Prises pour casque, HPS, stéréophonie et commande à distance. Mixage Micro-PU ou Micro-Radio. Compteur incorporé. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 175 - L 370 - P 320 mm, 8 kg. Livré avec micro, bobine pleine et bobine vide.

Prix T.T.C. **770,20 NF**

Lampes : EF86, ECC83, ECL82, EM84, EZ80.

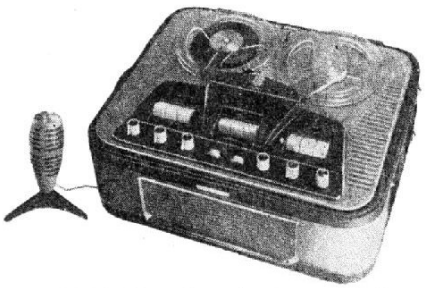


RADIOLA - Magnétophone

RA9542. Enregistreur sur bande magnétique 4 pistes. Vitesses de défilement 4,75, 9,5 et 19 cm/s 5 lampes. Bobine ⌀ 180 mm, durée 1 à 16 heures suivant vitesse de défilement et type de bande. Temp de réembobinage 2 minutes avec bande de 360 mètres. Gamme de fréquence 50 à 7 000 c/s en 4,75 cm/s, 50 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s, 50 à 20 000 c/s en 19 cm/s. Contrôle visuel d'accord. Dispositif de mixage et surimpression. HP 10 cm. Puissance 2,5 W. Marches AV et AR accélérées. Arrêt automatique. 2 entrées : micro (5 mV-100 kΩ) et radio-PU (200 mV-1 MΩ). Prise pour HPS 5 Ω. Prise pour écoute sur chaîne haute fidélité, sortie stéréophonique contrôle par casque (1,6 V-50 kΩ). Alternatif 110/245 V, 50 c/s 60 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 190 - L 400 - P 335 mm, 13,5 kg. Livré avec micro, bobine pleine, bobine vide.

Prix T.T.C. **1.213,39 NF**

Lampes : EF86, ECC83, ECL82, EZ80, EM81.

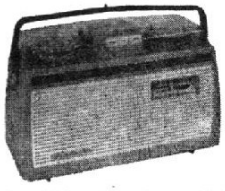


RADIOLA - Magnétophone stéréo

RA3536. Stéréo. Enregistreur sur bande magnétique monaural et stéréophonique. 4 pistes, 3 vitesses de déroulement 4,75, 9,5 et 19 cm/s. 8 lampes. Bobine 180 mm, durée 2 à 16 heures suivant vitesse de défilement et type de bande. Temps de réembobinage : 3 minutes avec bande de 540 m. Gamme de fréquences 50 à 7 000 c/s en 4,75 cm/s, 50 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s, 50 à 20 000 c/s en 19 cm/s. Contrôle visuel d'accord. Dispositif de surimpression. 2 HP : 1 HP de 12,5 cm sur chaque voie de reproduction. Puissance 8 W (4 W par canal). Marche AV et AR accélérée. Arrêt automatique. 2 entrées : micro et PU-radio. Prise pour casque. Mixage parole-musique. Compteur incorporé. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 90 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 300 - L 500 - P 410 mm, 20 kg. Livré avec micro, bobine pleine, bobine vide.

Prix T.T.C. **1.850,94 NF**

Lampes : 2-EF86, 3-ECC83, 2-EL84, EM84.



RADIOLA - Magnétophone à transistors

RA9585. Enregistreur sur bande magnétique bipiste, vitesse de défilement 4,75 cm/s. 6 transistors + germanium. Bobines ⌀ 80 ou 100 mm. Durée 1 h. 30. Gamme de fréquences 120 à 5 500 c/s. Effacement par courant haute fréquence. HP 10 cm. Push-pull 0,25 W. Entrée micro, radio, PU, 0,3 mV, 2 000 Ω. Sortie modulation 1 V. Contrôle visuel d'accord par modulomètres. Contrôle de tension des piles. Alimentation par 6 piles de 1,5 V. Débit suivant réglage de la puissance sonore. Coffret polystyrène, couvercle transparent. H 190 - L 265 - P 85 mm, 3,6 kg. Livré avec micro, bobine pleine, bobine vide. Prix piles non comprises.

Prix T.T.C. **509,00 NF**

Transistors : 4-OC75, 2-OC72, germanium OA91.



RADIOLA - Magnétophone à transistors

RA. 9546. Enregistreur sur bande magnétique. 4 pistes. Vitesses de défilement 9,5 cm/s. 6 transistors + 2 germaniums. Bobine ⌀ 12,5 ou 15 cm. Durée 6 h. Gamme de fréquences 80 à 13 000 c/s. Contrôle visuel d'accord. Haut-parleur de 10 cm. Puissance 0,8 W. Marches AV et AR accélérées. 2 entrées : micro et PU ou radio. Alternatif 110/240 volts, 50 c/s, 40 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H 150 - L 295 - P 320 mm, 5,2 kg. Livré avec microphone, bobine pleine et bobine vide.

Prix T.T.C. **596,41 NF**

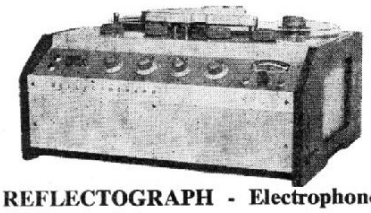
Transistors : 1-AC107, 2-OC75, 1-OC44, 2-OC74, 2-OA70.

RADIOSTAR

RADIOSTAR - Magnétophone à transistors Star 109. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 2 vitesses de défilement : 4,75 et 9,5 cm/s. Durée d'enregistrement de 1 à 6 heures suivant vitesse et type de bande. Entrées pour PU, micro et commande à distance. HP incorporé. Prise pour HPS ou casque. Commandes par clavier à touches - Marche AV et AR accélérée. Surimpression. Effacement par courant HF. Compteur incorporé - Alimentation par 9 piles 1,5 V. Coffret bois gainé plastique lavable. H 125 - L 240 - P 230 mm, 3,6 kg.

Prix T.T.C. **874,06 NF**

REFLECTOGRAPH

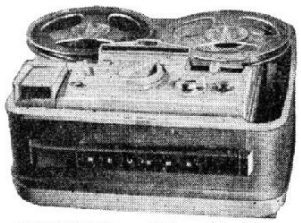


REFLECTOGRAPH - Electrophone

Type B. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Voyants lumineux indiquant l'opération en cours. Equilibreur automatique.

Prix T.T.C. **3.390,31 NF**

REVERE



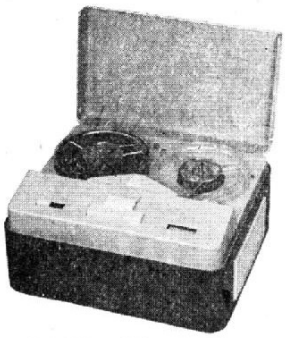
REVERE - Magnétophone

T2200U. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 4 lampes + 2 redresseurs. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. Gamme de fréquences 50 à 15 000 c/s. Entrées : 10 MΩ — 2 mV, 1 MΩ — 100 mV et 8 Ω — 1 V. HP 10-19 cm. Puissance 4 W pour distorsion < 4 %. Sorties 8 Ω et 10 kΩ. Prise pour stéréophonie. Pleurage $< 0,3$ %. Scintillement $< 0,5$ %. Rapport signal/bruit — 50 dB. Indicateur visuel d'accord. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Valise gainée. H 190 - L 370 - P 350 mm. 12 kg.

Prix T.T.C. **2.344,52 NF**

Lampes : 2-AX7A, 6AB4, 6BQ5, 2 redresseurs silicium.

R. F. T.

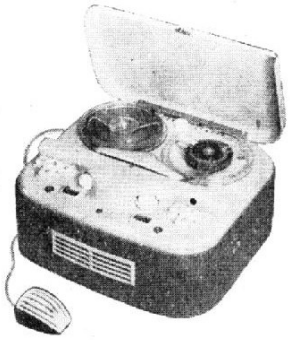


R.F.T. - Magnétophone

BG23 Familial. Enregistreur sur bande magnétique. Bipiste. Vitesse de défilement 9,5 cm/s. 3 lampes + redresseur. Durée d'enregistrement 3 heures avec bobine ∅ 150 mm. Gamme de fréquences 60 à 12 000 c/s. Marche AV et AR accélérée. Contrôle visuel d'accord. HP 10-15 cm. Puissance 2,5 W. 2 entrées PU et micro. Sortie pour HPS ou écouteur. Compteur incorporé. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 50 VA. Valise gainée plastique. H 170 - L 335 - P 285 mm, 9,5 kg. Livré avec micro, jeu de ruban, bobine vide et cordon radio.

Prix T.T.C. **606,70 NF**

Lampes : ECC83, ECL81, EM84, redresseur sec.



R.F.T. - Magnétophone

KB100. Enregistreur sur bande magnétique. Bipiste. 2 vitesses de défilement 4,75 et 9,5 cm/s. 4 lampes + 2 redresseurs (BH-HT). Durée d'enregistrement : 3 heures en 9,5 cm/s et 6 heures en 4,75 cm/s avec bobine ∅ 150 mm. Gammes de fréquences : 60 à 7 500 c/s en 4,75 cm/s et 50 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s. Marche AV et AR accélérée. Contrôle visuel d'accord. Arrêt automatique en fin ou en cas de rupture de bande. Dispositif pour surimpression et mixage. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. HP 10-15 cm. Puissance 2,5 W. 2 entrées PU et micro. Sortie pour HPS ou écouteur. Compteur incorporé. Verrouillage par touche. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 50 VA. Valise gainée toile. H 160 - L 360 - P 300 mm, 13 kg. Livré avec micro, jeu de ruban, bobine vide et cordon radio.

Prix T.T.C. **659,14 NF**

Lampes : 2-ECC83, EM83, EL95, 2 redresseurs secs.

ROBUK

RK3. Magnétophone portatif, monophonique à double piste. Bobines utilisables ∅ 180 mm maximum. 2 têtes magnétiques (Enregistrement - Lecture ; effacement). Fréquence de prémagnétisation 60 kHz. Courbe de réponse 60/14 000 c/s à ± 3 dB sur 19 cm/s. Pleurage inférieur à 0,2 % à 19 cm/s. Vitesses de défilement 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Moteurs : 3 moteurs Deck, asynchrones. Entraînement cabestan : mécanique. Sélection des vitesses : mécanique. Freinage : mécanique. Position de pause : brève interruption. Temps de réembobinage : 360 mètres en 1 minute. Position de défilement à grande vitesse. Compteur à chiffres avec remise à zéro. Enregistrement - Lecture : amplificateur commun. Possibilité de surimpression par bouton-poussoir. Jeu de tubes ECC83, ECL82, EL84, EZ80, EM84. Entrée



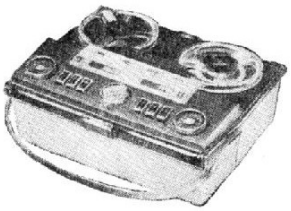
ROBUK - Magnétophone

micro 20 mV 1 Ω ; radio 150 mV 700 kΩ. Contrôle de tonalité (à la lecture) : atténuation des aiguës. Puissance de sortie 2,5 W. Sorties : amplificateur extérieur 200 mV, 1 MΩ ; HPS 2,5 Ω, avec coupure du HP incorporé. Contrôle de l'enregistrement : indicateur lumineux et haut-parleur incorporé modérable. Haut-parleur élliptique 10 × 14 cm. Présentation : valise gainée plastique. Dimensions : 180 × 410 × 300 mm. Poids 10,5 kg. Alimentation 110/240 V, 50 Hz. Consommation 95 VA.

Prix avec bobine vide, sans micro :

599 NF + TL

SABA

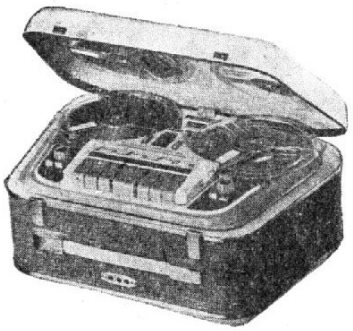


SABA - Magnétophone

Sabafon TK125. Enregistreur sur bandes magnétiques, 4 pistes. 3 lampes + transistor et redresseurs. 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 4,75 cm/s. Durée d'enregistrement : 12 heures en 4,75 cm/s pour bobine de ∅ 150 mm. Gamme de fréquences : 40 à 15 000 c/s en 9,5 cm/s, 40 à 8 000 c/s en 4,75 cm/s. HP 8-15 cm. Puissance 4 W. Clavier 6 touches. 3 entrées : micro, radio, PU. Sortie pour HPS. Alternatif 117/220 V, 50 c/s, 50 VA. Coffret plastique 2 tons. H 150 - L 380 - P. 300 mm, 10 kg.

Prix T.T.C. **1.439,62 NF**

Transistors et lampes : TF65, ECC83, EL95, EM84, redresseurs.



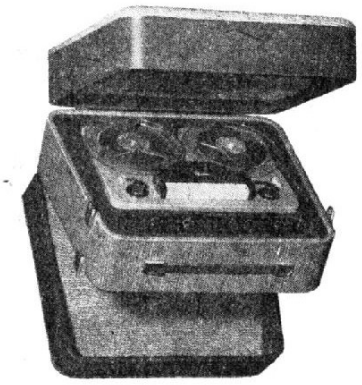
SABA - Magnétophone

Sabafon TK86 Stéréo. Enregistreur monaural et stéréophonique sur bandes magnétiques, 4 pistes. 5 lampes + redresseurs. 3 vitesses de déroulement : 19, 9,5 et 4,75 cm/s. Durées d'enregistrement : 4 heures en 19 cm/s, 8 heures en 9,5 cm/s ou 16 heures en 4,75 cm/s pour bobine de ∅ 180 mm. Gamme de fréquences : 40 à 20 000 c/s en 19 cm/s, 40 à 16 000 c/s en 9,5 cm/s et 40 à 8 000 c/s en 4,75 cm/s. HP 11-17 cm. Puissance 5 W. Clavier 7 touches dont 1 arrêt. 3 entrées : micro, radio, PU. Sortie pour HPS. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 90 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H 220 - L 450 - P 320 mm, 15 kg.

Prix T.T.C. **1.850,94 NF**

Lampes : 2-EF86, 2-ECC83, EL95, EL84, EM84, redresseurs.

S. F. E. A.

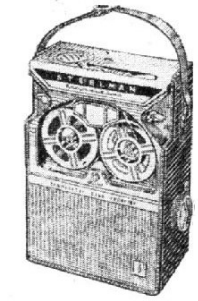


S.F.E.A. - Magnétophone stéréo

Président. Enregistreur sur bande magnétique monaural et stéréophonique. 4 pistes. 3 vitesse de défilement : 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Taux de pleurage 0,3 %. 12 lampes + 3 redresseurs sélénium. Bobine 180 mm, durée 1 à 16 heures, suivant vitesse de défilement et type de bande. Temps de réembobinage 2 minutes avec bande de 360 mètres. Gamme de fréquences 40 à 16 000 c/s. Dispositif de surimpression. 4 HP : 1 HP de 24 cm et 1 HP de 6 cm sur chaque voie de reproduction. Puissance 9 W (4,5 W par canal). Marche AV et AR accélérée. Arrêt automatique en fin de bande. Clavier 7 touches. Entrées doubles micro, phono et radio. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës sur chaque voie. Compteur incorporé. Alternatif 115/220 V, 50 c/s, 70 VA. Valise gainée plastique 2 tons. 2 couvercles amovibles formant baffles. H 330 - L 460 - P 410 mm.

Prix T.T.C. **2.539,90 NF**

STEELMANN



STEELMANN - Magnétophone à transistors

Transitape. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Demi-piste. 7 transistors + 2 germaniums. 2 vitesses de défilement 4,75 et 9,5 cm/s. Durée d'enregistrement 30 minutes avec bande de 90 m à 4,75 cm/s. HP 10 cm. Push-pull 0,25 W. Marche AV et AR accélérée. Indicateur visuel d'accord. Prises pour

secteur alternatif et batterie voiture. Alimentation par 13 piles 1,5 V. Coffret gainé cuir. H 248 - L 165 - P 73 mm. 3,5 kg.

Prix T.T.C. **950,00 NF**

Transistors : 7-RCA405, germaniums 2-1N48.

Prix T.T.C. **6.416,59 NF**

STUZZI

STUZZI - Magnétophone à transistors

Magnette. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 2 vitesses de défilement 4,75 et 9,5 cm/s. 7 transistors + germanium. Durée d'enregistrement de trente minutes à une heure suivant type de bande à 4,75 cm/s. Gammes de fréquences : 80 à 4 000 c/s à 4,75 cm/s et 80 à 9 000 c/s à 9,5 cm/s. Entrées pour micro, PU/radio et capteur téléphonique. HP incorporé. Puissance 0,4 W. Alimentation par 4 piles 4,5 V. H 110 - L 280 - P 205 mm, 3,8 kg.

Prix T.T.C. **1.321,37 NF**

Transistors : OC 360, 3-OC 304, 2-0C 308, OC 302, germanium OA70, OA85.

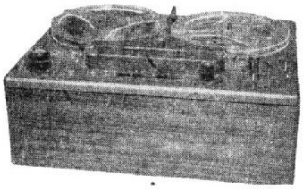
STUZZI - Magnétophone

Tricorder. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 3 vitesses de défilement 2, 4, 4,75 et 9,5 cm/s. 5 lampes + germanium et 2 redresseurs. Durée d'enregistrement 12 heures en 2,4 cm/s, 6 heures en 4,75 cm/s et 3 heures en 9,5 cm/s avec bobine Ø 150 mm. Gammes de fréquences : 40 à 4 000 c/s à 2,4 cm/s, 40 à 8 000 c/s à 4,75 cm/s et 40 à 15 000 c/s à 9,5 cm/s. Rapport signal/bruit — 45 dB. Réembobinage rapide : 80 secondes avec bobine Ø 150 mm. Entrées pour micro, PU/radio, téléphone. 2 HP incorporés. Puissance 2,5 W. Prises pour commande à distance, écouteur, amplificateur extérieur et HPS. Surimpression. Effacement par courant HF. Arrêt automatique en fin de bande.

Prix T.T.C. **1.434,48 NF**

Lampes : EF86, ECC83, ECC85, ECL82, EM84, germanium et 2 redresseurs secs.

TANDBERG



TRANDBERG - Magnétophone stéréophonique

MG Stéréo. Enregistreur lecteur stéréophonique sur bande magnétique. 4 pistes. 3 vitesses de défilement 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Gamme de fréquences 40 à 6 000 c/s à ± 2 dB. Mixage, surimpression et play-back. Prises pour amplificateur et HPS.

Prix T.T.C. **2.365,09 NF**

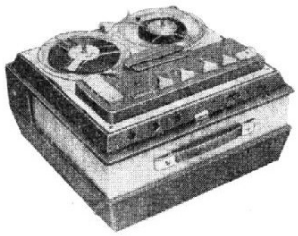
TANDBERG - Magnétophone

3B. Enregistreur lecteur sur bande magnétique. Bipiste. 4 lampes + 3 redresseurs. 3 vitesses de défilement 4,75, 9,5 et 19 cm/s. Durée d'enregistrement 1 heure à 8 heures 30 minutes poré. Puissance 3 W pour distorsion < 4 %. tesses de défilement 19 et 38 cm/s. Gamme de fréquences 30 à 14 000 c/s à ± 2 dB à 19 cm/s. Distorsion < 1 %. 3 entrées : 2 de 1 MΩ — 1,5 V et 0,1 MΩ — 150 mV. Pleurage 0,2 %. Scintillement 0,1 %. Rapport signal/bruit 55 dB. Contrôle d'enregistrement par vumètre. Compteur incorporé. Alternatif. Valise gainée. H 320 - L 480 - P 350 mm. Prises pour radio, HPS et écouteurs. Arrêt automatique en fin de bande. Tonalité à 2 positions : parole/musique. Indicateur visuel d'accord. Dispositif de mixage. Pleurage et scintillement 0,2 %. Rapport signal/bruit — 55 dB. Marche AV et AR accélérée. Compteur incorporé. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 55 VA. Coffret bois verni. H 170 - L 375 - P 290 mm. 10,9 kg. Livré avec micro.

Prix T.T.C. **1.848,57 NF**

TRUVOX

Importateur : Châtelet-Radio

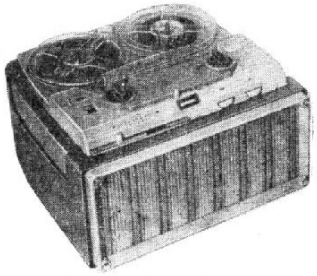


TRUVOX - Magnétophone

R84. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 5 lampes + redresseur. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. Gamme de fréquences 40 à 12 000 c/s à 9,5 cm/s à ± 3 dB. Entrées 2 MΩ — 1 mV et 100 kΩ — 150 mV. HP incorporé. Puissance 4 W pour 1 % de distorsion. Sorties : 3 Ω, 15 Ω, 47 kΩ et 250 kΩ. Pleurage 0,15 %. Scintillement 0,2 %. Rapport signal/bruit — 45 dB. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Valise gainée. H 250 - L 410 - P 390 mm. 16 kg.

Prix T.T.C. **1.606,20 NF**

Lampes : EF86, ECC83, EL84, ECC82, EM84, redresseur oximétal.



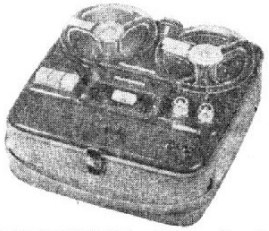
TRUVOX - Magnétophone

R7. Enregistreur-lecteur sur bande magnétique. 4 pistes. 10 lampes. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. Gammes de fréquences : 60 à 9 000 c/s à 9,5 cm/s et 30 à 17 000 c/s à 19 cm/s à ± 3 dB. Entrées : 2,2 MΩ — 4 mV, 2,2 MΩ — 2,5 mV et 500 kΩ — 40 mV. 2 HP 18-24 et 10 cm. Puissance 10 W pour 1,2 % de distorsion. Sortie 15 Ω. Pleurage 0,15 %. Scintillement 0,1 %. Rapport signal/bruit — 45 dB. 2 réglages de tonalité graves et aiguës à ± 15 dB. Compteur incorporé. Valise gainée. H 260 - L 440 - P 410 mm. 20 kg.

Prix T.T.C. **1.850,94 NF**

Lampes : 2-EF86, ECL82, ECC83, 3-EL84, EM84, EN91, EZ81.

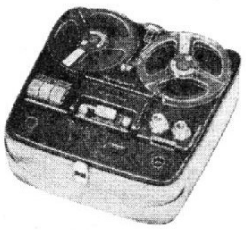
TÉLÉFUNKEN



TELEFUNKEN - Magnétophone

74K. Enregistreur sur bandes magnétiques bipiste. 4 lampes + redresseur. Vitesse de déroulement 9,5 cm/s. Durée d'enregistrement 3 heures pour bobine Ø 150 mm. Gamme de fréquence 40 à 16 000 c/s. HP incorporé. Puissance 2 W. Clavier 3 touches. Contrôle auditif d'enregistrement. Arrêt automatique. 2 entrées micro-radio. Prises pour HPS et casque. Possibilité d'enregistrement à distance. Compteur incorporé. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 VA. Valise styron. H 160 - L 320 - P 310 mm, 7 kg.

Prix T.T.C. **1.023,16 NF**



TELEFUNKEN - Magnétophone

76K. Enregistreur sur bandes magnétiques 4 pistes. 4 lampes + redresseur. 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,50 cm/s. Durée d'enregistrement 6 h 20 mn pour bobine Ø 150 mm. Gamme de fréquence 60 à 9 000 c/s en 4,75 cm/s et 30 à 16 000 c/s en 9,5 cm/s. HP incorporé. Puissance 2,5 W. Clavier 3 touches. Contrôle auditif d'enregistrement. Arrêt automatique. 2 entrées micro-radio. Prises pour HPS et casque. Possibilité d'enregistrement à distance. Compteur incorporé. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 VA. Valise styron. H 160 - L 320 - P 310 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. **1.326,51 NF**

76T. Même modèle, sur socle.

Prix T.T.C. **1.264,81 NF**



TELEFUNKEN
Magnétophone stéréophonique

77KD. Enregistreur monaural et stéréophonique sur bandes magnétiques. 4 pistes. 4 lampes + redresseur. 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,5 cm/s. Durée d'enregistrement 6 h 20 mn (stéréo) ou 12 h. 40 mn (mono) pour bobine Ø 150 mm. Gamme de fréquences 40 à 9 000 c/s en 4,75 cm/s et 40 à 16 000 c/s en 9,5 cm/s. 2 HP incorporés. Puissance 5 W (2,5 W par canal). Clavier 3 touches. Dispositif de surimpression. Arrêt automatique. 2 entrées micro. Prise HPS. Possibilité d'enregistrement à distance. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 50 VA. Valise styron. H 210 - L 320 - P 315 mm, 11,3 kg.

Prix T.T.C. **1.491,04 NF**

77T. Même modèle, sur socle.

Prix T.T.C. **1.429,34 NF**

Le Directeur de la Publication :
J.-G. POINCIGNON

Société Parisienne d'Imprimerie
2 bis, *imp. Mont-Tonnerre*
PARIS (15e)

Distribué par
« **Transports-Presse** »

pour 318 nf seulement construisez vous-même votre amplificateur mono ou stéréo Hi Fi 661

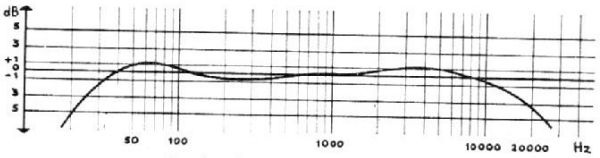
Vous pouvez même procéder par étapes : en construisant d'abord votre ampli monaural (318 NF) que vous compléterez ensuite avec une 2ème chaine d'amplification (167 NF), dont la place est réservée, pour obtenir un remarquable amplificateur stéréophonique HIFI 661, de qualité professionnelle.



Même si vous n'êtes pas un familier de la radio, vous réussirez **à coup sûr** ces montages sur circuits imprimés, grâce à une notice explicative très claire, dont il vous suffira de suivre pas à pas les indications détaillées.

Et vous aurez la fierté de posséder un amplificateur stéréophonique **haute fidélité musicale,** d'une qualité exceptionnelle dont voici quelques caractéristiques "éloquentes" :

Ensemble préamplificateur et amplificateur 2 x 6 watts - 4 circuits imprimés - Linéaire à + 1 dB de 35 à 12.000 Hz, à + 1 — 3 dB de 25 à 20.000 Hz. Distorsion inférieure à 1 % à 6 watts - Rapport signal-bruit > 60 dB. Indépendance totale des deux canaux - "Machine's noise - suppressor" - Basses Physiologiques - Commande d'équilibrage - Alimentation par transformateurs et redresseurs sélénium - Commandes "graves" (+ 22 — 10 dB) et aiguës (+ 15 — 10 dB) indépendantes - coffret métallique uni. Dimensions : 40 x 26 x 10 cm.



Courbe de réponse des 2 chaines

Seul COGEREL pouvait vous proposer un matériel de cette qualité pour un prix aussi incroyablement bas. Commandez vite votre Ampli COGEKIT Hi-Fi 661 :

- Amplificateur HIFI 661 Monaural (3 colis) : **318 NF** (Envoi fo : 330NF)
- Complément 2me chaine pour stéréo (2 colis) : **167 NF** (Env. fo : 175 NF)
- Amplificateur HIFI 661 Stéréo (5 colis) : **485 NF** (Envoi fo : 500 NF)

Envoi adressé contre remboursement postal, ou après paiement anticipé - chèque, mandat, virement C. C. P. - joint à votre commande adressée à Cogérel, Service HP 915

COGEREL vous fournira aussi, à des conditions exceptionnelles toute la gamme des éléments nécessaires pour constituer ou compléter votre chaine HI FI, et notamment les modèles de platines et de hauts-parleurs les plus perfectionnés.

S.P.I. 301

COGEREL

CENTRE DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

Magasin pilote

3, RUE LA BOETIE - PARIS 8e

Département "Ventes par correspondance" : COGEREL-DIJON

Techniciens,
Revendeurs,
Amateurs,
Lisez le 15 de chaque mois

LE HAUT-PARLEUR

le plus fort tirage des journaux de vulgarisation radiotechnique.

Retenez en octobre, son numéro spécial concernant tous les nouveaux récepteurs et téléviseurs vendus en France.

et, en avril, son numéro spécial consacré aux électrophones et magnétophones.

En vente partout ***Prix du numéro : 1,50 NF***

Abonnement **1 an** (12 numéros plus 2 numéros spéciaux) : **15 NF**

Direction-Rédaction : 25, rue Louis-le-Grand - PARIS (2e)
OPE. 89-62 — C.C.P. Paris 424-19

Publicité :
Société Auxiliaire de Publicité, 142, rue Montmartre - PARIS (2e)
Tél. : GUT. 93-90 — C.C.P. Paris 3793-60

TERAL

26 bis - **26** ter, **rue Traversière - PARIS-12e**

DOR. 87-74

C'est chez TERAL que vous trouverez le plus grand choix d'électrophones, Mono ou Stéréo, à des prix particulièrement compétitifs.

« L'ELYSEE » 110 et 220 V avec platine grande marque, valise forme nouvelle vague, coloris divers. En ordre de marche **219,00**

« LE MARIGNY » Grand luxe 110 et 220 V, avec platine **« Pathé-Marconi ».** H.-P. de 21 cm, 4 watts, 3 lampes. En ordre de marche **289,00**

« LE SUPERPYCO » **Elect. stéréophonique,** en valise gainée gd luxe. Les H.-P. gros aimant, placés dans des coffrets latéraux dégondables, formant baffles. Platine Stéréo et Mono, **très grande marque.** En ordre de marche **349,00**

« LE CHARLESTON » Ampli Hi-Fi 110 et 220 V, 3 lampes. Transfo sortie Supersonic. H.-P. 24 cm **« Gégo ».** Platine changeur-mélangeur sur les 4 vit. B.R.S. V.A. 14. L'élect. complet, en pièces détachées **362,10**

« LE TWIST » **Pour les amateurs de danse,** 110/220 V. Avec platine changeur 45 tours, 4 vit., 2 H.-P. : puissance aigu, grave. Tête stéréo. En ordre de marche **389,00**

« LE SCALA » **Elect. stéréophonique** 110/220 V. La moins encombrante des mallettes Stéréo. H.-P. 21 cm. Permet d'utiliser des disques stéréo et normaux par commutateur Modèle avec changeur 45 t. **570,00**
« Pathé-Marconi » **480,00**
Sans changeur .....

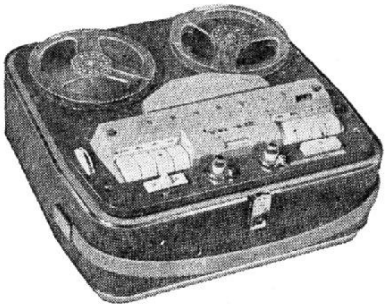
Suite au Salon HI-FI : La Chaîne TERAL avec le « Super 1 » Mono ou Stéréo, complétée d'enceintes acoustiques, vous attend. **Venez l'écouter dans les Nouveaux Magasins auditorium** spécialement aménagés à cet effet.

Tous ces appareils sont décrits à la page 117 de ce numéro.

MAGNÉTOPHONES

TARIF CONFIDENTIEL
sur demande

GRUNDIG



TK42U. 4 pistes. 3 vitesses 4,75 - 9,5 et 19 cm/s. 7 lampes. Durée d'enregistrement avec bande duo à 4,75 cm/s : 4 x 4 heures. Possibilité de reproduction des bandes stéréo. Réglages : sensibilité, puissance, écoute, tonalité. Truquages, Play-back, Echo. Equipé d'un microphone dynamique et d'une bande.
Prix T.L. en sus **1.690,00** Prix T.T.C. **1.737,82**

TK45. Stéréo intégral. Enregistrement et lecture 3 vitesses 4,75 - 9,5 et 19 cm/s. Truquages, Echo, Play-back, etc... avec 1 micro et bande.
Prix T.L. en sus **1.950,00** Prix T.T.C. **2.005,18**

TK40. Modèle identique au TK42, sauf Play-back et Echos.
Prix T.L. en sus **1.470,00** Prix T.T.C. **1.511,55**
Permet le Play-back par l'adjonction extérieure d'un préampli Réf. 229.
Prix T.L. en sus **95,00** Prix T.T.C. **97,65**

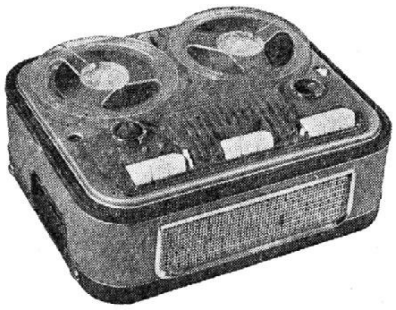
TK23. 4 pistes. 1 vitesse 9,5 avec micro et bande
Prix T.L. en sus **1.040,00** Prix T.T.C. **1.069,43**

TK19. 2 pistes. 1 vitesse 9,5 avec micro et bande.
Prix T.L. en sus **910,00** Prix T.T.C. **935,75**

TK14. 2 pistes. 1 vitesse 9,5 avec micro et bande.
Prix T.L. en sus **770,00** Prix T.T.C. **791,79**

TK1. Portatif 4 transistors. 2 pistes. 1 vitesse 9,5 avec micro et bande.
Prix T.L. en sus **590,00** Prix T.T.C. **606,68**

PHILIPS



EL3542. 4 pistes. 3 vitesses 4,75 - 9,5 et 19 cm/s. 5 lampes. Durée d'enregistrement 16 h. maximum. Dispositif de mixage et surimpression. Réglage de tonalité. Possibilité de reproduction des bandes stéréo. Equipé d'un microphone dynamique et d'une bande.
Prix T.L. en sus **1.180,00** Prix T.T.C. **1.213,39**

EL3541. 4 pistes. 1 vitesse 9,5 cm/s. Possibilité de mixage avec micro et bande.
Prix T.L. en sus **749,00** Prix T.T.C. **770,80**

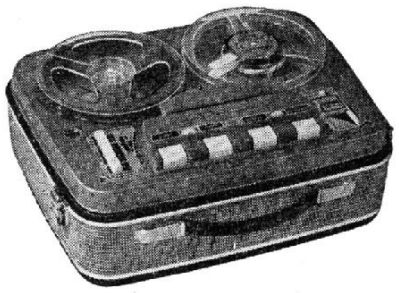
EL3514. 4 pistes. 1 vitesse 9,5 cm/s avec micro et bande.
Prix T.L. en sus **560,00** Prix T.T.C. **575,85**

EL3585. Portatif à transistor 2 pistes. 1 vitesse 4,75 cm/s avec micro et bande.
Prix T.L. en sus **495,00** Prix T.T.C. **509,00**

Alimentation secteur **EL3766** pour **EL3585.**
Prix T.L. en sus **98,00**

EL3536. Stéréo intégral. Enregistrement et lecture 4 pistes. 3 vitesses 4,75 - 9,5 et 19 cm/s avec micro stéréophonique et bande.
Prix T.L. en sus **1.800,00** Prix T.T.C. **1.850,90**

KÖRTING



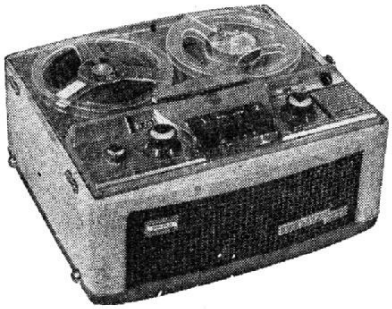
MT 112. Double piste. Vitesse 9,5 cm/s. 4 lampes. Durée d'enregistrement 2 x 90 min. Equipé d'un microphone dynamique.
Prix T.L. en sus **925,00** Prix T.T.C. **951,17**

MT153. 4 pistes. 2 vitesses 9,5 et 19 cm/s avec le micro.
Prix T.L. en sus **1.370,00** Prix T.T.C. **1.408,77**

Ampli additionnel n° 176 pour **MT153** donnant la possibilité de truquages. Echo, Play-back.
Prix T.L. en sus **90,00**

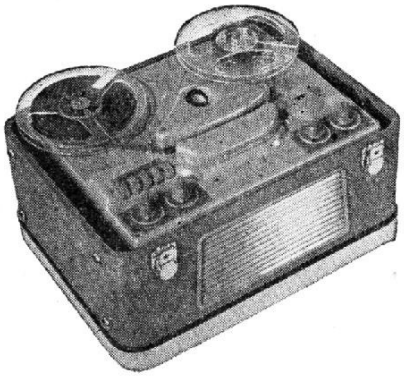
MT157. 4 pistes. 2 vitesses 9,5 et 19 cm/s. Enregistrement et lecture stéréo. Permet les truquages. Echo, Play-back, etc... avec un micro.
Prix T.L. en sus **2.028,00** Prix T.T.C. **2.085,39**

HARTING



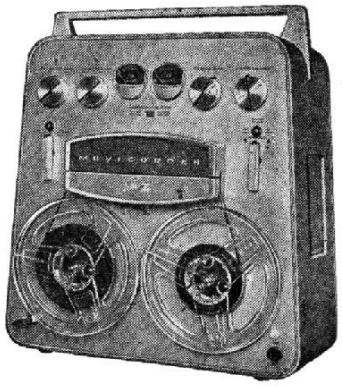
HM8. 4 pistes. 2 vitesses 9,5 et 19 cm/s. 5 lampes + 2 transistors. Durée d'enregistrement 8 heures maximum. Enregistrement et reproduction mono et stéréo. Possibilité de mixage. Contrôle de sensibilité. Equipé de 2 microphones et d'une bande.
Prix net T.T.C. **1.400,00**

REVOX



E36. Double piste. 2 vitesses 9,5 et 19 cm/s. 11 lampes. Durée d'enregistrement à 9,5 cm/s en mono 2 x 180 min. Enregistrement et reproduction mono et stéréo. Ampli push-pull de 6 watts. Possibilité mixage. Contrôle de l'enregistrement. Livré sans microphone et sans bande.
Prix T.T.C. **2.740,00**
Même modèle 4 pistes, au même prix.

MOVIC



Movicorder Stéréo 2 vitesses : 9,5 - 19 cm/s. 5 têtes 19 - 38 cm/s 4 têtes. Alimentation 110-220 V. Moteur Pabst pour entraînement direct de la bande et 2 moteurs de réembobinage. Sélecteur de vitesse électrique - 2 amplis de contrôle incorporés - 11 entrées et sorties.
Prix T.T.C. **4.820,00**

Catalogue sur demande

21, RUE DE ROME — PARIS 8e

LAB. 62-12

ROLLAND-RADIO

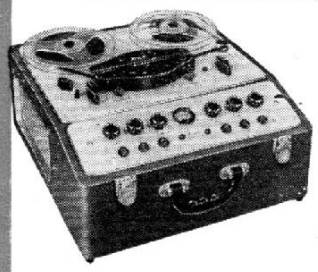
RAPY

CONTINENTAL ELECTRONICS
présente quelques-unes de ses
IMPORTATIONS DIRECTES

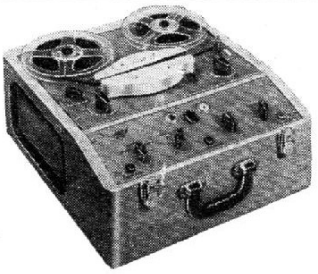
Brenell

les magnétophones anglais de haute précision

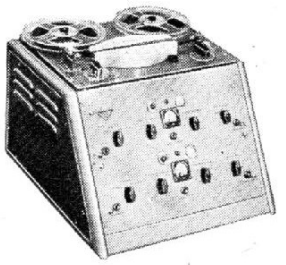
des normes professionnelles à la portée du mélomane



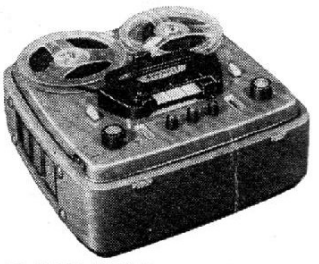
MK5M Pour le travail en studio
Normes professionnelles.
4 vitesses : 38 - 19 - 9,5 et 4,75 c/s
Admet les bobines de 208 mm. Contrôle par écoute de la bande pendant l'enregistrement. Deux entrées mélangeables VU-mètre de modulation.
Prix net ..... **NF 1 996** + T.L



MK5 Pour les mélomanes
Pour les techniciens
4 vitesses : 38 - 19 - 9,5 et 4,75 c/s
Admet les bobines de 208 mm. Entrées haut et bas niveaux. Sortie monitoring. Peut comporter jusqu'à 4 têtes Se prête à la stéréophonie
Prix net ..... **NF 1 475** + T.L



MK5RP Magnétophone stéréophonique pour studio et techniciens
Analogue au modèle MK5 mais comporte 2 ensembles amplificateurs indépendants. Autorise la stéréophonie et le véritable re-recording.
Prix net ..... **NF 2 475** T.L

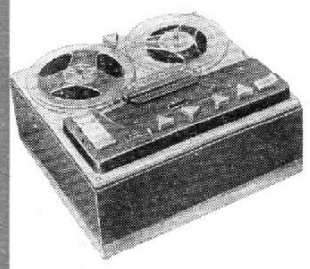


THREE STAR monophonique.
Belle réalisation d'une formule classique.
3 vitesses, monomoteur 4,75-9,5-19 c/s. Amplificateur haute qualité. Contrôles séparés des basses et des aiguës
Prix net ..... **NF 1 313** + T.L.
Modèle pour stéréophonie (2 pistes)

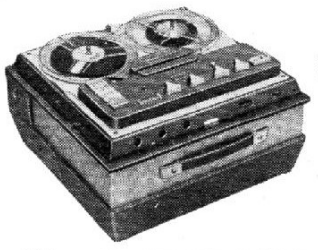
TRUVOX

(Angleterre)

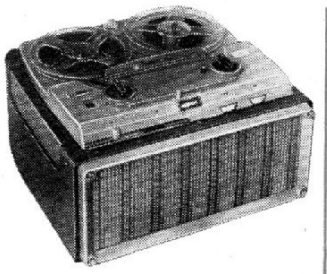
des platines de défilement qui complètent harmonieusement les équipements de haute fidélité



PD84 Complément indispensable des chaînes Hi-Fi.
2 vitesses : 19 et 9,5 c/s. 2 têtes, 4 pistes commutables. Monophonique ou stéréophonique. Préamplificateur enregistrement lecture. Sans étage de puissance ni haut-parleur
Prix net ..... **NF 1 125 T.T.C.**



R84 Monophonique à l'enregistrement, stéréophonique en lecture.
Mêmes caractéristiques que le PD84 mais comporte en outre un amplificateur de puissance et un haut-parleur Peut lire la stéréophonie par adjonction d'une seconde chaîne.
Prix net ..... **NF 1 562 T.T.C**



R7 Le seul défilant dans les 2 sens
Puissance modulée 10 watts.
Monophonique 19 et 9,5 c/s. Double sens de défilement. Arrêt automatique. Grande puissance de l'amplificateur, (10 W), contrôle des basses et des aiguës.
Prix net ..... **NF 1 800 T.T.C**



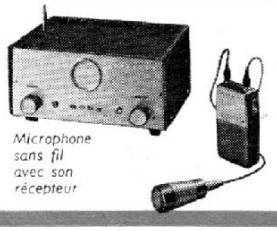
STÉRÉO-STUDIO
4 vitesses 38 à 4,75 c/s, 3 moteurs. Platine de défilement de la plus forte production britannique.
Création et réalisation Continental Electronics
Le prix le plus étudié, net NF 995
Modèle monophonique net NF 720
Monophonique - monitoring 850

Soni

(Japon)
le premier maillon de toute l'électro-acoustique

Microphone électrostatique de classe internationale.
Omni-directionnel ou cardioïde pour les industries du disque et du cinéma, pour la radiodiffusion et la télévision
Prix net ..... **2 375 NF**

Microphone FM (28 MHz) sans fil. Très hautes performances pour reportages télévision et radio, pour sonorisations théâtrales
Avec récepteur complet.
Le microphone sans fil n'est plus une utopie.
Prix net ..... **1 650 NF**



Microphone sans fil avec son récepteur

TOUTE UNE GAMME DE MICROPHONES DYNAMIQUES
Studio, sonorisation, magnétophones.
Quelques prix NETS

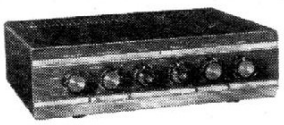
79 NF	**99 NF**
211 NF	**730 NF**

BANDES MAGNÉTIQUES
de classe internationale à des prix très étudiés.
Support Mylar

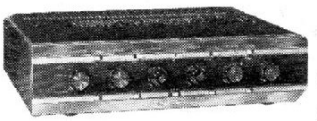
MY5 : 275 m	**17 NF**
MY7 : 550 m	**33 NF**

knight-kit

le point de rencontre des meilleurs composants électroniques dans les marques les plus prestigieuses de l'industrie américaine
Tout faits ou vendus en kit, les meilleurs amplificateurs aux prix les plus accessibles



KA55/YU 774. 40 W + 40 W. ± 1 dB de 25 Hz à 20 000 Hz. Distorsion 0,75 %. Bruit de fond — 77 dB/ — 55 dB. Sensibilité de 2,2 mV à 700 mV selon les 5 entrées 11 tubes dont 4 RCA n° 6973.
Monté en ordre de marche
NET NF 1 350
En kit, complet avec toute documentation incluse ..... **NET NF 900**



KA95/YU 934. 70 W + 70 W. ± 0,5 dB de 20 Hz à 30 000 Hz. Distorsion 0,5 %. Bruit de fond — 85 dB/—55 dB. Sensibilité de 1 mV à 100 mV selon les 5 entrées 14 tubes dont 4 EL34.
Monté en ordre de marche
NET NF 1 800
En kit, complet avec toute documentation incluse ..... **NET NF 1 260**

Normes officielles américaines
Gamme complète d'amplificateurs

Modèle 20 + 20 W NET	**680 NF**
En kit .....NET	**480 NF**
Modèle 32 + 32 W NET	**1 000 NF**
En kit NET	**700 NF**

du matériel américain aux prix américains

GOODSELL

Amplificateur anglais avec préamplificateur séparé. Stéréophonique 2 × 10 watts. Normes britanniques de haute fidélité.
Avec préamplificateur à commandes séparées, NET NF 990
Avec préamplificateur à commandes jumelées, NET NF 820

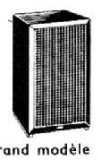
INSTALLATIONS SPÉCIALES A L'AIDE DE CE MATÉRIEL

BRADFORD-BAKERS

Angleterre Enceinte acoustique brevetée

Angleterre Haut-parleurs de classe

L'ensemble à 1 HP petit modèle
NET NF 310



L'ensemble à 1 HP moyen modèle
NET NF 520

L'ensemble à 2 HP grand modèle
NET NF **790**

WOOLLETT

LE TOURNE-DISQUE PRÉCIS ET SOLIDE
Accepte n'importe quel bras de haute qualité
NET Sans bras **NF 420**



DOCUMENTATIONS GRATUITES SUR DEMANDE
Nombreux autres matériels
Appareils de mesure LEADER, KNIGHT KIT, SONY, I.C.E. Magnétophones en kits - Tubes et condensateurs
Démonstration permanente : SALON DE Hi-Fi.

PUB BONNANGE

CONTINENTAL ELECTRONICS - CHATELET RADIO
1, Bd de SÉBASTOPOL - PARIS (1er) - C. C. P. PARIS 7437-42 - Mo Châtelet - GUT. 03-07
— CRÉDIT SUR DEMANDE —

VENTE DIRECTE DE L'IMPORTATEUR A L'UTILISATEUR