

LE HAUT-PARLEUR

NUMÉRO
SPÉCIAL
★ 132 PAGES



tourne-disques

électrophones

magnétophones

radio ★ télévision

300F.

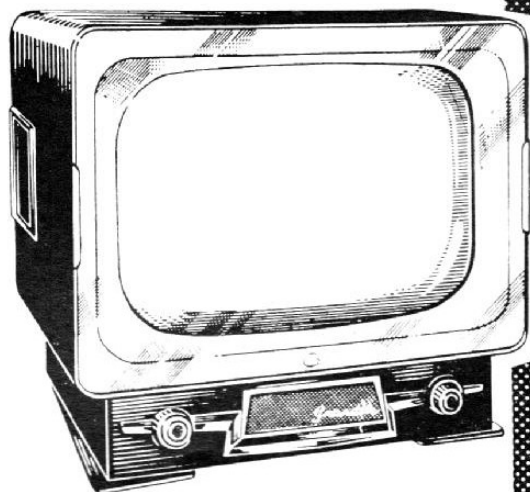
LES NOUVEAUX APPAREILS DE REPRODUCTION SONORE

TELEVISION

ANTI-FLASH

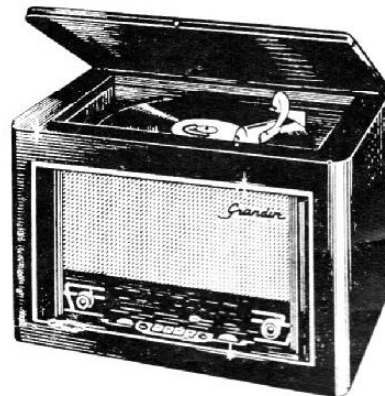
- ★ Sans fatigue pour la vue (Modèle scolaire agréé par l'Education Nationale)
- ★ Syntonie à correction de phase linéaire automatique : Image fine, nette, claire, stable, contrastée
- ★ Etage correcteur de signaux parasites
- ★ Télécommande prévue sur chaque appareil

MULTICANAUX



RADIO HIGH RELIEF

- ★ Pureté de son
 - ★ Reproduction fidèle de la modulation
 - ★ Cadre antiparasites incorporé
 - ★ Circuit imprimé
- Combiné Radio-phono
Electrophone haute fidélité.



GRANDIN

Le marché du magnétique est en plein essor !

**LA CENTRALE
DU MAGNÉTOPHONE**
ouvre à votre service
2 bureaux régionaux



TELEPHONE : ÉTOILE 36-41

**LA CENTRALE DU
MAGNÉTOPHONE**

35, RUE BRUNEL - PARIS 17^e

Vente exclusive en gros

M^r J. Carré - 1, rue Courmeaux - REIMS - Tél. 69-67
M^r Baccou - 66, Bd Béranger - TOURS - Tél. 25-97

Pil "EDEN" *Le plus petit électrophone du monde...*

A TRANSISTORS ET A PILES

Moteur à régulateur et à couple puissant : fonctionne sur 4 piles (4 éléments de 1,5 V). Disques 45 tours : 60 heures de marche sans rechange — Valise luxe simili porc avec réserve de 10 à 15 disques.

**UNE EXTRAORDINAIRE
NOUVEAUTE REVOLU-
TIONNANT LE MARCHÉ
DE L'ELECTROPHONE.**

**VALISE
ÉLECTROPHONE
"EDEN"**

3 vitesses - Arrêt automatique - Double réglage : puissance, tonalité - 110 - 220 V. - Ampli alt. 4 W. Couvercle dégonflable. Riche présentation simili porc.



Demander nos notices générales.

EDEN

E^t MARCEL DENTZER
S.A. AU CAP. 60.300.000f
13 bis RUE RABELAIS - MONTREUIL (Seine)

AVR. 22-94

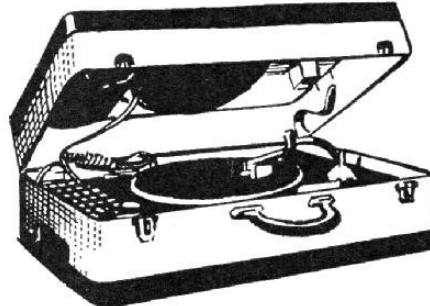
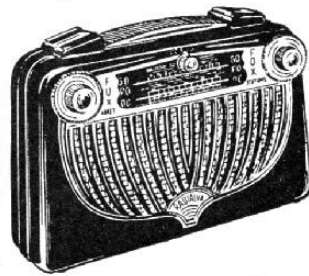
RADIALVA

Une technique sans équivalent

PORTATIF « FOX »

à piles - 4 lampes, nouvelle série à faible consommation - 3 g. OC-PO-GO - cadre incorporé - antenne télescopique adaptable et terre - haute musicalité - riche présentation.

Prix : **14.700 francs**
avec ses piles.



**VALISE
ELECTROPHONE**

Alternatif 110/220 V - Ampli B.F. - 3 l. tonalité variable - H.P. ticonal 21 cm - Tourne-disques 3 vitesses 33-45-78 tours - Prise microphone et H.P.S. - Valise gainée grand luxe - Même modèle avec tourne-disques fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours.

Notices générales franco

RADIALVA

1, rue J.-J. Rousseau - ASNIERES (Seine)

Téléphone : GRE. 33-34

La grande marque française de la qualité

Y.P.



Radiophono
et disques



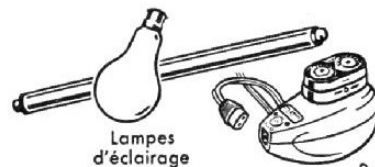
Poste
Radio



Tourne-disques



Téléviseur



Lampes
d'éclairage

Rasoir électrique
PHILIPS



Fer à
repasser
super-automatique

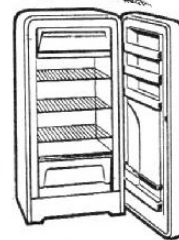


Moulin à café



Bouteille
isolante

achetez
PHILIPS
c'est plus sûr



Réfrigérateur



Machine à laver

LIBRAIRIE DE LA RADIO

RÉIMPRESSIONS

Nouvelles éditions revues et augmentées

(M. DOURIAU)

APPRENEZ LA RADIO EN REALISANT DES RECEPTEURS

Les collecteurs d'ondes. — Les circuits oscillants. — La détection. — Les récepteurs à galène. — Résistances et condensateurs fixes. — Détection par lampe. — Réalisation d'un récepteur batteries à une lampe. — La réaction. — Réalisation de récepteurs bigrille à réaction. — L'amplification. — Réalisation d'un amplificateur et de récepteurs avec étages amplificateurs. — L'alimentation des récepteurs. — Les piles et les accumulateurs. — L'alimentation par le secteur. — Les postes secteur. — Les récepteurs pour ondes courtes. — Ecouteurs et haut-parleurs. — Quelques perfectionnements pour vos récepteurs. — Les transistors 550 fr.



postes secteur. — Les récepteurs pour ondes courtes. — Ecouteurs et haut-parleurs. — Quelques perfectionnements pour vos récepteurs. — Les transistors 550 fr.

(Roger A. RAFFIN)

L'EMISSION ET LA RECEPTION D'AMATEUR

Les ondes courtes et les amateurs. — Rappel de quelques notions fondamentales. — Classification des récepteurs O. C. — Etude des éléments d'un récepteur O. C. — Etude des éléments d'un émetteur. — Alimentations. — Les circuits accordés. — Condensateurs variables. — Détermination de bobinages. — Pratique des récepteurs spéciaux O. C. — Emetteurs radiotélégraphiques. — La radiotéléphonie. — Amplification B. F. — Modulateurs. — Montages d'émetteurs radiotéléphoniques. — Les antennes. — Description d'une station d'émission (F3AV). — Technique des V.H.F. — Ondes métriques. — Radiotéléphonie à courte distance. — La modulation de fréquence. — Radiotéléphonie à bande latérale unique. — Conseils pour la construction, la mise au point et l'exploitation d'une station d'amateur (Récepteur et émetteur). — Mesures et appareils de mesure. — Trafic et réglementation. ... 2.500 fr.



(Franco : 2.600 fr.)

OUVRAGES SÉLECTIONNÉS

TECHNIQUE DE LA RECEPTION T.V. A GRANDE DISTANCE OU A CHAMPS FAIBLES (A. Raffin). — Etude des divers circuits et étapes composant un récepteur de Télévision à très haute sensibilité susceptible de fournir une image fort acceptable dans les cas les plus difficiles, dans un champ de l'ordre de 5 à 10 microvolts/champ mesuré par les services techniques de la R.T.F.. Ouvrage destiné à tous les amateurs ou professionnels placés dans de mauvaises conditions de réception, recevant une image imparfaite et qu'ils désirent améliorer. Cet ouvrage est le fruit de longues heures de patientes recherches, le lecteur paralysé en tirera un profit, pour des réceptions dans des champs très faibles. Nombreux schémas et illustrations. Prix 550 fr.

PRATIQUE ET THEORIE DE LA T.S.F. (Paul Berché. — 14^e édition modernisée et complétée par F. Juster avec un cours complet de télévision. Relié 2.800 fr.

LA LAMPE DE RADIO, 4^e édition (Michel Adam, ingénieur E.S.E.). — Cette édition contient notamment les caractéristiques de tous les tubes modernes : Rimlock et Médium, miniature, subminiatures, etc. Broché 1.000 fr. Relié 1.200 fr.

DICTIONNAIRE DE RADIOTECHNIQUE (Français, Anglais, Allemand.) (Michel Adam). — Une encyclopédie complète de poche de tous les termes de radio. Relié 530 fr.

APPRENEZ A VOUS SERVIR DE LA REGLE A CALCUL (P. Berché et E. Jouanneau). — Tout ce que l'on doit savoir pour utiliser les règles à calcul et les règles circulaires nouveau modèle. Description complète des types les plus usuels : Mannheim, Rietz, Béghin, Electro, Barrière, Darmstadt, Suprématic 450 fr.

TECHNIQUE NOUVELLE DU DEPANNAGE RATIONNEL (A. Raffin). — Le Vade Mecum de Dépannage. Formules simples. Outillage. Appareils de mesures. Soudures. Alignement M.F. et H.F. Mesures simples en B.F., etc. 450 fr.

RADIO - TELEVISION PRATIQUE DU DEPANNAGE (A. Raffin). — Les principales pannes des postes de marque, leur remède 450 fr.

FORMULAIRE D'ELECTRICITE ET DE RADIO (Jean Brun). — Oscillations électriques. Couplage. Antennes. Rayonnement. Tubes électroniques. Emission. Réception. Filtres HF et BF. Relié 700 fr.

NOTIONS DE MATHEMATIQUES ET DE PHYSIQUE indispensables pour comprendre la T.S.F. (Louis Boe, ingénieur civil des Mines). — Notions fondamentales d'algèbre. Construction des graphiques. Notions fondamentales de trigonométrie, d'acoustique, d'électricité et de T.S.F. Equation des lampes. Loi d'Ohm. Broché 150 fr.

LA TELEVISION? MAIS C'EST TRES SIMPLE (Aisberg). — Vingt causeries amusantes expliquant le fonctionnement des émetteurs et des récepteurs modernes de télévision 600 fr.

SERVICE TELEVISION (F. Juster et P. Lemeunier). — Les meilleures méthodes de dépannage de tous les circuits des Téléviseurs .. 1.200 fr.

LA PRATIQUE T.V. — Circuits et matériel avec données de réalisation (Fred Klinger). — La déviation-lignes. Les bobines-lignes. Accessoires de la déviation-lignes. La déviation-images. Fabrication des déflecteurs et choix au tube cathodique. Compléments des balayages. L'alimentation haute tension. Les autres alimentations. La concentration. Les aimants permanents. Discussion générale sur les étages d'amplification d'un téléviseur. Le signal d'origine. Le son. Étages d'entrée et étages de changement de fréquence 780 fr.

MEMENTO TECHNIQUE T.V. (Calcul des circuits et antennes T.V.), (Robert Aschen). — Cours pratique de télévision de l'Ecole Nationale de Radio et d'électricité appliquées 270 fr.

REGLAGE ET MISE AU POINT DES TELEVISEURS PAR L'INTERPRETATION DES IMAGES SUR L'ECRAN (Fred Klinger). — 96 photos d'images d'écran avec interprétation, tableau synoptique de dépannage et mise au point 360 fr.

TECHNIQUE DE LA TELEVISION (A.V.J. Martin) (tome I : Récepteurs, son et image). — Les textes officiels. L'antenne. Les circuits à large bande passante. La pratique des circuits à large bande. L'amplification H.F. Le changement de fréquence. L'amplification M.F. La détection. L'amplification vidéo-fréquence. Composante continue et séparation des signaux de synchronisation. La réception du son. Dispositifs accessoires 1.500 fr.

TECHNIQUE DE LA TELEVISION T.II. (A.V.J. Martin). — Bases de temps. Alimentations. Les divers éléments. Le tube cathodique. Les relaxateurs. Déviation électrostatique. Déviation électromagnétique. Base de temps verticale. Base de temps horizontale. Chauffage et alimentation H.T. Très haute tension. Récepteurs multistations et multistandards. Commande automatique de la fréquence lignes. Compléments. Circuits auxiliaires. Récepteurs complets 1.500 fr.

NOUVEAU MANUEL PRATIQUE DE TELEVISION, 2^e édition refondue et mise à jour (G. Raymond). — Principes fondamentaux moyenne et haute définition. Antennes, câbles et lignes d'adaptation. Parasites. Etude pratique des récepteurs 819 lignes. Mise au point. Mesures. Installation. Maintenance. Les défauts et leurs remèdes. Particularités des divers standards européens. Modulation de fréquence. Intercarrier, C.A.F., etc 2.500 fr.

LE RECEPTEUR DE TELEVISION (H. Veaux). — La forme des signaux utilisés à la modulation d'un poste émetteur de télévision. Organisation du réseau des émetteurs français de télévision. Conception générale et propriétés d'un récepteur de télévision. Propriétés des circuits et des lampes utilisées en télévision. La propagation des ondes très courtes. L'antenne de réception. Amplification H.F. et M.F. Changements de fréquence. Séparation des voies vision et son. Le tube cathodique. La démodulation et l'amplification à vidéo-fréquence. Séparation des signaux de synchronisation. L'oscillateur de balayage. Etage terminal de balayage vertical ou horizontal. Le récepteur de télévision. Principe du réglage et du contrôle. Principe de la télévision en couleurs 2.500 fr.

TELEVISION DEPANNAGE (A.V.J. Martin). — Dépannage, mise au point, installation, toute la pratique 600 fr.

Les ouvrages bénéficiant de conditions spéciales sont mentionnés Franco dans le texte de l'annonce.

Tous les ouvrages de votre choix vous seront expédiés dès réception d'un mandat, représentant le montant de votre commande, augmenté de 10 % pour frais d'envoi avec un minimum de 30 fr., et prix uniforme de 250 fr., pour toutes commandes supérieures à 2.500 francs.

LIBRAIRIE DE LA RADIO, 101, rue Réaumur (2^e) - C.C.P. 2026.99 PARIS

Pas d'envois contre remboursement

Catalogue général envoyé gratuitement sur demande

LIBRAIRIE DE LA RADIO

OUVRAGES SÉLECTIONNÉS



MARTHE DOURIAU

LA CONSTRUCTION DES PETITS TRANSFORMATEURS

Principe des transformateurs. Caractéristiques et calculs des transformateurs. Les matières premières. Les transformateurs d'alimentation et les bobines de self. Les transformateurs basse fréquence. Les autotransformateurs. Les régulateurs de tension. Les transformateurs pour chargeurs, de sécurité, de sonneries, pour postes de soudure. Essais de transformateurs. Panneaux. Bobinages. Nouvelles applications. Les transformateurs triphasés.

1 vol. 16 X 24. Prix : 540 fr.

C. JUSTER PRATIQUE INTEGRALE DE LA TELEVISION

Livre premier : Introduction à l'étude de la télévision. — Livre 2 : Amplifications M.F. et H.F. directes. — Livre 3 : Amplificateurs V.F. — Livre 4 : Détection, changement de fréquence. — Livre 5 : Amplificateurs très haute fréquence. — Livre 6 : Réception du son. — Livre 7 : Synchronisation et oscillateurs de relaxation. — Livre 8 : Amplificateurs pour bases de temps. — Livre 9 : Tubes cathodiques. — Livre 10 : Alimentation. — Livre 11 : Antennes. — Livre 12 : Technique des multistandards. — Livre 13 : Téléviseurs à transistors. — Livre 14 : Méthodes simples de dépannage et de mise au point. — Livre 15 : Récepteurs complets, y compris ceux à projection.

Un volume de 482 pages, format 14,5X21. 2.500 fr.



LIBRAIRIE DE LA RADIO - PARIS



MARTHE DOURIAU

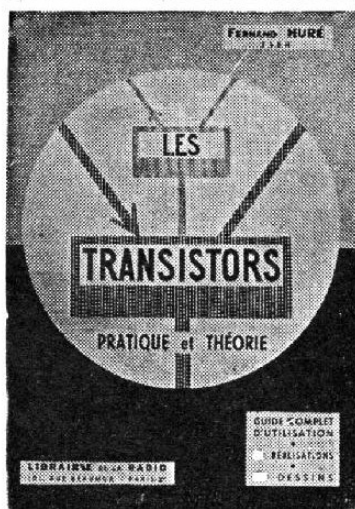
MON TELEVISEUR

Comparaisons entre la télévision et les techniques voisines. — Caractéristiques de l'image télévisée et sa retransmission. — La réception des images télévisées. — Le choix d'un téléviseur. — L'installation et le réglage des téléviseurs. — L'antenne et son installation. — Panneaux et perturbations. — Perspectives d'avenir.

Un volume de 95 pages.

Prix : 450 fr.

NOUVELLE ÉDITION



FERNAND HURE - F3RH

LES TRANSISTORS PRATIQUE ET THEORIE

Si les transistors ne semblent pas devoir se substituer dans l'immédiat aux lampes, on peut les considérer à l'heure actuelle comme un complément aux tubes électro-niques.

C'est en fonction de ce principe essentiel qu'est conçu l'ouvrage de F. Hure. Traitant d'abord dans un exposé théorique simple des propriétés des corps semi-conducteurs, il étudie les différents types de transistors : leurs conditions d'utilisation et les précautions à prendre dans leur emploi.

Ce livre vient à point pour mettre à la portée de tous une documentation simple et essentiellement pratique sur les transistors.

Prix : 500 fr.

RAYMOND BRAULT
ROBERT PIAT

LES ANTENNES

Avant-propos. — Rappel de quelques notions utiles à la compréhension de cet ouvrage. — Abréviations utilisées dans cet ouvrage. — La propagation des ondes. — L'antenne. — Ligne de transmission. — La partie rayonnante. — Le brin rayonnant. — Réaction mutuelle entre antennes accordées. — Diagrammes de rayonnement. — Les antennes directives. — Couplage de l'antenne à l'émetteur. — Mesures à effectuer dans le réglage des antennes. — Pertes dans les antennes. — Antennes et cadres antiparasites. — Réalisation pratique des antennes. — Solution mécanique au problème des antennes rotatives ou orientables. — Appendice. — L'antenne de réception. — Les antennes de télévision. — Antennes pour modulation de fréquence. — Prix : 700 fr.



Tous les ouvrages de votre choix vous seront expédiés dès réception d'un mandat, représentant le montant de votre commande, augmenté de 10 % pour frais d'envoi avec un minimum de 30 francs, et prix uniforme de 250 francs, pour toutes commandes supérieures à 2.500 francs.

LIBRAIRIE DE LA RADIO, 101, rue Réaumur (2^e) — C.C.P. 2026.99 PARIS

Pas d'envois contre remboursement

Catalogue général envoyé gratuitement sur demande

Sommaire

DE CE
NUMÉRO SPÉCIAL

- Les nouveaux appareils de reproduction sonore.
- Principe de l'enregistrement et de la reproduction phonographiques.
- Constitution et fabrication des disques.
- Comment choisir et essayer les électrophones.
- Les pick-up - Leurs transformations; leur emploi rationnel.
- L'amplification sonore et les électrophones.
- Les hauts-parleurs et leurs emplois.
- L'entretien des disques et l'aménagement de la discothèque.
- Baffles et enceintes acoustiques.
- Caractéristiques et prix des principaux tourne-disques, électrophones et chaînes haute fidélité.
- Caractéristiques et prix des principaux magnétophones.
- L'A.B.C. de l'amplification phonographique.
- Les microphones : Caractéristiques - Choix - Fonctionnement.
- Les magnétophones d'amateurs; éléments constitutifs d'un magnétophone.
- La mise au point des amplificateurs de magnétophones.
- Les principes fondamentaux de l'enregistrement magnétique.
- Les platines mécaniques de magnétophones.
- Les bandes magnétiques : quelques notions sur leur emploi, leur constitution et leur conservation.
- Comment choisir un magnétophone.
- Etude d'un préamplificateur transformant un poste de radio en enregistreur.
- Sonorisation et synchronisation des films cinématographiques d'amateurs.
- Les nouvelles méthodes d'enregistrement magnétique des images.
- Perfectionnement des récepteurs mixtes AM/FM.
- Nouvelles tendances de fabrication des téléviseurs.
- La Télévision en couleurs.
- Electronique et nucléonique : réalisation d'un détecteur de radioactivité.



DIRECTEUR-FONDATEUR :
Jean-Gabriel POINCIGNON
ADMINISTRATEUR :
Georges VENTILLARD
RÉDACTEUR EN CHEF :
Henri FIGHIÈRA



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



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



LE HAUT-PARLEUR

JOURNAL DE VULGARISATION
RADIO - SCIENTIFIQUE

Les nouveaux appareils de reproduction sonore

DANS notre premier numéro spécial hors-série du Haut-Parleur publié à l'occasion du Salon de la Radio et de la Télévision, nous avons décrit les principaux récepteurs commerciaux de Radio et de Télévision de la saison 1957, en indiquant les tendances actuelles de fabrication et en donnant tous conseils utiles à nos lecteurs pour qu'ils choisissent judicieusement l'appareil répondant le mieux à leurs besoins et à leurs goûts.

La Radio et la Télévision constituant deux sujets suffisamment importants, nous avons été obligés de nous limiter aux appareils de radio et aux téléviseurs et n'avons pas mentionné les électrophones et magnétophones, qui connaissent actuellement une grande vogue.

Nous comblons aujourd'hui cette lacune en consacrant ce deuxième numéro spécial hors-série du Haut-Parleur aux appareils classiques de reproduction sonore, c'est-à-dire aux électrophones et magnétophones, susceptibles d'intéresser une large clientèle.

**

Après avoir exposé le plus simplement possible le principe de l'enregistrement et de la reproduction phonographiques, étudié la constitution des disques et les méthodes d'enregistrement, nous passons en revue les éléments constitutifs essentiels d'un électrophone : tourne-disques et changeurs de disques, pick-up, amplificateurs basse fréquence, microphones et haut-parleurs.

Une étude est consacrée aux baffles et enceintes acoustiques, améliorant considérablement le rendement acoustique des haut-parleurs.

La connaissance des différents types d'électrophones et des conseils qui vous sont nécessaires pour apprécier leur qualité, vous permettront ensuite de choisir l'appareil qui vous convient, parmi les nombreux modèles commerciaux des principaux constructeurs français. Nous publions en effet les caractéristiques détaillées, avec photographies et prix, des tourne-disques, électrophones, amplificateurs et ensembles « haute-fidélité » fabriqués actuellement par les constructeurs spécialisés. Le choix proposé est particulièrement varié. Nous nous sommes volontairement limités aux amplificateurs de puissance moyenne, inférieure à 15 watts, les amplificateurs de puissance supérieure étant utilisés pour la sonorisation de grandes salles publiques et intéressant surtout les professionnels. Comme dans le cas des récepteurs de radio et de télévision, ce panorama des principaux appareils commerciaux a été établi sans aucune considération publicitaire, mais en tenant compte des qualités techniques et de l'agrément des appareils.

**

Les magnétophones intéressent de plus en plus les amateurs. Peut-être les possibilités d'utilisation très diverses de ces appareils n'étaient-elles pas, jusqu'à présent, suffisamment connues du grand public. De gros progrès ont été réalisés depuis quelques années dans la technique de l'enregistrement magnétique. Les performances obtenues avec les appareils à bande

sont bien supérieures à celles des anciens modèles à fil. Il est actuellement possible de se procurer pour un prix très abordable un appareil à bande dont la fidélité de reproduction est équivalente à celle des meilleurs électrophones pour disques microsillons.

Nous rappelons les principes fondamentaux de l'enregistrement sur ruban ou sur disques magnétiques et examinons les éléments constitutifs des magnétophones : platines mécaniques devant assurer la régularité indispensable de défilement de la bande, pour éviter tout pleurage ; têtes magnétiques d'enregistrement et de reproduction, têtes d'effacement, amplificateurs spéciaux pour magnétophones.

Comme dans le cas des électrophones, nous publions, après la description des principaux types d'appareils, les caractéristiques très détaillées des magnétophones commerciaux les plus usuels.

Un article est consacré à la sonorisation et à la synchronisation des films cinématographiques d'amateurs, constituant un exemple parmi les nombreuses possibilités d'utilisation d'un magnétophone.

Les amateurs débutants trouveront en outre dans les pages roses des articles de vulgarisation concernant la basse fréquence, ainsi qu'une étude très complète sur les magnétophones d'amateurs.

**

Nous terminons par quelques compléments de Radio et Télévision : perfectionnements récents apportés aux téléviseurs par l'utilisation de nouveaux tubes cathodiques à grand angle de déviation et à concentration électrostatique ; tendances actuelles de fabrication des récepteurs mixtes AM/FM.

La connaissance de notions élémentaires de nucléonique, sœur jumelle de l'électronique, nous paraît utile pour la compréhension du fonctionnement des transistors, qui sont appelés à remplacer les lampes des postes à piles, des postes auto et des électrophones portatifs. La description d'un détecteur de radio-activité, pour la recherche de l'uranium complète cet article qui est à la portée des radiotechniciens.

**

Plusieurs pages sont consacrées à la télévision en couleurs, en particulier à la description du système N.T.S.C. utilisé outre-Atlantique pour la transmission des images en couleurs. Différents systèmes sont étudiés en France et dans les différents pays européens pour trouver le standard le plus intéressant à adopter. Des systèmes plus simples que le standard américain ont été expérimentés en Europe avec succès. Malheureusement, le problème à résoudre est celui du tube cathodique trichrome, nécessaire quel que soit le codage des informations de couleurs. Ce tube, de fabrication délicate, est encore très onéreux. Comme nous le précisons bien dans cette étude, la Télévision en couleurs n'est pas pour demain en France et ce n'est que lorsque tout le territoire métropolitain sera desservi par des émetteurs en noir et blanc que la R.T.F. envisagera la transmission d'images en couleurs.

LE HAUT-PARLEUR.

★ Principe de l'enregistrement et de la reproduction phonographiques ★

DOIT-ON rappeler que les premiers phonographes ont été réalisés simultanément par Charles Cros et Edison voici environ 80 ans. Durant ce laps de temps, évolution et révolution se sont succédées dans la reproduction sonore et ont conduit aux électrophones perfectionnés actuels. Cependant, le principe initial du phonographe n'a pas varié : les vibrations sonores sont transformées en vibrations mécaniques s'imprimant dans une matière d'où elles peuvent être reproduites et restituées à nouveau en vibrations sonores.

À l'origine, les sons étaient enregistrés sur une feuille d'étain recouvrant un cylindre que l'on faisait tourner à la main. Pour obtenir une spirale, l'axe du cylindre était une vis sans fin animée d'un mouvement hélicoïdal. Sur cette feuille, une pointe solidaire du diaphragme à cornet imprimait en profondeur les vibrations. Dans les sillons gravés, on faisait ensuite passer à nouveau la pointe en s'efforçant d'entraîner le disque à la même vitesse, car l'appareil était à la fois enregistreur et reproducteur. La vibration de la pointe engendrait le mouvement du diaphragme et les sons sortaient du cornet diffuseur avec, bien entendu, une forte déformation et une faible puissance. De plus, l'enregistrement atteignait à peine deux minutes et le cylindre faisant corps avec l'appareil ne permettait qu'un seul enregistrement.

L'étain fut rapidement remplacé par un cylindre en carton recouvert de cire, mais cette matière était trop molle pour être reproduite de nombreuses fois. Le fait de remplacer le cylindre métallique par un mandrin où des cylindres en cire pouvaient s'adapter, augmenta les possibilités de l'appareil. Néanmoins, le phonographe mécanique basé sur l'emploi d'un diaphragme à cornet acoustique et d'une aiguille explorant un cylindre gravé, subit peu de modifications pendant les dix premières années de sa découverte, car on n'imaginait pas son importance.

Il faut attendre 1887 pour arriver à la réalisation proposée par Berliner : l'enregistrement latéral sur disques. Les vibrations sonores étaient gravées dans le zinc par l'intermédiaire d'une couche de cire, ce qui constituait une matière suffisamment dure pour la reproduction. Pour cela, il se servait de plaques rondes et planes — c'est-à-dire de disques — et, supprimant la vis sans fin, il faisait suivre par l'aiguille le sillon gravé latéralement en spirale. Autre perfectionnement notable, l'entraînement s'effectue avec un moteur actionné par un ressort en attendant sa relève par un moteur électrique.

La gravure latérale correspond à un sillon dont la profondeur reste constante, mais dont la largeur varie suivant l'intensité sonore et se trouve modelée en fonction des vibrations, comme on peut le voir sur la figure 1 représentant les spires des sillons d'un disque avec un fort grossissement. Mais ce mode de gravure qui continue d'être adopté et son étude nous permettent d'aborder les principes modernes de l'enregistrement.

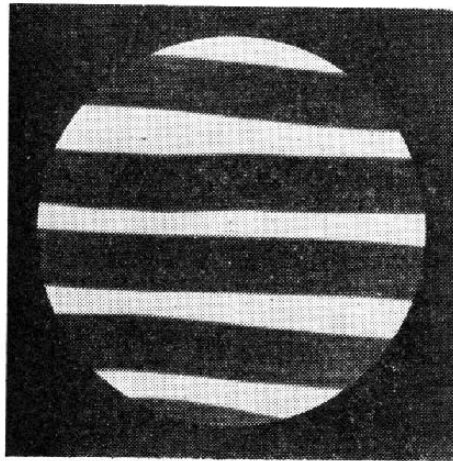
CARACTERISTIQUES DU SILLON

Puisque la largeur du sillon dépend de l'intensité sonore, l'espace entre deux spires voisines doit donc être prévu en conséquence, afin qu'elles ne risquent pas de se chevaucher au moment de l'enregistrement de sons très forts. Cependant, l'amplitude maximum correspondant aux sons forts dépend du rapport de cette dernière avec l'amplitude minimum. Pour réduire l'espace occupé par un sillon, il faudrait donc adopter une amplitude minimum faible,

mais de ce côté, on est limité par le bruit de fond. On conçoit facilement qu'il soit indispensable que l'amplitude minimum ne puisse être couverte par le bruit de fond ou bruit de surface.

Le bruit de fond est provoqué par des irrégularités de la surface du sillon et par le manque d'homogénéité de la matière utilisée à la fabrication du disque. Cette matière a en effet une structure plus ou moins granuleuse et il importe que l'amplitude de la gravure pour les sons les plus faibles soit supérieure à son grain. Nous voyons ici un des aspects importants de la matière constituant les disques sur leur qualité.

Ce n'est qu'à l'avènement des phonographes électriques où l'énergie mécanique est transfor-



Spires très agrandies des sillons d'un disque gravé latéralement.

mée en énergie électrique que l'on peut amplifier à volonté grâce aux tubes électroniques, que des déplacements de moindre amplitude de la pointe du lecteur, donc la diminution de la largeur des sillons, ont pu être envisagés.

Bien qu'il soit important, pour une bonne reproduction sonore, de conserver autant que possible la dynamique de la musique originale, on est obligé, malgré tout, afin que la largeur de la spire ne soit pas trop grande, de faire subir une certaine compression aux sons très puissants. Cette condition est un des éléments concourant à déterminer la caractéristique d'enregistrement représentant le meilleur compromis de l'affaiblissement indispensable. Cet affaiblissement ne s'exerce pas indifféremment à toutes les fréquences, car les plus grands risques de chevauchement existent pour les sons forts d'autant plus que leur fréquence est basse et d'autre part, il faut considérer que le bruit de fond est surtout sensible aux fréquences élevées. La réduction de la largeur du sillon et de l'espacement des spires est un des éléments concourant à l'augmentation de la durée des auditions pour un disque d'une surface donnée.

Dans les disques standards et microsillons l'écartement entre les spires du sillon reste constant, quelle que soit l'amplitude du son. Il se trouve ainsi perdu un certain espace pour les sons faibles. C'est celui-ci qui est récupéré dans les disques enregistrés à pas variable, c'est-à-dire sur lesquels l'écartement entre les spires du sillon varie en fonction de l'amplitude de la modulation permettant ainsi d'accroître la durée d'audition sans réduire l'amplitude minimum. C'est l'application de ce procédé qui a permis notamment à Philips d'en-

registrer entièrement les Quatre Saisons de Vivaldi et la Symphonie n° 6 de Beethoven sur disques microsillons de 25 cm, alors que ces œuvres n'avaient jusqu'ici été enregistrées que sur disques microsillons de 30 cm. Avec les enregistrements à pas variable, le nombre de sillons par centimètre peut atteindre 130, alors qu'il est de 80 à 100 pour les disques microsillons et 28 à 39 pour les disques standards.

DUREE D'AUDITION

Outre la largeur des sillons, les autres facteurs influençant la durée d'audition sont bien entendu la surface du disque et la vitesse de rotation.

Il va de soi que plus la vitesse de rotation est faible, plus la durée d'audition augmente. Ceci explique pourquoi, dans les nouvelles techniques d'enregistrement, on a cherché à réduire cette vitesse qui conduisit vers 1948 aux disques longue durée. Pour réduire de 78 t/mn., vitesse adoptée pour les disques standards, à 45, 33 et même 16 t/mn. pour les disques microsillons, de grandes difficultés ont dû être surmontées pour obtenir des auditions parfaites. D'abord, il faut considérer qu'une faible vitesse provoque une diminution importante de la longueur d'onde des oscillations gravées et, pour que les fréquences élevées, cette longueur devient très faible et demande des précautions spéciales pour la mise au point des têtes de lecture. Ensuite, du point de vue mécanique, il est beaucoup plus difficile d'obtenir que les tourne-disques aient une rotation stable à faible vitesse. Or, la distorsion fort désagréable connue sous le nom de « pleurage » est due à un entraînement irrégulier et de sérieux progrès ont dû être faits dans les tourne-disques pour l'éviter avec la vitesse de 33 t/mn.

On peut se demander comment ont été choisies les vitesses 33 t/mn. et 45 t/mn. Ce choix a été basé en considérant la longueur d'onde ou, si l'on préfère, la vitesse linéaire. Celle-ci présente l'inconvénient de diminuer au fur et à mesure que l'on s'approche du centre du disque. C'est pourquoi il est impossible de graver entièrement le disque et que, pour les disques microsillons, il existe toujours une surface inutilisée assez importante autour du trou central. De ce fait, la vitesse de rotation permettant d'avoir la plus grande durée d'audition sans distorsion appréciable, doit donc être, pour se placer du point de vue économique dans les meilleures conditions, différente suivant la surface du disque. Pour un disque de 30 cm., on a trouvé que la vitesse de 33 t/mn. fournissait en fonction de la surface la durée optimum. Par contre, pour un disque de 17 cm., quoiqu'il en existe sur le marché, il y a peu d'intérêt à adopter 33 t/mn., c'est pourquoi la majorité des fabricants de disques ont choisi la vitesse de 45 t/mn. pour les disques de 17 cm.

Quant au disque de 16 t/mn., dit « disque de lecture », il est employé aux U.S.A. pour l'enregistrement de livres. Puisqu'il s'agit uniquement de sons provenant de la parole, la reproduction des fréquences élevées a beaucoup moins d'importance, ce qui permet d'admettre des vitesses linéaires plus faibles.

Tous les amateurs de musique qui écoutent les disques longue durée microsillons 33 et 45 t/mn., savent bien que, malgré leur vitesse réduite, ces disques, reproduits par des appareils modernes, sont cependant d'une qualité supérieure aux anciens disques standards 78 t/mn., grâce aux nouvelles matières les constituant et aux perfectionnements des techniques de fabrication qui seront étudiées par la suite.

CONSTITUTION ET FABRICATION DES DISQUES

EST-IL besoin de rappeler que jusqu'en 1949 environ, les disques phonographiques étaient constitués par un mélange homogène de gomme laque chargée avec du kaolin et de la poudre d'ardoise. Après cette date, les progrès réalisés dans la fabrication des matières plastiques ont permis de remplacer les résines naturelles par des résines synthétiques et principalement par la vinylite.

Les résines synthétiques possèdent le grand avantage d'être beaucoup moins fragiles et parfaitement lisses, ce qui permet d'obtenir des auditions pratiquement exemptes de bruit de fond. De plus, pour une surface identique, les disques ont un poids environ deux fois moindre. En général, la composition en poids des disques microsillon est la suivante :

- 80 à 90 % de résine ;
- 10 à 20 % de charge minérale ;
- 0,75 % d'un colorant ;
- 1 à 2 % d'un stabilisateur.

Ce mélange se caractérise par une grande dureté à la température normale, tout en possédant une élasticité supérieure au mélange à base de gomme laque.

Si les principes de base de la fabrication des disques n'ont pas été beaucoup modifiés en raison de l'emploi de matières plastiques, celles-ci obligent cependant à beaucoup de soins minutieux conduisant à des prix de revient plus élevés.

Il n'est pas sans intérêt d'examiner brièvement comment se fabriquent les disques actuels. Les grandes étapes de cette fabrication sont :

- L'enregistrement des sons de l'œuvre musicale à reproduire sur bande magnétique ;
- La transformation des sons enregistrés avec le minimum de distorsion en oscillations électriques appliquée à un graveur électrodynamique, électromécanique ou piézoélectrique, qui transforme les vibrations sonores en vibrations mécaniques et les imprime dans une matière tendre qui, après traitement dans l'atelier de galvanoplastie, devient l'original, ou le « père », utilisé à la confection des matrices ;
- Le moulage des disques avec les matrices obtenues après avoir au préalable broyé et malaxé la matière à estamper.

La gravure

Pendant longtemps, la gravure s'est faite sur des disques en cire, mais on les remplace de plus en plus par des disques dits « souples ». Ils sont constitués par une mince couche d'acétate déposée sur un support métallique plan (zinc ou aluminium). Cette opération s'effectue en chauffant l'acétate qui devient liquide, puis se solidifie à une température un peu plus élevée que la température ambiante. On doit ainsi obtenir une couche parfaitement homogène et une surface très unie pour éviter d'introduire du bruit de fond. L'original à graver est placé sur un plateau tournant analogue à celui d'un tourne-disques, mais le plateau est beaucoup plus lourd, et sa qualité mécanique bien supérieure. Le disque à graver est maintenu contre ce plateau par un dispositif à dépression pneumatique.

Cependant, le travail du graveur diffère de celui du pick-up. L'aiguille de ce dernier suit, en effet, la spirale tracée et n'a pas besoin d'être guidée, alors que l'extrémité en saphir ou en diamant du burin doit l'être, de façon à tracer la spirale en élevant un mince copeau. Pour cela, il est fixé sur un pivot hélicoïdal

qui, en tournant, déplace le burin de l'extérieur du disque vers le centre suivant une ligne droite, ce qui constitue une différence importante par rapport au pick-up qui, lui, décrit un arc de cercle.

Une amélioration de la gravure assez récente consiste dans le chauffage électrique du burin, permettant ainsi de graver, dans de meilleures conditions avec un bruit de fond très réduit. L'enregistrement préalable sur bande a aussi beaucoup aidé à obtenir de meilleures gravures. Car il est peu compliqué, en partant d'une bande magnétique, de graver un nouveau disque si le premier est défectueux, alors qu'avec l'enregistrement direct, cela entraînait, surtout dans le cas d'un orchestre, des frais élevés. Avec la bande magnétique, le contrôle peut être plus sévère et l'opérateur travaille avec plus de sérénité.

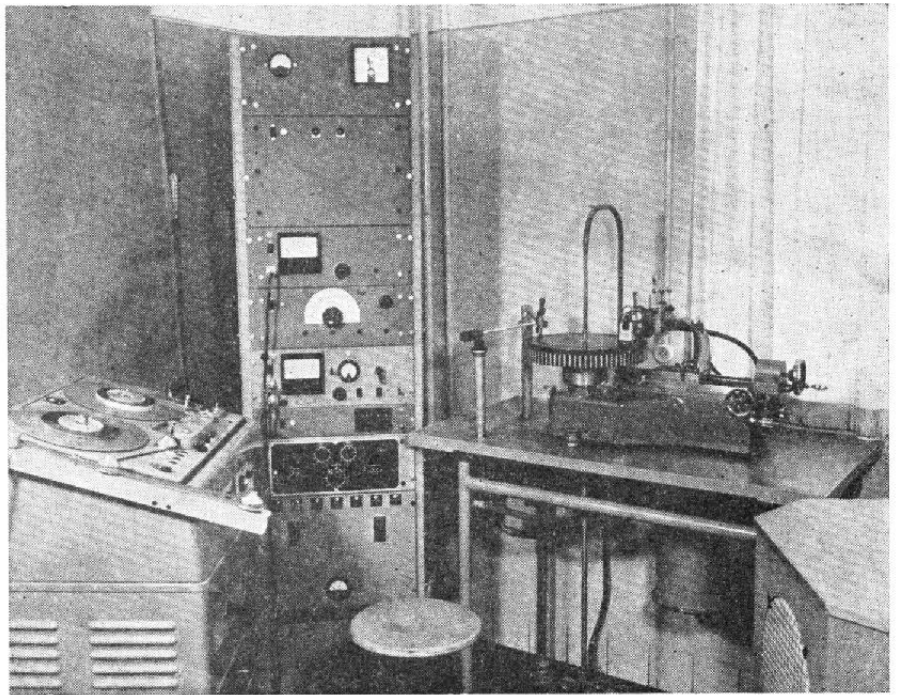
La matrice de pressage

Pour arriver à la matrice en partant de l'original, toute une série d'opérations sont faites. C'est là une véritable famille que l'on crée,

La fabrication des disques

Quelles que soient les matières premières, celles-ci sont moulées, tamisées et intimement mélangées à sec, puis chauffées et malaxées. La pâte obtenue est placée sous un énorme rouleau, d'où l'on extrait soit des boules allongées ou « petits pains » pour les disques en gomme laque, soit de petites boules ou « perles » pour les disques microsillons. Mais ce sont des presses similaires hydrauliques d'une centaine de tonnes qui servent pour ces deux sortes de disques.

Pour le pressage, deux matrices se trouvent fixées respectivement sur le moule inférieur et le moule supérieur de la presse. Elles sont chauffées à la vapeur et refroidies à l'eau. Les cycles de l'opération concernant la pression, la durée de celle-ci, la température durant l'opération et le temps du refroidissement, sont réglés automatiquement et diffèrent suivant qu'il s'agit de disques en vinylite ou en gomme laque. Le disque va ensuite aux ateliers de finition pour l'ébarbage, le polissage, le contrôle et l'emballage.



Transcription de l'enregistrement magnétique sur le disque de laque par le graveur. (Doc. Philips).

puisque l'original devient le père, d'où l'on tire la mère et c'est cette dernière qui donne, comme de juste, naissance aux fils qui sont les matrices de pressage.

Tout d'abord, l'original est rendu conducteur pour permettre la galvanoplastie. De lui, on tire une pièce métallique portant l'empreinte en relief des sillons de l'original. Cette pièce constitue le « père » ou négatif qui pourrait servir de matrice, mais on préfère exécuter une nouvelle empreinte métallique, la « mère », sur laquelle est déposée une couche métallique qui permet d'obtenir des « fils » pour le pressage des disques après leur avoir fait subir diverses opérations les rendant aptes à faire des matrices de travail. De cette façon, le « père » reste en réserve et évite, si un accident arrive à la « mère », d'avoir à faire un nouvel enregistrement si d'autres matrices sont nécessaires.

Les différentes méthodes d'enregistrement

Nous avons examiné successivement les différentes phases de la fabrication, mais nous reviendrons sur la question gravure en raison de son importance sur les fréquences enregistrées, ce dont il faut tenir compte à la reproduction.

Le burin, avons-nous vu, est animé d'un mouvement radial en même temps que le disque souple de gravure est entraîné à une vitesse constante, ce qui lui permet d'inscrire une spirale continue sur la surface du disque. Lorsqu'on applique à ce burin un courant variable provenant des oscillations acoustiques transformées par un microphone, il oscille en fonction de la fréquence autour de la position d'équilibre. L'amplitude de son déplacement serait donc inversement proportionnelle à la fréquence si le niveau restait constant. De

ce fait, pour les très basses fréquences, l'amplitude conduirait à des sillons trop larges pour les pas admis. C'est pourquoi on a adopté un mode de gravure à amplitude constante jusqu'à 250 à 400 c/s, quelle que soit la puissance du son enregistré. La limite 250 c/s est généralement adoptée pour les disques en gomme laque et 400 c/s pour les disques microsillon.

De ce fait, on pourrait croire que les anciens disques reproduisaient mieux les basses fréquences. Mais avec les enregistrements modernes, on arrive à baisser la limite des basses fréquences enregistrées contribuant à l'amélioration du registre dans les graves, même avec l'amplitude constante jusqu'à 400 c/s. Cette obligation de ne pas avoir une courbe de réponse linéaire à l'enregistrement ne constitue pas cependant un inconvénient pour une bonne audition. Ce qu'il faut, c'est connaître la courbe d'enregistrement des disques pour adopter une courbe inverse de reproduction.

Malheureusement, il n'existe pas de normes précises pour la caractéristique d'enregistrement et celle-ci dépend en partie des conceptions des directeurs artistiques des firmes de disques. Ceci nous explique la nécessité des contrôles de tonalité sur les électrophones permettant à l'auditeur de modifier la courbe de reproduction de façon qu'elle compense la courbe d'enregistrement.

Les différentes sortes de disques

Nous avons vu que, suivant leur composition, il existait des disques en gomme laque, ou disques standards, des disques en vinylite ou disques microsillon. Outre leur composition, les disques se caractérisent par leur diamètre, leur durée d'audition et leur vitesse d'entraînement que l'on peut résumer pour les principaux types dans le tableau ci-après.

| Disques | Constitution | Diamètre en cm | Durée par face en minute |
|---------------------|-----------------|----------------|--------------------------|
| Standard | Gomme laque | 30 | 4 mn 30 |
| » | » | 25 | 3 |
| Microsillon 33 t/mn | Vinylite | 30 | 22 |
| Microsillon 33 t/mn | Résine vinylite | 25 | 13 |
| Microsillon 45 t/mn | » | | 5 mn 15 |
| Pas variable | » | | |
| Microsillon 33 t/mn | » | 30 | 25 à 32 |
| | » | 25 | 17 à 23 |

A noter que le trou central des disques n'a pas le même diamètre pour tous. Il est de 7,5 mm pour les disques standard et microsillon, 33 t/mn. Par contre, celui des disques microsillon 45 t/mn est de 38 mm, ce qui oblige pour les jouer à ajouter une rondelle de dimensions appropriées.

Avantages et inconvénients

Les avantages des disques microsillons par rapport aux disques standards peuvent se résumer ainsi :

- Longue durée qui évite les coupures dans l'audition des grandes œuvres ;
- Distorsion et bruits de fond réduits ;
- Gamme des fréquences acoustiques plus étendues ;
- Augmentation des contrastes, robustesse (ils sont pratiquement incassables).
- Facilité de stockage et de transport du fait de leur poids réduit (un disque microsillon de 30 cm pèse 180 gr., alors qu'un disque standard de 30 cm atteint le poids de 350 gr., ce qui n'empêche pas le premier de fournir une audition cinq fois plus longue).

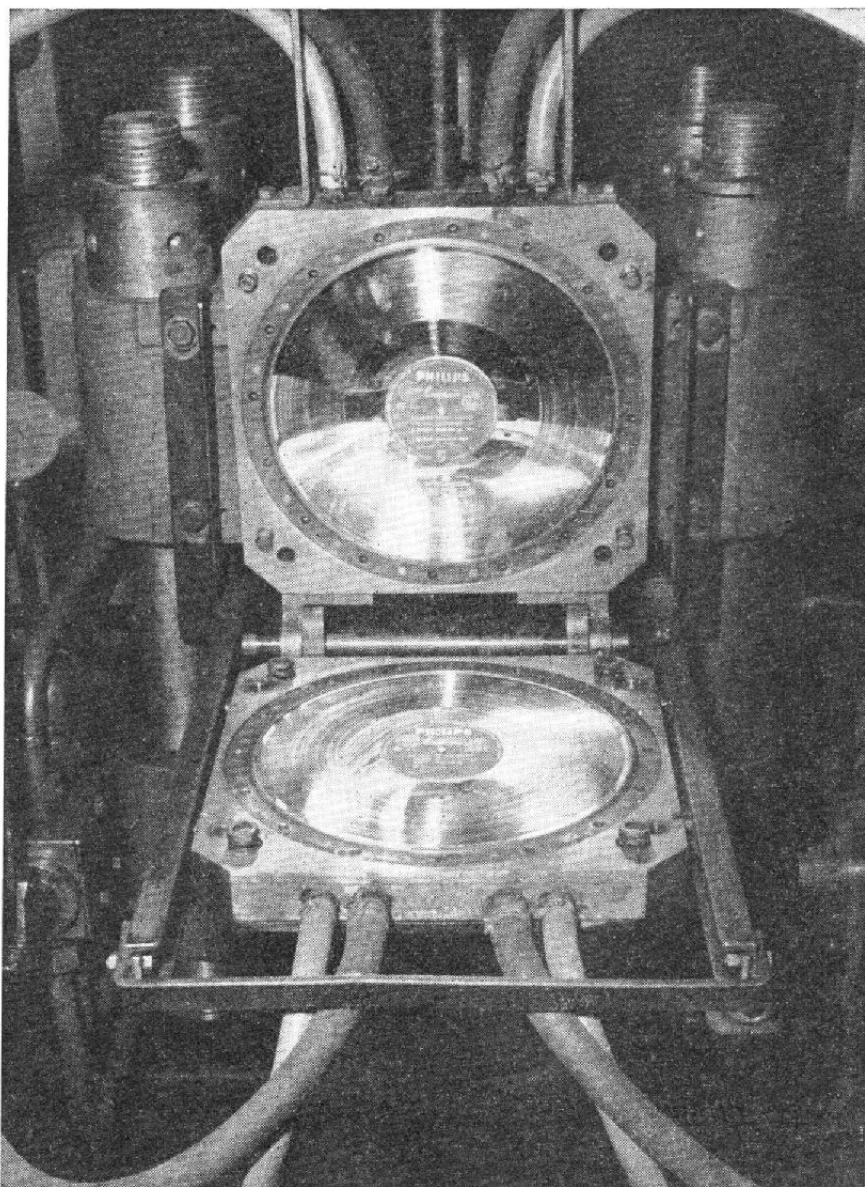
Il s'agit donc pour l'usager d'avantages très appréciables compensant largement les perturbations qu'ils ont apportées dans la fabrication des appareils de reproduction car, outre les complications dues à leur fabrication, les disques microsillon exigent pour leur reproduction des conditions spéciales qui ont obligé à prévoir des appareils adaptés à leurs caractéristiques et de qualité en rapport avec celle des nouveaux disques.

Ces conditions portent principalement sur trois points : La vitesse de rotation des disques, la légèreté du lecteur de son et l'absence de vibrations dues au moteur entraînant le plateau du tourne-disques.

De sérieuses difficultés mécaniques ont dû être surmontées pour obtenir un tourne-disques

les disques, car plus la surface de base entre le disque et l'aiguille est petite, plus la pression de l'aiguille augmente et pour la compenser, il convient de réduire le poids et d'équilibrer en conséquence le bras de pick-up.

Si les aiguilles pour disques standards sont trop grosses pour les disques microsillons, les aiguilles pour ces derniers sont bien trop fines pour les disques standards. C'est donc une nouvelle complication puisqu'il faut utiliser des aiguilles différentes suivant les sortes de disques. Il ne peut être question de changer l'aiguille chaque fois. Du reste, cette opération serait complètement à déconseiller en raison du danger que fait encourir aux disques l'emploi d'une aiguille même peu usagée lorsqu'on l'utilise dans une position différente de celle qu'elle



Presse avec moule ouvert et matrices correspondant aux deux faces du disques.

trois vitesses de rotation différentes, parfaitement stables. D'autre part, plus la vitesse de rotation s'abaisse, plus il est difficile d'avoir la régularité indispensable.

Les anciens pick-up, relativement lourds et à grosse aiguille, entraîneraient rapidement la détérioration des disques microsillon s'ils étaient employés pour leur reproduction. C'est la réduction de la largeur de leur sillon qui oblige à se servir, pour leur reproduction, de saphirs ou de diamants à pointe très fine (20 μ au lieu de 70 μ pour les disques standard). Elle rend ainsi indispensable l'emploi de pick-up très légers, afin que la pression sur la pointe puisse être supportée sans dommage par

occupait initialement sur le porte-aiguille. C'est pourquoi, les pick-up doivent comporter deux têtes pivotantes munies de deux aiguilles de dimensions appropriées à celles des sillons des deux sortes de disques à reproduire.

La majorité de ces inconvénients ont été surtout sensibles à la mise sur le marché des disques microsillons, car les possesseurs d'anciens tourne-disques ont été mis dans l'obligation de renouveler leur équipement, mais actuellement, où tous les discophiles possèdent des tourne-disques appropriés, on ne pense plus aux perturbations qu'ils ont apportées devant les résultats obtenus.

Comment choisir et essayer les électrophones

LES électrophones sont devenus, au même titre que les magnétophones, mais dans des conditions différentes, de véritables machines parlantes et musicales, dignes de ce nom, et leurs progrès sont dus, tout d'abord, aux perfectionnements mêmes des disques phonographiques, et à l'avènement des microsillons.

Ce sont, par définition, des appareils qui permettent la reproduction, ou comme on dit en termes techniques, la lecture des sons enregistrés sur la surface des disques sous la forme de sillons gravés. Ils sont désormais équipés presque toujours avec un moteur électrique et la lecture des enregistrements est toujours effectuée par un pick-up électro-mécanique. Le phonographe ordinaire à moteur à ressort et à diaphragme acoustique n'est plus utilisable avec les disques microsillons à gravure trop fine et trop resserrée.

Les électrophones actuels sont présentés sous des formes diverses et presque aussi nombreuses que celles des radio-récepteurs eux-mêmes. Leur puissance sonore, leurs caractéristiques varient, d'ailleurs suivant les modèles et les buts recherchés par les usagers. On peut cependant distinguer dans tout électrophone différents éléments toujours les mêmes, et indispensables :

1° Un pick-up électrique, qui transforme les vibrations mécaniques (fig. 1) d'une aiguille suivant les sillons du disque en oscillations électriques à fréquence musicale.

2° Un appareil électro-mécanique entraînant le disque à reproduire à une vitesse angulaire absolument uniforme. Cette vitesse est de 78 tours/minute pour les disques standards ; elle est de 33 tours 1/3 ou de 45 tours pour les disques microsillons habituels, mais certains modèles modernes spéciaux ont également une vitesse de rotation de 16 tours/minute.

3° Un pick-up ou dispositif lecteur de sons qui transforme les vibrations mécaniques de la pointe de l'aiguille suivant les sillons du disque en oscillations électriques à fréquences musicales.

4° Un pré-amplificateur électronique, ou amplificateur de tension, qui amplifie la tension alternative produite par le pick-up, généralement très faible, et inférieure à un volt, avant de l'appliquer sur les étages d'amplification en puissance.

5° Un amplificateur de puissance qui permet d'obtenir une puissance musicale suffisante pour actionner un ou plusieurs haut-parleurs.

6° Un haut-parleur ou un ensemble de haut-parleurs, qui transforment les oscillations électriques à fréquence musicale transmises par les étages de puissance, d'abord en vibrations mécaniques d'un système moteur, puis en ondes sonores (fig. 1).

LES DIFFERENTS TYPES D'ELECTROPHONES

LES NOUVEAUX MODELES

On peut distinguer, depuis quelque temps, deux catégories générales d'électrophones, les modèles portatifs plus ou moins d'appoint, et les appareils d'appartement. Parmi les premiers on peut également considérer, d'une part, les appareils autonomes extrêmement réduits, comportant des moteurs électriques basse tension,

sinon des moteurs à ressorts, et des montages électroniques alimentés à l'aide de piles et équipés, soit avec des tubes à vide miniature, soit même avec des transistors.

L'apparition des transistors a constitué une nouveauté intéressante dans cet ordre d'idées, bien que l'importance de cette innovation soit évidemment moindre que dans le cas des récepteurs de radio, parce que le nombre des modèles portatifs d'électrophones est forcément beaucoup plus limité.

Par contre, les électrophones comportant un montage électronique réduit alimenté par le secteur, mais du type « tous courants » et facilement portatifs peuvent se répandre de

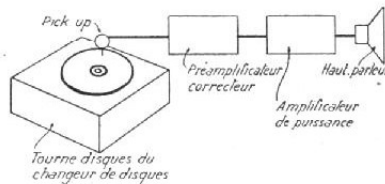


FIG. 1. — Les différents éléments d'un électrophone.

plus en plus, sous la forme de valises avec haut-parleur incorporé.

Certains de ces modèles sont combinés avec de petits radio-récepteurs du type tous courants, ou à modulation de fréquence. Leur puissance est sans doute réduite, et ne dépasse pas quelques watts ; ce ne sont pas, d'ailleurs, des modèles destinés à des mélomanes difficiles, amateurs de grande musique, mais uniquement à tous ceux, jeunes ou plus âgés, qui veulent emmener avec eux en voyage, ou dans des excursions de week-end, un appareil de musique servant à la distraction et, en particulier, à jouer de la musique de danse.



FIG. 2. — De gauche à droite, tourne-disque valise (Radiohm), électrophone portatif (Pizon-Bros) et électrophone valise (Son d'Or).

La suppression du transformateur d'alimentation permet, en tout cas, de réduire le prix de revient, et de diminuer l'encombrement du châssis portant le montage électronique ; les valises sont généralement en bois recouvertes de gainage en tissus plastiques, avec des parties métalliques chromées ou dorées.

Ce sont, en principe, des modèles simplifiés, relativement peu coûteux, mais on ne peut exiger d'eux une qualité sonore comparable à celle des électrophones classiques de grandes dimensions. Le haut-parleur souvent elliptique suffit pour assurer l'audition à un niveau suffisant à petite distance, et la puissance modulée est, rappelons-le, de quelques watts au maximum.

L'ELECTROPHONE MOYEN D'APPARTEMENT

L'électrophone moyen moderne est également souvent présenté sous la forme d'une valise gainée avec parties métalliques chromées ou dorées, mais cette valise contient un tourne-disques à plusieurs vitesses de qualité, ou même un changeur de disques. Le pick-up, qui est presque toujours du type simple piézoélectrique dans les appareils très réduits, peut être d'un modèle encore plus musical, dynamique, ou magnéto-dynamique, sinon à réluctance variable, et l'alimentation s'effectue par le courant alternatif du secteur, ce qui permet d'assurer une tension plus élevée sur les plaques des tubes à vide de sortie, et une puissance sonore plus élevée, avec une excellente qualité de reproduction.

Dans ces valises, le haut-parleur est incorporé, mais il peut être encastré dans une paroi, ou disposé dans le couvercle détachable, ce qui permet de le placer rationnellement dans la pièce où a lieu l'audition. Ce haut-parleur unique peut être remplacé par un ensemble d'éléments assurant une reproduction plus étendue de la gamme musicale avec une dynamique élevée et une puissance sonore plus considérable, de 5 à 10 watts, par exemple.

Dans cette même catégorie, nous trouvons des électrophones en boîtiers en ébénisterie ou en matière plastique, sinon montés dans des meubles de petites dimensions, et les dispositions sont alors très variées. Très souvent, le tourne-disques ou le changeur de disques est disposé à la partie supérieure, et le haut-parleur est disposé en-dessous.

Il y a aussi des modèles dans lesquels le constructeur a voulu essayer d'obtenir des effets de dispersion sonore, ou même de relief sonore, en employant plusieurs haut-parleurs disposés dans des orientations différentes autour du boîtier et reproduisant des sons de différentes fréquences. D'ailleurs, dans cette catégorie les recherches sont nombreuses, et les

formes adoptées pour le montage des haut-parleurs presque innombrables, depuis les tubes sonores jusqu'aux labyrinthes.

ELECTROPHONE-MEUBLES ET RADIOPHONOGRAPHES

Pour des raisons de commodités pratiques, et surtout pour des motifs techniques, il y a intérêt à augmenter les dimensions des électrophones. Il est d'abord possible de placer plus facilement dans un boîtier de dimensions moins réduites, ou dans un meuble, un tourne-disques à plusieurs vitesses, ou un changeur de disques. Il est également possible de ménager

dans ce meuble des casiers réservés à une petite discothèque ; enfin, et surtout, on peut alors utiliser un châssis électronique plus varié, et des haut-parleurs de plus grandes dimensions. L'intérêt essentiel du meuble est surtout d'ordre acoustique ; grâce à lui, il devient possible d'établir une véritable machine musicale d'une qualité sonore remarquable et dont l'auditeur musicomane peut faire varier le jeu à son gré. La puissance sonore peut être élevée, et dépasser 10 watts sans inconvénient, car elle peut être réglée constamment dans les meilleures conditions suivant la nature de l'enregistrement, et les préférences personnelles de l'auditeur.

Mais, l'électrophone-meuble est relativement moins employé seul, et plutôt combiné avec un radio-récepteur, sinon avec une platine de magnétophone. Ce sont les mêmes étages basses fréquences de haute qualité qui sont alors utilisés pour la réception des radio-concerts,



Fig. 3. — Electrophone valise Philips.

la lecture des disques, et des bandes magnétiques, et l'ensemble constitue vraiment un remarquable dispositif aux avantages inégalables.

Le tourne-disques à plusieurs vitesses ou le changeur de disques et généralement disposé à la partie supérieure du meuble, et le radio-récepteur est également placé à la partie supérieure, dans les modèles de grandes dimensions. C'est également sur la tablette supérieure que se trouvent les casiers porte-disques.

Ces radio-phonographes sont très divers. Il y a des modèles de table relativement simplifiés, et des modèles en forme de bahuts ou de commodes de forme allongée horizontalement ; dans certains, le tourne-disques se trouve dans une sorte de tiroir comme la platine du magnétophone.

On en trouve des modèles en hauteur, généralement plus réduits, avec le tourne-disques à la partie supérieure, en-dessous le châssis du radio-récepteur, et les haut-parleurs à la partie inférieure, ou sur les côtés.

On voit apparaître, suivant les modes et l'ingéniosité des fabricants, des formes et des solutions plus ou moins originales et, par exemple des appareils transformables, avec des plateaux horizontaux tournant autour d'un axe vertical, et permettant, tout à tour, d'amener à la disposition de l'utilisateur, le tourne-disques, le radio-récepteur, sinon un casier à disques, un magnétophone, ou un bar bien garni.

Cette multiplication des formes de radio-phonographes assure une diffusion de cet appareil plus large qu'autrefois dans la masse des auditeurs, en le mettant à la portée des acheteurs moyens, qui ne pouvaient autrefois songer à faire son acquisition par suite du défaut de place disponible, ou de la faiblesse relative de leurs ressources. Quel que soit, d'ailleurs, le prix de vente de ces ensembles complets de très haute qualité, il peut être considéré comme encore relativement réduit, par rapport au prix total que nécessiterait l'achat séparé des différents éléments qui le composent. Nous pouvons même voir aujourd'hui, des appareils de ce genre combinés dans une belle ébénisterie avec des téléviseurs, ce qui met ainsi à la portée de l'amateur, et sous une forme relativement com-

pacte, toutes les possibilités des distractions auditives et visuelles de notre époque.

LES ELECTROPHONES EN PIECES DETACHEES

Au lieu d'employer un électrophone complet avec tous ses éléments montés dans une même valise, ou une ébénisterie, il est possible de l'établir sous la forme d'éléments séparés, en faisant, tout d'abord, l'acquisition d'un tourne-disques normalement à plusieurs vitesses, ou d'un changeur de disques, avec un pick-up bien adapté.

On trouve maintenant dans le commerce des ensembles de ce genre montés généralement dans une petite valise réduite, et leur prix les met à la portée de l'auditeur moyen (fig. 2).

La première possibilité d'utilisation simplifiée de ces éléments consiste dans leur adaptation à un radio-récepteur. Le pick-up est simplement relié généralement, s'il est du type à cristal habituel, à la prise pick-up prévue sur le radio-récepteur.

La lecture se fait ainsi grâce à l'amplification fournie par les étages basse-fréquence du radio-récepteur, et c'est pourquoi, d'ailleurs, il faut uniquement utiliser un modèle de pick-up pouvant fournir une tension suffisante, et de l'ordre du volt, si l'on ne veut pas être obligé d'avoir recours à un dispositif auxiliaire plus ou moins compliqué de préamplification.

Le haut-parleur du radio-récepteur assure alors l'audition phonographique, mais il est souvent recommandable d'employer un haut-parleur extérieur additionnel, pour augmenter l'ampleur de la diffusion sonore. Bien entendu, les résultats ne peuvent être satisfaisants, que si l'amplification basse fréquence du radio-récepteur est bien étudiée, et l'on ne pourrait, par exemple, espérer une audition musicale, avec une excellente reproduction des sons graves, en utilisant, à cet effet, un petit poste portatif « tous courants », muni d'un haut-parleur d'une douzaine de centimètres de diamètre.

La liaison d'un pick-up à un appareil de ce type exige, d'ailleurs, quelques précautions, et pour éviter tout inconvénient, il est recommandable de ne pas relier le pick-up directement à la masse, mais en prenant la précaution de monter des condensateurs en série d'une capacité de l'ordre de 15/1 000 de micro-farad.

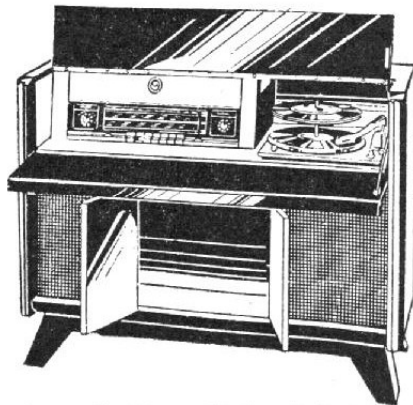


Fig. 4. — Meuble combiné radioélectrophone à changeur automatique.

Il vaudrait certainement mieux, au lieu de se contenter des étages d'amplification d'un radio-récepteur quelconque, employer pour l'amplification un montage électronique réalisé spécialement dans ce but, et on en arrive alors à la notion de la chaîne sonore phonographique qui peut être considérée comme l'ensemble le plus remarquable que l'on puisse réaliser.

LA CHAÎNE SONORE ET SES AVANTAGES

Chacun des éléments d'un ensemble phonographique : disque, pick-up, amplificateurs de tension et de puissance, haut-parleur, ne peut

être parfait, mais, comme nous l'avons indiqué, les défauts de ces différents organes peuvent être modifiés, et même, s'il y a lieu, utilisés, de façon à ce qu'ils s'atténuent ou se détruisent l'un l'autre et assurent un résultat final excellent. C'est là, sous une forme particulière, ce que l'on nomme en médecine la guérison du mal par le mal, ou homéopathie, puisqu'on en arrive parfois à utiliser, dans des conditions bien déterminées, et pour certaines maladies, des médicaments qui produisent justement des symptômes ou des phénomènes analogues à ceux qu'on constate dans ces mêmes maladies ! (fig. 11 et 12).

Une chaîne sonore comporte ainsi, et dans des éléments généralement séparés, un tourne-disques à plusieurs vitesses, ou un changeur de disques, un préamplificateur-correcteur à tonalité variable, un amplificateur de puissance et, enfin, un ensemble de haut-parleurs disposés dans un baffle acoustique que l'on place, par exemple, dans un coin de la pièce. Rien n'empêche, évidemment, de réunir une partie de ces éléments, dans un même meuble ou un même boîtier (fig. 7).

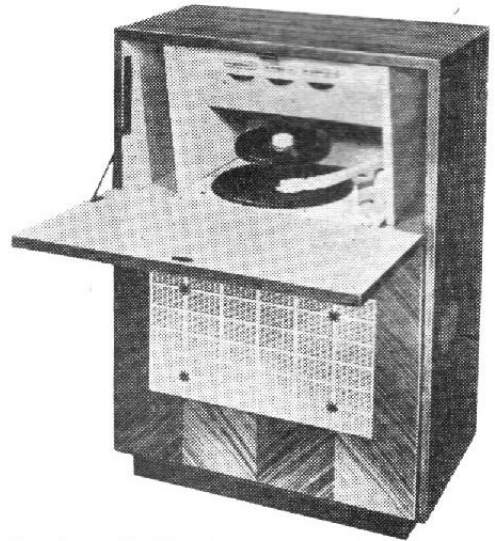


Fig. 5. — Meuble électrophone à changeur automatique (La Voix de son Maître).

Les éléments constituant la chaîne sonore ne sont pas choisis au hasard et, au contraire, leurs caractéristiques doivent être spécialement adaptées. Il est bien évident, cependant, qu'un amplificateur de puissance de bonne qualité peut être utilisé dans n'importe quelle chaîne, à condition que le préamplificateur permette l'adaptation exacte du pick-up choisi. Les haut-parleurs peuvent aussi, en principe, être employés avec n'importe quel modèle d'amplificateur de puissance ; mais, si l'on utilise différents haut-parleurs, dont chacun est destiné plus spécialement à la reproduction d'une gamme de sons musicaux déterminée, l'amplificateur devra comporter un montage de sortie, avec filtres correspondants.

L'établissement d'une bonne chaîne sonore ne consiste donc pas uniquement dans la réalisation d'éléments séparés de haute qualité, mais dans une adaptation parfaite des caractéristiques de ces éléments. C'est ce qui justifie, en partie, leur prix, qui peut être très élevé et de l'ordre de plusieurs centaines de mille francs.

Un amateur habile peut fort bien tenter d'établir par ses propres moyens une chaîne sonore lui assurant une audition agréable et musicale ; mais on conçoit que les remarquables ensembles que nous fournissons les constructeurs spécialisés soient forcément réservés à des privilégiés de la fortune.

LA PRESENTATION DES ELECTROPHONES

L'électrophone, comme le radio-récepteur, fait souvent désormais partie du mobilier ; c'est pourquoi sa présentation doit être assez

soignée pour ne pas déparer l'ensemble de l'ameublement. Il ne saurait cependant être question, en principe, d'utiliser des meubles de styles anciens pour enfermer des éléments d'une chaîne sonore, comme on le faisait trop souvent autrefois. Il y a là un anachronisme choquant, et un meuble simple aux belles boiseries sobres, cirées ou vernies, peut figurer aussi bien au milieu d'un mobilier ancien que moderne.

Bien entendu, les appareils portatifs plus ou moins réduits renfermés dans des valises ne peuvent être assortis à un mobilier, mais leur emploi n'est que temporaire, et il ne figurent pas à demeure dans une pièce d'appartement comme un meuble d'électrophone, ou un radio-phonographe.

LES DIFFERENTES QUALITES DES ELECTROPHONES

L'électrophone comporte une partie électromécanique très simple, le tourne-disque, ou un peu plus compliquée, le changeur de disques. Avant tout, cet élément doit assurer un fonctionnement régulier et durable, et pour un changeur de disques, sans risque de détérioration des disques utilisés.

Le fonctionnement de cette partie électromécanique a aussi une importance pour la qualité sonore finale, car la vitesse de défilement du sillon par rapport à l'aiguille doit être absolument uniforme, et le disque doit être parfaitement centré.

En général, l'audition doit avoir un niveau et un volume sonores en rapport avec le volume de la pièce, et les goûts de l'auditeur.

Cette audition ne doit pas être gênée par des bruits parasites quelconques, elle doit être aisément obtenue, et elle doit présenter surtout, en général, une qualité musicale satisfaisante.

LA PUISSANCE SONORE

La puissance sonore dans un électrophone dépend essentiellement des caractéristiques de l'étage de sortie de l'amplificateur, mais ces étages ne peuvent fournir une amplification normale maximum, que si on applique sur eux des tensions alternatives d'un niveau convenable, c'est-à-dire si le pick-up est assez sensible, et si le préamplificateur a été calculé en conséquence.

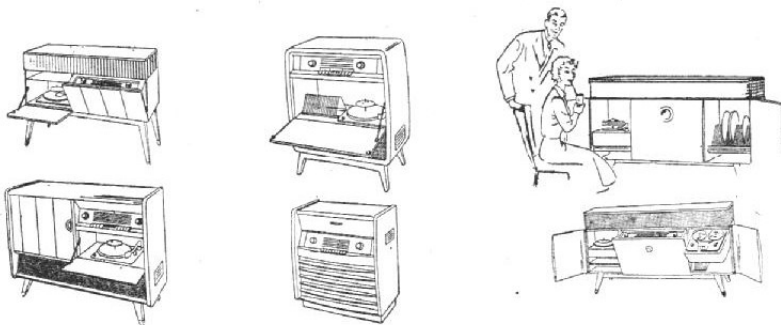


FIG. 6. — Quelques formes diverses du combiné radio-phono moderne.

Tout se tient, d'ailleurs, car pour obtenir une audition très puissante avec un amplificateur fournissant l'énergie suffisante, il faut que le haut-parleur soit d'un modèle choisi de façon à supporter l'effet de cette énergie sans produire de déformation, ou de bruits parasites.

Une puissance sonore élevée, ou suivant l'expression précise, une puissance modulée suffisante, ne peut être obtenue avec un petit modèle portatif alimenté par des batteries de piles, ou même avec un modèle tous courants sans transformateur d'alimentation. Un appareil de ce genre ne peut fournir qu'une puissance d'une fraction de watt ou de 1 à 3 watts au maximum.

Au contraire, un électrophone d'appartement, et à plus forte raison une chaîne sonore, peut

assurer une puissance modulée de 5 à 10 watts, ou même de 15 watts. Cette puissance est, sans doute, excessive en principe pour une chambre de dimensions moyennes et elle pourrait servir à assurer une audition d'un niveau suffisant dans une salle de cinéma de petites dimensions.

Cependant, il vaut mieux appliquer le principe « qui peut le plus peut le moins » ; il est facile de réduire la puissance à l'aide d'un contrôleur de volume sonore, alors qu'au contraire, en employant au maximum un amplificateur trop faible, on provoque des saturations et des déformations, et l'on n'obtient pas une dynamique ou contraste sonore, si nécessaire pour donner à l'audition un véritable caractère naturel et artistique.

COMMENT CHOISIR UN ELECTROPHONE

Le choix d'une électrophone dépend tout autant de facteurs pratiques et même financiers que techniques et musicaux.

Nous devons d'abord nous demander à quoi nous destinons l'appareil en question, et quels sont les résultats que nous voulons obtenir. Si nous désirons un modèle très portatif en valise pour les voyages et les week-ends, nous devrions évidemment nous résigner à obtenir uniquement une audition agréable de chant ou de morceaux de musique moderne, mais nous n'aurons pas à notre disposition un appareil puissant nous assurant la possibilité d'une audition ample et contrastée de la musique classique.

Le choix est évidemment plus difficile à faire, lorsqu'il s'agit d'un électrophone moyen. Nous avons à notre disposition des appareils en valise avec ou sans tourne-disques, et les modèles à couvercle détachable renfermant un ou plusieurs haut-parleurs présentent des avantages. Nous pouvons également fixer notre choix sur un électrophone de table monté dans un boîtier d'ébénisterie. La puissance modulée de ces appareils est généralement de l'ordre de 5 watts au maximum, et elle est suffisante pour une petite pièce d'appartement. Il nous appartient de décider si le modèle portatif plus facilement transportable, comme l'indique son nom, mais qui ne fait pas partie du mobilier, est supérieur à l'appareil en ébénisterie qui peut demeurer constamment dans la pièce où a lieu l'audition. Bien entendu, la question du

à cet appareil nous offre une solution relativement peu coûteuse et satisfaisante. Convient-il en général de préférer le changeur de disques au tourne-disques à plusieurs vitesses ? Cela dépend, bien entendu, de l'application envisagée. Déjà les disques microsillons modernes nous permettent d'obtenir une audition de l'ordre de 13 à 22 minutes par face.

En général, le changeur de disques ne présente donc plus pour tous les auditeurs la même nécessité qu'autrefois. Cependant, tous ceux qui désirent une audition continue de longue durée, et spécialement pour la musique de danse, auront intérêt à utiliser cet appareil dont il existe maintenant de nombreux modèles. D'ailleurs, si l'on emploie les disques microsillons à 45 tours/minute et de 17 cm de diamètre, la durée d'audition par face ne dépasse guère 5 minutes. Les avantages du changeur de disques sont alors encore beaucoup plus accentués, d'autant plus que les modèles

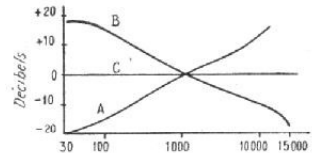


FIG. 7. — Nécessité de la correction sonore : A : courbe caractéristique d'enregistrement d'un disque moderne ; B : courbe de reproduction d'un ensemble total d'électrophone ; C : courbe de réponse théorique idéale.

correspondants sont de dimensions réduites et peu coûteux, et peuvent être placés dans des valises portatives.

Si nous avons à notre disposition un emplacement suffisant dans notre appartement, et surtout si nous pouvons disposer d'une somme assez importante, il n'y a certes aucune hésitation à avoir. Rien ne peut égaler la qualité sonore obtenue avec un électrophone meuble de grandes dimensions, ou un radio-phonographe meuble, et à plus forte raison, bien entendu, avec une chaîne sonore comportant un baffle acoustique séparé.

Il y a sans doute, encore en principe, une dernière solution qui consiste à acheter séparément ou plutôt à construire, à l'aide de pièces détachées, les éléments d'une chaîne sonore, ou, du moins, certains d'entre eux. L'achat dans le commerce des éléments séparés de la chaîne est évidemment aussi coûteux que celui de l'acquisition de l'ensemble total, et si tous les appareils ne sont pas fournis par le même fabricant, on risque qu'ils ne soient pas exactement adaptés les uns aux autres. La solution ne présente donc d'intérêt que pour un amateur très averti, ou un praticien qui peut exécuter lui-même, tout au moins, une partie des éléments de la chaîne.

Le baffle acoustique, par exemple, avec ses haut-parleurs est devenu un appareil, de prix élevé, et son montage n'offre pas de difficultés insurmontables. De même, l'amplificateur de puissance peut être monté à l'aide de pièces détachées du commerce. Le tourne-disques et même le préamplificateur correcteur sont des éléments que l'on trouve tout montés, et il existe même des ensembles spéciaux composés avec soin de pièces détachées, avec toutes indications et schémas de câblage, que l'on peut se procurer dans des maisons françaises ou d'importation américaine.

COMMENT ETUDIER LES ELECTROPHONES

Les électrophones, quels que soient leurs modèles comportent une partie électromécanique, changeur de disques à plusieurs vitesses ou tourne-disques, et d'autre part un montage électronique avec un pré-amplificateur, un ampli-

ficateur de puissance, et un ou plusieurs haut-parleurs.

Pour étudier un électrophone, après avoir choisi, en principe, la catégorie d'appareil désiré, il faut d'abord observer sa présentation, et son aspect extérieur, le fini de son gainage, et des parties métalliques, la forme générale, le poli de l'ébénisterie, etc... Quant à la forme et à la couleur, leur appréciation ne dépend que des préférences personnelles.

Le tourne-disques est normalement à l'heure actuelle un modèle à trois vitesses, c'est-à-dire 78 tours/minute, 45 tours/minute et 33 tours 1/3, il ne doit produire pour ces trois vitesses aucun bruit direct, ni aucune vibration perceptible. Les deux défauts mécaniques particulièrement gênants pour la qualité de l'audition sont la vibration, un scintillement, et le pleurage. Ces deux défauts proviennent de variations de la hauteur du son plus ou moins rapides pour le scintillement, et plus lentes pour le pleurage. Ce dernier défaut se manifeste comme dans les magnétophones par une sorte de plainte ou de hululement, et produit par des fluctuations de la vitesse de rotation du plateau qui ne peut dépasser un pour cent.

La régularité de la vitesse est d'autant plus difficile à obtenir que la vitesse est plus lente, c'est pourquoi se défaut se manifeste spécialement pour la vitesse 33 tours 1/3. Pour étudier le fonctionnement mécanique d'un tourne-disques, il faut donc le faire fonctionner sur les trois vitesses prévues et se rendre compte en même temps, si le changement de vitesses est obtenu facilement et sans-à-coup.

Il y a encore un autre défaut, que peut présenter le plateau tourne-disques, c'est l'excentricité d'ouverture centrale ne se trouve pas exactement au centre, et il en résulte également une déformation sonore à chaque tour.

Ces défauts mécaniques se manifestent par des symptômes sonores que l'on peut percevoir à l'oreille. Un examen direct visuel est également possible, et on peut l'effectuer à l'aide d'un disque stroboscopique bien connu.

Ce disque en carton ou en métal comporte sur sa périphérie une série de bandes alternativement noires et blanches et identiques. Lorsqu'on éclaire ces bandes à l'aide d'une petite ampoule à incandescence, ou d'un petit tube au néon, alimenté par le courant alternatif d'un secteur, on constate un effet curieux. Si la vitesse de rotation du plateau est bien stable, et correspond exactement à la valeur nominale, les bandes noires sont immobiles. Si elles semblent avancer lentement dans le sens de la rotation, la vitesse est trop grande, si elles semblent reculer, la vitesse est trop faible, si elles semblent osciller, la rotation du plateau change constamment.

Le tourne-disques moderne comporte généralement un arrêt automatique en fin d'audition, sinon un dispositif de déplacement du pick-up. Nous nous rendrons compte si ce dispositif fonctionne bien.

Dans le cas d'un changeur de disques, nous ferons fonctionner le dispositif pendant un certain temps, et pour les différents diamètres de disques prévus, nous nous rendrons compte, s'il y a lieu, du bon fonctionnement des organes additionnels de répétition, de retour du pick-up, etc..., et de la manipulation automatique des disques, sans choc violent, et sans danger.

Nous pourrons aussi nous rendre compte, par une observation directe, du bon entraînement du pick-up, qui ne doit pas faire entendre de vibrations exagérées, ni dans la tête, ni dans le bras. La rotation de ce bras pivot doit être facile et n'exiger aucun effort, et au repos sur une table bien horizontale, la position du bras porte pick-up doit être bien équilibrée sans entraînement vers le centre ou vers les bords.

Nous nous rendrons compte également si la pression de la pointe sur les sillons n'est pas trop élevée, et si le bras est bien équilibré. Il est sans doute difficile d'évaluer la pression

avec précision, il existe de petits appareils ingénieux destinés à cet usage.

Un électrophone est un appareil qui doit pouvoir fonctionner plusieurs heures de suite d'une manière régulière, tout essai mécanique doit donc durer assez longtemps, cela nous permettra de nous rendre compte si le moteur n'a pas trop chauffé, et si le fonctionnement demeure uniforme et régulier.

COMMENT VERIFIER LE BRUIT DE FOND

Un électrophone, comme toute machine de musique mécanique, produit forcément un bruit de fond provenant de diverses causes, et, tout d'abord, des bruits de surface de l'aiguille sur la surface des sillons. Ce bruit a été fortement réduit depuis l'avènement des microsillons.

Le seul moyen de nous rendre compte si ce bruit de surface total en quelque sorte, est plus ou moins intense avec un électrophone donné consiste à placer sur le plateau tourne-disques un disque portant des sillons gravés, mais sans enregistrement musical, ou du moins avec un enregistrement très réduit, de façon à ce que le bruit de fond ne soit pas couvert par la parole ou la musique.

Il existe, comme nous le verrons plus loin, des disques spéciaux pour cet usage. Pour faire l'essai dans les meilleures conditions nous accentuerons autant que possible les sons aigus, en agissant sur le boutons de contrôle correspondant; nous placerons également le bouton du potentiomètre réglant la puissance assez loin vers le maximum, en augmentant progressivement l'intensité sonore.

En dehors de ce bruit de surface des appareils défectueux peuvent produire un certain bruit de souffle accompagné de ronflements plus ou moins intenses et provenant essentiellement du montage électronique.

Pour nous en rendre compte, nous n'avons pas besoin d'utiliser un disque et de mettre en marche le moteur. Il suffit de mettre le pré-amplificateur et l'amplificateur de puissance sous tension, et d'accentuer autant que possible les sons graves en poussant vers le maximum le bouton de contrôle correspondant. Puis, peu

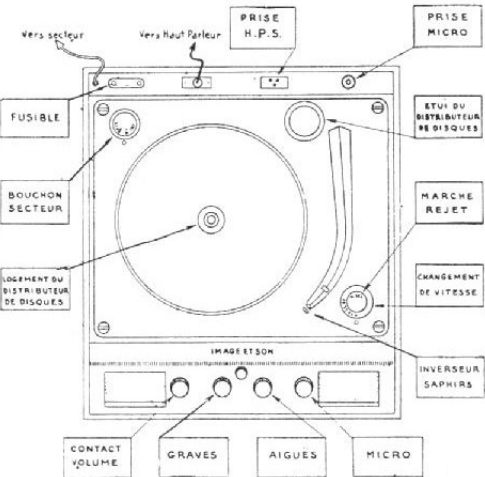


FIG. 8. — Disposition des différents éléments et des commandes d'un électrophone portatif valise à 3 vitesses (Image et Son).

à peu, nous actionnerons le bouton de commande du volume sonore et nous pourrons contrôler la production du ronflement et du bruit de souffle, dans le haut-parleur, ainsi que l'intensité de ce bruit.

L'appareil ne doit pas non plus produire de bruits parasites microphoniques ressemblant plus ou moins à des sons de cloches, et qui sont déterminés par des vibrations mécaniques agissant sur les premières lampes du pré-amplificateur. On contrôle ce phénomène, d'ailleurs assez rare sur les électrophones, en frappant avec précaution le boîtier au moyen du man-

che d'un tournevis enveloppé, au mieux encore d'une petite masse de caoutchouc.

L'ESSAI DE LA QUALITE SONORE

Un électrophone reproduit plus ou moins bien les sons aigus ou les sons graves. Cela dépend de nombreux facteurs, du type de pick-up, et surtout du pré-amplificateur utilisé, et de son système de correction. La reproduction des sons aigus et généralement plus facile mais elles n'est pas non plus toujours très correcte, et bien équilibrée. Le véritable essai rationnel complet de l'électrophone s'effectue avec des disques, et à l'oreille.

Nous nous rendrons compte d'abord si l'appareil permet une reproduction correcte des sons graves et très graves, et, pour cela, nous utiliserons des disques comportant des enregistrements de grosse caisse, de tambour, ou d'orgue, et il y a aussi des sons graves de violoncelle, qui peuvent servir à un contrôle efficace.

Pour juger de la reproduction des aigus nous utiliserons des enregistrements de violon et d'instruments à percussion, tels que des cymbales.

Les sons médium ne sont pas moins utiles ce sont eux qui assurent l'intelligibilité du son, et le contraste de la musique; on les jugera

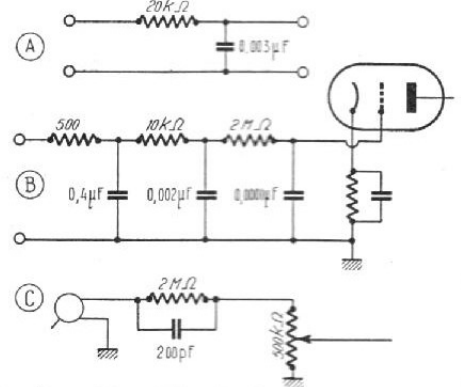


Fig. 9. — Dispositifs simples de correction pour un pick-up à cristal.

spécialement avec de bons enregistrements de chant.

LES DISQUES DE FREQUENCE ET LES DISQUES SPECIAUX

Pour étudier rationnellement un électrophone et avec précision, on peut employer sans difficulté un disque de fréquences sur lequel sera enregistré des sons purs de fréquences diverses choisis sur la gamme musicale, avec 100 fréquences, par exemple, différentes de 25 périodes seconde à 10 000 périodes environ. Ces disques permettent de se rendre compte de la qualité de l'appareil, de la reproduction des notes graves et des notes aiguës, des résonances irrégulières du pick-up, et des variations mécaniques du tourne-disques.

Il existe enfin des disques spéciaux pour le contrôle de la qualité des électrophones.

Des disques de ce genre comportent, par exemple, un son pur musical à très basse fréquence de l'ordre de 40 ou 50 Hz, et qui permet de déterminer les résonances du haut-parleur ou de l'ensemble des haut-parleurs, des fréquences plus élevées, jusqu'à 300 Hz, déterminent s'il y a lieu, les autres effets de résonance.

Quelques sillons non enregistrés permettent de se rendre compte du bruit d'aiguille et du bruit de fond, en l'absence de modulation. Une tonalité à 1 000 Hz inscrite très près du centre du disque peut déceler les défauts de l'aiguille, et les résonances du bras support.

Une autre bande de fréquences assure le contrôle de la correction, et de l'égalisation, et enfin des bruits caractéristiques et des enregistrements des différents instruments à vent et à percussion permettent un contrôle exact sur les différentes gammes, comme nous l'avons expliqué précédemment.

LES PICK-UP

Leurs transformations — Leur emploi rationnel

Le pick-up, ou lecteur de son, transforme les vibrations mécaniques d'une aiguille suivant les sillons du disque phonographique en oscillations électriques et constitue le premier élément de la chaîne sonore phonographique. Depuis l'avènement des disques micro-sillons, le diaphragme acoustique à membrane vibrante et à fonctionnement uniquement mécanique n'est plus utilisable et le pick-up est indispensable pour la reproduction des sons enregistrés par gravure.

Il y a de très nombreux modèles de pick-up électriques, on pourrait même en imaginer qui ne sont pas électriques, et comportent, par exemple, des systèmes de modulation pneumatique. On peut songer aussi à des appareils purement électroniques, ne comportant pas d'éléments mécaniques, et des systèmes photo-électriques ; mais ce sont encore là des appareils de laboratoire, sans intérêt pratique immédiat.

Tout pick-up électrique comporte un système *traducteur* qui transforme les vibrations mécaniques de l'aiguille reproductrice en oscillations électriques correspondantes. Ces systèmes traducteurs sont généralement réversibles ; en faisant agir sur eux des courants alternatifs à fréquence musicale, on obtient inversement des vibrations mécaniques de fréquences correspondantes. Tous les modèles de pick-ups pratiques actuels appartiennent à cette catégorie ; ce sont :

- Les pick-up magnétiques ;
- Les pick-up dynamiques ;
- Les pick-up à cristal piézo-électrique ;

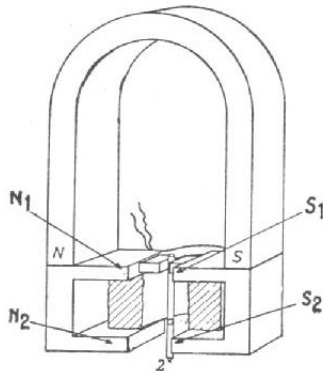


Fig. 1. — Principe du pick-up magnétique ordinaire.

d) Les pick-up à condensateur ou électrostatique.

Les premiers pick-up étaient, d'ailleurs, des appareils à contact, c'est-à-dire à résistance variable, d'un principe analogue à ceux des microphones à charbon.

DIFFICULTÉS DE LA LECTURE ÉLECTRIQUES DES DISQUES

Chacun des déplacements de l'aiguille reproductrice donne naissance dans le lecteur de son à une force électro-motrice de fréquence égale à celle de ces déplacements. Si le son musical enregistré sur le disque était pur, le sillon correspondant serait sinusoïdal ; mais il n'en est pas ainsi pratiquement.

Le diamètre des disques actuels est de l'ordre de 17 à 30 cm. Le sillon le plus rapproché du centre a un diamètre de l'ordre de

10 cm, ou même moins de sorte que le sillon moyen a une largeur de l'ordre de 60 μ m ; la vitesse moyenne de l'aiguille est de l'ordre de 78 cm par seconde au maximum. L'énergie électrique recueillie aux bornes d'un pick-up dépend de l'amplitude du déplacement de l'aiguille, c'est-à-dire de l'amplitude correspondante de l'ondulation du sillon. La puissance finale est, d'autre part, proportionnelle, en principe, à la fréquence.

Pour obtenir avec les sons graves une puissance égale à celle des sons médiums ou aigus,

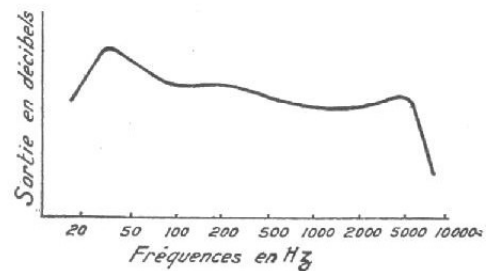


Fig. 2. — Courbe classique du pick-up magnétique.

il faut des amplitudes beaucoup plus accentuées du sillon, pour les sons graves, comme pour les sons aigus, on se trouve en face de deux difficultés d'ordres différents. La tension recueillie aux bornes d'un pick-up est, en général, proportionnelle, soit à l'amplitude du déplacement de l'aiguille, soit à la rapidité de ce déplacement. Les disques sont gravés généralement à vitesse constante, et à amplitude variable. Si l'on pouvait, au contraire, les graver à amplitude constante et vitesse variable, il faudrait, en conséquence, modifier les modèles de pick-up, et nous reviendrons plus loin sur cette question.

LE PICK-UP ELECTROMAGNETIQUE PRATIQUE

Les pick-up électromagnétiques ont été presque les seuls employés jusqu'en 1940 ; en raison de leur poids relativement élevé et de la faible tension produite, on les utilise actuellement rarement sous leurs formes classiques depuis l'avènement des disques microsillons, du moins sur les modèles d'amateurs (fig. 1).

Le type habituel est le modèle équilibré comportant une palette en fer doux munie d'un pivot à son extrémité ou en son centre, et placée entre les pièces polaires de deux aimants, ou d'un seul aimant, montées en opposition. Les bobinages induits entourent l'armature, ou sont embrochés sur les pièces polaires, et il existe un certain nombre de variantes, pour la palette vibrante, les pièces polaires, et les bobinages.

Le fonctionnement reste toujours le même, en principe. Au repos, la palette se trouve dans la position centrale ; quand l'aiguille suit les sillons du disque, elle entraîne l'armature mobile qui passe d'une position oblique $N_1 S_2$ à une autre $S_1 N_2$. La course est toujours de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres seulement, et de petites butées en caoutchouc évitent le contact de l'armature avec les pièces polaires.

Quand la palette occupe la position centrale, le système est en équilibre ; l'armature n'est

parcourue par aucun flux. Si la position de l'armature devient oblique, le flux s'écoule plus facilement tantôt de N_1 vers S_2 , tantôt de N_2 vers S_1 . Suivant les vibrations de l'armature, il se produit ainsi un renversement du flux, et une variation du champ induit dans la bobine. Le niveau des tensions dépend des déplacements de l'aiguille.

La tension obtenue est d'autant plus élevée que le nombre des spires de la bobine est plus important, mais on ne peut augmenter ce nombre au delà d'une certaine limite, en raison de l'encombrement et de l'impossibilité d'utiliser du fil trop fin. En fait, les modèles habituels produisent une tension qui ne dépasse pas 1 volt ; l'équipage mobile doit être aussi léger que possible, et il est amorti de façon à atténuer les résonances possibles (fig. 2).

Les modèles habituels d'amateur sont à haute impédance, variant entre 2 000 et 50 000 ohms, ce qui permet leur liaison directe entre la grille et la cathode de la lampe d'entrée, avec utilisation d'un potentiomètre de contrôle.

Les modèles à basse impédance, entre 200 et 1 000 ohms, sont plus spécialement réservés aux usages professionnels ; ils ne peuvent être employés sans un transformateur de liaison élévateur de tension, ou même un étage supplémentaire de préamplification.

Les modèles les plus récents dans cette catégorie sont dits, suivant l'expression américaine, à *reluctance variable*. Ce sont des modèles à haute fidélité qui comportent un entrefer assez large, et deux bobines. La palette mobile est placée entre deux pièces polaires disposées sur les bobines et lorsqu'elle oscille, le champ traversant les bobines augmente et diminue alternativement, ce qui permet une suspension sans amortisseur ; mais la tension produite est extrêmement faible et de l'ordre

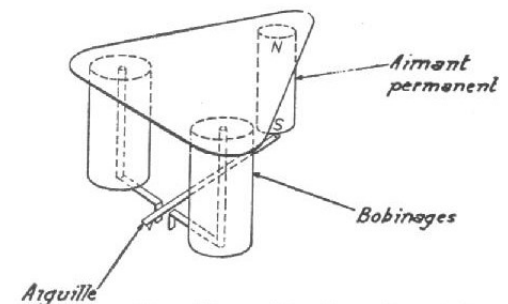


Fig. 3. — Dispositif schématique d'un pick-up à reluctance variable (General Electric).

de 8 millivolts, ce qui exige une amplification supplémentaire avec un étage préamplificateur au minimum (fig. 3).

La gamme des sons reproduits s'étend de 30 à 15 000 Hz, et avec une très bonne réponse, la distortion est faible, en raison de l'absence de couplage mécanique. Ce genre de lecteur ne pèse qu'environ 30 grammes, et le poids appliqué sur la pointe reproductrice ne dépasse pas 6 à 8 grammes.

On voit sur la figure 4 une courbe de sortie à vitesse constante, et un dispositif simple permet de faire varier aisément cette courbe, surtout sur la gamme des sons aigus, suivant les caractéristiques des disques reproduits. Le système est très robuste et comporte une aiguille que l'on peut remplacer après usure.

LES PICK-UP ELECTRODYNAMIQUES

Ces lecteurs sont établis, en principe, comme les moteurs de haut-parleurs de même nom, avec un bobinage très léger, solidaire de l'aiguille vibrante, et se déplaçant verticalement ou horizontalement dans un champ magnétique constant.

En pratique, la bobine peut se mouvoir autour d'un pivot, et elle est disposée entre les pièces polaires d'un aimant en fer à cheval. Lorsque la bobine se déplace sous l'action de l'aiguille, une tension électrique prend naissance dans l'enroulement. Celui-ci doit être très léger et ne comporte que peu de spires en fil de cuivre très fin, l'impédance est donc faible, et la tension produite est de quelques millivolts. Il est indispensable d'utiliser un transformateur de tension, comme pour les microphones électrodynamiques.

Le poids appliqué sur l'aiguille est de l'ordre de 5 grammes seulement, et l'on obtient à la sortie du transformateur une tension de l'ordre de 8 millivolts, pour un déplacement de 1,2 cm à la seconde ; la charge est de l'ordre de 500 000 ohms pour le transformateur. L'aiguille utilisée est en diamant pour les disques microsillons.

Ces appareils, assez coûteux et délicats, assurent la reproduction de 20 à 160 000 Hz au minimum à vitesse constante, avec des disques microsillons (fig. 5 B).

Depuis l'apparition des matériaux magnétiques, tels que le ferroxyde en matière céramique, il est devenu possible de réaliser des pick-up magnéto-dynamiques avec un barreau de ferroxyde aimanté transversalement, et de l'ordre de 0,8 mm. d'épaisseur (fig. 6, en II).

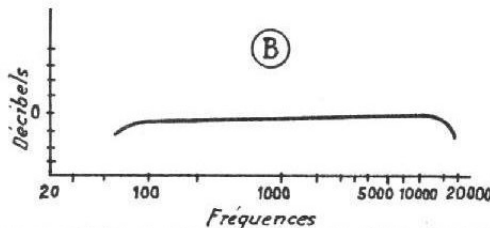
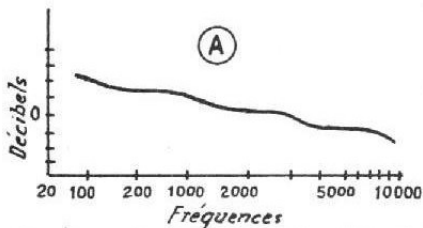


FIG. 5. — Courbes de réponse d'un pick-up à cristal et d'un modèle dynamique (Garrard).

Ce barreau solidaire de l'aiguille est placé entre les deux extrémités d'une sorte d'étrier portant deux bobinages ; lorsque le barreau en vibrations, par suite des déplacements de l'aiguille, les bobines sont traversées par un champ magnétique alternatif, et on y obtient une tension induite.

Les bobines étant fixes peuvent être de dimensions assez grandes, et la tension atteinte est de l'ordre de 20 millivolts. En principe, l'impédance étant puls grande, il n'y a pas besoin de transformateur d'adaptation, mais il est néanmoins indispensable d'utiliser un préamplificateur de tension.

LES PICK-UP A CRISTAL PIEZOELECTRIQUES

Le fonctionnement de ces pick-up comme, d'ailleurs, celui des microphones du même nom, est basé sur les propriétés électriques des cristaux. Les corps à l'état de cristaux présentent des propriétés physiques très caractérisées qui ne sont pas semblables, d'ailleurs, pour tous les éléments cristallisés, et sont surtout curieuses pour les cristaux hémédriques, c'est-à-dire qui ne sont pas symétriques.

Ces cristaux produisent de l'électricité sous l'action de la pression ; ils présentent des axes électriques différents des axes optiques, et suivant lesquels doit s'exercer la pression pour permettre d'obtenir le maximum d'effet.

Sur les faces du cristal, on recueille des quantités d'électricité égales et de signes contraires, proportionnelles à la surface, à la pression, et un certain coefficient variable pour chaque cristal, et appelé la constante piézo-

électrique. Le phénomène est, d'ailleurs, réversible ; en tout cas, le système permet de traduire les vibrations mécaniques en oscillations électriques, en reliant, en principe, l'aiguille vibrante du cristal.

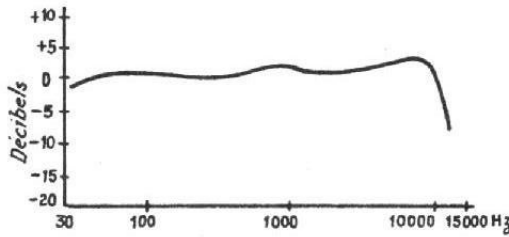


FIG. 4. — Courbe de réponse d'un pick-up reluctance variable.

Les vibrations mécaniques déterminant l'apparition de tensions alternatives, de fréquence et d'amplitude correspondantes, que l'on peut ensuite amplifier. Dans les modèles pratiques classiques, on utilise, en fait, une lamelle convenablement taillée de sel de Seignette ou birtatrate de potassium et de sodium. La déformation de la lamelle de cristal s'effectue par torsion, tandis que l'autre face est solidaire du mandrin de l'aiguille. Lorsque cette dernière vibre, elle subit une légère déformation ; la tension alternative est recueillie par l'intermédiaire d'électrodes métalliques appliquées sur les deux faces de la lamelle de cristal (fig. 6, en I).

Ces modèles peuvent être réalisés sous des formes simples et à des prix peu élevés ; ils sont légers, de l'ordre de 6 grammes au mi-

nimum, ce qui est particulièrement précieux pour les disques microsillons. Ils assurent une bonne reproduction des fréquences basses, et peuvent être sensibles, en fournissant une tension de sortie de 1 à 3 volts. Leur impédance est élevée, de l'ordre de 0,1 à 0,5 mégohm, ce qui permet de les relier directement à la lampe d'entrée de l'amplificateur, sans une source d'alimentation auxiliaire. En réalité, ce pick-up

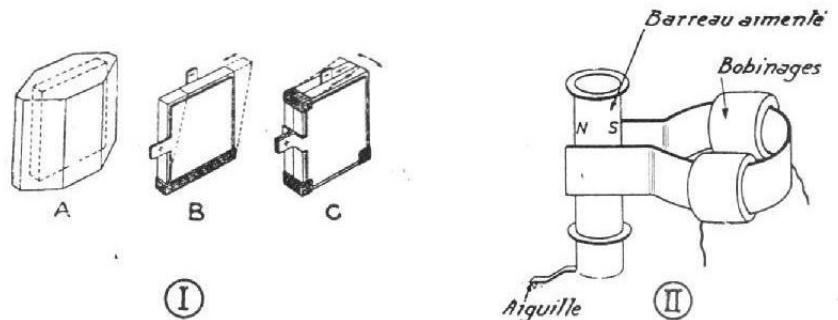


FIG. 6. — Taille d'une lame de cristal piezoelectrique ; montage d'une lame et d'un élément à deux lames. Disposition d'un pick-up magnéto-dynamique.

constitue cependant un condensateur, c'est pourquoi, il n'est pas recommandable, comme nous le verrons, de le relier directement à l'entrée de l'amplificateur, sans utiliser une résistance en parallèle, ou sans monter en série une résistance de quelques milliers d'ohms. En disposant au parallèle une résistance variable de l'ordre de 500 000 ohms, on peut contrôler, en même temps, une intensité et l'importance des sons graves (fig. 5 A).

Au contraire, si l'on veut réduire l'intensité des sons graves, on utilise un potentiomètre de 100 000 ohms seulement. S'il s'agit uniquement d'accroître ces fréquences basses, au-dessus de 1 000 Hz, on branche en parallèle une résistance de 100 000 ohms environ. Pour accentuer les fréquences élevées, on monte en série une résistance de 500 000 ohms.

Le sel de Seignette présente l'inconvénient d'être sensible à des températures supérieures à 50° C environ, et à l'humidité ; c'est pourquoi, on recouvre les cristaux de couches de cire ou de vernis, ou d'un corps gras ; mais on a songé à employer, dans des modèles de qualité, d'autres cristaux piézo-électriques et, tout d'abord, un phosphate d'ammonium ou A.O.P., connu également sous le symbole PN, qui est beaucoup moins sensible à la température, mais présente une faible capacité interne, ce qui exige l'utilisation d'un conducteur de liaison très court, et produit une tension plus faible.

On songe plutôt à des matières céramiques, comme le titanate de baryum. Les pick-up de construction étrangère réalisés avec ce dernier corps, ne sont sensibles, ni à l'humidité, ni à la température ; par contre, ils peuvent être un peu plus fragiles, et surtout, ne produisent que des tensions de l'ordre de 0,1 volt.

LES PICK-UP ELECTROSTATIQUES

Les premiers pick-up électrostatiques, de même que les haut-parleurs et les microphones du même nom, ont fait leur apparition avant 1939, mais ils servaient surtout à des essais de laboratoire.

En principe, un lecteur phonographique électrostatique est constitué par un condensateur variable de faible capacité à deux armatures, dont l'une est fixe, et dont l'autre est mobile et solidaire de l'aiguille reproductrice. La capacité du condensateur varie suivant les vibrations de l'aiguille, et ces variations sont proportionnelles en amplitude et en fréquence à celles du sillon phonographique.

Ce principe diffère notablement de celui d'un lecteur ordinaire, par exemple, électromagnétique. Dans ce dernier, les variations d'induction dans le bobinage et, par suite, les variations de tension obtenues dépendent de l'amplitude des déplacements de l'aiguille, et aussi de la vitesse de ces déplacements, par suite des lois de l'induction. Dans le modèle électrostatique ordinaire, la tension est directement proportionnelle aux déplacements mécaniques, lorsque l'appareil fonctionne en générateur de tension.

Dans les disques classiques, les sons sont enregistrés à vitesse constante, et avec des sil-

lons à amplitude variable. Lorsqu'on a voulu amplifier les variations de tension produites par les premiers pick-up électrostatiques, et qui exigeaient, d'ailleurs, une alimentation auxiliaire pour polariser les armatures, on a eu recours à un artifice de montage.

Aux bornes de sortie du pick-up, on reliait une résistance de faible valeur par rapport à la résistance apparente de la capacité, et on recueillait des variations de tension dans la ré-

sistance, proportionnelles à la vitesse de déplacement de l'armature mobile. Le pick-up électrostatique pouvait ainsi être employé comme un dispositif fonctionnant suivant le principe de la variation de vitesse.

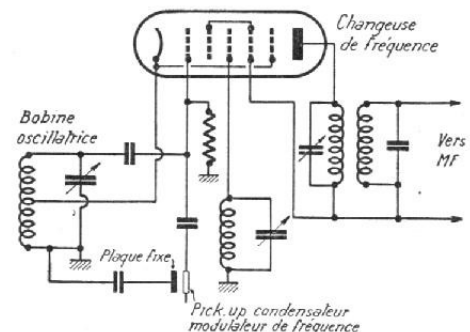


Fig. 7. — Adaptation d'un pick-up à condensateur à la lampe changeuse de fréquence d'un radio-récepteur.

Cet appareil primitif, par suite de son principe même, permettait bien de traduire les sons graves, mais plus difficilement les sons aigus, sans l'emploi d'un circuit compensateur convenable, le phénomène est inverse pour les modèles électromagnétiques.

A l'heure actuelle, on considère plutôt le pick-up électro-statique à haute fidélité comme un élément pouvant faire varier la fréquence des oscillations d'un petit générateur local, c'est-à-dire comme un modulateur de fréquence. Le signal modulé en fréquence est ensuite converti en un signal normal audible par un dispositif récepteur simplifié, qui le convertit en tension alternative de basse fréquence à variation d'amplitude (fig. 7).

La capacité entre deux armatures est une fonction de leur distance, et la tension produite dans le détecteur est proportionnelle à la distance ou à l'amplitude du mouvement de l'aiguille; la courbe de réponse de l'appareil est ainsi à amplitude constante.

Le système à amplitude constante se distingue du dispositif à vitesse constante par le fait qu'il produit une puissance de sortie plus élevée lorsque la fréquence diminue, et, au contraire, une puissance de sortie plus faible, lorsque la fréquence augmente. Il faut ainsi utiliser un préamplificateur permettant une égalisation correcte de la courbe de réponse.

Les enregistrements phonographiques actuels présentent une courbe d'enregistrement qui est une combinaison des méthodes à amplitude constante et à vitesse constante, d'où l'intérêt d'un égaliseur variable. Avec les appareils américains, on utilise très simplement un petit condensateur de 50 à 100 pF entre la sortie de l'oscillateur et le préamplificateur d'entrée; la sortie est de l'ordre de 500 mV. Le dispositif présente surtout de l'intérêt pour l'augmentation du rapport signal-parasite, et la suppression des ronflements.

Le nombre de ces pick-up à condensateur est encore réduit aux Etats-Unis; il n'y a guère qu'un modèle pratique, et, en France, il n'y en a qu'un en essai semble-t-il.

LES PROBLEMES MECANIQUES DU PICK-UP

Au point de vue mécanique, la pression de la pointe de l'aiguille sur le fond d'un sillon doit être assez grande pour assurer un contact fidèle avec les sillons enregistrés, et sans risque microsillons; elle serait trop grosse de la largeur du sillon dans les disques modernes oblige à se servir de saphirs ou de diamants à pointe très fine, et rendent indispensable l'emploi d'une tête très légère, de façon à réduire la pression efficace sur la pointe. Plus la surface de contact entre l'aiguille et le disque est réduite, plus la pression de l'aiguille augmente; il faut donc réduire le poids total et équilibrer en conséquence le poids du pick-up.

Avec les disques 78 tours, le poids normal admis était de l'ordre de 50 à 60 grammes au minimum, ce qui correspondait déjà à une pression de l'ordre de plusieurs tonnes par centimètre carré. Avec le disque microsillon, le poids effectif ne doit pas dépasser au maximum une dizaine de grammes.

Le bras support présente aussi une grande importance; il est généralement muni d'un dispositif compensateur, permettant de faire varier la pression finale de l'aiguille sur le sillon. Sa forme doit assurer une orientation rationnelle du plan de vibration de l'aiguille par rapport aux sillons. Enfin, le système de serrage du mandrin soit, en principe, rendre facile le remplacement de l'aiguille. En fait, on emploie très souvent, désormais, des lecteurs à aiguille de saphir ou de diamant, avec des capsules interchangeables, ou des têtes réversibles, servant, soit pour les disques standards, soit pour les disques microsillons.

LE PROBLEME DE L'AIGUILLE

La matière, la longueur, la forme générale, le profil, et les dimensions de la pointe doivent, en principe, varier suivant la nature des disques, la forme, et les dimensions du sillon, et le poids appliqué.

On a été ainsi amené à employer, en principe, deux types d'aiguilles seulement, l'un pour les disques standards 78 tours, l'autre pour les disques microsillons.

Pour les usages d'amateur, l'aiguille en acier est à peu près abandonnée, malgré sa forme et son usure rationnelles, et l'on adopte une aiguille dite *permanente* comportant une pointe réduite en saphir, sinon en diamant. La pointe de saphir doit être réellement en matière naturelle ou synthétique de qualité, et non en matière fondue quelconque, le rayon de la pointe est de 25 à 70 microns.

Ces aiguilles dites permanentes peuvent assurer plusieurs milliers d'audition, mais leur service effectif dépend de leur usage, du pick-

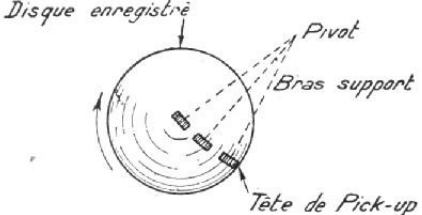
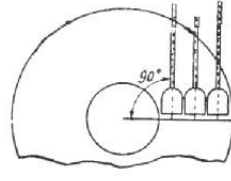


Fig. 8. — Le déplacement rectiligne d'un pick-up suivant un diamètre maintient constant l'angle d'attaque de l'aiguille, il n'en est pas de même avec un bras support pivotant.

up adopté, de la monture, etc. La durée rationnelle d'une aiguille en diamant est très supérieure à celle d'une aiguille en saphir.

On ne peut utiliser, d'une façon normale, une seule aiguille en saphir pour les disques classiques en gomme laque, ou pour les disques microsillons; elle serait trop grosse pour pénétrer dans le microsillon et trop fine pour s'appuyer efficacement sur les bords du sillon standard; c'est pourquoi, on emploie normalement deux aiguilles, l'une de 70 microns environ, l'autre de 25 microns. Leur durée de service pour une qualité intégrale serait, en réalité, de l'ordre au minimum de 300 heures environ, mais elle peut encore être augmentée pratiquement dans les appareils d'amateur.

Sera-t-il possible d'utiliser une même aiguille pour tous les types de disques? Cela semble bien difficile. D'abord, la vitesse de défilement des microsillons peut s'abaisser à une vingtaine de cm. à la seconde, de sorte que la longueur d'onde correspondante est de l'ordre de 21 microns, tandis qu'avec un disque à 78 tours elle est de l'ordre de 60 microns. L'angle classique, mais le fonds arrondi atteint quelques microns seulement, au lieu de 50 microns. Il est donc bien difficile d'envisager des modifications de la forme et du diamètre de la pointe de l'aiguille lui permettant d'être universelle.

LE PROBLEME DU BRAS-SUPPORT

Le bras-support du pick-up, dans les appareils lecteurs d'amateurs, est monté sur un axe autour duquel il pivote. Théoriquement, l'intersection du plan de vibration de l'aiguille avec la surface du disque devrait faire un angle droit avec la tangente au sillon tracée au point de contact de l'aiguille avec le disque. La tête du pick-up devrait ainsi rester toujours perpendiculaire au sillon, aussi bien à la périphérie, que vers le centre du disque (fig. 8).

En réalité, l'orientation du plan de vibration de la pointe de l'aiguille varie constamment au cours du fonctionnement dans les modèles ordinaires, et c'est seulement pour une position bien déterminée, par exemple, pour une position médiane, ou extrême, que ces vibrations peuvent s'effectuer dans le plan correct.

Ce défaut paraît très grave en apparence; il n'a cependant pas en pratique une si grande importance, mais, bien entendu, dans les machines à graver comme dans les appareils professionnels la construction du bras-support et son déplacement doivent permettre d'y remédier. Dans un appareil d'amateur, il ne faut rien exagérer, ni dans un sens, ni dans un autre; certes un léger décalage ne présente pas une importance essentielle, mais un décalage trop grand risquerait de produire une usure accentuée des sillons, en outre de la déformation sonore.

L'angle que fait un plan vertical passant par le plan de vibration de l'aiguille avec la tangente à la courbe gravée est plus important dans le cas des sons intenses, et surtout des sons aigus. Cet angle augmenterait, en principe, à mesure qu'on approcherait du centre du disque, étant donné la diminution des rayons de courbure des sillons.

Il est d'abord rationnel de déterminer aussi exactement que possible le point de pivotement

du bras sur la platine supérieure, et il existe des constructions graphiques simples, qui permettent d'obtenir rapidement cette position. La règle élémentaire consistant à faire passer la trajectoire de la pointe de l'aiguille par le centre du disque n'est nullement recommandable; le disque n'est pas gravé jusqu'au centre, le bras support est plus long que le rayon du plateau, et son centre de rotation se trouve en dehors de la circonférence extérieure de ce dernier.

La solution graphique préconisée il y a fort longtemps par le grand savant Louis Lumière à propos de la disposition du bras acoustique du phonographe mécanique ordinaire est encore applicable ici. Nous ne pouvons nous y arrêter en détail et nous la schématisons seulement sur la fig. 9. Le point cherché X se trouve sur une circonférence de centre C, d'un rayon un peu plus grand que la longueur du bras acoustique, passant par le centre du disque, et coupant les sillons extérieur et intérieur en MN. On trace la droite MN, et par le milieu F, on mène le diamètre FC, perpendiculaire à MN, qui rencontre la circonférence en X.

Puisque le déplacement de la tête du pick-up ne peut être obtenu suivant un diamètre du disque, par un déplacement transversal, comme dans les machines à enregistrer, la solution

idéale serait apportée par un bras de pick-up très long, de sorte que la courbe tracée par la pointe de l'aiguille se rapprocherait beaucoup d'une droite. Malheureusement, ce procédé est inacceptable, parce qu'il amènerait des encombrements très gênants, et on ne peut l'envisager que sur les modèles professionnels. Par exemple, dans les appareils servant à l'utilisation des disques professionnels à 33 tours 1/3, on a utilisé quelquefois des bras très longs, mais dans les modèles d'amateur la longueur ne dépasse pas normalement 20 à 30 cm et encore est-elle souvent réduite à 25 cm au maximum.

Une solution simple pour réduire l'erreur d'alignement (ou de piste) consiste à décaler l'axe de la tête du pick-up par rapport à l'axe du bras, et l'on démontre qu'on peut trouver un angle permettant d'obtenir une position correcte du plan de vibration de l'aiguille pour le sillon extérieur et le sillon intérieur du disque. Sur le reste de la surface, le défaut d'alignement reste alors très faible. La distorsion correspondante peut être inférieure à 0,05 %,

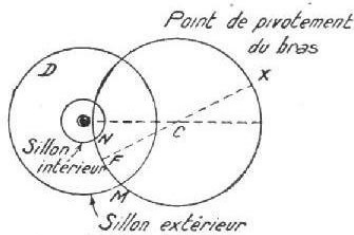


Fig. 9. — Construction géométrique simple permettant de déterminer le point rationnel de pivotement du bras support.

et, de plus, la variation de la position de frottement permet au lecteur de suivre plus facilement le sillon vers le centre.

Cet angle de décalage est normalement d'une vingtaine de degrés. Une construction géométrique simple permet également de le déterminer avec assez d'exactitude, et il s'agit d'un problème étudié aussi depuis les débuts mêmes du phonographe à disque. Le même résultat est évidemment obtenu avec un bras incurvé, qui permet d'assurer toujours dans les mêmes conditions la réduction de l'erreur de piste (fig. 10).

Le bras support est généralement établi d'une manière fixe, ce qui n'a pas d'inconvénient, lorsqu'il doit être monté sur un tourne-disques, ou un changeur de disques de modèle bien déterminé. Cependant, un bras et un pick-up d'un certain modèle doivent servir à la construction d'un ensemble d'électrophone quelconque, soit par un amateur, soit par un professionnel. De là, l'intérêt des pick-up à bras réglables, dont on trouve maintenant des modèles fort ingénieux, en particulier, d'importation américaine.

Des bras de ce genre ont une longueur réglable depuis 20 cm jusqu'à 25 cm pour la lecture des disques de différents diamètres, avec un levier d'équilibrage assurant la compensation en poids de la tête au fur et à mesure de l'extension du bras. L'orientation de la tête par rapport au bras peut aussi être modifiée pour réduire au minimum l'erreur de piste suivant la position du pick-up, et le diamètre du disque. Enfin, la hauteur du support elle-même est réglable, de façon à l'adapter aux différentes hauteurs des plateaux tourne-disque. Cette solution simple, mais pratique, du problème du bras, en particulier, en ce qui concerne l'orientation de la tête offre de grands avantages.

Ce ne sont pas seulement le calage et la disposition du bras qui importent, mais aussi son poids et ses fréquences de résonance possibles.

L'intensité et la qualité de l'audition peuvent être modifiées par des influences mécaniques ; le pick-up doit exercer une pression efface

assez élevée sur la pointe de l'aiguille, pour que celle-ci suive exactement les sillons, sans sauter de l'un à l'autre, et l'aiguille seule doit pouvoir se déplacer sans entraîner la tête. L'ensemble du bras doit présenter une inertie suffisante, et ne pas entrer en vibration.

Inversement, il est indispensable, surtout pour les disques micro-sillons, de limiter la

pression exercée sur le sillon. Cette pression est de l'ordre d'une dizaine de grammes pour les disques microsillons, valeur très faible par rapport aux 40 ou 50 grammes appliqués sur les disques classiques d'autrefois.

Cette réduction de la pression est obtenue en employant une tête et un bras très légers

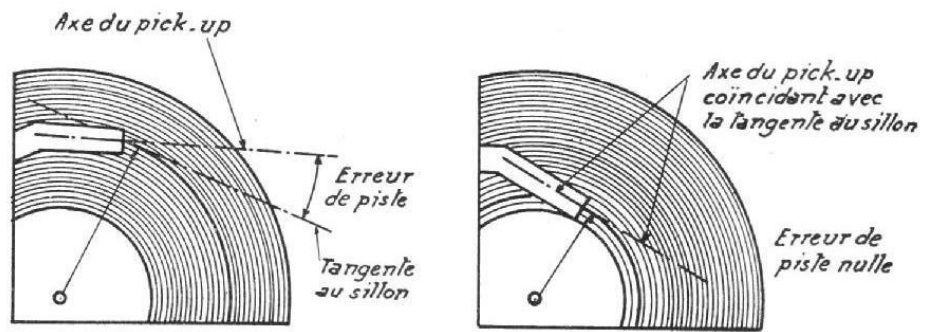


Fig. 10. — Effet d'une tête de pick-up oblique. Position de la tête pour le sillon médian et vers le centre du disque.

pression exercée sur le sillon. La partie pivotante du bras doit ainsi être aussi légère que possible, et, au besoin, équilibrer la tête du pick-up au moyen d'un contre-poids réglable ou d'un compensateur à ressort.

Le déplacement du bras au fur et à mesure de l'audition n'est pas obtenu comme dans les premiers appareils par le moteur d'entraînement lui-même, mais uniquement par l'entraînement de l'aiguille, qui suit les sillons du disque. D'où la nécessité d'un pivotement très facile, qui évite une usure prématurée de l'aiguille et des sillons vers l'extérieur des disques, de là, aussi, l'intérêt des têtes obliques signalées précédemment.

Il existe une valeur de pression optimum sur la pointe de l'aiguille, qui permet à celle-ci de suivre les ondulations resserrées correspondant à des sons aigus, très fidèlement, et

en matière plastique, ou en équilibrant au moyen d'un contre-poids ou d'un ressort l'ensemble du bras et de la tête. Cette dernière solution peut présenter des risques en cas de choc ou de disques voilés. En tout cas, l'équilibrage du bras doit assurer le maintien à la position de repos, et sans aucun effort, de l'aiguille sur un sillon déterminé lorsque le plateau est horizontal, et cette vérification est essentielle.

L'adaptation mécanique du pick-up sur son bras-support et du bras lui-même sur le plateau tourne-disques présente ainsi une importance essentielle. L'absence de résonance du bras du pick-up ou, du moins, une fréquence de résonance extrêmement basse est indispensable aussi, pour la reproduction correcte des sons graves, au-dessous de 100 ou même de 200 Hz.

| Types et fonctionnement | Caractéristiques | Inconvénients |
|---|---|---|
| Magnétique. Tension proportionnelle à vitesse. Déplacement aiguille. Modèle à réluctance variable. | Solidité mécanique. Sensibilité relativement élevée. Hautes ou basses impédances. Relève les sons aigus. Sensibilité plus réduite. | Poids assez élevé. (Difficultés pour disques microsillons). Distorsion d'amplitude à craindre. Déréglage possible du calage de l'armature. Suspension manquant de souplesse. Appareil plus léger et plus fidèle. |
| Piézo-électrique (à cristal). | Sensibilité assez élevée. Courbe de réponse accentuant les sons graves. Prix peu élevé. Appareil léger et simple. Tension proportionnelle aux déplacements de l'aiguille. | Cristaux habituels sensibles à la température, à l'humidité et aux chocs mécaniques. Céramiques moins sensibles à la chaleur, moins fragiles. |
| Dynamique. | Signal proportionnel à la vitesse de déplacement de l'aiguille. Peu sensible. Très souple. Très fidèle. | Nécessite une préamplification bien élevée. |
| Electrostatique. | Généralement modulateur de fréquence. Léger et fidèle. Peu sensible. Réduction des ronflements. | Exige un montage spécial adapté et une correction de tonalité. |

Choix des pick-up. — Caractéristiques et inconvénients des différents modèles

L'AMPLIFICATION SONORE

et les ELECTROPHONES

LES électrophones peuvent être constitués au moyen de différents éléments distincts, mais réunis dans un boîtier en ébénisterie, ou dans un meuble sinon dans une valise portative ; il faut maintenant considérer aussi les chaînes sonores dites à haute fidélité ou « hi fi » et formées d'appareils distincts montés chacun dans un boîtier séparé ou sur un rack. Dans tous les cas, le système comporte un **amplificateur de tension** relié à un **amplificateur de puissance** actionnant un haut-parleur, ou un ensemble de haut-parleurs.

Le tube à vide, puisque l'emploi du transistor est encore assez limité est un relais dont l'action peut être progressive et fidèle. Son premier rôle consiste à augmenter l'amplitude des oscillations fournies par le lecteur électro-acoustique. D'autres tubes servent à augmenter l'énergie, et constituent les tubes de puissance. Les tubes de tension sont ainsi montés à l'entrée de l'appareil ; tandis que les tubes de puissance sont disposés à la sortie.

On emploie normalement plusieurs tubes équipant des étages d'amplification en cascade pour assurer un gain ou amplification finale élevée.

L'AMPLIFICATION MUSICALE SES PRINCIPES

Les amplificateurs d'électrophones sont destinés à amplifier les oscillations électriques sur la gamme musicale, c'est-à-dire de fréquence comptée entre 40 et 12.000 Hz au maximum. L'étage de sortie dissipe une certaine puissance égale au produit de la tension de plaque par l'intensité du courant de plaque correspondante, c'est l'énergie dissipée. L'énergie efficace utile est caractérisée par la tension variable recueillie dans le circuit de plaque ; ce sont donc les caractéristiques de l'étage de sortie qui indiquent l'effet final produit par un amplificateur. Les lampes sont reliées entre elles par des liaisons à transformateur ou à résistance, mais, avant tout, il ne doit pas se

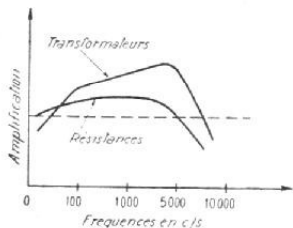


FIG. 1. — Différences entre une courbe de réponse d'un amplificateur à transformateurs et d'un modèle à résistances.

produire d'effet de résonance, c'est-à-dire d'accentuation d'une certaine gamme musicale privilégiée qui produirait des déformations.

Pour l'amplificateur en tension on utilise normalement la liaison par résistance, et l'amplification par étage n'est jamais supérieure au coefficient d'amplification de la lampe et l'on a intérêt à augmenter la valeur de la résistance anodique. En pratique, la résistance d'utilisation peut avoir une valeur de l'ordre de deux fois la résistance interne de la lampe, et l'amplification de la lampe.

Les étages de puissance sont assez rarement montés avec des transformateurs, surtout en raison du prix élevé des pièces de qualité, et le haut-parleur n'est pas, en général, relié di-

rectement à la lampe de sortie, mais par l'intermédiaire d'un transformateur de modulation, qui a pour but d'adapter au mieux les caractéristiques du système électro-acoustique à celles du circuit de la lampe.

Nous voyons cependant apparaître pratiquement depuis peu des montages d'amplificateurs sans transformateurs de liaison, mais avec liaison par la cathode, et qui exigent l'utilisation de lampes montées en série et de haut-parleurs électrodynamiques, dont les bobines mobiles ont une résistance ohmique de quelques centaines d'ohms.

LES COURBES DE REPONSE DES AMPLIFICATEURS

Un amplificateur idéal devrait assurer le même effet d'amplification pour toutes les fréquences musicales. Sa courbe de réponse représentant l'amplification obtenue pour des oscillations de différentes fréquences serait alors une droite parallèle à l'axe horizontal sur lequel sont indiquées les fréquences. Cette courbe devrait, tout au moins, présenter une partie rectiligne et presque horizontale correspondant, par exemple, à la gamme de 50 à 5.000 Hz. Le meilleur système de liaison serait ainsi aperiodique, mais, en fait, aucun montage pratique ne peut être considéré comme réellement aperiodique.

La liaison la moins sélective est à résistance capacité mais ce montage aussi est loin d'être parfait. La transmission des fréquences basses indispensables pour la reproduction des sons graves dépend de la capacité du condensateur de liaison, et de la valeur de la résistance de grille de la lampe suivante. Les capacités parasites formées par les capacités internes des tubes affaiblissent plus ou moins les fréquences élevées correspondant aux aiguës. On voit par exemple, sur la fig. 1 des exemples classiques de courbes de réponse de montages amplificateurs à transformateur et à résistances. Dans ces derniers, la suppression des condensateurs de liaison constituerait ainsi un avantage et, dans certains montages particuliers on a eu recours à des systèmes de liaison directe.

Mais, en fait, est-il rationnel d'utiliser un amplificateur agissant d'une manière uniforme sur les oscillations de différentes fréquences ?

Cela serait vrai, si tous les autres éléments du montage, c'est-à-dire dans un électrophone, l'enregistrement du disque phonographique, le pick-up et le haut-parleur étaient eux-mêmes des dispositifs parfaits, produisant ou transmettant les oscillations de différentes fréquences avec une égale intensité. Mais en fait, il n'en est rien. Il ne s'agit pas, en réalité, d'utiliser un amplificateur absolument sans défaut, et présentant une courbe bien rectiligne, mais au contraire un amplificateur ayant des défauts, mais opposés à ceux des autres éléments, c'est là le principe de la compensation ou correction.

LES MONTAGES SYMETRIQUES ET LES CLASSES D'AMPLIFICATION

Le montage push-pull demeure toujours la solution de choix dans les amplificateurs de puissance moyenne ou importante. C'est un montage de puissance symétrique avec deux tubes identiques montés en opposition au moyen de transformateurs à prise médiane, ou plutôt de résistances de liaison ; le montage

cathodyne exige aussi une lampe auxiliaire supplémentaire ou déphaseuse (fig. 2).

Le courant modulé musical recueilli dans le circuit de plaque de la lampe amplificatrice peut toujours être considéré comme la superposition de trois courants composants :

a) Un courant continu constant, dont l'intensité dépend des caractéristiques de la lampe.

b) Un courant alternatif de même fréquence que le son amplifié et d'une amplitude correspondant à celles des oscillations du potentiel de grille.

c) Les harmoniques de la fondamentale, d'un rang et d'une amplitude dépendant du timbre du son.

La composante continue n'a, en réalité, aucune action utile ; c'est un courant parasite, et on peut éviter son passage à l'aide d'un arti-

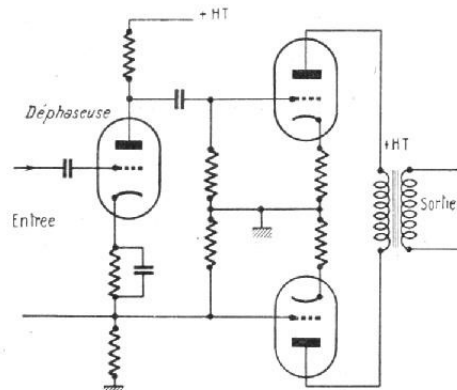


FIG. 2. — Principe d'un montage push-pull à liaison par résistances ou cathodyne.

facteur de montage. L'augmentation du rendement des amplificateurs peut donc être recherchée par la réduction de l'intensité moyenne de ce courant en la rendant proportionnel à la modulation. Les lampes de sortie ont alors un fonctionnement variable, ce qui permet d'établir des amplificateurs de rendement maximum, dans lesquels on s'efforce de conserver la qualité musicale indispensable.

On modifie la polarisation négative des grilles de façon à abaisser le point de fonctionnement vers la partie concave inférieure de la courbe de fonctionnement et on ne risque plus de rendre la grille positive. Pendant les alternances négatives, il n'y a plus d'amplification.

Ce sont des montages à grand rendement fort utiles pour les grandes puissances, mais qui ne peuvent assurer une fidélité poussée, en pratique, on a recours à des montages intermédiaires, dits de la classe AB ; le courant plaque est alors plus faible au repos que dans la classe A, mais non complètement nul. La polarisation négative des grilles est plus accentuée que dans les montages de la classe A, mais moins que dans la classe B.

On peut aussi distinguer la classe AB 1, dans laquelle la tension appliquée sur les grilles reste toujours négative, sans production de courant de grille et les montages AB 2, dans lesquels les tensions de grille peuvent devenir positives, avec production d'un courant de grille.

LES DISTORSIONS ET LE CONTROLE DE LA TONALITE

Les oscillations recueillies à la sortie doivent avoir la même fréquence, les mêmes amplitudes relatives et les mêmes phases qu'à l'entrée. Il n'en est pas généralement ainsi en pratique, et l'on observe des distorsions de deux types essentiels la **distorsion en fréquence** et la **distorsion en amplitude**.

Dans la **distorsion en fréquence**, on note une déformation du timbre caractéristique de la parole ou de la musique, avec un affaiblissement ou une amplification de certaines gammes particulières. Ce phénomène provient généralement des organes de montages intermédiaires.

La **distorsion en amplitude** ou non linéaire est due au contraire aux caractéristiques des tubes eux-mêmes; elle se manifeste par l'apparition d'oscillations de fréquences harmoniques paires ou impaires n'existant pas dans les oscillations primitives.

Le problème du **réglage de la tonalité sonore** attire aussi l'attention sur les chaînes de qualité. Les dispositifs les plus simples permettent d'atténuer les sons aigus et, par là même, de faire ressortir les sons graves, qui ne sont pas affaiblis. Un dispositif de ce genre est constitué simplement par un condensateur de capacité fixe monté en série avec une résistance variable; le tout est disposé dans le circuit de plaque d'une lampe. Le condensateur laisse passage aux oscillations dérivées vers la masse et, par conséquent, qui ne sont pas amplifiées. Pour faire varier la proportion de ces oscillations, on agit sur la résistance variable (fig. 4).

On ne saurait se contenter dans les amplificateurs phonographiques sérieux de système aussi élémentaires, et il faut pouvoir amplifier spécialement les sons graves et les sons aigus. On peut employer dans ce but, d'une part des condensateurs pour l'atténuation des sons a-

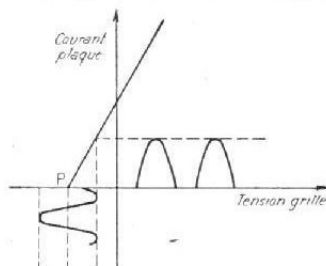


Fig. 3. — Fonctionnement d'une lampe amplificatrice en classe B.

gus, et, d'autre part, des bobinages à noyau de fer pour l'accentuation des tonalités aiguës; c'est ce qu'on appelle des **détimbreurs** (fig. 5).

Il faudrait aussi tenir compte des caractéristiques de l'oreille qui n'est pas non plus un instrument parfait, et ne possède pas une courbe de réponse rectiligne idéale. Des sons d'égale intensité mais de fréquences différentes ne sont pas perçus par notre sens auditif avec une égale intensité apparente, et les courbes d'égales intensités ne sont pas les mêmes à tous les niveaux. Le seul fait de faire varier l'intensité sonore fournie par un haut-parleur suffit pour produire une variation apparente du réglage de cette tonalité. On ne devrait donc pas, en toute rigueur, modifier le réglage de l'intensité sonore d'une machine parlante, sans faire varier, en même temps, et d'une manière correspondante compensatrice la tonalité sonore. **de façon à conserver la même perception finale.**

Pour assurer un résultat encore plus complet, il faudrait fractionner les réglages de tonalité, et utiliser 4 ou 5 boutons de contrôle séparés, dont chacun agirait sur une gamme de sons bien déterminée en liaison avec un dispositif de repères correspondants indiquant

exactement les différents réglages obtenus à chaque instant. Nous reviendrons sur cette question.

CONTRE-REACTION EN BASSE FREQUENCE ET DYNAMIQUE SONORE

En prélevant une partie des oscillations recueillies à la sortie de la dernière lampe, et en les reportant en arrière sur une lampe précédente, on peut réduire la distorsion par harmoniques.

Cet effet de contre-réaction peut être sélectif, c'est-à-dire varier suivant la fréquence des oscillations transmises. On peut ainsi modifier la courbe de réponse de l'amplificateur suivant l'effet à obtenir, sur les notes aiguës médiums, ou graves, ils devient possible également d'améliorer la réponse sur les gammes particulières, suivant les distorsions.

Les déformations en fréquences sont les principales à éviter, mais les distorsions en phase ne sont pas moins à craindre.

Les distorsions en fréquence s'ajoutent dans les étages, de sorte que le niveau admissible pour chaque étage est très faible; la correction doit surtout être effectuée dans la zone des fréquences basses, et dans celle des fréquences élevées, correspondant aux gammes déficientes.

L'amélioration dans la zone des fréquences élevées peut, en particulier être obtenue dans les liaisons à résistance, en plaçant en série sur le circuit de grille un petit bobinage jouant le rôle d'une self de dispersion. Un accroissement d'amplification sur les fréquences basses peut, de même, être assuré en remplaçant la résistance de fuite par un bobinage.

Une autre caractéristique nécessaire pour assurer la qualité sonore consiste dans la **dynamique** ou **contraste sonore**, qu'on appelle aussi **l'intervalle de puissance**, c'est-à-dire l'écart entre les pianissimi et les fortissimi. L'écart maximum de l'oreille atteint 130 dB; dans la musique naturelle d'orchestre il s'élève à 65 ou 70 dB. Il ne dépasse pas normalement une cinquantaine de dB dans les machines parlantes. Cette compression est indispensable en raison de la production de bruit de fond inévitable et due à des causes multiples, aussi bien dans le disque, que dans le pick-up, les tubes à vide, et les systèmes de liaison. S'il n'existait pas, le niveau des sons pianissimi deviendrait inférieur au niveau même de ce bruit de fond. La compression sonore augmente l'intensité des sons faibles et les rend audibles avec agrément, mais elle diminue le relief sonore de la musique enregistrée.

L'**expansion de contraste** souvent préconisé a pour but de rétablir l'intervalle réel de puissance entre les pianissimi et les fortissimi, mais l'expansion est automatique à la reproduction, alors qu'elle est effectuée au moment de l'enregistrement par l'ingénieur du son suivant la nature des morceaux enregistrés et les conditions artistiques. Même s'il n'y a pas définition, le résultat est encore généralement insuffisant.

NOTIONS SIMPLES SUR LE CHOIX DES AMPLIFICATEURS

L'amplificateur électronique peut jouer un rôle de grossissement, en quelque sorte, beaucoup plus important que n'importe lequel des appareils optiques ou électriques et, bien entendu mécaniques. Les télescopes les plus perfectionnés ne grossissent guère que 1.500 fois, tandis qu'un amplificateur, même simplifié et d'appartement, peut augmenter la puissance du signal transmis cent billions de fois, ou même davantage.

La puissance recueillie à la sortie du pick-up, même de bonne qualité, est absolument infime, et il faudrait en utiliser plusieurs millions fonctionnant, à la fois, pour alimenter

simplement l'ampoule à incandescence d'une lampe de poche! Pourtant, après amplification, la puissance sonore est suffisante, non seulement pour un appartement mais même pour importuner nos voisins!

La plupart des électrophones fonctionnent avec des amplificateurs d'une puissance modulée comprise entre 2 et 20 watts; il est intéressant d'avoir à sa disposition un excédent de puissance, ce qui permet de ne pas « pousser » en quelque sorte, l'appareil à son maximum, ainsi de réduire les risques d'usure, et surtout de diminuer les bruits de fond et la distorsion. Il faudrait, d'ailleurs, distinguer entre la **puissance moyenne** fournie par l'appareil, et la **puissance de pointe** ou de crête, seulement utilisée pendant de très courts instants pour la reproduction de sons intenses. Par exemple, avec la musique enregistrée habituelle, les solos ou l'orchestre symphonique, une puissance moyenne peut être de l'ordre de 0,3 watt, et elle s'élèvera avec le même appareil jusqu'à 1,5 watt. Il s'agit là de musique douce.

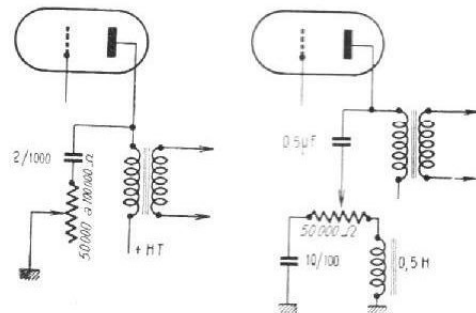


Fig. 4. — Contrôleur élémentaire de tonalité et détrembreur classique.

Les points de puissance qui déterminent dans certaines musiques le contraste sonore, et généralement très court peuvent s'élever jusqu'à près de 20 watts. Dans un appartement, un bon amplificateur pourra produire au maximum une puissance de sortie moyenne de 10 watts dans une chaîne sonore (nous ne voulons pas parler des électrophones portatifs) et cette puissance moyenne lui permettra sans difficulté de fournir des « pointes sonores » jusqu'à 20 watts.

On ne considère pas toujours avec assez d'attention la question du transformateur de sortie, qui présente une importance essentielle pour la qualité finale. Ce transformateur doit être choisi avec soin et, par conséquent, c'est une pièce détachée assez coûteuse, mais indispensable si l'on veut une audition musicale.

Il y a des amplificateurs sans transformateur de sortie, qui ont fait récemment leur apparition; ils ne peuvent être utilisés qu'avec des haut-parleurs spéciaux, et c'est pourquoi leur nombre est encore assez limité.

Un indice essentiel de la qualité d'un amplificateur est la **distorsion harmonique** évaluée par un pourcentage pour une certaine puissance; cette distorsion pour les amplificateurs de bonne qualité ne doit guère dépasser 2 % pour une puissance normale. La distorsion la plus grave est cette inter-modulation, c'est-à-dire la reproduction de sons parasites qui n'existent pas dans l'enregistrement primitif.

La **réponse en fréquence** est une autre caractéristique, qui indique la façon dont l'amplificateur agit sur les différents sons, et quelle est l'étendue de la gamme musicale amplifiée. On considère qu'un amplificateur de très haute qualité peut permettre la transmission d'une gamme musicale de 40 à 12 000 Hz à puissance normale, sans diminution notable ou augmentation des diverses tonalités, avec une variation qui ne doit pas dépasser 2 db.

La **stabilité** est une autre caractéristique utile, l'appareil ne doit pas produire d'oscillations caractéristiques est souvent étudiée par les fabricants américains spécialement pour les sons graves. Le **ronflement résiduel** est du même ordre.

L'amplificateur doit pouvoir dans certains cas servir avec un microphone, au besoin avec préamplification supplémentaire, ou, en tout cas, pouvoir amplifier les signaux recueillis à la sortie d'un magnétophone ou même d'un radio-récepteur. Il est donc bon qu'il comporte des prises d'entrée destinées à cet usage, et même des organes de contrôle correspondants.

L'électrophone ou la chaîne sonore est devenu un véritable appareil de musique; l'auditeur ne peut donc plus se contenter d'une reproduction plate et incolore, il désire une audition brillante, fidèle, et contrastée. Pour un grand nombre de raisons, les fabricants de disques ont tendance dans les enregistrements récents à augmenter le volume des sons aigus, et à réduire les sons graves. L'amplificateur doit pouvoir compenser, s'il y a lieu, les différences, et d'ailleurs, suivant les goûts personnels de l'utilisateur.

L'auditeur doit pouvoir disposer à son gré de boutons de réglage de la tonalité variable, non seulement suivant la nature de l'enregistrement et ses goûts personnels, mais aussi suivant le niveau de l'audition, et en raison des caractéristiques de l'oreille (voir fig. 5).

Un bon ensemble amplifie indistinctement les sons musicaux utiles, et les bruits parasites. Il fera entendre ainsi avec plus ou moins de force les bruits de surface et le ronronnement du tourne-disques, de là, dans certains cas, l'intérêt des filtres, qui coupent ces bruits indésirables, tout en laissant passage aux sons musicaux utiles.

LES TUBES MODERNES POUR AMPLIFICATION BF

L'évolution des tubes à vide se caractérise essentiellement par une spécialisation de plus en plus poussée; c'est pourquoi, on a vu apparaître des séries de modèles destinés spécialement à l'amplification sonore, et en dehors des caractéristiques classiques, il y a évidemment certaines particularités, telles que l'effet

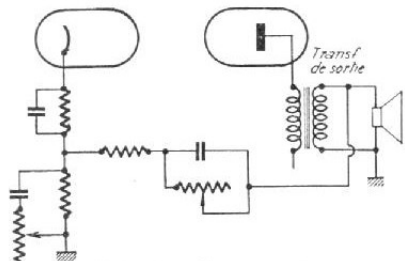


FIG. 5. — Principe d'un montage de contre-réaction sélective pour le réglage de la tonalité sonore.

microphonique ou la production des ronflements, qui doivent être spécialement étudiés dans les modèles de ce genre. On peut, d'ailleurs, en considérer quatre catégories différentes:

- Les tubes amplificateurs de tension;
- Les tubes d'amplification de puissance;
- Les tubes inverseurs de phase;
- Les tubes de redressement.

LES TUBES DE TENSION ET DE PUISSANCE

Les pick-up ne produisent, en général, qu'une tension très faible, de l'ordre d'un volt au maximum, tandis que les tubes de puissance fonctionnent avec une tension de grille de 6 à 30 volts, d'où la nécessité d'étages de tension pouvant fournir une amplification élevée sans ronflement, ni bruit microphonique. Les premiers étages surtout doivent être très soignés, en raison de la nécessité de limiter le niveau d'amplification dans les étages suivants.

Pour ces étages de tension, on emploie maintenant dans les séries européennes, plus spécialement, des pentodes et miniatures EF40 ou

EF86 et des doubles triodes ECC40 et ECC83, qui permettent de réaliser des montages en cascade. Les deux premières sont des éléments à chauffage indirect à faible recul de grille série Rimlock chauffée sous une tension de 6,3 volts, avec une intensité de 200 milliam-pères, et la pente est de 1,85 mA par volt; ce sont des éléments à effet microphonique réduit. La pentode EF86 est du même genre, mais son culot est du type Noval et ses capacités entre électrodes sont très réduites; la résistance interne est 2,5 mégohms, la tension maximum d'anode est de 300 volts.

Le tube ECC40 est une double triode à deux cathodes séparées, mais à un seul filament: les deux sections triodes peuvent être reliées en cascade et des montages très divers sont possibles. La ECC83 est un tube du même genre mais à culot Noval présentant une pente de 1,6 milliampère par volt à tension d'anode

tube supplémentaire déphaseur. Un tube double ayant deux groupes d'électrodes séparées, par exemple, une double triode, peut servir fort bien à cet usage, et on emploie également des triodes heptodes.

Ces tubes déphaseurs produisant une amplification plus faible et, par conséquent, n'ont pas besoin de posséder les mêmes caractéristiques, en ce qui concerne le bruit microphonique et le ronflement.

LES LAMPES DE PUISSANCE ET D'ALIMENTATION

Enfin, en ce qui concerne les lampes de puissance et pour des puissances de sortie d'au moins 10 watts, on emploie normalement des pentodes à haut rendement sans courant de grille. Ces tubes sont alimentés par un étage

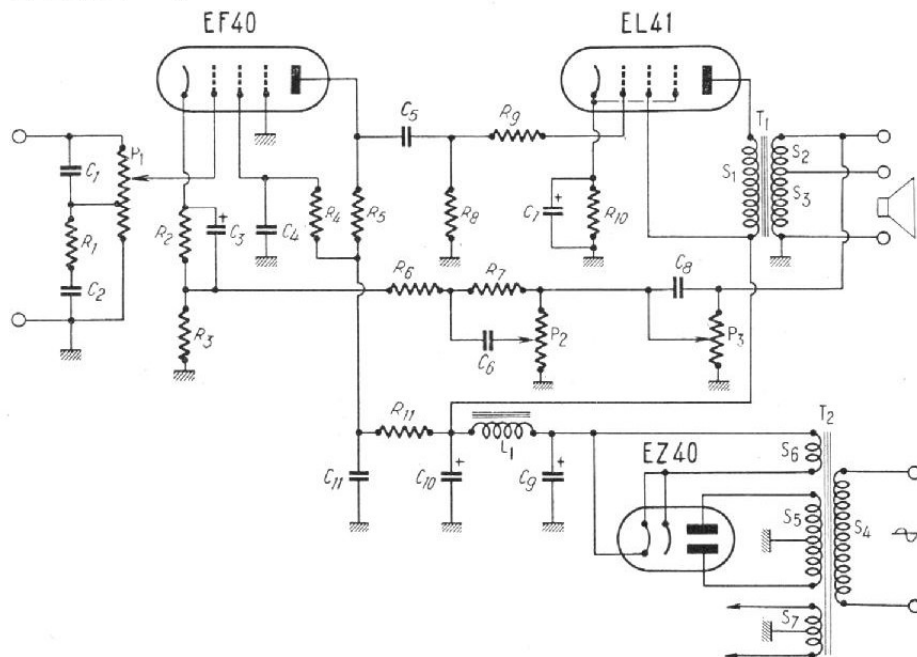


FIG. 6. — Amplificateur simple de 3 watts avec contre-réaction sélective permettant de régler la tonalité sonore (Dario). La lampe EL41, en particulier pourrait être remplacée par une EL84 :

$R_1 = 0,1 \text{ M}\Omega$; $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 56 \Omega$; $R_4 = 1 \text{ M}\Omega$; $R_5 = 0,22 \text{ M}\Omega$; $R_6 = 1 \text{ k}\Omega$; $R_7 = 3,9 \text{ k}\Omega$; $R_8 = 0,68 \text{ M}\Omega$; $R_9 = 1 \text{ k}\Omega$; $R_{10} = 170 \Omega$; $R_{11} = 47 \text{ k}\Omega$; $P_1 = 1 \text{ M}\Omega$; $P_2 = 25 \text{ k}\Omega$; $P_3 = 0,1 \text{ M}\Omega$; $C_1 = 220 \text{ pF}$; $C_2 = 4700 \text{ pF}$; $C_3 = 100 \text{ pF}$; $C_4 = 47000 \text{ pF}$; $C_5 = 22000 \text{ pF}$; $C_6 = 47000 \text{ pF}$; $C_7 = 50 \mu\text{F}$; $C_8 = 0,1 \mu\text{F}$; $C_9 = 25 \mu\text{F}$; $C_{10} = 25 \mu\text{F}$; $C_{11} = 12,5 \mu\text{F}$; $T_1 = 10 \text{ H}$.

de 250 volts, et à coefficient d'amplification de 100.

Les précautions à prendre pour le montage de ces différentes lampes, comme des modèles analogues de la série américaine (12AX7, par exemple) consistent avant tout à éviter la production des ronflements et bruits microphoniques, d'autant plus à craindre qu'ils sont amplifiés par les étages suivants.

On s'efforce donc d'éliminer les couplages parasites entre les différentes parties du câblage, et on peut réduire les courants de fuite, en plaçant à l'intérieur du support isolant du tube des bandes conductrices reliées à la broche de la cathode.

Les supports de tube anti-vibratoires sont utiles au moins pour le premier étage; il en est de même dans certains cas pour un blindage.

LES TUBES DEPHASEURS

Lorsque les amplificateurs doivent avoir une puissance de sortie supérieure à 10 watts, on adopte généralement le montage push-pull, réalisé, la plupart du temps, comme nous l'avons montré, par une liaison à résistance, c'est-à-dire du type cathodyne. Pour obtenir deux tensions alternatives de même valeur en opposition de phase, on est amené à adopter un

n'ayant à fournir que peu d'énergie et la distorsion peut être faible.

Nous avons signalé précédemment les différentes classes d'amplification, c'est-à-dire la classe A, la classe B, et la classe AB. La première a un rendement très faible, de l'ordre de 40 % à 50 %, mais le courant d'alimentation est indépendant de la puissance de sortie. Avec la classe AB le rendement est de 50 % à 60 %, mais l'alimentation augmente avec la puissance. Il suffit pourtant que la résistance interne du circuit d'alimentation soit faible. Enfin, le rendement de la classe B est très élevé, de l'ordre de 75 % et la distorsion est plus grande. La partie alimentation doit présenter des caractéristiques spéciales et ce montage est réservé ainsi à des amplificateurs, semi-professionnels ou professionnels.

Dans le circuit d'alimentation des amplificateurs, on utilise des tubes redresseurs à vide ou à gaz, ces derniers fournissent avec un rendement si la charge varie, ce qui les fait préférer pour les montages en classe B. Certaines précautions sont cependant nécessaires pour la mise en marche et l'arrêt, mais certains modèles de tubes à vide, par exemple le GZ34, présente une résistance interne très faible du même ordre que celle obtenue avec un tube redresseur à gaz.

L'utilisation de montages doubleurs de ten-

sion devient nécessaire lorsqu'on veut obtenir des tensions continues plus élevées que la valeur maximum de la tension alternative appliquée sur les redresseurs, et ce procédé peut être employé dans les montages sans transformateur.

Le courant redressé est normalement filtré. Deux modèles sont possibles; le premier comporte, comme à l'habitude, un condensateur en parallèle à la sortie du redresseur, et les autres sont établis avec un bobinage de filtrage relié au redresseur, ce qui assure une tension plus constante. Ce montage offre des avantages dans les amplificateurs à grande puissance, et surtout pour la classe B, mais la tension du transformateur doit être plus élevée, et les condensateurs de filtrage doivent être aussi de haute qualité.

Parmi les tubes à vide de puissance européens les plus utilisés actuellement, il faut surtout considérer la pentode de puissance EL34, à chauffage indirect, et dont la pente s'élève à 11 milliampères par volt, et la puissance dissipée à 25 watts. Ce tube peut être utilisé en classe A et en push-pull classe AB, ce qui permet d'assurer une puissance de sortie de 35 à 100 watts; si l'on se contente de puissances de sorties moyennes il suffit de tensions anodiques usuelles.

La pentode EL84 à culot Noval est encore plus employée sur les appareils d'amateurs, avec une puissance dissipée de 12 watts, et une pente de 11,3 milliampères par volt.

Il suffit d'une tension très faible pour moduler le tube, et la puissance de sortie maximum est assurée par une tension de 5 volts efficaces seulement. Avec deux tubes en classe AB, la puissance de sortie peut atteindre 17 watts, avec une tension anodique de 300 volts seulement. Ce modèle est ainsi de tube universel pour les puissances de sortie inférieures à 20 watts.

Parmi les tubes redresseurs à vide les plus utilisés, on peut citer le GZ32 à faible résistance interne, permettant d'obtenir un courant anodique de 250 à 300 milliampères, avec une tension maximum usuelle de 500 volts. Le tube GZ34 a déjà été signalé précédemment et sa résistance interne très faible est particulièrement intéressante.

Dans les autres séries de tubes miniatures secteur nous citerons comme lampes de puissance la 6AQ5 et la 6BQ6 à faisceaux dirigés permettant d'obtenir 4,5 watts en classe A et 10 watts en classe AB, et pour l'amplification en tension la 6BA6 et la 6AU6, comme tube redresseur la 6Y4, ou la 6X4 fonctionnant sous une tension maximum de 325 volts pour les petits modèles d'amplificateurs.

LES LAMPES POUR ELECTROPHONES PORTATIFS

Les électrophones portatifs de petites dimensions, soit seuls, soit combinés avec un radio-récepteur, connaissent une vogue de plus en plus grande. Ces électrophones sont établis avec le minimum d'éléments, de façon à réduire l'encombrement, le poids, et le prix, et c'est pourquoi on a recours maintenant à des montages tous courants sans transformateur d'alimentation. Ces montages sont équipés avec les nouvelles lampes 100 milliampères à filament en série, qui fonctionnent avec une tension totale de la chaîne de 115 volts.

Ces lampes doivent permettre de limiter la production de chaleur, étant donné la dimension réduite du boîtier, et il est nécessaire d'augmenter la puissance du tube de sortie pour assurer une puissance sonore suffisante. Lorsqu'il y a un radio-récepteur incorporé, la lampe d'éclairage du cadran est alimentée avec une chaîne parallèle à 50 milliampères.

Dans ces montages, on utilise la triode hep-

tode universelle UCH81, la pentode de puissance UL84, et le redresseur monoplaque à vide poussé UY92.

UN AMPLIFICATEUR DE PICK-UP SIMPLIFIE

Un amplificateur d'amateur simplifié d'une puissance de l'ordre de 3 watts, et destiné à la reproduction des disques, peut être constitué au moyen de 3 tubes seulement: un pré-amplificateur, un tube de puissance et un tube de redressement. On en voit un exemple sur la fig. 7. Dans ce modèle, on emploie une pentode d'entrée EF40 ou similaire, une pentode de sortie EL84, et un tube redresseur EZ40, mais on pourrait évidemment adopter tous les autres modèles équivalents.

La tension obtenue à l'entrée par le pick-up doit être de l'ordre de 100 millivolts. Le tube de sortie fonctionne en classe A, il faut lui appliquer une tension d'entrée de 3,8 volts efficaces, et sur le secondaire d'un transformateur de sortie on utilise, comme on le voit, une partie de la tension pour assurer la contre-réaction qui est appliquée sur une partie de la résistance de cathode du premier tube préamplificateur.

LES CARACTERISTIQUES DES DISQUES ET LES AMPLIFICATEURS

Les disques modernes, étudiés, par ailleurs, présentent de très grands avantages, tant en ce qui concerne la durée d'audition pour un diamètre que la résistance mécanique, l'étendue et la qualité des sons reproduits. Cependant les disques microsillons sont destinés essentiellement à la reproduction électro-mécanique des signaux sonores recueillis au moyen de pick-up, et diffèrent avec ceux d'autrefois plus ou moins fortement. Les caractéristiques des différents disques que l'on peut employer actuellement varient aussi plus ou moins selon les marques.

Ces caractéristiques d'enregistrement ont d'abord pour but d'assurer une amplitude minimum assez grande pour ne pas être couverte par les bruits de fond, on peut abaisser ainsi sans inconvénient la caractéristique au-dessous de 2 000 Hz, et on la fait varier progressivement entre 2 000 et 10 000 Hz. Toutes les basses fréquences inférieures à 70 Hz peuvent alors être enregistrées avec une intensité relativement plus grande.

On a établi cependant des caractéristiques à

I = Caractéristiques FFRR
II = RCA
III = Anciennes caractéristiques

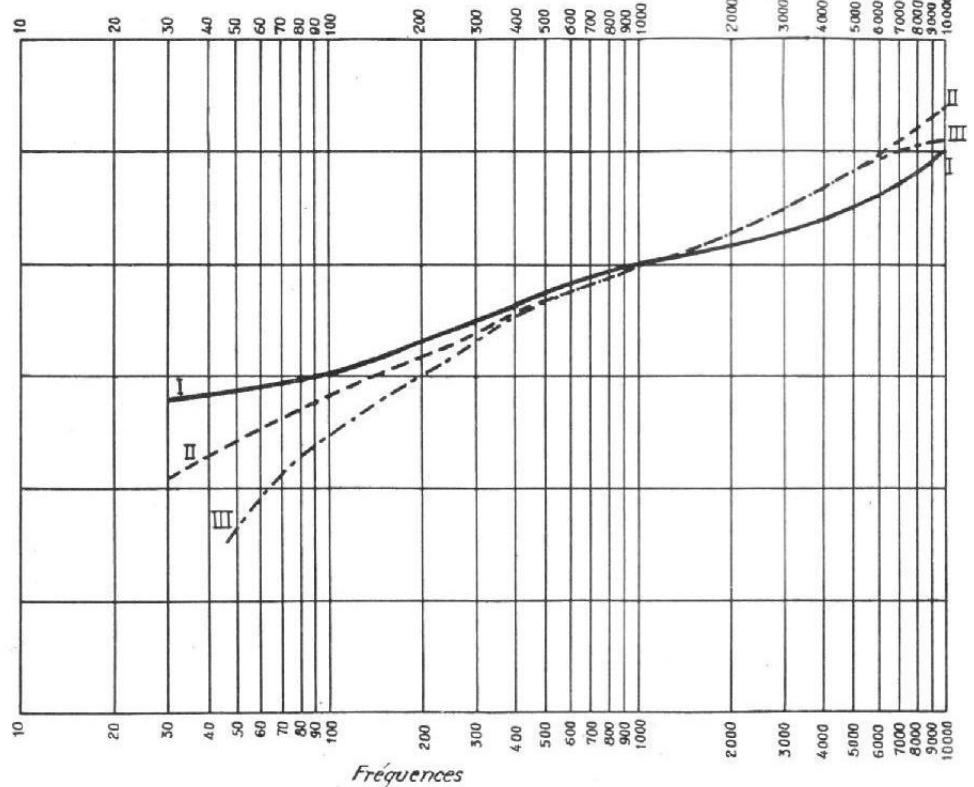


Fig. 7. — Courbes caractéristiques des principaux disques actuels : I, caractéristique FFRR ; II, RCA ; III, anciennes caractéristiques.

Le contrôle de la tonalité est assuré par cette contre réaction sélective. Les sons graves sont réglables à l'aide d'un potentiomètre P3, qui permet de court-circuiter le condensateur C8, ce qui élimine son effet sur la contre-réaction. Au contraire si le curseur est tourné vers la droite, le condensateur est monté en série, et il est shunté par la résistance, ce qui permet d'amplifier plus fortement les sons graves.

Le potentiomètre P2 agit sur les sons aigus. Lorsqu'on place dans la position extrême, la résistance R7 est shuntée par le condensateur C6, et les tensions de fréquences élevées sont fortement atténuées. Par contre lorsqu'on le place dans l'autre position, la contre-réaction pour ces tensions est faible, et par conséquent l'amplification est plus grande.

peu près normalisées, nous en représentons quelques unes sur la fig. 7, et il est désirable que tous les disques modernes présentent les mêmes caractéristiques.

Du fait que les courbes des enregistrements ne peuvent être des droites idéales, et que les signaux envoyés aux amplificateurs ne doivent pas être amplifiés d'une manière uniforme, quelles que soient leur intensité et leur fréquence, il en résulte la nécessité également d'une correction établie, soit dans le préamplificateur, soit dans l'amplificateur lui-même, et c'est là une question essentielle pour assurer une audition réellement de qualité, en particulier dans les chaînes sonores. Cette question est traitée, par ailleurs, dans une autre étude de ce numéro.

Les haut-parleurs et leurs emplois

GENERALITES

LES disques microsillons, les émissions FM, etc... ont fort heureusement incité nos constructeurs spécialisés à fabriquer des haut-parleurs de qualité, d'une grande fidélité de reproduction. Présentement, il est aisé de choisir parmi de nombreux modèles permettant la reproduction correcte d'une large bande de fréquences. Fini le temps de l'exclusivité du classique « mirliton » monté sur le non moins classique récepteur « 5 + 1 » !

Le haut-parleur associé à son baffle est le dernier maillon d'une chaîne que l'on voudrait toujours à haute fidélité. Et pourtant, combien de fois avons-nous pu rencontrer des ensembles « haut-parleur et baffle » complètement négligés.

Il suffit pourtant de réfléchir que tout se tient, qu'il est inutile de chercher à réaliser un amplificateur BF parfait si le reproducteur sonore n'est capable de diffuser qu'une bande de fréquences restreinte. Tout aussi ridicule d'ailleurs, serait l'installation de haut-parleurs et de baffles impeccables à la sortie d'un amplificateur BF dont la courbe de réponse est étriquée : si l'amplificateur ne laisse pas passer les extrémités du registre (basses et aiguës), ce n'est pas le haut-parleur, ou les haut-parleurs, aussi bons soient-ils, qui pourront reproduire les fréquences absentes.

L'effort des constructeurs de haut-parleurs a donc porté sur l'extension de la bande de fréquences susceptible d'être reproduite (surtout du côté des aiguës, généralement les plus déficientes). Ces efforts ont été récompensés et

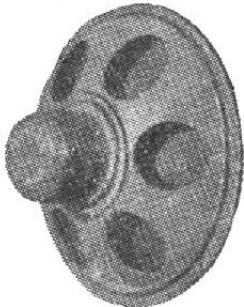


FIG. 1. — Haut-parleur électrodynamique classique (Audax)

durant les dernières années, on a atteint des résultats fort satisfaisants. De gros progrès ont été obtenus en opérant sur le cône ou membrane (forme, texture, etc...) et sur sa suspension.

Citons aussi le haut-parleur électrodynamique à cône renforteur d'aiguës, cône fixé au centre de la membrane normale et augmentant le rendement de cette partie centrale aux fréquences élevées. Cette association permet d'obtenir une bonne reproduction des aiguës d'une part, et d'autre part, une parfaite reproduction des graves du fait de la membrane normale de grand diamètre suspendue avec grande souplesse.

Malgré cela, la solution présentement adoptée dans les ensembles « haute fidélité » est la suivante :

association de plusieurs haut-parleurs électrodynamiques convenablement utilisés ;

ou association d'un haut-parleur électrodynamique de grand diamètre et d'un tweeter électrostatique ou piézoélectrique.

Mais attention, que l'on ne s'y laisse pas prendre : un appareil comportant plusieurs haut-parleurs n'est pas **obligatoirement** à haute fidélité ! Nous parlons de cela par ailleurs dans

ce même numéro ; voir l'article « Les Perfectionnements des récepteurs mixtes AM-FM ».

LE HAUT-PARLEUR ELECTRODYNAMIQUE

Ce qui retient en premier l'attention lors de l'examen d'un haut-parleur moderne, c'est l'extrême souplesse de la suspension de la membrane. Le cône peut effectuer des déplacements importants, de l'ordre du centimètre ; malgré cela, jamais les spires de la bobine mobile ne cessent de « couper » un flux constant, ceci grâce à la forme judicieuse des masses polaires et à un aimant puissant. Une telle suspension est obtenue par un anneau de tissu imprégné

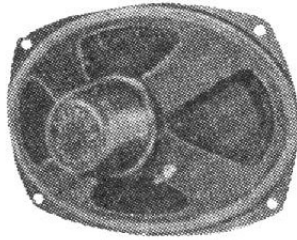


FIG. 2. — Haut-parleur inversé très utilisé sur les électrophones

et gaufré, ou un anneau de tissu de synthèse, lequel présente en outre l'énorme avantage de fermer complètement l'entrefer (abri des poussières, limailles et autres). De tels procédés de construction amènent la fréquence propre du groupe mobile aux environs de 40 c/s, et même moins.

Aux fréquences basses, on sait que la membrane du haut-parleur vibre d'un seul bloc. Pour les sons correspondant aux fréquences élevées, la surface vibrante doit au contraire se réduire automatiquement selon la fréquence à reproduire. En quelque sorte, tout devrait se passer comme si chaque fréquence ne prenait que la portion de cône qui lui correspond et qui lui est nécessaire.

C'est un problème ardu que l'on a résolu en s'attaquant à la membrane. Cette dernière ne doit pas être rigoureusement conique, mais légèrement incurvée ou curviconique ; elle doit également présenter des nervures annulaires

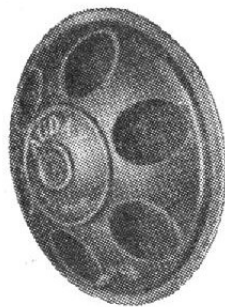


FIG. 3. — Haut-parleur elliptique à aimant permanent

concentriques. On a agi aussi sur la matière constituant la membrane et sur la texture de cette matière ; il convient d'avoir des cônes relativement rigides et cependant très légers (cônes rigides, mais de suspension souple ; ne confondons pas). On obtient ainsi une parfaite reproduction des graves (sans froissement) et un rendement très acceptable sur les aiguës.

Nous en arrivons au champ magnétique né-

cessaire au fonctionnement du haut-parleur électrodynamique. Le haut-parleur à bobine d'excitation a pratiquement disparu du marché, et c'est très bien ainsi ! Un aimant permanent, c'est tellement plus simple ! On économise ainsi, bien souvent, du courant ; il n'y a plus d'échauffement, donc plus de risque de décentrage ; et l'intensité du champ dans l'entrefer est nettement supérieure.

Quant aux limailles ou poussières magnétiques, il n'y a plus de danger. Il n'est même plus nécessaire comme autrefois, d'envelopper le haut-parleur dans un chaste voile de tulle, l'entrefer étant, comme nous l'avons dit, entièrement protégé par construction.

Une intensité élevée du champ magnétique dans l'entrefer se traduit par une meilleure sensibilité, un meilleur rendement du haut-parleur ; mais ce n'est pas tout. Cela se traduit aussi par un plus grand amortissement de l'équipage mobile, et auditivement, par une meilleure reproduction des transitoires. En effet, avec un système mobile insuffisamment amorti, lors d'une attaque à front raide, le haut-parleur reproduit une suite d'ondes amorties ; ce qui est évidemment incorrect, et en tous cas, n'est pas de la haute fidélité !

Actuellement, on sait faire des aimants extrêmement puissants présentant un volume restreint (alliage ticonal, par exemple). Dans certains modèles de haut-parleurs de qualité, on obtient une densité de flux dans l'entrefer de l'ordre de 11 000 gauss (ce qui laisse loin

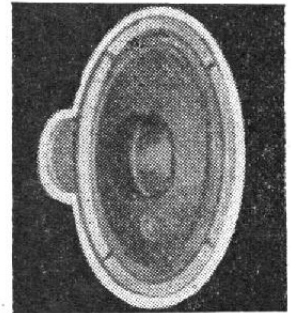


FIG. 4. — Haut-parleur équipé d'une membrane plastifiée pour les basses et d'un cône renforteur coaxial pour les fréquences élevées (Audax)

derrière nos anciens haut-parleurs à bobine d'excitation !).

Présentons maintenant quelques types et quelques formes de haut-parleurs modernes.

Sur la figure 1, nous avons le classique haut-parleur électrodynamique. Précisons cependant que selon l'usage auquel on le destine, il existe en divers diamètres de membrane (de 6 cm à 28 cm de diamètre).

Lorsqu'il s'agit de réaliser un appareil de volume restreint, ou lorsque la place fait défaut, on peut faire appel aux haut-parleurs dits « inversés » (fig. 2). Dans ces modèles, l'aimant permanent est monté à l'intérieur du cône, au lieu d'être à l'arrière.

Enfin, dans des cas spéciaux, lorsque la place fait défaut également, mais où une dimension est plus importante que l'autre, il est commode de faire appel aux haut-parleurs elliptiques (fig. 3). Signalons également qu'il existe des haut-parleurs elliptiques **inversés**.

La figure 4 montre le type de haut-parleur dont nous avons parlé au début de cet article, haut-parleur équipé d'une membrane plastifiée pour les fréquences basses et d'un cône renforteur coaxial pour les fréquences élevées.

Devons-nous dire quelques mots sur les transformateurs de sortie ? Nous ne le pensons pas. En effet, le haut-parleur est une chose, le transformateur de sortie en est une autre. Certes, sur de nombreux récepteurs, le transformateur de sortie est fixé sur le saladier métallique du haut-parleur, et c'est la raison pour laquelle on a pris l'habitude de considérer l'ensemble.

Nous ferons cependant remarquer que sur les ensembles de qualité, chaînes Hi Fi, ou autres, le transformateur de sortie est monté

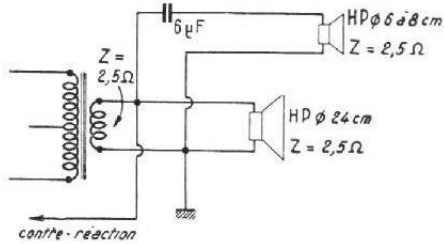


Fig. 5. — Exemple de montage d'un haut-parleur électrodynamique de faible diamètre en tweeter

sur le châssis de l'amplificateur BF, et non sur le haut-parleur. On sait que le transformateur de sortie a pour rôle d'adapter les impédances entre la bobine mobile du haut-parleur (impédance faible) et la charge anodique du dernier étage BF (impédance élevée). Pour tenir ce rôle, le transformateur doit en outre présenter un rendement électrique élevé et une bande de fréquences très étendue sans atténuation. Il est certain que tant vaut le transformateur de sortie, tant vaut le haut-parleur. Il convient donc de choisir un transformateur de grande qualité (avec beaucoup de fer et beaucoup de cuivre, comme on le dit parfois vulgairement). Pour les équipements de grande classe, on fera appel aux transformateurs à enroulements symétriques (push-pull) et aux modèles dits « ultra linéaires » à prises d'écrans.

LES HAUT-PARLEURS D'AIGUES OU TWEETERS

Haut-parleur électrodynamique

Comme tweeter ou haut-parleur renforceur d'aiguës, il est possible d'utiliser un modèle électrodynamique de faible diamètre.

Le montage en est extrêmement simple (voir figure 5), le filtre étant constitué par une seule capacité de 6 μF au papier environ (tension diélectrique faible). Montage simple, en effet, mais qui donne généralement toutes satisfactions.

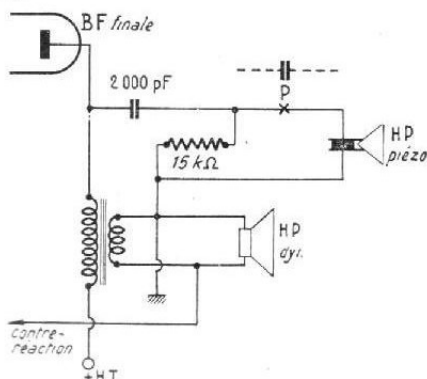


Fig. 6. — Utilisation d'un haut-parleur piézoélectrique en tweeter

Haut-parleur piézoélectrique

On connaît ce principe de base de la piézo-électricité qui veut que lorsqu'un cristal est soumis à une tension alternative, il engendre une vibration mécanique correspondante (de même fréquence). Reposant sur ce principe, le

haut-parleur piézoélectrique est généralement réalisé de la façon suivante : Une membrane conique est fixée sur un « saladier » et un cristal (sel de Seignette) est collé au sommet du cône. La diffusion du son est due à l'élasticité de la membrane et ce rayonnement acoustique est en phase avec celui de la face du cristal opposée à la fixation. En quelque sorte, on peut dire que le cristal s'appuie sur sa masse d'inertie.

L'alimentation en courant BF d'un haut-parleur piézoélectrique s'effectue par l'intermédiaire d'un condensateur relié à la plaque du tube amplificateur final. En effet, aucune composante continue ne doit être appliquée à ce type de haut-parleur sous peine de destruction du cristal. En outre, le haut-parleur doit être shunté par une résistance. Généralement, on détermine les grandeurs du condensateur et de la résistance pour réaliser un filtre passe-haut dont la fréquence de coupure se situe aux environs de 7 000 c/s. En effet, c'est généralement au voisinage de cette fréquence, et au-dessus, que les haut-parleurs électrodynamiques sont heureusement améliorés par l'emploi d'un renforceur d'aiguës.

L'utilisation d'un haut-parleur piézoélectrique en tweeter est schématisée sur la figure 6. Au point P, marqué d'une croix, il est possible d'intercaler un autre condensateur d'une capacité choisie entre 200 pF et 2 000 pF ; le choix de cette capacité permet d'ajuster éventuellement l'amplitude des signaux BF appliqués au tweeter, autrement dit, le niveau de renforcement des aiguës.

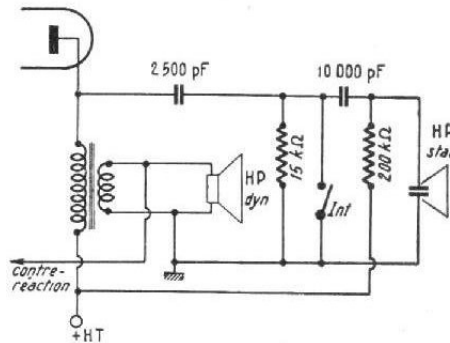


Fig. 7. — Utilisation d'un tweeter électrostatique avec une seule lampe de sortie

Haut-parleur électrostatique

Ni le haut-parleur piézoélectrique, ni le haut-parleur électrostatique, ne sont des nouveautés. Mais ils furent abandonnés durant de nombreuses années, car on aurait aimé les employer seuls... et bien entendu, la reproduction des fréquences basses était nettement insuffisante. Tandis qu'actuellement, on leur confie un rôle bien défini, celui de renforceurs d'aiguës, celui de venir en aide aux haut-parleurs électrodynamiques au moment précis où ceux-ci commencent à devenir déficients dans le registre sonore.

Le haut-parleur électrostatique est robuste et doté d'une longévité remarquable. C'est peut-être pour cela qu'on le préfère bien souvent au type piézoélectrique.

Un tweeter électrostatique est généralement constitué par deux armatures de condensateur. L'une de ces armatures est fixe et perforée ; ensuite nous avons un diélectrique souple en matière synthétique (rislan, styroflex, etc...) dont l'arrière est métallisé, métallisation constituant la seconde armature du condensateur.

Comme le tweeter piézoélectrique, celui-ci ne doit être attaqué que par des signaux BF dont les fréquences sont supérieures à 6 000 c/s environ. La liaison doit donc se faire également par l'intermédiaire d'un filtre passe-haut.

Une tension de polarisation est requise pour le bon fonctionnement d'un tweeter électrostatique ; cette tension a pour valeur la « haute

tension » de l'amplificateur ou du récepteur, appliquée par l'intermédiaire d'une résistance de garde de l'ordre de 200 kΩ. En l'absence de cette tension, il y aurait deux oscillations par cycle du signal BF appliqué ; ce qui se traduirait par un doublage de fréquence.

La figure 7 montre le schéma d'utilisation d'un tweeter électrostatique (cellule S8C) dans le cas d'un étage BF simple, et la figure 8, dans le cas d'un étage BF en push-pull.

On remarquera la présence des interrupteurs **Int.** permettant de supprimer, en les fermant, le fonctionnement du tweeter électrostatique.

La figure 9 nous montre l'aspect d'une cellule tweeter électrostatique.

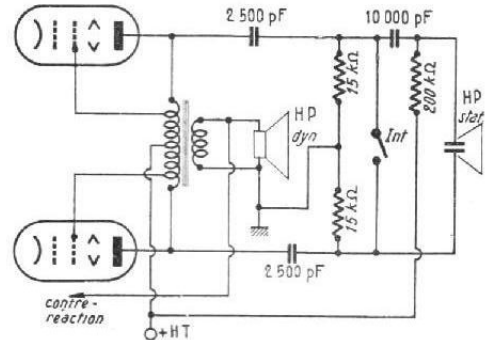


Fig. 8. — Utilisation d'un tweeter électrostatique dans le cas d'un étage de sortie push-pull.

Remarques concernant l'utilisation des tweeters

D'ores et déjà, précisons que les remarques qui suivent s'appliquent à tous les tweeters, qu'ils soient électrostatiques, électrodynamiques ou piézoélectriques.

1° En modulation d'amplitude, il est préférable de supprimer le fonctionnement du tweeter. En effet, en AM, les émetteurs ne transmettent que peu de choses au-dessus de 5 000 c/s, ou alors d'une façon très affaiblie. Dans ces conditions, le tweeter n'a rien à reproduire et devient inutile. Ou plutôt si, il risque de renforcer l'interférence 9 kc/s entre stations, ce qui n'est donc pas très indiqué ! Par contre, l'emploi de tweeters est tout à fait justifié en réception FM, pour l'audition des disques microsillons de qualité, et en règle générale, sur toutes les chaînes à haute fidélité.

2° L'adjonction d'un tweeter renforceur d'aiguës sur un montage existant conduit parfois à de grosses surprises. En fait, après une telle installation, que peut-on dire :

a) « Ça ne marche pas ! » Il est certain que si l'amplificateur, le lecteur de disques, ou tout

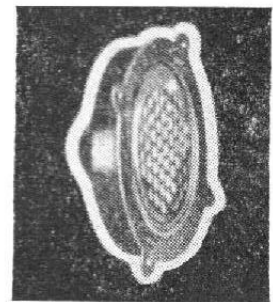


Fig. 9. — Aspect d'un tweeter électrostatique (Audax)

autre organe, tout autre maillon de la chaîne, se refusent à laisser passer les fréquences supérieures à 5 000 c/s par exemple, il est parfaitement inutile de monter un tweeter. Celui-ci ne demande qu'à reproduire les aiguës, les extrêmes aiguës, la richesse des timbres, en général ; mais si elles n'existent pas, le tweeter ne saurait évidemment les « fabriquer » !

L'entretien des disques et l'aménagement de la discothèque



EN quelques années, les microsillons ont supplanté presque complètement les anciens disques 78 tours à courte durée d'audition, à support de gomme laque fragile, et au bruit de fond plus ou moins accentué; ils ont amené vers la musique enregistrée une nouvelle clientèle immense. Devenus légers et incassables grâce à un support vinylique, ces disques sont presque libérés de tout bruit de surface, et assurent la reproduction d'une gamme musicale d'une richesse presque inespérée. Certes la reproduction purement mécanique des sillons à enregistrer n'est plus possible, mais les électrophones de tous prix assurent dans les meilleures conditions une audition de plus d'une demi-heure de musique par face de disque de 30 cm.

Toutes les préventions des musicomanes envers la musique « en conserve » ont désormais disparu et une clientèle nouvelle phonographique multiple et enthousiaste a désormais à sa disposition un répertoire immense d'œuvres enregistrées de tous genres, convenant à toutes les catégories d'auditeurs.

Pour tirer de ces disques merveilleux les meilleurs résultats, il convient, sans doute, d'avoir à sa disposition un électrophone de haute qualité, et de savoir s'en servir; il convient également d'avoir quelques notions d'acoustique et d'électro-acoustique pour disposer au mieux la pièce de l'appartement dans laquelle est utilisée la machine parlante.

Mais, ces beaux disques coûteux, il faut aussi bien les choisir, et bien les entretenir, si l'on veut les conserver longtemps capables d'assurer des auditions de qualité. Sans doute, les disques microsillons sont-ils, comme nous venons de le rappeler, plus résistants et moins

fragiles que les disques en gomme laque d'avant-guerre; encore convient-il pourtant de ne rien exagérer. La matière plastique est plus élastique et moins délicate que la surface en gomme laque, mais elle n'est tout de même pas à l'abri de tous les chocs et de toutes les rayures. Les disques microsillons modernes, comme les disques d'autrefois, doivent donc être vérifiés et soigneusement conservés pour durer le plus longtemps possible avec leurs qualités intégrales.

L'amateur de disques possède généralement des notions et des goûts artistiques, qui lui permettent d'effectuer son choix dans les meilleures conditions et en rapport avec ses préférences personnelles.

Il lui est aussi nécessaire de classer ses disques d'une manière rationnelle, pour que la

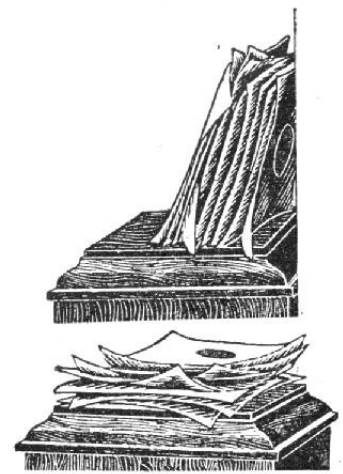


FIG. 1. — Surtout ne laissons pas les disques « en vrac » sans précautions...

devra posséder cette bobine pour un diamètre de fil donné, un diamètre de mandrin fixé, et éventuellement, une section magnétique imposée. La solution est de passer le bobinage au pont de mesure et de l'amener conforme à la valeur requise par opérations successives.

On conçoit donc que l'emploi de plusieurs haut-parleurs groupés par l'intermédiaire de filtres complexes n'est pas à la portée de l'amateur. Il est préférable de laisser cela aux professionnels... bien qu'il ne soit pas encore prouvé que de tels groupements donnent de meilleurs résultats qu'un excellent haut-parleur électrodynamique, de 24 ou 28 cm de diamètre, de qualité parfaite, associé avec un non moins excellent tweeter!

LES COLONNES SONORES

Il s'agit du montage de plusieurs haut-parleurs électrodynamiques normaux, les uns au-dessus des autres, à l'intérieur d'un baffle long, fermé. Une colonne sonore de ce genre est représentée sur la figure 11. Précisons que tous les haut-parleurs utilisés à l'intérieur d'une même colonne sont du même type et que leur groupement est effectué sans aucun filtre. Il ne s'agit que d'un groupement série-parallèle des bobines mobiles pour l'obtention d'une impédance donnée.

Les colonnes sonores sont très employées en sonorisation du fait de leur effet directif accusé permettant la suppression des échos et de l'effet Larsen; par contre, on n'emploie pas une colonne sonore à la sortie d'une chaîne haute fidélité pour auditions de salon.

recherche d'un enregistrement quelconque soit très rapide, et de prendre les précautions utiles pour que la conservation soit bien assurée sans risque de détérioration, et à fortiori sans déformation de la surface.

Il y a beaucoup de discophiles, malheureusement, qui n'hésitent pas à consacrer des sommes relativement importantes à l'achat d'un électrophone et de nombreux disques, mais qui, par contre, ne prennent aucune peine pour l'entretien et le classement de ces derniers.

Ces amateurs négligents prennent difficilement la précaution de remettre les disques dans leurs enveloppes après chaque audition; ils les entassent souvent les uns sur les autres sans aucun ordre sur un support quelconque, quand ce n'est pas sur le plancher, ou sur l'électrophone! (fig. 1).

Les disques empilés horizontalement ne risquent pas de se déformer, mais, s'ils ne sont pas protégés, ils peuvent être facilement rayés, et leur surface se couvre de poussière.

Si, au lieu de les empiler horizontalement, on les place obliquement sans aucun ordre ni précaution, le risque est encore plus grand. Ils peuvent être rayés, mais surtout déformés sous l'action de leur propre poids, surtout s'ils sont placés dans une pièce fortement chauffée, comme c'est le cas général en hiver. Bien entendu, ces rangements « d'infortune » ne permettent pas la recherche rapide des enregistrements désirés.

b) « Ça nasille! » Cela prouve que les aiguës fournies par la chaîne d'amplification sont considérablement déformées, ou sont le siège d'auto-oscillations parasites. Certes, auparavant, le défaut n'avait jamais été constaté, car la gamme de fréquences où se situent les déformations n'était pas, ou mal, reproduite.

c) « C'est merveilleux... » et l'on bénéficie de cet effet de présence, de toute la richesse des timbres propres à chaque instrument. Cela indique que la chaîne d'amplification est fidèle à tous points de vue. La qualité parfaite de toute la chaîne BF est donc la condition sine qua non de l'utilisation correcte des tweeters.

3° Il est important de monter le tweeter aussi près que possible du haut-parleur normal. Lorsque le tweeter est à une certaine distance du haut-parleur normal, il se produit un effet de décalage difficile à analyser, mais d'une impression absolument désastreuse pour l'oreille exercée.

Le tweeter sera donc monté sur le même baffle ou dans la même enceinte acoustique que le haut-parleur normal, à quelques centimètres au-dessus ou au-dessous de celui-ci par exemple. Dans certains cas même, le tweeter est installé au centre du cône du haut-parleur électrodynamique; c'est la disposition coaxiale représentée sur la figure 10.

4° Le tweeter ne fait pas tout. Nous avons vu qu'il commence à entrer en action à partir de 5 000 ou 7 000 c/s (selon les modèles). Cela entraîne donc l'emploi, par ailleurs, d'un excellent haut-parleur électrodynamique capable d'atteindre lui-même ces fréquences avec un niveau convenable, de façon qu'il n'y ait pas de crevasse dans la courbe de réponse de l'ensemble (de quelques dizaines de cycles/seconde à 20 000 c/s environ).

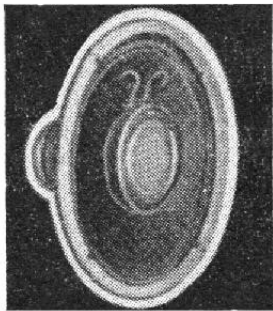


FIG. 10. — Haut-parleur électrodynamique avec tweeter électrostatique coaxial (Audax)

5° Dans l'utilisation des tweeters piézoélectriques et électrostatiques, nous avons prévu des filtres passe-haut à résistance et capacité. C'est la solution la plus simple et la meilleure.

Pour le tweeter électrodynamique (fig. 5), le filtre se limite à l'intercalation d'un simple condensateur (dont l'impédance diminue lorsque la fréquence augmente); dans le cas de l'emploi d'un seul tweeter, cette disposition donne satisfaction.

Mais parfois, on effectue des groupements de trois ou quatre haut-parleurs électrodynamiques, et l'on fixe à chacun la bande de fréquences qu'il aura à reproduire. C'est évidemment un cas d'utilisation très différent et qui n'a rien à voir avec le montage de la figure 5. Chaque haut-parleur doit alors être attaqué par l'intermédiaire d'un filtre « passe-bande » (aux fréquences choisies). Ces filtres sont alors nécessairement appelés à des condensateurs et à des bobinages. On détermine ces filtres par le calcul ou au moyen d'abaques. Pour les condensateurs, pas de problème; on arrive toujours à réaliser la capacité nécessaire par des groupements série ou parallèle.

Pour les bobinages, c'est une autre histoire! Supposons que le calcul nous dise qu'un tel filtre exige une bobine de 1 800 millihenrys. Il n'y a aucun procédé précis susceptible de nous renseigner sur le nombre de tours que

COMMENT MANIPULER LES DISQUES ET LES ENTRETENIR

Tous les disques, de même, d'ailleurs, que tous les objets à surface fragile, tels que les films de cinéma, doivent être manipulés en les tenant par la tranche; à la rigueur, on peut aussi saisir le bord de l'ouverture centrale. Il est indispensable d'éviter tout contact entre la surface enregistrée et les doigts. Même si nos mains semblent rigoureusement propres, la surface des doigts est généralement recouverte d'une très légère couche de graisse, qui laisse des empreintes sur les sillons. Par la suite, la couche de graisse retient les poussières, ce qui augmente les bruits de fond et l'usure.

Le frottement des ongles, et surtout des ongles acérés des femmes élégantes, sont encore plus dangereux. Pour sortir un disque d'un classeur ou d'une pochette, ou le replacer, il faut, de même, éviter tous frottements contre le papier, le carton, ou les supports de classeurs. La fragilité du disque microsillons sous le rapport des rayures ne doit jamais être perdue de vue.

Certes, il n'y a aucun rapport, nous l'avons déjà noté, entre le disque d'avant-guerre et le disque actuel; en particulier, la matière vinylique est absolument stable, de sorte qu'elle résiste même à plus de 40° C. Par contre, une atmosphère trop sèche est nuisible, et il faut prendre garde au chauffage central pendant l'hiver. Les humidificateurs ne sont pas moins nécessaires pour eux que pour l'hygiène des habitants de l'appartement.

Tout frottement un peu violent suffit, rappelons-le encore, pour endommager la surface, et provoquer des rayures. Lorsque celles-ci deviennent relativement profondes, elles peuvent provoquer de véritables déformations des bords des sillons, qui sont très réduits et, par suite, entraînent des bruits parasites, sinon des distorsions.

Les disques standards 78 tours d'autrefois craignaient aussi la poussière; leur entretien se bornait, en général, à maintenir la surface extrêmement propre, et même parfois à l'encastiquer de temps en temps.

Le nettoyage de la surface, en général, a pour but d'enlever, non seulement les pous-

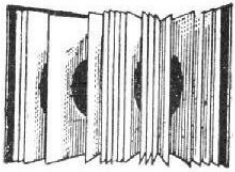


FIG. 2. — Les disques en album

sières provenant de l'extérieur, mais encore les particules de matière arrachées par l'aiguille. A cet effet, on emploie un chiffon de laine, une brosse-tampon en velours, ou une brosse à poils de chèvre très doux.

On s'est demandé autrefois s'il n'était pas possible d'accroître la durée du disque en lubrifiant sa surface, ce qui permettait, en même temps, de diminuer le bruit de grattage de l'aiguille, d'où l'emploi d'huile de paraffine et même d'aiguilles en fibre fortement paraffinée, ce qui présentait évidemment de graves inconvénients pratiques. Pour les disques microsillons, la plupart des frottements, même effectués avec des tissus spéciaux très doux, sont plutôt nuisibles, en raison des effets d'électrisation de la matière constituant le support. Cette électrisation provoque une attraction de la poussière et, par conséquent, il faut bien se garder de l'augmenter ou de la produire.

On emploie généralement pour le nettoyage un chiffon en nylon très doux et sec que l'on peut légèrement humidifier ensuite. Il est encore préférable de ne pas frotter du tout la surface, et de se contenter de chasser la pous-

sière avec un jet d'air sous pression, au moyen d'une simple pompe de bicyclette par exemple.

Certains praticiens recommandent d'employer un morceau de velours de soie légèrement imbibé d'alcool à brûler, en frottant doucement sur la surface du disque dans le sens des sillons.

Quant à l'effet électrique gênant, on peut trouver dans les magasins spécialisés des produits isolants destinés, selon leurs partisans à éviter cet inconvénient.

CLASSEMENT HORIZONTAL OU VERTICAL

La précaution la plus élémentaire pour le classement si l'on ne dispose pas d'un classeur bien étudié, consiste à replacer les disques dans leurs pochettes une fois l'audition terminée, et à éviter, avant tout, le frottement

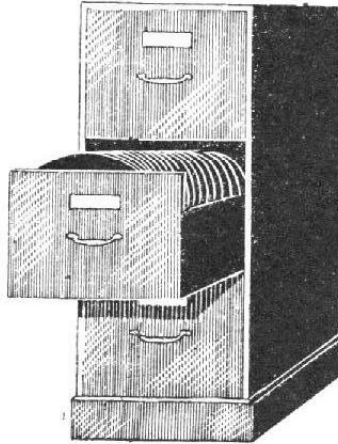


FIG. 3. — L'emploi d'un classeur de bureau à tiroirs

des surfaces non protégées les unes contre les autres. Faut-il, en général, ranger les disques horizontalement les uns sur les autres, ou verticalement, bien serrés, à l'aide de supports convenables?

La disposition horizontale peut être préconisée rationnellement si le support inférieur est parfaitement plan; bien entendu, les disques de plus grand diamètre doivent se trouver à la partie inférieure et la pile ne doit pas comporter, en principe, plus de 10 à 15 disques, afin d'éviter une pression trop forte sur l'élément inférieur.

Les matières vinyliques ne doivent pas être soumises à des pressions inégales, sans risque de gondolement; c'est pourquoi, le rangement vertical doit être aussi bien étudié.

A la rigueur, d'ailleurs, s'il y a déformation d'un disque en matière plastique, on peut tenter de lui restituer sa forme normale en le disposant entre deux plaques de verre ou de marbre, pendant un temps assez long, qui peut atteindre au moins un mois, et en disposant sur la plaque supérieure un objet assez lourd, des dictionnaires, par exemple.

Les disques modernes sont moins sensibles à la chaleur; néanmoins, la déformation est plus à craindre avec une température ambiante élevée, et au voisinage d'une source de chaleur. C'est pourquoi, les disques ne doivent jamais être placés à proximité d'un appareil de chauffage. Les boîtiers ou les meubles utilisés doivent être protégés contre l'humidité, la chaleur, et la poussière au besoin par des parois isolantes.

ALBUMS ET CLASSEURS

Une manière simple et sûre de classer les disques consiste à les placer dans des albums porte-disques que l'on peut se procurer chez

tous les revendeurs. D'ailleurs, de nombreux disques de qualité constituent une série d'enregistrements associés pour une raison ou pour une autre, sont présentés par les éditeurs eux-mêmes dans des albums souvenir fort artistiques (fig. 2).

Dans ces albums, chaque disque est placé dans son enveloppe spéciale, et l'ensemble est maintenu sur toute la surface lorsque la couverture est repliée. Chaque album est destiné, en principe, à une catégorie ou à une série de disques définie, et comporte une table de repère qui permet la recherche rapide du disque désiré. Ces albums de disques peuvent généralement être placés dans une bibliothèque, comme des livres ordinaires de grand format, et l'on crée ainsi plus facilement une discothèque.

Si l'on dispose d'un classeur à tiroirs, il suffit souvent de placer verticalement à l'intérieur les disques serrés les uns contre les autres, et toujours disposés dans leurs enveloppes spéciales; une table générale de repère et des fiches permettent une recherche rapide (fig. 3).

On groupe rationnellement chaque catégorie de disques et on sépare les groupes au moyen de feuilles de carton fort portant de petites étiquettes de repère. On peut ainsi effectuer une recherche rapide; les feuilles de carton assurent un serrage efficace et uniforme des disques les uns contre les autres, et on empêche ainsi leur déformation.

La plupart des électrophones ou des appareils combinés radiophonographiques de formes meubles comportent des casiers spéciaux, dans lesquels on peut placer les disques. Les plus simples ont la forme d'une petite bibliothèque à tablettes horizontales, ou plutôt verticales; sur la paroi intérieure des portes, on peut placer une feuille de carton blanc, sur laquelle on inscrit les titres des disques contenus dans la discothèque.

Les formes des classeurs sont nombreuses, et souvent fort ingénieuses. Des modèles bien

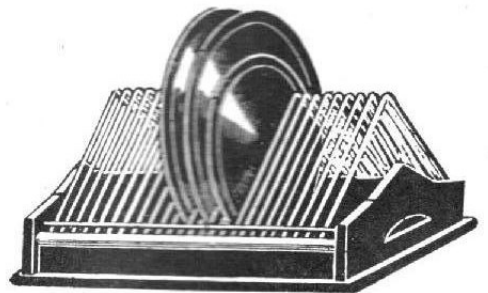


FIG. 4. — Une forme classique de classeur

connus sont constitués avec un plateau de bois sur lequel sont fixées une série de supports perpendiculaires en fil d'acier recouvert de feutre. Entre deux supports successifs, on ménage l'écartement nécessaire au passage d'un disque, et la surface de ce dernier est ainsi efficacement maintenue; des numéros disposés en face de chacune de ces sortes de cases ou fentes verticales permettent un repère immédiat des différents éléments de la discothèque. Une fois les disques placés, on peut évidemment mettre le plateau à l'abri de la poussière, en le disposant à l'intérieur d'un meuble; la position verticale a l'avantage de l'encombrement minimum, et l'on peut ainsi placer côte à côte sans inconvénient des disques de différents diamètres (fig. 4).

Il existe des modèles de classeurs très pratiques et divers, à l'intérieur desquels les disques sont généralement disposés verticalement et séparés les uns des autres au moyen de plaques recouvertes de feutre et de forme évidée afin de permettre le choix et le placement facile d'un disque. Il existe même des mallettes-classeurs portatifs pour le voyage et le week-end.



BAFFLES et enceintes acoustiques

RENDEMENT D'UN HAUT-PARLEUR

UTILITE DES BAFFLES ET ENCEINTES

UN haut-parleur a un rendement déplorable de l'ordre de 1 à 5 % ; c'est-à-dire qu'un amplificateur donnant 10 watts modulés en sortie ne serait capable de fournir à la sortie du H.P. que 0,5 watt acoustique. Heureusement, peu de watts acoustiques peuvent faire beaucoup de bruit ; un violon fournirait 2/100 de watt acoustique et un piano 4/10 de watt acoustique. Une puissance BF (électrique) de 4/10 de watt est suffisante pour un violon alors qu'il faut 8 watts pour reproduire le piano à son niveau normal avec un H.P. ayant un rendement de 5 % (ce qui est déjà très bon).

Presque toute la puissance est nécessaire dans les fréquences basses et on a cherché à augmenter le rendement du haut-parleur dans les basses. On atteint avec de très bons pavillons exponentiels un rendement allant jusqu'à 30 %, ce qui permet de diminuer de 6 à 10 fois la puissance de l'amplificateur, donc de le faire travailler à faible distorsion.

La grosse difficulté rencontrée dans la reproduction des fréquences basses provient du fait suivant. Lorsque le cône d'un haut-parleur reçoit une impulsion, par exemple

Tableau I

Longueur d'onde des ondes sonores

340 m

$$\lambda = \frac{340}{f} \text{ dans l'air}$$

| Fréquence | λ en m | Fréquence | λ en m |
|-----------|----------------|-----------|----------------|
| 20 | 17 | 2 000 | 0,17 |
| 30 | 11,2 | 3 000 | 0,11 |
| 40 | 8,5 | 4 000 | 0,085 |
| 50 | 6,8 | 5 000 | 0,068 |
| 60 | 5,6 | 6 000 | 0,056 |
| 100 | 3,4 | 8 000 | 0,042 |
| 200 | 1,7 | 10 000 | 0,034 |
| 400 | 0,85 | 12 000 | 0,028 |
| 500 | 0,68 | 15 000 | 0,023 |
| 800 | 0,42 | 20 000 | 0,017 |
| 1 000 | 0,34 | | |

vers l'avant, l'intérieur du cône repousse l'air en contact avec lui, ce qui crée une compression de cet air ; la partie arrière du cône, crée en avançant un vide d'où dépression. Si cette impulsion dure longtemps, c'est-à-dire si la fréquence est basse, la surpression, créée à l'avant, va combler la dépression, créée à l'arrière, et l'effet de l'impulsion sera considérablement diminué (fig. 1).

La vitesse du son est 340 m à la seconde. Pour trouver la longueur d'onde, on cherche le chemin parcouru pendant une période.

A 50 c/s, le chemin parcouru en $\frac{340}{50}$ de seconde est $\frac{340}{50} = 6,8$ m.

A 1 000 c/s la longueur d'onde est 34 cm et à 10 000 c/s elle est de 3,4 cm (voir tableau I).

Si on compare ces longueurs d'ondes aux dimensions d'un haut-parleur, on comprend pourquoi pour les fréquences basses l'égalisation des pressions est telle que le rendement à ces fréquences est pratiquement nul.

BAFFLES PLANS ET REPLIES

La solution consiste évidemment à empêcher cette égalisation de pression entre les faces avant et arrière du haut-parleur au moyen d'un écran suffisamment grand pour qu'aux plus basses fréquences audibles l'égalisation de pression ne puisse se produire (fig. 1). Le rayon de ce baffle doit être au moins égal au 1/4 de la longueur d'onde du son le plus grave.

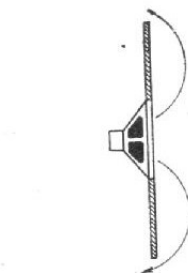
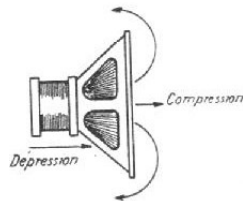


Fig. 1. — Les pressions s'égalisent si la longueur d'onde est grande devant les dimensions du haut-parleur. L'écran allonge le trajet des ondes avant et arrière et s'il est suffisant, il les empêche de se neutraliser.

Si nous fixons ce son à 30 c/s, la longueur d'onde est $\frac{340}{30} = 11$ m ;

le quart est 2,75 m. Il faudra donc un écran de 5,50 m de diamètre. Il existe peu d'appartements qui puissent contenir un tel écran. La solution est de fixer le H.P. devant un trou percé dans un mur de façon que l'avant du H.P. rayonne dans une pièce, l'arrière dans une autre.

Les écrans couramment employés ayant 1 m x 1 m coupent les fréquences inférieures à 170 c/s. Les fréquences basses sont pratiquement absentes. On peut penser à replier les bords de l'écran pour augmenter le trajet qui sépare l'onde avant de l'onde arrière. On obtient un coffret à fond ouvert (fig. 3).

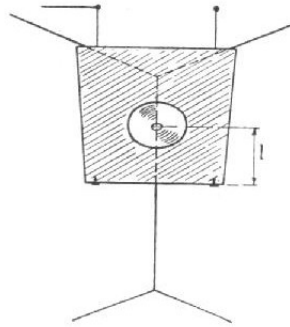


Fig. 2. — Baffle plan. l doit être supérieur au quart de la longueur d'onde de la plus basse fréquence à transmettre.

Une caisse de 1 m³ (1 m x 1 m x 1 m) n'équivaut qu'à un écran de 2,3 m et assure une reproduction des fréquences jusqu'à 70 c/s et elle peut apporter des résonances dues aux vibrations propres du volume d'air qu'elle contient. Avec ce système on obtient un écran moins encombrant.

COFFRETS CLOS

On pourrait également penser à supprimer la radiation arrière du H.P., en absorbant l'onde arrière dans des matériaux appropriés ; et, alors, la fermeture arrière du coffret serait rendue possible. Il faut cependant, pour que le son soit entièrement absorbé, que le coffret contienne une assez grande quantité de matériau absorbant, donc qu'il soit assez volumineux (0,25 à 0,5 m³). Si le coffret est suffisamment grand, au 1/4 de m³, on pourra se contenter d'un revêtement assez sommaire, à condition toutefois d'éviter les réflexions sur un fond parallèle à la face avant du H.P. L'enceinte idéale semble être le

coffret étudié par M. Cabasse de la « Maison du Haut-Parleur » pour son diphone 5 A consiste en

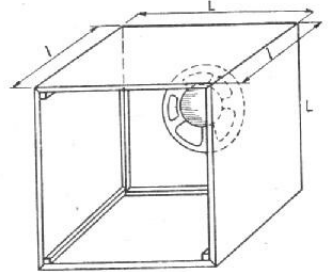


Fig. 3. — Coffret sans fond, équivalent d'un baffle plan de dimensions $2,3 \text{ l} \times \text{L} = \text{l}$.

un meuble d'encoignure ayant la forme d'un prisme pentagonal dont les dimensions sont indiquées sur la figure 5. Le H.P. est monté sur la base supérieure et a son axe vertical. Les fréquences élevées sont dispersées par un déflecteur placé sur le bord du trou et renvoyant ces fréquences dans un plan horizontal.

La hauteur de l'enceinte est de 1,20 m.

Le fond parallèle à la base, sur laquelle est fixé le H.P. est tapissé d'une couche de 5 à 10 cm de laine de verre pour éviter les réflexions sur le fond.

Le fond est constitué par le plancher de la pièce et les deux parois à angle droit par une encoignure.

L'ouverture, dans le dessus, est conique pour prolonger la forme du cône.

Cette enceinte constitue un baffle infini puisque seule l'onde avant est utilisée, l'onde arrière étant absorbée dans l'enceinte.

(Suite page 83.)

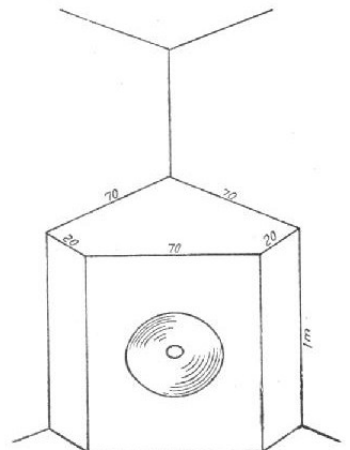


Fig. 4. — Enceinte « baffle infini » d'encoignure. Contreplaqué de 2,5 cm en parois doubles bourrés de sable sec. Volume 250 dm³.

CARACTÉRISTIQUES

des principaux tourne-disques, électrophones et chaînes haute fidélité

ACORA (Ets) 3, Villa Poirier, Paris (15°)
Tél. : Ség. 08-79



Intermezzo 57. Electrophone 3 lampes (6AB8, 6P9, 6V4). Puissance 3 W. HP 21 cm. Prise pour micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-220 V. Valise gainée toile plastifiée. Couvercle amovible avec HP, H 190 - L 360 - P 330 mm.
Prix T.T.C. 33.420

ANDRE-RADIO, 48, r. de Turenne, Paris (3°)
Tél. : Arc. 48-43



Plain-Chant. Ensemble formant chaîne haute-fidélité, comprenant l'amplificateur 105, le préamplificateur 21 ou 201 incorporés dans meuble noyer ou acajou avec HP 30 cm inclus, et valise tourne-disque PC.
Prix T.T.C. 178.100

ARCO-JICKY, 127, bd Lefebvre, Paris (15°)
Tél. : Vau. 50-23



Valise tourne-disque Arco. Tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours, platine Radiohm. Alternatif 115-230 V, 50 c/s, 5 VA. Valise péga-moïd vert 2 tons. H120-L350-P270 mm, 3 kg.
Prix T.T.C. 13.265

ANTENNA, 16, rue de l'Évangile, Paris (18°)
Tél. : Nor 51-18



S.T. 23. Electrophone 2 lampes (6V4, 6AB8). Puissance 3,5 W. HP 21 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 25 + 10 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H 190 - L 390 - P 310 mm, 6 kg.
Prix T.T.C. 28.278

105. Amplificateur 5 lampes (EF40, EF41, 2-EL84, GZ32). Push-pull 8 W. Entrée haute impédance (3 V). Sortie basse impédance (15 Ω). Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 80 VA. Capot tôle vermiculée. H200-L480-P150 mm.
Prix T.T.C. 41.281

21/201. Préamplificateur 3 lampes (3-EF40). Alimenté par amplificateur 105. 2 entrées : basse impédance (200 mV) et haute impédance (500 mV). Sortie 3 V. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Capot métal. H100-L250-P250 mm.
Prix T.T.C. 26.654

P.M. 33. Electrophone 3 lampes (6V4, 12AX7, 6BQ5). Puissance 4 W. HP 21 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 30 + 10 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H190-L390-P310 mm, 6 kg.
Prix T.T.C. 31.363

P.C. Tourne-disque 3 vitesses, platine Clément. Alternatif 110 V (220 V sur demande), 50 c/s, 10 VA. Valise gainée péga-moïd, couvercle amovible. H180-L420-P330 mm.
Prix T.T.C. 49.358

Valise tourne-disque Arco. Même modèle avec dispositif à lampe oscillatrice UCH81 et redresseur sec. Sortie modulée par cordon blindé 1 m, à relier aux prises AT des récepteurs ne comportant pas de prise PU. Alternatif 115-230 V, 50 c/s, 5 + 5 VA.
Prix T.T.C. 16.915



Arcophone 56. Electrophone 3 lampes (UF41, UL41, UY42, HP 21 cm. Puissance 2,5 W. Tonalité réglable. Prise pour micro. Tourne-disque 3 vitesses, platine Radiohm. Alternatif 115-230 V, 50 c/s, 23 + 5 VA. Valise gainée, couvercle détachable contenant le HP. H145-L380-P300 mm, 6 kg. Prix T.T.C. 30.823
Micro cristal. Prix T.T.C. 2.570

LES caractéristiques et prix des appareils décrits sont donnés sans engagement de notre part. Les adresses des fabricants sont publiées pour chaque marque, de façon à permettre aux lecteurs intéressés de demander l'adresse du distributeur le plus proche de leur domicile, en se recommandant du journal Le Haut-Parleur. Lorsque les prix sont indiqués

« TTC Paris », il y a des frais de port pour la Province.

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.

ARESO, 64, rue du Landy, Plaine-Saint-Denis
Tél. : Pla. 16-60

Electrophone. 3 lampes (EF86, EL84, EZ80). HP 19 cm. inversé. Puissance 4 W. Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Prises micro et radio. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V. Valise gainée toile, couvercle amovible. H160-L380-P270 mm. 7 kg.
Prix T.T.C. Paris **28.795**



Electrophone-changeur. 3 lampes (EF41, EL41, GZ41). HP 12-19 cm. Puissance 3 W. Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/220 V. Valise gainée toile grise. H170-L400-P375 mm, 10 kg. Prix T.T.C. Paris **38.560**



BARTHE (Ets Jacques), 53, rue de Fécamp, Paris (12^e) — Tél. : Did. 79-85



GM Luxe. Tourne-disque Lenco J55, 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours par régulateur magnétique. Alternatif 110-145-220 V, 50 c/s, 7 VA. Valise gainée 2 tons. H130 - L320 - P270 mm, 2,7 kg. Prix T.T.C. **13.882**



F50-84 Luxe. Tourne-disque semi-professionnel Lenco F50-84, 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours par variateur de vitesses à système

double différentiel. Alternatif 110-145-220 V, 50 c/s, 15 VA. Valise gainée simili cuir vert. H170 - L400 - P330 mm, 6,9 kg.
Prix T.T.C. **24.620**

Lenco J55. Platine tourne-disque 4 vitesses : 16-33-45 et 78 tours, par régulateur magnétique. Plateau ϕ 22 cm, recouvert caoutchouc. Arrêt automatique avec court-circuit de P.U. Tête de P.U. piézo-électrique à 2 saphirs interchangeables. Alternatif 110/145 ou 220 V, 50 c/s, 7 VA. Platine bakélite. H110 - L295 - P250 mm, 1,7 kg. Prix T.T.C. Paris **11.825**

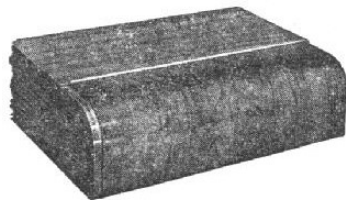
Lenco F50-84. Platine tourne-disque 4 vitesses: 16, 33, 45 et 78 tours, par variateur de vitesses à système double différentiel, équipée d'un moteur à 4 pôles. Plateau ϕ 30 cm, à forte inertie, recouvert caoutchouc. Correcteur de vitesse. Arrêt automatique avec court-circuit du PU. Bras de PU avec tête amovible, piézo-électrique à 2 saphirs interchangeables. Taux de pleurage < 5 %. Alternatif 110/145 ou 220 V, 50 c/s, 15 VA. Platine tôle laquée. H125 - L375 - P300 mm, 5 kg.
Prix T.T.C. Paris **20.226**

Lenco F50 - 84GE. Même modèle avec tête GE à reluctance variable.
Prix T.T.C. Paris **25.348**

Lenco F50 - 84GE. Même modèle avec pré-ampli incorporé, 1 lampe (ECC81).
Prix T.T.C. Paris **34.602**

F50 - 84GE Luxe. Même modèle avec lecteur magnétique à reluctance variable GECO.
Prix T.T.C. Paris **29.770**

F50 - 84GE Luxe. Même modèle avec lecteur GECO et préamplificateur incorporé 1 lampe ECC81. Alternatif 110-145-220 V.
Prix T.T.C. Paris **39.025**



J55. Tiroir. Tourne-disque Lenco J55. 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours. Alternatif 110-145-220 V. Ebénisterie noyer. H160 - L560 - P380 mm, 7 kg. Prix T.T.C. Paris **20.566**

F50-84. Tourne - disque semi - professionnel Lenco F50-84, 4 vitesses : 16, 33, 45 et 78 tours. Alternatif 110-145-220 V, 50 c/s, 15 VA. Ebénisterie noyer, H160 - L560 - P380 mm, 10,5 kg. Prix T.T.C. Paris **29.390**

F50 - 84GE. Même modèle avec lecteur magnétique à reluctance variable GECO.
Prix T.T.C. Paris **34.530**

F50-84GE. Même modèle avec lecteur GECO et préamplificateur incorporé. 1 lampe (ECC81). Alternatif 110-145-220 V, 50 c/c, 8 + 15 VA.
Prix T.T.C. Paris **43.855**



J3. Electrophone 2 lampes (ECL80, EZ80). Puissance 2 W. HP 16-19 cm. Prise HPS. To-

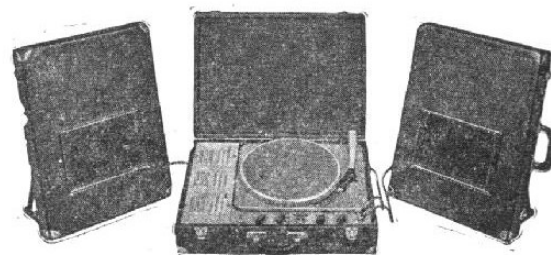
nalité réglable. Tourne-disque Lenco J55, 4 vitesses par régulateur magnétique. Alternatif 110-220 V. Valise gainée simili cuir 2 tons, lavable, gris clair et bordeaux. H170 - L410 - P350 mm, 6,5 kg. Prix T.T.C. Paris **28.280**



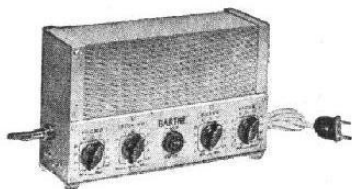
Super J3. Electrophone 3 lampes (UF41, UL41, UY41). Puissance 3 W. HP 21 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction variable. Tourne-disque Lenco J55, 4 vitesses par régulateur magnétique. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 38 + 7 VA. Valise gainée simili cuir 2 tons, lavable, couvercle détachable, contenant le HP. H180 - L410 - P330 mm, 7,6 kg.
Prix T.T.C. Paris **34.550**



3VL3 Luxe. Electrophone 3 lampes (UF41, UL41, UY41). Puissance 3 W. HP 21 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction variable. Tourne-disque Lenco B20, 4 vitesses par régulateur magnétique, d'une tête de PU démontable et d'un diamant. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 38 + 7 VA. Valise gainée simili-cuir natté vert, couvercle détachable contenant le HP. H180 - L410 - P330 mm, 9,7 kg.
Prix T.T.C. Paris **43.700**



3VL12. Electrophone 5 lampes (2-6J6, 2-6V6, 5Y3GB). Puissance 12 W. 2 HP 24 cm contenus en valise 2 éléments détachables, avec 2 cordons de 5 m. 2 réglages de tonalité : grave et aiguë. Contre-réaction. Mélangeur micro-PU. Tourne-disque Lenco F50-84, 4 vitesses par variateur de vitesses à système double différentiel. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 70 + 15 VA. 2 valises gainées simili-cuir vert. H160 - L540 - P400 mm, ampli 13,5 kg, HP 8 kg.
Prix T.T.C. Paris **69.925**



Amplificateur. 4 lampes (2-ECC83, EL84, EZ80). Puissance 4 W. Prise micro. Prise HP basse impédance. 2 réglages de puissance micro-PU mélangeables. 2 réglages de tonalité : grave et aiguë. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 50 VA. Coffret métal, capot tôle ajourée. H180 - L290 - P100 mm, 4,3 kg.

Prix T.T.C. Paris 25.710

Haut-Parleur. HP de 24 cm., 13 000 Gauss. Impédance de la bobine mobile 5 Ω. Ebénisterie rectangulaire, placage noyer naturel, livrée non vernie et non teintée. H750 - L550 - P350 mm, 18,3 kg. Convient pour ampli 4 W, électrophones J3, Super J3 et 3VL3.

Prix T.T.C. Paris 20.206

Haut-Parleur. Même modèle, ébénisterie de coin. H750 - L650 - P450 mm, 16,5 kg.

Prix T.T.C. Paris 23.136

CLARSON, 28-30, rue Mousset-Robert, Paris (12^e). Tél. : Dor. 94-09



Electrophone. 3 lampes (EBF80, EL84, EZ80). Puissance 3,5 W. Prise pour micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, avec chercheur de sillon. Dispositif de court-circuit du PU avec arrêt automatique. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée 2 tons vert et gris. Couvercle amovible contenant le HP. H165-L430-P315 mm, 7 kg.

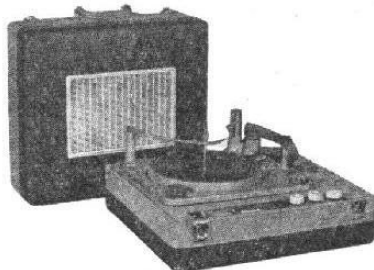
Prix T.T.C. 30.335

CLEMENT (S.E.C.R.E.), 144, bd de la Villette, Paris (19^e). Tél. : Bot. 59-31



Symphonie. Electrophone 3 lampes (ECH81, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HP 21 cm. Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 115/245 V, 50 c/s, 40 + 10 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H185-L380-P340 mm.

Prix T.T.C. 36.813



707. Electrophone-changeur, 3 lampes (ECH81, EL84, EZ80). Puissance 3 W. 3 HP : 20 cm et 2 tweeters. Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Changeur de disques 4 vitesses : 16-33-45 et 78 tours pour 10 disques 25 et 30 cm mélangés ou 12 disques 17 cm. Commandes pour rejet et répétition en cours d'audition. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée 2 tons beige, couvercle amovible. H220-L430-P390 mm.

Prix sur demande.

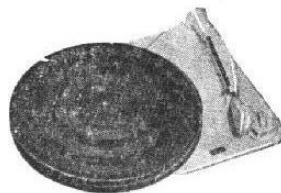
**DUCASTEL, 208 bis, r. La Fayette, Paris (10^e)
Tél. : Nor. 01-74**



Valise électrophone. 3 lampes (EBC91, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HP 21 cm inversé. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 + 10 VA. Valise gainée vert et gris, couvercle amovible contenant le HP. H190-L380-P300 mm.

Prix T.T.C. 27.660

DUCRETET-THOMSON, 173, bd Haussmann, Paris (8^e). Tél. : Ely. 14-00



T64. Platine tourne-disque 4 vitesses 16-33-45 et 78 tours, équipée d'un moteur monophasé. Plateau Ø 25 mm recouvert caoutchouc. Tête de lecture piezo-électrique, à 2 positions : 16-33-45 et 78 tours, équipée de 2 saphirs interchangeables. Arrêt et relevage automatique du bras par bouton de commande. Verrouillage de la vitesse en position de marche. Possibilité de choisir la plage désirée (microsillons), d'interrompre et de reprendre la lecture au même endroit sur le disque. Verrouillage du bras en position repos. Alternatif 105/130 et 210/260 V par commutateur 2 positions, 50 c/s, 12 VA. Platine monobloc polystyrène ivoire. H130 (65 sous platine) - L330 P245 mm.

Prix T.T.C. 12.052



VD4. Tourne-disque 4 vitesses, platine T64. Alternatif 105/130 et 210/260 V par commutateur 2 positions, 50 c/s, 12 VA. Valise gainée gold, couvercle amovible. H145 - L365 - P275 mm, 4,4 kg.

Prix T.T.C. 14.993



E624. Electrophone 3 lampes (ECC83, 6BM5, 6BX4). HP 19 cm. Puissance 2,5 W. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 4 vitesses, platine T64. Alternatif 115/230 V, 50 c/s, 44 + 12 VA. Valise gainée gold, couvercle amovible. H180-L360-P330 mm.

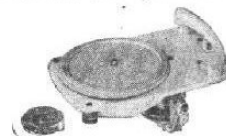
**Marcel DUPEUX, 42, rue Pajol, Paris (18^e)
Tél. : Bot. 83-99**



Electrophone M.D. 5 lampes (12AX7, 2-EF86, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HP 21 cm. Réponse droite de 20 à 20 000 c/s ± 1 db, distorsion 0,5 %, taux de C.R. 25 db. Prise HPS et magnétophone, et prise micro par jack inverseur. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Radionm, tête à réluctance variable Goldring 500. Alternatif 110/130 et 220/260 V, 50 c/s, 40 VA. Valise gainée plastique parchemin, couvercle amovible. H235-L450-P345 mm, 11 kg.

Prix T.T.C. 61.698

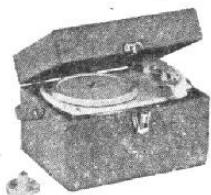
EDEN (Ets Dentzer), 13 bis, rue Rabelais Montreuil-sous-Bois (Seine). Tél. : Avr. 22-94



Micro 45. Platine pile 45 tours équipée d'un moteur 4/6 V. Plateau Ø 100 mm recouvert caoutchouc. Tête de PU piezo-électrique à

haute impédance avec saphir interchangeable. Support de PU formant interrupteur et assurant l'embrayage du moteur en position de marche. Vitesse contrôlée par régulateur électrique incorporé. Alimentation courant continu 4 à 6 V, débit 25 mA. Platine et bras plastique (H70 mm sous platine), 0,5 kg.

Prix T.T.C. 7.198

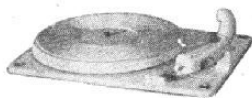


Mallette Micro 45. Tourne-disque 45 tours, équipé de la platine **Micro 45** fonctionnant sur pile ménagé 4,5 V. Mallette bois gainée façon peau de porc, volet d'accès au logement de la pile. H125-L185-P135 mm, 1,440 kg (pile comprise). Livré sans pile. Prix non fixé.



Pil'Eden. Electrophone 4 transistors (OC70, 3-OC71). Push-pull 0,4 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 45 tours, vitesse contrôlée par régulateur électrique incorporé. Alimentation par 4 piles 1,5 V, type torche, débit 30 mA. Mallette fibroïne pécaré, emplacement pour 15 disques de 17 cm, couvercle amovible. H120-L360-P280 mm. Livré sans piles.

Prix T.T.C. 25.605



T. Platine 3 vitesses 33-45 et 78 tours équipée d'un moteur asynchrone. Plateau Ø 20 cm avec disque caoutchouc. Tête de PU piézo-électrique réversible à 2 saphirs interchangeables. Arrêt automatique réglable avec coupure synchronisée du moteur et du PU. Verrouillage de l'arrêt automatique pour fonctionnement manuel (dernière plage des disques microsilons). Alternatif 115-220 V, 50 c/s, 12 VA. Bouton de changement de tension. H108 - L275 - P210 mm.

Prix T.T.C. 10.080

C. Même modèle. Alternatif 50 c/s, 12 VA, 115 ou 220 V, sans bouton de changement de tension. Peut être connecté au primaire du transfo d'alimentation du poste radio ou de l'ampli. Autres caractéristiques ident.

Prix T.T.C. 9.870



Lutèce. Tourne-disque 3 vitesses, platine T. Mallette fibroïne emboutie palmyre vert, palmyre gold ou gold uni, poignée rigide. Emplacement pour 10 disques 45 tours dans le couvercle. H140 - L290/310 - P230-255 mm, 3 kg 150.

Prix T.T.C. 10.180

FAR (Ets), 17, avenue Château-du-Loir, Courbevoie (Seine). Tél. : Déf. 25-10



Electrophone. 2 lampes (2-ECL82) et redresseur sec. Push-pull. 5 W. HP 21 cm. Prise HPS. Tonalité réglable par variation de la contre-réaction. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 25. + 15 VA. Valise gainée façon cuir 2 tons : marron et vert, couvercle amovible. H210-L440-P320 mm, 5,5 kg.

Prix T.T.C. 31.877

FILM ET RADIO, 6, rue Denis-Poisson, Paris (17^e). Tél. Eto. 24-62

4SPA Garrard. Tourne-disque 4 vitesses. Moteur asynchrone dynamiquement équilibré. Plateau Ø 23 cm. Bras aluminium, tête type GC2 amovible, pression réglable sur le disque. Arrêt automatique. Alternatif 100/130 - 220/250 V, 50 c/s, 12 VA. Platine émaillée. H120 (totale)-L305-P240 mm. Prix T.T.C. 11.720

Valise 4SPA. Equipée avec tête G.E. type RPX 050 A à 2 saphirs. Courbe de réponse 30 à 11 000 c/s à ± 1 db, niveau de sortie 10 mV. Valise gainée, couvercle amovible. H180-L360-P330 mm. Prix T.T.C. 27.660

Platine 4SPA. Equipée avec bras professionnel FR à grande inertie, pivotage sur billes et articulation sur paliers. Pression réglable sur le disque de 5 à 15 g par contrepoids. Tête G.E., type RPX 050 A. Platine martelée beige. H190 (totale)-L460-P360 mm. Prix T.T.C. 36.092

Platine 4SPA sur socle. Suspension à ressorts. Socle tôle d'acier 20/10. H190-L470-P370 mm.

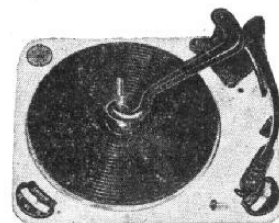
Prix T.T.C. 41.734



Bras Garrard TPA 10, tête GMC 5. Bras extensible en longueur et levier compensateur de poids. Angle de la tête et hauteur ajustables. Pression contrôlable. Tête GMC 5 avec transfo d'adaptation. Réponse de 20 à 16 000 c/s, compliance 6×10^{-9} cm/dyne, sortie 8 mV, charge 0,5 MΩ. Prix T.T.C. 26.295

Platine 4SPA. Avec Pick-up TPA 10/GMC 5. Prix T.T.C. 45.553

Platine 4SPA sur socle. Avec TPA 10/GMC 5. Prix T.T.C. 51.194



RC121-4D Garrard. Changeur automatique 4 vitesses pour 10 disques de 17, ou 25, ou 30 cm, au choix, avec levier sélecteur. Plateau Ø 25 cm, avec disque caoutchouc. Tête de PU type GC2, amovible, pression réglable sur le disque. Départ et arrêt automatiques. Ejection à volonté en cours d'audition. Utilisable comme tourne-disque à commande manuelle. Alternatif 100/130 - 220/250 V, 50 c/s, 19 VA. Platine émaillée. H189-L328-P273 mm.

Prix T.T.C. 19.950

LRS2. Adaptateur-changeur 45 tours. 1.800



RC88-4D Garrard. Changeur automatique 4 vitesses pour 8 disques de 17, ou 25, ou 30 cm, au choix, avec levier sélecteur. Plateau Ø 25 cm, avec disque caoutchouc. Tête de PU type GC2, amovible, pression réglable sur le disque. Départ et arrêt automatiques. Ejection à volonté en cours d'audition. Utilisable comme tourne-disque à commande manuelle. Alternatif 100/130 - 220/250 V, 50 c/s, 19 VA. Platine émaillée. H247-L394-P337 mm.

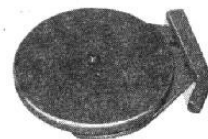
Prix T.T.C. 24.270

RC88-4D universel. Continu et alternatif 36.710

RC98-4D. Modèle avec réglage de vitesse agissant à ± 2,5 % et dispositif silencieux évitant les effets de mise en marche et arrêt du moteur. Alternatif 100/130 V, 50 c/s, seulement.

Prix T.T.C. 27.455

LRS3. Adaptateur-changeur 45 tours. 1.800



BA1 Garrard. Platine tourne-disque 45 t/mn, fonctionnant sur pile 4,5 V. Moteur à paliers autograisseurs, régulateur centrifuge et contrôle automatique de vitesse. Plateau Ø 17 cm. Pick-up cristal type GC6. Pression réglable. Inter-

rupteur automatique agissant en position de repos du bras. Platine émaillée crème. H88-L204-P180 mm. Prix T.T.C. 8.870

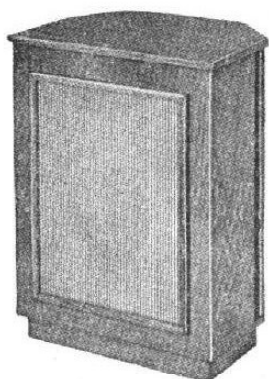


Platine 301 Transcription Motor Garrard. Moteur asynchrone à pôles fendus, 3 vitesses 33-45 et 78 tours, réglables. Plateau Ø 30 cm équilibré, avec disque caoutchouc. Pleurage < 0,2 %, scintillement < 0,05 %. Alternatif 110/220 V, 50 c/s. Equipée avec bras professionnel FR et tête G.E. type RPX 050 A, 2 saphirs. Platine métal, martelé beige. H200-L435-P370 mm. Prix T.T.C. 71.054

Platine 301. Tête RPX 050 A avec saphir 78 t. et diamant microsillons. Prix T.T.C. 83.135

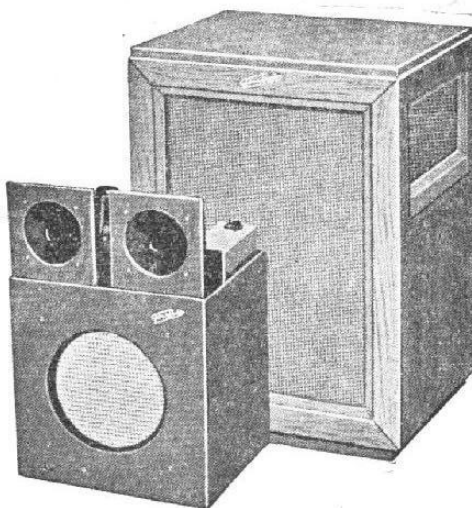
Platine 301. Equipée avec bras Garrard TPA10 et tête GMC5. Prix T.T.C. 80.514

301 Transcription Motor Garrard. Sans platine ni pick-up. Encombrement : H155 (90 sous plateau) - L410-P350 mm. 8 kg. Prix T.T.C. 44.985



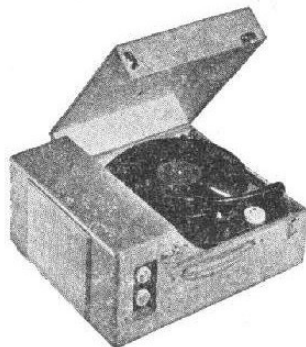
Meuble Ultraflex, modèle Jensen. Enceinte d'enceinte avec 2 fentes latérales étroites réduisant le coefficient de surtension. Volume intérieur 73 dm³. Ensemble KDU10 à 2 voies : HP P8RL Ø 20 cm, graves et médiums, HP à chambre de compression RP103 et pavillon exponentiel pour les aiguës. Filtre séparateur à 3 kc/s, par condensateur. Impédance 8 ohms. Puissance 6 W, pointe 20 W. Ebénisterie H450-L610-P350 mm. Prix T.T.C. 46.272

Baffle-Caisson sablé FR. Ensemble de 2 HP : Vitavox K 12-20, 31 cm, 20 W, et Whaferdale Super 3, tweeter d'aiguës. Bande passante 60-15 000 c/s. Liaison des HP par condensateur. Caisson face avant inclinée, ouvert à l'arrière, inertie par sable coulé entre deux épaisseurs de bois. Deux dimensions à la demande : H800-L800-P210/310 mm, ou H1010-L710-P210/310 mm. Prix T.T.C. 78.150

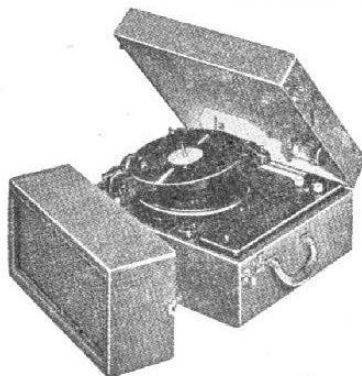


Studium. Ensemble de 4 HP à 3 voies : 31 cm pour les graves, 2 de 21 cm pour les médiums, tweeter à chambre de compression pour les aiguës. Puissance d'utilisation 10 W. Réponse linéaire de 40 à 18 000 c/s. Fourni avec filtre séparateur. Monobloc incorporable en meuble à la demande. H775-L545-P445 mm. Prix T.T.C. 123.393

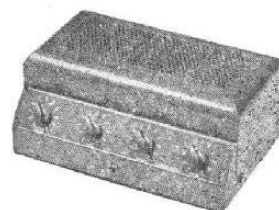
Studium en meuble. Ebénisterie. H880-L610-P495 mm. Prix suivant exécution.



Week-End. Valise électrophone. 4 lampes (2-EF40, 6AQ5, 6X4). Puissance 3,5 W. HP 16-24 cm. Tonalité réglable. Contre-réaction. Tourne-disque 4 vitesses, platine Garrard. Tête pick-up GE. Alternatif 120/220 V, 50 c/s, 30 + 12 VA. Valise gainée parchemin ou bordeaux. H185-L420-P350 mm, 9,5 kg. Prix T.T.C. 52.960

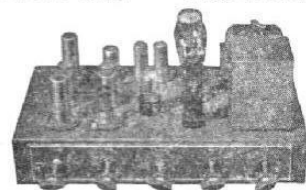


Philharmonic II. Valise électrophone push-pull 6 lampes (12AX7, EF40, 12AU7, 2-EL84, EZ40). Puissance 6 W. 2 HP de 21 cm. 2 réglages de tonalité. Changeur de disques automatique et manuel, platine Garrard 4 vitesses. Tête pick-up GE. Alternatif 120/220 V, 50 c/s, 38 + 19 VA. Valise gainée parchemin ou bordeaux, en 2 parties détachables, l'une formant coffret de HP. H245-L570-P480 mm, 18 kg. Prix T.T.C. 93.580



FR107F. Amplificateur push-pull 6 lampes (2-ECC40, EF40, 2-EL41, GZ41). Puissance 6 W. Taux de distorsion 1,5 % à 4 W. Entrée sensibilité 10 mV. Sorties : impédances 3 et 15 Ω par fiche-jack. Réponse droite à ± 1 db de 60 à 12 000 c/s. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Filtre progressif atténuant le bruit de surface. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 50 VA. Coffret martelé beige, tableau de commande incliné. H150-L340-P220 mm, 7 kg. Prix T.T.C. 44.730

Chaîne haute fidélité 107. Comprend valise 4SPA, ampli FR107F, et conque salon (baffle focalisateur en staff, avec HP 17 cm, H420-L380-P280/370 mm). Prix T.T.C. 87.918



FR115. Amplificateur push-pull 7 lampes (2-EABC80, ECC40, 6SN7, 2-6V6, 5Z3) avec préamplificateur de tension incorporé. Puissance 10 W. Taux de distorsion 0,9 % à 5 W. 3 entrées : PU, sensibilité 10 mV ; radio, sensibilité 4,5 mV ; magnéto, sensibilité 130 mV. Sorties impédances 3 et 15 Ω. Réponse droite à ± 2 db de 30 à 15 000 c/s. Contre-réaction non sélective. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Filtre progressif atténuant le bruit de surface. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 55 VA. Coffret martelé beige. H200-L400-P220 mm, 7,6 kg. Prix T.T.C. 60.154

Chaîne haute fidélité 115. Comprend platine 4SPA sur socle, avec bras FR et tête G.E. RPX 050 A, 2 saphirs, ampli FR115, et meuble Ultraflex, modèle Jensen. T.T.C. 154.300

Chaîne 115. Platine 4SPA sur socle, ampli FR115 et baffle-caisson sablé FR. Prix T.T.C. 189.200



Ensemble FR113S. Comprend platine 4SPA avec bras FR et tête G.E. type RPX 050 A, 2 saphirs, et ampli FR115, logés en valise gainée façon cuir ou parchemin. H290-L690-P400 mm. Prix T.T.C. 114.655



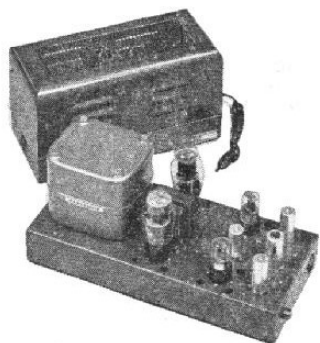
203E. Préamplificateur 3 lampes (12AX7/5751, EF40, 12AU7). Entrées par commutateur 5 positions : PU disques 78 t., PU 33-45 t., PU filtre de coupure à 10 000 c/s, radio, magnétophone. Sensibilités : PU 3 mV, radio et magnéto 55 mV. 2 réglages de tonalité : graves

et aiguës. Réglage de puissance corrigée. Interrupteur et voyant lumineux de mise sous tension. Alimentation par l'amplificateur (UL120 ou FR203). Coffret martelé beige. H70-L340-P185 mm, 2,3 kg. Prix T.T.C. 42.160

UL120S. Amplificateur push-pull 6 lampes (EABC80, 2-12AU7, 2-EL84, 5Z3). Puissance 10 W. Taux de distorsion < 0,5 % à 8 W. Entrée sensibilité 350 mV. Sorties : impédances 0,95, 3,8, 8,5 et 15 Ω. Réponse droite à ± 1 db de 20 à 50 000 c/s. Voyant lumineux de mise sous tension. Alternatif, 110/240 V, 50 c/s, 50 VA. Peinture martelée beige. H185-L340-P190 mm, 8 kg. Prix T.T.C. 48.843

Chaîne haute fidélité UL120. Comprend platine 4SPA sur socle, avec bras FR et tête G.E. RPX 050 A 2 saphirs, préampli 203E, ampli UL120 et caisson-baffle sablé FR. Prix T.T.C. 231.300

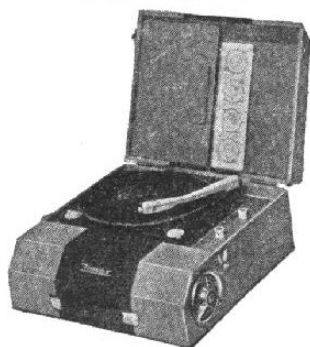
Chaîne UL120. Platine 4SPA sur socle avec bras Garrard TPA10, tête GMC5, préampli 203E, ampli UL120, et Studium sans meuble. Prix T.T.C. 283.800



FR203. Amplificateur push-pull 5 lampes (12AT7, 2-6SN7, 2-6B4). Puissance 15 W. Taux de distorsion < 0,3 % à 8 W. Sensibilité d'entrée 340 mV. Réponse droite à ± 1 db de 20 à 80 000 c/s. Contre-réaction non sélective. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. 2 coffrets métal, martelé beige. Amplificateur. H200-L410-P180 mm, 9,6 kg. Alimentation. H190-L320-P150 mm, 10 kg. Prix T.T.C. 110.540

Chaîne haute fidélité 203. Comprend platine 301 sur socle avec bras TPA10 et tête GMC5, préampli 203E, ampli FR302, et Studium sans meuble. Prix T.T.C. 382.500

FIRVOX, 37, rue de la Chine, Paris (20°)
Tél. : Mén. 23-65



Stéréophone 102. Electrophone. 2 lampes (6AV6, EL84) + redresseur oxydometal. Puissance 4 W. Diffuseur de son avec HP de 10 cm. Courbe de réponse : 30' à 15 000 c/s. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-145-220 V, 50 c/s, 30 + 18 VA. Valise gainée 2 tons. Couvercle amovible pouvant contenir 8 à 10 disques de 17 à 25 cm. H180-L400-P400 mm, 7 kg environ. Prix T.T.C. 40.620

GAILLARD, 5, rue Charles-Lecoq, Paris (15°)
Tél. : Lec. 87-25

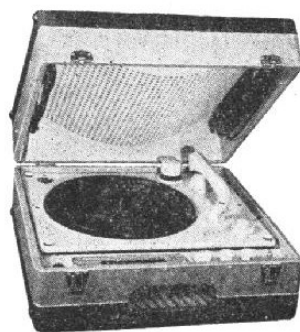


Micro Select 57. Electrophone 3 lampes (ECC81, EL84, EZ80). Puissance 5,5 W. 2 HP : 21 cm et tweeter 12 cm. Prises HPS basse impédance et micro. Mixage PU - micro - 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 100/260 V, 50 c/s, 55 + 10 VA. Valise gainée 2 tons avec casier à disques, couvercle amovible. H210-L340-P450 mm, 9,5 kg. T.T.C. 40.873

GRAMMONT (Ets), 103, bd Gabriel-Péri, Malakoff (Seine) Tél. : Alé. 50-00

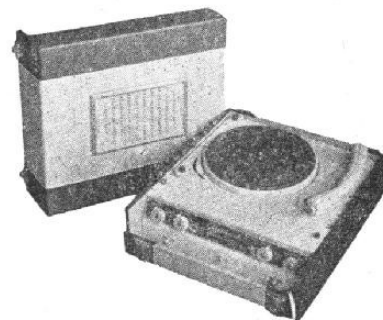


S633. Electrophone. 3 lampes (12AV6, 2-50B5). Puissance 2 W. HP 12-19 cm Prise HPS. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 25 + 8 VA. Valise gainée 2 coloris : bordeaux et gris ou vert et gris. Couvercle amovible contenant le HP. H155-L400-P290 mm, 5,6 kg. Prix T.T.C. 29.717



M623. Electrophone. 3 lampes (6CF8, 6BQ5, 6V4). Puissance 3 W. HP 19 cm. Prise micro et prise HPS. 2 tonalités réglables. Tourne-disque 3 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Valise gainée 2 coloris. Couvercle amovible contenant le HP. H215-L430-P415 mm, 11 kg. Prix T.T.C. 43.702

GRANDIN, 72, rue Marceau, Montreuil-s.-Bois (Seine). Tél. : Avr. 19-90



Electrophone. 3 lampes (12AU7, EL84, EZ80). Puissance 5 W. HP 16-14 cm. Voyant lumineux de mise sous tension. Prise HPS, prise micro. 2 réglages de tonalité. Commutateur 3 positions : Hi-Fi, musique, micro. Dispositif « anti-larsen ». Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/130 et 220/250 V, 50 c/s, 20 + 7 VA. Valise gainée parchemin, couvercle amovible contenant le HP. H160-L320-P360 mm, 7 kg. Prix T.T.C. 36.580

Mallette T.D. Tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 7 VA. Mallette gainée pégamoïd façon cuir fauve. H100-L330-P250 mm, 3 kg. Prix T.T.C. 13.265

IMAGE ET SON, 28, r. d'Enghien, Paris (10°)
Tél. : Pro. 83-89



Bagatelle - EP 850. Electrophone 2 lampes (ECC82, EZ80). Puissance 1,5 W. HP 12-19 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélodyne. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 28 VA. Valise gainée plastique lavable blanc, couvercle amovible. H140-L360-P390 mm, 6,5 kg. Prix T.T.C. 25.707



Cocktail - EP 950. Electrophone 3 lampes (EBC91, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HF 21 cm. Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélodyne. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 44 VA. Valise gainée 2 tons : pega marron et toile plastique blanche, couvercle amovible. H180-L360-P365 mm, 7,5 kg. Prix T.T.C. 30.800



Université - EP 750. Electrophone 4 lampes (ECC82, ECC83, EL84, EZ80). Puissance 3,5 W. HP 21 cm. Prises HPS et micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Mixage micro-PU. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélodyne. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 48 VA. Valise gainée rexine gris clair, couvercle amovible. H190-L305-P410 mm, 8,2 kg. Prix T.T.C. 37.019



Escale - EP 840. Electrophone 4 lampes (ECC82, ECC83, EL84, EZ80). Puissance 3,7 W. HP 21 cm. Prises HPS et micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Mixage micro-PU. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélodyne, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 50 VA. Valise gainée plastique à damier gris clair, couvercle amovible. H185-L410-P445 mm, 10 kg. Prix T.T.C. 44.217



Marly - EP 940. Electrophone 5 lampes (EBC91, ECC83, 2-EL84, EZ80). Push-pull 5 W. 4 HP : 2 de 24 cm pour les basses et 2 de 10 cm pour les aiguës, commutables. Prises HPS et micro. Tonalité 4 positions : instruments, orchestre, jaz, parole, par boutons-poussoirs. Réglage micro et mixage micro-PU. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélodyne, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 70 VA. Valise gainée rexine gris bleuté, couvercle amovible. H220-L465-P410 mm, 14 kg. Prix T.T.C. 57.585

JOUVE, 27, rue Marsoulan, Paris (12^e)
Tél. : Did. 57-33

JHF 12 W. Electrophone 5 lampes (6SJ7/EF86, 6J5, 2-6V6, 5Y3). Push-pull 12 W. 2 HP séparés : 24 cm pour les graves et 12 cm pour les



aiguës. Bande passante 30 à 20 000 c/s. Prise HPS haute impédance (prise pour colonnes sonores et micro, sur demande). 3 réglages de tonalité : graves, aiguës et médiums. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 90 VA. 2 valises gainées tweed beige : valise tourne-disque-ampli : H190-L405-P490 mm, valise HP : H190-L490-P340 mm, 16 kg.

Prix T.T.C. 75.000

JJHF 7 W. Electrophone 6 lampes (6SC7, 2-6J5, 2-6V6, 5Y3). Push-pull 7 W. 2 HP de 24 cm. Transformateur de sortie Millerioux donnant une réponse droite de 10 à 100 000 c/s. Tête de PU General-Electric. 21,5 kg. Autres caractéristiques et présentation identiques au modèle JHF 12 W. Prix T.T.C. 89.500

LEMOUZY, 63, rue de Charenton, Paris (12^e)
Tél. : Did. 07-74



Marie-Chantal. Electrophone 3 lampes (EBF80, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HP 21 cm. Voyant lumineux de mise sous tension. Prises pour micro ou récepteur FM. 2 réglages de tonalité. Contre-réaction. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/240 V. Valise gainée 2 tons. Couvercle amovible contenant le HP. H180-L380-P270 mm, 7 kg. T.T.C. 30.798

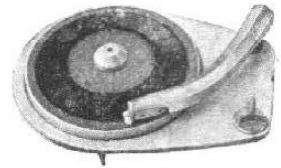


Sylphide. Electrophone 3 lampes (EF86, EL84, EZ80). Puissance 4 W. 3 HP 21 cm, 17 cm, et tweeter électrostatique commutable. Voyant lumineux de mise sous tension. Prises pour HPS basse impédance et pour micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélodyne. Alternatif 110/240 V. Valise gainée 2 tons. Couvercle amovible contenant les HP. H 190 - L 450 - P330 mm, 9 kg. Prix T.T.C. 51.209

Mozart. Coffret électrophone 5 lampes (EF86, 6AT6, 2-EL84, 5Y3GB). Push-pull 6 à 8 W. 2 HP : 25 cm et 21 cm (possibilité d'adjonction de 1 à 4 HP extérieurs), commutables. Prise pour micro, pour récepteur FM ou pour magnétophone. Commutateur 3 positions : Hi-Fi ou HP extérieurs, HP incorporés, coupure PU. Tonalité 12 positions repérables sur cadran, avec réglage séparé pour les aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine CB 33 Duo. Alternatif 110/240 V. Ebénisterie noyer ou palissandre, filets H420-L580-P410 mm, 22 kg. Prix T.T.C. 98.717

Mozart. Même modèle avec tourne-disque 3 vitesses, platine Thorons avec tête GE à reluctance variable, et préampli incorporé. Prix T.T.C. 139.335

MELODYNE (I. M. E.-PATHE MARCONI),
19, rue Lord-Byron, Paris (8^e)
Tél. : Bal. 53-00



115. Platine tourne-disque 3 vitesses : 33-45-78 tours. Arrêt automatique. Plateau Ø 25 cm. Tête de PU réversible à 2 saphirs. Tension 0,5 V à 1 000 c/s pour une vitesse de 5 cm/s eff. Résistance de charge 0,5 MΩ. Capacité cristal environ 1 500 pF. Pression verticale du PU 10 g. Alternatif 110-220 V 50 c/s, 12 VA. Platine laquée. H120 - L300 - P230 mm, 2 kg. Prix T.T.C. 10.075

315. Platine tourne-disque 3 vitesses. 33-45-78 tours, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Arrêt et retour du bras automatiques en fin de disque, pour 33 et 78 tours. Position de rejet. Alvéole pour le logement de l'adaptateur-changeur changeur 45 tours. Plateau Ø 30 cm. Tête de PU réversible à 2 saphirs. Tension 0,5 V à 1 000 c/s pour une vitesse de 5 cm/s eff. Résistance de charge 0,5 MΩ. Capacité cristal environ 1 500 pF. Pression verticale du PU 10 g. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 12 VA. Platine laquée et bras plastique ivoire. H190 - L385 - P305 mm, 4,3 kg. Prix T.T.C. 16.790

OCEANIC, 119, rue de Montreuil, Paris (11^e)
Tél. : Did. 26-46



Tourne-disque. 3 vitesses. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 1 0VA. Mallette gainée plastic damier vert et noir. H110-L345-P265 mm, 5 kg. Prix T.T.C. 13.337

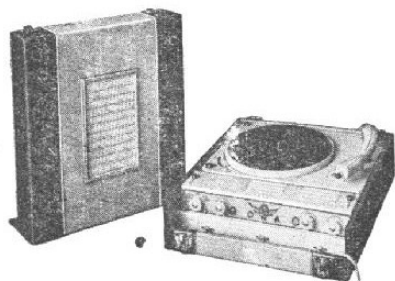


Electrophone. 2 lampes (EF80, EL84, redresseur B250C75). HP 17 cm. Puissance 3,5 W. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/125/245 V, 50 c/s, 25 + 10 VA. Mallette gainée plastic damier vert et noir. Couvercle amovible formant baffle HP. H145-L375-P270 mm, 6 kg. Prix T.T.C. 29.307

ORA, 66-72, rue Marceau, Montreuil-s-Bois (Seine). Tél. : Avr. 19-90



Valise T.D. Tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 7 VA. Mallette pégamoïd, poignée rigide. H100-L330-P250 mm. Prix T.T.C. 13.265



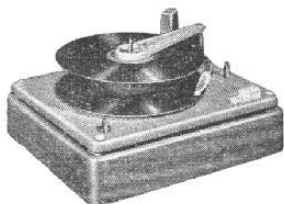
Electrophone Luxe. 3 lampes (12AU7, EL84, EZ80). Puissance 5 W. HP 16-14 cm. Prises pour HPS et micro ; 2 tonalités réglables : graves et aiguës. Commutateur 3 positions : haute-fidélité, musique et micro. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/130 et 220/250 V, 50 c/s, 20 + 7 VA. Valise gainée 2 tons, avec couvercle amovible contenant le HP. H160-L320-P360 mm, 7 kg. Prix T.T.C. 36.607

**PHILIPS, 50, avenue Montaigne, Paris (8^e)
Tél. : Bal. 07-30**



AG2140. Tourne-disque. Platine AG2004, 3 vitesses, sélection par levier à 4 positions : 33-45-78 tours, et repos. Arrêt automatique avec court-circuit du PU. Bras maintenu au repos

par aimant logé dans le support. Tête standard à 2 saphirs AG3010 interchangeable. Impédance 0,5 MΩ. Pression verticale de l'aiguille 10 g. Poids total du bras 18 g. Moteur monophasé à induction. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 7 VA. Montée sur socle bakélite bordeaux, vert ou gris, et livrée dans emballage présentation mallette jaune citron. H110-L340-P275 mm. Livrée avec adaptateur AG7001 pour disques 45 tours. Prix T.T.C. 10.180

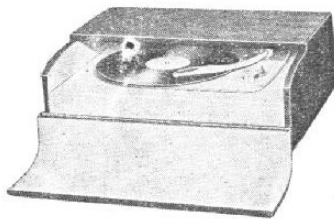


AG1103. Changeur automatique 10 disques 17, 25 et 30 cm mélangés. 3 touches de commande : diamètre-arrêt-marche. Ejection à volonté en cours d'audition. Retour du bras et arrêt automatiques après le dernier disque, avec court-circuit du PU. Platine AG1003, 3 vitesses sélectionnées par bouton 4 positions : 33-45-78 tours et repos. Plateau 20 cm. Tête standard AG3010 à 2 saphirs interchangeables. Impédance 0,5 MΩ. Pression verticale de l'aiguille 10 g. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 7 VA. Platine métal verni martelé, suspension souple, socle bois verni. H183-L362-P316 mm, 7 kg. Prix T.T.C. 20.460



AG2151/04. Valise tourne-disque. Platine AG2004. 3 vitesses. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 7 VA. Mallette gainée 2 tons, couvercle détachable. H124-L347-P300 mm.

Prix T.T.C. 13.570



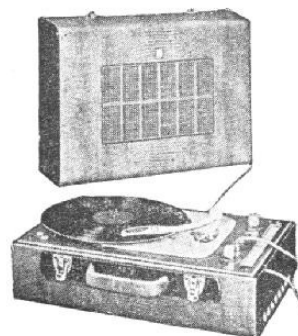
HF305A. Tiror tourne-disque. Platine AG2004 3 vitesses. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 7 VA. Ebénisterie noyer, intérieur laqué. H145-L436-P340 mm, 5,5 kg. Prix T.T.C. 18.830



G470A. Electrophone. 2 lampes (UCL82, UY85). HP 17 cm aimant inversé. Puissance 1,3 W (distorsion 10 % à 400 c/s). Platine tourne-disque AG2004, 3 vitesses. Alternatif 120 V, 50 c/s, 16 + 7 VA. Valise gainée

plastique « Rexine » 2 tons gris et blanc, poignée bakélite, couvercle détachable contenant le HP. H140-L350-P310 mm, 5,6 kg.

Prix T.L. en sus 19.900
Prix T.T.C. 20.460



AG9150. Electrophone. 3 lampes (EF80, EL84, EZ80). HP 19 cm aimant inversé. Puissance 2,8 W (distorsion 10 % à 400 c/s). Tonalité réglable pour les aiguës, et 2 positions pour les graves. Prise de modulation. Platine tourne-disque AG2004 à 3 vitesses. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 28 + 7 VA. Valise gainée pégamoïd lézard, couvercle détachable contenant le HP. H200-L400-P280 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. 33.420

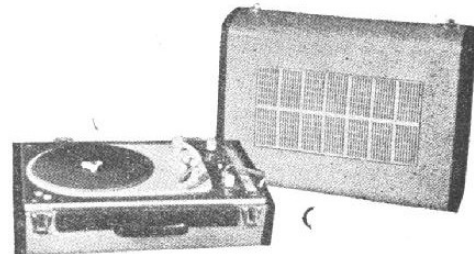
PHILIPS — Têtes de PU et saphirs

AG3010. Tête standard à 2 saphirs.
Prix T.T.C. 1.430

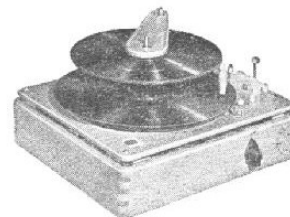
AG3012. Tête haute fidélité 78 tours.
Prix T.T.C. 1.430

AG3013. Tête haute fidélité 33/45 tours.
Prix T.T.C. 1.430

AG3015. Tête pointe diamant 33/45 tours.
Prix T.T.C. 4.990

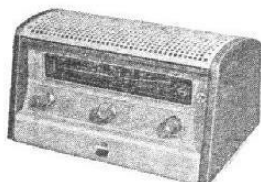


AG9155. Electrophone 3 lampes (EF80, EL84, EZ80). 2 HP : 16 et 19 cm aimant inversé. Puissance 2,8 W (distorsion 10 % à 100 c/s). Tonalité réglable pour les aiguës, et 2 positions pour les graves. Prise de modulation. Platine tourne-disque AG2004 à 3 vitesses. Alternatif 110/127/220 V, 50 c/s, 28 + 7 VA. Valise gainée rexine et pégamoïd 2 tons, couvercle amovible contenant le HP. H200-L420-P330 mm, 8,3 kg. Prix non fixé.

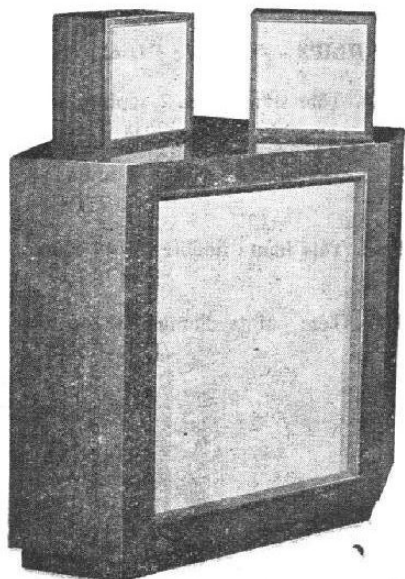


AG1102. Chaîne haute fidélité. Platine 3 vitesses 33-45-78 tours. Changeur automatique 10 disques 25 et 30 cm mélangés. Peut répéter les disques de 17 et 25 cm. Ejection à volonté en cours d'audition. Arrêt automatique. 2 têtes PU haute fidélité : AG3012 saphir 78 tours,

AG3025 pointe diamant microsillons. Pression verticale du pick-up 10 g. Alternatif 110-220 V. Socle acajou avec filets décoratifs. H211-L376-P331 mm. Voir prix AG9000.



AG9000. Chaîne haute fidélité. Amplificateur push-pull 11 lampes (3-EF40, 2-EL40, 2-EL80, 3-EZ40, DM70, 0A55) + germanium. Puissance 15 W. 2 entrées : prise radio ou magnétophone. Réponse droite à ± 2 db de 20 à 20.000 c/s. Corrections séparées de tonalité : graves + 8 à - 15 db à 50 c/s par rapport au niveau à 800 c/s, aiguës + 8 à - 12 db à 15 000 c/s par rapport à 800 c/s. Indicateur visuel du niveau de distorsion. Cadran lumineux avec contrôle visuel de la courbe de réponse, par torsion des extrémités d'un fil d'acier en fonction de la position respective des réglages de tonalité. Alternatif 110/245 V. Coffret métal laqué 2 tons. H234-L327-P187 mm. Ensemble comprenant AG1102-AG9000-AD5002. Prix T.T.C. 246.790



AD5002. Chaîne haute fidélité. Ensemble de 4 HP logés en 3 coffrets. 2 HP 21 cm type 9710/00 pour les fréquences 30/400 c/s, placés dans un meuble d'angle en bois épais. 2 HP 21 cm type 9710 pour les fréquences 400/16 000 c/s, placés en coffrets séparés. Livrés avec cordons de raccordement à l'ampli AG9000. Ebénisterie palissandre ou acajou. Meuble d'angle : H750-L900-P650 mm. Coffrets : H 265 - L 260 - P 155 mm. Voir prix AG9000.

PIZON-BROS, 18, rue de la Félicité, Paris (17^e)
Tél. : Car. 75-01



Fonopil. Electrophone piles-secteur 2 lampes (1S5, 3Q4). HP 12,5 cm. Tonalité réglable.

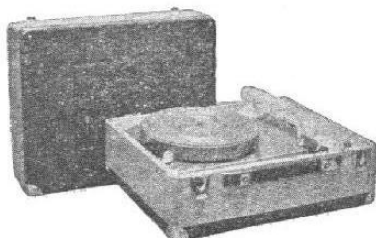
Contre-réaction sélective. Tourne-disque 45 t/mn. Tête de PU cristal. Alimentation par 4 piles 1,5 V débit 90 mA et pile 90 V débit 4 mA, ou par bloc-secteur incorporable F12, alternatif 110/240 V, 50 c/s. Valise bois gainé permettant transport de 15 disques dans le couvercle. H150L-320-P240 mm, 3,8 kg. (avec piles). Prix sans piles, ni bloc-secteur.

Prix T.T.C. 26.635

Pile 1,5 V type torche, pièce T.T.C. 64

Pile 90 V type 690G/CIGAL T.T.C. 1.435

Bloc-secteur F12, incorporable. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, alimentation HT et BT 5.600
T.T.C. 5.760



Silvertone 100. Electrophone 2 lampes (EF86, EL84 + 2 redresseurs sélénium). HP 17 cm. Puissance 4 W. Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 30 + 10 VA. Valise gainée 2 tons avec couvercle amovible contenant le HP. H200-L380-P300 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. 34.860

Silvertone 200. Electrophone 2 lampes (ECC83, EL84, 2 redresseurs sélénium). 2 HP : 21 cm et statique 10 cm. Puissance 4-5 W. Double réglage de tonalité : graves et aiguës. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 40 + 10 VA. Valise gainée 2 tons, avec couvercle amovible contenant les HP. H210-L440-P340 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. 48.225

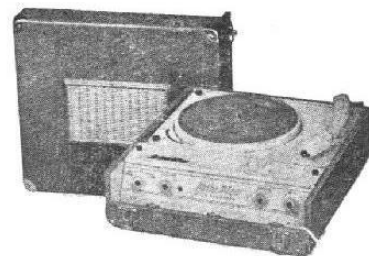
Silvertone 300, Electrophone 3 lampes (ECC83, EL84, EZ80). 3 HP : elliptique (24-32 cm et 2 tweeters électrostat. de 10 cm. Puissance 4-5 W. Prises micro et HPS. Double réglage de tonalité. Contre-réaction sélective. Changeur de disques automatique, 3 vitesses, platine Webster. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 40 + 20 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible contenant les HP. H 350 - L500 - P400 mm, 14 kg. Prix non fixé.

POINT-BLEU, 22, av. de Villiers, Paris (17^e)

Tél. : Wag. 85-32



A.530. Tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours. Tonalité réglable. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 7 VA. Mallette gainée 2 tons. H110-L320 - P250 mm. Prix T.T.C. 14.345



A.543. Electrophone 3 lampes (12AU7, EL84, EZ80). Puissance 5 W. HP 13-18 cm. Prises pour HPS et micro. 2 réglages de tonalité. Commutateur 3 positions : Hi-Fi, musique micro. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-130 et 220-250 V, 50 c/s, 20 + 7 VA. Valise gainée gold ou parchemin, couvercle amovible contenant le HP. H160 - L320 - P360 mm.

Prix T.T.C. 38.561

A.640. Microphone cristal. Prix T.T.C. 2.992

PYGMY, 5, rue Ordener, Paris (18^e)

Tél. : Bot. 83-14



Electrophone « Partner ». 3 lampes (6A6, EL84, EZ80). Puissance 4 W. 2 HP : 19 cm et tweeter statique. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 40 + 7 VA. Valise gainée 2 tons. Couvercle amovible. H165-L380-P330 mm. T.T.C. 27.660

PYRUS TELEMONDE, 145 bis, bd Voltaire Paris (11^e). Tél. : Roq 19-58

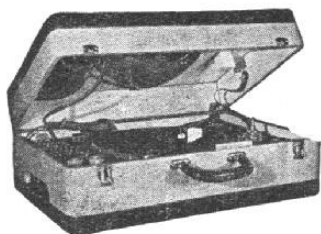


Valise électrophone. 3 lampes (EF41, UL41, UY41). Puissance 2 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 120/220 V, 50 c/s, 25 + 15 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H165-L300-P240 mm.

Prix T.T.C. Paris 24.628

Mallette tourne-disque. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 120-220 V, 50 c/s, 15 VA. Mallette bois gainé plastique pied de poule vert avec garniture vert foncé ou pied de poule beige avec garniture bordeaux. H140-L300-P240 mm, 3,7 kg. Prix T.T.C. 13.265

RADIALVA, 1, rue Jean-Jacques-Rousseau, Asnières (Seine). Tél. : Gré. 33-34

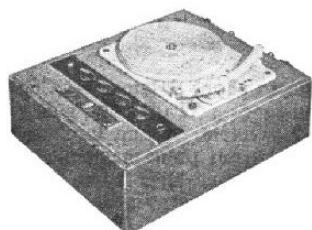


Valise électrophone. 3 lampes (EBF80, EL84, EZ80). HP 21 cm. Puissance 3,5 W. Prises micro et HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 30 + 10 VA. Valise gainée beige et marron. Couvercle amovible contenant le HP. H190-L480-P340 mm, 11 kg.
Prix T.T.C. 38.560

Valise électrophone. Même modèle. Tourne-disque 3 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Autres caractéristiques identiques. Prix T.T.C. 44.730

Microphone. Prix T.T.C. 2.468

**RADIAX, 12, rue de l'Abbé-Groult, Paris (15^e)
Tél. : Lec. 52-30**



Electrophone-Salon. Electrophone 3 lampes (12AX7, EL84, EZ80). Puissance 6 W. HP 21 cm. Prises HPS et micro. Réglages de puissance pour PU et micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Melodyne. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 50 + 10 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H220 - L450 - P350 mm, 11,5 kg.
Prix T.T.C. 34.962

Ambiance. Electrophone 2 lampes (EBF80, EL84). Puissance 4 W. HP 17 cm. Prises HPS et micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-240 V, 50 c/s, 30 + 10 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H160 - L350 - P300 mm, 8 kg.
Prix T.T.C. 25.605

**RADIOBOIS, 175, rue du Temple, Paris (3^e)
Tél. : Arc. 10-74**

Electrophone Haute Fidélité Magnétic-France. 4 lampes (12AX7, 2-ECL82, 6V4). Push-pull 8,5 W. 2 HP : 25 cm et tweeter. Prise pour radio-FM ou magnétophone. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 40 + 12 VA. Coffret-valise gainé pégamoïd (parchemin, peau sur demande, avec supplément), couvercle amovible formant enceinte acoustique. H270-L420-P340 mm. Prix T.T.C. 48.330

Tourne-disque Magnétic-France. 3 vitesses 33-45 et 78 tours, équipé d'un moteur à condensateurs. Tête de PU à réluctance variable General Electric. Pression réglable. Alternatif 110/220 V, 50 c/, 12 VA. Platine métal.

Prix T.T.C. 16.300

Préamplificateur - Correcteur Magnétic - France. 1 lampe (ECC83) + redresseur sec, alimenté par amplificateur. Réponse linéaire 30 à 15 000 c/s, pleurage < 0,2 %. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Prise P.U. Coffret métal. Livré avec câble de liaison.

Prix T.T.C. 16.453

Amplificateur Magnétic-France. 6 lampes (12AX7/ECC83, EF86, 2-EL84, 2-EZ80). Push-pull 10 W (avec transfo Magnétic-France) ou 15 W (avec transfo Millerioux FH), distorsion < 0,1 % à 8 W. Gamme de fréquences 20 à 50 000 c/s, ± 1 db. Correcteur de gain. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Niveau de bruit de fond — 85 db. Prise pour PU ou préampli. Coffret métal perforé.

Prix T.T.C. 24.680

Enceinte acoustique de coin Magnétic-France. HP 31 cm bi-cône. Puissance 20 W. Courbe 30 à 18 000 c/s. Impédance 12 Ω. Coffret chêne, noyer ou acajou à la demande, façade tissu. H850-L560-P420 mm.

Prix T.T.C. 15.940

Chaîne Haute Fidélité Magnétic-France. Comprenant : tourne-disque, préamplificateur, amplificateur et enceinte acoustique de coin (autres enceintes acoustiques sur demande, prix divers).
Prix T.T.C. 73.370

RADIOHM, 27 ter, rue du Progrès, Montreuil-sous-Bois (Seine). Tél. : Avr. 58-76

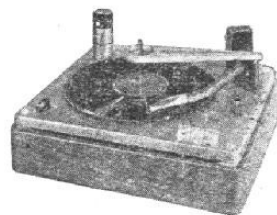


M.200. Platine tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours équipée d'un moteur synchrone. Plateau Ø 200 mm recouvert caoutchouc. Tête de PU piézo-électrique à 2 saphirs, réversibles. Tension modulée 0,65 V. Arrêt automatique à chercheur. Pression sur disque 10 à 12 g. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 10 VA. Platine métal laqué ivoire ou vert. H104-L297-P222 mm, 2,1 kg.
Prix T.T.C. 10.700



M.2000. Tourne-disque 3 vitesses, platine M.200. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, VA. Valise gainée fibrine. H110-L320-P250 mm, 3,1 kg.
Prix T.T.C. 12.900

**RADIOLA, 4, rue de Téhéran, Paris (8^e)
Tél. : Car. 33-31**



RA167A. Changeur automatique 10 disques 17, 25 et 30 cm mélangés. 3 touches de commande : diamètre-arrêt-marche. Ejection à volonté en cours d'audition. Retour du bras et arrêt automatiques après le dernier disque, avec court-circuit du PU. Platine 3 vitesses sélectionnées par bouton 4 positions : 33-45-78 tours et repos. Plateau 20 cm. Tête de PU standard à 2 saphirs, interchangeable. Impédance 0,5 M Ω. Pression verticale de l'aiguille 10 g. Alternatif 110-127-220 V, 50 c/s, 7 VA. Platine métal verni martelé, suspension souple, socle bois verni. H185 - L350 - P305 mm. Livrée avec adaptateur et axe changeur pour disques 45 tours grand trou.

Prix T.T.C. 20.460



RA439A. Tourne-disque 3 vitesses 33-45-78 tours. Tête de PU amovible à 2 saphirs. Alternatif 110-127-220 V, 50 c/s, 7 VA. Mallette gainée 2 tons, couvercle détachable. H118 - L360 - P260 mm.
Prix T.T.C. 13.570

RA335A. Tiroir. Tourne-disque 3 vitesses 33-45-78 tours. Tête de PU amovible à 2 saphirs. Alternatif 110-127-220 V, 50 c/s, 7 VA. Ebénisterie noyer, intérieur sycomore. H.145 - L520 - P360 mm.
Prix T.T.C. 18.830

RA336A. Même modèle. Dimensions H150 - L520 - P390 mm.

Prix T.T.C. 23.550



RA407A. Electrophone 2 lampes (UCL82, UY85), HP 17 cm. aimant, inversé. Puissance 1,3 W. Platine tourne-disque 3 vitesses. Alter-

natif, 120 V, 50 c/s, 16 + 7 VA. Valise gainée, couvercle détachable contenant le HP. H130 - L345 - P285 mm. Prix T.T.C. 20.460



RA437A. Electrophone 3 lampes (EF80, EL84, EZ80). HP 19 cm, aimant inversé. Puissance 3 W. Tonalité réglable. Prise de modulation (magnétophone ou ampli Hi-Fi). Platine tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-127-220 V, 50 c/s, 28 + 7 VA. Valise gainée, couvercle détachable contenant le HP. H200 - L420 - P330 mm. Prix T.L. en sus 32.500
Prix T.T.C. 33.420

RADIO L.L. (Ets), 5, rue du Cirque, Paris (8^e)
Tél. : Ely. 14-30



Samba 7. Electrophone 3 lampes (EBF80, EL84, EZ80). Puissance 3,5 W. HP 195 mm. Prise micro (possibilité de brancher un HPS). Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses, platine Stare. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 30 + 8 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H165-L430-P315 mm, 7 kg. Prix T.T.C. 30.745

RADIOMUSE, 18, rue de Soisset, Montrouge (Seine)
Tél. : Alé. 28-57



Mallette tourne-disque. Tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 7 VA. Mallette gainée vert foncé. H110 - L320 - P245 mm, 3 kg. Prix T.T.C. 13.255



Electrophone. 3 lampes (ECC82, EL84, EZ80). Puissance 5 W. HP 12-19 cm. Voyant lumineux de mise sous tension. Prises pour HPS et pour micro. 2 tonalités réglables. Commutateur 3 positions : haute-fidélité, musique et micro. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/130 et 220/250 V, 50 c/s, 20 + 7 VA. Valise gainée, avec couvercle amovible contenant le HP. H158 - L315 - P360 mm, 7 kg. Prix T.T.C. 36.580

REELA, 35, rue du Poteau, Paris (18^e)
Tél. : MON 81-70



Valise électrophone. 3 lampes (EL84, EBF80, EZ80). Puissance 3 W. HP 21 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 120-220 V, 50 c/s, 30 + 6 VA. Valise gainée pégamoïd et tissu vinyle vert 2 tons, couvercle détachable formant baffle HP. H160-L440-P300 mm, 4 kg (emballé 4,5 kg). Prix T.T.C. 24.605

RIBET-DESJARDINS, 13 à 17, rue Périer, Montrouge (Seine). Tél. : Ale. 24-40



Monaco-E563. Electrophone. 3 lampes (6AV6, 6BM5, 6BX4). Puissance 3 W. HP 19 cm. Bande passante 40 à 12 000 c/s. Tonalité réglable par contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 28 + 8 VA. Valise gainée toile parchemin gris ou 2 tons : gris et bordeaux. Couvercle amovible contenant le HP. H190-L380-P285 mm. Prix T.L. en sus 28.500
Prix T.T.C. 29.330

SIMPLEX-ELECTRONIQUE, 54, rue. René-Boullanger, Paris (10^e).

Tél. : Nor. 29-99



Lorenz-PS551F. Platine tourne-disque 3 vitesses 33-45-78 tours équipée d'un moteur asynchrone. Plateau 20 cm, recouvert caoutchouc. Tête de PU piezo-électrique à 2 saphirs reversibles pour disques normaux et microsillons, tension modulée 0,6 V à 1 000 c/s. Filtre commutable. Impédance de charge 0,5 MΩ. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 10 VA. Platine métal laqué noir. H108-L300-P220 mm, 2,3 kg. Prix T.T.C. 10.232

Lorenz-PS551F. Même modèle, sans filtre. Prix T.T.C. 10.064



DS551. Electrophone 3 lampes (ECC82, EL84, EZ80). Puissance 3 W (4 W en pointe). 3 HP : 21 cm et 2 tweeters. Voyant lumineux de mise sous tension. Prises pour magnétophone, micro haute impédance et HPS basse impédance, 2 tonalités réglables : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Lorenz PS551F, Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 25 + 9 VA. Valise gainée vert, couvercle amovible. H225-L410-P360 mm. Prix T.T.C. 39.590

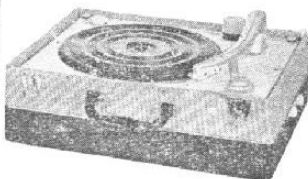
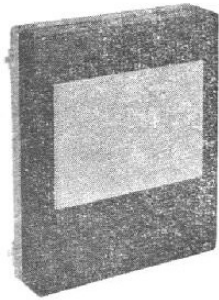
SON D'OR (G. Berody), 5, passage Turquetil, Paris (11^e). Tél. : Roq. 56-68



Marly. Electrophone 3 lampes (12AT7, EL84, EZ80). Puissance 4 W. HP 21cm. Prises micro et HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélo-dyne. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 20 + 12 VA. Valise gainée vinyle, couvercle amovible. H190-L410-P 300 mm, 7,8 kg. Prix T.T.C. 32.905



Cadet 56. Electrophone 2 lampes (ECL80, EZ80). Puissance 2 W. HP 12-19 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 15 + 12 VA. Valise gainée 2 tons. H150-L380-L270 mm, 5 kg.
Prix T.T.C. **22.110**



Rapsody. Electrophone 3 lampes (12AT7, EL84, EZ80). Puissance 4 W. HP 16-24 cm. Prise HPS. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses, platine Mélo-dyne, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 20 + 12 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H210-L420-P330 mm, 10 kg.
Prix T.T.C. **40.105**

SONORA, 5, rue de la Mairie, Puteaux (Seine)
Tél. : Lon 08-33



Mallette. Tourne-disque 3 vitesses : 33-45-78 tours. Alternatif 120/220 V, 50 c/s, 15 VA. Mallette gainée toile et pégamoïd bordeaux. H120-L290-P200 mm.
Prix T.T.C. **14.295**



Electrophone IV. 3 lampes (6AV6, EL84, EZ80). HP 19 cm. Puissance 2 W. Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 35 VA. Valise gainée bordeaux, couvercle amovible contenant le HP. H187-L390-P270 mm.
Prix T.T.C. **30.798**

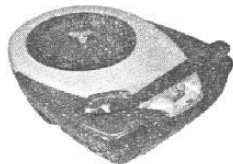
STARE (Ets), 110, bd Saint-Denis, Courbevoie (Seine), Tél. : Déf. 22-00

Menuet 55E. Platine 3 vitesses 33-45 et 78 tours équipée d'un moteur à 4 pôles. Plateau Ø 15 cm. Arrêt automatique avec court-circuit du PU. Centreur de disque automatique pour disques 45 tours gros trou. Tête de PU à 2 saphirs interchangeable. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 8 VA. Platine polystyrène vert 2 tons. H102-L300-P255 mm, 1.850 kg.

Prix T.T.C. **10.280**

Menuet 55E. Même modèle fonctionnant sur pile 6 V seulement, débit 25 mA. Autres caractéristiques identiques.

Supplément T.T.C. **1.780**



Socle Menuet 55E. Platine 55E montée sur socle matière plastique teinte assortie.

Prix T.T.C. **11.620**

Socle Menuet 55 E. Même modèle fonctionnant sur pile 6 V seulement, débit 25 mA. Autres caractéristiques identiques.

Supplément T.T.C. **1.780**

Cellule recharge avec saphirs.

Prix T.T.C. **1.475**

Jeu de saphirs.

Prix T.T.C. **920**



Mallette Menuet 55E. Tourne-disque 3 vitesses, platine STARE. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 8 VA. Mallette gainée chlorure de vinyle vert 2 tons. H120-L340-P290 mm.

Prix T.T.C. **14.900**

Mallette Menuet 55E. Même modèle fonctionnant sur pile 6 V seulement, débit 25 mA. Autres caractéristiques identiques.

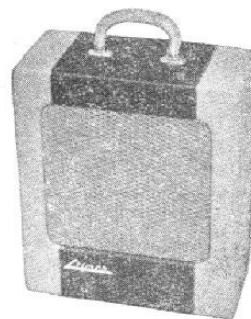
Supplément T.T.C. **1.780**

STIMER (Ets Paul BEUSCHER), 27, bd Beaumarchais, Paris (11^e)
Tél. Arc. 41-08

ST48. Micro magnétique spécial pour guitare. Haute impédance. Réglage de puissance. Se fixe sur la table de résonance de la guitare. Avec cordon 3 m.
Prix T.T.C. **7.380**

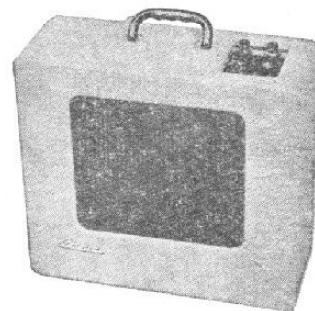
S51. Micro magnétique spécial pour guitare. Haute impédance. Réglage de puissance sur boîtier séparé. Autres caractéristiques identiques au ST48 mais avec système de fixation différent. Sans cordon. Prix T.T.C. **9.275**

Micro piezo-électrique spécial pour accordéon. Réglages de puissance et de tonalité. Se fixe sur l'instrument. Longueur 300 mm. Avec cordon 3 m.
Prix T.T.C. **13.574**



M6. Amplificateur 4 lampes (2-6AV6, EL84, 6BX4). Puissance 6 W. HP 21 cm. 2 prises micro haute impédance, et prise PU. Tonalité réglable. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Valise gainée 2 tons. H370-L330-P145 mm, 4,5 kg. Livré sans micro.
Prix T.T.C. **31.445**

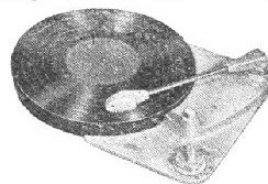
M10. Amplificateur 5 lampes (6AV6, 12AX7, 2-6AQ5, 6Y4). Push-pull 10 W. HP 24 cm. 2 prises micro avec réglages indépendants et possibilité de mixage. Prise PU. Tonalité réglable. Alternatif 110/240 V, 50 s/c. Valise gainée 2 tons. H400-L350-P190 mm, 7 kg. Livré sans micro.
Prix T.T.C. **35.613**



Nuance. Amplificateur 6 lampes (EF86, 6AV6, 12AX7, 2-EL84, 5Y3GB). Push-pull 18 W. HP 28 cm. 3 entrées avec 2 réglages indépendants, correspondant à 2 prises en parallèle, et possibilité de mixage. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Dispositif changeur de timbre. Alternatif 110/240 V, 50 c/s. Valise gainée. H425-L455-P180 mm.
Prix T.T.C. **50.387**

Nuance Vibrato. Même modèle que le Nuance, mais avec dispositif de vibrato par oscillateur (6AV6) à double réglage : fréquence et amplitude commandées à distance par pédale.
Prix T.T.C. **60.670**

SUPERTONE, 98, rue P.-V. Couturier, Levallois (Seine). Tél. : Per. 22-52

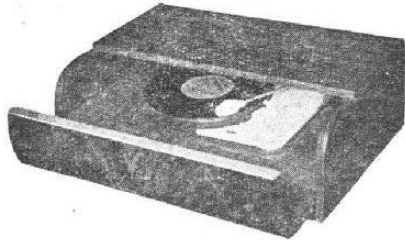


T64. Platine tourne-disque 4 vitesses 16-33-45 et 78 tours, équipée d'un moteur à hystérésis monophasé. Plateau Ø 245 mm, recouvert caoutchouc. Tête de lecture piezo-électrique, à 2 positions : 16-33-45 et 78 tours, équipée de 2 saphirs interchangeables. Tête de PU relevée en position de moteur arrêté, se pose automatiquement sur le disque à la mise en marche du moteur. Possibilité de choisir la plage désirée (microsilons), d'interrompre et de reprendre la lecture au même endroit sur le disque. Pression 5 g. Verrouillage du bras en position repos. Alternatif 110/130 ou 220 V par commutateur 2 positions, 50 c/s, 12 VA. Platine polystyrène ivoire. H130 (65 sous platine) - L330-P245 mm, 3,8 kg.

Prix T.T.C. **12.052**



Valise T.D. Luxe. Tourne-disque 4 vitesses, platine T.64. Alternatif 110/130 ou 220 V, 50 c/s, 12 VA. Valise bois gainé vinyle 2 tons. H150-L370-P290 mm. Prix T.T.C. 19.024



Tiroid T.D. Tourne-disque 4 vitesses, platine T.64. Alternatif 110/130 ou 220 V, 50 c/s, 12 VA. Coffret-tiroid noyer. H180 - L580 - P385 mm. Prix T.T.C. 24.833

Tiroid T.D. Palissandre. Prix T.T.C. 25.126



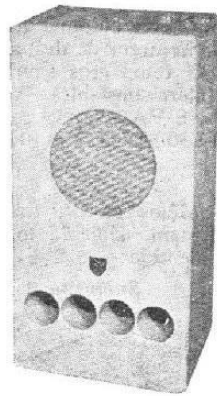
Ambiance. Electrophone 3 lampes (2-ECL80, 6X4). Push-Pull 4 W modulés à < 1 % de distorsion. 2 HP : 19 cm et tweeter 9 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction sélective. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/130 ou 220 V par commutateur 2 positions, 50 c/s, 28 + 12 VA. Valise bois gainé vinyle 2 tons, couvercle amovible. H175-L375-P265 mm, 5,6 kg. Prix T.T.C. 32.649



Chaîne acoustique portable S. Electrophone 3 lampes (2-ECL80, 6X4). Push-pull 4 W modulés à < 1 % de distorsion. Gamme de fréquences 40 à 15 000 c/s. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 4 vitesses, platine T.64. Alternatif 110/130 ou 220 V par commutateur 2 positions, 50 c/s, 28 + 12 VA. Socle platine-ampli : H145-L365-P260 mm, incorporable pour le transport dans la valise gainée vinyle

lavable 2 tons, contenant le HP : H210-L390-P330 mm, 10 kg. Avec cordon 5 m.

Prix T.T.C. 42.674



Enceinte acoustique Supertone. Brevet Elipson. HP 21 cm double cône, Haute Fidélité. Impédance 3,5 Ω. Colonne staff blanc mat, ouvertures à la partie inférieure. H600 - L300 - P260 mm. Prix T.T.C. 15.939

TEPPAZ, 170, bd de la Croix-Rouge Lyon (Rhône). Tél. : BUREAU 56-75 et, 5, rue des Filles-Saint-Thomas, Paris (2^e) Tél. : Ric. 53-84

Platine T.D. Eco. Tourne-disque 3 vitesses 33-45 et 78 tours équipé d'un moteur synchrone. Plateau Ø 21 cm. Tête de PU piezo-électrique à 2 saphirs interchangeable. Départ et arrêt automatiques. Dispositif de court-circuit du PU en fin de disque. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 10 VA. Platine métal laqué crème. H90-L293-P210 mm, 2,2 kg.

Prix T.T.C. 10.077

Mallette T.D. Eco. Tourne disque 3 vitesses, platine Eco. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 10 VA. Mallette gainée gold ou vert. H115-L360-P270 mm, 3,4 kg.

Prix T.T.C. 13.328

Présence. Electrophone 3 lampes (6N8/EBF80, 6BQ5/EL84, 6V4/EZ80). Puissance 3 W modulés à < 1,5 % de distorsion. HP 17 cm. Gamme de fréquences 50 à 10 000 c/s, pleurage < 0,2 %. Bruit de fond — 60 db. Prise HPS basse impédance. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses, platine Eco. Alternatif 110/130/220 V, 50 c/s, 55 + 10 VA. Valise gainée pécar, vert ou bordeaux, couvercle amovible. H155-L375-P270 mm, 5,5 kg.

Prix T.T.C. 29.307

336-PU. Electrophone 5 lampes (2-EF86, 2-EL84, EZ80). Push-pull 6/8 W modulés à < 5 % à 8 W. 3 HP : 2 de 19 cm et tweeter. Gamme de fréquences 50 à 15 000 c/s, ± 1 db, et 20 à 20 000 c/s, ± 3 db, pleurage < 0,2 %. Bruit de fond — 60 db. Prise pour 1 ou plusieurs HPS avec commutateur d'impédance : 4-8-15 Ω. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës, avec inverseur de timbre à 2 positions : « ambiance » et « brillance ». Tourne-disque 3 vitesses, platine Eco. Alternatif 110/130/220 V, 50 c/s, 70 + 10 VA. Valise gainée pécar ou vert, couvercle amovible formant enceinte acoustique (Brevet « Spatio-Dynamic »). H190-L440-P295 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. 49.873

336-Micro. Même modèle avec préampli incorporé. Prise micro avec possibilité de mixage PU-micro. Prix T.T.C. 55.014

336-Cinéma. Même modèle que le 336-Micro, avec prise cellule pour cinéma à tension excitatrice réglable. Prix T.T.C. 58.099

TERAL, 26 bis et ter, rue Traversière, Paris (12^e) — Tél. : DOR. 87-74

Electrophone 2 lampes (ECL82, EZ80), puissance modulée 4 watts. Platine tourne-disques 3 vitesses Radiohm M 200. Deux haut-parleurs : électrodynamique de 17 cm et tweeter électrostatique fixés sur couvercle amovible de la valise. Prix T.T.C. 21.500

TERAPHON, 29, rue Dussoubs, Paris (2^e) Tél. : Gut. 50-76



Electrophone luxe GM. 4 lampes (2-EF86, EL84, EZ80). Puissance 4 W. HP 21 cm blindé. Prise micro et prise HPS. Deux tonalités réglables : graves et aiguës. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 35 + 10 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle détachable. H185-L330-P400 mm.

Prix T.T.C. 29.153

Electrophone luxe GM. Même modèle, avec tourne-disque 3 vitesses, fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Prix T.T.C. 37.250

Electrophone PM. 3 lampes (6AV6, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 30 + 10 VA. Valise gainée 2 tons ; coffret HP détachable. H175-L320-P320 mm. Prix T.T.C. 27.532

THORENS (Ets Diedrichs), 15 fg Poissonnière, Paris (9^e). Tél. : Pro. 19-28

CB13. Platine 3 vitesses 33-45 et 78 tours équipée d'un moteur 2 pôles. Plateau 17 cm. Départ et arrêt automatiques. Tête Duo piézo-électrique, tension modulée 0,5 V à 1 000 c/s pour 78 tours et 0,15 V à 1 000 c/s pour 33 tours. Impédance de charge 0,5 MΩ. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 12 VA. Platine métal laqué. H110-L290-P220 mm, 2,1 kg.

Prix T.T.C. Paris 13.370

Saphirs, jeu de rechange Prix T.T.C. 1.285

Diamant pour disque microsillon. Prix T.T.C. 6.685



CBA83N. Platina. Même modèle que CB33N comportant 3 boutons-poussoirs de mise en

route et sélection de disques 17, 25 et 30 cm, commandant le bras du PU. Rejet du disque en cours d'audition. Arrêt avec retour automatique du bras en position de repos.

Prix T.T.C. 32.390

CBA83NGE. Platine CBA83N avec tête General Electric RPX-050. Prix T.T.C. 35.785

CBA83NGEPR. Platine CBA83N avec tête General Electric RPX-050 et préampli incorporé (lampe 12AX7). Réglage de volume et 2 tonalités réglables pour basses et aiguës. Prix T.T.C. 52.445

CB33N. Platine 3 vitesses réglables : 33, 45 et 78 tours équipée d'un moteur 4 pôles à régulateur. Plateau 30 cm. Départ et arrêt automatiques. Tête amovible Duo piézo-électrique. Alternatif 100/250 V, 50 c/s, 15 VA. Platine émaillée ivoire. H140-L380-P300 mm, 4,6 kg. Prix T.T.C. 24.165

Tête Duo recharge, avec saphirs. 3.700
Prix T.T.C. 3.805

CB33NGE. Même modèle avec tête amovible General Electric RPX-050 à saphir double (ou diamant microsillon sur demande), tension modulée 6 mV à 1 000 c/s pour 33 tours. Impédance de charge 0,5 MΩ. Dispositif de court-circuit du PU évitant les ronflements, commandé par l'arrêt automatique. Autres caractéristiques identiques. Prix T.T.C. 27.250

CB33NGEPR. Même modèle, avec préampli incorporé (lampe 12AX7). Réglage de volume et 2 tonalités réglables pour basses et aiguës. Prix T.T.C. 44.215

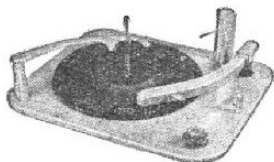
RPX-050. Tête GE avec saphirs
Prix T.T.C. 6.685

Style GE. Saphir 78 tours et diamant 33 tours, supplément. Prix T.T.C. 9.255

Style GE. avec 2 saphirs 33-45-78 tours. Prix T.T.C. 3.290

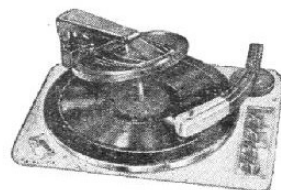
Style GE. avec 2 saphirs 33-45 tours. Prix T.T.C. 3.290

Style GE. Echange standard des saphirs. Prix T.T.C. 1.850



CD93. Changeur automatique 10 à 12 disques 17, 25 et 30 cm mélangés. (Tige spéciale pour disques 45 tous, en sus.) Plateau 25 cm. Bouton de commande unique. Ejection à volonté en cours d'audition. Utilisable comme tourne-disque à commande manuelle. Tête Duo piézo-électrique. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 12 VA. H140-L358-P300 mm. Prix T.T.C. Paris 28.790

M93C. Même modèle, valise pégamoïd. Prix T.T.C. 35.580



CD43N. Changeur automatique 10 à 12 disques 25 et 30 cm mélangés. Sélecteur pour disques 17 cm. Commande pour répétition et

rejet. Pause facultative réglable de 1 à 5 minutes entre chaque disque. Platine 3 vitesses réglables 33, 45 et 78 tours, équipée d'un moteur 4 pôles à régulateur. Plateau 30 cm Tête amovible Duo piézoélectrique. Alternatif 100/250 V, 50 c/s, 15 VA. Platine métal laqué. H230-L380-P300 mm, 7,4 kg.

Prix T.T.C. Paris 41.130

CD43NGE. Même modèle que CD43N. Tête amovible General Electric RPX-050 à saphir double, tension modulée à la sortie du préampli 6 mV à 1 000 c/s pour 33 tours. Impédance de charge 0,5 MΩ. Dispositif de court-circuit du PU évitant les ronflements, commandé par l'arrêt automatique. Pression verticale du PU réglable, minimum 5 g.

Prix T.T.C. Paris 46.275

M13C. Tourne-disque 3 vitesses, platine CB13. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 12 VA. Valise gainée parchemin. H120-L330-P265 mm, 3,3 kg.

Prix T.T.C. Paris 15.425

M13L. Même modèle, tourne-disques 3 vitesses, platine CB13, alternatif 110-220 V 50 c/s. 12 VA. Valise gainée toile tweed grise ou beige. Prix T.T.C. Paris 16.455

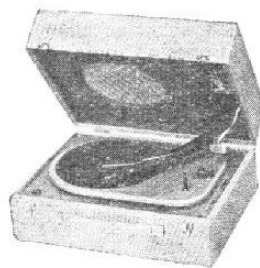
M33C. Tourne-disque 3 vitesses, platine CB33N. Alternatif 100/250 V, 50 c/s, 15 VA. Valise gainée pégamoïd. H180-L430-P350 mm, 7,3 kg. Prix T.T.C. 28.075

M83C. Tourne-disque 3 vitesses, platine CBA83N. Alternatif 100/250 V, 50 c/s, 15 VA. Valise gainée pégamoïd. H180-L430-P350 mm, 8,8 kg. Prix T.T.C. 35.990

M43L. Même modèle, valise luxe.

Prix T.L. et port en sus 47.500

Prix T.T.C. Paris 48.545



113B. Electrophone. 3 lampes (6AV6, EL84, EZ80). Puissance 3 W. HP 17 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction. Tourne-disque 3 vitesses, platine CB13. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 27 + 12 VA. Valise gainée toile tweed vert ou façon peau de porc, couvercle amovible contenant le HP. H170-L340-P290 mm, 6,5 kg. Prix T.T.C. Paris 30.335



533. Electrophone. 3 lampes (EBF80, EL84, EZ80). Puissance 4,5 W. HP 21 cm, avec Baffle exponentiel. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction fixe. Tourne-disque 3 vitesses, platine CB33N avec tête Duo. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 28 + 12 VA. Valise gainée 2 teintes : parchemin et vert, couvercle amovible contenant le HP. H225-L425-P355 mm, 9,2 kg. Prix T.T.C. Paris 52.445

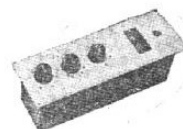
533 HF. Même modèle, avec platine CB33N-GEPR, tête General Electric RPX-050 et préampli. Prix T.T.C. Paris 71.980

583. Même modèle, avec platine CBA83N et tête Duo. Prix T.L. et port en sus 58.000
Prix T.T.C. Paris 59.640



693. Electrophone. 3 lampes (EBF80, EL84, EZ80). Puissance 4,5 W. HP 16-24 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction fixe. Changeur de disques 3 vitesses, platine CD93. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 28 + 12 VA. Valise gainée 2 teintes : parchemin et vert, couvercle amovible contenant le HP. H260-L510-P370 mm, 15,5 kg. Prix T.T.C. 56.555

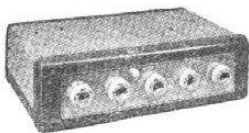
643. Même modèle, avec platine CD43N. Prix T.T.C. Paris 71.980



Préampli séparé. 1 lampe (12AX7). Spécial pour tête General Electric RPX-050. Sensibilité 0,6 mV (impédance d'entrée 47 000 Ω) pour sortie 100 mV à 1 000 c/s sur impédance 0,25 MΩ. Réglage de volume et 2 tonalités réglables pour basses et aiguës. Boîtier métal avec platine de fixation.

Niveau de ronflement total pour réponse droite, volume maximum : — 38 db ; volume moyen : — 50 db. Distorsion et intermodulation inférieure à 0,5 %. Voyant lumineux,

Prix T.T.C. Paris 17.480



PR15. Ampli 6 lampes (2-12AX7, 12AT7, 2-6L6, EZ81). Push-pull 15 W avec taux de distorsion < 1 %. Sélecteur d'entrée avec 2 positions en P.U. : microsillons et standard, des graves : + 16 à - 12 db à 50 c/s. Ré-permettant 2 courbes de correction. Réglage glage des aiguës : + 16 à - 18 db à 10 000 c/s. Filtre à coupure rapide. Réponse 20 à 20 000 c/s ± 1 db. 4 entrées : PU magnétique ou dynamique, PU cristal ou céramique, radio ou TV, magnétophone. Impédance de sortie : 4-8-16 Ω. Sortie pour magnétophone (après préampli incorporé). Bruit de fond : - 55 db pour 10 mV sur entrée PU1, et 10 W, - 66 db pour 100 mV sur entrée magnétophone. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 100 VA. Boîtier tôle perforée laquée marron et beige. H100-L310-P210 mm.

Prix T.T.C. Paris 66.840

Baffle Haut-Parleur N° 21 bis. Ensemble avec baffle stéréophonique et 2 HP 21 cm. Puissance 10 W. Surface convexe réverbérante avec ouverture latérale. Ebénisterie noyer. H480-L600-P280 mm, 5,7 kg.

Prix T.T.C. Paris 43.190

50 c/s, 20 + 15 VA. Malette gainée façon pécarri. H160-L370-P280 mm, 5,9 kg.

Prix T.T.C. 30.335

Platine. Tourne-disque 3 vitesses 33, 45 et 78 tours équipée d'un moteur synchrone. Plateau Ø 20 cm. Commande d'arrêt automatique. Tête de PU piézo-électrique à 2 saphirs interchangeables. Prassion verticale du PU 10 g. Alternatif 115/220 V, 50 c/s, 15 VA. Platine métal laqué ivoire et bras plastique. H70-L290-P210 mm.

Prix T.T.C. 10.180

Cellule de rechange, avec saphirs.

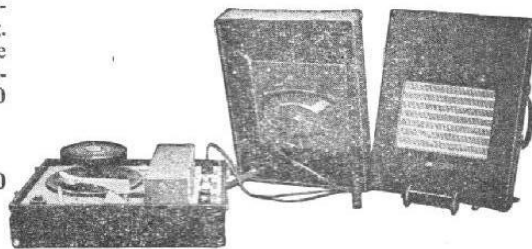
Prix T.T.C. 1.410

Saphir 33/45 ou 78 tours, la pièce.

Prix T.T.C. 230

10 cm. Prise HPS. Tonalité réglable. Contre-réaction fixe. Tourne-disque 3 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 33 + 12 VA. Valise gainée, grille métallisée devant le HP. H175 - L406 - P376 mm, 9 kg.

Prix T.T.C. 40.610



615. Electrophone 5 lampes (EF40, ECC40, 2-EL84, EZ80). Puissance 10 W. 2 HP 16-21 cm contenus en valise 2 éléments détachables, avec 2 cordons de 5 m. Prises HP basse impédance. Tonalité progressive. Tourne-disque 3 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Mélangeur micro-PU. Alternatif 110-220 V. 50 c/s, 66+12 VA. 2 valises gainées pégamoid noir ou grenat. Ampli : H204 - L542 - P418 mm mm. HP : H182 - L542 - P418 mm, 23,7 kg.

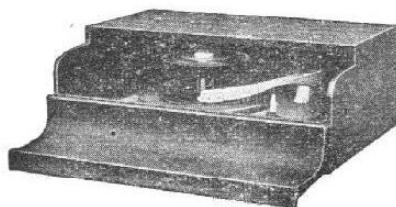
Prix T.T.C. 70.230

LA VOIX DE SON MAITRE
19, rue Lord-Byron, Paris (8°)
Tél. : Bal. 53-00



307. Tourne-disque 3 vitesses : 33-45 et 78 tours fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 12 VA. Valise gainée cordonal 2 tons. H165 - L415 - P370 mm, 5,5 kg.

Prix T.T.C. 20.255

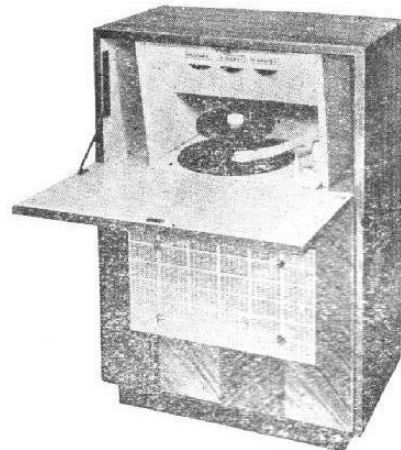


335. Coffret tourne-disque 3 vitesses : 33, 45 et 78 tours fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 12 VA. Coffret noyer. H225 - L540 - P380 mm, 8 kg.

Prix T.T.C. 25.345

3355S. Coffret électrophone 3 lampes (EF41, EL84, EZ80). Puissance 4 W. 2 HP : 16-21 cm et 1 électrostatique. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours. Alternatif 110/245 V, 50 c/s. Ebénisterie noyer avec grille-décor métal doré, et motif lumineux. H336 - L480 - P361 mm, 13 kg.

Prix T.T.C. 53.945



3356N. Meuble électrophone 3 lampes (ECC82, EL84, EZ80). Puissance 3,5 W 4 HP. 16-24 cm, 2 latéraux de 10-14 cm et 1 électrostatique coaxial, baffle « R.J. ». 2 réglages

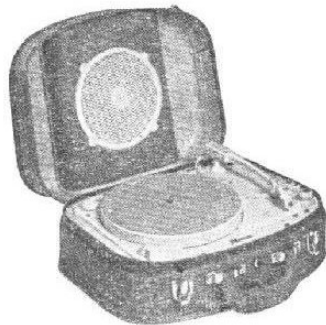
356. Electrophone 3 lampes (EF41, EL84, EZ80). Puissance 3 W. 2 HP : 12-18 cm et

VISSEAUX, 103, rue Lafayette, Paris (10°)
Tél. : Tru. 81-10



Mallette tourne-disque. 3 vitesses. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 15 VA. Malette gainée façon pécarri. H130-L340-P300 mm, 3,1 kg.

Prix T.T.C. 13.325



Electrophone. 3 lampes (6N8, 6BQ5, 6V4). Puissance 3 W. HP 17 cm. Tonalité réglable. Tourne-disque 3 vitesses. Alternatif 110/220 V,

de tonalité : graves et aiguës. Changeur de disques 3 vitesses, arrêt automatique pour les disques 45 tours, suspension « Isoflex » très souple. Alternatif 110/250 V, 50 c/s, 60 + 12 VA. Meuble noyer avec abattant secrétaire, intérieur sycomore, cases latérales à disques, grille polystyrène crème, fermeture magnétique, monté sur roulettes. H857 - L600 - P362 mm, 32,5 kg. Prix T.T.C. 86.377

3356P. Meuble palissandre. Prix T.T.C. 91.519

35267. Cartouche cristal de rechange, sans saphirs pour PU à tête réversible types Melodyne 115 et 315, ou VSM345. Prix T.T.C. 1.120

35372. Saphir 78 tours, pour 35267. Prix T.T.C. 308

35337. Saphir 33-45 tours, pour 35267. Prix T.T.C. 308

35728. Diamant 33-45 tours, pour 35267. Prix T.T.C. 4.010

LA VOIX DE SON MAITRE

Tête de PU et saphirs

35398. Cartouche cristal de rechange, sans saphirs, pour PU à tête réversible types Mélodyne 313 ou VSM343, noire. Prix T.T.C. 1.377

35671. Cartouche ivoire, même prix.
36084. Saphir 78 tours, pour 35398-671. Prix T.T.C. 308

36085. Saphir 33-45 tours, pour 5398-671. T.T.C. 308

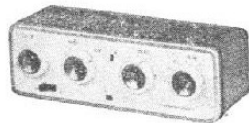
36124. Diamant 33-45 tours, pour 35398-671. Prix T.T.C. 4.010



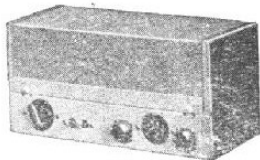
3026. Ensemble électrophone comprenant un préamplificateur PFA503, un amplificateur PFA712 et un tourne-disque 3 vitesses fonctionnant en changeur automatique pour les disques 45 tours, suspension « Isoflex » très souple. Meuble noyer ou palissandre monté sur roulettes caoutchoutées, casier à disques à la partie inférieure. H650 - L416 - P355 mm. Prix T.T.C. 116.609

CHF56N. Chaîne haute fidélité. Ensemble 3026 et PFH28SN. Ebénisterie noyer. Prix T.T.C. 174.811

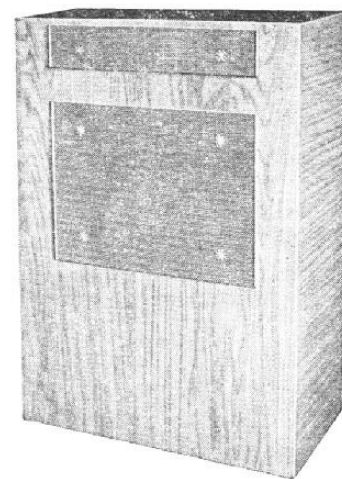
CHF56P. Ensembles 3026 et PFH28SP. Ebénisterie palissandre. Prix T.T.C. 179.952



PFA503. Préamplificateur 2 lampes (EF86, ECC82) alimenté par l'amplificateur PFA412, et contrôlant la mise sous tension de ce dernier. 3 entrées par jacks pour PU cristal imp. 0,5 MΩ sensibilité 0,16 V pour sortie ampli 10 W, PU magnétique imp. 30 000 Ω sensibilité 10 mV (10 W), micro haute imp. 5 MΩ, sensibilité 10 mV (10 W). Correction de tonalité par commutateur 7 positions. Filtre à coupure rapide (pente 20 db par octave) à 4 positions, pour éliminer les fréquences supérieures à 5 000, 7 000 et 10 000 c/s, et hors circuit. Câbles d'alimentation de l'ampli PFA412 et de liaison, avec prise spéciale, longueur 1 m. Coffret métal laqué givré gris acier. H103 - L286 - P125 mm, 2,5 kg. Prix T.T.C. 37.250



PFA412. Ampli push-pull 4 lampes (ECC82 ou 12 AU7, 2-EL84, 5Z4). Puissance 10 W avec taux de distorsion < 0,5 % à 400 c/s. Contrôle par préampli PFA503. Prise HP spéciale pour raccordement à l'ensemble PFH28S. Impédance 2,5-5-8-15 Ω ajustable par barrette, pour utilisation sur HP divers. Alternatif 110-245 V, 50 c/s, 50 VA. Utilisation possible séparée du PFA503, prévoir inter-secteur. Coffret métal laqué givré gris acier. H155 - L310 - P145 mm, 6,8 kg. Prix T.T.C. 42.545



PFH28S. Ensemble comportant 1 HP 28 cm, type PFH109, 18 W, et 1 HP statique sans effet directionnel. Cordon 5 m avec prise de raccordement à l'ampli PFA412. Ebénisterie noyer grille métallisée or. H855 - L590 - P305 mm, 18,7 kg. Prix T.T.C. 57.605

RADIO-ÉLECTRICIENS!
LA DOCUMENTATION PROFESSIONNELLE
catalogue général de la profession
est exclusivement réservé
aux Commerçants spécialisés



Reliure à feuillets mobiles - Format 24x30

DEMANDEZ LES CONDITIONS D'ABONNEMENT

Les caractéristiques données ci-dessus sont extraites de La Documentation Professionnelle

AVANTAGE UNIQUE
DES CATALOGUES A VOTRE NOM

Les Commerçants peuvent faire éditer à leur nom, par n'importe quelle quantité, des catalogues ou dépliants publicitaires, utilisant les éléments de « La Documentation Professionnelle », suivant les marques qu'ils vendent. Les frais de rédaction, de dessins, photographies, clichés, composition, sont amortis par l'édition du Catalogue Général. Prix exceptionnellement bas résultant du travail collectif. Tarif sur demande.

LA DOCUMENTATION PROFESSIONNELLE

107, rue de Lille, Paris-7^e - OPE. 31-86

LE HAUT-PARLEUR

LE PLUS ANCIEN
JOURNAL DE
VULGARISATION
RADIOTECHNIQUE

En vente partout,
le 15 de chaque mois

Prix du numéro 70 fr.

Abonnements :

France et Colonies :
Un an : 12 numéros : 600 fr.

Direction-Rédaction :

25, rue Louis-le-Grand, PARIS

OPE 89-62 - CCP Paris 424-19

Publicité :

SOCIETE AUXILIAIRE DE PUBLICITE

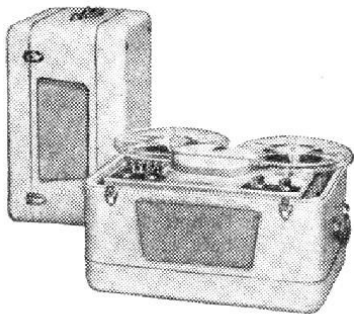
142, rue Montmartre, PARIS (2^e)

Tél. : GUT. 17-28 C.C.P. Paris 3793-60

CARACTÉRISTIQUES

des principaux magnétophones

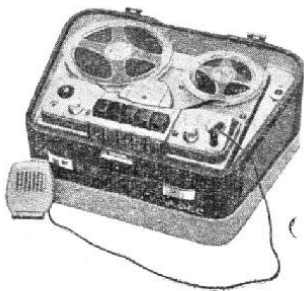
**BROCKLISS-SIMPEX, 3, bd Bineau
Levallois (Seine). Tél. : Per. 68-04**



Revox-36. Enregistreur sur bande magnétique double piste, 8 lampes (3-ECC83, 2-ECC81, ECC82, EL84, EM71) + 3 séléniûms. 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 750 m, durée 4 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s, durée 2 heures en 2 pistes à 19 cm/s. Temps de réembobinage 90 secondes. Gamme de fréquences 60 à 7 000 c/s à 9,5 cm/s et 40 à 12 000 cm/s à ± 1 db et jusqu'à 15 000 c/s à -5 db à 19 cm/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 16 cm. Puissance 3,5 W. Commande de fonctions par clavier à 5 touches. 2 entrées : micro et radio-PU, mixables. Sortie HPS. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Prise pour pédale ou commande à distance. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 120 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H280-L490-P370 mm, 22 kg. Livré avec 1 bande de 750 m, 1 bobine vide et micro.

Prix T.T.C. 195.000

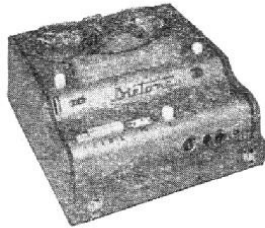
**COLDEBŒUF, 46, rue de la Tour, Paris (16^e)
Tél. : Tro. 54-76**



Lugavox 154. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 4 lampes (EF86, ECC81, EL42, DM70) + germanium (OA71) et redresseur séléniûm. 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s, par boutons-poussoirs. Bobine de 180 m. Réembobinage à grande vitesse dans les 2 sens. Gamme de fréquences 90 à 10 000 c/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 13 cm. Puissance 1,5 W. Prises pour micro-radio-PU et HPS basse impédance ou ampli. Réglages de puissance séparés micro et PU-radio, permettant la mixage. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Alternatif 110/

220 V, 50 c/s, 55 VA. Valise bois gainée rexine lavable 2 tons avec compartiment pour micro et bobines. H210-L420-P320 mm, 11 kg. Livrée avec micro, 1 bobine de 180 m, 1 bobine vide et 1 cordon de raccordement micro ou PU-radio. Prix non fixé.

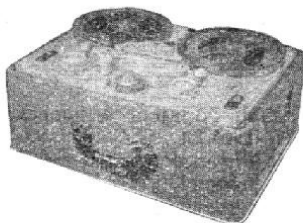
**DICTONE, 18-20, Fbg du Temple, Paris (11^e)
Tél. : Lec. Obé. 27-64**



Dictone 333 à tête magnétique mobile. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 3 lampes. Vitesse de déroulement 9,5 cm/s. Bobine de 180 mètres, durée 1 heure en 2 pistes. Temps de réembobinage 90 secondes. Tête magnétique mobile permettant l'insertion instantanée de corrections ou textes additionnels à un texte déjà enregistré. Gamme de fréquences 50 à 8 000 c/s, pleurage maximum 0,5 % à 1 000 c/s. Contrôle visuel de modulation. HP 10 cm. Puissance 3 W modulés à < 10 % de distorsion. Marche AV et AR rapide par boutons-poussoirs. 2 entrées : micro et radio-PU, mélangeables. 2 sorties : HPS basse impédance et casque. Possibilité de commande à distance par micro et pédale. Compteur incorporé. Alternatif 110-225 V, 50 c/s, 55 VA. Valise gainée sanglar, couvercle amovible avec coffret pour accessoires. H120 - L320 - P310 mm, 9 kg. Livré sans bobines ni micro.

Prix T.V.A. comprise 98.500

**LE DISCOGRAPHE (L. Dauphin),
10, villa Collet, Paris (14^e). Tél. : Lec. 54-28**



Melomane. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes. 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 500 m, durée 3 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s, durée 1 h. 30 en 2 pistes à 19 cm/s. Temps de réembobinage

2 minutes. Gamme de fréquences 60 à 8 000 c/s, ± 2 db à 9,5 cm/s, et 50 à 12 000 c/s, ± 2 db à 19 cm/s, pleurage $< 0,3$ %. Distorsion $< 0,5$ % à 1 000 c/s. Contrôle visuel de modulation. HP 12-19 cm. Puissance 3 W. Marche AV et AR par boutons-poussoirs sphériques. 2 entrées : micro et radio-PU, mixables. Effacement à haute fréquence. 2 sorties : HPS basse impédance et ampli. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Compteur incorporé. Alternatif 110/240V, 50 c/s, 88 VA. Valise gainée 2 tons, couvercle amovible. H200-L415-P320 mm, 12 kg. Livré sans bobine, ni micro.

Prix T.V.A. incluse 135.000

Conférence. Même modèle 2 vitesses : 9,5 et 19 cm/s. Puissance 2,5 W. Contrôle visuel de modulation par néon stabilisé. Autres caractéristiques identiques au modèle Mélomane. Livré sans bobine, ni micro.

Prix T.V.A. incluse 125.000

**EDEN (Ets Dentzer), 13 bis, rue Rabelais,
Montreuil-sous-Bois (Seine)
Tél. : Avr. 22-94**



Electrophone enregistreur. 5 lampes (12AX7, 12AU7, EBF80, EL84, EZ80). Puiss. 4 W. HP 21 cm. Tonalité réglable. Enregistrement magnétique : parole 16 t/mn et musique 33 t/mn sur disques spéciaux 30 cm, durée 10 mn à 16 t/mn. Réglage de puissance enregistrement magnétique indépendant. Possibilité d'enregistrement des émissions radio par adaptateur se branchant sur la prise HPS du récepteur. Commutateur 3 positions : PU, lecture et enregistrement. Platine 4 vitesses 16-33-45 et 78 tours équipée d'un moteur asynchrone. Verrouillage de l'arrêt automatique pour fonctionnement manuel (derrière plaque des disques microcillons). Plateau \varnothing 20 cm. Tête de PU amovible à 2 saphirs et tête magnétique de lecture et d'enregistrement à aiguille magnétique interchangeable. Alternatif 120-220 V, 50 c/s, 70 VA. Mallette gainée pégamoïd peau de porc, avec couvercle amovible contenant le HP. H215 - L410/435 - P290/325. Livré avec boîtier à aimants d'effacement.

Prix T.T.C. 48.330

Micro piézo-élec. petit modèle. T.T.C. 2.160

Micro piézo-élec. grand modèle. T.T.C. 3.910

Disque 30 cm magnétique. Une face, durée 10 mn à 16 t/mn. Prix T.T.C. 925

Disque 20 cm double face, 5 mn par face à 16 t/mn. Prix T.T.C. 615

Cellule de rechange, av. saphirs. T.T.C. 1.954

Saphirs 33/45 et 78 t., le jeu. T.T.C. 823

EKOMATIC, 119, bd Pereire, Paris (17°)

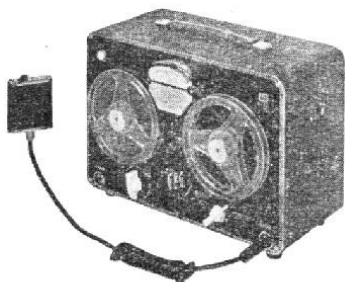
Tél. : Car. 16-16

Ekomatic. Enregistreur sur bande magnétique double piste. Durée d'enregistrement : 3 heures (en deux pistes, à 9,5 cm/s). Deux vitesses : 9,5 et 19 cm/s. Gamme de fréquences 50 à 10 000 c/s. Puissance 4 W. HP 21 cm. Contrôle et signalisation du niveau de modulation par tube au néon. Commande directe des différentes fonctions : enregistrement, lecture, rebobinage rapide avant et arrière, par clavier à touches. Commande à distance pour l'enregistrement et la lecture, par micro ou pédale. Jacks de branchement : micro, PU, radio, téléphone, casque et amplificateur extérieur. Compteur avec remise à zéro. Possibilité d'utilisation en public address. Contrôle de tonalité. Valise gainée simili peau de porc ou havane. Livré en ordre de marche, avec micro et 1 bobine de 375 m.

Prix T.T.C. Paris 80.720

ELERCO, 68, rue de Jouffroy, Paris (17°)

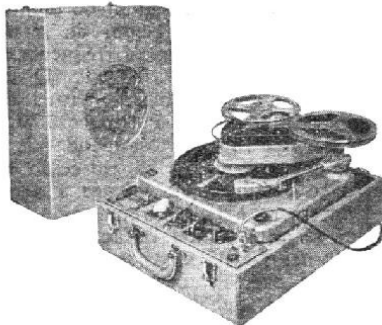
Tél. : Wag. 82-97



G.B.G. 156. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 5 lampes (EF40, EBC41, EL41, EL42, EZ80). 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,5 cm/s. Bobine de 250 m, durée 1,30 heure en 2 pistes à 9,5 cm/s et 3 heures en 2 pistes à 4,75 cm/s. Temps de réembobinage 150 secondes. Gamme de fréquences 80 à 6 000 c/s, ± 2 db, pleurage < 0,2 %. HP 12 cm. Puissance 3 W. Marche AV et AR rapide. Bouton de commande unique. Prises micro et casque. Compteur incorporé. Pédale-Secrétaire permettant de réécouter une partie de l'enregistrement. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 75 VA. Coffret vertical, métal granité. H230 - L330 - P150 mm, 10 kgs. Livré avec micro à commande automatique et cordon de raccord, 1 bobine 250 m, 1 bobine vide, pédale-secrétaire et housse.

Prix sur demande.

ERCSAM, 221, rue Lafayette, Paris (10°)
Tél. : Com. 97-51

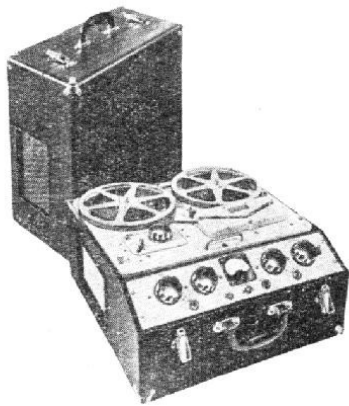


Super-Magnétic 510. Electrophone-magnétophone 5 lampes (2-EF40, 2-EL41, EZ80). Puissance 4 W modulés à < 4 % de distortion. HP 21 cm. Platine-enregistreur sur bande magnétique double piste, adaptable et entraînée par platine tourne-disque 3 vitesses. 3 vitesses de déroulement : 8 cm/s à 33 tours, 11 cm/s à 45 tours, et 19 cm/s à 78 tours. Bobine \varnothing 17 cm, durée 1 heure à 8 cm/s, durée 30 minutes à 19 cm/s. Temps de réembobinage 250 secondes. Gamme de fréquences 50 à 8 000 c/s, pleurage 0,01 %. Contrôle visuel d'enregistrement. Marche AV et AR rapide. 2 entrées : micro et PU mixables. Effacement à haute fréquence. Prise pour casque-écouteur. Tonalité réglable. Possibilité de synchronisation avec projecteur. Alternatif 110 ou 220 V, 50 c/s, 85 VA. Valise gainée tweed, couvercle amovible. H270-L350-P440 mm. Livré sans micro, bandes, ni bobines. Prix T.T.C. 120.398

Super-Magnétic 517. Modèle 10 W avec ampli supplémentaire (EF40, 2-EL41). 2 HP : 28 et 21 cm. 2 valises gainées pégamoïd bordeaux. H700-L500-P280 mm. Livré sans micro, bandes ni bobines. Prix T.T.C. 156.482

FILM ET RADIO, 6, rue Denis-Poisson

Paris (17°). Tél. Eto. 24-62



Ferrogaph 2A/N. Enregistreur sur bande magnétique, double piste. 3 moteurs : 1 synchrone et 2 asynchrones. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 525 m, durée 3 heures à 9,5 cm/s et 90 mn à 19 cm/s. Temps de réembobinage 60 secondes. Départ et arrêt instantanés. Gamme de fréquences de 50 à 6 000 c/s à ± 3 db en 9,5 cm/s, et de 50 à 11 000 c/s à ± 3 db en 19 cm/s. Pleurage < 0,2 % à 19 cm/s. Rapport signal/souffle < 50 db. HP 15-25 cm. Puissance 2,5 W. Entrées : micro sensibilité 3 mV, PU-radio sensibilité 0,1 V. Sorties impédance 15 Ω . Prise HPS basse impédance. 2 tonalités réglables : graves et aiguës. Contrôle de niveau par db-mètre. Alternatif 110/130 V, 50 c/s, 110 VA. Valise gainée. H248-L470-P445 mm, 22,5 kg.

Prix T.T.C. 213.000

Ferrogaph 2A/NH. Même modèle. Vitesses de défilement 19 et 38 cm/s. Bobine de 525 mètres, durée 90 mn à 19 cm/s et 45 mn à 38 cm/s. Gamme de fréquences de 50 à

11 000 c/s à ± 3 db en 19 cm/s, et de 40 à 14 000 c/s à ± 3 db en 38 cm/s. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. 241.000

Wearite tape-deck A. Platine d'enregistreur sur bande magnétique, double piste. 2 vitesses de défilement 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 525 mètres, durée 3 heures en double piste à 9,5 cm/s et 90 mn à 19 cm/s. Temps de réembobinage 60 secondes. Gamme de fréquences de 50 à 6 000 c/s à ± 3 db en 9,5 cm/s et de 50 à 11 000 c/s à ± 3 db en 19 cm/s. Pleurage < 0,2 % à 19 cm/s. Adaptable avec amplificateur. Alternatif 200/250 V, 50 c/s, 42 VA. Platine métal. H180-L410-P330 mm, 8,2 kg.

Prix T.T.C. Paris 1.306

Wearite tape-deck B. Même modèle, vitesses de défilement 19 et 38 cm/s.

Prix T.T.C. 101.500

FILSON, 18, rue d'Enghien, Paris (10°)

Tél. : Pro. 07-14



Grande Conférence 534-R. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 4 lampes (2-12AX7, 2-EL84) + redresseur Siemens. 2 vitesses de déroulement 4,75 et 9,5 cm/s. Bobine de 500 mètres, durée 6 heures en 2 pistes à 4,75 cm/s, durée 3 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de réembobinage 17 secondes. Gamme de fréquences 60 à 7 500 c/s pour vitesse de déroulement de 9,5 cm/s, pleurage maximum 0,8 % à 9,5 cm/s. Contrôle visuel de modulation. HP 12-19 cm. Puissance 2 W. Clavier 5 touches avec groupement des commandes électromécaniques sur 1 seule touche par opération, avec verrouillage automatique : marche AV rapide, marche AR rapide, arrêt, enregistrement et reproduction. Arrêt et départ instantanés. Freinage progressif suivant la vitesse. Prises pour HPS basse impédance, micro, PU et commande à distance. Enregistrement normal et en surimpression. Mixage PU-micro. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Possibilités d'enregistrement des émissions radio et téléphoniques, et d'adaptation d'un compteur rotatif. Alternatif 110 V, 50 c/s, 75 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H155-L340-P370 mm, 11 kg. Livré avec micro.

Prix T.T.C. Paris 118.255

Télécommande. Pour marche AV, AR et arrêt à main, ou à pied par pédale. T.T.C. 6.684

Compteur rotatif. T.T.C. 4.627

Ecouteurs stéthoscopiques B.I. T.T.C. 6.324

Capteur téléphonique. T.T.C. 5.347

Micro piezoélectrique T.T.C. 4.627

Micro dynamique, avec pied. T.T.C. 17.995

KODAK, 37, avenue Montaigne, Paris (8°)

Tél. : Ely. 88-31



Bandes magnétiques Kodavox. Largeur 6,3 mm. Support « Standard » 3,2/100 mm ou « Lon-

gue durée » 2,5/100 mm. Courbe de réponse droite à ± 2 db de 20 à 16 000 c/s à la vitesse de défilement de 19 cm/s, de 20 à 8 000 c/s à la vitesse de défilement de 9,5 cm/s, et de 20 à 4 500 c/s à la vitesse de défilement de 4,75 cm/s. Distorsion harmonique 1 %. Dynamique de bruit de fond 62 db. Dynamique d'effacement 70 db. Les bandes « Longue durée » permettent des durées d'audition doubles de celles obtenues avec les bandes « standard ». Résistance à la traction équivalente.

Bande Standard. 90 m, support 3,2/100 mm, sur bobine \varnothing 100 mm. Prix T.T.C. 858

Bande Standard. 180 m, support 3,2/100 mm, sur bobine \varnothing 127 mm. Prix T.T.C. 1.174

Bande Standard. 360 m, support 3,2/100 mm, sur bobine \varnothing 178 mm. Prix T.T.C. 1.818

Bande Longue durée. 180 m, support 2,5/100 mm, sur bobine \varnothing 100 mm. Prix T.T.C. 1.300

Bande Longue durée. 360 m, support 2,5/100 mm, sur bobine \varnothing 127 mm. Prix T.T.C. 2.300

Bande Longue durée. 720 m, support 2,5/100 mm, sur bobine \varnothing 178 mm. Prix T.T.C. 3.600

KODAVOX - Accessoires

Bande amorce. 6,3 mm, longueur 10 m, opale/blanc, opale/bleu ou opale/rose. T.T.C. 150

Bande amorce. 6,3 mm, longueur 70 m, opale/blanc, opale/bleu ou opale/rose. T.T.C. 430

Boîte carton. Pour bobine \varnothing 100 mm, T.T.C. 24

Boîte carton. Pour bobine \varnothing 127 mm, T.T.C. 166

Boîte carton. Pour bobine \varnothing 178 mm, T.T.C. 249

Bobine vide. Polystyrène \varnothing 70 mm, T.T.C. 61

Bobine vide. Polystyrène \varnothing 100 mm, T.T.C. 122

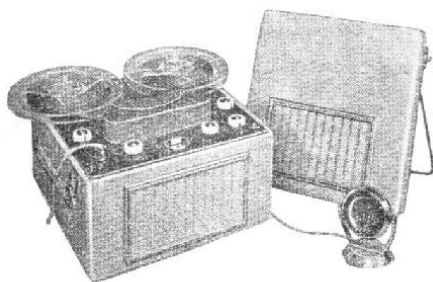
Bobine vide. Polystyrène \varnothing 129 mm, T.T.C. 197

Bobine vide. Polystyrène \varnothing 178 mm, T.T.C. 249

Ciseaux. Pour montage de bande magn. T.T.C. 1.179

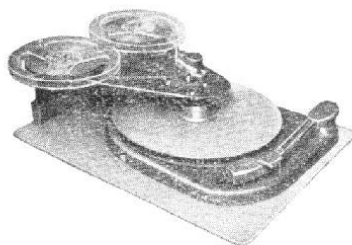
durée 124 minutes en 2 pistes à 9,5 cm/s, durée 62 minutes en 2 pistes à 19 cm/s, ou bande mince 720 m permettant de doubler les durées d'enregistrement. Temps de réembobinage 70 secondes. Gamme de fréquences 30 à 15 000 c/s, pleurage $< 0,3$ %. Distorsion < 2 % à 1 000 c/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 16-24 cm. Puissance 4 W. Marche AV et AR rapide. Commande de fonctions par touches clavier. 2 entrées : PU et micro, avec possibilité de mixage à partir du P.U. Effacement à haute fréquence, avec dispositif de sécurité évitant l'effacement involontaire. 2 sorties : HPS basse impédance et casque-écouteur, avec inverseur. 2 réglages de tonalité graves et aiguës. Compteur incorporé. Possibilité d'adaptation de dispositif pour synchronisation avec projecteur. Alternatif 110-240 V, 50 c/s, 120 VA. Valise gainée 2 tons. H240 - L420 - P 360 mm, 19 kg. Livré micro, 1 bobine de 360 m et 1 bobine vide.

Prix T.T.C., port en sus. 137.000



New Orleans 1957. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (12AX7, 12AT7, 2EL84, EZ80, EM85). 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 360 m, durée 124 minutes en 2 pistes à 9,5 cm/s, durée 62 minutes en 2 pistes à 19 cm/s, ou bande mince 720 m permettant de doubler les durées d'enregistrement. Temps de réembobinage 80 secondes. Gamme de fréquences 40 à 15 000 c/s, pleurage $< 0,3$ %. Distorsion < 2 % à 1 000 c/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 12 cm. Puissance 3 W. Marche AV et AR rapide. 2 entrées : PU et micro avec possibilité de mixage. Effacement à haute fréquence. Prise pour HPS. Tonalité réglable. Possibilité d'adaptation de dispositif pour synchronisation avec projecteur. Alternatif 110-130 V, 50 c/s, 80 VA. Valise gainée façon parchemin gris bleuté, couvercle amovible contenant le HP. H190 - L300 - P300 mm, 9 kg. Livré avec micro, 1 bobine 360 m et 1 bobine vide.

Prix T.T.C., port en sus. 65.000



Platine-Enregistreur. Double piste. Adaptable sur tourne-disques 1957 (Pathé-Marconi, Duret, etc...). Se pose sur le plateau du tourne-disques sans aucune fixation. Entraînement par plateau de \varnothing 75 mm garni caoutchouc, reposant sur le plateau du tourne-disques. Peut recevoir des bobines de \varnothing 18 cm. Utilisable avec amplis et préamplis Oliver. H90 - L270 - P220 mm, 1 kg. Livrée avec mandrin pour

déroulement à 9,5 cm/s (mandrins pour 4,75 et 19 cm/s, en supplément), 1 tête d'enregistrement-lecture type D et 1 tête d'effacement à haute fréquence type F, et manivelle pour réembobinage. Bobinage oscillateur ferroxcube. Prix T.T.C., port en sus. 10.000

Mandrin pour 4,75 cm/s. Suppl. T.T.C. 400

Mandrin pour 19 cm/s. Suppl. T.T.C. 800

Tête E (au lieu de tête D) pour enregistrement à 15 000 c/s. Suppl. T.T.C. 2.500

PHILIPS, 50, avenue Montaigne, Paris
Tél. : Bal. 07-30



EL3510. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 4 lampes (ECC83, EL84, EZ80, DM71). Livré avec microphone cristal et bobine de 180 mètres, durée 2 fois 1/2 h., et une bobine vide. Déroulement du ruban : 9,5 cm/s. Temps de rebobinage : 80 secondes. Gamme de fréquences : 100 à 6 000 c/s. HP 13 cm. Puissance 2,5 W. Un seul bouton de commande pour arrêt, enregistrement, reproduction, bobinage accéléré marche avant et bobinage accéléré marche arrière. Compteur adaptable. Possibilité d'enregistrement des communications téléphoniques et des émissions radio. Possibilité de commande à distance par pédale. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 50 VA. Coffret métal gainé peau de porc et lézard vert, dessus marron. H250 - L350 - P190 mm, 9,5 kg. Prix T.T.C. 66.160

EL3915/00. Bande normale 180 m, \varnothing 12,7 cm 1.180

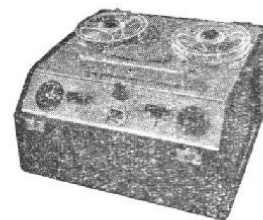
EL3915/50. Bande mince 260 m, \varnothing 12,7 cm 1.730

EL3908/00. Bande normale 90 m, \varnothing 10 cm 805

EL3970/03. Dispositif enregistreur com. téléph. 2.545

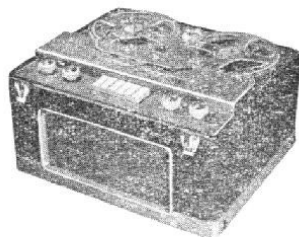
RE714. Boîte de mixage T.T.C. 4.075

POLYDICT (Ets Vaisberg),
59, bd de Strasbourg, Paris (10°)
Tél. : Tai. 93-40



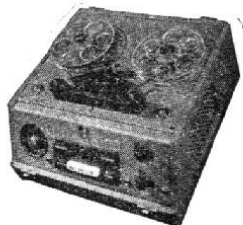
Polydict 125. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 5 lampes (2-12AX7, EF86, EM85, EL84) + redresseur. 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 500 mètres, durée 2 x 80 minutes en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de rebobinage : 80 secondes. Ré-

Charles OLIVERES, 5, av. de la République,
Paris (11°) — Tél. : Obe. 19-97



Salzbourg. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (2-12AX7, 2-EL84, EZ80, EM34). 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine normale de 360 m,

ponse droite à $\pm 2,5$ db, de 40 à 10 000 c/s sur sortie ligne, de 60 à 8 000 c/s sur HP intérieur. Pleurage efficace 0,03 %. Intermodulation < 10 %. Deux contrôles de modulation: visuel par trèfle cathodique, auditif par casque. Compteur éclairé à remise à zéro. HP 12-19 cm. Puissance 4 W. Commandes à distance: marche avant, stop et retour. Prises pour HPS basse impédance, micro, PU et amplificateur. Enregistrement en surimpression sur demande. Commandes séparées pour mixage PU-micro. Contrôle de tonalité. Alternatif 100/130 V, 50 c/s, 75 VA. Coffret gainé pégamoïd gris, platine vert clair, couvercle démontable. H195-L330 - P310 mm, 12 kg. Livré sans micro ni bobine. Prix T.T.C. Paris **128.540**



Polydict 419. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (12AX7, EF86, 6AV6, EL84, EM85, EZ80). 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,5 cm/s (419 type 495) ou 9,5 et 19 cm/s (419 type 919, même prix, pouvant être équipé en télécommande moyennant supplément). Bobine de 360 mètres, durée 2 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de rebobinage : 35 secondes. Réponse droite à ± 3 db, de 70 à 4 500 c/s pour 4,75 cm/s, de 70 à 6 000 c/s pour 9,5 cm/s. Rapport signal/souffle : 45 db. Contrôle visuel de modulation par trèfle cathodique. Compteur éclairé à remise à zéro. HP 12-19 cm. Puissance 4 W. Clavier 3 touches : Enregistrement-Arrêt-Lecture. Réglage de volume. Réglage de tonalité. Prise pour télécommande. Prises pour HPS basse impédance, micro, PU et casque-écouteur. Enregistrement normal et surimpression. Possibilité d'enregistrement des émissions radio et de synchronisation avec projecteur 8-9,5 ou 16 mm. Alternatif 100/130 V, 50 c/s, 120 VA. Coffret gainé vinyle gris, platine gris martelé, couvercle démontable. H195-L330 - P330 mm, 12 kg. Livré avec micro cristal, 1 bobine de 180 mètres et 1 bobine vide. T. L. et port en sus. **170.000**
T.T.C. Paris **174.820**

Polydict 419 - type 919. Même modèle, 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Autres caractéristiques et prix identiques. Equipé pour utilisation en télécommande.

Pédale dact. (avant-stop-retour). T.T.C. **5.347**
Clavier manuel (av.-stop-retour). T.T.C. **8.740**
Boîtier dictée à dist. (av.-stop) T.T.C. **4.936**
Poste de télécommande. T.T.C. **28.280**
Casque stéthoscopique. T.T.C. **5.655**
Bas-parleur sur flexible. T.T.C. **9.050**
Inducteur téléphonique. T.T.C. **4.833**
Micro Hi-Fi type HF III. T.T.C. **11.312**

3T50. Enregistreur professionnel sur bande magnétique double piste. 5 lampes (3-12AX7, 2-EF86) + redresseur. 2 vitesses de déroulement: 9,5 et 19 cm/s ou 19 et 38 cm/s, sur demande. 3 moteurs asynchrones. 3 têtes magnétiques. Commande à distance du défilement. 2 réglages de volume micro-PU mélangeables. Réglage d'écoute au casque. 2 entrées : sensibilité — 55 dbmV, atténuateurs 3 positions : 2 db de 100 à 7 500 c/s, — 5 db à 50 c/s, et — 3 db à 10 000 c/s. Distorsion < 4 % à par bornes et jack. Prise pour télécommande. Courbe de réponse à 19 cm/s : droite à

— 400 c/s. Alternatif 100/130 V, 50 c/s, 75 VA. Coffret gainé vinyle gris, platine gris martelé H195 - L330 - P330 mm, 12 kg. A utiliser avec un amplificateur Williamson, push-pull 12 W, 3 HP : 12-19 cm, montés dans une colonne. Prix sur demande.

Bandes magnétiques

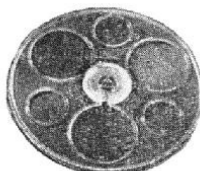
| | | | |
|----------------------------------|------------|--------|--------------|
| Ruban Sonocolor. | 90 m. | T.T.C. | 658 |
| » | 125 m. | T.T.C. | 922 |
| » | 250 m. | T.T.C. | 1.823 |
| » | 360 m. | T.T.C. | 2.124 |
| » | 500 m. | T.T.C. | 3.486 |
| Bobine vide \varnothing 90 mm, | 90 m. | T.T.C. | 154 |
| » \varnothing 127 mm, | 180/250 m. | T.T.C. | 303 |
| » \varnothing 177 mm, | 360/500 m. | T.T.C. | 350 |

PYRAL, 47, rue de l'Echat, Créteil (Seine)
Tél. : Gra. 48-90



21004. Bande magnétique 375 mètres. Support triacétate de cellulose, largeur 6,25 mm, $\pm 0,05$ mm, épaisseur 55 microns. Allongement élastique 1,8 % sous une charge de 1 kg appliquée 20 mn à 20° C. Charge de rupture 2 kg à 20° C. Valeurs optima de réponse pour vitesse de défilement de 19 cm/s, de 50 à 10 000 c/s, pour 9,5 cm/s, de 50 à 7 000 c/s, dynamique > 60 db, distorsion harmonique totale < 2 %, dynamique d'écho > 60 db. Bobine plastique \varnothing 180 mm. Boîte carton. Prix T.T.C. **1.955**

21010. Bobine \varnothing 180 mm vide. T.T.C. **250**



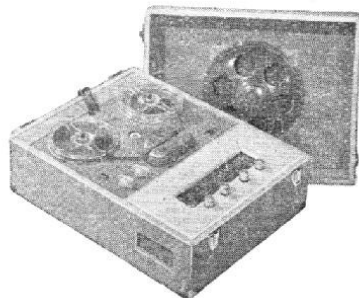
21007. Bande magnétique 185 mètres Bobine \varnothing 127 mm. Prix T.T.C. **1.190**

21009. Bobine \varnothing 127 mm vide. T.T.C. **200**

21003. Bande magnétique 90 mètres. Bobine \varnothing 100 mm. Prix T.T.C. **920**

21008. Bobine \varnothing 100 mm vide. T.T.C. **130**

RADIAX, 12, rue de l'Abbé-Groult, Paris (15°)
Tél. : Lec. 52-30



Audion - Vox. Ensemble radio-magnétophone 8 lampes (ECH81, EBF80, 6BA6, EL84, EZ80,

2-EBC41, EM34). Radio : 5 lampes. 4 gammes HP 21 cm. Puissance 4 W. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 375 m, durée 2 heures en 9,5 cm/s, durée 1 heure en 19 cm/s, en 2 pistes. Temps de rébobinage 5 minutes. Gamme de fréquences 40 à 15 000 c/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 21 cm. Puissance 4 W, modulés à < 10 % de distorsion. Prise pour HPS ou micro. Tonalité réglable. Alternatif 115/135 V (220 V sur demande), 50 c/s, 50 + 25 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H215 - L435 - P350 mm, 14 kg. Livré avec une bande de 185 m et une bobine vide.

Prix T.T.C. **70.953**

Audion-Vox. Autre modèle, sans radio. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **66.840**

RADIOBOIS, 175, rue du Temple, Paris (3°)
Tél. : Arc. 10-74

Magnétophone Magnétic-France « Fidélité ». Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (12AT7, 2-EF80, EL84, EZ80, EM34). 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 500 m, durée 90 minutes en 2 pistes à 19 cm/s, durée 3 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de rébobinage 60 secondes. Gamme de fréquences 50 à 6 000 c/s à 9,5 cm/s, et 40 à 12 000 c/s à 19 cm/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 13-19 cm. Puissance 4 W, modulés à < 0,2 % de distorsion. Marche AV et AR rapide. 3 entrées : micro, PU et radio, mixables. Effacement à haute fréquence. 3 sorties : casque, HPS et ampli. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Compteur incorporé. Commande à distance par pédale. Possibilité de synchronisation avec des projecteurs 8-9,5 et 16 mm et d'enregistrement des communications téléphoniques. Alternatif 110/120 V, 50 c/s, 110 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H240-L340-P300 mm, 14 kg. Livré sans bande, ni micro.

Prix T.T.C. **65.000**

Magnétophone Magnétic-France « Standard ». Enregistreur sur bande magnétique double piste. 3 lampes (ECL82, Z729, 6V4). 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 500 m, durée 90 minutes en 2 pistes à 19 cm/s, durée 3 heures, en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de rébobinage 60 secondes. Gamme de fréquences 60 5 000 c/s. à 9,5 cm/s et 60 à 10 000 c/s à 19 cm/s. HP 13-19 cm. Puissance 3 W, modulés à < 0,5 % de distorsion. Marche AV et AR rapide. 2 entrées : micro et PU. Effacement à haute fréquence. 2 sorties : HPS et casque. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Possibilité de commande à distance par pédale et de synchronisation avec des projecteurs. Alternatif 110/220, 50 c/s, 90 VA. Valise gainée, couvercle amovible. H190-L330-P300 mm, 10 kg. Livré en ordre de marche, sans micro, ni bande. Prix T.T.C. **56.000**

Carton « Standard ». Enregistreur Magnétic-France « Standard » en pièces détachées pour montage individuel. Sous emballage.

Prix T.T.C. **43.800**

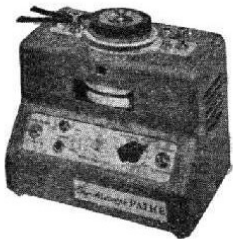


21000 Heraphone Luxe. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 7 lampes (12AT7, EF86, 2-6V4, 2-EL84, EM34). 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Correcteur de courbe pour chaque vitesse. Bobine de 375 mètres, durée 2 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de réembobinage : 20 secondes. Gamme de fréquences 60 à 7 000 c/s, ± 3 db, pleurage maximum 1,5 % à 3 000 c/s. Contrôle visuel de modulation. HP 16-24 cm. Puissance 3 W modulés à moins de 5 % de distorsion. Bouton de commande unique pour marche AV rapide, marche AR rapide, arrêt, enregistrement et reproduction. Démarrage instantané de la bande par touches avec possibilité de commande à distance. Prises pour HPS basse impédance, micro et casque écouteur. Enregistrement normal et enregistrement en surimpression. Commandes séparées pour mixage PU-micro. Double contrôle de tonalité. Possibilité d'enregistrement des émissions radio et de synchronisation avec projecteur 8-9.5 ou 16 mm. Possibilité d'adaptation d'un compteur-montre. Alternatif 110/245 V, 50 c/s, 80 VA. Valise gainée vinyle lavable avec compartiment latéral pour accessoires. H230-L440-P350 mm. Livré avec microphone cristal, 1 bobine 375 mètres et une bobine vide.

Prix T.T.C. 138.712



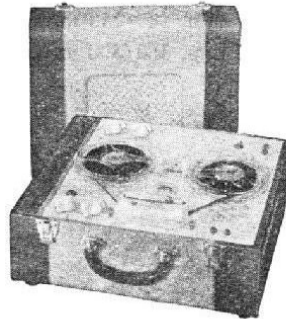
21002 C.S.M. Microphone cristal. Impédance 1 M Ω . Niveau de sortie 55 db par rapport à 1 V. Filtre acoustique breveté. Réponse ± 6 db de 50 à 8 000 c/s. Boîtier alpac moulé émail gris satiné au four, monté sur socle. H90-L65-P40 mm. Livré avec câble blindé 1,5 m et fiche \varnothing 6 mm. Prix T.T.C. 4.010



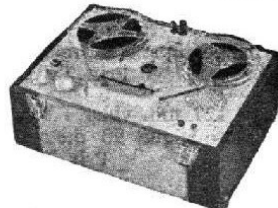
28800 Synchroscope. Appareil permettant de synchroniser le fonctionnement d'un projecteur et d'un magnétophone. Impulsion motrice donnée par le magnétophone. Entraînement de la bande magnétique par tambour caoutchouté.

Tambour inférieur indépendant lié au projecteur par flexible. Commandes de correction automatique de la vitesse du projecteur. Alternatif 120 V, 50 c/s. Coffret métal vermiculé beige foncé. H195 (215 avec pieds) - L215-P180 mm, 3,15 kg. Prix T.T.C. 29.800

**SERAVOX (SERAM), 8, rue de Turin,
Paris (8^e) — Tél. : Eur. 39-70**



Seravox M570. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (2-EBC41, EF41, EL41, 6X4, EM34). 2 vitesses de déroulement 9,5 et 19 cm/s. Bobine \varnothing 180 mm, de 360 m, durée 2 heures (ou 4 h. avec ruban mince 720 m). Vitesse rapide AV et AR par 2 poussoirs : réembobinage en 80 secondes. Réponse droite à $\pm 2,5$ db de 30 à 7 000 c/s, en 9,5 cm/s de défilement et de 50 à 12 000 c/s en 19 cm/s. Pleurage inférieur à 2 %. 2 entrées : micro haute impédance et PU avec réglages de puissance séparés permettant le mixage. Contrôle visuel de modulation. HP 21 cm. Puissance 3,5 W, distorsion < 5 %. 2 sorties : HPS basse impédance et préampli. Possibilité de branchement d'un casque compteur. Tonalité réglable. Possibilité de commande à distance par pédale d'enregistrement des émissions radio et de synchronisation avec projecteurs cinéma 8, 9,5 ou 16 mm. Compteur adaptable. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 60 VA. Valise gainée 2 tons beige et marron, couvercle amovible avec HP et cordon 2 m. H190 - L370 - P330 mm, 9 kg. Livré nu. Prix T.T.C. 81.750



Adaptateur A570. Adaptateur d'enregistrement sur bande magnétique double piste, à utiliser avec ampli ou sur prises PU et HPS (basse imp.) d'un récepteur radio. Caractéristiques identiques au Séravox M570 pour l'enregistrement. Sans amplificateur ni HP. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 30 VA. Valise gainée H170 - L330 - P 250 mm, 6 kg. Livré nu. Prix T.T.C. 50.125

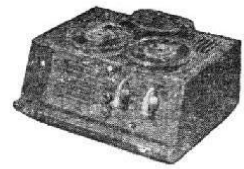
A570. Modèle en platine sans valise. Prix T.T.C. 47.538

Compteur. Incorporé. Supplém. T.T.C. 3.085

Prise de synchronisation. Cinéma. Supplément. T.T.C. 1.553

Micro. Avec fiche et cordon 4 mètres. T.T.C. 3.980

Télécommande par pédale. T.T.C. 3.702



Séradict. Appareil à dicter, enregistreur sur bande magnétique double piste, 5 lampes. Vitesse de déroulement 4,75 cm/s (et 9,5 cm/s en supplément, sur demande). Bobine \varnothing 100 mm, de 90 m, durée 60 minutes (ou 120 mm avec ruban mince 180 m). Vitesse rapide AV et AR : réembobinage en 90 secondes. Gamme de fréquences 100 à 4 000 c/s. HP 9 cm. Puissance 1,5 W. Commande à 3 positions : lecture - attente - enregistrement. Voyant lumineux. Compteur incorporé. Correction et effacement automatiques piste par piste. Prises micro et casque. Enregistrement et écoute en HP des communications téléphoniques par sonde (en supplément). Commande à distance. Alternatif 110-220 V, 50 c/s, 40 VA. Valise gainée beige ou marron, H140 - L260 - P210 mm, 4 kg. Livré nu, avec commande à distance par manipulateur. Prix T.T.C. 66.839

Séradict. Livré complet avec bobine 90 m Kodavox, bobine vide, microphone et commande à distance par manipulateur. Prix T.T.C. 71.210

Séradict 2 vitesses, 4,75 et 9,5 cm/s. Sup. T.T.C. 2.057

Casque stéthoscopique. T.T.C. 4.756

Sonde téléphonique. T.T.C. 3.352

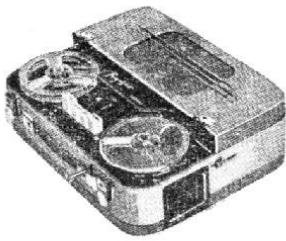
Lampes : 3-UBC41, UL41, UY41. 106

**SIMPLEX-ELECTRONIQUE,
54, rue. René-Boulangier, Paris (10^e).
Tél. : Nor. 29-99**



Stuzzi-Dixi Export 465 W. Enregistreur sur bande magnétique double piste, 5 lampes (EF804, ECC81, EL84, EZ80, EM85). 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,5 cm/s. Bobine de 350 m, durée 4 heures en 2 pistes à 4,75 cm/s, durée 2 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de réembobinage 12 fois la vitesse normale. Gamme de fréquences 60 à 4 500 c/s, pleurage < 0,30 % à 4,75 cm/s, et de 60 à 10 000 c/s, pleurage < 0,25 % à 9,5 cm/s. Contrôle visuel de modulation. HP 16 cm. Puissance 3 W. Départ et arrêt instantanés. Marche AV et AR rapide par boutons-poussoirs. 3 entrées : micro, PU-radio et prise-diode, 3 sorties : casque, ampli et HPS. Compteur incorporé. Possibilité de commande par levier d'arrêt. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 50 VA. Valise gainée matière plastique. H165-L355-P265 mm, 8,5 kg. Livré avec micro dynamique D10, 1 bobine vide, sans bande.

Prix T.T.C. 122.368

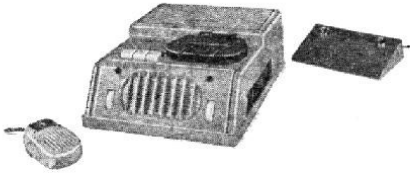


Butoba - TPR2. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (2-DAF 91,3-DL94, DM71) + germanium (OA161). 2 vitesses de déroulement: 4,75 et 9,5 cm/s par moteur à ressort, temps de fonctionnement 22 minutes à 9,5 cm/s et 40 minutes à 4,75 cm/s, par remontage avec indicateur visuel de durée. Bobine de 260 m., durée 2 heures 30 en 2 pistes à 4,75 cm/s, durée 1 heure 30 en 2 pistes à 9,5 cm/s. Réembobinage semi automatique. Gamme de fréquences 50 à 9 000 c/s, ± 3 db. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 13 cm. Puissance 0,5 W. Effacement haute fréquence. Prises pour micro et PU-radio (alternatif seul.) ou HPS basse impédance. Possibilité d'enregistrement des émissions radio et téléphoniques. Tonalité réglable. Alimentation pile 1,5 V débit 400 mA et pile 90 ou 100 V débit 28 mA, ou secteur alternatif 110-220 V par adjonction d'un boîtier extérieur d'alimentation et d'un élément nickel-cadmium (en supplément). Valise gainée 2 tons, H120-L380-P 300 mm, 9,5 kg. Livré avec micro dynamique cardioïde AKD11, 1 bobine \varnothing 127 mm, 1 cordon de raccord et 1 jeu de piles.

Prix T.T.C. 169.670

Boîtier d'alimentation secteur alternatif 110/220 V, 40/60 c/s, utilisable pour la recharge de l'élément nickel-cadmium 1,5 V en parallèle sur circuit filaments. Prix T.T.C. 27.970

Élément nickel-cadmium. Autonomie 10 heures. Prix T.T.C. 8.637



Sudfunk-Ditarette « C ». Enregistreur sur bande magnétique double piste. 5 lampes. Vitesse de déroulement 6 cm/s. Bobine en chargeur double piste, durée 40 minutes. Réembobinage rapide. Voyants lumineux de mise sous tension (vert) et d'enregistrement (rouge). Clavier 3 touches: enregistrement-téléphone, lecture-rebobinage, arrêt. Marche AV et AR rapide. Prises pour micro à télécommande totale ou pédale, et pour casque stéthoscopique. Dispositif d'effacement à haute fréquence du chargeur complet. Réglages de volume et de tonalité. Possibilité d'enregistrer les communications téléphoniques. Alternatif 110-220 V, 50 c/s 45 VA, ou batterie 6/12 V avec vibreur stabilisé et auto-transfo. Coffret matière plastique crème. H105-L240-P300 mm. Livré avec micro à télécommande et boîtier chargeur double face complet. Prix T.T.C. 137.792

Boîtier-chargeur complet (100 g)

Prix T.T.C. 2.570

Pédale pour télécommande. T.T.C. 5.141
Boîtier-chargeur complet (100 g) T.T.C. 2.570
Casque stéthoscopique. T.T.C. 5.656

Sundfunk-Ditarette « W ». Modèle pour reproduction seulement. Livré avec pédale et casque stéthoscopique. Prix T.T.C. 87.405



Walter 303. Enregistreur sur bande magnétique double piste. Vitesse de déroulement 9,5 cm/s. Bobine de 165 m, durée 1 heure. Gamme de fréquences 40 à 10 000 c/s. Contrôle visuel d'enregistrement. HP 16-24 cm. Puissance 3 W. Rapport signal-bruit < 35 db. Bouton de commande unique. Départ et arrêt instantanés. Marche AV et AR rapide. 2 entrées: micro et radio. PU 2 sorties: HPS et ampli. Réglage volume 10 positions. Alternatif 100/125 et 200/250 V, 40/60 c/s, 65 VA. Valise gainée 2 tons H203-L330-P254 mm, 8,5 kg. Livré avec micro dynamique, 1 bande de 165 m (haute fidélité, 1 bobine vide et cordon de liaison). Prix T.T.C. 88.948



EMI - TR50. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 9 lampes (2-EF40, 2-EF91, 2-6AQ5, 6C4, 6AT6, 5Y3G). 2 vitesses de déroulement: 19 et 38 cm/s (9,5 et 19 sur demande). Gamme de fréquences 50 à 6 000 c/s, ± 2 db à 1 000 c/s et à ± 3 db de 6 000 à 8 000 c/s, pleurage $< 2\%$ à 19 cm/s, et 50 à 10 000 c/s, ± 2 db à 1 000 c/s et à ± 3 db de 10 000 à 12 000 c/s, pleurage $< 2\%$ à 38 cm/s. HP 17 cm. Rapport signal-bruit < 40 db. Marche AV et AR rapide. 2 entrées: micro et PU-radio. Effacement par haute fréquence. 3 sorties: ampli, casque et HPS. Indicateur visuel de temps d'utilisation adaptable. Tonalité réglable. Compteur incorporé. Voyant lumineux de mise sous tension. Alternatif 220 V (220/110 V avec autotransfo, en supplément), 50 c/s. VA. Valise gainée rexine verte. H324-L406-P444 mm, 26,5 kg. Livré sans micro, ni bande. Prix T.T.C. 395.895

T.T.C. 9.255

E.M.I. - L2. Enregistreur sur bande magnétique piste entière. 7 lampes (4-1S5, 3-3Q4). Vitesse de déroulement 19 cm/s (ou 9,5 ou 38 cm/s sur demande). Bobine de 165 m, durée 15 minutes en 19 cm/s. Réembobinage manuel. Gamme de fréquence 50 à 5 000 c/s, ± 2 db à 1 000 c/s et à ± 3 db de 5 000 à 7 000 c/s,



pleurage $< 0,25\%$. Sans HP. Rapport signal-bruit < 45 db à 1 000 c/s. Tête de lecture de contrôle permettant de suivre au casque (ou en HP) l'enregistrement en cours. Utilisable avec bandes préeffacées. Prise micro (micros recommandés: Philips 9564 ou EMI AKGD II) ou PU-radio (avec amplis séparés pour enregistrement et reproduction). 2 sorties: casque et HPS. Alimentation: 10 piles torche de 1,5 V, autonomie 1 h 30 (ou boîtier incorporable de 9 éléments zinc-argent, en supplément) et 2 piles standard de 67,5 V. Valise gainée rexine verte, avec courroie de transport. H203-L355-P178 mm, 7 kg. (piles comprises). Livré sans micro, ni bobine, ni piles. Prix T.T.C. 246.792

Micro AKGD11 cardioïde. T.T.C. 15.938

SONOCOLOR, 54, av. de Choisy Paris (13^e)
 Tél.: POR. 46-56



Bandes magnétiques WHS Normal. Largeur 6,3 mm. Support chlorure de vinyle. Epaisseur 50 microns. Courbe de réponse droite à $\pm 0,5$ db de 50 à 15 000 c/s à la vitesse de défilement de 38 cm/s, et de 50 à 8 000 c/s à la vitesse de défilement de 19 cm/s. Distorsion harmonique 1%. Dynamique de bruit de fond 70 db. Dynamique d'effacement 70 db. Allongement élastique 1% après une charge de 1 kg appliquée pendant 1 minute. Charge de rupture 3 kg.

453 H. Bande 45 m. Bobine \varnothing 75 mm.

Prix T.T.C. Paris 319

183 H. Bande 180 m. Bobine \varnothing 127 mm.

Prix T.T.C. Paris 1.306

903 H. Bande 90 m. Bobine \varnothing 100 mm.

Prix T.T.C. Paris 658

333 H. Bande 360 m. Bobine \varnothing 177 mm.

Prix T.T.C. Paris 2.123

Bandes magnétiques W.S.M. Extra-mince. Epaisseur 40 microns. Durée d'enregistrement doublée. Autres caractéristiques identiques à la WHS Normal.

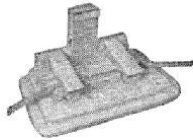
604 M. Bande 60 m. Bobine \varnothing 75 mm.

Prix T.T.C. Paris 463

- 124 M.** Bande 125 m. Bobine Ø 100 mm.
Prix T.T.C. Paris **922**
- 254 M.** Bande 260 m. Bobine Ø 127 mm.
Prix T.T.C. Paris **1.823**
- 504 M.** Bande 515 m. Bobine Ø 177.
Prix T.T.C. Paris **4.103**
- 340 M.** Bande 340 m. Bobine Ø 152 mm. Spéciale pour appareils Grundig.
Prix T.T.C. Paris **2.406**

ACCESSOIRES

- 452 V.** Bobine vide, plastique. Ø 75 mm.
Prix T.T.C. **58**
- 902 V.** Bobine vide, plastique. Ø 100 mm.
Prix T.T.C. **130**
- 182 V.** Bobine vide, plastique. Ø 127 mm.
Prix T.T.C. **200**
- 332 V.** Bobine vide, plastique. Ø 177 mm.
Prix T.T.C. **278**
- BA 200.** Bande amorce chlorure de vinyle blanc, vert ou rouge, 200 m. T.T.C. **494**
- CPF.** Colle spéciale C2 pour bande vinyle. Le flacon de 52 g. Prix T.T.C. **226**



CM6. Colleuse semi-automatique pour montages et raccords de bandes magnétiques 6,3 mm. Bras mobile. Couteau et guide interchangeables. Exécution matière plastique, socle avec trous de fixation pour adaptation sur platines de magnétophones ou tables de montage. H35-L113-L75 mm, 80 g.

Prix T.T.C. Paris **2.005**

Disques magnétiques Sonocolor. Fabrication en chlorure de vinyle recouvert vernis magnétique. Exécution : Ø de 140 à 300 mm, sillonnés ou plats, épais (2 mm) 2 faces, semi-flexibles 1 ou 2 faces, flexibles 1 face (pouvant être expédiés par les P.T.T.). Utilisables sur appareils : Dictawest, Phonomag, Japyphone, Recordon, Arena, Eden, Blaupunkt, Dimaphone, Voice Master et Magneticon. Renseignements, prix et études de disques spéciaux sur demande.

TECA, 17, rue de Paradis, Paris (10°)
Tél. : Tru. 07-81



EF. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 6 lampes (12AX7, 6AU6, 6AQ5, EL84, 6V4, EM34). 2 vitesses de déroulement : 9,5

et 19 cm/s. Bobine de 360 m, durée 2 heures en 9,5 cm/s, durée 1 heure en 19 cm/s. Temps de réembobinage 70 secondes. Gamme de fréquences 100 à 9 500 c/s, pleurage maximum 0,2 %. Contrôle visuel de modulation. HP 21 cm. Puissance 2 W. Commande unique pour réembobinage, arrêt, marche AV normale, marche AR rapide. Enregistrement, surimpression et lecture par boutons-poussoirs. Contrôle d'écoute d'enregistrement avec réglage. 2 entrées : PU-radio et micro, avec mixage. 2 sorties : HPS basse impédance et haute impédance : 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Possibilité de commande à distance (sur demande) d'enregistrement des communications téléphoniques et de synchronisation avec projecteur. Contre-réaction. Alternatif 110/220 V, 50 c/s, 88 VA. Valise gainée plastique beige clair H220 - L410 - P330 mm, 16 kg. Livré avec 1 bobine vide.

Prix T.T.C. **124.424**

EK. Même modèle. Vitesse 19 cm/s seulement. Autres caractéristiques identiques.

Prix T.T.C. **110.028**

Prise pour commande à distance. Suppl.

T.T.C. **5.039**

Pédale pour com. à dist., cordon 2,5 m.

T.T.C. **1.440**

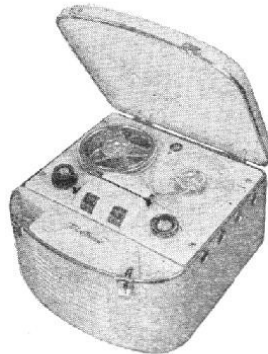
Casque d'écoute.

T.T.C. **4.885**

Capteur téléphonique.

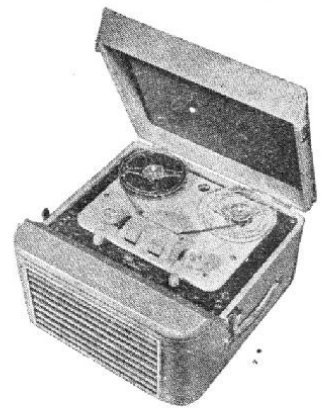
T.T.C. **4.010**

TELECTRONIC, 46, rue Vercingétorix,
Paris (14°) — Tél. : Seg. 75-75



Télectronique « V ». Enregistreur sur bande magnétique double piste 5 lampes (2-6AU6, EL84, EZ80, EM34). 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,5 cm/s. Bobine de 180 m., durée 2 h. en 2 pistes à 4,75 cm/s, durée 1 h. en 2 pistes à 9,5 cm/s. Temps de rebobinage 55 secondes pour une bande de 180 m. Gamme de fréquence 60 à 7 000 c/s, pleurage < 0,5 %. Distorsion < 5 % à 1 000 c/s pour 1 W de sortie. Contrôle visuel de modulation. HP 12 cm. Puissance 2,5 W. Commande AV et AR en vitesse accélérée, par 2 touches, 2 entrées : PU et micro. 2 sorties : HPS basse impédance et ampli. Tonalité 2 positions. Contre réaction. Alternatif 110/125 et 220/245 V, 50 c/s, 85 VA. Valise gainée plastique coloris divers. H205 - L310 - P310 mm, 9,5 kg. Avec microphone cristal, sans bobine.

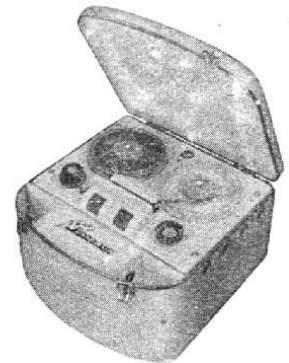
Prix T.T.C. **60.670**



Télectronique « W ». Enregistreur sur bande magnétique double piste. 5 lampes (2-6AU6, EL84, EZ80, EM34). 2 vitesses de déroulement : 9,5 et 19 cm/s. Bobine de 360 m, durée 2 heures en 2 pistes à 9,5 cm/s, durée 1 heure en 2 pistes à 19 cm/s. Temps de réembobinage : 90 secondes. Gamme de fréquences : 80 à 7 000 c/s à 9,5 cm/s, et 60 à 10 000 c/s à 19 cm/s, pleurage < 0,2 %. Distorsion < 5 % à 1 000 c/s pour 1,5 W de sortie. Contrôle visuel d'enregistrement. 2 HP : 17 cm et tweeter 8 cm. Puissance 3 W. Commande AV et AR en vitesse accélérée, par 2 touches. 2 entrées : micro et PU-radio. Possibilité d'enregistrement normal et en surimpression. 2 sorties : HPS basse impédance et ampli. 2 réglages de tonalité : graves et aiguës. Possibilité d'enregistrement des émissions radio et communications téléphoniques, et de synchronisation avec des appareils de projection. Alternatif 110/245 V, 50/60 c/s, 85 VA. Valise gainée pégamoid. H205 - L410 - P390 mm, 13 kgs. Livré avec micro cristal, sans bande ni bobine vide.

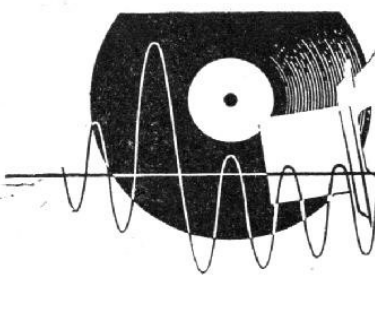
Prix T.T.C. **97.688**

VISSEAUX, 103, rue Lafayette, Paris (10°)
Tél. : Tru. 81-15



Magnétophone Visseaux. Enregistreur sur bande magnétique double piste. 5 lampes (2-6AU6, EL84, EZ80, EM34). 2 vitesses de déroulement : 4,75 et 9,5 cm/s. Bobine de Ø 127 mm. Temps de réembobinage 55 secondes pour 1 bande de 180 m. Gamme de fréquences 60 à 7 000 c/s, pleurage < 0,5 %. Distorsion < 5 % à 1 000 c/s pour 1 W de sortie. Contrôle visuel de modulation. HP 12 cm. Puissance 2,5 W. Commande AV et AR en vitesse accélérée, par 2 touches, 2 entrées : PU et micro. 2 sorties : HPS basse impédance et ampli. Tonalité 2 positions. Contre-réaction. Alternatif 110/240 V, 50 c/s, 85 VA. Coffret-valise matière moulée incassable, coloris divers. H205-L320-L320 mm, 9,5 kg. Avec microphone cristal, sans bobine.

Prix T.T.C. **60.670**



L'ABC DE L'AMPLIFICATION PHONOGRAPHIQUE

LA BASSE FRÉQUENCE

A. — Domaine de la basse fréquence.

L'ABREVIATION BF ou basse fréquence désigne la technique radioélectrique des signaux correspondant aux sons audibles.

Une importante application de la BF est la reproduction électroacoustique des sons à l'aide de la radio, du cinéma, du public address et du phonographe moderne à amplificateur électronique. Nous nous limiterons à cette dernière branche de la BF qui, depuis quelques années, grâce aux résultats remarquables obtenus, conquiert un public de plus en plus nombreux.

B. — Technique phonographique.

La technique phonographique se divise en deux parties bien distinctes : l'enregistrement et la reproduction.

La première a pour objet la fabrication des disques : théâtre, conférences, musique et également quelques applications non destinées à l'agrément, mais extrêmement utiles comme les cours de langues étrangères ou tous autres enseignements.

La seconde partie de la technique phonographique, dont nous nous occuperons ici, est celle qui intéresse le plus le grand public.

L'ensemble des appareillages de reproduction phonographique se compose des parties suivantes :

- les traducteurs mécano-électriques, autrement dit les pick-up ;
- les ensembles d'amplification ;
- les traducteurs électro-acoustiques, c'est-à-dire les haut-parleurs.

A ces éléments on ajoutera, bien entendu, les disques eux-mêmes qui sont la source des signaux basse fréquence à reproduire.

Pratiquement, dans une installation phonographique moderne et de qualité, la partie amplification comporte un amplificateur à haute fidélité précédé d'un préamplificateur correcteur de la courbe de réponse du pick-up et des disques dont les caractéristiques d'enregistrement varient selon la marque.

D'autre part, les haut-parleurs actuels sont toujours munis d'une enceinte acoustique dite baffle qui améliore considérablement la qualité de la reproduction sonore.

C. — Sons et bruits.

C'est grâce à l'oreille que l'on éprouve des sensations sonores. L'oreille est sensible aux variations de pression de l'air. Ces variations sont produites soit par des sources naturelles, comme par exemple la voix humaine, le vent, le mouvement de feuilles des arbres, soit par des sources artificielles comme les instruments de musique, les haut-parleurs, etc. En réalité, l'oreille ne transforme pas en sensations sono-

res toutes les variations de pression qui lui sont appliquées.

On peut même dire que la plupart de ces variations la laissent insensible et à ce point de vue, l'être humain se montre inférieur à certains animaux qui « entendent » mieux que nous.

D. — Nature des phénomènes audibles.

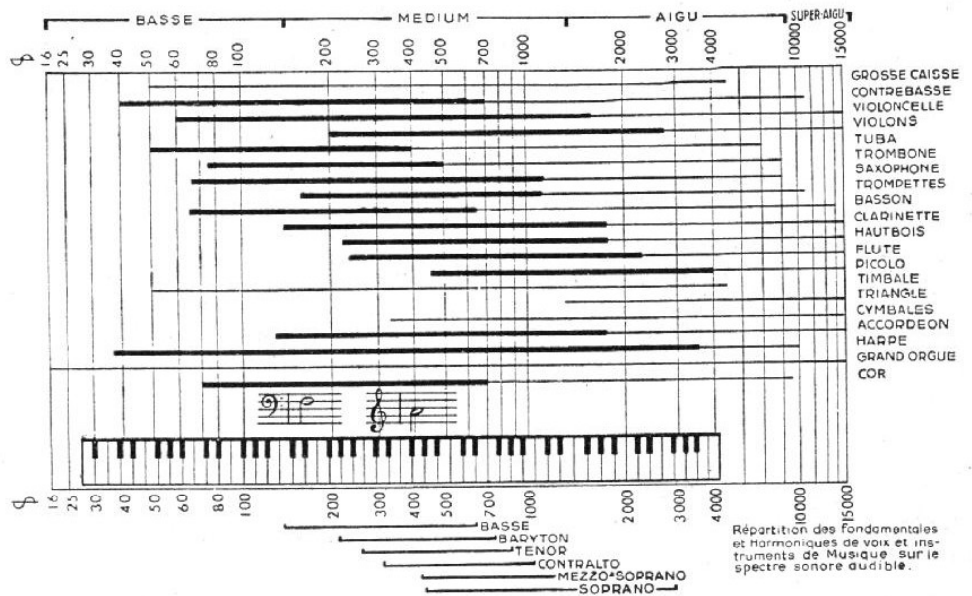
Pour définir le domaine de réceptivité de l'oreille, il convient d'abord de préciser la nature des phénomènes audibles.

En fait, on les classe généralement en sons et en bruits.

a) Il est périodique. Toutes les T secondes (T étant la période), le phénomène se retrouve dans le même état. Ainsi, sur la figure 1, on voit qu'aux temps correspondant aux points a et b ou c et d ou e et f, le phénomène se reproduit identiquement et que les différences des temps ont toujours la même valeur que l'on nomme la période T.

La fréquence f est l'inverse de la période. On a $f = 1/T$. Physiquement, la fréquence c'est le nombre de périodes existant dans une seconde.

Sur la figure 1, si l'on suppose que le temps s'écoulant entre l'instant t_0 et l'instant t_1 est



Les sons, à leur tour, se classent en sons purs et en sons composés.

Ces classifications ne sont pas tout à fait rationnelles, car il y a peu de différence entre les sons composés et les bruits, mais les premiers sont ainsi nommés parce qu'ils sont agréables à entendre, ce qui n'est pas toujours le cas des bruits.

Les sons purs sont la traduction acoustique de phénomènes sinusoïdaux purs.

La loi sinusoïdale qui est l'une des lois de l'univers, correspond à une vibration entretenue comme celle représentée sur la figure 1.

Le phénomène H peut être la pression de l'air, la position en un certain instant d'une tige vibrante, la tension ou l'intensité d'un courant électrique. Un phénomène sinusoïdal se caractérise par les propriétés que nous analysons ci-après :

d'une seconde, il est clair que pendant une seconde, il y aura deux périodes. La fréquence est donc $f = 2$ et la période est $T = 0,5$ seconde. On vérifie que $f = 1/T$ ou $T = 1/f$ puisque 2 est l'inverse de $0,5 = 1/2$.

L'unité de mesure de la période et du temps est la seconde dont le symbole est s.

L'unité de mesure de la fréquence est le cycle par seconde dont le symbole est c/s.

Les multiples du cycle par seconde sont : kilocycle par seconde = kc/s = 1 000 c/s, mégacycle par seconde = Mc/s = 1 000 000 c/s.

Les multiples de la seconde sont bien connus : la minute, l'heure, le jour, etc. Ils ne suivent pas le système décimal. On aura souvent à considérer les sous-multiples de la seconde :

milliseconde = ms = 0,001 seconde.

microseconde = μ s = 0,000 001 seconde

b) Le phénomène sinusoïdal suit la loi sinusoïdale, c'est-à-dire varie comme le sinus d'un angle.

c) On peut voir sur la figure 1 que la grandeur du phénomène se caractérise par son amplitude désignée par H_0 .

La valeur de H varie progressivement de zéro à $+H_0$, de $+H_0$ à zéro, ensuite de zéro à $-H_0$, de $-H_0$ à zéro et ainsi de suite.

Lorsqu'il s'agit de tension électrique, on mesure l'amplitude en volts ou en multiples de volts ($kV = \text{kilovolt} = 1000 \text{ V}$) ou en sous-multiples ($mV = \text{millivolt} = 0,001 \text{ V}$ ou $\mu V = \text{microvolt} = 0,000001 \text{ volt}$).

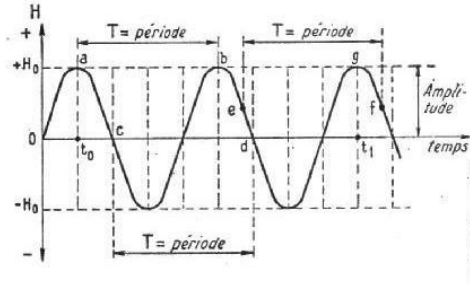


FIG. 1

Si l'on représente un courant sinusoïdal, l'amplitude se mesure en ampères (A), milliampères (mA) ou microampères (μA), les signes m et μ indiquent toujours 0,001 et 0,000001 respectivement.

Les sons purs sont produits par un phénomène sinusoïdal, à l'exclusion de tout autre.

E. — Sons composés.

Les sons composés et les bruits entretenus, sont produits par la superposition d'un nombre fini ou infini de phénomènes sinusoïdaux purs de fréquences différentes.

Ils sont donc équivalents à la superposition d'un nombre fini ou infini de sons purs.

Ces définitions dérivent des travaux de Fourier.

Les sons rigoureusement purs n'existent pas dans la nature et aucun instrument ne peut les produire mais certains instruments à vent comme l'orgue peuvent créer des sons se rapprochant des sons sinusoïdaux purs.

Il existe également des appareils dits **générateurs basse fréquence** qui peuvent fournir des courants sinusoïdaux pratiquement purs et dont la forme peut être vérifiée sur l'écran d'un oscilloscope cathodique.

Ce qui différencie un instrument d'un autre, c'est le timbre des sons qu'il crée. Le timbre

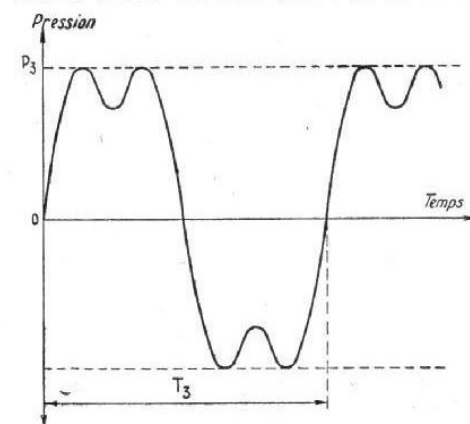


FIG. 2

d'un la de violon est très différent de celui d'un la émis par une clarinette. La différence du timbre provient justement du fait que les deux sons sont composés et que leur composition n'est pas la même.

Les éléments d'un son composé sont les sons purs suivants: le son fondamental dont la fréquence f est la plus basse et les sons harmoniques dont les fréquences sont $2f$, $3f$, $4f$, etc. et les amplitudes plus faibles généralement que celle du son fondamental.

Deux sons composés ayant la même fondamentale peuvent différer par le nombre, le rang et l'amplitude des sons harmoniques successifs.

La figure 2 montre un son composé qui, on le voit facilement, est périodique, mais non sinusoïdal. On peut, toutefois, déterminer la période T_1 et l'amplitude P_1 de la pression d'air.

Il est facile de voir que les deux sons de la figure 3 sont les composants du son de la figure 2. Ces deux sons ont, l'un une période T_1 et une amplitude P_1 , l'autre une période T_2 et une amplitude P_2 . Il est clair que $T_1 = 3T_2$, donc $f_1 = f_2/3$ ou $f_2 = 3f_1$.

La fréquence du son S_2 est trois fois plus grande que celle du S_1 .

Lorsqu'on compose ces deux sons, la fondamentale (figure 2) est $f_1 = 1/T_1$ qui est d'ailleurs égale à f_1 .

Le son composé de la figure 2 comprend une fondamentale de fréquence $f_1 = f_1$ et un seul harmonique de fréquence $f_2 = 3f_1$ ou $3f_1$. Il existe une infinité de manières de constituer des sons composés.

F. — Bruits et sons brefs.

La musique, qui est la plus importante source de sujets d'enregistrements de disques, comporte les sons périodiques composés dont nous venons de parler et également des sons ou bruits de courte durée.

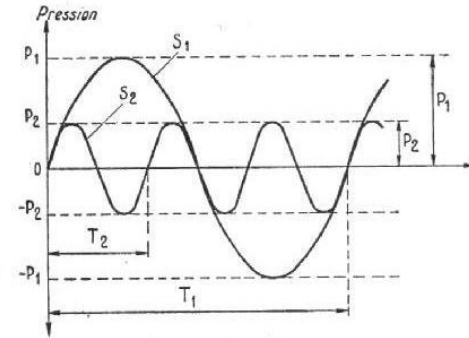


FIG. 3

Ainsi lorsqu'on frappe une touche de piano on entend d'abord le bruit déterminé par le contact brusque du martelet sur la corde et ensuite un son composé qui dure un certain temps mais s'affaiblit de plus en plus.

Le bruit de frappe est unique et fort difficile à enregistrer et à reproduire rigoureusement.

Le son qui le suit est périodique mais l'amplitude diminue avec le temps. La figure 4 donne un exemple de l'allure du son produit par un piano. La voix également présente des sons composés et des bruits brefs. La figure 5 montre la reproduction du mot Peau (Po) prononcé par la voix d'un homme.

Il en résulte que les éléments entrant dans la composition d'une chaîne de reproduction phonographique doivent réagir d'une manière uniforme à tous les phénomènes créant les sons et les bruits que l'on veut entendre en haut-parleur.

On a constaté que, pratiquement, d'après la loi de Fourier, il suffit que cette reproduction soit uniforme de 20 c/s à 20 000 c/s.

Ces nombres ne sont pas fixés d'une manière précise. De nombreuses installations phonographiques reproduisent entre 30 et 10 000 c/s ou même 50 et 8 000 c/s avec des résultats qui satisfont grand nombre d'utilisateurs.

Comme dans toutes choses, il n'y a pas de limite absolue de qualité ni de critérium de perfection. On n'est pas non plus très fixé sur la limite supérieure d'audibilité de l'oreille qui se situe vers 10 000 c/s mais de nombreuses personnes prétendent entendre, ou tout au moins être sensibles, à des sons dont la fréquence atteint 15 000 c/s.

G. — Décibels.

En basse fréquence on a souvent à définir l'amplification ou l'atténuation produite par un appareil déterminé.

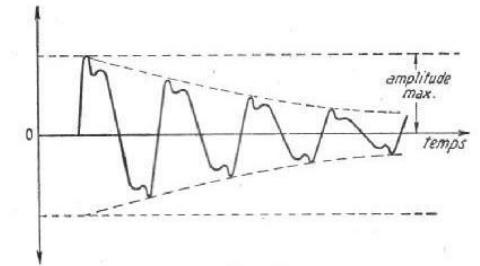


FIG. 4

Soit l'appareil de la figure 6.

On applique à l'entrée une tension périodique ou brève dont l'amplitude est E_c volts. A la sortie on obtient une tension ayant la même forme mais dont l'amplitude est de E_s volts.

L'amplification est $A = E_s/E_c$.

Ainsi, si $E_c = 1,5 \text{ V}$ et $E_s = 30 \text{ V}$, l'amplification est $A = 30/1,5 = 20$ fois.

Si E_s est plus faible que E_c il n'y a pas amplification mais atténuation. Si $E_c = 1,5 \text{ V}$ et $E_s = 0,5 \text{ V}$ on a un rapport $A = E_s/E_c = 0,5/1,5 = 0,333$. C'est un rapport d'atténuation. Souvent, toutefois, on dit qu'il s'agit d'une amplification inférieure à l'unité.

Les techniciens de la basse fréquence (et ceux d'autres techniques) préfèrent exprimer les amplifications par les décibels des rapports plutôt que par les rapports eux-mêmes.

On définit les décibels de la manière suivante :

A un rapport A de tension ou de courant électriques, on fait correspondre un nombre N de décibels tel que :

$$N \text{ décibels} = 20 \log_{10} A$$

\log_{10} désignant le logarithme décimal de A . La valeur du logarithme est donnée par les tables de logarithmes ou par la règle à calcul.

Exemple. — Soient $E_c = 2 \text{ V}$, $E_s = 200 \text{ V}$. L'amplification est $A = 200/2 = 100$ fois. Le logarithme décimal de $A = 100$ est 2. On a par conséquent :

$$N = 20 \log 100 = 40 \text{ décibels.}$$

Voici, à titre indicatif, quelques valeurs de A et de N :

Tableau des décibels positifs

| Rapport A de tensions ou de courants | Décibels N |
|--------------------------------------|------------|
| 1 | 0 |
| 2 | 6 env. |
| 3 | 9,6 > |
| 4 | 12 > |
| 5 | 14 > |
| 6 | 15,6 > |
| 8 | 18,1 > |
| 10 | 20 |
| 20 | 26 |
| 30 | 29,6 |
| 40 | 32 |
| 50 | 34 |
| 100 | 40 |
| 1000 | 60 |
| 10 000 | 80 |

Lorsque le rapport A est plus petit que l'unité le nombre N, conformément à la théorie des logarithmes est négatif, car le logarithme d'un nombre inférieur à 1 est négatif. Voici ci-après un tableau de décibels négatifs :

Tableau de décibels négatifs

| Rapport A de tensions ou de courants | N |
|--------------------------------------|------------|
| 1 | 0 |
| 0,2 | - 0,9 env. |
| 0,8 | - 1,9 > |
| 0,6 | - 4,4 > |
| 0,4 | - 8 > |
| 0,2 | - 14 > |
| 0,1 | - 20 |
| 0,01 | - 40 |
| 0,001 | - 60 |
| 0,0001 | - 80 |

Décibels de puissance.

Dans un amplificateur ou dans un atténuateur, on peut considérer également la puissance électrique P_e du signal appliqué à l'entrée et la puissance P_s obtenue à la sortie.

Le rapport d'amplification ou d'atténuation en puissance est $A_p = P_s / P_e$. Le nombre de décibels correspondant est par définition :

$$N_p = 10 \log_{10} A_p$$

C'est bien dix fois le logarithme décimal et non pas 20 fois comme pour les tensions.

Les tableaux ci-dessus sont utilisables pour trouver les décibels de puissance, à condition



FIG. 5

que l'on divise par 2 le nombre N trouvé.

Exemple : $A_p = 2$ fois. Le tableau donne 3 décibels pour les tensions donc $N_p = 6$ décibels.

On ne perdra pas de vue la très importante

condition suivante : lorsqu'on évalue les amplifications, on doit appliquer le signal d'entrée à une résistance d'entrée égale à celle de la sortie. Si $R_e = R_s$ on démontre facilement que l'on trouve le même nombre de décibels

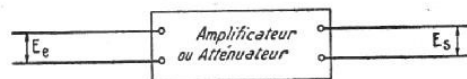


FIG. 6

qu'il s'agisse de rapports de tensions ou des rapports des puissances correspondant aux tensions considérées.

Exemple. — Soient $R_e = R_s = 10 \Omega$, $E_e = 2 \text{ V}$ et $E_s = 20 \text{ V}$. On a $A = 20/2 = 10$ fois et $N = 20$.

La puissance dissipée dans 10Ω lorsqu'on lui applique 2 volts est $P_e = 4/10 = 0,4$ watts. A la sortie la puissance dissipée dans R_s est $P_s = 400/10 = 40$ watts.

Le rapport des puissances est $A_p = 40/0,4 = 100$. Le logarithme de 100 est égal à 2 donc

$$N_p = 10 \log 100 = 20 \text{ décibels}$$

et on voit que $N_p = N$.

Les amplificateurs de tension

A) Le problème de la haute fidélité

DANS le cas de l'amplificateur phonographique, le problème de la haute fidélité se pose d'une façon tout à fait particulière. Le processus de l'enregistrement et de la reproduction peut être résumée comme suit :

Les sons originaux (voir figure 1) étant captés par un microphone, et transformés en tensions BF, ces dernières sont appliquées à l'entrée d'un amplificateur d'enregistrement qui fournit une puissance suffisante au pick-up graveur enregistrant le disque A. De ce disque on tire des copies dont le disque B qui est

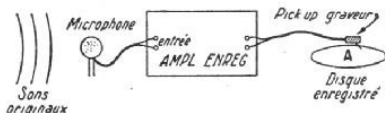


FIG. 1

analysé par le pick-up de reproduction (voir figure 2). Celui-ci fournit des tensions BF à l'entrée de l'amplificateur de reproduction. A la sortie, une certaine puissance BF est disponible et on l'applique au haut-parleur muni de l'enceinte acoustique qui lui convient.

Il crée des sons. On dit qu'il y a haute fidélité lorsque les sons reproduits par le haut-parleur sont, à la puissance près, identiques aux sons originaux ayant servi à l'enregistrement.

Dans cette définition, on ne fait aucune supposition sur la haute fidélité de reproduction de chacun des éléments des figures 1 et 2.

Si tous ces éléments amplifient ou reproduisent sans altération, l'ensemble sera à haute fidélité.

Cet ensemble peut également être à haute fidélité sans que ses composantes le soient.

Ainsi, si ce microphone reproduit la fréquence 1 000 c/s deux fois mieux que la fréquence 10 000 c/s, il suffira que l'un des organes qui le suivent se comporte d'une manière inverse : qu'il transmette la fréquence 10 000 c/s deux fois mieux que la fréquence 1 000 c/s.

On aura donc compensé les deux défauts l'un par l'autre.

Disons tout de suite que dans les chaînes

phonographiques actuelles la plupart des éléments ne sont pas à haute fidélité, mais se compensent mutuellement.

Indiquons maintenant d'une manière plus détaillée ce que l'on entend exactement par un reproducteur à haute fidélité et établissons les conditions auxquelles doivent répondre les amplificateurs parfaits.

B) Distorsion en fréquence

Supposons que la tension à amplifier varie de la manière indiquée par la courbe T de la figure 3 A. Ses composantes sinusoïdales sont la fondamentale R et le troisième harmonique représenté par la sinusoïde H_3 .

Si l'on amplifie avec haute fidélité un certain nombre de fois, par exemple dix fois, on doit obtenir à la sortie de l'amplificateur 30 volts d'amplitude et une forme de tension comme celle de la courbe figure 3 B. Cette forme est la même que T figure 3 A, sauf que toutes les tensions sont dix fois plus grandes. On voit sur la figure 3 A que le rapport des amplitudes de F et de H_3 est 3/1.

Il est certain que si ce rapport était modifié, la tension résultante aurait une autre forme comme celle de la courbe b figure 3.B, qui ne reproduit plus la courbe T.

Ainsi, on voit que les sommets de b correspondent à 20 V et le creux à 10 V, ce qui représente un rapport 2, tandis que sur la courbe a ce rapport est 30/21, donc très différent de 2.

Ce genre de distorsion se nomme distorsion en fréquence, ce qui veut dire que les signaux de fréquences différentes ne sont pas amplifiés d'une manière égale (on dit **uniforme**).

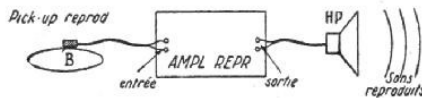


FIG. 2

On peut donc déduire de ce qui précède une première condition de reproduction à haute fidélité.

Toutes les tensions (ou courants, ou puissances) quelle que soit leur fréquence, doivent être amplifiées le même nombre de fois.

C) Distorsion en phase

La seconde condition concerne la distorsion dépendant du temps et que l'on désigne sous le nom de distorsion en phase. Elle se produit lorsqu'il y a des éléments réactifs (bobines et

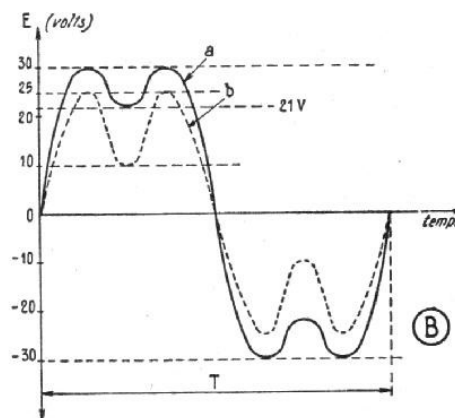
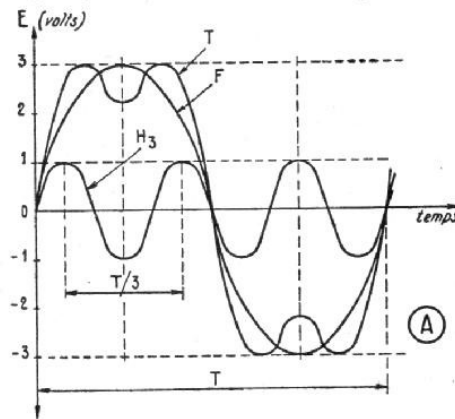


FIG. 3

condensateurs) dans le montage des étages amplificateurs. Dans ce cas, les tensions subissent un certain décalage de temps qui n'est pas le même à toutes les fréquences.

Examinons, à cet effet, la figure 3 A. On voit que la tension fondamentale F et la ten-

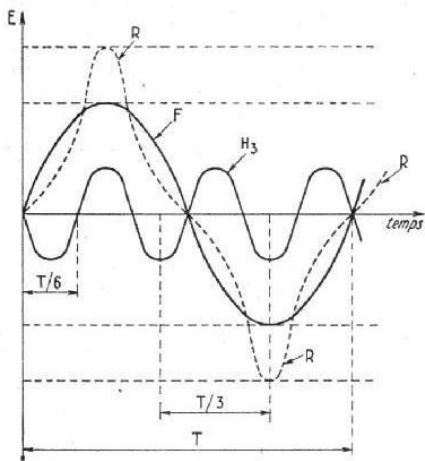


FIG. 4

sion harmonique H_3 varie de telle façon qu'à l'origine des temps ($t = 0$) les tensions sont toutes deux nulles et tendent à augmenter.

S'il y a un décalage de temps, par exemple un décalage de $T/6$ pour H_3 , cette dernière tension sera décalée par rapport à la tension F fondamentale, comme le montre la figure 4. Leur résultante à la forme indiquée en pointillés sur la même figure, courbe R .

On voit que cette courbe n'a plus rien de commun avec la résultante correcte de la figure 3, d'où distorsion considérable. La deuxième condition de haute fidélité est donc la suivante :

Toutes les tensions, quelle que soit leur fréquence, doivent subir après passage dans un montage le même décalage de temps. Il est évident que dans ce cas, les positions mutuelles des tensions resteront les mêmes et que la

aura aucune distorsion et l'amplificateur sera à haute fidélité.

Nous allons étudier maintenant les éléments entrant dans la composition des amplificateurs basse fréquence à lampes.

Rappelons qu'actuellement il est à la portée de tous de réaliser des amplificateurs basse fréquence à transistors permettant d'obtenir des puissances comprises entre 50 mW et plusieurs watts modulés.

D) Composantes d'un amplificateur BF

Dans un amplificateur à lampes, on trouve un certain nombre d'étages. Chaque étage comporte une ou deux lampes et il est suivi d'un organe de liaison. La première lampe est précédée du pick-up qui produit, à partir du disque, les tensions BF à amplifier.

La ou les lampes du dernier étage sont suivies du haut-parleur avec un organe de liaison, généralement un transformateur.

La figure 5 montre la chaîne des organes successifs d'un amplificateur classique.

Dans les amplificateurs modernes, on trouve encore des liaisons spéciales entre lampes de rang quelconque, que l'on nomme circuits de contre-réaction.

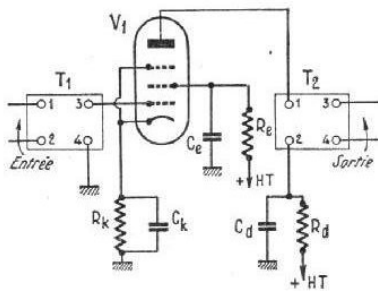


FIG. 7

Un tel circuit est représenté en bas de la figure 5. Ceux-ci sont en nombre variable. Ils peuvent être mis en circuit à volonté dans certains amplificateurs et leurs caractéristiques sont souvent réglables. Pour le moment, nous ne nous occuperons que des lampes et des éléments de liaison.

E) Compléments sur le fonctionnement des lampes

Le fonctionnement et la structure interne des lampes diodes, triodes, tétrodes et pentodes sont supposés connus de nos lecteurs.

Les trois électrodes d'une triode : cathode, grille et plaque, peuvent être montées suivant les trois schémas de la figure 6.

Le montage A est classique et bien connu de tous : la tension à amplifier est appliquée à la grille de V_1 et la tension amplifiée par la lampe est obtenue aux bornes de l'impédance qui existe entre les bornes 1 et 2 de l'élément de liaison T_2 . Dans l'amplification interviennent également les deux éléments de liaison qui fournissent une amplification de tension égale, inférieure ou supérieure à l'unité.

Le montage de la figure 6 B dit « avec grille à la masse » diffère du premier par la permutation de la grille et de la cathode. C'est cette dernière qui est reliée à la borne 3 de T_1 , tandis que la grille est à la masse.

Enfin ce troisième montage, figure 6 C, comporte, par rapport au premier, la permutation de la cathode et de la plaque.

La tension d'entrée est appliquée à la grille, celle de sortie, toujours inférieure à celle d'entrée, est obtenue entre cathode et masse, la plaque étant connectée à la masse à travers le condensateur de découplage C_d de forte valeur.

Ce montage se nomme « avec plaque à la masse » ou encore « cathode-follower ».

Ce troisième montage peut amplifier, car

dans de nombreux cas les éléments de liaison T_1 et T_2 sont des transformateurs à rapport éleveur de tension.

Ces trois amplificateurs à une lampe ont des emplois bien définis, chacun pouvant être plus ou moins fidèle dans l'application à laquelle il est destiné.

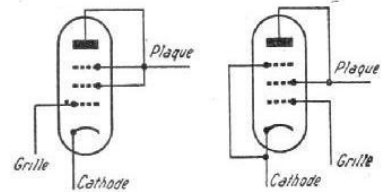


FIG. 8

Généralement, la grille est reliée à un circuit à impédance élevée, supérieure à quelques dizaines de milliers d'ohms et atteignant quelquefois plusieurs mégohms.

La cathode correspond toujours à une impédance faible de l'ordre de la centaine d'ohms.

La plaque est reliée à un circuit d'impédance moyenne, depuis 1 000 Ω jusqu'à 500 000 Ω .

On remarquera dans les trois schémas de la figure 6 les éléments R_k , C_k , R_d , C_d .

Les deux premiers constituent le dispositif de polarisation automatique de grille, qui doit être prévu dans les trois montages. R_k est de l'ordre de la centaine d'ohms. C_k est un électrochimique de plusieurs dizaines de microfarads.

R_d est la résistance de découplage, C_d le condensateur de découplage. La première vaut entre 1 000 Ω et 200 000 Ω et le second entre

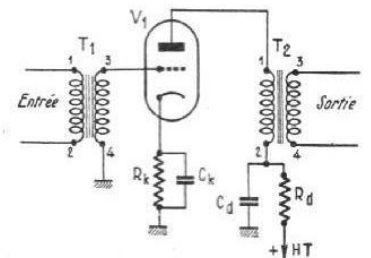


FIG. 9

8 μF et 0,05 μF . Plus R_d est grand plus C_d peut être faible, à efficacité égale du découplage.

Lorsque la fréquence considérée n'est pas trop faible, on considère que les points auxquels aboutissent C_k et C_d sont à la masse au point de vue du courant alternatif BF, d'où le nom donné aux trois amplificateurs, le premier étant connu également comme amplificateur « avec cathode à la masse ».

En ce qui concerne les lampes tétrodes ou pentodes, on les monte généralement suivant le schéma « avec cathode à la masse », comme on le voit sur la figure 7. Ce schéma ne dif-

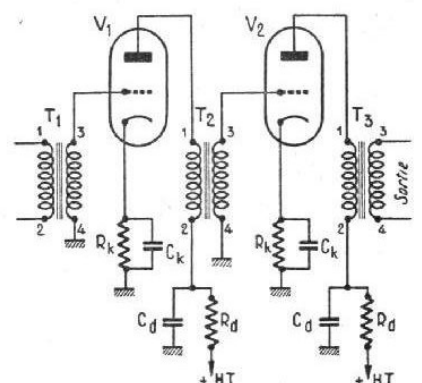


FIG. 10

fière de celui de la figure 6 A que par la présence des grilles 2 dite d'écran et 3 dite d'arrêt. La grille 2 est découplée vers la masse par C_a . La grille 3 est alimentée en HT à travers R_o . (C_a est du même ordre de grandeur que C_a et R_o compris entre 500 Ω à plusieurs mégohms).

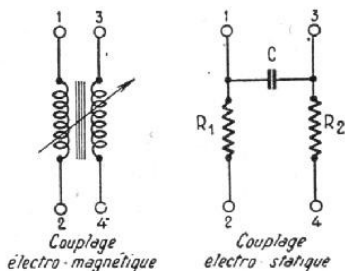


FIG. 11

Dans le cas de certaines pentodes, la grille 2 est connectée directement au point 2 de T_2 , c'est-à-dire au point commun de R_a et C_a .

La grille 3 est généralement reliée soit à la cathode comme indiqué sur la figure, soit à la masse.

Le montage de la figure 6 C est quelquefois réalisé avec une pentode, mais celle-ci est généralement montée en triode suivant l'un des procédés indiqués sur la figure 7. Le second est obligatoire lorsque la grille 3 est reliée intérieurement à la cathode.

F) Etage amplificateur de tension

La figure 9 donne le schéma d'un amplificateur à triode dans lequel T_1 et T_2 sont les transformateurs. Les points 1, 2, 3, 4 de la représentation généralisée des éléments de liaison sont indiqués sur ce schéma.

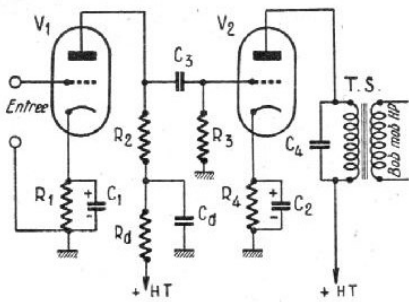


FIG. 12

Ce dernier peut-être répété plusieurs fois, comme on le voit sur la figure 10. On peut également remplacer les triodes par des pentodes en ajoutant au montage les éléments R_o et C_a . Remarquons que C_a et R_a sont quelquefois supprimés, c'est ce que nous avons fait dans les amplificateurs des figures 9 et 10.

On utilise actuellement dans les amplificateurs de tension, des éléments de liaison à résistances-capacité dont la figure 11 donne la correspondance avec les transformateurs et indique les deux sortes de couplages.

G) Lampe finale

Dans tout amplificateur destiné à actionner un haut-parleur, il est indispensable de monter une lampe de puissance au dernier étage.

Celle-ci recevra à la grille une tension suffisante pour que la puissance nécessaire soit dissipée dans le circuit anodique.

Le montage d'une lampe de puissance diffère peu de celui d'une lampe amplificatrice de tension suivie d'un transformateur comme indiqué par la figure 12. La différence entre les deux montages est dans le choix de la lampe. Celle-ci doit fournir au haut-parleur une certaine puissance dépendant de la puissance acoustique que l'on désire obtenir.

La puissance électrique d'une lampe finale

est de quelques dixièmes de watts pour les moins puissantes jusqu'à des dizaines de watts pour les plus grands modèles.

La puissance électrique nécessaire est de l'ordre de 1 watt pour un local fermé de 30 mètres cubes. Ainsi, si la salle d'audition a 10 mètres de large, 10 mètres de hauteur et 30 mètres de long, la puissance électrique fournie par la lampe finale sera de l'ordre de 100 watts.

En fait, il n'y a pas tout à fait proportionnalité car les conditions d'audition ne sont pas les mêmes dans une chambre d'appartement où il y a du bruit et une salle de spectacle où le silence règne généralement. Il en résulte que dans une salle de 3 000 m³, une puissance de sortie de 15 à 25 watts est le plus souvent suffisante.

Par contre, en plein air, il faut disposer de puissances considérables qui dépendent, elles aussi, de la nature du spectacle et aussi des étendues de terrain à couvrir.

La puissance de sortie d'une lampe finale est de l'ordre du tiers de la puissance alimentation fournie par la source de haute tension.

Ainsi, si la lampe finale est une pentode fournissant au haut-parleur une puissance de sortie que l'on nomme habituellement **puissance modulée**, de 3,5 W, la puissance alimentation correspond à environ 250 V sous 45 mA,

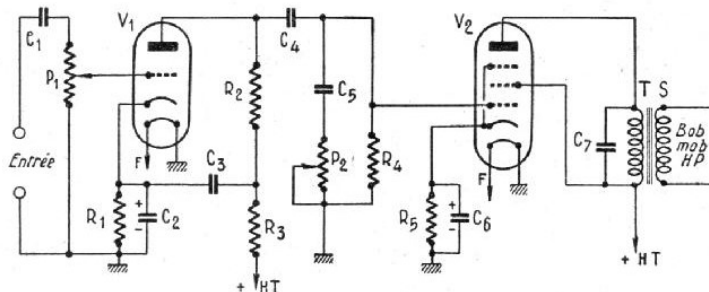


FIG. 13

c'est-à-dire à environ 12 watts. De meilleurs rendements peuvent être obtenus avec les transistors.

La haute tension a généralement la même valeur pour toutes les lampes d'un amplificateur de puissance réduite (jusqu'à 7 watts modulés), mais dans le cas d'amplificateurs plus puissants, la tension peut être plus élevée pour les lampes finales et atteindre plusieurs centaines de volts, par exemple 400 V.

H) Exemple de petit amplificateur BF

Le nombre des lampes d'un amplificateur dépend de la lampe finale, de la tension fournie par le pick-up, du pouvoir amplificateur des lampes amplificatrices de tension et du schéma adopté pour les éléments de liaison.

A titre d'exemple, considérons un amplificateur dont la puissance de sortie soit de 4 W modulés et la source de tension BF un pick-up fournissant une tension moyenne BF de l'ordre de 0,5 V. Il s'agit de volts efficaces.

Choisissons une lampe finale 6AQ5. Celle-ci fournit à la sortie une puissance modulée de

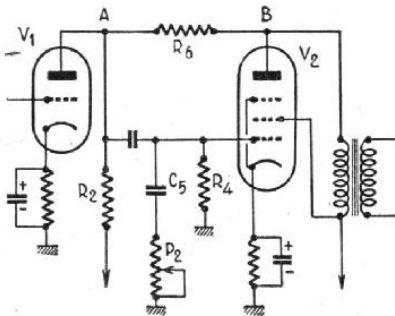


FIG. 14

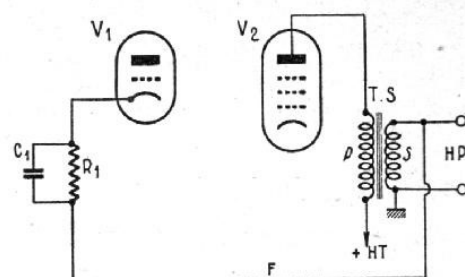


FIG. 15

4,5 W lorsqu'on applique à la grille 1 une tension de 10 volts environ.

Comme on ne dispose que de 0,5 V de BF, il faut amplifier vingt fois pour obtenir les 10 volts nécessaires. Ceci se réalise à l'aide d'une amplificatrice de tension à résistances-capacité, par exemple une 6AT6. Le schéma de l'amplificateur est donné par la figure 13.

Ce schéma est universel, car il est valable pour une infinité d'amplificateurs réalisés avec deux lampes, l'une V_1 amplificatrice de tension, et l'autre, V_2 , amplificatrice finale, de puissance.

On peut varier les valeurs des éléments, celle de la haute tension et même les conditions de

fonctionnement pour une même lampe suivant la qualité de l'amplification. Une bonne qualité est obtenue avec les valeurs suivantes des éléments :

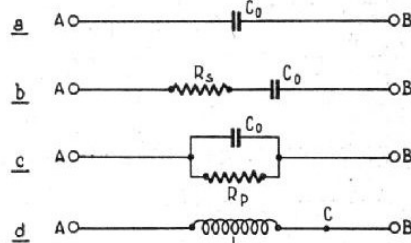


FIG. 16

$P_1 = 500\ 000\ \Omega$, $P_2 = 500\ 000\ \Omega$, potentiomètres au graphite à variation logarithmique de résistance (modèles courants dits de « volume contrôle »), $R_2 = 2\ 700\ \Omega$ 0,5 watt, $R_1 = 0,1\ M\Omega$ 1 W, $R_3 = 50\ 000\ \Omega$ 1 W, $R_4 = 5,1\ M\Omega$ 0,5 W, $R_5 = 270\ \Omega$ 1 W, $C_1 = 20\ 000\ pF$ au papier tension de service 400 V, $C_2 = 25\ \mu F$ électrochimique, tension de service 25 V, $C_3 = 0,5\ \mu F$ au papier tension de service 400 V, $C_4 = 20\ 000\ pF$ comme C_1 , $C_5 = 10\ 000\ pF$ au papier, tension de service 400 V, $C_6 = 50\ \mu F$, électrochimique tension de service 50 V, $C_7 = 20\ 000\ pF$ au papier tension de service 600 V, $V_1 = 6AT6$, $V_2 = 6AQ5$.

Voici quelques détails sur le fonctionnement de cet amplificateur.

Le pick-up est connecté aux bornes d'entrée, directement ou par l'intermédiaire d'un transformateur. La tension à amplifier est donc appliquée aux bornes d'entrée et transmise par C_1 au potentiomètre P_1 . Grâce à son curseur, on peut appliquer entre la grille de V_1 et la masse, une tension comprise entre zéro volt

(curseur à la masse) et toute la tension d'entrée disponible (curseur près de C₁).

La lampe amplifie trente-quatre fois, c'est-à-dire un peu plus que les vingt fois nécessaires, cette réserve étant utile lorsque la tension

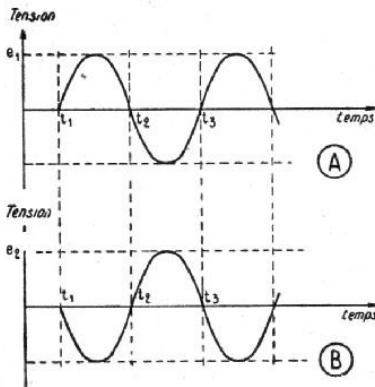


FIG. 17

d'entrée est plus réduite que prévu. Le potentiomètre P₂ en série avec la capacité C₀ sert de réglage de tonalité simplifié. En réalité, il réduit l'amplification aux fréquences élevées, et cela d'autant plus que le curseur est près de C₀. La 6AT6 possède également un élément diode qui n'est pas utilisé dans ce montage.

Des dispositifs plus perfectionnés de réglage de tonalité peuvent être adoptés, mais pour le moment, nous nous contenterons de schémas simples. Le transformateur de sortie T.S. est généralement fourni avec le haut-parleur. Ce dernier doit s'adapter parfaitement à la lampe finale V₂, dans notre cas une 6AQ5. Il suffit d'indiquer le type de la lampe au fournisseur pour que celui-ci choisisse le haut-parleur avec le transformateur T.S. qui convient. Signalons que dans le cas d'une 6AQ5, l'impédance optimum de sortie est de 5 000 Ω. Si celle de la bobine mobile du H.P. est de 2,5 Ω par exemple, le rapport des impédances est 5 000/2,5 = 2 000 fois, et celui

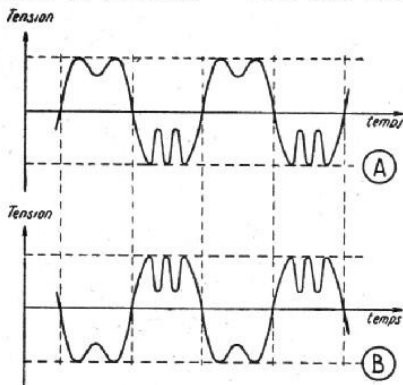


FIG. 18

du nombre de spires du transformateur la racine carrée de 2 000, c'est-à-dire quarante-cinq fois, le plus grand nombre de spires se trouvant au primaire inséré dans le circuit plaque.

Cet amplificateur peut être perfectionné de façon que la qualité musicale en soit améliorée et que les dispositifs de tonalité permettent de modifier à volonté la courbe de réponse de l'ensemble.

Examinons d'abord l'amélioration de la qualité musicale.

I) Dispositifs de contre-réaction

La méthode la plus efficace adoptée universellement, à l'heure actuelle, pour réduire les distorsions, c'est la contre-réaction.

Toutes les lampes introduisent des distorsions lorsqu'elles amplifient et cette distorsion est d'autant plus grande que l'amplification qui leur est demandée est grande. La distorsion provient du fait que la courbe qui représente

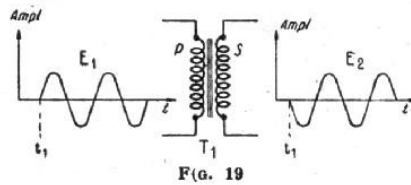


FIG. 19

la variation du courant plaque en fonction de la tension grille n'est pas une droite.

De ce fait, on démontre que pour toute tension sinusoïdale appliquée à la grille, on trouve à la sortie une tension sinusoïdale amplifiée de même fréquence et une multitude de tensions sinusoïdales harmoniques qui sont indésirables.

On démontre et on le prouve expérimentalement que si l'on reporte une petite fraction de la tension de sortie au circuit d'entrée, la distorsion se réduit. Cette réduction est d'autant plus grande que la tension reportée est grande, mais l'amplification diminue dans les mêmes proportions.

C'est ce report de tension que l'on nomme contre-réaction. Il est nécessaire que les tensions que l'on applique au circuit d'entrée soient en opposition de phase avec celles qui s'y trouvent; c'est ce qui a lieu lorsqu'on prélève une partie des tensions aux bornes de C₂

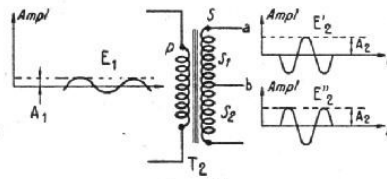


FIG. 20

(figure 3) et qu'on les reporte au circuit de grille de la même lampe, c'est-à-dire aux bornes de R₂. En pratique, on préfère remplacer ce dernier circuit par celui de plaque de V₁, dans lequel les tensions BF sont identiques à celles aux bornes de R₂.

Le montage est indiqué sur la figure 14. La résistance R₀ est connectée entre les plaques de V₂ et V₁. Sa valeur la plus courante est de 1 MΩ. La contre-réaction est plus énergique si l'on prend R₀ = 0,5 MΩ, mais l'amplification se réduit de trop. Avec 1 MΩ l'amplification tombe à vingt-cinq fois au lieu de trente-quatre fois sans contre-réaction.

On peut aussi prendre la tension aux bornes du secondaire de T.J. (fi. 13) et l'appliquer au circuit cathodique de V₁.

Dans ce cas, on réalise la modification de montage qu'indique la figure 15.

Le courant cathodique de V₁ est mélangé avec le courant de sortie du secondaire de T.S. et pour un sens convenable du branchement de S, il y a une contre-réaction.

J) Contre-réaction sélective

Revenons au schéma de la figure 14, dans lequel R₀ produit la contre-réaction.

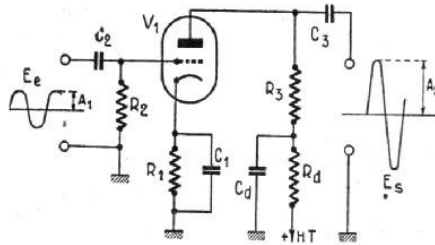


FIG. 21

Celle-ci agit théoriquement à toutes les fréquences. Il n'en serait pas ainsi si entre les points A et B on montait un circuit contenant des capacités, des self-inductions et des résistances, car les capacités et les self-inductions opposent aux courants alternatifs une résistance (dite réactance ou impédance) qui varie avec la fréquence.

Montons entre A et B une capacité C₀ comme indiqué sur la figure 16 a.

Aux fréquences basses C₀ n'aura aucune influence, donc il n'y aura pas de contre-réaction, ce qui équivaut à une augmentation de l'amplification à ces fréquences. Par contre, à mesure

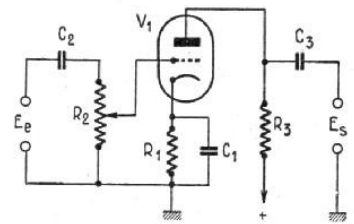


FIG. 22

que la fréquence augmentera, l'effet de contre-réaction s'intensifiera et l'amplification diminuera. L'action de C₀ peut être atténuée en montrant une résistance en série avec cette capacité, ou en parallèle (fig. 16 b et 16 c). Si au lieu d'une capacité on monte une bobine de self-induction L (figure 16 d), on obtient l'effet opposé à celui produit par C₀: on favorise l'amplification des fréquences élevées.

Des dispositifs atténuateurs de l'effet produit sont réalisables avec des résistances comme dans le cas de C₀.

K) Montages inverseurs ou déphaseurs

Par déphaseur, on entend un montage avec ou sans lampe permettant d'obtenir à la sortie une tension variant en sens inverse de celui de la tension appliquée à l'entrée.

Ainsi, comme on le voit sur la figure 17, la tension sinusoïdale représentée en A est croissante aux temps t₁ et t₃ décroissante au temps t₂.

Il est clair que ces deux tensions varient en sens inverse, quand l'une augmente l'autre diminue. En même temps, on remarque que si

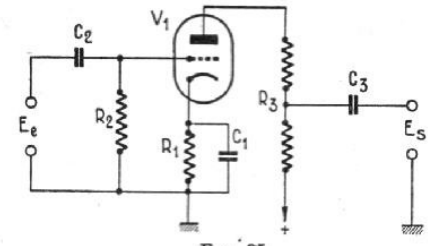


FIG. 25

l'on considère la tension représentée en A à partir du temps t₁ et la tension B à partir du temps t₃, ces deux tensions sont identiques, mais la variation de l'une ne reproduit celle de l'autre qu'au bout d'un temps t₂ - t₁ qui est évidemment égal à une demi-période T/2 de la sinusoïde.

Ceci correspond à 180° de déphasage, d'où ce nom de circuit déphaseur donné au montage qui permet d'obtenir l'inversion.

Le terme de déphasage devrait être remplacé par inversion pour être tout à fait rigoureux. La figure 18 montre deux tensions de forme quelconque inversées l'une par rapport à l'autre.

Les montages déphaseurs se divisent en deux catégories: ceux à bobinages et ceux à lampes.

Les premiers semblent plus économiques que les seconds, mais en réalité, c'est l'inverse qui est vrai, car un bobinage déphaseur, généralement un transformateur basse fréquence, doit être de très haute qualité et revient souvent beaucoup plus cher qu'une lampe.

L) Schémas théoriques de circuits déphaseurs

La figure 19 montre un montage à transformateur dont le primaire D et le secondaire S sont identiques et bobinés en sens inverse.

Lorsqu'on applique au primaire une tension comme E_1 , qui est croissante au temps t_1 , on obtient aux bornes du secondaire une tension inversée E_2 qui est décroissante au temps t_1 .

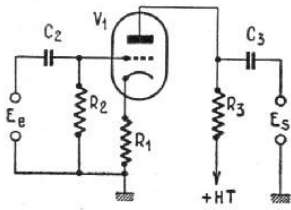


FIG. 24

Cependant, un transformateur permet également d'amplifier les tensions et c'est pourquoi on préfère au montage de la figure 19, celui de la figure 20.

Le transformateur T_2 comporte un secondaire S ayant un nombre de spires plus élevé que le primaire, par exemple quatre, six ou huit fois plus de spires.

Ce secondaire possède une prise médiane. Les enroulements a et b et c sont donc inversés et les tensions E'_2 et E''_2 le sont aussi.

De plus, le rapport de transformation étant élévateur, les tensions au secondaire, E'_2 et E''_2 auront des amplitudes plus grandes que la tension E_1 . La figure montre que A_2 est plus grande que A_1 .

Voici maintenant figure 21 un schéma de déphaseur à lampe triode.

En fait, on a simplement reproduit le schéma d'un étage amplificateur normal, qui monté comme l'indique la figure, est **toujours déphaseur, mais aussi amplificateur**. L'amplitude A_2 est supérieure à A_1 . Dans certains cas, on désire que le déphaseur ne soit pas amplificateur, autrement dit, que les amplitudes A_1 et A_2 soient égales, ce qui peut encore se traduire par une amplification égale à l'unité (et non à zéro comme on serait tenté de le dire).

On peut obtenir une amplification 1 de plusieurs manières.

La figure 22 en donne un exemple de dispositif très simple. Supposons que la lampe V_1 amplifie dix fois et que la tension appliquée à l'entrée soit de 1 volt. Dans ces conditions, le montage de la figure 21 fournirait à la sortie une tension E_2 égale à 10 volts.

Voici comment on peut réduire cette tension à 1 volt. Pour le montage de la figure 22, la tension de 1 volt est appliquée aux bornes de R_2 , mais la grille est connectée à une prise effectuée sur cette résistance de façon à ne recevoir que 0,1 V. Comme la lampe amplifie dix fois, on obtient dix fois 0,1 = 1 volt à la sortie.

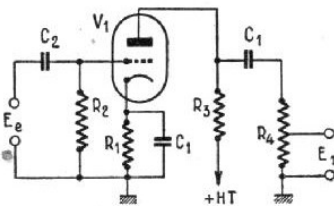


FIG. 25

Dans le montage de la figure 23, c'est à la sortie que l'on effectue la réduction en prélevant 1 volt entre une prise effectuée sur R_2 et la masse.

Le montage de la figure 24 est basé sur le principe de la contre-réaction : la résistance cathodique R_1 est seule en circuit, le condensateur C_1 qui figure dans les autres montages ayant été supprimé.

Il y a par conséquent effet de contre-réaction d'intensité qui donne lieu à une importante réduction d'amplification. Pour des valeurs convenables des éléments, cette réduction peut être de dix fois, de sorte que l'amplification de l'étage se réduise à une fois au lieu de dix fois.

Considérons enfin le montage de la figure 25. Celui-ci est analogue à celui de la figure 23, mais au lieu d'effectuer une prise sur la résistance de plaque R_2 connectée au + HT et parcourue par un courant de l'ordre du milli-ampère, on a préféré effectuer la prise sur R_1 qui n'est généralement parcourue par aucun courant important. Pratiquement les prises s'effectuent de la manière suivante : il faut que la résistance entre la prise et la base de résistance soit N fois plus petite que la totalité de la résistance, N étant l'amplification fournie par la lampe.

Exemple : Considérons la résistance R_2 de la figure 22 et supposons que sa valeur est de 1 M Ω et que la lampe amplifie dix fois.

La partie comprise entre la prise de grille et la masse doit avoir une résistance de 100 k Ω , ce qui correspond à 900 k Ω pour la partie comprise entre la grille et C_2 .

Les quatre montages décrits présentent des qualités et des défauts. Le plus répandu est celui de la figure 25.

M) Déphaseur cathodyne

Le schéma de ce montage est celui de la figure 26. La tension en S' est opposée à la tension d'entrée, tandis que celle en S'' a le même sens de variation que E_2 . L'amplitude de E''_2 est toutefois plus faible que celle d'entrée, autrement dit l'amplification est inférieure à 1.

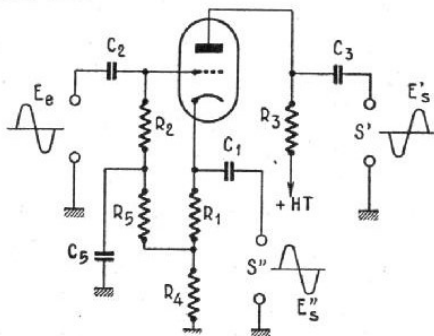


FIG. 26

Aux bornes de R_1 ou bien à la sortie de S'' , on trouve une tension E''_2 qui varie dans le même sens que la tension d'entrée E_2 .

La tension E''_2 a une amplitude qui est **toujours** inférieure à celle de la tension d'entrée, conformément à la théorie des montages à charge cathodique.

Pour que les amplitudes de E'_2 et E''_2 soient égales, il faut que l'on ait sensiblement $R_1 = R_2$.

Dans certains cas, on est conduit à donner à R_1 une valeur beaucoup plus grande que celle qui convient à la polarisation automatique de la lampe. Le montage de la figure 26 ne conviendrait plus, car la lampe serait trop polarisée, d'où distorsion.

On adopte dans ce cas le montage de la figure 27 dans lequel la grille devient positive par rapport à la masse grâce à R_2 connectée au point commun de R_1 et R_2 qui constitue la charge cathodique.

Un choix correct des valeurs permet de polariser la grille à la tension qui lui convient exactement. Pratiquement, on prendra : R_2 de 300 000 Ω à 1 M Ω , R_1 de 50 000 Ω à 500 000 Ω , C_2 de 0,1 μ F à 1 μ F. R_3 aura la valeur qui convient à la polarisation correcte de la lampe et $R_1 + R_2$ la valeur convenant à la charge cathodique.

On trouve souvent $R_1 + R_2 = 1 000$ à 20 000 Ω , et pour R_3 à peu près la même valeur que pour $R_1 + R_2$.

Un montage pratique de haute fidélité

La figure 28 donne le schéma d'un amplificateur-déphaseur utilisant deux triodes contenues dans une même lampe ECC83. Ce dispo-

sitif réunit la plupart des avantages des montages précédents.

La contre-réaction est obtenue en reliant ensemble les deux cathodes indépendantes de la lampe et en les connectant à la masse à travers R_k .

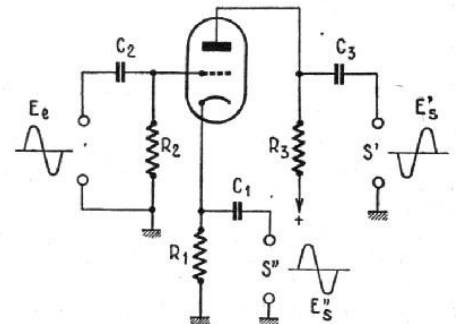


FIG. 27

Il y a deux sorties S' et S'' , deux tensions opposées, d'égale valeur et d'amplitude soixante fois plus élevée que celle d'entrée. Voici, tableau I, les diverses données concernant cet amplificateur, suivant la valeur de la tension d'alimentation E_b disponible :

TABLEAU I

| E_b | I_{ca} (mA) | $E'_2 = E''_2$ (volts) | Amplif | Distors % | R_k (ohms) |
|--------|---------------|------------------------|--------|-----------|--------------|
| 250... | 1,7 | 45 | 62 | 3,5 | 820 |
| 350... | 1,7 | 9 | 62 | 0,7 | 820 |
| 250... | 1,08 | 35 | 58 | 5,5 | 1 200 |
| 350... | 1,08 | 7 | 58 | 1,1 | 1 200 |

On voit que la distorsion passe de 0,7 à 3,5 lorsque la tension de sortie augmente de cinq fois.

La distorsion est à peu près proportionnelle au signal de sortie, c'est-à-dire, également au signal d'entrée.

Plus ce dernier est faible, plus la distorsion est réduite. Avec les données du tableau, on voit que pour $E_b = 350$ V, le courant total

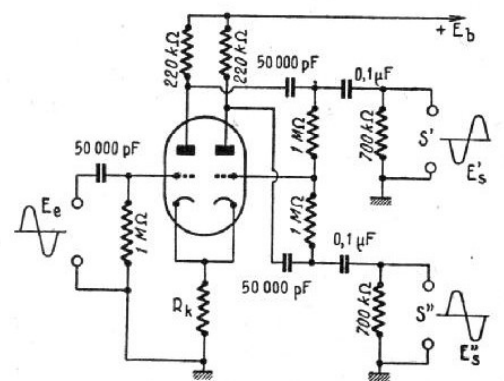


FIG. 28

est de 1,7 mA, l'amplification de soixante-deux fois et la résistance cathodique de 820 Ω .

Si la tension appliquée à l'entrée est de $9/62 = 0,145$ V, on obtient à la sortie 9 V et la distorsion est de 0,7 % seulement. Si l'on applique $45/62 = 0,72$ V, la distorsion passe à 3,5 %.

La tension d'entrée de 0,145 V peut être fournie par un bon pick-up piézo-électrique.

La tension de sortie étant deux fois 9 V, ce montage convient à l'attaque d'un étage final push-pull à lampes de puissance moyenne telles que des 6AQ5.

L'AMPLIFICATION PUSH-PULL

A) Généralités

DES que la puissance exigible à la sortie d'un amplificateur dépasse 5 W modulés, il est préférable à tous les points de vue de monter un étage final push-pull, c'est-à-dire à deux lampes fonctionnant symétriquement et en opposition de phase.

Le fonctionnement d'un push-pull exige deux tensions d'entrée égales et opposées que l'on peut obtenir d'un dispositif inverseur ou déphaseur comme ceux étudiés précédemment.

On peut réaliser des push-pull pour toutes puissances, depuis quelques dixièmes de watts jusqu'à plusieurs centaines de watts modulés. Le principal avantage de ces montages est la réduction de la distorsion. Un autre avantage est la réduction de la consommation, dans le cas d'un fonctionnement en classe B.

B) Schéma d'étage push-pull

Deux lampes sont nécessaires, mais on peut également monter plusieurs lampes en parallèle sur chaque lampe du push-pull qui devient alors un push-pull parallèle. Le schéma classique est celui de la figure 1. On utilise des triodes, des tétrodes ou des pentodes.

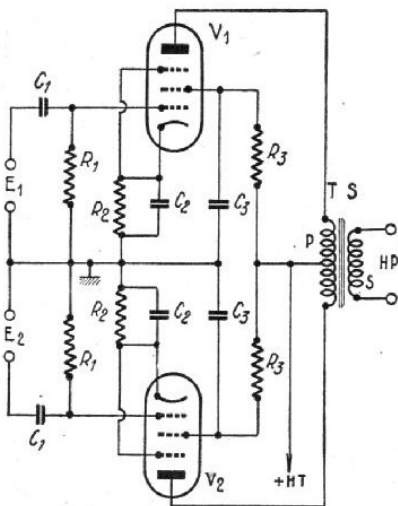


FIG. 1

Pour passer à un schéma à tétrodes on supprimera les grilles 3 et pour un schéma à triodes on supprimera également les grilles 2.

Remarquons que dans un push-pull, les découplages tels que R_3C_2 et R_4C_3 peuvent se simplifier.

En effet, si l'on supprime les condensateurs C_1 et C_2 les courants alternatifs circulent en sens inverse dans les résistances R_2 de V_1 et R_2 de V_2 . Il en est de même en ce qui concerne les deux résistances R_3 .

En réunissant les cathodes d'une part et les écrans d'autre part, on obtient le schéma de la figure 2. Les courants alternatifs provenant de chaque lampe s'annulent dans R_k et R_e et de ce fait les condensateurs de découplage sont théoriquement inutiles. On a évidemment $R_k = R_e/2$ et $R_e = R_k/2$ afin que les tensions continues aux cathodes et aux écrans conservent les mêmes valeurs que dans le montage de la figure 1.

En pratique les deux lampes V_1 et V_2 peuvent ne pas être tout à fait identiques et il est quand même prudent de monter des condensateurs C_k et C_e indiqués en pointillés sur la figure 2. Leurs valeurs sont de l'ordre de 25 μF 25 V, électrochimiques.

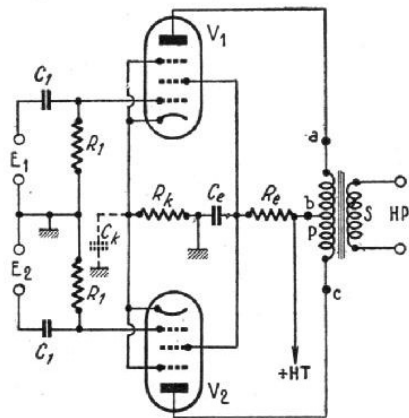


FIG. 2

Enfin, de nombreuses lampes exigent une tension écran égale à celle appliquée à la plaque. Une nouvelle simplification conduit à supprimer R_e et C_e et à relier les deux écrans directement au + HT.

C) Fonctionnement du push-pull

Au point de vue du courant continu les courants plaque de V_1 et V_2 (figure 2) circulent en sens inverse dans le primaire P et par conséquent, le courant d'aimantation du noyau de fer du transformateur est nul d'où fonctionnement du transformateur sans saturation et reproduction plus fidèle.

Par contre les deux courants continus se rejoignent dans le fil allant de la prise médiane b au + HT.

Pour l'alternatif, le courant de V_1 circulant de a à b et celui de V_2 circulant de b à c sont identiques et constituent un seul et même courant.

que fournit une seule lampe du même type, ceci dans le cas d'un montage classe A avec les polarisations normales des lampes.

En augmentant la polarisation (augmentation de la valeur de R_k), on obtient des montages dits classe AB qui ne fonctionnent correctement qu'avec deux lampes en push-pull.

Ces montages peuvent fournir des puissances beaucoup plus grandes qu'en classe A.

De plus, en classe AB le courant continu de repos est plus réduit qu'en classe A mais la consommation augmente lorsque les lampes amplifient des tensions BF de valeur élevée.

En classe AB, la tension plaque d'alimentation peut atteindre 1,5 à 2 fois la valeur normale, mais les écrans restent à la même tension qu'en classe A dans la plupart des schémas.

Il existe aussi des amplifications classe B utilisant des lampes spéciales, souvent sans aucune polarisation, mais ces montages, bien que de très bon rendement au point de vue puissance, ne sont généralement pas indiqués pour la haute fidélité qui seule intéresse la technique de l'amplification phonographique.

D) Exemple d'amplificateur push-pull

Cet amplificateur est représenté par le schéma de la figure 3.

Les lampes sont les suivantes :

V_1 = pentode préamplificatrice type EF40 ou 6AU6 ;

V_{2a} et V_{2b} : les deux éléments triodes de la double triode ECC83 ou 12AX7 ;

V_3 = V_4 : pentodes de puissance EL84.

Le nombre des étages amplificateurs est de trois :

1° Premier étage à lampe EF40 ou 6AU6 ;

2° Second étage amplificateur et inverseur à lampe V_2 ($V_{2a} + V_{2b}$) ;

3° Troisième étage amplificateur de puissance push-pull à lampes V_3 et V_4 .

L'étage à pentode V_1 ne présente rien de particulier. La tension à amplifier, provenant d'un pick-up fournissant une tension de l'ordre de 0,05 V, est appliquée directement à l'entrée.

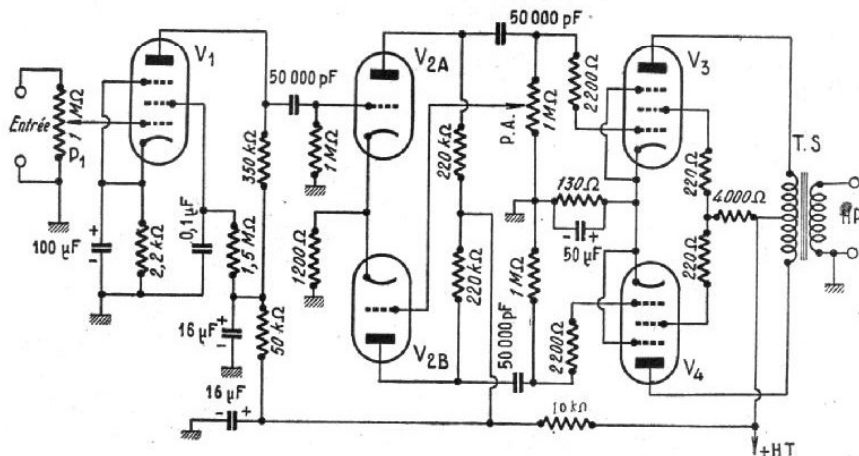


FIG. 3

Dans le fil b à +HT les deux courants varient en sens inverse, leur résultante est nulle : aucun courant BF ne parcourt théoriquement ce fil. Cela permet de se dispenser d'un circuit de découplage au point b.

La puissance modulée BF obtenue à l'aide d'un push-pull est sensiblement double de celle

Le potentiomètre P_1 sert de réglage de puissance de l'ensemble amplificateur.

En effet, il permet d'appliquer à la grille de V_1 soit la totalité de la tension BF disponible (curseur du côté opposé à la masse) soit une partie (curseur en une position située entre masse et côté opposé).

L'alimentation des amplificateurs phonographiques

La polarisation automatique est obtenue avec 2 200 Ω et 100 μF électrochimique 10 V service minimum, insérés dans le circuit cathodique.

Remarquer que la haute tension appliquée à la plaque de cette lampe est réduite et filtrée plusieurs fois ce qui est indispensable en vue de supprimer toute trace de ronflement auquel la première lampe d'un amplificateur est très sensible. En partant du + HT, on trouve une résistance de 27 000 Ω (pratiquement 25 000 à 30 000 Ω) ensuite 50 000 Ω , ainsi que deux condensateurs de filtrage de 16 μF 450 à 500 V service.

L'écran possède une cellule de découplage et de réduction de tension supplémentaire, avec 1,5 M Ω et 0,1 μF .

E) Etage intermédiaire

Une lampe V_2 comporte deux éléments triodes V_{2a} et V_{2b} . La BF est transmise à la grille de V_{2a} qui l'amplifie et la transmet à V_3 par l'intermédiaire du condensateur de 50 000 pF et de la résistance de 2 200 Ω .

Sur le curseur du potentiomètre ajustable PA de 1 M Ω , on prélève la tension réduite de sortie de V_{2a} et on l'applique à la grille de l'élément V_{2b} dont le reste du montage est analogue à celui de V_{2a} .

Le curseur de PA doit être réglé de telle façon que la tension soit réduite de A fois, A étant l'amplification de la lampe V_{2a} et celle de la lampe V_{2b} .

Ces deux triodes sont polarisées en commun par la résistance du circuit cathodique, de 1,2 k Ω .

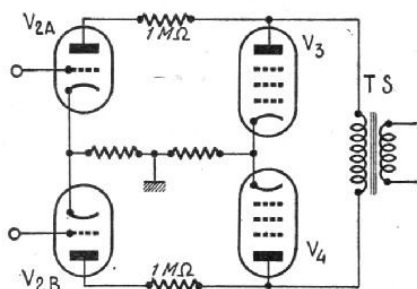


FIG. 4

F) Etage final push-pull

Les deux lampes pentodes qui composent l'étage final de puissance sont des EL84 à culot noval.

La puissance modulée de sortie obtenue est de 16 watts et l'étage fonctionne en classe AB. La tension au point marqué + HT doit être de 315 V environ par rapport à la masse.

Dans chaque fil de grille, on a intercalé une résistance de 2 200 Ω qui supprime l'oscillation de l'amplificateur.

Les cathodes sont polarisées à l'aide d'une résistance commune de 130 Ω , toutefois on a monté une capacité de découplage de 50 μF , afin de compenser tout déséquilibre. Un dispositif de contre-réaction est placé dans le circuit des écrans, les deux résistances de 220 Ω n'étant associées à aucun condensateur de découplage. Remarquer également la résistance commune de 4 000 Ω . Cette contre-réaction étant réduite le montage peut être amélioré au point de vue de la haute fidélité en prévoyant une seconde contre-réaction.

Voici, figure 4, le schéma de la variante dans laquelle on a simplement prévu des résistances de 1 M Ω entre la plaque de chaque lampe finale et celle de la lampe qui la précède.

Cette contre-réaction peut être augmentée en diminuant la valeur des résistances ou réciproquement réduite en augmentant les valeurs des résistances.

On peut aussi favoriser l'amplification des aiguës en shuntant ces résistances par des condensateurs de l'ordre de 1 000 pF.

A) Caractéristiques générales

L'ALIMENTATION des amplificateurs phonographiques diffère peu des dispositifs utilisés dans d'autres techniques comme la télévision et la réception radio.

Il est toutefois nécessaire, lorsqu'une très bonne qualité de reproduction sonore est exigée, que la partie alimentation de l'ensemble amplificateur possède quelques qualités particulières, auxquelles le réalisateur doit accorder toute son attention, faute de quoi le meilleur amplificateur pourrait fonctionner d'une façon défectueuse.

D'une manière générale, une alimentation correcte doit posséder les qualités suivantes : être pratique à l'emploi, fournir un bon rendement, c'est-à-dire être économique, ne produire aucun bruit, ni directement ni dans le haut-parleur, ne pas chauffer, être légère, peu encombrante, ne pas comporter des accessoires délicats ou difficiles à remplacer.

Tous ces avantages peuvent être obtenus en totalité ou en partie.

Plus particulièrement, lorsqu'il s'agit d'alimenter un amplificateur BF à haute fidélité, la source d'alimentation devra fournir un courant très régulier de façon que le fonctionnement de l'amplificateur ne varie pas lorsque la puissance du signal à amplifier varie. De même tout ronflement est à éviter.

Ces deux conditions ne s'obtiennent pas toujours sans une diminution du rendement du dispositif d'alimentation qui doit être assez largement dimensionné et comporter, dans de très bonnes installations, un dispositif spécial de régulation de courant.

Lorsqu'il s'agit d'un appareil radio ou TV, la partie BF bénéficie d'une certaine régulation due à la consommation des autres parties de l'appareil. Il n'en est plus ainsi dans le cas d'un appareil amplificateur BF seul.

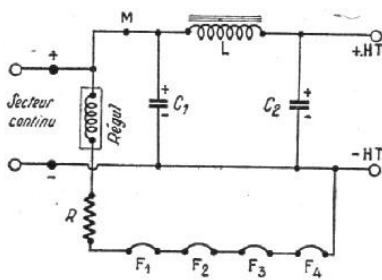


FIG. 1

B) Classification

Il existe un éventail très étendu de montages d'alimentation pour amplificateurs basse fréquence phonographiques.

En commençant par le plus simple, on notera d'abord l'alimentation par piles. Celles-ci sont peu économiques dès que la puissance modulée BF dépasse 200 mW, ce qui n'est pas beaucoup ! L'utilisation d'accumulateurs autorise de très grandes puissances, mais crée des

complications pour leur recharge et leur entretien.

On n'aura recours à ce genre d'alimentation que si tout autre procédé est impossible.

Une alimentation simplifiée, ayant comme point de départ un accumulateur à basse tension (6,3 ou 12,6 V par exemple) est souvent adoptée sur les équipements mobiles. On obtient alors la haute tension à l'aide d'un convertisseur de courant à moteur-générateur ou à vibreur. Des dispositifs très modernes rempla-

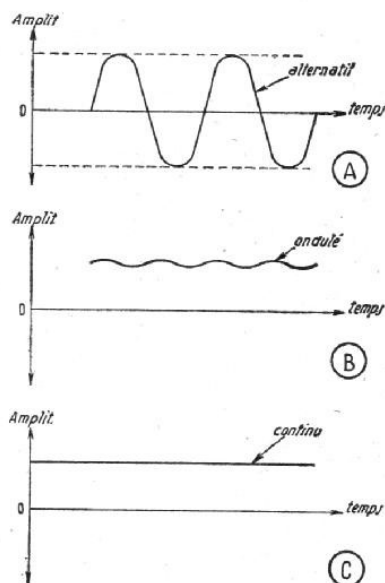


FIG. 2

cent le convertisseur électro-mécanique par un dispositif purement électronique : thyatron, oscillateur à lampe ou le dernier né, oscillateur à transistor.

L'alimentation la plus économique et donnant la plus grande satisfaction est cependant l'alimentation à partir d'un secteur comme source d'énergie.

Deux sortes de secteurs sont à la disposition des usagers : le secteur à courant continu, de plus en plus rare actuellement, et le secteur à courant alternatif.

Il est assez curieux de noter qu'à l'époque où les secteurs à courant continu étaient très répandus, il était très difficile de réaliser de bons amplificateurs fonctionnant sur une haute tension de valeur modérée comme 110 V, par exemple.

Par contre, actuellement, de nombreuses lampes permettent d'obtenir des résultats très satisfaisants avec de telles tensions, sans oublier les transistors, qui fonctionnent avec 2 à 32 volts de haute tension.

L'emploi du secteur alternatif est de loin le plus pratique et le plus économique, tout en donnant les meilleurs résultats au point de vue de la qualité sonore.

C) Alimentation sur continu

On dispose généralement de 110 à 120 V ou de 200 à 240 V.

Les alimentations classiques sur continu ne permettent pas d'augmenter la valeur de la haute tension obtenue; au contraire, l'emploi

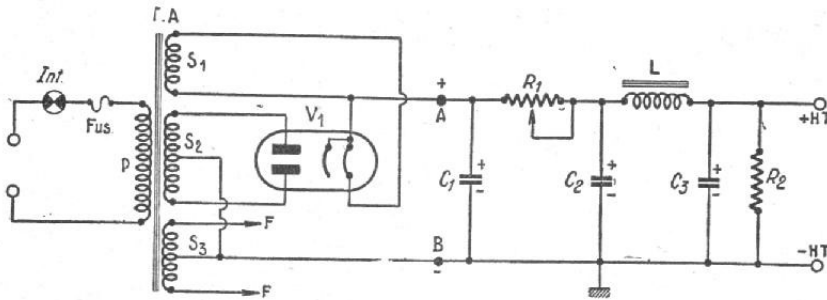


FIG. 3

d'un dispositif de filtrage la réduit de 5 % à 10 %. Dans ces alimentations, la H.T. obtenue après filtrage est appliquée directement à l'amplificateur.

Les filaments des lampes sont alimentés en série. On choisit des lampes dans des séries spéciales, de façon que la chaîne des filaments atteigne à peu près la valeur de la tension secteur (non filtrée) disponible. Cependant cette valeur ne doit pas dépasser 120 V, le reste, de l'ordre de 100 V, dans le cas des secteurs de 200-240 V, doit être absorbé par une résistance ou une régulatrice s'il y a lieu.

La figure 1 donne le schéma d'une alimentation sur continu.

Le filtrage se réalise avec une bobine L de quelques henrys, de 100 à 1 000 Ω de résistance en continu et deux condensateurs électrochimiques ou électrolytiques de 8 à 50 μ F dont la tension de service est de 20 % à 50 % supérieure au maximum de la tension que peut atteindre le secteur.

On perd dans L une tension de l'ordre de 10 V. Grâce à la résistance interne pratiquement nulle du secteur, cette alimentation est automatiquement régulée, à condition que la résistance en continu de L soit faible, par exemple de 100 Ω lorsque la consommation de l'amplificateur ne dépasse pas 100 mA ou encore 200 Ω pour 50 mA, 400 Ω pour 25 mA, etc. Cette régulation implique toutefois une tension du secteur constante. Elle ne se manifeste que pour des variations de consommation de l'amplificateur dans les passages à forte puissance sonore.

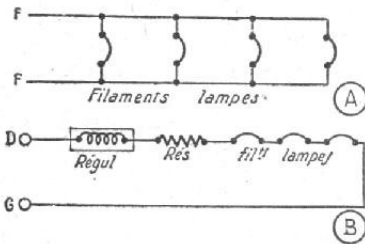


FIG. 4

On adopte des lampes dont le courant filament est le même, par exemple 0,1, 0,15, 0,3 ou 0,4 A, ce qui permet de monter les filaments en série.

Supposons, cas de la figure 1, que le courant est de 0,3 A et que les tensions sont 6,3 V pour F_1 et F_2 et 12,6 V pour F_3 et F_4 , la tension disponible du secteur étant nominale de 120 V.

La somme des tensions est $6,3 + 6,3 + 12,6 + 12,6 = 37,8$ V. La régulatrice étant

prévue pour 0,3A, supposons qu'elle réduise la tension de 20 V. Cela donne au total $37,8 + 20 = 57,8$ V; il reste à perdre dans la résistance R $120 - 57,8 = 62,2$ V. L'intensité du courant étant de 0,3 A, la valeur de R est $62,2/0,3 = 207 \Omega$. Sa puissance est $62,2 \cdot 0,3 = 18,66$ W et on adoptera un mo-

dèle de 25 W pour plus de sécurité. Ce sera toujours une résistance bobinée.

Cette alimentation ne rayonne pas et permet un filtrage excellent d'où absence de ronflement.

Le contact direct du - HT avec la borne - du secteur et du + HT presque direct avec la borne + HT, exige une grande prudence dans le maniement du châssis. Des dispositifs de protection sont à prévoir par les réalisateurs surtout lorsque la tension est de

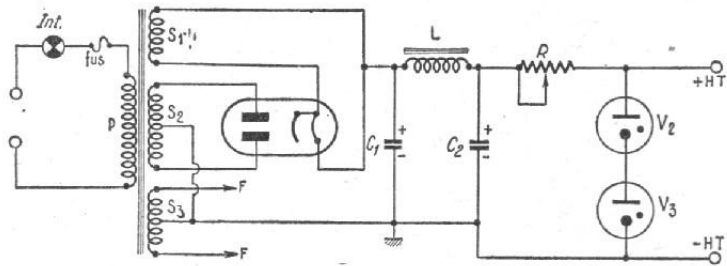


FIG. 5

200 V ou plus. Si une valeur exacte est exigée, on peut intercaler une résistance au point M de la figure 1.

D) Alimentations sur alternatif.

On peut partir d'un schéma pour continu pour établir un schéma pour alternatif.

Il est évidemment nécessaire de le compléter par un dispositif de redressement, transformant l'alternatif en continu ondulé.

Pour fixer les idées, on a indiqué, sur la figure 2, les trois sortes de courant ou tension que l'on peut trouver dans un montage d'alimentation. En A on voit la sinusoïde bien connue qui représente la variation d'un signal alternatif en fonction du temps.

En B on a affaire à un signal presque continu. Les légères variations que nous nommons ondulations sont éliminées par le filtrage. En C on a représenté le courant continu parfait dont la valeur est parfaitement constante avec le temps. La figure 3 représente une alimentation classique sur alternatif.

La partie supplémentaire est le transformateur TA dit d'« alimentation » et le tube redresseur V_1 . A partir des points A et B on retrouve les éléments de l'alimentation sur continu de la figure 1.

Le primaire P de TA (figure 3) se connecte au secteur alternatif. Il possède souvent des prises afin de l'adapter à la tension du secteur

dont on dispose. On monte en série un fusible et un interrupteur. Ce dernier est généralement combiné avec un des réglages de l'amplificateur, par exemple avec le réglage de puissance sonore ou avec le réglage de tonalité. Sur les amplificateurs dont le gain de tension est important, il est préférable, pour éviter les ronflements d'utiliser un interrupteur séparé.

Le transformateur T.A. possède trois secondaires, S_1 qui chauffe le filament du tube redresseur V_1 , S_2 fournissant la haute tension alternative aux plaques de V_1 et S_3 destiné au chauffage des filaments des lampes de l'amplificateur, montés en parallèle comme l'indique la figure 4 A.

Il est toutefois possible de monter les filaments en série suivant la disposition de la figure 1.

La figure 4 B montre une chaîne de filaments en série avec une régulation « Rég. » et une résistance « Res ». Les points D et G sont les extrémités de l'enroulement primaire correspondant à la tension la plus basse fournie, par exemple 110 V. De cette façon, lorsque l'appareil est alimenté sur une tension alternative supérieure, par exemple 220 V, la chaîne des filaments restera toujours connectée sur 110 V, ce qui est normal car autrement, les filaments seraient survoltés et mis hors d'usage.

E) Effets régulateurs simples.

Remarquer sur la figure 3 la présence de R_1 permettant de régler à la valeur imposée

la haute tension continue obtenue entre les points + HT et - HT.

La fréquence de C_1 a pour effet d'augmenter la haute tension continue.

En l'enlevant, on diminue la HT mais la régulation de courant s'améliore.

Cette dernière s'améliore encore plus en remplaçant R_1 par une bobine comme L, C_1 étant toujours supprimé. Un dispositif simple de régulation consiste à connecter R_2 à la sortie.

Si l'amplificateur a une consommation variant avec la puissance, la présence de R_2 qui ne varie pas produit une réduction de la variation de tension aux bornes de sortie. La régulation est d'autant meilleure que R_2 est faible, mais plus R_2 est réduite plus elle consomme du courant en pure perte. Ainsi, si la HT est de 200 V et l'amplificateur consomme en moyenne 50 mA, la puissance alimentation est de $200 \cdot 0,05 = 10$ watts. Si l'on monte une

Abonnez-vous

600 fr. par an

résistance $R_1 = 10\ 000\ \Omega$, le courant qui la traversera sera 200/10 000 ampères ou 20 mA. L'effet régulateur sera satisfaisant.

Avec $R_2 = 20\ 000\ \Omega$ m consomme 10 mA seulement mais la régulation est modérée.

Enfin, avec $R_3 = 5\ 000\ \Omega$, c'est un courant de 40 mA qui est dissipé sous forme de chaleur dans R_3 , mais la régulation est excellente. La puissance perdue est de 8 watts.

Voici maintenant des alimentations à dispositifs régulateurs plus perfectionnés.

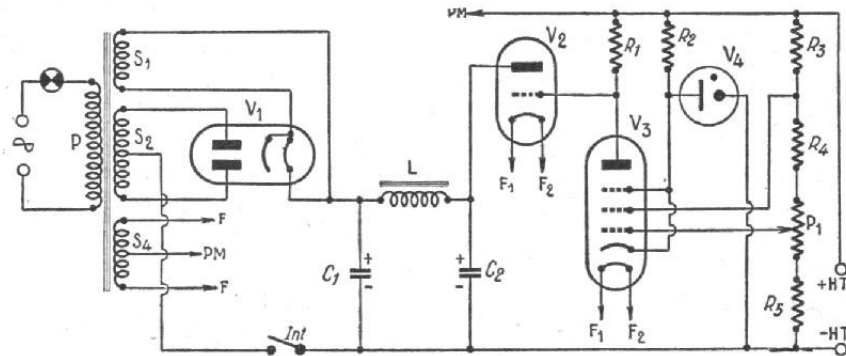


FIG. 6

F) Alimentation régulée par tubes au néon.

Le schéma de la figure 5 est analogue à celui de la figure 3 mais on a remplacé R_2 par deux tubes régulateurs au néon V_2 et V_3 . Ceux-ci consomment très peu et ont la propriété suivante : lorsque la HT a tendance à diminuer leur consommation diminue, ce qui a pour effet de remonter la HT à une valeur très proche de la valeur initiale.

Au contraire, si la HT augmente, les tubes au néon consomment plus de courant, ce qui tend à faire baisser la HT d'où l'effet régulateur désiré.

A titre d'exemple, si la HT est nominale de 250 V on utilisera deux tubes $V_2 = OD3$ et $V_3 = OC3$, le tube redresseur étant un 5U4-G m équivalent et les condensateurs des électrochimiques à 500 V série ($C_1 = 8\ \mu F$ et $C_2 = 40\ \mu F$).

Lorsque la consommation de l'amplificateur varie de 6 à 40 mA la tension régulée ne varie que de 4 à 5 V, ce qui est excellent, étant donné qu'aucun amplificateur de haute

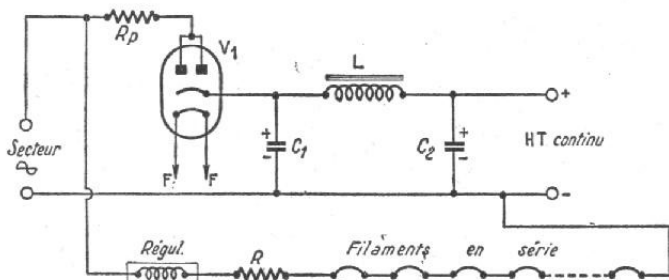


FIG. 7

fidélité ne présentera une variation de consommation aussi importante. Pour une HT de 125 V seulement, un seul tube régulateur suffit. La résistance R permet de régler la HT à la valeur convenant le mieux aux tubes V_2 et V_3 .

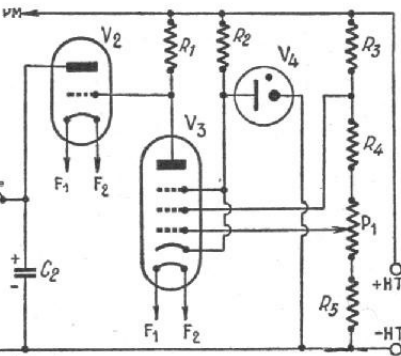
G) Alimentation à régulation électronique.

Si l'on adopte le schéma de la figure 6 on obtient une des meilleures régulations possibles, mais le dispositif est onéreux et plus compliqué.

La lampe V_2 est une triode de puissance genre 6B 4G, 6A5, 6A3 ou même 2A3 si l'on dispose d'un secondaire filament de 2,5 V. La lampe recommandée est la 6B4G chauffée sous 6,3 V. La lampe V_3 est une 6SJ7 ou une 6J7. Le tube régulateur est un OC3 ou VR 105.

La lampe V_2 se comporte comme une résistance variable, cette résistance étant sa résistance interne.

Remarquons que le filament de V_2 (c'est-à-dire sa cathode) est relié, par la prise mé-



diane Pm de J_3 , directement au + HT, point positif de la tension de sortie. D'autre part, la plaque de V_2 est connectée directement au point + haute tension filtrée. Il en résulte que la lampe V_2 remplace une résistance comme R de la figure 5.

Si la HT de l'utilisation a tendance à augmenter, la tension de la grille 1 de V_3 augmente, le courant plaque de V_3 augmente, la chute de tension dans R_1 augmente et la tension à la plaque de V_3 et celle à la grille de V_2 diminuent.

Si la tension à cette grille baisse, la résistance interne de V_2 augmente ; autrement dit, la résistance réalisée avec V_2 augmente de valeur, ce qui tend à réduire la HT disponible à la partie de l'alimentation.

Un bon fonctionnement du dispositif exige une stabilisation de la tension masse-cathode de V_3 , obtenue avec le tube V_4 .

Les valeurs des éléments : sont TA, primaire suivant tension du secteur, $S_1 = 5\ V\ 2A$ (pour 513 GB) $S_2 = 2\ \text{fois}\ 360\ V\ 120\ mA$, $S_3 =$

6,3 V alimentant V_2, V_3 . Les lampes de l'amplificateur doivent être alimentées par un secondaire comme S_4 de la figure 3 par exemple ; $V_1 = 5\ Y3 - GB$ m équivalente, $C_1 = C_2 = 16\ \mu F\ 600\ V$ service, $L = 10$ henrys 130 mA $V_2 = 6B4-G$, $V_3 = 6SJ7$, $V_4 = VR105$, $R_1 = 510\ k\Omega$, $R_2 = 75\ k\Omega\ 2\ W$, $R_3 = 10\ k\Omega\ 1\ W$, $R_4 = 20\ k\Omega\ 1\ W$, $R_5 = 10\ k\Omega\ 1\ W$, $P_1 = 15\ k\Omega$ bobiné 1 W au moins.

Cette alimentation peut fournir 60 à 110 mA pour une tension de 300 à 175 V respectivement. Suivant la consommation exigée, il y a une position optimum du curseur de P_1 .

G) Alimentation sans transformateur.

Il est possible, sur alternatif, de se passer du transformateur. Dans un montage normal, on peut appliquer directement au tube redresseur, la tension E fournie par le secteur.

La tension continue obtenue à la sortie peut atteindre 1,41 E pour un courant nul. Si le courant consommé par l'amplificateur est important, la tension continue descend jusqu'à E et même beaucoup plus bas.

Ainsi, si $E = 110\ V$ alternatif, la tension continue atteint 150 V à vide et peut baisser jusqu'à 100 V si l'on fait débiter à l'alimentation un courant important.

Sur le schéma de la figure 7, schéma général, les filaments sont alimentés en série comme dans le cas du continu. Celui du tube est monté du côté des éléments réducteurs R et Rég. et du côté de la borne (+) sera reliée à la résistance R_p reliée aux plaques de V_1 .

La résistance de protection R_p est de l'ordre de 50 Ω .

H) Multiplicateurs de tension.

Le montage précédent est surtout intéressant lorsque le secteur est de 200 à 240 V, ce qui donne à la sortie une tension redressée du même ordre.

Si la tension est de 110-120 V, on peut l'augmenter considérablement en faisant appel à un dispositif doubleur, tripleur ou quadrupleur de tension. Les doubleurs sont les plus employés en basse fréquence.

Voici, figure 8 A, un doubleur de tension suivant le schéma classique de Schenkel utilisant deux redresseurs secs (oxymetal ou diodes au silicium) ou encore des tubes. Dans ce

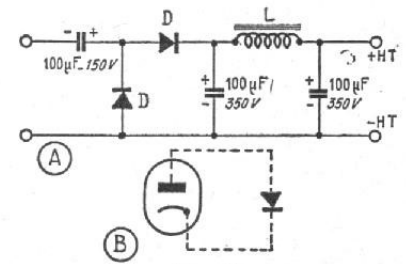


FIG. 8

dernier cas l'équivalence des électrodes est donnée figure 8 B.

Suivant les caractéristiques des redresseurs, on peut tirer de ce montage 20 à 300 mA sous 250 V à partir de 120 V alternatif. La bobine L, de quelques henrys laissera passer le courant exigé.

Le montage de Schenkel a l'avantage de présenter un point commun entre le - HT et une borne du secteur.

Voici, maintenant, figure 9, le doubleur de Latour qui présente l'inconvénient d'une tension secteur « flottante » par rapport aux points + ou - HT, ce qui peut provoquer des ronflements pénétrant dans l'amplificateur par la chaîne filaments.

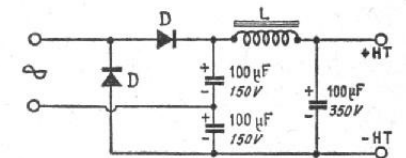


FIG. 9

Cette dernière, dans les deux montages doubleurs, se monte suivant le schéma de la figure 7.



LES MICROPHONES



CARACTÉRISTIQUES

CHOIX

FONCTIONNEMENT

QUE doit-on faire pour obtenir les meilleurs résultats ? Ne suffit-il pas de choisir le meilleur microphone, c'est-à-dire celui présentant la courbe de réponse la plus satisfaisante ? Certes, oui, c'est une condition primordiale à respecter. Mais, ce n'est pas la seule ; il y a de nombreux autres points qui interviennent dans la solution du problème. Et nous irons même plus loin, en disant que ce n'est pas toujours le microphone présentant la bande de fréquences la plus étendue qui donnera les résultats les plus satisfaisants ! En effet, cela dépend encore de l'usage que l'on se propose de faire du microphone : transmission de la parole ou transmission musicale.

Devant un problème aussi complexe et de telles contradictions, on comprendra qu'il nous faille d'abord examiner le fonctionnement et les caractéristiques propres à chaque type de microphone.

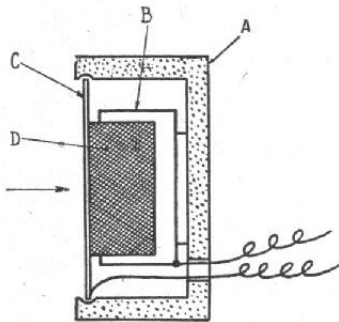


Fig. 1. — Éléments constitutifs d'un microphone à charbon

Tout d'abord, au point de vue physique, le microphone est un organe chargé de transformer les vibrations de l'air (vibrations sonores) en variations électriques correspondantes de même fréquence, et d'amplitude et de forme proportionnellement semblables... ces deux derniers points étant respectés dans la mesure où le microphone est fidèle.

Cette définition étant remémorée, procédons à une classification des types de microphones. Nous avons :

1° Les **microphones à grenaille** ou microphones à charbon, dont le fonctionnement est basé sur des variations de résistance électrique dues aux variations de pression des ondes sonores.

2° Les **microphones électromagnétiques**, basés sur l'action d'un champ magnétique variable provoquant une tension induite dans un bobinage fixe.

3° Les **microphones électrodynamiques** dans lesquels une tension est induite dans une bobine mobile vibrant dans un champ magnétique constant.

4° Les **microphones électrostatiques** dont le fonctionnement repose sur des variations de charge d'un condensateur.

5° Les **microphones à cristal** utilisant les phénomènes connus de la piézoélectricité dont nous reparlerons plus loin.

MICROPHONE A CHARBON

Le microphone à charbon (fig. 1) comprend un boîtier A à l'avant duquel nous avons une plaque vibrante circulaire C en graphite. A l'intérieur, il y a une coupelle B contenant de la grenaille de carbone D. Les deux pôles du microphone sont la coupelle B et la plaque C. Entre ces deux éléments, la grenaille de carbone tient le rôle d'une résistance dont la valeur est modifiée par les vibrations de la plaque C (variations de pression dues aux ondes sonores). Il est bien évident qu'il suffit de faire traverser le microphone par un courant électrique continu de base pour que les variations de résistance soient aussitôt transformées en variations de tension et d'intensité.

Le microphone à charbon est d'un prix de revient très bas ; il convient uniquement pour la reproduction de la parole... à condition encore de ne pas être trop exigeant, c'est-à-dire partout où l'on n'exige pas la fidélité de reproduction et où seule compte la compréhensibilité. A ce titre, il est utilisé dans tous les combinés de téléphone, ainsi que par les amateurs débutants.

Ce microphone est aussi générateur d'un souffle important, précisément du fait de la composante continue le traversant et nécessaire à son utilisation.

Lorsqu'il est utilisé avec un bon transformateur Tr. d'adaptation de rapport élévateur 30 ou 40, comme représenté sur la figure 2, le microphone à charbon a une sensibilité égale et même supérieure à celle d'un pick-up ; de ce fait, aucun étage préamplificateur microphonique n'est à prévoir.

Mais..., car il y a un « mais », un microphone à charbon sera d'autant plus fidèle qu'il travaillera plus loin de sa limite de sensibilité.

En d'autres termes, pour obtenir une bonne modulation, il est préférable de faire travailler l'amplificateur BF à son maximum de gain... voire d'utiliser un étage de préamplification et, d'autre part, de réduire le plus possible la ten-

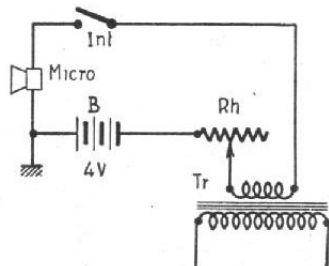


Fig. 2. — Schéma d'utilisation d'un microphone à charbon.

sion continue d'alimentation du microphone (appelée aussi, parfois, tension d'excitation microphonique).

L'utilisation classique du microphone à charbon est montré sur la figure 2.

La tension d'alimentation provenant de la batterie B (accu ou pile) est ajustée par le rhéostat Rh, de 500 ohms. Le transformateur

Tr. réalise l'adaptation des impédances pour l'attaque de grille ; son rapport est généralement de 30 ou 40.

On peut remplacer la batterie B par une tension continue soigneusement filtrée provenant soit de la haute tension d'alimentation du modulateur, soit d'une tension de polarisation (cathode). La figure 3 montre cette dernière solution avec l'utilisation de la chute de tension dans la résistance de polarisation cathodique d'une 6V6. Pour un tube quelconque, on doit évidemment veiller à ce que le système d'alimentation du micro lui assure, malgré tout, une polarisation correcte normale ; on ajuste ordinairement cette dernière en agissant sur la valeur de R.

Un système de connexion de microphone à charbon moins répandu et cependant extrêmement intéressant est celui que nous représentons sur la figure 4.

On utilise un tube double triode type 6SN7.

Le premier élément triode est monté en amplificateur avec grille à la masse ; le microphone à charbon est intercalé directement dans

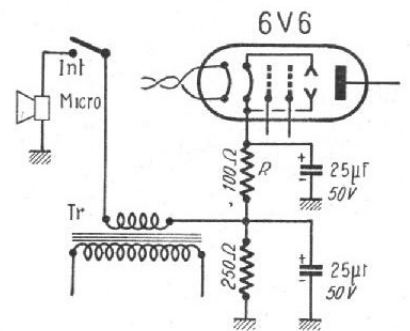


Fig. 3. — Le courant cathodique d'une lampe peut remplacer la pile d'un microphone à charbon.

la connexion cathodique de ce tube. On dispose ainsi automatiquement du courant d'excitation nécessaire au microphone. De plus, l'entrée d'un amplificateur à grille à la masse présentant une impédance très faible, l'emploi du classique transformateur élévateur est éliminé.

Les deux points ci-dessus permettent de réaliser ce système de connexion... on ne peut plus simple, et, ce qui ne gâte rien, de bonne qualité ; en fait, on doit pouvoir noter une amélioration de la reproduction par rapport aux montages des figures 2 et 3. La seconde section triode du tube 6SN7 fonctionne en amplificateur de tension normal.

Du fait de sa plaque vibrante ou membrane, le microphone à charbon présente une fréquence de résonance propre très marquée. Ce défaut sera d'ailleurs rencontré sur la plupart des microphones utilisant une membrane, quel qu'en soit le principe de fonctionnement. Toutefois, cet inconvénient est surtout remarquable avec le microphone à charbon du fait que, par ailleurs, il présente une courbe de réponse relativement restreinte (de 250 à 3 500 c/s environ).

MICROPHONES ELECTROMAGNETIQUES

A l'intérieur d'un boîtier D (figure 5), on trouve un aimant replié C porteur de deux bobines A et B reliées en série. Devant les pôles de l'aimant, à une distance très faible, il y a une plaque métallique vibrante E. Les vibrations de cette plaque modifient la valeur du champ magnétique de l'aimant, ce qui se traduit par une tension induite dans les bobinages. Nous venons tout simplement de voir la réversibilité de fonctionnement possible d'un... écouteur. En effet, le schéma de la figure 5 peut aussi être celui d'un écouteur. Ce qui signifie qu'un microphone électromagnétique peut être utilisé en écouteur, tout comme un écouteur peut être utilisé en microphone.

Les microphones électromagnétiques sont très peu employés, car ils présentent les mêmes défauts que les microphones à charbon (gamme de réponse peu étendue, fréquence de résonance propre très accusée); de plus, ils sont très peu sensibles et leur qualité de reproduction ne justifie pas la construction d'un préamplificateur.

MICROPHONES ELECTRODYNAMIQUES

Il est possible de diviser cette catégorie de microphones en deux parties: les microphones à bobine mobile et les microphones à ruban.

Microphone à bobine mobile

Une représentation simplifiée de ce type de microphone est donnée sur la figure 6. Nous voyons une membrane souple, extrêmement légère, B; elle est parfois métallique, mais le plus souvent en matière plastique. Cette membrane est solidaire d'une bobine C ne comportant que quelques tours pouvant se déplacer dans l'entrefer des masses polaires annulaires d'un puissant aimant permanent A. Bien entendu, pratiquement, un boîtier englobe le tout et la membrane est protégée par une treillis métallique.

Du fait des ondes sonores, la membrane vibre et entraîne avec elle la bobine mobile qui se déplace en coupant les lignes de force du champ magnétique; un courant alternatif de mêmes fréquences et de mêmes formes que celles des vibrations sonores se trouve alors induit dans les spires de la bobine.

D'une manière générale, le microphone à bobine mobile est un organe robuste: peu sensible aux chocs, pas sensible du tout à la

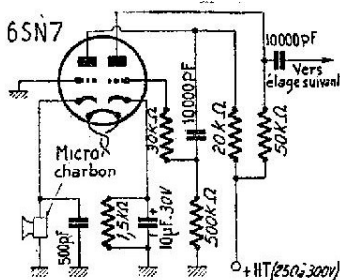


FIG. 4

température ou au degré hygrométrique de l'air. Il n'a aucun bruit de souffle propre et sa courbe de réponse est très satisfaisante notamment pour la reproduction de la musique.

D'autre part, sans précaution spéciale, c'est un microphone assez sensible à l'effet Larsen (toujours à redouter en sonorisation); pour supprimer ce défaut, on le monte parfois dans des boîtiers spéciaux le rendant très directionnel.

Comme nous l'avons dit, la bobine mobile ne comporte que quelques spires; la tension induite est donc très faible (de l'ordre du centième de volt) et l'impédance propre du microphone est donc très basse. En conséquence, l'emploi d'un préamplificateur à un ou plusieurs étages est obligatoire; par ailleurs, le microphone doit être relié à la grille d'entrée du préamplificateur par l'intermédiaire d'un excellent transformateur d'adaptation (élevateur d'impédance). Nous disons « excellent », car il importe que la courbe de transmission de ce transformateur soit large et n'altère pas les qualités propres du microphone à bobine mobile.

Le microphone à bobine mobile est très employé, sous une forme dérivée, dans les interphones. A la vérité, dans ce cas, il s'agit de haut-parleurs électrodynamiques de petits diamètres utilisés tour à tour en microphone et en haut-parleur. Mais il n'en est pas moins vrai que le principe reste le même. Encore une réversibilité de fonctionnement qui est maintes fois vérifiée!

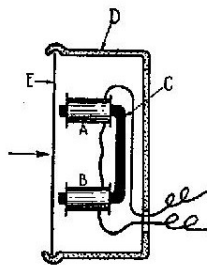


FIG. 5. — Eléments constitutifs d'un microphone électromagnétique.

MICROPHONE A RUBAN

Ce type de microphone (fig. 7) se compose d'un mince ruban plissé d'aluminium placé dans l'entrefer des masses polaires d'un puissant aimant permanent en fer à cheval. Ce ruban plissé est soumis aux vibrations sonores; en se déplaçant dans le champ magnétique, il est le siège d'un courant induit fonction de la vitesse de déplacement.

Comme dans le cas du microphone à bobine mobile, la tension induite est très faible et l'emploi d'un préamplificateur à plusieurs étages est indispensable. En outre, l'impédance d'un microphone à ruban est extrêmement basse (de l'ordre de 0,1 Ω) ...beaucoup plus basse que celle d'un microphone à bobine mobile. Il faut donc utiliser un transformateur d'adaptation élévateur d'impédance; hélas, on ne sait pas encore réaliser des transformateurs de qualité présentant un rapport de transformation élevé. Aussi bien, on tourne la difficulté en procédant en deux temps: à l'intérieur du microphone, on place un premier transformateur élevant l'impédance du ruban à une impédance de 50 Ω; de là, la ligne blindée allant au préamplificateur, à l'entrée duquel nous avons un second transformateur élevant cette impédance de 50 Ω à une impédance élevée correspondant à l'attaque de grille du premier tube préamplificateur.

Le microphone à ruban présente une courbe de réponse remarquablement étendue; il est donc très fidèle. Par contre, du fait de sa conception, il est assez fragile; son emploi en plein air est déconseillé parce que très sensible aux coups de vent.

Le microphone à ruban est un microphone de grande classe, mais d'un prix de revient élevé. Son emploi est recommandé à l'intérieur de salles ou de studios, pour la retransmission ou l'enregistrement d'orchestres.

Notons enfin, sa bi-directivité très marquée, ce qui permet de le soustraire facilement à l'effet Larsen.

MICROPHONES ELECTROSTATIQUES

Le microphone électrostatique se compose essentiellement (voir figure 8) d'un condensateur ayant une armature vibrante; c'est pour cette raison qu'il se dénomme aussi parfois microphone à condensateur. Il a une membrane métallique A vibrante lorsqu'elle est frappée par les ondes sonores; cette membrane est montée très près d'une plaque métallique B absolument fixe. A et B forment les deux armatures d'un condensateur, l'air en étant le diélectrique. Cette capacité est chargée au moyen d'une tension U assez élevée, par l'intermédiaire d'une résistance R de très forte valeur.

Les vibrations sonores produisent des variations de capacité qui, à leur tour, provoquent des variations d'intensité du courant parcourant R, ce qui entraîne évidemment des variations de tension aux bornes de ladite résistance.

L'impédance d'un tel microphone — considéré seul — est très élevée (de l'ordre de 10 MΩ); d'autre part, sa tension moyenne de sortie est d'environ 0,1 millivolt. Il n'est donc pas question de relier ce microphone à un préamplificateur situé à quelque distance: avec les pertes dues aux capacités parasites (câble blindé), il ne resterait finalement pas grand chose. Aussi, en pratique, réalise-t-on une première préamplification à l'aide d'un tube V monté directement dans le boîtier du microphone. Des signaux BF d'une amplitude déjà plus élevée apparaissent aux bornes de la résistance de plaque Rp et sont appliqués, par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison C et d'un câble blindé, à l'entrée d'un préamplificateur normal.

Parfois, la résistance Rp et le condensateur C sont remplacés par un transformateur présentant une impédance secondaire de ligne de 50 Ω (cas où le microphone est utilisé loin du préamplificateur). Un autre transformateur, primaire 50 Ω, secondaire pour attaque de grille, doit alors être utilisé à l'entrée du préamplificateur faisant suite.

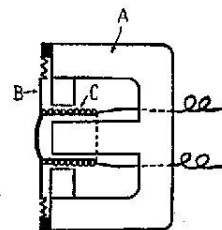


FIG. 8. — Coupe d'un microphone à bobine mobile.

La fidélité du microphone électrostatique est très bonne. Toutefois, quoi qu'on fasse, on remarque toujours une pointe dans la courbe de réponse, courbe située entre 5 000 et 10 000 c/s selon les modèles de microphones. C'est la fréquence de résonance propre de la membrane métallique A qui est assez marquée. On remédie à ce défaut en modifiant en conséquence la courbe de réponse du préamplificateur faisant suite (circuit en T à résistances et condensateurs accordé sur la fréquence de résonance); nous en reparlerons.

Les microphones électrostatiques sont d'un emploi peu commode pour l'amateur et d'un prix de revient élevé. Aussi sont-ils surtout utilisés dans les milieux professionnels.

MICROPHONES A CRISTAL OU PIEZOELECTRIQUES

Lorsqu'on comprime certains cristaux tels que le quartz en particulier, ou certains cristaux de synthèse tels que le sel de Seignette, il apparaît sur les faces opposées des charges

électriques de signes contraires. C'est le phénomène de base de la piézoélectricité, phénomène d'ailleurs réversible.

La figure 9 montre l'aspect simplifié de la constitution d'un microphone à cristal ordinaire. Une lamelle de cristal C convenablement taillée est placée entre deux armatures métalliques. Une membrane souple conique A appuie sur le cristal au moyen d'une tige rigide D. L'ensemble est monté dans un boîtier muni d'une grille protectrice B à l'avant. Les vibrations de la membrane provoquent des variations de pression du cristal, lesquelles engendrent des charges électriques correspondantes

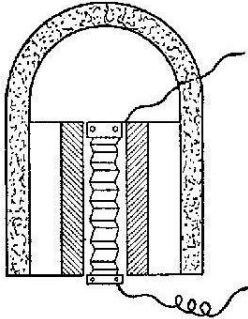


FIG. 7. — *Eléments constitutifs d'un microphone à ruban.*

sur les faces de ce dernier. Ces charges sont recueillies par les armatures métalliques et disponibles entre les fils de sortie du microphone.

Le microphone piézoélectrique peut se connecter directement à l'entrée d'un préamplificateur, en parallèle sur la résistance de fuite de grille de l'ordre de 2 M Ω , son impédance propre étant relativement grande (liaison par câble blindé, bien entendu). Si la distance entre microphone et préamplificateur est grande (supérieure à 10 m), il est recommandé d'utiliser un transformateur abaisseur pour ligne d'impédance 50 Ω au départ et un transformateur élévateur pour attaque de grille à l'arrivée.

Le type de microphone de la figure 9 est parfois appelé « microphone parole ». En effet, bien que relativement fidèle, les extrémités du registre sont affaiblies et on note une fréquence de résonance propre assez accusée. Un grand point en sa faveur est son prix de revient très abordable par l'amateur.

Ses inconvénients font que le microphone piézoélectrique craint la chaleur (rayons du soleil) et l'humidité (hygrométrie des cristaux). Dans les modèles supérieurs (donc de prix plus élevé), toutes les précautions ont été prises pour minimiser ces défauts... et améliorer la courbe de réponse. C'est ainsi que dans le modèle que nous avons en mains et que nous

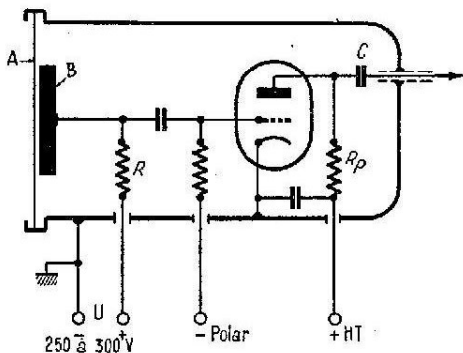


FIG. 8. — *Schéma d'utilisation du microphone électrostatique.*

représentons sur la figure 10, l'étanchéité et la protection contre les agents atmosphériques sont incontestables.

Ce microphone est du type piézoélectrique multicellulaire. Quatre cellules à cristal sont montées à l'intérieur. La disposition particulière des cristaux permet de réaliser une contre-réaction efficace dans le circuit d'entrée qui supprime les effets de résonance propre dus au système vibrotoire. Sa sensibilité est égale suivant toutes les directions et pour toutes les fréquences; sa courbe de réponse est linéaire entre 20 à 16 000 c/s.

Le maximum d'efficacité est obtenu en connectant le microphone en parallèle sur une résistance de fuite de grille d'une valeur de 500 k Ω . Mais, si le gain de l'amplificateur le permet, il est possible et recommandé d'utiliser une résistance de valeur moindre (jusqu'à 25 k Ω); le microphone est alors davantage chargé et les petites aigrettes caractéristiques de toute courbe de réponse d'organes piézoélectriques, disparaissent.

Ce microphone s'utilise fréquemment sur les magnétophones professionnels, pour les retransmissions à haute fidélité, orchestre et chant, etc... Son impédance est équivalente à une capacité de 10 000 picofarads.

Voilà qui est nouveau: une impédance exprimée en picofarads! Non, nous n'avons pas dit cela. Il s'agit d'impédance équivalente à celle présentée par la capacité soumise à la fréquence conventionnelle de 1 000 c/s. Autrement dit, il suffit d'appliquer la classique formule:

$$Z = \frac{1}{2\pi FC}$$

En exemple:

$$Z \text{ pour } 10\,000 \text{ pF} = 16\,000 \Omega,$$

$$Z \text{ pour } 2\,000 \text{ pF} = 72\,000 \Omega.$$

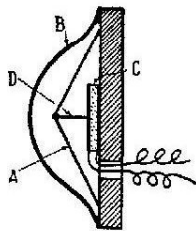


FIG. 9. — *Microphone piézoélectrique.*

COMMENT CHOISIR UN MICROPHONE

Le choix d'un microphone est guidé par l'usage que l'on désire en faire. Mais ne suffirait-il pas de prendre le microphone ayant la meilleure courbe de réponse pour obtenir les meilleurs résultats? C'est évidemment une solution rapide, à condition d'avoir le portefeuille bien garni; en effet, qui peut le plus, peut le moins, et il est toujours possible de modeler la courbe de réponse selon les nécessités en agissant sur le préamplificateur. Mais, il est d'autres conditions impératives. Celui dont les moyens pécuniaires sont restreints par exemple, et qui se propose de transmettre exclusivement de la parole, n'a nullement besoin d'engager une somme importante dans l'achat d'un microphone à haute fidélité.

Il y a aussi l'usage des microphones en sonorisation où certaines conditions importantes interviennent.

Pour la parole, le public juge la qualité de l'installation, de l'émission, de l'enregistrement, etc..., uniquement d'après la **compréhensibilité**. Pour la musique, par contre, c'est la **fidélité** dans la transmission de tout le registre audible, ainsi que la richesse et le respect des timbres qui seront recherchés et appréciés.

Dans les sonorisations, le microphone doit avoir, le plus souvent, un effet directif marqué; il est toujours nécessaire d'éviter l'effet Larsen (ou accrochage acoustique); d'où, l'utilisation de microphones unidirectionnels ou bidirectionnels.

Dans d'autres cas, par contre, on désire transmettre le bruit ambiant; d'où l'utilisation de microphones non directionnels recueillant tous les sons avec la même sensibilité, quelle que soit leur provenance.

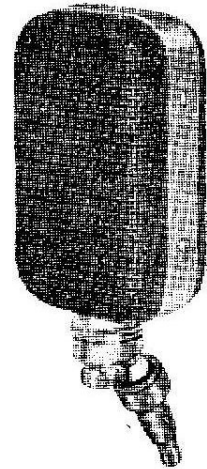


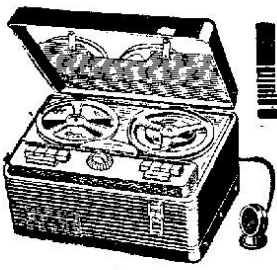
FIG. 10. — *Microphone piézoélectrique multicellulaire.*

De toutes manières, les microphones du sonorisateur doivent être robustes, et l'adaptation de leurs impédances facile.

Voilà donc déjà de nombreux points susceptibles de guider tous nos lecteurs. C'est ainsi que l'amateur-émetteur et l'amateur d'enregistrement qui se limite à la parole, ont compris qu'il serait superflu d'acquiescer un microphone à très haute fidélité. Par contre, celui qui désire faire des enregistrements d'orchestre a intérêt à se munir d'un microphone ayant une courbe de réponse étendue, microphone qui pourra aussi servir pour la parole...

En effet, pour la musique, la courbe de transmission doit être linéaire depuis les fréquences les plus basses jusqu'aux fréquences les plus élevées. Pour la parole, une bonne compréhensibilité est obtenue par une atténuation importante des fréquences basses, des graves. Il est donc facile d'obtenir cette atténuation qui n'existe pas avec un microphone de qualité, en agissant sur le préamplificateur: il suffira de prévoir un commutateur « musique-parole »; en position « parole », si nous montons un condensateur de 500 à 1 000 pF en liaison, nous obtenons généralement l'affaiblissement souhaité des graves; en position « musique », le condensateur de liaison aura une capacité normale (de l'ordre de 0,05 μ F).

Nous avons dit aussi que la courbe de réponse d'un microphone doit être régulière, c'est-à-dire ne pas présenter une pointe accusée traduisant la fréquence de résonance propre de l'élément vibrant du microphone; d'où accentuation de la réponse aux environs de cette fréquence. Un bon microphone ne doit pas avoir de résonance propre, tout au moins pas sensible à l'oreille. S'il n'en était pas ainsi, le remède consisterait à prévoir un circuit en T, ou en double T, aussi sélectif que possible, dans une liaison interétage du préamplificateur. Ce circuit composé de résistances et de condensateurs sera établi pour la fréquence de résonance à atténuer; il sera accordé sur cette fréquence et provoquera l'affaiblissement convenable de façon à ce que, après lui, la courbe de réponse redevienne sensiblement linéaire. Et maintenant, speakers... à vos micros!



LES MAGNÉTOPHONES D'AMATEURS

Qu'est-ce qu'un magnétophone ?

B IEN souvent les deux questions suivantes nous sont posées.

Qu'est-ce un magnétophone ? A quoi sert un magnétophone ?

La première question peut paraître étrange à beaucoup de nos lecteurs, mais nous pouvons affirmer sans beaucoup nous tromper qu'à peine 5 % des Français savent à peu près ce qu'est un magnétophone.

Eh bien, un magnétophone est un appareil d'enregistrement utilisant comme support d'enregistrement un fil métallique, un ruban ou un disque magnétique. Les enregistrements faits sur ces supports peuvent être à volonté conservés indéfiniment ou effacés, rendant ainsi le support apte à recevoir un nouvel enregistrement.

Bien plus, les enregistrements faits sur les supports magnétiques ne sont pas affectés de bruit de fond (bruit de surface) et ils sont inusables. L'auteur a en sa possession des rubans enregistrés en 1948 qui ont conservé toutes leurs qualités, bien qu'ils aient été utilisés plus de 1.200 fois.

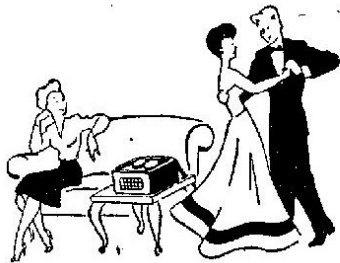
On voit donc que, contrairement à ce qu'on connaissait jusqu'à présent comme support de son : disque ou film cinématographique, qui ne pouvait recevoir qu'un seul enregistrement (définitif), s'usait rapidement, était souvent lourd et fragile, et ne permettait que des auditions de durée très limitée, on dispose maintenant d'un support

cialistes vendent des pièces détachées de très haute qualité permettant la construction de tels appareils par les amateurs.

Donc, nous voyons qu'un magnétophone est à la fois un appareil d'enregistrement et de reproduction avec de grandes possibilités et d'un prix abordable.

A quoi sert un magnétophone ?

Nous en arrivons à notre deuxième question. A quoi sert un magnétophone ? Eh bien, à beaucoup de choses, à trop de choses, disons-nous, car comme la langue



d'Esopo, le magnétophone est la meilleure et la pire des choses.

Nous laisserons de côté les usages qu'a fait la police (l'auteur a été le constructeur du magnétophone du gendarme d'Arras), ou les maris trompés. Les juges ne peuvent tenir aucun compte de ce genre de témoignage, et c'est heureux, pensons-nous.

Nous ne nous étendrons pas sur les usages professionnels du magnétophone, mais nous ne pouvons les passer sous silence, car d'eux découleront beaucoup d'emplois d'amateurs.

Toutes les Radiodiffusions du monde ont remplacé les enregistrements sur disques « souples » par des enregistrements sur magnétophone. Cela a permis l'extension au maximum des émissions différées, et chacun sait combien il est difficile de discerner une émission originale d'une émission différée, tant la qualité de l'enregistrement est excellente. Tous les enregistrements destinés aux éditions de disques sont d'abord faits sur magnétophone. De ces enregistrements sont tirées les matrices qui serviront au pressage des disques.

Tous les enregistrements, tous les mélanges musicaux destinés aux films professionnels sont faits sur des magnétophones (sur une bande perforée).

Puis, le travail étant fini, on reporte en sons optiques pour l'exploitation le son enregistré sur le magnétophone, et même avec le ci-

némascope, l'exploitation du film est faite avec le son magnétique.

Arrêtons-nous là et voyons ce qu'on peut faire d'un magnétophone.

L'emploi le plus connu du public est celui de machine à dicter. Dans les bureaux, les magnétophones dégagent la sténo-dactylo de la servitude d'aller sténographier le courrier. La personne chargée de dicter le courrier peut dicter à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit, choisissant l'heure la plus propice. Dans cet emploi, on trouve deux formes d'exploitation.

La première consiste à faire dicter par le magnétophone le texte à la dactylo qui « tape » directement. L'appareil doit être muni d'une pédale pour permettre à la dactylo d'arrêter périodiquement la dictée, plus rapide évidemment que la frappe.

Dans ce cas, l'écoute se fait généralement au casque pour éviter le bruit dans le bureau.

L'inconvénient majeur de ce système réside dans le fait que le dicteur doit lui-même corriger son texte qui doit être impeccable pour être « tapé » directement.

La deuxième forme d'exploitation, la plus efficace et la plus humaine, consiste à dicter le courrier au magnétophone exactement comme on le ferait à la sténo-dactylo, sans faire aucune correction. La sténo-dactylo prend en sténo. le matin par exemple, le courrier dicté la veille et en trois quarts d'heure, elle peut enregistrer du courrier pour toute la journée.

Mais le magnétophone a des emplois plus nobles et nous allons les étudier successivement.

1° Les emplois musicaux : tout d'abord, l'amateur peut enregistrer toute la musique émise par la radio et par les orchestres locaux. Il se constituera ainsi à peu de frais une « filmothèque » de son choix — l'un avec les classiques, l'autre avec le jazz ou la musique douce. Nous disons à peu de frais, car une bande de 1.800 à 2.000 fr. peut contenir deux heures de musique d'excellente qualité, si elle est enregistrée à 9,5 cm/seconde sur deux pistes.

Quand on compare ce prix à celui des disques du commerce, on s'aperçoit que l'économie peut atteindre 80 %. L'économie est encore plus grande si l'on considère que la qualité de la musique restera ce qu'elle était à l'origine même après mille passages et que toute musique ayant cessé de plaire pourra être remplacée par une autre sur la même bande.

Nous classerons dans les emplois musicaux l'enregistrement des pièces de théâtre ou des spectacles de variétés, ces enregistrements permettant souvent de trouver des chansons dites par les meilleures interprètes de l'heure.

2° Les emplois pour l'étude : le sujet est très vaste et c'est peut-être là que le magnétophone trouvera sa voie. En effet, considérons d'abord le cas le plus banal, le fait de parler : contrairement à ce qu'on peut croire, personne ne s'entend parler, nous voulons dire exactement que personne ne s'entend parler comme les autres l'entendent. Quand on parle, on n'entend pas le son de sa propre voix par l'oreille externe, mais par conduction osseuse. A cause de cela le timbre n'est pas respecté. Faites, par exemple, l'essai suivant : devant votre bouche placez un carton fort ou un contre-plaqué, puis parlez. Cet écran placé devant votre bouche vous renverra votre voix dans les oreilles et vous aurez à peu près l'image de ce que les autres personnes entendent de votre voix.

Tout le monde verra l'intérêt que présente le magnétophone dans ce cas pour l'étude des langues vivantes. L'étudiant, après avoir écouté une phrase originale dite par un anglais par exemple, pourra redire la même phrase, s'écouter et recommencer jusqu'à ce que sa prononciation soit parfaite. Bien entendu, pour éviter les risques d'effaçage, dans ce cas, l'original devra être enregistré sur une piste, l'enregistrement et la lecture étant



faits sur l'autre piste. Signalons que les Ets Oliveres disposent d'une platine spéciale pour la réalisation d'un tel appareil.

Pour l'étude de la musique, que ce soit pour le chant ou pour les instruments, le magnétophone permet à l'exécutant l'écoute du morceau qu'il vient de chanter ou de jouer. Ainsi l'exécutant pourra constater ses fautes, se reprendre en se corrigeant jusqu'à la perfection.



merveilleux, pouvant être effacé et enregistré à volonté, conservé indéfiniment, reproduit autant de fois qu'on le désire. Autres qualités essentielles : il donne des auditions de longue durée et son poids est très faible. Aujourd'hui, avec la qualité musicale de la Radio, une bobine de ruban magnétique donne 1 h. 30 d'écoute ininterrompue, 3 heures avec une interruption ; nous verrons comment plus loin, et son poids est de 400 grammes !... Disposant de ces supports, les constructeurs ont réussi à fabriquer des appareils de dimensions très réduites qui sont à la fois enregistreurs et reproducteurs, dont le poids ne dépasse pas 9 kg. Bien mieux, certains spé-

3° Les emplois cinématographiques : d'ingénieurs dispositifs sont actuellement mis en vente permettant la synchronisation des projecteurs amateurs muets avec les magnétophones. Nous décrivons ces systèmes dans un chapitre spécial, mais nous signalons d'ores et déjà que c'est la meilleure méthode de sonorisation qui existe car elle est peu coûteuse, permet de conserver le matériel de projection existant. Le magnétophone synchronisateur possède en outre tous les avantages du magnétophone plus celui de pouvoir sonoriser les films, ce qui n'est pas le cas évidemment des projecteurs spéciaux pour films à piste magnétique.

1° Que peut-on faire avec un magnétophone ?

Les applications du magnétophone sont multiples et variées, c'est ce qui en fait le succès chaque jour persistant.

Enumérons-en les principales utilisations :

- Enregistrement musical sous toutes ses formes ;
- Enregistrement de la voix des êtres qui vous sont chers ;
- Synchronisation des films cinéma-amateur ;
- Dictée du courrier ;
- Instrument de travail idéal du conférencier, de l'avocat, de l'artiste ;
- sonorisations, etc...

2° Combien coûte un magnétophone ?

L'éventail des prix est très largement ouvert et il existe sur le marché actuel des enregistreurs d'un prix très abordable pour une qualité incontestable. L'on peut dire sans risque d'erreur que le magnétophone est maintenant à la portée de tous.

3° Le ruban magnétique est-il d'un achat onéreux ?

Absolument pas. Le ruban permet un enregistrement de plus de deux heures pour moins de 1.800 francs. Ce ruban pouvant s'effacer à volonté, on peut s'en servir un nombre illimité de fois lorsque l'utilisateur ne tient pas absolument à conserver tel ou tel enregistrement.

4° Quelles sont les différentes durées d'audition des rubans magnétiques ?

Elles sont variables suivant :

- a) La longueur du ruban ;
- b) La vitesse de défilement de ce ruban.

La bande est vendue actuellement en bobines de 720, 500, 360, 180 et 90 mètres.

Avec une bobine de 360 mètres on peut enregistrer une heure environ à 19 cm/s sur double piste et 2 heures environ à 9,5 cm/s sur double piste également.

5° Qu'entend-on par double piste ?

La quasi-totalité des magnétophones amateurs enregistre main-

tenant sur double piste, c'est-à-dire que l'enregistrement se fait en premier lieu sur une demi-largeur du ruban, soit environ 3 millimètres, ceci sur toute sa longueur. Il convient ensuite d'utiliser la seconde piste, soit en retournant la bobine pleine, soit, sur certains magnétophones, en changeant automatiquement de piste, la piste non encore enregistrée venant au contact de l'entrefer de la tête d'enregistrement.

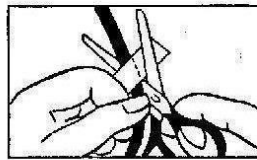
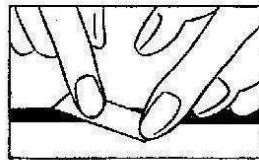
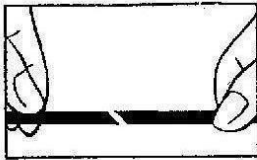
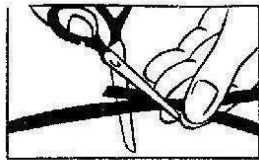
6° Pourquoi y a-t-il plusieurs vitesses d'enregistrement ?

La fidélité de restitution des diverses fréquences du spectre acoustique est fonction en partie de la vitesse de déroulement du ruban.

Cette fidélité est d'autant plus grande que le défilement est plus rapide. Mais étant donné la qualité actuelle des têtes d'enregistrement et du ruban magnétique, un enregistrement musical à 9,5 cm/s dont la courbe de réponse peut atteindre 8 000 c/s, est pleinement satisfaisant pour l'amateur en général.

7° Quelle est la durée de conservation du ruban magnétique ?

Elle est pratiquement illimitée. Le support du ruban en matière plastique admet très bien les diffé-



Collage des bandes de magnétophone : prendre les deux bouts de bande à raccorder les superposer et les couper en biais (1), puis les mettre bout à bout en les appliquant sur un morceau d'adhésif spécial (2 et 3). Après collage de l'adhésif, couper les bords légèrement en creux pour éviter que l'adhésif ne déborde et nienne coller sur la bande.

rences de température et d'humidité relative. Toutefois il est recommandé d'éviter de le laisser dans une atmosphère surchauffée ou anormalement humide. Les propriétés mécaniques du ruban permettant de l'utiliser de multiples fois dans le temps, il convient d'ajouter que ses propriétés électro-acoustiques sont pratiquement inaltérables.

8° Combien de fois peut-on enregistrer avec le même ruban ?

Le ruban magnétique s'efface soit par l'application mécanique d'un simple aimant avant enregistrement, soit par courant HF provenant d'une tête dite d'effacement placée sur le passage du ruban avant la tête d'enregistrement.

L'utilisateur peut donc, nous l'avons dit, ré-utiliser son ruban magnétique autant de fois qu'il le désire.

Le nombre d'effacements que peut supporter le ruban est pratiquement illimité et c'est là un argument commercial de premier choix.

8 bis. Combien de fois un même enregistrement peut-il être écouté ?

L'expérience a été faite qui consistait à faire passer 500 000 fois une phrase de trois mots devant la tête de lecture d'un magnétophone; entre le 1^{er} et le 500 000^e passage, il y a seulement une légère différence due au bruit de fond. Celui-ci inexistant au premier passage — comme au millième d'ailleurs — est légèrement audible au 500 000^e passage. Or, si l'on considère qu'une vie humaine ne suffirait pas pour écouter 500 000 fois la Neuvième Symphonie de Beethoven, on a une idée très nette des possibilités du ruban magnétique dans ce domaine.

9° Trouve-t-on des rubans magnétiques enregistrés dans le commerce ?

Dès maintenant, on trouve dans le commerce des rubans magnétiques enregistrés. Ceux-ci sont, à l'origine, enregistrés directement en studio et ensuite repiqués en grande série avant d'être mis en vente. A l'étranger, cette pratique se répand rapidement, et notamment en Angleterre, une grande firme vend des programmes classiques sur ruban magnétique. Comme pour le disque, le ruban magnétique enregistré a acquitté les droits d'enregistrement. Ses avan-

tages : une longue durée d'audition, une absence totale de bruit de surface, une fidélité de reproduction parfaite, etc...

10° Comment enregistrer la voix ?

Il convient naturellement d'utiliser un microphone dont le rôle est de transformer l'énergie mécanique des ondes sonores en énergie électrique.

Celui qui équipe habituellement les appareils amateur convient parfaitement à l'enregistrement de la parole; il a l'avantage d'être unidirectionnel, ce qui élimine pratiquement les bruits ambiants. Il est indispensable de veiller à la distance à laquelle on parle du micro; en effet, parler trop près crée des distorsions, trop loin un manque de puissance à la restitution.

De plus, quoique le microphone soit robuste, étanche, protégé, il convient de le manipuler avec soin.

10 bis. Pourquoi ne reconnaît-on jamais sa propre voix ?

C'est là un phénomène très normal. Chacun sait que sa voix est

différente suivant qu'on l'écoute soi-même ou que quelqu'un d'autre l'écoute. Le phénomène s'explique par le fait que le son émis par nos propres cordes vocales parvient en majeure partie à notre tympan non par le pavillon de l'oreille, mais directement par le canal osseux de notre crâne, celui-ci faisant office de caisse de résonance.

Par conséquent, notre vraie voix est celle que les autres entendent et par déduction, celle qui est retransmise par l'intermédiaire du haut-parleur du magnétophone. Cela donne à l'intéressé le son exact de sa propre voix.

C'est la raison pour laquelle les chanteurs et les acteurs s'écoutent sur leur magnétophone afin d'étudier leur timbre de voix.

11° Quels sont les micros appropriés aux différentes sortes d'enregistrement ?

Il y aurait beaucoup à dire à ce sujet : En voici l'essentiel.

Du point de vue de **directivité**, il existe quatre groupes principaux de microphones :

- 1° **Les micros non directionnels**, qui captent toutes les ondes sonores quelle que soit leur direction ;
- 2° **Les micros bi-directionnels** qui ne captent que les sons incidents à l'avant et à l'arrière ;
- 3° **Les micros uni-directionnels ou cardioïdes** qui ne captent que les sons incidents à l'avant ;
- 4° **Les micros uni-directionnels, hypercardioïdes** qui éliminent parfaitement les effets d'ambiance et les interférences parasites.

Dans la détermination de l'emploi d'un microphone, il faut tenir compte :

- Du lieu ;
- Du caractère de l'enregistrement à effectuer.

Par exemple, dans une ambiance silencieuse, un micro de n'importe quel type suffit en général ; dans une ambiance de bruit, il convient d'utiliser un micro uni-directionnel, de même que pour les conférences, assemblées, etc..., où plusieurs micros pourront être branchés passant par l'intermédiaire d'une boîte de mélange.

Deux interlocuteurs utilisent avec profit un micro bi-directionnel s'ils parlent face à face, etc...

D'autre part, il existe plusieurs types de micro quant à leur **principe de fabrication** et à leur **sensibilité**. Leur prix est également très variable. Nous ne pouvons pas entrer ici dans les détails, mais sachez seulement que les principaux types de micros utilisés sont :

- Les microphones à cristal ;
- Les microphones électrodynamiques ;
- Les microphones à ruban ;
- Les microphones à condensateurs.

Le type employé varie également avec le genre de sonorisation que l'on désire effectuer. Il est évident que si le petit micro à cristal d'un enregistreur suffit pour l'enregistrement de la parole, il faudra employer un tout autre micro pour enregistrer un chanteur ou une partition musicale en direct.

LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN MAGNÉTOPHONE :

La partie mécanique

NOUS avons vu rapidement dans le premier chapitre les emplois possibles du magnétophone; nous examinerons aujourd'hui les éléments constitutifs essentiels d'un magnétophone à ruban. Un magnétophone à ruban peut se décomposer en trois parties :

- 1° La partie mécanique;
- 2° Les têtes d'effacement, d'enregistrement et de lecture;
- 3° La partie électronique.

Nous allons examiner en détail ces trois grands chapitres et nous étudierons toutes les possibilités offertes pour la réalisation en critiquant, d'une façon très objective, les différents systèmes étudiés.

Nous passerons ensuite en revue les accessoires qui viennent se greffer sur le magnétophone pour lui donner une spécialisation : bureau, musique, cinéma, etc., en indiquant les modifications que ces greffes imposent à la construction du magnétophone proprement dit.

PARTIE MÉCANIQUE

Dans un magnétophone à ruban, le ruban doit défiler devant les têtes à une vitesse rigoureusement constante, pour que le son ne soit pas affecté de pleurage, chevrottement ou scintillement, et à la même vitesse sur tous les appareils. Cela a conduit à choisir des vitesses standardisées et à déterminer des taux de variations de vitesses linéaire et instantanée. Expliquons-nous avant d'aborder l'étude des réalisations.

Pour que les bandes enregistrées puissent passer sur tous les magnétophones, il a fallu se mettre d'accord sur les vitesses de défilement des bandes (1). Ces vitesses sont les suivantes :

Nous les indiquons à la fois en cm/s et en pouces/s pour nos lecteurs qui suivent les revues anglaises ou américaines.

| | | | |
|-------|--------|------|-------|
| 30 | pouces | 77 | cm/s; |
| 15 | pouces | 39 | cm/s; |
| 7,5 | pouces | 19 | cm/s; |
| 3,75 | pouces | 9,5 | cm/s; |
| 1,875 | pouces | 4,75 | cm/s. |

La vitesse de 77 cm/s avait été adoptée avant la guerre de 1939 par les Allemands, car les possibilités de la bande étaient très faibles à l'époque. Elle fut maintenue après la guerre par la Radiodiffusion, mais est en voie de disparition.

La vitesse de 38 cm/s est celle adoptée actuellement par la Radiodiffusion pour les emplois professionnels, la gamme des fréquences couverte et la dynamique ré-

(1) Il est également nécessaire d'adopter un même sens de défilement. Nous en reparlerons lors de l'examen des têtes d'enregistrement et de lecture.

pond aujourd'hui à tous les besoins des ingénieurs du son.

La vitesse de 19 cm/s est la vitesse adoptée pour les amateurs pour les enregistrements de haute qualité, la gamme des fréquences couverte s'étend assez facilement de 40 à 15 000 c/s, ce qui peut donner satisfaction aux plus difficiles.

La vitesse de 9,5 cm/s répond aux besoins des amateurs pour la musique copiée sur disque ou à la radio, la gamme de fréquences couvertes qui s'étend sur les bons appareils de 50 ou 60 c/s à 8 000 c/s peut largement donner satisfaction, mais la dynamique devient un peu faible et les attaques moins franches. La vitesse de 4,75 cm/s est pratiquement réservée pour la parole.

On comprend aisément qu'il est difficile que les appareils aient tous

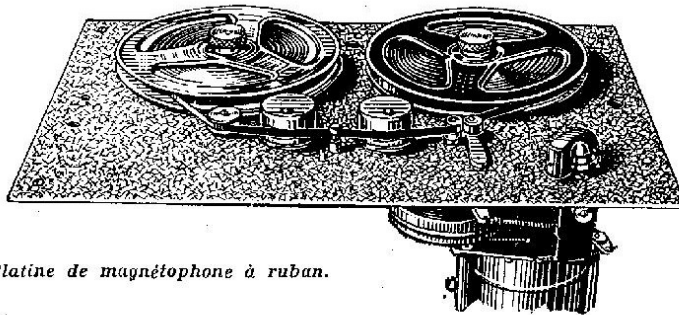
magnétophone A sera rigoureusement la note enregistrée, elle correspond comme chacun sait à 435 c/s.

Mais si nous passons la bande portant cet enregistrement sur le magnétophone B, comme celui-ci a une vitesse de défilement de 10 % supérieure à celle du magnétophone A, nos 435 périodes au lieu de passer en une seconde passent en 1 seconde — 10 %, c'est-à-dire que notre 435 périodes initial deviendra sur le magnétophone B, du 483 période, qui correspond pratiquement à un « si ».

Ce qui veut dire que la musique enregistrée sur le magnétophone A est reproduite un ton au-dessus sur le magnétophone B.

Le mouvement est donc accéléré et passe, par exemple, d'Allegretto à Allegro.

On voit donc l'importance de la



Platine de magnétophone à ruban.

exactement la même vitesse, puisque les éléments mécaniques qui les composent sont fabriqués avec des tolérances. On peut admettre, sans que le timbre en soit très affecté, des variations dans ces vitesses de plus ou moins 5 %. C'est ce taux de variations de vitesse que nous appelons plus haut le taux de variations de vitesse linéaire.

Importance de la régularité de la vitesse de défilement

Examinons quels seront les effets de la variation de vitesse de défilement entre deux magnétophones en prenant comme exemple deux magnétophones amateurs défilant théoriquement à 19 cm/s. Supposons que le premier appareil défile à 19 cm/s moins 5 %, tandis que le second défile à 19 cm/s plus 5 %. Appelons le premier appareil A et le second B.

$$\begin{aligned} \text{Vitesse réelle de A} &= \frac{5 \times 19}{100} = 18,05 \\ \text{Vitesse réelle de B} &= \frac{5 \times 19}{100} = 19,95 \end{aligned}$$

Supposons un « la » normal enregistré sur le magnétophone A. Le « la » normal reproduit sur le

vitesse linéaire réelle de l'appareil puisque les timbres de voix plus délicats que la musique seront déformés en passant d'un appareil à l'autre si les vitesses sont trop différentes.

Rappelons que l'étude ci-dessus a été faite dans les limites extrêmes des tolérances de vitesse linéaire.

Mais nous avons considéré ici la vitesse de déroulement de la bande en une seconde; maintenant il nous faut considérer la vitesse instantanée :

Expliquons nous clairement. Il faut que nous regardions si dans le plus petit intervalle de temps la vitesse de 19 cm/s a été conservée. Par exemple en 1/10 de seconde, exactement 1,9 cm de ruban a défilé.

Le ruban est entraîné par un cabestan, c'est-à-dire un axe rond généralement lié à un volant régulateur tournant à une vitesse constante. C'est-à-dire que la vitesse du ruban est fonction du diamètre de ce cabestan et de sa vitesse de rotation. Supposons que nous ayons un cabestan tournant à une vitesse de 5 tours/seconde et d'un diamètre de 12,1 mm, la vitesse de défilement du ruban sera de 19 cm/s soit 38 mm par tour de

cabestan. C'est-à-dire qu'au 1/2 tour de cabestan, soit en 1/10 de seconde, nous devons avoir défilé 19 mm de ruban. Ceci serait vrai si notre cabestan était une mécanique parfaite, mais il n'y a malheureusement pas de mécanique parfaite, toutes les pièces mécaniques sont fabriquées avec une tolérance. Celle qui intervient dans le cas particulier du cabestan est l'excentrage.

Supposons que le centre soit excentré de 1/100 mm et voyons ce qui se passe, notre demi-circconférence A X B sera plus longue que la demi-circconférence A Y B (fig. 1). En effet, puisque $X_0 = Y_0 + 1/100$ mm, $X_0 = 6,055$ mm, $Y_0 = 6,045$ mm.

$$\begin{aligned} \text{Arc A X B} &= 19,01 \text{ mm} \\ \text{Arc A Y B} &= 18,99 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nous voyons donc que dans ce cas particulier en 1/10 de seconde 19,01 mm de ruban auront été défilés par A X B et 18,99 mm par B Y A dans le 1/10 de seconde qui suivra, nous avons bien une vitesse de 38 mm pour 1/5 de seconde mais c'est une vitesse moyenne, la vitesse instantanée varie. Cette variation de vitesse du ruban a pour effet de moduler la fréquence originale. Or l'oreille humaine est très sensible à ce genre de variations beaucoup plus qu'à un changement de tonalité. Ce défaut suivant la vitesse de la variation est appelée pleurage, chevrottement ou scintillement, nous l'appellerons seulement pleurage dans la suite de notre étude.

Nous avons examiné le cas du pleurage apporté par les erreurs d'usinage, du cabestan, mais bien d'autres éléments peuvent amener du pleurage et nous verrons cela en étudiant chacun des éléments constitutifs d'une platine de magnétophone.

1° Entraînement par ruban : nous avons vu que dans les magnétophones le ruban est entraîné par un axe circulaire lisse sur lequel appuie un galet presseur (fig. 2).

Cet axe, nous l'avons vu, est appelé cabestan. Examinons les différents moyens employés pour l'entraînement du cabestan. Bien entendu, il faut un moteur.

Les moteurs employés dans les magnétophones sont des moteurs synchrones ou asynchrones.

Les moteurs synchrones sont des moteurs à vitesse rigoureusement constante, fonction de la fréquence du secteur — la vitesse des moteurs synchrones utilisés en France pour l'entraînement des magnétophones est de 1 500 tours/minute — mais ce type de moteur est assez difficile à faire en monophasé, aussi la plupart des magnétophones sont-ils équipés de moteurs asynchrones qui ont une vitesse prati-

quement constante pour une fréquence, une tension et une charge donnée. La vitesse de ces moteurs est d'environ 1440 tours/minute pour les moteurs à 4 pôles, de 960 tours/minute pour les moteurs à 6 pôles (ce dernier type de moteur est assez rarement utilisé à cause de son volume).

Le cabestan peut être l'axe du moteur. Supposons que le moteur tourne à 1500 tours/minute, pour simplifier les calculs soit 25 tours/seconde.

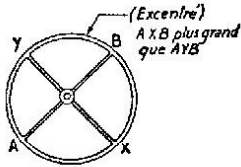


FIG. 1

Pour une vitesse du ruban de 77 cm/s, le diamètre du cabestan devra être de 10 mm environ et de 5 mm pour 38 cm/s, de 2,5 mm pour 19 cm/s; de 1,25 mm pour 9,5 cm/s; de 0,675 mm pour 4,75 cm/s.

Nous voyons immédiatement que cette solution est possible pour le 38 et 77 cm/s, délicate pour 19 cm/s, impossible pour les vitesses inférieures. Nous disons délicates pour 19 cm/s car un axe de 2,5 mm est fragile, il peut très aisément être faussé et son usinage est particulièrement délicat. Des appareils à 19 cm/s ont pourtant été ainsi réalisés et dans ce cas le cabestan porte le nom d'aiguille.

On voit donc la nécessité de multiplier la vitesse du moteur pour avoir un diamètre de cabestan possible pour les vitesses faibles du ruban.

Supposons que nous voulions utiliser un cabestan de 10 mm pour une vitesse de ruban en 19 cm/s, notre cabestan devra tour-

ner à 6 tours/seconde (environ). Si la vitesse de notre moteur est à 24 tours/s (1440 tours/minute) le rapport entre les deux vitesses doit être de 1 à 4.

Comment pouvons nous réaliser cette démultiplication :

1° par engrenage : impossible parce que les réactions dues à la denture des pignons se traduiront par un pleurage.

2° par poulie et courroie. Dans ce cas le diamètre de la poulie montée sur l'axe du moteur a un diamètre 4 fois plus petit que celui de la poulie montée sur l'axe du cabestan.

Mais, même dans ce cas, pour régulariser le mouvement du cabestan, il faut que sur le même axe soit monté un lourd volant. Il faut en effet compenser les erreurs d'usinage de l'axe du moteur, de la poulie montée sur l'axe du moteur, du diamètre de la courroie de l'usinage de la poulie montée sur l'axe du cabestan. Bien entendu, le volant doit être équilibré statiquement et dynamiquement.

Comme on le voit, le problème n'est pas simple, et l'usinage du cabestan lui-même doit être particulièrement soigné.

3° Par poulie et roue intermédiaire : ce mode d'entraînement est bien connu de nos lecteurs,

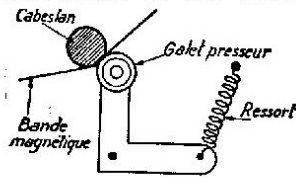


FIG. 2

puisqu'il est utilisé dans presque tous les tourne-disques à 3 vitesses.

La roue intermédiaire caoutchoutée montée sur un axe articulé dans deux directions vient se coincer entre la poulie du moteur

et le bord du volant du cabestan, le diamètre de la roue intermédiaire n'a aucune importance, seul compte le diamètre de la poulie moteur et du volant du cabestan (fig. 3).

Ce mode d'entraînement, assez fréquemment utilisé, est souvent une grosse source d'ennuis si la roue intermédiaire n'est pas dégagée pendant l'arrêt de l'appareil, car des plats se forment sur le caoutchouc de la roue intermédiaire.

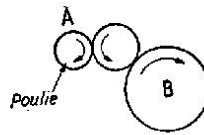


FIG. 3

D'autre part, l'effet du volant est en partie annihilé par le fait que la roue intermédiaire attaque le volant sur son diamètre extérieur.

Cette méthode est assez séduisante cependant, car elle permet assez facilement de réaliser des appareils à plusieurs vitesses.

Et nous voilà encore devant un nouveau problème, que nous étudierons un peu plus tard.

En conclusion, la meilleure méthode d'entraînement du cabestan des magnétophones est l'emploi de poulies et de courroies.

La poulie moteur doit être usinée avec beaucoup de soin, et bien ajustée sur l'axe du moteur, les vis de fixation ne doivent pas lui donner de « balourd ».

La poulie du cabestan fait souvent partie du volant lui-même. La figure 4 représente une coupe d'un volant. Ce dernier doit avoir un diamètre de 100 mm au minimum et son poids doit être de 850 à 900 grammes au minimum pour une rotation de 6 tours/seconde.

Le palier de l'axe du cabestan doit également faire l'objet de tous les soins du constructeur, car il ne

doit avoir aucun point dur et le roulement doit être très doux. On trouve là encore deux solutions : le palier à roulement à billes et le palier à coussinets lisses auto-graisseurs.

Les roulements à billes sont peu utilisés car ils ne sont pas assez précis malgré tous les soins apportés à leur fabrication. Le jeu le plus minime entraîne un pleurage spécial correspondant au nombre de billes du roulement et à leur nombre de tours. Si l'on emploie des roulements à billes ceux-ci doivent être de tout premier choix et soigneusement sélectionnés.

Les coussinets auto-graisseurs sont utilisés par presque tous les constructeurs.

Défaut de la courroie :

Bien entendu la courroie d'entraînement doit être sans fin, mais elle doit répondre à un certain nombre de conditions.

La courroie idéale serait souple et non extensible. De plus, si la courroie est ronde, son diamètre doit être constant.

Les courroies généralement utilisées sont en caoutchouc artificiel, assez chargé en noir de fumée pour le rendre pratiquement inextensible.

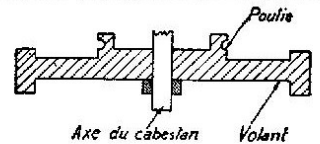


FIG. 4

Moulées à chaud, elles sont sans fin et d'un diamètre sensiblement constant. Signalons à ce sujet une réalisation originale employée par les Ets Olivères dans leur modèle « Festival » : deux courroies sont utilisées pour compenser les défauts dus à l'élasticité et aux différences de diamètre de la courroie unique.

Les moteurs d'entraînement

LES moteurs des magnétophones amateurs sont, dans presque tous les cas, des moteurs asynchrones. Deux types sont utilisés : les moteurs à démarrage par bagues en court-circuit et les moteurs à démarrage par condensateurs.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la construction de ces moteurs, exposé qui dépasserait le cadre de cette étude, mais nous attirerons l'attention de nos lecteurs sur les qualités essentielles que doivent posséder les moteurs de magnétophones :

— Le couple au démarrage doit être élevé.

— La vitesse rigoureusement constante à froid et à chaud.

— Les éléments doivent être parfaitement usinés.

— Les coussinets doivent être auto-graisseurs.

De plus, ils doivent être exempts de toute vibration et particulièrement silencieux.

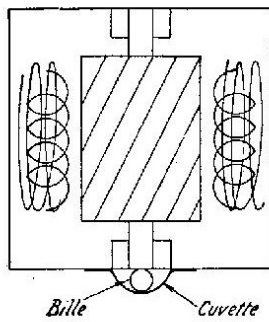


FIG. 1

Nous attirerons toutefois l'attention sur un point particulier qui est le centrage du rotor.

Dans la majorité des magnéto-

phones, les moteurs fonctionnent verticalement, c'est-à-dire que l'axe est vertical. L'extrémité supérieure de cet axe porte la poulie, l'extrémité inférieure repose sur une bille ou sur un coussinet (fig. 1).

Ceci est rigoureusement vrai à l'arrêt, mais que va-t-il se passer lorsqu'on enverra le courant dans le moteur ? Bien entendu, le rotor va tourner, mais les lignes de force du champ magnétique du stator auront tendance à centrer le rotor.

Supposons un instant que notre rotor monté avec un léger jeu (absolument nécessaire), soit centré comme indiqué dans la fig. 2.

Le champ électrique aura tendance à soulever le rotor, pour le centrer, mais incapable de le soutenir, le rotor retombera et ce dernier sera animé d'une légère oscillation verticale.

Mais comme les barres de ce rotor sont inclinées par rapport à l'axe, l'oscillation verticale se traduira par un mouvement de tire-bouchon à la montée comme à la

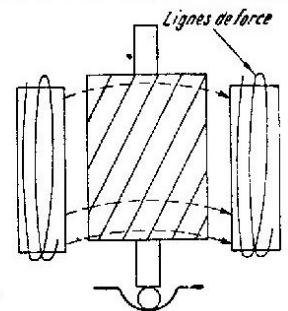


FIG. 2

descente. On conçoit aisément que ce mouvement ajoutera ou retranchera de la vitesse à la poulie, donc

au cabestan et par suite, à la bande, et nous avons là encore une source de pleurage ou de chevrottement.

Mais si le rotor est centré comme dans la fig. 3, le champ magnétique aura tendance à coller le rotor sur la bille ou sur le coussinet inférieur, donc la rotation du moteur ne sera pas troublée.

Certains constructeurs montent la bille de centrage dans un logement fileté extérieurement, ce qui permet de centrer exactement comme on le désire le rotor par rapport au stator.

Nous venons d'examiner les moteurs d'entraînement construits spécialement pour les magnétophones.

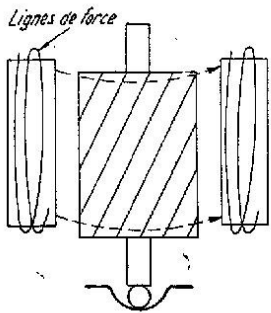


FIG. 3

Nous allons examiner maintenant un genre particulier de moteur d'entraînement utilisé fréquemment dans les réalisations d'amateur; il s'agit du moteur de tourne-disque.

On conçoit facilement que ces moteurs dont les qualités de déroulement sont souvent incontestables, tentent les amateurs pour réaliser l'entraînement de la bande. Des constructeurs ont prévu des dispositifs porteurs de tête et des systèmes de freinage et de rebobinage adaptables sur tourne-disque.

Des appareils ainsi montés donnent d'excellents résultats dans les conditions suivantes :

Le moteur tourne-disque doit être utilisé avec son plateau

Dans un tourne-disque, le plateau a un effet de volant absolument indispensable à la bonne marche.

On conçoit aisément que l'effet volant du plateau est beaucoup plus considérable à 78 tours/minute qu'à 45 ou 33 tours, et c'est

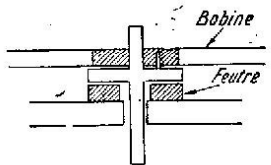


FIG. 4

pourquoi les constructeurs recommandent l'emploi des moteurs à 78 tours.

D'autre part, les anciens moteurs 78 tours étaient puissants parce que les plateaux étaient lourds, et que les pick-up étaient également assez lourds — le freinage du pick-up sur le disque était donc considérable et les moteurs de ce type sont parfaits pour réaliser un magnétophone.

Les pick-up modernes étant très légers ne freinent pas le disque. Les constructeurs ont réduit au maximum la puissance des moteurs et en conséquence, nous déconseillons dans presque tous les cas l'emploi de moteurs de tourne-disque à 3 vitesses pour la construction d'un magnétophone.

Comme il est facile de trouver à très bon marché un ancien tourne-disque à 78 tours, nos lecteurs n'auront rien à regretter. Ils conserveront un véritable tourne-disque, celui-là à 3 vitesses.

Pour nos lecteurs désireux de construire eux-mêmes un dispositif d'entraînement avec un moteur de tourne-disque 78 tours, nous indiquons dans le tableau ci-dessous les diamètres des mandrins de cabestan pour les différentes vitesses standardisées :

| | |
|--------------------|------------|
| 19 cm/seconde .. | ∅ 47 mm. |
| 9,5 cm/seconde .. | ∅ 23,5 mm. |
| 4,75 cm/seconde .. | ∅ 12 mm. |

LES MOTEURS DE REBOBINAGE

L'emploi de moteurs pour assurer les fonctions de rebobinage n'est

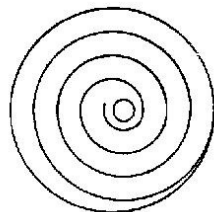


FIG. 5

pas nécessaire et la qualité d'un magnétophone n'est pas conditionnée par le nombre de moteurs contrairement à l'opinion communément admise.

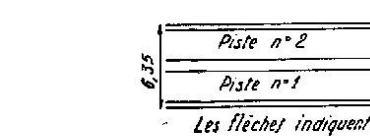


FIG. 6

L'emploi de moteurs spéciaux pour ces fonctions simplifie la mécanique un point c'est tout et les grands constructeurs de magnétophones fabriquent des appareils ne comportant qu'un moteur.

Ces moteurs doivent avoir de grandes possibilités de glissement. Celui destiné au rebobinage arrière rapide placé sous la bobine débritor ne doit en aucun cas servir au freinage de la bande pendant le défilement normal, car il amènerait dans ce cas un pleurage important.

LES DISPOSITIFS DE FREINAGE DE LA BANDE

La bande est, comme chacun sait, enroulée sur une bobine, le diamètre extérieur de la bobine est de 180 mm (pour 360 mètres de bande), et le noyau de 44 mm environ. La bande est entraînée,

comme nous l'avons vu précédemment, par le cabestan et son presseur, mais elle doit être tendue pour appliquer sur les têtes, il faut donc la freiner. Différents moyens s'offrent au constructeur, qu'il soit professionnel ou amateur. Nous allons les examiner, tout d'abord, sans tenir compte de la nécessité du rebobinage arrière.

Ce freinage a une importance capitale lui aussi dans la qualité de déroulement de la bande; aussi nous n'allons pas hésiter à parler de tous les systèmes possibles. Nous

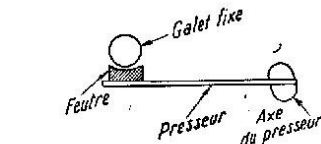


FIG. 6

ferons la critique de chacun d'eux, mais il faudra que nos lecteurs aient toujours présent à la mémoire ce que nous avons dit en tête de ce chapitre qui amène la constatation suivante :

Le diamètre de la galette du ruban est variable; la vitesse de rotation de la galette du ruban est inversement proportionnelle à son diamètre; le poids de la galette est également inversement proportionnel à son diamètre.

Donc, la vitesse et le poids de la galette sont directement proportionnels entre eux.

Tenant compte de cela, on peut donc réaliser un système de freinage simple efficace, régulier et sûr (fig. 4).

Le plateau supportant la bobine coulisse assez librement dans son palier. Il repose sur un feutre d'assez grand diamètre.

Le freinage du plateau sur le



FIG. 8

feutre est fonction de la vitesse de la bobine et de son poids, comme ces deux éléments sont proportionnels entre eux, on conçoit qu'un point d'équilibre peut être trouvé pour que le freinage soit constant d'un bout à l'autre de la galette du ruban.

Les Ets Olivères, promoteurs de ce système dans leurs réalisations simples, complètent le système avec un dispositif permettant au feutre et au plateau de ne pas se polir.

La partie inférieure du plateau (fig. 4), porte un usinage en spirale. Cet espèce de pas de vis horizontal (fig. 5) rabote le feutre en tournant et reporte les dépôts vers l'extérieur.

On peut également laisser toute liberté à la bobine ou à son axe en freinant la bande, soit sur le galet guide, soit sur les 2 têtes,

soit sur la tête d'effacement seulement (fig. 6 et 7).

A ce moment, les freins sont constitués par une petite plaquette de feutre collée sur une lame de ressort en chrysoval (métal non magnétique). Cette lame de ressort sera elle-même montée sur un axe, car il faut pouvoir dégager le presseur pour charger la bande.

La pression est assez difficile à régler et doit rester constante dans le temps. Ce système conduit à un capotage général des têtes et des presseurs pour des raisons d'esthétique et pour éviter que par accident les presseurs ne soient faussés, et pourtant le capotage général des têtes est une chose bien ennuyeuse; nous verrons ultérieurement pourquoi.

DISPOSITIF DE GUIDAGE DE LA BANDE

Nous avons parlé à diverses reprises de galet guide bande et il est temps de parler maintenant de ce problème.

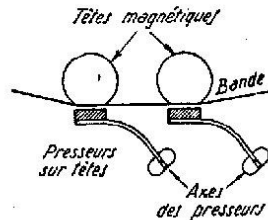


FIG. 7

La largeur de la bande magnétique est, avons-nous vu, de 6,35 mm ± 0,5/100.

Sur cette bande de 6,35 mm, les magnétophones modernes enregistrent deux pistes de 2,3 mm (fig. 8) séparées entre elles par un intervalle. Pour que l'effacement soit complet, les têtes d'effacement sont un peu plus larges que les têtes d'enregistrement, soit 2,5 mm.

On voit aisément que la précision du guidage de la bande présente beaucoup d'intérêt, puisqu'elle est de 1/10 de mm.

La bande est généralement guidée avant son entrée sur les têtes par un galet fixe (fig. 9) dont la base est conique pour permettre à la bande de se mettre automatiquement en place lors du démarrage. Tous les galets de guidage doivent être fixes, car la moindre erreur d'usinage amènerait un chevrottement si ces galets tournaient.

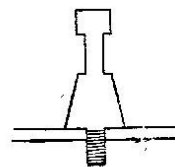


FIG. 9

La bande est également guidée directement sur les têtes magnétiques sérieuses pour augmenter la précision de la lecture et de l'effacement. Différents procédés sont utilisés par les fabricants de tête. Sur la plupart des têtes, le capot sert en même temps de guide bande.

Les têtes magnétiques

NOUS abordons maintenant une pièce maîtresse et capitale du magnétophone : La tête magnétique. Nous parlerons d'abord des têtes d'enregistrement et de lecture ; ensuite, dans un chapitre spécial, des têtes d'effacement.

Tête d'enregistrement et de lecture

Ces têtes magnétiques sont pratiquement identiques, sauf dans quelques appareils professionnels, et souvent elles sont reversibles, c'est-à-dire, que la même tête sert à l'enregistrement et à la lecture.

Elles sont constituées par un assemblage de tôles minces d'un alliage appelé communément Mu-Métal Molybdène, dont la composition est la suivante :

79 Ni, 4 Mo, 0,6 Mu, 16,4 Fe

La perméabilité initiale de cet alliage est très grande : 20 000 à 22 000 ; la perméabilité maximum est de 72 000 à 80 000 ; la satura-

tion de circuit déterminées par de longues recherches.

La tête se compose essentiellement de deux demi-circuits maintenus en place par des pièces de serrage (fig. 1).

Les circuits ont une épaisseur déterminée avec soin ; cette épaisseur est de 2,4 mm. pour les têtes enregistrant deux pistes sur une bande de 6,35 mm.

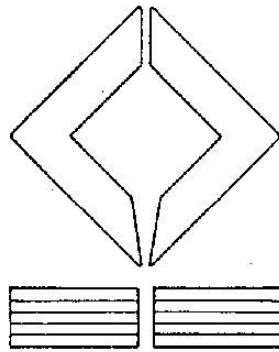


FIG. 2. — Tête Oliver

Cette épaisseur représente théoriquement un empilage de 12 tôles de 20/100, mais en réalité il n'y a que 11 tôles à cause de l'épaisseur de la colle. En effet, les tôles des têtes ne sont pas rivées, mais collées, avec des colles genre Araldite, qui ont l'avantage d'isoler les tôles entre elles, et ceci n'est pas négligeable.

Les empilages doivent être faits avec un soin particulier pour que les tôles soient parfaitement alignées. Cet alignement est nécessaire pour que les usinages qui sont à faire — rectification de l'entrefer arrière et de l'entrefer avant, rectification de la face en contact avec la bande — attaquent le moins possible le métal.

Il convient de vérifier que l'épaisseur des deux demi-circuits soit rigoureusement identique, puisque

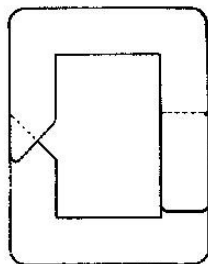
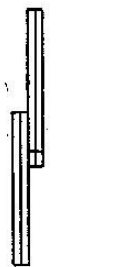


FIG. 3. — Tête à fers juxtaposés

les circuits seront maintenus en place par simple serrage vertical. Les axes de serrage seront de préférence en laiton pour éviter les déviations des champs magnétiques. Ils seront tous intérieurs ou tous extérieurs au circuit magnétique pour éviter la formation d'une boucle qui court-circuiterait les bobinages à la tête.

Pour faciliter la circulation des courants magnétiques, la théorie voudrait que les circuits des têtes soient toriques (fig. 1). Quelques constructeurs ont adopté ce circuit qui présente des inconvénients majeurs. Les bobines ont la forme de la figure 5, c'est-à-dire, en éventail. Le bobinage est difficile à faire et le fil mal rangé. Cette solution est possible avec des têtes à basse impédance comportant peu de fil, impossible pratiquement pour ces têtes à haute impédance.

Un fabricant américain de têtes magnétiques a adopté la forme de circuit de la fig. 4. Comme on le voit, tout en ayant des parties droites qui permettront des bobinages corrects, on peut pratiquement inscrire un cercle dans le circuit.

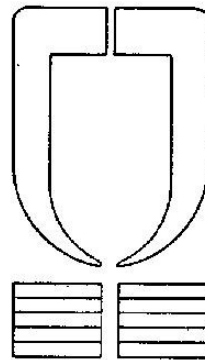


FIG. 4. — Tête américaine

L'inconvénient de ce circuit est que les bobines ne peuvent pas s'enfiler ; il faut donc avoir des bobines fendues (fig. 7) et faire le bobinage, le circuit magnétique étant déjà dans la bobine.

Les Ets Olivères ont adopté un circuit pratiquement carré (fig. 2) qui permet de monter très aisément 4 petites bobines de la forme de la fig. 6. On voit qu'on peut très facilement inscrire un cercle dans le circuit Oliver et que le bobinage du fil est très aisé. Il se fait en fil rangé très facilement.

Il existe une autre méthode pour faire les têtes, méthode d'abord employée pour les têtes à fil et qui a été adoptée par des fabricants américains et français. Cette méthode permet d'avoir des prix de revient exceptionnellement bas. Il s'agit des têtes à fers juxtaposés (fig. 3). L'entrefer n'est plus obtenu par présentation face à face des demi-circuits, mais par une présentation par superposition. Les économies de la fabrication résident dans les points suivants.

1° Absence d'usinage de l'entrefer :

En effet, l'entrefer est constitué par les faces latérales des deux demi-circuits ; la surface de la tôle est assez propre pour ne pas exiger d'usinage.

2° Diminution du poids de Mu-Métal :

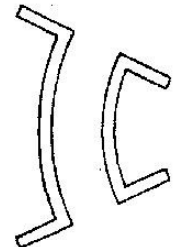


FIG. 5. — Coupe d'une bobine pour tête torique

Comme le circuit n'a pas besoin d'avoir la même épaisseur que la largeur de la piste à enregistrer, on peut se contenter d'un empilage de deux ou trois tôles.

Ce type de tête ne permet de monter qu'une bobine, ce qui est un assez gros inconvénient (fig. 9).

En effet, examinons (fig. 8) la disposition des bobinages dans la tête Oliver ; nous y voyons 4 bobines, chacune montée sur un bras du circuit, donc à 90° l'une par rapport à l'autre.

On conçoit très aisément que pour des champs magnétiques parasites, les bobinages sont en opposition ; donc les courants induits s'annulent lorsque tous les bobinages sont mis en série (fig. 10).

Il n'en est pas de même pour une tête à fers juxtaposés, qui ne comporte qu'une seule bobine. Ces têtes sont extrêmement sensibles aux champs magnétiques parasites.

Or, un magnétophone est un appareil très complet et qu'on cherche à réaliser aussi petit que possible. Il comporte deux éléments générateurs de champs magnétiques parasites très importants :

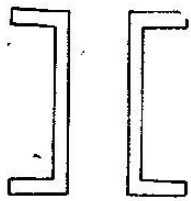


FIG. 6. — Coupe d'une bobine pour tête Oliver

Le transformateur d'alimentation et le moteur d'entraînement.

Le transformateur crée un champ à 50 périodes très important. Ce champ est en partie compensable par une recherche de l'orientation, mais il n'en est pas de même pour

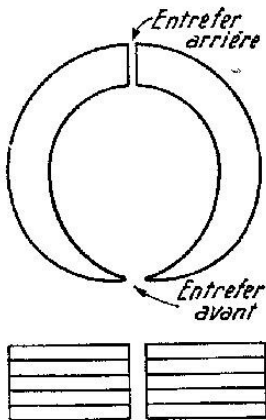


FIG. 1. — Tête torique

tion (gauss) 8 700 ; les pertes par hystérésis à saturation (erg/cm²/cycles) 200.

Un métal ayant des caractéristiques équivalentes est fourni par les Acieries d'Imphy sous l'indice 7744.

En résumé, ces alliages sont caractérisés par une haute perméabilité initiale, par une faible perte par hystérésis et par un minimum d'effet de magnétostriction.

L'épaisseur des tôles utilisées est de 20/100 de mm. dans les têtes de très haute qualité, de 40/100 dans les têtes de qualité courante.

Pour certains emplois, machines à calculer électroniques, où les fréquences à enregistrer peuvent être de l'ordre de 200 000 périodes/seconde, on emploie des têtes faites de poudres métalliques comprimées (Ferrox-cube), mais ces têtes n'ont pas en basse fréquence le rendement des têtes magnétiques classiques.

Chaque constructeur emploie pour la fabrication de ses têtes magnétiques une forme et une dimen-

le champ créé par le moteur, champ magnétique à fréquences complexes.

La valeur de ces champs magnétiques parasites peut presque atteindre la valeur du signal enregistré sur la bande. On voit donc le grand intérêt qu'on peut avoir à prendre des têtes annulant automatiquement

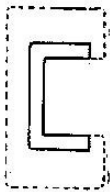


Fig. 7. — Coupe d'une bobine pour tête américaine

les courants induits par ces champs extérieurs, si l'on veut réaliser des appareils de classe reproduisant les fréquences les plus basses du registre sonore.

Bien entendu, les têtes magnétiques sont blindées, mais le blindage ne suffit pas à éviter les inductions, en particulier parce que le blindage n'est pas total. Il faut bien que le circuit magnétique soit en contact avec la bande.

Le blindage des têtes magnétiques est un capot en Mu-Métal

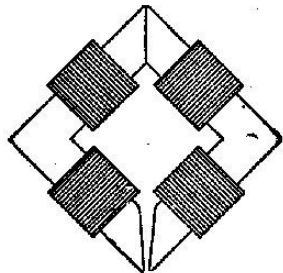


Fig. 8. — Disposition des bobinages pour têtes Oliver

dont la composition est la suivante : 74 Ni, 5 Cu, 1 Mn, 20 Fe

Les épaisseurs des tôles des capots oscillent entre 0,5 et 1 mm.

Entrefer

Nous avons vu dans un chapitre précédent qu'il est nécessaire d'usiner les parties des circuits qui viendront en contact.

L'usinage des surfaces qui formeront l'entrefer arrière ne présente pas de difficulté, puisqu'il suffit que le contact soit assuré.

Au contraire, l'entrefer avant demande un soin particulier et les lèvres ne doivent présenter aucune forme de dent de scie (fig. 11 et 12).

L'entrefer varie de 6/1000 à 10/1000 de mm. pour les magnétophones à basse vitesse (amateurs). On conçoit aisément que dans ce cas, le grain de la meule qui sert à l'usinage doit être suffisamment fin pour ne pas donner de surfaces présentant des défauts dépassant 0,5/1000 de mm., et déjà dans ce cas, l'entrefer peut varier par exemple de 5 à 7/1000 de mm. pour un entrefer théorique de 6/1000.

L'usinage doit être fait de telle sorte pour que les faces en pré-

sence soient rigoureusement parallèles pour ne pas avoir une fente en forme de V. La fente doit également être exactement perpendiculaire à l'axe de la bande magnétique.

Pour éviter les court-circuits magnétiques dans les entrefers par suite des dépôts de poudre magnétique, les entrefers sont bouchés avec une cale de l'épaisseur convenable en métal non magnétique, aluminium ou chrysocal.

Nous étudierons dans un chapitre suivant les caractéristiques électriques des têtes, qui montrera l'importance des questions d'usinage et de montage évoquées ci-dessus.

Tête d'effacement

La bande magnétique pouvant servir un nombre de fois pratiquement illimité, il est nécessaire de l'effacer pour pouvoir l'utiliser à nouveau. Cette opération est faite automatiquement à chaque enregistrement et ne nécessite pas de manœuvre spéciale. L'effacement est fait suivant le cas par un aimant permanent ou par une tête spéciale dont les bobinages sont parcourus par un courant Haute Fréquence de forte intensité (4 Watts).

Si l'effacement est fait par un aimant permanent, celui-ci doit être soigneusement ajusté sur la bande pour n'effacer que la piste considérée. En position de lecture, il ne devra en aucun cas rester à proximité de la bande, et un dispositif mécanique ou manuel doit permettre son escamotage ou sa rotation.

Ce genre d'effacement permet la réalisation d'amplificateurs simples mais le grave défaut de ce type d'effacement est d'affecter la lecture d'un souffle assez important. De plus la bande prend un souffle qui s'accroît suivant le nombre d'effacement subis, elle devient de ce fait rapidement inutilisable. Pratiquement ce genre d'effacement est

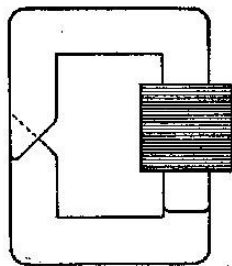


Fig. 9. — Disposition des bobinages pour tête à fers juxtaposés

réservé aux magnétophones très bon marché et sans prétention de qualité.

Au contraire l'effacement haute fréquence ne laisse aucune trace de souffle. Pratiquement la tête d'effacement est identique dans ce cas (aux bobinages près) à la tête d'enregistrement, mais l'entrefer est beaucoup plus important, 3/10 de millimètre au lieu de 6/1000 de millimètre. Comme nous l'avons vu le courant nécessaire pour obtenir un effacement correct est très important et les pertes dans les têtes constituées par des tôles Mu-Métal sont grandes. La fréquence

utilisée pour l'effacement ne peut de ce fait être très élevée et ceci est bien gênant pour l'enregistrement. Mais les Ets Olivères ont mis au point une tête d'effacement à circuit en Ferroxcube dont le rendement est excellent à des fréquences très élevées. Avec une tête d'effacement classique la consommation de la lampe d'oscillation est de 50 milliampères, avec la tête F des Ets Olivères, la consommation de cette lampe peut être réduite à 13 milliampères.

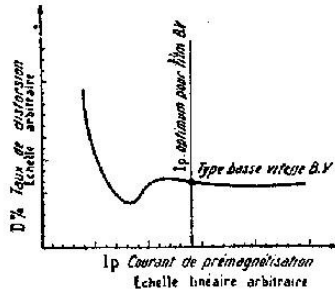


Fig. 10 a

Fonctionnement de la tête d'enregistrement

Il a été constaté qu'aucun enregistrement correct ne peut être fait si un courant supersonique n'est pas superposé au courant basse fréquence qu'on désire enregistrer. Il doit exister un certain rapport entre le courant supersonique et le courant BF — par exemple 45 volts MF pour 4 volts BF. Ce courant doit être aussi dépourvu d'harmoniques que possible et sa fréquence ne doit pas être inférieure à 50 000 p/s.

Influence du courant supersonique

Quel est le rôle imparté à ce courant supersonique ? Diverses théories ont été émises, en réalité aucune d'elles ne donne entière satisfaction à l'esprit.

Si nous pouvons faire un rapprochement avec un phénomène bien connu en matière de chimie, c'est le rôle du catalyseur. On sait que certaines réactions entre deux corps ne se produisent qu'en présence d'un troisième appelé catalyseur qui donne l'impression de n'intervenir pour rien puisqu'on retrouve la totalité du catalyseur à la fin de l'opération.

En l'état de nos connaissances actuelles, nous croyons donc plus sage de demander à nos lecteurs de considérer que le courant supersonique agit dans le cas de l'enregistrement magnétique comme un catalyseur en chimie. La seule chose, dont on soit sûr c'est qu'il est nécessaire.

Ce courant supersonique nécessaire est appelé indifféremment courant de prémagnétisation ou courant de polarisation : on le dit H.F. (haute fréquence) simple par opposition à B.F., mais dans aucun magnétophone cette fréquence n'a dépassé 80 000 c/s.

Supposons que dans un amplificateur nous puissions faire varier la valeur de ce courant H.F. d'une façon continue et que nous tracions la courbe de distorsion de la bande à 400 périodes, avec, en abscisses,

la valeur du courant H.F. et en ordonnées le taux de distorsion (voir figure 2).

Nous voyons qu'en l'absence de courant H.F. le taux de distorsion est énorme puis brusquement, la



Fig. 11. — Tête à entrefer mal usiné

courbe forme un coude et le taux de distorsion devient infime.

Si au lieu de tracer la courbe de distorsion harmonique, nous traçons la courbe du niveau de sortie, nous avons la courbe représentée sur la figure 3 et nous voyons en rapprochant les deux courbes que le courant H.F. a une valeur optimum.

Il convient également d'étudier l'influence de la valeur du courant H.F. sur le niveau de sortie des aigus et la valeur exacte du courant H.F. est obtenue en rapprochant les

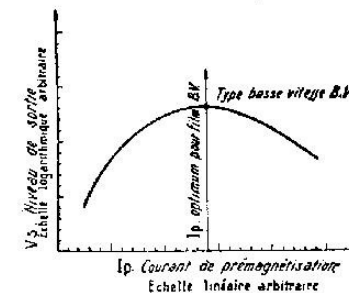


Fig. 10 b

courbes. Pour ne pas surcharger cet article, nous n'avons pas tracé les courbes de réponse qui seront étudiées au chapitre des bandes.

Ceci est parfait et nous permet de déterminer d'une façon empirique le meilleur taux de courant H.F. à appliquer à une bande en fonction d'une tête déterminée. Mais la valeur de ce courant varie en fonction des marquages de bande et des fabrications de têtes.

Il n'y a donc rien d'absolu et il convient de se reporter aux indi-



Fig. 12. — Tête à entrefer bien usiné

cations données par les schémas des constructeurs.

Heureusement, les valeurs du courant H.F. diffèrent assez peu d'une marque de bande à l'autre, ce qui permet des réglages moyens, mais nous avons été très souvent consultés par des utilisateurs qui s'étonnaient que la bande X, bonne sur l'appareil d'un ami, ne donnait pas de bons résultats sur leur appareil qui fonctionnait parfaitement avec la bande Z. La cause est dans le réglage du courant H.F.

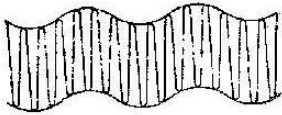
Mesure du courant H.F.

Pour l'amateur, la mesure du courant H.F. de prémagnétisation présente beaucoup de difficultés, si celui-ci ne dispose pas d'un voltmètre à lampe.

En effet, il ne peut être question de mesurer du courant à 50 kilocycles avec un voltmètre ordinaire, quelle que soit sa sensibilité. D'abord les cellules redresseuses de ces appareils ne sont pas prévues pour cela, et ensuite, à cause des pertes par capacité.

Donc, si vous n'avez pas de voltmètre à lampe, conformez-vous scrupuleusement aux indications des schémas d'amplificateurs ou procédez par tâtonnement pour trouver la valeur optimum.

Commencez par enregistrer sans H.F. et faites-la varier progressivement. Les essais pour une valeur donnée du condensateur seront faits



de la façon suivante : d'abord enregistrer, ensuite une lecture jusqu'à ce qu'on ait obtenu la perfection.

Pour ceux qui ont un voltmètre à lampe, la mesure peut se faire en tension ou en intensité. En tension pas de difficulté, mais attention, la sonde doit être mise aux bornes de la tête et cela n'est pas toujours commode. Pour faire la mesure en intensité, il faut disposer d'une résistance non selgique d'une valeur faible par rapport à l'impédance de la tête et mesurer la tension aux bornes de cette résistance qui aura été insérée entre tête et masse, et en déduire par la loi d'Ohm l'intensité H.F. Dans les deux cas l'ajustage à la valeur donnée par le constructeur est facile. Nous allons étudier les divers moyens utilisés pour introduire le courant H.F. et le courant B.F. simultanément dans la tête d'enregistrement.

1° Dans les appareils professionnels, les têtes sont spécialisées, c'est-à-dire, que la tête servant à l'enregistrement ne sert pas à la lecture. Il existe une tête de lec-

nues soit par deux oscillateurs différents, soit par un seul oscillateur : celui d'effacement, avec un dispositif doubleur de fréquence.

Il est en effet absolument nécessaire si l'on utilise deux fréquences différentes, que celles-ci soient rigoureusement multiples l'une de l'autre. S'il n'en était pas ainsi, comme il n'existe pratiquement pas de fréquence absolument pure, l'harmonique 2 du courant d'effacement donnerait, avec la fondamentale du courant de prémagnétisation, un battement dans la gamme des fréquences audibles.

Exemple : si la fréquence d'effacement était de 40 000 p/s et celle de prémagnétisation de 78 000 p/s, l'harmonique 2 de la fréquence d'effacement qui serait à 80 000 p/s donnerait un battement à 2 000 périodes avec la fréquence de courant de prémagnétisation. Nous rappelons que ce phénomène de battement est utilisé pour la construction des hétérodynes B.F.

Ce courant à 2 000 p/s viendra se superposer au courant B.F. à enregistrer et tous les enregistrements seront affectés d'un sifflement à 2 000 p/s.

C'est pourquoi, il convient dans le cas d'enregistreur à 2 oscillateurs d'avoir des oscillateurs rigoureusement accordés.

Mais les glissements de fréquence des oscillateurs dus aux multiples

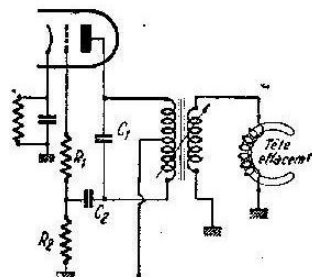


FIG. 14

facteurs bien connus (température, variation de tension, etc.) font que les constructeurs ont pratiquement abandonné la fabrication de magnétophones à deux oscillateurs. Ils préfèrent utiliser la deuxième formule dont nous faisons état, c'est-à-dire, doubler la fréquence du courant d'effacement. Pour doubler la fréquence du courant d'effacement, on utilise une double diode et on remet les signaux en forme. Nous n'entrerons pas dans le détail des circuits nécessaires pour ces opérations, mais nous rappellerons simplement que le courant de prémagnétisation doit être absolument exempt d'harmonique ; les harmoniques du courant apportant du souffle et des distorsions à l'enregistrement.

Dans ce type d'appareil, la liaison lampe finale-tête d'enregistrement est faite par un transformateur B.F. (fig. 13). L'impédance du secondaire de ce transformateur correspond rigoureusement à l'impédance de la tête (50 ohms généralement). Dans le circuit secondaire du transformateur tête, on place un circuit bouchon A, ac-

cordé pour bloquer la H.F. et empêcher d'arriver jusqu'au transformateur.

Dans le circuit H.F., nous trouvons un autre circuit bouchon B, ayant pour but d'empêcher la B.F. de se perdre dans la charge de la lampe H.F.

Comme on le voit, le mélange, ou plutôt la superposition des courants H.F. et B.F. se fait dans la tête d'enregistrement seulement.

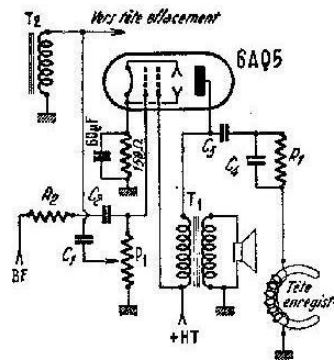


FIG. 15

2° Dans les appareils d'amateurs, les crédits accordés pour la fabrication sont nettement moins importants ; aussi, se contente-t-on d'utiliser la même fréquence pour l'effacement et la prémagnétisation. On se contente même souvent d'un seul courant, celui de prémagnétisation, puisque, dans les appareils très bon marché, l'effacement est fait par un aimant. Nous avons étudié un cas particulier de ce genre dans notre précédent article, nous n'y reviendrons donc par et nous étudierons seulement les cas des appareils dans lesquels l'effacement est fait par un courant H.F.

Commençons par étudier l'oscillateur H.F. le plus classique dans les magnétophones (fig. 14). Le bobinage d'oscillation est constitué par deux enroulements bobinés en nid d'abeille fortement couplés sur un noyau magnétique en fer divisé réglable. Un côté du primaire est

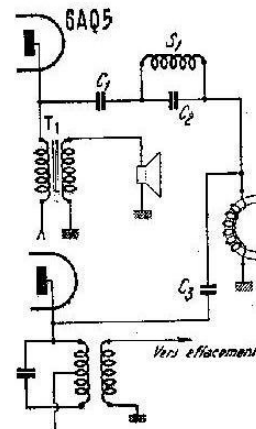


FIG. 16

lié à la plaque de la lampe, l'entrée du courant H.T. se fait au 2/3 du bobinage et l'autre extrémité de ce primaire est reliée à la grille par l'intermédiaire d'un condensateur (C2). Le condensateur C1 est le condensateur d'oscillation ; il

doit être parfaitement isolé et n'avoir aucune perte. On utilise donc pour cette fonction des condensateurs au mica.

Dans le circuit de grille, nous rencontrons un diviseur de tension à résistance qui permet de doser le taux de réaction plaque grille.

Le secondaire de l'oscillateur est relié directement à la tête d'effacement, les impédances et les liaisons sont accordées pour avoir le meilleur rendement possible.

Il convient donc, comme on le voit, de suivre rigoureusement sur ce point les indications des fabricants de têtes magnétiques.

Maintenant que nous disposons de courant H.F., il convient de le prélever et de le mélanger au courant B.F. dans des proportions convenables et ensuite, d'envoyer ces deux courants dans la tête d'enregistrement. La fig. 15 nous donne le schéma utilisé par les Ets Oliveres, qui a le mérite d'avoir une grande souplesse de réglage.

T2 représente le secondaire de notre bobinage d'oscillation. Une partie du courant H.F. est prélevé sur ce bobinage par un condensateur C1 de 75 à 100 pF et envoyé sur la grille de la lampe finale par un potentiomètre P1 de 500 kΩ.

Ce potentiomètre permet de doser très exactement la tension H.F. à appliquer sur la grille de la

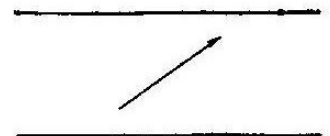


FIG. 17

lampe finale 6AQ5. Le condensateur C2 introduit la tension B.F. provenant des étages amplificateurs sur la grille de cette même lampe. On remarquera dans ce circuit de liaison, une résistance R2 de blocage, pour éviter que la H.F. vienne troubler le fonctionnement des étages préamplificateurs.

Le mélange MF/BF est donc fait sur la grille de la lampe finale. Les deux tensions MF/BF convenablement dosées l'une par rapport à l'autre sont également amplifiées par la lampe 6AQ5.

Entre le pied de la plaque de cette lampe et le transformateur de sortie C3 qui prélève les tensions nécessaires à la tête d'enregistrement. Le primaire du transformateur de sortie est utilisé en partie comme self de charge. La liaison condensateur C3/tête enregistrement est faite par l'intermédiaire d'un filtre R1 C4 dont le but est le suivant : compenser par l'intermédiaire R1 les différences d'impédance de la tête en fonction des fréquences B.F., tandis que le condensateur C4 a pour mission de transmettre le courant H.F.

La figure 16 nous donne une autre forme d'introduction de la H.F. dans la tête d'enregistrement.

Nous retrouvons dans le circuit plaque 6AQ5, une liaison plaque/tête d'enregistrement qui paraît identique au précédent, mais le fil-

tre est cette fois-ci un circuit bouchon composé d'une self S_1 , condensateur C_2 dont le rôle est d'empêcher la H.F. de s'égarer dans le circuit B.F. Le prélevement de la tension H.F. est fait par le condensateur C_3 sur le circuit plaque du bobinage oscillateur.

Mais, direz-vous, pourquoi toutes ces complications ?

1° Parce qu'il est nécessaire de

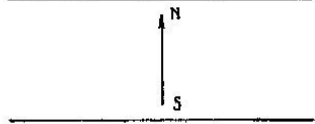


FIG. 18

bien séparer le circuit d'effacement du circuit d'enregistrement.

Si ces deux circuits n'étaient pas nettement séparés, la tête d'effacement recevrait un mélange HF/BF et jouerait un rôle d'enregistrement en même temps qu'un rôle d'effacement. Étant donné les largeurs des fentes des têtes d'effacement, l'enregistrement B.F. serait mauvais, mais il existerait, et nous aurions sur la bande, étant donné la distance entre les têtes d'effacement et d'enregistrement un phénomène d'écho.

2° Parce que les tensions d'effacement et d'enregistrement sont nettement différentes. Les bobinages des têtes d'effacement sont aussi à basse impédance, car on a besoin d'intensité pour effacer. Donc, la tension est basse.

Dans les têtes d'enregistrement dont les bobinages sont à haute impédance pour les 40 000 p/s, on

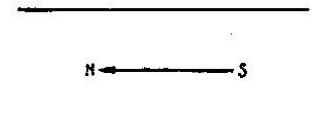


FIG. 19

a au contraire besoin de tension et non d'intensité. C'est cette disproportion entre les deux tensions qui oblige, soit à amplifier, soit à prélever sur le primaire du bobinage d'oscillation le courant H.F. de prémagnétisation.

Comme on le voit, le problème de la prémagnétisation est complexe.

a) La raison pour laquelle il est nécessaire d'avoir un courant H.F., superposé au courant B.F., n'est pas expliquée, ou, plutôt, mal expliquée.

b) On a pu, par des mesures précises, déterminer la proportion exacte à respecter entre les deux courants.

Ces mesures ont été faites empiriquement et par des séries d'essais suivis de mesures.

On a constaté que le rapport entre ces deux courants varie légèrement d'une marque de bande à l'autre. Ceci tiendrait à prouver que ce rapport des tensions est fonction du mélange des différents oxy-

des de fer utilisés. de leur pureté, de la densité du mélange oxyde/plastifiant et surtout de la forme des cristaux des oxydes employés. Nous reparlerons de cette question lorsque nous étudierons la bande.

c) La forme du signal H.F. a une grande importance dans la valeur de l'enregistrement, le signal doit être aussi pur que possible, c'est-à-dire, que le taux d'harmonique doit être aussi bas que possible.

d) Le courant H.F. ne doit pas rencontrer dans les étages amplificateurs B.F., sous peine de troubler leur fonctionnement.

e) Les modes d'introduction dans la tête sont nombreux, mais doivent donner des résultats compatibles avec tous les paragraphes ci-dessus.

La lecture

Nous avons vu que dans les appareils professionnels les têtes magnétiques étaient spécialisées, c'est-à-dire que ces appareils comportent une tête magnétique pour l'enregistrement et une tête magnétique pour la lecture. Au contraire, dans les appareils d'amateurs, la tête d'enregistrement est réversible et assure les deux fonctions enregistrement et lecture.

Sans entrer dans des explications longues et fastidieuses ou les raisons qui ont déterminé ce fait, nous signalerons que la fente ou entrefer des têtes d'enregistrement est, dans le cas de têtes spécialisées, plus large que celle des têtes de lecture. Les différences de rendement ne sont toutefois pas assez sensibles pour que dans les appareils d'amateurs on ait été obligé d'avoir 2 têtes séparées pour les deux fonctions.

Les conditions de travail d'une tête lors de l'enregistrement sont nettement différentes des conditions de travail lors de la lecture.

Dans la première fonction, elle joue le rôle de haut-parleur, dans la deuxième, celle de microphone. Il n'y a d'ailleurs rien d'incompatible dans ces deux fonctions et tous nos lecteurs savent que les haut-parleurs peuvent servir de microphones.

A l'enregistrement, le rôle de la tête magnétique est de créer un champ magnétique puissant dans lequel vient de passer la bande magnétique vierge au cours de son déroulement.

Les particules d'oxyde de fer qui recouvrent la bande magnétique passant dans ce champ recevront une aimantation permanente. Cette aimantation sera variable en fonction de la puissance du champ, de



FIG. 20

son orientation et de la vitesse de la bande magnétique. Pour faire bien comprendre à nos lecteurs ce que cela veut dire, nous allons examiner tous les cas dans lesquels peut se trouver une particule d'oxyde de fer de la bande magnétique avant et après son passage

dans le champ magnétique d'enregistrement. Nous supposons, pour la commodité du raisonnement, que la particule d'oxyde de fer considérée peut tourner sur elle-même dans le plastifiant qui l'enrobe et sert de lien entre l'oxyde de fer et la bande proprement dite. Dans toutes les figures, la flèche représente un cristal d'oxyde de fer et l'espace compris entre les deux traits la couche de plastifiant.

La figure 17 représente l'oxyde de fer de la bande vierge, c'est-à-dire n'ayant reçu aucun enregistrement. Son aimantation est nulle.

Les fig. 18, 19, 20 et 21 représentent la particule d'oxyde de fer d'une bande porteuse d'un enregistrement et suivant l'orientation du champ magnétique à laquelle cette particule a été soumise, elle s'est aimantée et a pris une direction bien déterminée.

Ces particules aimantées représentent chacune un petit aimant dont les extrémités créent autour d'elle un champ magnétique très faible évidemment.

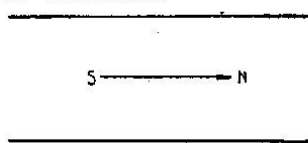


FIG. 21

Ce sont ces petits champs magnétiques qui vont nous servir à faire fonctionner notre tête de lecture.

Les figures 22 et 23 représentent le passage devant la fente de la tête magnétique de lecture des particules orientées suivant les fig. 19 et 21.

Nous avons vu dans les chapitres précédents que le fer des têtes magnétiques était à très haute conductibilité magnétique et à remanence nulle.

Le champ magnétique de nos aimants que représente la flèche se refermera dans le circuit magnétique de la tête, et nous voyons que dans ce circuit magnétique de la tête la direction du champ s'est inversée entre la fig. 22 et la fig. 23. Cette inversion du champ engendre dans une bobine qui entoure le circuit magnétique un courant électrique. C'est ce courant qui va nous servir à actionner notre amplificateur.

On conçoit aisément que l'aimantation de la bande étant très faible, les variations de champ magnétique dans la tête seront également très faibles, donc le courant recueilli sur la bobine sera également très faible.

On peut augmenter la tension recueillie en augmentant l'impédance de la tête, mais cette impédance ne peut être augmentée indéfiniment pour des raisons matérielles, d'abord parce que le circuit de la tête est petit, ensuite parce que la courbe de réponse de la tête deviendrait mauvaise.

Nous allons examiner maintenant les précautions à prendre pour amplifier convenablement le faible courant recueilli.

Quelle est la valeur de ce courant ? Sur les têtes Oliver il est au maximum de 15 millivolts à 5 000 périodes, mais comme la dynamique de la bande est de 50 décibels, on peut considérer que le courant recueilli aux bornes de cette tête varie entre 0,1 et 15 millivolts. Ainsi nous aurons nettement posé le problème et nos lecteurs verront mieux pourquoi beaucoup de précautions sont nécessaires dans la construction d'un amplificateur de magnétophone. A titre de comparaison, pour ceux qui l'auraient oublié, nous rappellerons qu'on peut recueillir aux bornes d'un pick-up une tension de 1 volt, soit une tension presque 1 000 fois plus forte qu'aux bornes d'une tête magnétique si l'on considère que la dynamique des disques ne dépasse pas 30 db.

Le rôle de la tête de lecture étant de recueillir des variations de champ magnétique — celles inscrites sur la bande — est malheureusement également sensible à toutes les variations de champ magnétique et dans un magnétophone il y a au moins deux sources de champs magnétiques parasites : le transformateur d'alimentation et le moteur d'entraînement.

Le transformateur d'alimentation crée un champ magnétique parasite à 50 périodes, le moteur un champ magnétique parasite tournant. Le premier devoir d'un constructeur de magnétophone est donc d'avoir un très bon transformateur d'alimentation, largement calculé, monté avec de la tôle de 1,2 watt et calculé pour une induction maximum de 8 000 gauss. Les transformateurs du commerce ne répondent généralement pas à ces conditions, aussi

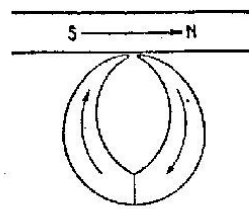


FIG. 22

conseillons-nous à nos lecteurs de s'adresser à leur fournisseur de pièces de magnétophones pour acheter le transformateur d'alimentation.

Le moteur devra également avoir été fabriqué dans des conditions telles que les pertes magnétiques soient réduites au minimum.

Malgré ces précautions, il est nécessaire d'éloigner au maximum le moteur et le transformateur de la tête de lecture et de les orienter de telle sorte que ces deux organes n'influencent pas sur elle, car aucun blindage ne viendrait à bout des ronflements. Ainsi nous recueillerons aux bornes de la tête un courant très pur.

Pour des raisons mécaniques, la lampe préamplificatrice ne peut être placée très près de la tête magnétique, il faut donc envisager une liaison, donc employer un câble blindé.

Le fil de grille ordinaire n'est pas suffisant, sa capacité est trop grande. Il faut employer un câble

blindé spécial, du coaxial ou du fil micro à un ou 2 conducteurs, suivant le schéma de l'amplificateur. La première lampe de l'amplificateur doit être une lampe à grand gain non microphonique. Dans la gamme des pentodes, nous disposons des EF40 et EF86, dans celle des triodes les 6F5 et les 6AV6.

La figure 24 nous montre un schéma théorique de liaison tête de lecture EF40. On remarquera le filtre $R_1 C_1$ d'accord de tête et ceci demande une explication : nous verrons ultérieurement que la courbe de réponse de la bande est loin d'être une droite. Elle est en forme de cloche et le filtre a pour but de corriger la chute dans les aigus. La tête magnétique est une self et le condensateur C_1 l'accorde sur une fréquence déterminée par le constructeur. La résistance R_1 étale l'accord dans une gamme plus ou moins étendue.

Nous avons dit plus haut que la lampe d'entrée ne doit pas être microphonique, il y a deux raisons à cela :

1° la présence du moteur qui engendre des vibrations ;

2° la proximité du haut-parleur qui se trouve dans la même boîte, donc très proche de cette lampe.

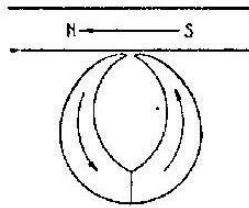


FIG. 23

Alors le mieux, dans ce cas, est de monter cette lampe préamplificatrice sur un support antivibratoire.

Le constructeur d'un magnétophone devra fabriquer lui-même le support antivibratoire avec 2 passifs ou se procurer un tel support. Au câblage il faut faire attention de ne pas rendre rigide le support antivibratoire et tous les fils arrivant

aux bornes du support devront être souples.

Il devra également prendre soin de placer cette lampe le plus loin possible du haut-parleur.

Nous avons étudié séparément les circuits d'enregistrement et de lecture, mais il est une question très difficile à résoudre dans les magnétophones amateurs, c'est la question de la commutation.

En effet, pour des raisons d'économie dans les magnétophones amateurs, la tête de lecture est réversible et sert à l'enregistrement. Cette simplification complique énormément le problème pour deux raisons. La tête magnétique réversible est tantôt branchée à la sortie de l'amplificateur, tantôt à son entrée. Nos lecteurs avertis voient immédiatement ce que cela veut dire : c'est rapprocher des connexions qu'on recommande généralement d'éloigner pour éviter des accrochages. De plus, pour des raisons de

simplification des manœuvres, les commutations doivent être raménées sur un contacteur unique.

Le problème n'est pas simple et nous le traiterons très largement dans le chapitre suivant.

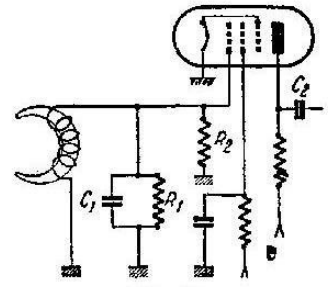


FIG. 24

Un autre problème est posé par ce type de réalisation : c'est que les courbes des amplificateurs d'enregistrement et des amplificateurs de lecture sont très différentes les unes des autres, il est donc nécessaire que nos lecteurs soient bien éclairés sur cette question.

Les commutations

UN magnétophone est un appareil qui permet, sauf dans de très rares cas, d'effacer les bandes, d'enregistrer les sons, et de reproduire les enregistrements.

L'idéal serait évidemment que les appareils aient un amplificateur d'enregistrement qui servirait en même temps à l'effacement. Cet amplificateur alimenterait donc deux têtes magnétiques, celle d'effacement et celle d'enregistrement.

Tête réversible

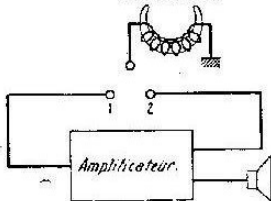


FIG. 1

Une tête de lecture, placée après la tête d'enregistrement, alimenterait un amplificateur de reproduction qui actionnerait le haut-parleur d'écoute.

Il en est ainsi dans les appareils professionnels où les questions de prix, de poids et de volume n'interviennent pas. Ces appareils permettent l'écoute de la bande enregistrée, quelques dixièmes de seconde après son enregistrement, au cours de l'enregistrement même. On imagine facilement une commuta-

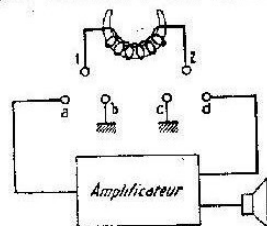


FIG. 2

tion permettant de passer ce haut-parleur d'écoute tantôt sur l'amplificateur d'enregistrement, tantôt sur l'amplificateur de lecture, ce qui autorise une comparaison de la qualité du son enregistré avec celle du son original.

Cette formule permet une correction des tonalités au cours de l'enregistrement et évite toute saturation de la bande. Au studio d'enregistrement, elle permet des économies notables de temps, appréciables non seulement sur le prix de location du studio, mais également sur les frais d'orchestre ou d'artistes.

Les commutations dans ces appareils sont donc très simples ; la

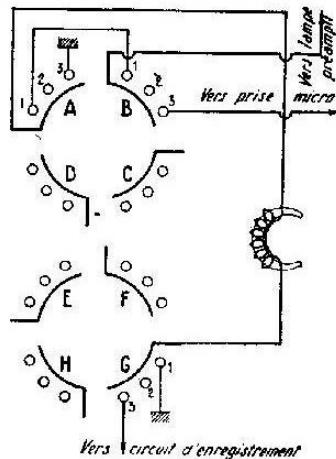


FIG. 3

première consiste dans l'inversion du haut-parleur, la deuxième consiste à mettre en ou hors service l'amplificateur d'enregistrement.

Pour des raisons de volume, de poids et de prix, les magnétophones

destinés aux amateurs ne sont pas ainsi construits. Ils ne possèdent que deux têtes, celle d'effacement et celle d'enregistrement, et qu'un seul amplificateur. La tête d'enregistrement et l'amplificateur sont donc utilisés à deux fins : une fois pour l'enregistrement, une autre fois pour la lecture, fonctions nettement différentes, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents.

Quelles sont les commutations essentielles à faire dans ce cas ?

A l'enregistrement : La tête d'effacement doit être en service ; la tête réversible d'enregistrement-lecture doit être branchée à la sortie de l'amplificateur ; un micro doit être branché à l'entrée de l'amplificateur.

A la lecture : La tête d'effacement doit être hors service ; la tête réversible d'enregistrement-lecture doit être branchée à l'entrée de l'amplificateur ; le micro doit être hors service.

La fig. 1 schématise la commutation de la tête enregistrement-lecture, nous disons schématise seulement, car si nous faisons cette commutation avec un seul inverseur, la proximité des plots 1 et 2 fait que la capacité entre ces deux plots est faible et ceci créerait dans notre amplificateur des accrochages violents.

La fig. 2 nous montre une forme de commutation plus rationnelle ; elle exige pour la liaison de l'amplificateur à la tête d'enregistrement-lecture, un câble blindé à deux conducteurs et deux inverseurs, chacune des deux extrémités du câble est mise alternativement à la masse. Pour l'enregistrement, le fil 1 de la tête est branché en b, le fil 2 en d.

Pour la lecture, le fil 1 est branché en a, le fil 2 en c.

On pourrait disposer deux inverseurs sur l'appareil l'un près de la lampe préamplificatrice, l'autre près de la lampe de sortie. Mais la commande unique ne serait pas réalisée et il est nécessaire, si l'on veut réaliser cette condition, de combiner les deux commutations sur un inverseur double.

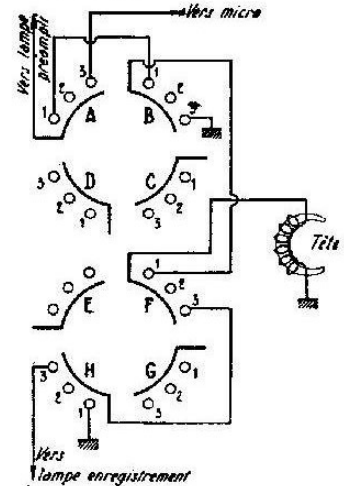


FIG. 4

Les commutateurs à galette se prêtent fort bien à cela. Mais toujours pour des raisons d'accrochage, proximité de a et de d, il faut utiliser des commutateurs à deux galettes. Les deux galettes devront être convenablement écartées l'une de l'autre. Une distance de 50 mm entre les deux galettes est pratiquement indispensable.

La fig. 3 nous donne un schéma théorique et pratique d'une commutation ; comme on le voit, il faut

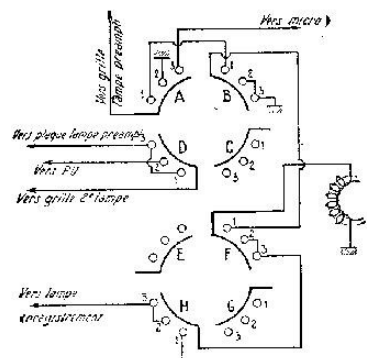


FIG. 5

prendre dans ce cas les galettes des plus éloignées les unes des autres.

On remarquera que le répartiteur A n'est pas raccordé directement à la lampe préamplificatrice, car celle-ci doit être commutée soit sur la tête, pour la lecture, soit sur le microphone, pour l'enregistrement.

Étudions donc complètement ce système de commutation.

Les deux fils provenant de la tête sont branchés aux répartiteurs A et G.

Dans la position 1 ou lecture : Le répartiteur G est mis à la masse par G1. Le courant provenant de la tête est envoyé par le répartiteur A raccordé au plot B1 du répartiteur B, se trouve donc branché à la grille de la lampe préamplificatrice.

Dans la position 3 ou enregistrement : Le répartiteur A est mis à la masse par A3. Le répartiteur G est branché sur la lampe d'enregistrement par G3.

Le micro est raccordé à la lampe préampli par B3 et B.

Les conditions de la fig. 2 sont donc bien respectées :

Nous avons laissé de côté la mise en ou hors service de la tête d'effacement. Cette commutation très simple à réaliser en principe sera étudiée ultérieurement ; nous avons assez de circuits libres sur le commutateur pour la faire facilement.

La figure 4 donne une réalisation correspondant au schéma de la figure 1.

Le câble coaxial venant de la tête d'enregistrement-lecture est relié au répartiteur F.

Dans la position 1 ou lecture : Le câble est relié par F1 au répartiteur B et renvoyé par B1 sur A1 dont le répartiteur A est branché à la grille de la lampe préamplificatrice.

Le fil blindé partant de F3 vers le répartiteur H est mis à la masse par H1 pour éviter l'accrochage qui se produirait par les liaisons capacitatives H3 répartiteur H et F3 répartiteur F.

Dans la position 3 ou enregistrement : Le câble provenant de la tête magnétique branché en F est relié par F3 au répartiteur H, qui, par H3, relie la tête à la lampe d'enregistrement.

Le fil blindé reliant F1 au répartiteur B est mis à la masse pour éviter les liaisons capacitatives B1 répartiteur B et A1 répartiteur A.

Comme on l'a remarqué, de grandes précautions doivent être prises pour la réalisation des liaisons tête d'enregistrement-lecture à l'amplificateur.

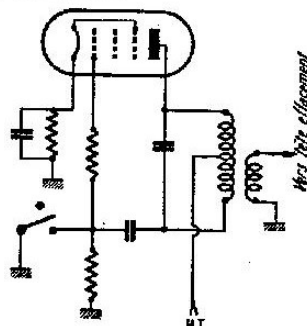


FIG. 9

Mais sans compter la mise en ou hors service de la tête d'effacement, les magnétophones doivent servir à enregistrer les sons provenant d'un microphone, ceux provenant d'un pick-up ou d'un poste radio.

Les courants électriques émis par ces générateurs ont des tensions nettement différentes : de 10 à 50 millivolts pour le micro ; de 0,5 à 1 volt pour les pick-up ou les postes de radio.

L'amplification à donner à ces courants pour l'enregistrement est donc différente, et s'il est normal d'attaquer la première lampe préamplificatrice par le micro, le pick-up ou le poste de radio doivent être branchés à la deuxième lampe. La figure 5 donne un exemple de commutation d'enregistrement-lecture complet (sans le circuit d'effacement).

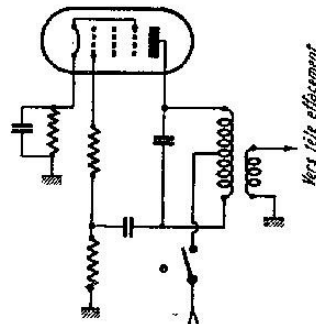


FIG. 8

Les positions du commutateur sont alors les suivantes :

Position 1 : lecture.

Position 2 : enregistrement P.U. ou radio.

Position 3 : enregistrement micro.

Commutation tête effacement : En réalité, on ne commute pas la tête d'effacement, on supprime le courant haute fréquence alimentant la tête d'effacement. Les figures 6, 7, 8 et 9 donnent des méthodes pour ce faire.

Dans la figure 8, la cathode n'est plus reliée à la masse. La lampe non branchée ne fonctionne plus.

Dans la figure 7, la haute tension est coupée ; la lampe ne fonctionne plus.

Le défaut de ces deux méthodes est de changer considérablement la consommation de l'amplificateur et comme la lampe oscillatrice consomme environ 40 milliampères, dans la position lecture, la haute tension s'élèvera de 20 à 30 volts, et ceci peut être dangereux pour les lampes restant en service.

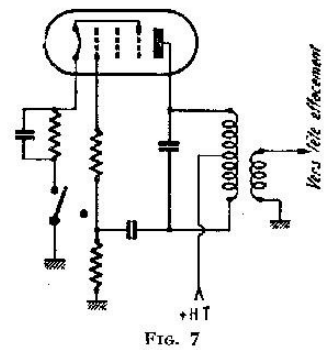


FIG. 7

Dans la figure 9, on évite ce défaut, mais l'oscillation de la lampe n'est pas coupée et des tensions alternatives dangereuses seraient développées dans le primaire du transfo d'oscillation. Cette méthode n'est jamais utilisée.

Elle présente, néanmoins, l'avantage de supprimer la liaison lampe d'oscillation-tête d'effacement.

En effet, la commutation indiquée dans la figure 6, qui présente l'avantage de supprimer l'oscillation en laissant la lampe consommer à l'inconvénient de laisser la

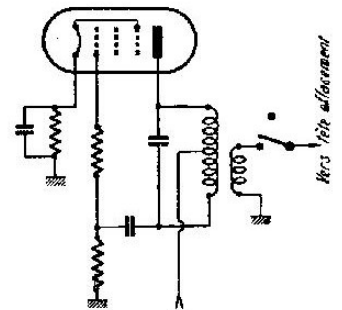


FIG. 6

tête d'effacement branchée sur le transfo d'oscillation et si, pour une raison quelconque, la lampe d'oscillation crache pendant la lecture, la tête d'effacement enregistrera des bruits parasites sur la bande pendant la lecture. L'idéal serait donc de combiner les commutations des figures 6 et 9, mais malheureusement cette méthode n'est pas généralisée.

La bande magnétique

A PRES avoir fait le tour d'un enregistreur magnétique, il est nécessaire de parler de la bande elle-même. La bande magnétique est un mince ruban de cou-

leur brunâtre, avec un côté brillant et un côté mat. Nos lecteurs habitués aux pellicules photographiques et cinématographiques en déduiront automatiquement que la bande a

un côté support et un côté émulsion. La côté brillant est le côté support, le côté mat, côté émulsion. C'est donc le côté mat qui devra être en contact avec les têtes magnétiques. Si le côté brillant était appliqué sur les têtes, la partie active de la bande se trouverait éloignée de la tête et il en résulterait une perte en puissance

générale et une perte très grande de sons aigus et cela malgré le peu d'épaisseur de la bande. La bande magnétique est livrée sur bobine de différents diamètres. Le tableau I donne les dimensions des bobines standardisées avec les diamètres des noyaux. Il est regrettable que tous les fabricants de bande, ne se soient pas encore confor-

TABEAU I

| Longueur de bande en mètres | Quantité de la bande | Ø extérieur | Ø noyau |
|-----------------------------|----------------------|-------------|---------|
| 90 m | normale | 90 mm | 45 mm |
| 180 m | normale | 127 mm | 45 mm |
| 250 m | mince | 127 mm | 45 mm |
| 375 m | normale | 177 mm | 60 mm |
| 500 m | mince | 177 mm | 60 mm |

TABEAU 2

| | |
|---|--------------------|
| Largeur du ruban | 6,35 mm + 0 - 0,15 |
| Épaisseur totale courante (support + couche). | ≤ 55 microns |
| Épaisseur totale pour usages spéciaux | 65 à 70 microns |

més à ces standards concernant ces diamètres des noyaux, car il est aisé de comprendre que si le noyau de la bobine est trop petit, les différences de diamètre entre les spirales du centre et celles au bord sont trop importantes pour donner des bobinages corrects. D'autre part, les petits noyaux risquent de donner trop de freinage à la bande vers la fin de la bobine et ceci risque de faire pleurer le magnétophone.

Le tableau 2 donne les dimensions de la bande et les tolérances admises. Les bandes de 6,35 mm sont découpées dans une bande large de 30 cm généralement et la découpe doit être franche et très droite. Si la coupe n'est pas bonne, la bande ne peut pas se bobiner normalement; elle vrille et ce défaut peut également influer sur la bonne marche du magnétophone. Le tableau 3 donne les temps d'enregistrement possibles sur une bande de longueur normalisée en fonction de la vitesse du magnétophone. Ces temps sont à multiplier par 2 sur les magnétophones enregistrant deux pistes sur une bande de 6,35 mm.

Nous avons dit dans la première partie de cet article que la bande se composait de deux parties: le support et ce que nous avons appelé par analogie l'émulsion. Les fabricants de bandes emploient chacun des supports de matière différente. Le support peut être soit du papier, soit du triacétate de cellulose, soit du chlorure de vinyle. Ces supports présentent chacun des avantages et des inconvénients. Le support de papier est bon marché, mais très fragile, le triacétate est pratiquement inextensible mais sensible aux variations hygrométriques et atmosphériques, le chlorure de vinyle est très souple, mais légèrement extensible; par contre, il est insensible aux variations hygrométriques.

Actuellement le support papier semble pratiquement abandonné; malgré sa fragilité nous le regrettons personnellement, car la preuve de l'inaltérabilité du papier a été faite depuis des siècles, tandis que personne ne peut dire comment le chlorure de vinyle ou le triacétate se comporteront dans une centaine d'années. Les expériences ont porté actuellement sur une vingtaine d'années et l'on n'observe pas un vieillissement rendant les bandes inutilisables. Les Américains lancent actuellement sur le marché un support dit « éternel », ce qui ferait croire qu'ils n'ont pas une confiance illimitée dans les supports actuels, mais il faut se méfier de la publicité américaine...

Nous devons tout de même avouer que les supports vinyle ou

triacétate prennent au bout de quelques années du « curling », c'est-à-dire que la bande se festonne. Mais en ajoutant un presseur sur la tête de lecture, les bandes ayant subi cette déformation sont néanmoins passables dans de bonnes conditions. Les tableaux 4 et 5 donnent des relevés d'essais mécaniques faits par Kodak et Westinghouse sur des bandes de leur fabrication. Les moyens dont nous disposons ne nous ont pas permis de vérifier les assertions de ces fabricants et nous leur laissons la responsabilité des chiffres donnés.

L'émulsion proprement dite est pratiquement un mélange d'oxyde de fer magnétique Fe_2O_3 et d'un plastifiant, destiné à faire adhérer la poudre d'oxyde sur le support. Chaque fabricant garde jalousement le secret de sa formule. Cet oxyde de fer Fe_2O_3 est généralement obtenu par réduction de l'oxyde Fe_3O_4 , mais la méthode de réduction est propre à chaque fabricant, chaque méthode donnant des cristaux de formes différentes. A l'oxyde de fer est mélangé d'autres matériaux magnétiques dans des proportions variables pour augmenter la force coercitive de l'émulsion.

Après réduction, l'oxyde de fer est finement pulvérisé pour obtenir des grains d'un diamètre de 1 micro (0,001 mm), l'oxyde est ensuite mélangé au plastifiant, dans certaines fabrications pour obtenir un mélange homogène avec la meilleure répartition possible, le mélange est brassé pendant 15 jours !!

Le support, nous l'avons dit, est fabriqué en bande large de 1 000 mètres de longueur. Le rouleau a alors un diamètre de 28 cm. environ. Il est placé à l'extrémité d'une machine de 8 à 10 mètres de long. La bande est engagée entre des rouleaux à vitesse constante. Elle vient frotter sur un réservoir à niveau constant rempli du mélange oxyde/plastifiant. Le mélange débordant légèrement du réservoir se dépose sur le support (fig. 1). Un racleur égalise la couche ainsi déposée et la bande passe ensuite dans un four destiné à sécher l'enduit. A l'extrémité la bande est enroulée sur elle-même, et la grosse bobine ainsi constituée s'appellera un axe. On conçoit aisément que toutes les bandes issues du même axe doivent avoir la même qualité. En rapprochant les valeurs de l'épaisseur de la bande de l'importance de la machine on voit combien est grande la difficulté de la fabrication de cette machine puisque la couche d'oxyde déposée a une épaisseur de 15/1 000 de mm (15 microns).

TABLEAU 3

| Longueur en mètres | Vitesses en cm/seconde | | | |
|--------------------|------------------------|----------|-----|-----|
| | 475 | 95 | 19 | 38 |
| 90 | 31' | 16' | 8' | 4' |
| 180 | 1 h. 3' | 31' | 16' | 8' |
| 360 | 1 h. 57' | 1 h. 3' | 31' | 16' |
| 500 | 2 h. 55' | 1 h. 27' | 44' | 22' |

La bande ainsi obtenue est découpée au moyen de couteaux circulaires.

Les bandes sont contrôlées à la cellule photoélectrique pour vérifier les manques d'émulsion. Sur chaque axe une bande témoin est prélevée et on lui fait subir des essais électriques qui sont soigneusement notés en cas de controverse ultérieure avec les clients.

Ceci nous amène tout naturellement à parler des qualités électriques de la bande. Bien souvent la question suivante nous a été posée: « La courbe de réponse de la bande est-elle droite? » et quand nous disons non on nous objecte les courbes données par les fabricants de bande. Ce que les fabricants de bande ne disent pas, ou disent très sommairement, c'est que leurs essais sont faits sur des amplificateurs correctement corrigés et nous insérons intégralement le paragraphe suivant extrait d'une notice d'un fabricant de bande français (Kodak).

« La forme de la courbe de réponse d'un film magnétique est conditionnée à la fois par les propriétés de ce film, par sa vitesse de défilement, par les caractéristiques des têtes d'enregistrement et de lecture et par les corrections des amplificateurs. »

Et quand nous disons « non », notre opinion est valable aussi bien pour les bandes américaines qu'allemandes ou françaises.

La courbe de réponse de la bande, quelqu'en soit la marque, est sensiblement de la forme de la figure 7. Nous sommes loin de la courbe droite qui ferait tant plaisir aux fabricants de magnétophones. Cette courbe éclairera nos lecteurs sur la nécessité des corrections importantes dont nous avons parlé lorsque nous avons étudié les amplificateurs. La figure 8 donne les corrections à apporter aux amplificateurs à l'enregistrement et à la reproduction.

Il est à remarquer que cette courbe conserve la même allure à

toutes les vitesses d'enregistrement. La figure 9 donne la courbe relevée après les corrections nécessaires. On voit que si les corrections de l'amplificateur sont correctes, la courbe de bande peut devenir droite et la bande malgré ses défauts est donc un très bon support d'enregistrement.

C'est même le meilleur, le tableau de comparaisons ci-contre nous le confirme.

Relevé des courbes de réponse de la bande

La courbe intrinsèque d'une bande est la seule qui intéresse la construction du magnétophone, car elle lui permet de corriger correctement ses amplificateurs.

Les relevés de ces courbes sont très longs à faire et exigent un appareillage spécial. Il faut avoir la possibilité de faire varier la tension haute fréquence de prémagnétisation et déterminer à 50, 100 et 400 c/s quelle est la meilleure valeur. Il faut ensuite vérifier si cette valeur n'a pas pour effet d'affaiblir l'enregistrement des fréquences aiguës par auto-effacement. La valeur de la polarisation étant bien déterminée, on peut commencer à tracer la courbe. Pour travailler plus rapi-

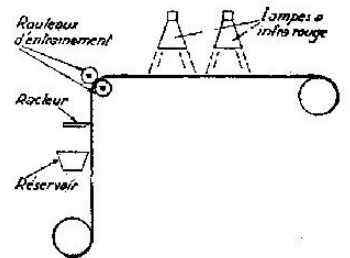


FIG. 6

dement, il est nécessaire d'avoir une platine à 3 têtes: une d'effacement, une d'enregistrement et la tête de lecture, il est nécessaire que ces deux têtes soient écartées le plus possible.

TABLEAU 4 (Kodak)

| | normale | professionnelle |
|--|----------|-----------------|
| Épaisseur du support | 35 | 50 |
| Charge à la rupture | 2 kg 800 | 3 kg 500 |
| Allongement avec une charge de 1 kg à 20°. | | 0,8 % |

TABLEAU 5 (Westinghouse)

| | normale | mince |
|---|------------|------------|
| Épaisseur de la bande avec émulsion | 50 microns | 40 microns |
| Plasticité en % mesurée une minute après l'application de 1 kg à la bande | 0,04 % | 0,15 % |
| Elasticité en % mesurée une minute après avoir enlevé la charge de 1 kg | 0,8 à 17 % | 1,5 à 2 % |
| Charge à la rupture | 3 kg | 2,2 kg |
| Température maxim. que la bande peut supporter sans changements substantiels dans ses caractéristiques techniques | 50 à 60° | 50 à 60° |

L'enregistrement doit être fait à intensité constante et la lecture sur un amplificateur rigoureusement droit. La mesure sera faite simultanément sur un oscillographe et sur un voltmètre précis. L'oscillographe permet en effet de juger de la qualité de l'enregistrement, car il est indispensable pendant tout le temps de la mesure, de vérifier la distortion harmonique.

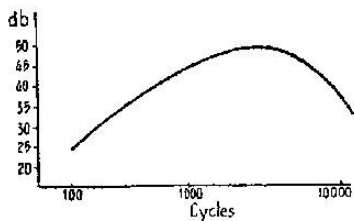


Fig. 7

La figure 10 donne un relevé de courbe intrinsèque d'une bande Westinghouse/Sonocolor fait au laboratoire Olivères, avec une vitesse de déroulement de 9,5 cm/s, la figure 11 donne deux courbes, l'une relevée avec une fréquence de pré-magnétisation de 40 kc/s, l'autre avec une fréquence de pré-magnétisation de 80 kc/s, dans les mêmes conditions de la même bande, mais avec une vitesse de déroulement de 19 cm/s.

Le rapprochement de ces courbes permettra au constructeur de magnétophone de choisir la vitesse de défilement en fonction de la valeur des enregistrements à effectuer. Ces tableaux portent en outre la valeur optimum du courant de pré-magnétisation pour les vitesses de déroulement considérées. On constate que cette valeur est nettement différente suivant la vitesse de la bande et ceci montre quelle peut être la complexité d'un amplificateur destiné à un appareil permettant d'obtenir un résultat parfait aux deux vitesses. On remarquera également que les résultats sont meilleurs si la fréquence du courant de pré-magnétisation est de 80 kc/s au lieu de

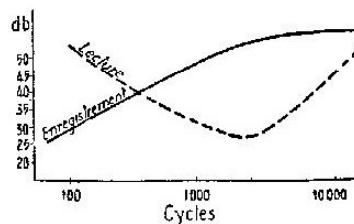


Fig. 8

40 kc/s. Il vient immédiatement à l'esprit la question suivante : « Pourquoi les constructeurs utilisent-ils et recommandent-ils une fréquence de pré-magnétisation de 40 à 50 kc/s. » C'est parce que cette fréquence permet un efface-

ment correct, tandis que les fréquences plus élevées ne le permettent pas. Le courant d'effacement doit être très important et pour des fréquences plus élevées que celles indiquées les pertes dans les têtes d'effacement sont trop grandes pour donner un effacement total.

Ceci permet de mieux comprendre ce que nous avons écrit dans un article précédent au sujet des appareils professionnels qui comportent deux oscillateurs. Pour des raisons techniques, il est indispensable que les deux oscillateurs soient rigoureusement accordés, celui de pré-magnétisation sur l'harmonique 2 de celui d'effacement. Dans le cas contraire, il se produirait des battements à une fréquence musicale, battements qui seraient enregistrés sur la bande, car la proximité des têtes d'effacement et d'enregistrement est trop faible pour qu'elles ne soient pas couplées entre elles malgré tous les blindages. C'est pourquoi dans les appareils de luxe on ne met plus deux oscillateurs, mais un dispositif doubleur de fréquence qui permet

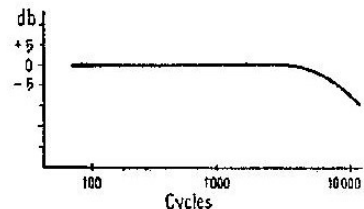


Fig. 9

d'avoir une fréquence de pré-magnétisation rigoureusement double de celle d'effacement, même en cas de glissement de l'oscillateur.

Qualités et défauts des bandes

Une bande magnétique de bonne qualité doit donner un enregistrement constant sur toute sa longueur. Il convient donc pour vérifier si une bande possède cette qualité de faire l'enregistrement d'une fréquence donnée d'un bout à l'autre. La vérification est généralement faite à 1000 c/s et les résultats notés par un voltmètre enregistreur. La figure 12 montre que les bandes actuellement sur le marché répondent à cette condition.

Le support doit avoir évidemment une épaisseur rigoureusement constante, et ne pas avoir d'aspérité. L'émulsion ne doit pas déposer sur les têtes ni sur le cabestan. L'oxyde de fer se dépose sur les têtes magnétiques soit sous forme de croûte, soit sous forme de poussière. Dans les deux cas, il trouble le fonctionnement des têtes en écourtant la bande et en court-circuitant l'entrefer. Il convient donc

de nettoyer périodiquement les têtes magnétiques au tétrachlorure de carbone avec une brosse à dents.

La poudre magnétique déposée sur le cabestan tombe dans le palier et donne une usure énorme aux bagues de roulement.

La bande ne doit pas avoir d'écho. C'est la première fois que nous parlons de ce phénomène, il

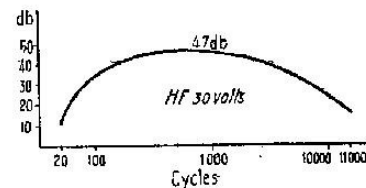


Fig. 10

est donc nécessaire de nous étendre un peu. Après enregistrement, la bande est enroulée sur elle-même. On conçoit très bien que dans ces conditions, étant donné la faible épaisseur du support, il peut y avoir transmission de la magnétisation d'une spire à l'autre. Il existe donc deux formes d'écho, le pré-écho, c'est-à-dire celui transmis par contact à la spire lue avant celle porteuse de l'enregistrement et le post-écho, celui transmis par contact à la spire lue après celle porteuse de l'enregistrement. Pour vérifier si une bande présente ce défaut, il faut faire des enregistrements à sons brefs très puissants, par exemple des oh! et des ah! à des intervalles de temps de l'ordre de 1 à 2 secondes. La bande sera lue 24 heures après et 8 jours après. Une bande est excellente quand la valeur de l'écho est inférieure à -60 db. Les bandes actuelles ne présentent pratiquement plus ce défaut tandis que les bandes des fabrications antérieures à 1950 le présentent souvent. C'est pourquoi nous déconseillons à nos lecteurs d'acheter des bandes au rabais; inutile de vous dire que leur sensibilité est infiniment moins grande que celle des bandes actuelles.

A ce sujet nous vous conseillons de faire l'expérience suivante. Mettez une bande enregistrée dans ces conditions sur un radiateur de chauffage central pendant 24 heures et faites la mesure de l'écho. Vous verrez alors que celui-ci devient important. Ceci nous amène naturellement à parler de la conservation des bandes.

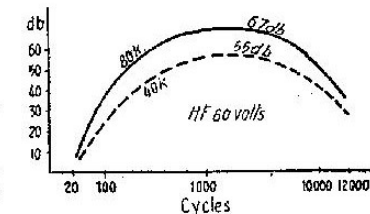


Fig. 11

La conservation des bandes

Contrairement à ce qu'on peut penser, la bande magnétique ne perd pas, sauf accident sa magnétisation. C'est-à-dire que la qualité

de l'enregistrement ne varie pratiquement pas. Des expériences personnelles nous ont permis de constater après dix ans une légère perte de 4 db à 10 000 c/s. Mais la perte est si faible que celle constatée peut être due à des erreurs de mesure, en tous cas, elle est inappréciable à l'oreille.

Les seules précautions à prendre pour une bonne conservation de l'enregistrement est donc d'éviter la chaleur (poêle, soleil, etc.) qui donneraient des échos, et les champs magnétiques continus ou alternatifs qui donneraient des claquements et des effacements. Il ne faut donc pas approcher les bandes des pots de gros haut-parleurs, des microphones dynamiques ou à ruban, des transformateurs industriels.

La conservation du support demande plus de précaution. Il est préférable de conserver les bandes dans l'obscurité, donc de les mettre dans leurs boîtes. Les bandes en triacétate de cellulose seront conservées dans des boîtes métalliques avec humidificateur comme les films de cinéma, sous peine de perdre leur souplesse. Les bandes magnétiques peuvent présenter un autre défaut, le collage des spires entre elles. Il se traduit par une mauvaise lecture. Il peut avoir deux causes, le plastifiant est de mauvaise qualité ou a été mal séché ou bien le ruban utilisé pour le collage d'une bande cassée a « bavé ».

Ceci nous amène à la méthode de réparation de la bande avec le scotch tapé ou durex tapé.

Pour les bandes en chlorure de vinyle, il existe une colle spéciale qui soude les deux extrémités de la bande mises l'une sur l'autre sans aucun gouttage à l'émulsion.

Nous terminerons ce chapitre en signalant à nos lecteurs qu'on trouve dans le commerce des bandes amorces de différentes couleurs, blanches, vertes et rouges qui permettent un repérage facile des

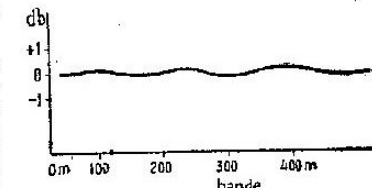


Fig. 12

bandes enregistrées. Cette bande amorce coûte beaucoup moins cher que la bande magnétique. Il existe également une encre spéciale pour écrire sur la bande et des agrafes pour fixer l'extrémité de la bande à la bobine.

Il existe également chez Westinghouse une bande dite WL à oxyde; incorporée au support, sa sensibilité est moins grande, mais elle présente des avantages pour les pays tropicaux où la chaleur peut rendre le plastifiant « collant ».

On trouve également une bande dite contact permettant une auto-commande de l'arrêt au magnétophone en fin de bande ou l'inversion du sens de marche pour les appareils défilant dans les deux sens.

Support d'enregistrement

Dynamique

| | |
|----------------------------|------------|
| Bandes magnétiques | 25 à 30 db |
| Disques 78 tours | 35 à 40 db |
| Disques microsillons | 48 à 60 db |

La mise au point des amplificateurs de magnétophones

LES fabricants de pièces détachées de magnétophones fournissent avec leurs platines des schémas d'amplificateurs très étudiés et ayant fait leurs preuves. Nous déconseillons à nos lecteurs d'apporter des modifications à ces schémas pour une première réalisation. Les amplificateurs de magnétophones sont pleins d'embûches et la moindre modification apporte des troubles de fonctionnement qui rendent l'amplificateur incapable de remplir son rôle. Ceci ne veut pas dire que certaines réalisations d'amateurs ne dépassent pas les réalisations proposées par les fabricants, mais elles sont les œuvres d'amateurs très habiles, ayant bien étudié le problème.

Nous supposons que le schéma a été réalisé avec soin, le câblage fait avec goût et avec du matériel de qualité. Après avoir vérifié le câblage une dernière fois, l'amplificateur est branché sur le secteur. Si les prescriptions ont été suivies à la lettre, l'amplificateur ne doit pas accrocher. L'ampli étant reccordé à la platine, il faut commencer par orienter le transformateur d'alimentation par rapport à la tête de lecture. Celui-ci sera tourné dans tous les sens jusqu'à la suppression totale de tout ronflement à 50 périodes.

En effet, nous rappellerons à nos lecteurs que le défaut de filtrage donne un ronflement à 100 périodes, tandis que le ronflement dû à l'induction sur la tête de lecture donne un ronflement à 50 périodes. La position du transformateur d'alimentation étant déterminée, il faut recommencer l'opération avec le moteur du magnétophone en fonctionnement, le moteur peut en effet dévier les fuites du transformateur d'alimentation et changer son réglage.

Ce réglage étant terminé, le constructeur devra commencer par lire un enregistrement qu'il aura demandé à son vendeur de lui faire sur la bande achetée avec les pièces détachées. Si l'amplificateur n'accroche pas et si la tête de lecture est bien branchée, la lecture doit être excellente.

La lampe d'entrée peut avoir de l'effet Larsen, il convient de vérifier si les connexions laissent toute la souplesse désirée au support antivibratoire, sinon il faut demander au fournisseur l'échange de cette lampe.

La lecture étant bonne, on peut considérer que l'amplificateur est bien réalisé et en état de fonctionner.

Passer ensuite en position d'enregistrement pick-up et commencer par effacer un petit morceau de l'enregistrement qu'on vient de lire. L'effacement doit être total. S'il

n'est pas total, il convient de vérifier s'il est partiel ou nul. Le tableau ci-joint donne en regard de chaque panne d'effacement les causes et les remèdes.

Il se peut que l'effacement ne soit partiel que parce que l'alignement des têtes du magnétophone ayant servi à l'enregistrement n'est pas rigoureusement le même que celui de l'amateur; ce défaut est difficile à déceler autrement que par l'effacement d'un enregistrement fait sur l'appareil lui-même.

Comme on le voit, le dépannage de l'effacement n'exige pas d'appareil de mesure; à part, bien entendu, un ohmmètre pour la vérification des circuits ou pour la mesure des résistances de réaction. Ce tableau n'est valable évidemment que si le bobinage oscillateur a été fourni par le fournisseur de tête.

Nous devons tout de même rappeler aux débutants que les contrôleurs universels ne permettent pas de faire de mesures en haute fréquence et que toutes les mesures ne peuvent être faites qu'avec un oscilloscope étalonné ou au voltmètre à lampe.

Si le réalisateur du magnétophone dispose d'un oscilloscope et d'une hétérodyne B.F., il lui sera facile de mesurer la fréquence d'oscillation avec les figures de Lissajous; pour ce faire, les plaques de déviation verticales seront alimentées par la tension à mesurer et les plaques de déviation horizontales par l'hétérodyne. En faisant varier la valeur de la fréquence de l'hétérodyne, il sera aisé de connaître la valeur de la fréquence de l'oscillation.

Il sera facile également de mesurer la tension de la haute fréquence de la façon suivante :

Il sera facile également de mesurer la tension de la haute fréquence de la façon suivante :

EFFACEMENT PARTIEL

TABLEAU I

| N° ordre | ELEMENT | CONSTATATION sur l'élément | REMEDE |
|----------|--------------------------|--|---|
| 1 | Tête d'effacement. | <ul style="list-style-type: none"> ● Mauvais contact, tête bande. ● Capot mal percé. | Aligner la tête par rotation. Rectifier ou changer le capot. |
| 2 | Oscillateur. | <ul style="list-style-type: none"> ● Chauffage anormal. | Spires en court-circuit, changer l'oscillateur. |
| 3 | Fréquence d'oscillation. | <ul style="list-style-type: none"> ● Fréquence trop élevée. | Augmenter la valeur du condensateur d'oscillation ou régler par le noyau de l'oscillateur. |
| 4 | Lampe. | <ul style="list-style-type: none"> ● Pont de résistance de réaction, mauvais. ● Mauvaise oscillation due à la lampe. | Vérifier les valeurs de ces résistances et les changer éventuellement. Changer la lampe. |
| 5 | Tension. | <ul style="list-style-type: none"> ● Tension trop faible. ● Tension trop faible. | Oscillateur avec des spires en court-circuit, changer l'oscillateur. Oscillateur monté directement sur le châssis tôle; le supporter par une équerre aluminium. |

TABLEAU II
EFFACEMENT NUL

| ELEMENT | CONSTATATION sur élément | REMEDE |
|--------------------------------------|---|--|
| Tête d'effacement. | <ul style="list-style-type: none"> ● Vérification branchement tête d'effacement. ● Circuit coupé. | Rebrancher correctement. Changer la tête. |
| Oscillateur. | <ul style="list-style-type: none"> ● Vérification branchement de l'oscillateur. ● Oscillateur chauffant anormalement. | Réparer, ou mieux changer l'oscillateur. Spires en court-circuit; changer l'oscillateur ou coupure sur la ligne oscillateur/tête; rétablir la liaison correcte. |
| Condensateur d'oscillation. | <ul style="list-style-type: none"> ● Condensateur coupé ou en court-circuit. | Changer le condensateur d'oscillation. |
| Condensateur, liaison grille-plaque. | <ul style="list-style-type: none"> ● Condensateur coupé ou en court-circuit. | Changer ce condensateur. |

i- Certains câbles très spéciaux permettent des liaisons de 8 mètres, mais il y a lieu d'acheter ce câble chez un fournisseur très au courant de la question.

n'est pas international (8 mm pays à système métrique — 7,95 pays à mesure anglaise).

Faisons un peu l'historique de la bobine du magnétophone.

Pour les besoins professionnels, la bande est utilisée en galettes enroulées sur un noyau d'une forme particulière.

L'exploitation de la bande en galettes pour l'amateur est impossible; aussi, en 1948, les fabricants de magnétophones cherchèrent une bobine pour enrouler la bande. Les cinéastes amateurs utilisaient des bobines, et celles du film de 8 mm pouvaient être utilisées avec une très légère modification. Il suffisait de diminuer légèrement l'entraxe entre les joues. C'est pourquoi nous trouvons, aujourd'hui, des bobines de magnétophones avec un axe de 8 mm et un entraînement par ergot.

De plus, on pouvait enrouler sur une bobine destinée à recevoir 120 mètres de film de 8 mm une longueur de bande correspondant à une demi-heure d'audition. C'était une chance inouïe car, sur le plan publicitaire, une audition ininterrompue d'une demi-heure était magnifique.

A cette époque, les bobines étaient fabriquées en aluminium. Peu de temps après, elles furent fabriquées en matière plastique transparente. Les moules des joues, communes au cinéma de 8 mm et au magnétophone, permettaient l'amortissement de l'outillage.

Des fabricants, avec des moyens puissants, lancèrent sur le marché de nouvelles bandes magnétiques et, pour des raisons commerciales, voulurent donner à la Clientèle des bandes répondant à la condition d'une demi-heure d'audition, mais, comme pour des raisons techniques l'épaisseur de leur bande était trop grande pour tenir sur une bobine normale, et qu'il ne pouvait pas être question de changer le diamètre extérieur des joues, ils firent fabriquer des bobines avec un noyau plus petit et l'anarchie commença.

Il ne leur était pas possible, en effet, de changer le diamètre extérieur, car les bobines n'auraient pas pu être utilisées sur les appareils dont l'entraxe entre les deux bobines avait été déterminé. Ils prirent donc cette décision sans consulter les fabricants de magnétophones, c'est-à-dire sans se soucier des difficultés qu'ils allaient créer pour les usagers.

L'emploi d'un noyau trop petit a, en effet, des répercussions sur le défillement de la bande.

La première difficulté est celle du bobinage. Les différences de diamètre entre le noyau et le diamètre extérieur de la bobine, quand elles sont importantes, entraînent à avoir une friction trop grande au début de la bobine, pour que la fin soit bobinée correctement. La tension entre l'axe du cabestan et la bobine réceptrice est donc trop importante, et si la pression du presseur du cabestan n'est pas assez forte, la bande peut glisser, entraînée par la bobine. Pour parer à ce défaut, les constructeurs durent augmenter la pression du presseur sur le cabestan, ce qui eut pour effet d'augmenter l'usure des bagues du palier du cabestan.

D'autre part, ce petit noyau entraîne des difficultés de défillement dues aux efforts exigés pour faire tourner la bobine débitrice en fin de bande, et de nombreux magnétophones pleurent en fin de bande lorsqu'on utilise des bobines à petits noyaux.

Donc un conseil, quand vous achetez des bandes magnétiques, exigez qu'elles soient livrées sur gros noyaux.

Les bobines présentent également un autre gros défaut, qui entraîne une autre forme de pleurage; elles sont souvent voilées.

Les bobines peuvent être voilées pour deux raisons: leur fabrication peut avoir été ratée, ou elles se sont déformées. Les bobines, en effet, se déforment par mauvais

LES CAUSES D'INSUCCES DANS L'UTILISATION D'UN MAGNETOPHONE

Les insuccès dans l'utilisation d'un magnétophone sont dus à deux causes principales:

- le défillement de la bande n'est pas correct;
- l'enregistrement est mauvais.

Etudions d'abord le premier point. Dans les articles précédents, nous avons étudié en détail les parties mécaniques composant un magnétophone, et nous avons attiré l'attention de nos lecteurs sur la nécessité d'avoir ces pièces parfaitement usinées.

Nous ne reviendrons pas sur ce point, que nous considérons comme indispensable, et maintenant nous allons étudier pourquoi une platine, constituée avec des éléments mécaniques impeccables, peut ne pas donner des résultats parfaits. Les causes sont nombreuses et le problème devra être serré.

1. — Les bobines

La bande magnétique est livrée aux amateurs enroulée sur une bobine en matière plastique transparente. Cette bobine est composée d'un noyau et de deux joues. Chacun de ces éléments a une grande importance pour le déroulement de la bande, mais ils n'interviennent pas seuls. Il existe un troisième élément que nous aurons également à considérer, c'est la hauteur de plan moyen par rapport à la joue inférieure.

Contrairement à ce que nos lecteurs pourraient croire, il n'existe pas de standards pour les bobines. C'est lamentable, si l'on considère que même le diamètre de l'axe

2° Alimenter les plaques verticales avec la H.F. à mesurer la hauteur de la trace;

3° Brancher sur le secondaire H.T. d'un transformateur d'alimentation un potentiomètre 500 kΩ, relier une des extrémités du potentiomètre à la masse de l'oscilloscope et le curseur du potentiomètre à l'entrée de l'oscilloscope, régler le potentiomètre pour obtenir une trace égale à celle donnée par la H.F.;

4° Mesurer la valeur de la résistance entre le zéro et le plot central du potentiomètre. La tension H.F. sera alors égale à tension d'alimentation × résistance

500

Cette méthode permet de mesurer aussi bien la tension de la H.F. d'effacement que celle de préamplification.

L'effacement étant vérifié, il convient alors de passer à l'enregistrement. Notre amplificateur sera remis à nouveau dans la position enregistrement pick-up et il faut commencer par faire l'enregistrement d'un disque ou d'une émission radio.

Le tableau 3 donne les effets d'un mauvais enregistrement en fonction des causes et donne également les remèdes.

Nous avons bien entendu écarté de ce tableau toutes les causes provenant de la mauvaise qualité du mécanisme de déroulement, car nous imaginons que le réalisateur aura acheté une platine toute montée. Nous signalerons néanmoins que les défauts mécaniques des platines donnent du pleurage qui peut être mis en évidence par l'enregistrement de notes soutenues. L'enregistrement d'une fréquence fixe issue d'une hétérodyne donne évidemment des renseignements plus précis mais il est difficile de ne pas admettre un certain taux de pleurage dans toutes les réalisations mécaniques et la détermination du taux admissible est très difficile à juger auditivement, sauf par des spécialistes. C'est pourquoi, nous conseillons la méthode du disque de piano, dont la reproduction doit être correcte.

Ces essais et les corrections étant faites, on peut admettre que l'amplificateur enregistre correctement.

Il faut passer ensuite aux essais d'enregistrement par microphone.

L'amplificateur sera mis dans la position enregistrement micro et un texte quelconque sera enregistré. L'enregistrement doit être pur et sans ronflement. Les ronflements peuvent provenir des circuits de la première lampe ou du câble micro. Rappelons que les micros à cristal sont à très haute impédance et que la liaison micro-magnétophone ne doit pas être faite en fil blindé ordinaire, mais avec un fil spécial dit câble de microphone. La longueur de ce câble ne doit pas être trop importante et dépasser 3 mètres.

MAUVAIS ENREGISTREMENT
TABLEAU III

| CONSTATATION | CAUSE | REMEDE |
|--|---|--|
| Très faible et mauvais dans les basses et les médiums. | Pas de H.F. | Vérifier le circuit et mesurer tous les éléments de liaison. |
| Mauvais dans les basses et manque de puissance. | Tension H.F. trop faible. | Mesurer la H.F. sur la tête et la mettre à une valeur correcte. |
| Mauvais dans les basses. | Tension B.F. trop importante dans les basses. | Vérifier les éléments d'introduction de la B.F. dans la tête. Diminuer les basses à l'enregistrement. |
| Mauvais en général. | Tension B.F. trop importante. | Réduire la puissance B.F. par le potentiomètre. |
| Mauvais dans les extrêmes aigus. | Fréquence H.F. trop basse. | Réduire la valeur du condensateur d'oscillation. |

stockage, ou tout simplement parce que la matière plastique « tra-vailla ».

Sur une bobine voilée, la bande vient toucher la joue ou plutôt lorsque la bande sort de la bobine, la joue vient toucher la bande sur une partie de sa circonférence. Ce contact entraîne une vibration qui donne le pleurage.

La hauteur du plan moyen par rapport à la partie extérieure de la joue inférieure a également une importance capitale, car c'est elle qui détermine l'axe de la bande. Si cette hauteur est trop grande ou trop petite, la bande viendra frotter en permanence sur l'une ou l'autre joue, et nous retrouverons encore une cause de pleurage.

Des conférences à l'échelon national et international sont en cours pour stopper l'anarchie qui règne actuellement dans les dimensions des bobines; malheureusement, aucune décision n'est encore intervenue; il ne nous est donc pas possible de communiquer à nos lecteurs les standards auxquels doivent répondre les bobines.

2. — Guide bande

Avant de rencontrer les têtes, la bande est mise à hauteur par un galet guide bande dont le rôle est très important.

Ce galet doit être fixe car quelle que soit la précision de l'usinage, un galet tournant présentera de légers défauts de rotation qui

entraîneront automatiquement un pleurage.

Dans le cas du galet fixe, les défauts dus à la rotation n'existent pas, mais si le galet n'a pas de défaut, il a néanmoins une importance capitale. Son rôle est de guider la bande, et il doit la guider d'autant mieux que deux enregistrements sont faits sur une bande normale. Ceci veut dire que la hauteur de son noyau doit être très précise.

Ce qui n'est pas précis, malheureusement, c'est la largeur de la bande, et là les difficultés commencent encore.

A l'origine, la largeur de la bande était théoriquement de 6,5 mm; les Américains, toujours en avance, ramenèrent cette dimension à 6,35 mm qui correspondait exactement au 1/4 de pouce. Cette dimension fut universellement adoptée avec les tolérances suivantes: $+ 5/100$ et $- 15/100$; la largeur de la bande peut donc osciller entre 6,40 mm et 6,20 mm. C'est énorme, car les constructeurs sont obligés de prévoir un galet avec un noyau supérieur à celui de la dimension maximum autorisée, et la bande aux dimensions limites inférieures est mal guidée. Elle flottera donc dans le guide, d'où nouvelle source de pleurage.

Des commissions de standardisation se réunissent actuellement pour diminuer la tolérance; la largeur moyenne recommandée serait 6,30 mm avec les tolérances suivantes: $+ 0 - 5/100$.

Nous recommandons à nos lecteurs de vérifier, en outre, si la bande est bien dans les tolérances.

3. — Galet presseur

Le galet presseur appuyant la bande sur le cabestan tourne sur un axe. Il a une importance capitale dans le déroulement de la bande. Son axe doit être rigoureusement parallèle à l'axe du cabestan. Dans le cas contraire, la bande montera et descendra périodiquement sur l'axe du cabestan. Ce déplacement entrainera automatiquement un pleurage. Ce défaut est très facile à déceler, il suffit de mettre les yeux à la hauteur de la platine et de voir si la bande se déplace verticalement.

Le galet presseur est généralement garni de caoutchouc. Ce caoutchouc, rectifié à l'origine, peut se déformer à la longue. Il peut se former un « plat », ou bien le cylindre devient un diabolito. Il convient donc de surveiller l'état du caoutchouc presseur.

Le galet doit être monté sans jeu latéral ou axial sur son axe. Il doit tourner librement et être convenablement graissé.

Nous ne reviendrons pas sur les questions du cabestan, des moteurs, des courroies ou galets intermédiaires qui ont été étudiés dans des articles précédents. Nous attirons l'attention de nos lecteurs sur la nécessité de surveiller ces organes.

La mécanique du magnétophone, nous l'avons vu, est extrêmement délicate. Comme toute mécanique, elle demande de l'entretien; or, cet entretien est souvent négligé. Pourquoi? parce qu'on ne se rend pas compte du temps de service d'un magnétophone.

Une automobile demande un graissage et une vidange d'huile du moteur tous les 2 500 km, c'est-à-dire si l'on considère la vitesse horaire de 75 km, toutes les 30 heures. De plus, les organes d'une voiture exigent une révision sérieuse, donc souvent un réusinage des pièces après 60 000 km, c'est-à-dire avant 1 000 heures de fonctionnement. Un magnétophone est couramment utilisé 3 heures par jour, c'est dire que s'il était aussi exigeant qu'une automobile, tous les dix jours il devrait être soigneusement vérifié et graissé, et qu'après 6 mois de service, il devrait être entièrement révisé. Pensez à cela et entretenez votre magnétophone.

Ne dites pas surtout, j'ai un appareil photo ou une caméra depuis 10 ans, et je n'ai eu aucun entretien. Un appareil photo fonctionne 1/25 de seconde en moyenne à chaque vue. Une heure de fonctionnement correspond à 12 000 photos environ. C'est le maximum possible avec un appareil bien conçu et bien fabriqué, les photofilmiers le savent bien. Les amateurs ne le savent pas car ils ne font jamais 12 000 photos. C'est-à-dire qu'ils ne font pas marcher leur appareil 1 heure.

C. OLIVERES.

L'USURE DES AIGUILLES DE PICK-UP

On ne mettra jamais assez en garde les usagers contre l'usure des aiguilles de pick-up. Le contrôle régulier de la pointe de l'aiguille ne doit pas être négligé car, quels qu'ils soient tous les matériaux finissent par s'user. Même le diamant, le plus dur de tous les produits naturels, ne peut résister à la longue contre ce grand ennemi de tous les éléments. Cette usure ne se remarque pas au début et on ne lui prête pas attention jusqu'au moment où, subitement, se produisent des dégâts importants et irréparables. Les propriétaires de pick-up et de disques en font quelquefois la triste expérience lorsqu'ils n'ont pas su prendre à temps les mesures nécessaires.

A l'origine, avec les aiguilles en acier, pour pallier cette usure, après avoir fait jouer chaque face du disque, le lecteur du phonographe était muni d'une nouvelle aiguille car elles s'usaient extrêmement vite. En fait, elles étaient déjà usées avant la fin d'une face de disque, ce qui explique pourquoi l'usure des derniers sillons est si importante sur les vieux disques. En plus des aiguilles en acier, on a fait également usage d'aiguilles de cactus ou de bambou. Elles s'usaient encore plus vite que les aiguilles en acier et la reproduction était plus mauvaise, mais la dureté

étant moindre, le disque souffrait moins.

Des matériaux infiniment plus durs sont utilisés actuellement pour la fabrication des aiguilles, mais ils restent malgré tout sujets à l'usure.

Avec l'augmentation de la dureté, les conséquences fatales de l'usure se sont accrues. L'aiguille qui avait alors à l'origine une pointe soigneusement adaptée à la forme du sillon et de dimension déterminée, devient une sorte de burin endommageant les parties les plus fines du sillon du disque.

Avec les aiguilles d'acier changées pour chaque face, la détérioration du disque était toujours maintenue dans des limites raisonnables et l'on ne se rendait pas bien compte que le disque était usagé. Il faut préciser aussi que les disques et les appareils de reproduction n'avaient pas atteint la perfection actuelle, qui rend perceptibles les plus petits défauts.

Dans ces conditions, on conçoit qu'il n'y ait personne possédant une collection de disques représentant souvent un investissement élevé, qui ne soit pris de panique devant cette question d'usure. On sait en effet que les aiguilles de saphir utilisées actuellement sur une grande échelle ont une dureté comparable à celle du diamant mais celle-ci est encore plus élevée avec les aiguilles en diamant.

On peut se demander comment cette usure est possible avec des matériaux aussi durs que le saphir et surtout le diamant. Elle s'explique lorsque l'on considère le long voyage accompli par la pointe d'une aiguille. Par exemple, sur un disque de longue durée, le sillon a une longueur d'environ 1 500 m. Il est évident qu'à parcourir de telles distances, malgré leur dureté, les aiguilles en diamant et à plus forte raison en saphir ne peuvent durer éternellement.

Si l'on étudie plus attentivement ce problème, il apparaît que la longévité des aiguilles peut fortement varier sous l'influence de divers facteurs indépendamment de la qualité de l'aiguille. Citons notamment: le matériau dont sont fabriqués les disques, la grandeur et la nature de la collection de ceux-ci, l'état dans lequel ils se trouvent (neufs, vieux, propres, sales), la pression de l'aiguille, les caractéristiques du lecteur phonographique, la forme et la masse du bras de pick-up et le frottement du palier de ce bras. Il est difficile de définir avec exactitude la durée d'une pointe d'aiguille, c'est pourquoi un contrôle de l'état dans lequel se trouve l'aiguille devient une nécessité.

En général, la durée de vie d'une aiguille, c'est-à-dire le temps pendant lequel elle peut être employée

sans endommager les disques, varie de 40 à 180 heures pour une pointe en saphir.

En haute fidélité, même les petits défauts audibles après un temps relativement court et les irrégularités causées par une aiguille usée peuvent être décelés par l'usager. Mais si celui-ci ne possède pas d'installation en haute fidélité et se contente quotidiennement d'un pick-up du type courant, il doit être plus attentif, car les défauts ne sont pas immédiatement entendus. Si l'on ne note pas le nombre d'heures d'écoute, il est bon de faire contrôler l'aiguille une fois tous les trois mois pour un usage intensif, et, si on l'utilise moins, deux fois par an.

Les aiguilles en diamant ont une durée de vie plusieurs fois plus longue. Il n'est nul besoin d'effectuer le contrôle après 50 heures, cependant, comme nous l'avons dit, leur durée n'est pas illimitée. D'après des essais sérieux, une telle aiguille reproduit la musique sans distorsion pendant environ 250 heures de fonctionnement. En pratique, cette période peut être encore plus longue si des précautions sont prises dans la manipulation de l'aiguille et des disques. Cependant, même dans ce cas, le contrôle régulier de l'aiguille conserve une extrême importance.

Ce qu'il faut savoir sur l'émission et la réception à modulation de fréquence

LA modulation de fréquence est en plein essor. La France a un retard considérable à rattraper lorsque l'on considère le nombre de stations FM en service à l'étranger, en particulier en Allemagne. Certains auditeurs des régions frontalières peuvent recevoir des stations FM étrangères de puissance importante. Actuellement, les émetteurs français en service sont les suivants :

- Paris : 96,1 Mc/s.
- Nancy : 96,9 Mc/s.
- Strasbourg : 95 Mc/s.
- Mulhouse : 89,7 Mc/s.
- Toulouse : 92,8 Mc/s.
- Bordeaux : 98,1 Mc/s.
- Lyon-Mt Pilat : 92,7 Mc/s.

En principe, d'après la ligne de conduite adoptée par la R.T.F., un émetteur FM sera installé dans tous les grands centres de télévision. Le démarrage de l'émetteur FM suivra celui de l'émetteur TV avec un décalage de cinq à six mois.

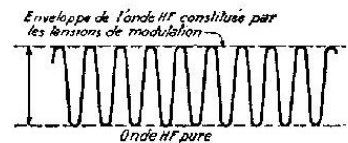


Fig. 1.

Rappelons qu'un programme spécial, différent de ceux des autres chaînes est diffusé par les stations FM.

La FM doit progresser maintenant rapidement, non pas seulement par suite du développement prévu du réseau FM, mais aussi en raison de l'accroissement constant des auditeurs aptes à en bénéficier. En effet, lorsque la R.T.F. mit en service régulier son émetteur Paris FM, en dehors des laboratoires, seuls quelques dizaines d'auditeurs possédaient des récepteurs capables de capter la nouvelle émission.

Aujourd'hui, la situation est renversée. De nombreux auditeurs dans tous les coins de France, qui ont eu à changer leur poste de T.S.F., ont pris soin d'acquiescer un récepteur comportant une gamme FM. Lorsque leur émetteur régional entrera en service, il groupera tout de suite autour de son antenne un nombre assez important d'auditeurs.

L'ENCOMBREMENT DE L'ETHER

L'installation d'émetteurs FM sur ondes métriques répond à une nécessité : le but de la R.T.F. est d'augmenter le nombre d'émetteurs, de desservir le plus grand nombre d'auditeurs et d'améliorer la qualité de la production à la réception par des perfectionnements apportés à la technique de l'émission. Il n'était pas question de prévoir de nouveaux émetteurs sur les gammes PO et GO. Ces bandes de fréquences, relativement étroites, sont déjà beaucoup trop encombrées et de nombreux auditeurs se plaignent de brouillages et sifflements divers contre lesquels le seul remède efficace serait la suppression de certains émetteurs. L'augmentation de sensibilité des récepteurs par suite de l'apparition de lampes plus poussées et de pièces détachées de meilleure qualité les rend encore plus sujets aux interférences indésirables, malgré l'adoption de cadres antiparasites orientables, dont l'effet directif améliore dans une certaine mesure la sélectivité. Il ne restait plus à la R.T.F. qu'à émettre sur des bandes de fréquences encore « vierges », en l'occurrence la bande 87-100 Mc/s, réservée à la FM.

POURQUOI AVOIR ADOPTÉ LE PROCÉDE D'ÉMISSION FM?

La transmission à modulation de fréquence présente de nombreux avantages par rapport à la modulation d'amplitude (AM). Le rapport de dynamique orchestrale, c'est-à-dire des fortissimi aux pianissimi, est plus important, ce qui correspond à une reproduction plus fidèle ; la qualité musicale est supérieure en raison de la possibi-



Fig. 2.

lité de reproduire toutes les fréquences de modulation, en particulier les fréquences les plus élevées qui soient audibles, ce qui n'est pas le cas des émissions AM, pour lesquelles la fréquence la plus élevée que l'on peut transmettre est de 4 500 c/s. Cette réduction de la bande de fréquences est effectuée volontairement à l'émission, car la largeur adoptée pour chaque canal ne doit pas dépasser 9 000 c/s, c'est-à-dire 4 500 c/s de part et d'autre de la fréquence d'émission

de la station. Lorsqu'une onde porteuse est modulée en amplitude, il faut en effet tenir compte que la largeur de bande nécessaire à la transmission est égale à deux fois la fréquence de modulation la plus élevée (fréquences latérales). Dans le cas d'émetteurs FM, l'encombrement de l'éther est beaucoup plus important : il n'est plus de 9 kc/s, mais d'environ 225 kc/s ; le nombre de fréquences latérales n'est plus de deux, mais est théoriquement infini.

On pourra juger l'importance de l'encombrement de l'éther pour un seul émetteur FM en rappelant que la gamme PO s'étend de 1 600 à 520 kc/s, soit sur une bande de 1 600 — 520 = 1 080 kc/s. La largeur de chaque canal d'un émetteur FM étant de 225 kc/s, il n'y aurait place sur cette gamme que pour quatre émetteurs FM.

C'est la raison pour laquelle il a été nécessaire de transmettre la FM sur ondes métriques, correspondant à la bande 87,5 à 100 Mc/s. La largeur de bande est de 100 — 87 = 13 Mc/s, soit 13 000 kc/s, ce qui permet de loger un nombre important d'émetteurs FM, malgré leur largeur respective de canal de 225 kc/s. La raison du choix des ondes métriques pour la transmission des émissions de télévision est la même : les fréquences de modulation sont beaucoup plus importantes encore et la largeur du canal correspondant à un émetteur est de 14 Mc/s, dans le cas du standard 819 lignes français.

Parmi les autres avantages de la FM, il faut signaler la diminution des interférences lorsque deux émetteurs utilisent une même fréquence et la possibilité de desservir un territoire donné avec une puissance d'émission plus faible qu'en modulation d'amplitude. Comme dans le cas de la TV, les ondes métriques utilisées en FM ne se propagent pas à des distances importantes, sauf dans certains cas dus à des conditions de propagation exceptionnelles. La portée est toutefois supérieure à celle des émetteurs de TV de même puissance, car les récepteurs peuvent être plus sensibles. Il est nécessaire d'installer un nombre d'émetteurs important pour desservir tout le territoire.

TECHNIQUE ÉLÉMENTAIRE DES TRANSMISSIONS FM

Les procédés de modulation d'amplitude et de fréquence sont entièrement différents. En modulation d'amplitude, l'intensité ou l'amplitude de l'onde porteuse émise varie avec les signaux basse

fréquence issus du microphone (fig. 1). L'enveloppe du signal HF est constitué par le signal BF de modulation et la fréquence de l'onde porteuse reste fixe. Une augmentation de l'amplitude de la tension de modulation (fortissimi) entraîne de plus grandes variations de l'amplitude de l'onde porteuse. Une augmentation de la fréquence de la tension de modulation (notes aiguës) entraîne une augmentation de la vitesse de variation de l'amplitude de l'onde porteuse.

Dans le cas de la modulation de fréquence, l'amplitude de l'onde porteuse reste fixe, mais la fréquence de l'onde porteuse varie selon le rythme des signaux basse fréquence de modulation (fig. 2). Une augmentation de l'amplitude de la tension de modulation (for-

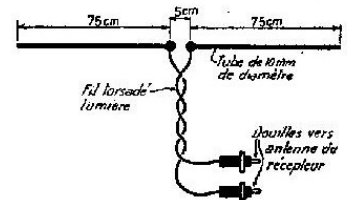


Fig. 3.

tissimi) entraîne de plus grandes variations de la fréquence de l'onde porteuse. L'excursion maximum de fréquence, appelée « swing », est, d'après les normes d'émission, de ± 75 kc/s. Une augmentation de la fréquence de la tension de modulation (notes aiguës) augmente la vitesse de variation de la fréquence de l'onde porteuse.

LE RECEPTEUR FM

A la réception, il est nécessaire d'extraire les tensions basse fréquence des ondes haute fréquence AM ou FM qui ont servi à les véhiculer dans l'espace.

Dans le cas des émissions AM, on convertit la fréquence porteuse en une fréquence plus basse que l'on amplifie plus facilement, selon le principe de tous les superhétérodynes et l'on détecte les tensions correspondantes de façon à rétablir l'enveloppe des signaux HF qui correspond à la modulation. Il ne reste plus qu'à amplifier ces tensions de modulation pour qu'elles soient reproduites par le haut-parleur qui les reconvertisse en ondes sonores.

Le principe de fonctionnement du récepteur FM est identique en ce qui concerne le changement de fréquence. Le récepteur comporte après l'étage amplificateur moyenne fréquence, un étage limi-

teur destiné à supprimer les variations d'amplitude qui, comme nous l'avons mentionné, doit rester fixe. On élimine ainsi par écrêtage de nombreux parasites. Le système détecteur est plus complexe, car il ne s'agit plus de rétablir l'enveloppe de la porteuse HF, mais de transformer les variations de fréquences en tensions de basse fréquence. Cette transformation n'est pas immédiate et nécessite un dispositif discriminatoire transformant la modulation de fréquence en modulation d'amplitude, qui est ensuite détectée. Les tensions basse fréquence sont ensuite amplifiées et appliquées au haut-parleur.

De nombreux récepteurs disponibles dans le commerce comportent la gamme FM. Il s'agit le plus souvent de récepteurs de luxe recevant les gammes normales OC, PO, GO, BE avec éventuellement, cadre antiparasite incorporé et orientable, pouvant être mis en service sur les gammes PO et GO. La mode actuelle est au clavier à touches pour la commutation des gammes et la commutation du pick-up. Ce clavier à touches sert simplement à remplacer le commutateur rotatif classique pour le changement de gammes. Il ne doit pas être confondu avec les récepteurs munis d'un clavier à touches destiné au pré réglage sur certaines stations, comme c'est le cas de nombreux postes-auto.

En appuyant sur la touche FM, les lampes spéciales servant à la réception de la FM sont mises en service. Une commutation adéquate permet parfois de faire travailler en FM certaines lampes utilisées en AM sur les récepteurs mixtes. Cette solution entraîne, toutefois, des complications et de nombreux constructeurs préfèrent adopter une chaîne de réception FM indépendante, malgré le nombre de lampes plus important. Seules les parties d'alimentation et amplificateur basse fréquence sont communes en AM et FM. Pour bénéficier de tous les avantages de la FM, il est tout indiqué de prévoir un étage amplificateur basse fréquence puissant et sans distorsion. C'est la raison pour laquelle les récepteurs mixtes AM/FM comportent souvent un étage de sortie push-pull à deux lampes de puissance au lieu d'une, comme sur les montages ordinaires. La puissance est ainsi supérieure et la distorsion très faible.

Nous avons indiqué que le procédé de transmission par FM offrait la possibilité d'élargir la gamme des fréquences audibles à la réception par reproduction des fréquences plus élevées. Le traducteur acoustique, c'est-à-dire le haut-parleur, doit être prévu en conséquence; on utilise souvent plusieurs haut-parleurs, l'un de grand diamètre, destiné à reproduire les fréquences les plus graves, et l'autre, appelé tweeter, parfois du type électrostatique, pouvant monter en fréquence et reproduire les notes les plus aiguës, jusqu'à 20 000 c/s. La combinaison de plusieurs haut-parleurs sur les côtés et sur la face avant du récepteur donne, dans certains cas,

Fillosion du relief musical (récepteurs « 3D »).

La deuxième catégorie de récepteurs FM est constituée par les adaptateurs qui sont des récepteurs complets FM depuis l'antenne jusqu'à la partie basse fréquence. Il suffit alors de relier la sortie de ces adaptateurs à la prise pick-up d'un récepteur quelconque. Cette solution n'est intéressante pour l'auditeur que s'il dispose d'un récepteur de luxe dont la partie basse fréquence est soignée, ou d'un bon amplificateur d'électrophone. Dans le cas contraire — petit poste tous courants, par exemple, avec haut-parleur de dimensions réduites — la réception avec adaptateur est évidemment possible, mais on perd les avantages de la haute fidélité de reproduction.

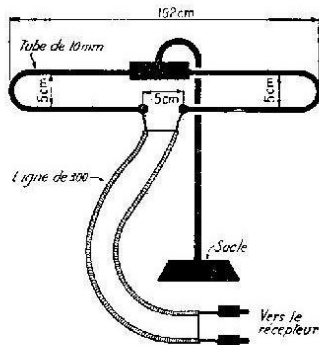


FIG. 4

CONSEILS PRATIQUES DE RECEPTION DE LA FM : LE PROBLEME DE L'ANTENNE

Que l'on dispose d'un récepteur mixte AM/FM ou d'un adaptateur, le premier problème à résoudre est celui de l'antenne. Son importance n'est pas aussi capitale qu'en télévision, mais elle est plus grande que sur les gammes normales de radiodiffusion. L'auditeur habitué aux récepteurs modernes de grande sensibilité ne se soucie plus guère de l'antenne, constituée, la plupart du temps, par un morceau de fil de quelques mètres.

Si l'on habite à proximité immédiate d'un émetteur FM, les intensités de champs sont si élevées que l'on peut obtenir des résultats satisfaisants avec un simple fil ou avec l'antenne ordinaire pour la réception des gammes normales. Très souvent, l'antenne FM est incorporée au récepteur, ce qui ne pose aucun problème.

Les conditions de propagation des ondes métriques sont telles qu'à partir d'une certaine distance le champ décroît rapidement. Pour obtenir les réceptions optima, c'est-à-dire un rapport signal/bruit favorable, il faut alors « accorder » l'antenne sur l'onde de réception. Cet accord est relativement facile en donnant aux fils d'antenne des longueurs voisines du quart, de la moitié ou de la totalité de la longueur d'onde. La longueur d'onde moyenne étant de l'ordre de 3 mètres, les longueurs des conducteurs ne sont pas exagérées.

L'antenne la plus simple est du type dipôle demi-onde. Elle se compose de deux conducteurs rectilignes placés en prolongement l'un de l'autre dans un plan horizontal, chacun ayant une longueur égale à un quart d'onde, soit $3/4 \text{ m} = 0,75 \text{ m}$. Les deux extrémités les plus rapprochées des conducteurs sont reliées respectivement aux deux bornes antennes FM du récepteur par un fil torsadé du type lumière si la descente d'antenne ainsi constituée n'est pas trop longue. Il est préférable de remplacer les fils conducteurs par des tubes (fig. 3).

Un autre type d'antennes est le modèle trombone ou « folded dipôle » comprenant deux tubes de longueur égale à la moitié de la longueur d'onde et recourbés de façon à constituer chacun une boucle (fig. 4). L'un de tubes est coupé en son milieu et les deux tubes en regard sont reliés au récepteur par la ligne de descente.

IMPORTANCE DE L'ADAPTATION DE L'ANTENNE

Les récepteurs FM ont une prise d'antenne caractérisée par une certaine « impédance » mentionnée par le constructeur. Le plus souvent, cette impédance est de 75 ohms ou de 300 ohms. Pour que l'antenne transmette le maximum de puissance haute fréquence au récepteur, il est nécessaire que son impédance corresponde à celle d'entrée du récepteur. Chaque type d'antenne est caractérisé par une certaine impédance; c'est ainsi que l'impédance du dipôle demi-onde est de l'ordre de 75 ohms alors que celle de l'antenne folded dipôle est de 300 ohms. De plus, la ligne de descente d'antenne possède également une impédance caractéristique déterminée. Il existe dans le commerce des câbles coaxiaux de 75 ohms, comme ceux que l'on utilise comme lignes de descente d'antenne des téléviseurs et des lignes de descente bifilaires, constituées par deux conducteurs parallèles espacés par un isolant (polythène) dans lequel ils sont noyés. Ces lignes de descente bifilaires ont une impédance pour 300 ohms. Il est nécessaire, pour que l'adaptation correcte soit réalisée, que l'impédance de la ligne de descente utilisée corresponde à celle de l'antenne et à celle d'entrée du récepteur.

En résumé, l'auditeur est dans l'obligation de se procurer un type d'antenne et une ligne de descente dont les impédances sont les mêmes que celles d'entrée du récepteur, mentionnée par le constructeur.

LES ANTENNES SENSIBLES

Nous venons d'examiner deux types simples d'antennes intérieures. Pour la réception à une distance assez importante, une antenne extérieure plus sensible est nécessaire. Les antennes à utiliser sont semblables aux antennes de télévision, mais comportent un nombre

inférieur d'éléments. Elles sont constituées le plus souvent par un dipôle replié et un directeur (antenne à deux éléments) ou par un dipôle replié, un directeur et un réflecteur (antenne à trois éléments). Le directeur et le réflecteur sont parallèles au dipôle et ont des dimensions bien déterminées.

Une antenne extérieure dipôle à deux ou trois éléments a un effet directif très marqué et doit en conséquence être convenablement orientée, comme une antenne de télévision. L'axe du dipôle replié, dans un plan horizontal, doit être disposé avec ses autres éléments perpendiculaire à la droite le joignant à l'émetteur.

Les antennes extérieures captent d'autant plus d'énergie qu'elles sont plus élevées au-dessus du sol. On devra donc les placer le plus haut possible.

L'ACCORD EXACT DU RECEPTEUR FM

Le réglage exact du dispositif d'accord d'un récepteur FM est plus difficile que celui d'un récepteur AM qu'il est possible de réaliser à l'oreille. On se rend facilement compte, en effet, des distorsions qui apparaissent lorsque l'on n'est pas accordé exactement sur la station à recevoir ainsi que de la modification de la tonalité; la tonalité la plus grave est celle qui correspond à l'accord exact.

Lorsque le récepteur AM est équipé d'un œil magique, le réglage exact sur la station à recevoir est immédiat en observant les secteurs lumineux de l'indicateur cathodique.

Le réglage d'un récepteur FM n'est pas aussi simple et ce n'est que par tâtonnements que l'on peut le réaliser à l'oreille. Lorsque l'accord exact n'est pas obtenu, les distorsions peuvent ne pas se manifester sur les sons faibles (pianissimi). Il est en conséquence nécessaire d'accorder le récepteur au moment de la transmission de fortissimi.

L'utilisation d'un œil magique est tout indiquée sur un récepteur FM. Les mêmes modèles que ceux qui équipent les récepteurs AM peuvent être employés, mais un montage spécial, nécessitant plusieurs tubes supplémentaires, est nécessaire pour obtenir une indication d'accord parfaite.

C'est la raison pour laquelle certains récepteurs sont munis d'un œil magique américain, appelé « balance magique », spécialement créé pour les récepteurs FM. Cet indicateur cathodique, dont les dimensions sont les mêmes que celles d'un œil magique ordinaire, ne laisse pas apparaître sur son écran des secteurs lumineux, mais deux petits rectangles lumineux. En l'absence d'émission, les deux rectangles sont allongés. Lorsque l'accord est inexact l'un des rectangles est plus grand que l'autre et pour l'accord exact, les deux rectangles, de mêmes dimensions, sont resserrés au maximum.

Baffles et enceintes acoustiques

(Suite de la page 27.)

Avec un H.P. ayant une fréquence de résonance principale très basse en coffret clos donne d'excellents résultats s'il a un grand volume.

On peut cependant éviter la perte de cette onde arrière qui contient

ENCEINTE BASS-REFLEX

Une enceinte d'un certain volume et d'une certaine forme a une fréquence de résonance qui lui est propre ; à cette fréquence la pression de l'air à l'intérieur de l'enceinte est supérieure à ce qu'elle est aux autres fréquences.

On peut représenter une telle enceinte par un circuit électrique équivalent ; c'est un circuit résonnant parallèle dans lequel Ce est équivalent à la force élastique de l'air dans le coffret (sa faculté de se comprimer ou de se décompresser). Le est la force d'inertie de l'air contenue dans le coffret et Rc la résistance de rayonnement acoustique de l'ouverture.

Ce circuit, correspondant à l'enceinte, va, en conjugaison avec le circuit oscillant série équivalent au H.P. servant d'excitation à la masse d'air contenue dans l'enceinte, produire des phénomènes que nous allons essayer d'expliquer. (Ceci s'applique aux fréquences basses, celles pour lesquelles il est nécessaire d'éviter l'égalisation des pressions dont il a été question).

On sait que tout circuit résonnant série à la fréquence de résonance f_r a une impédance non réactive, à une fréquence inférieure à f_r , une impédance capacitive et à une fréquence supérieure à f_r une impédance inductive. C'est le contraire qui se produit pour un circuit résonnant parallèle.

Si on s'arrange pour que la fréquence de la résonance de l'enceinte soit la même que celle du haut-parleur, on obtiendra de part et d'autre de cette fréquence deux points de résonance, l'une à une fréquence inférieure à celle du H.P. correspondant à la résonance de l'impédance capacitive du H.P. avec l'impédance inductive de l'enceinte, et une à une fréquence supérieure à celle du H.P. correspondant à la résonance de l'impédance inductive du H.P. avec l'impédance capacitive de l'enceinte.

A la fréquence de résonance commune du H.P. et de l'enceinte, la surpression de l'air dans l'enceinte freinera les déplacements exagérés du cône à cette fréquence. Le son sortira par l'ouverture de l'enceinte presque uniquement et le H.P. n'étant pour ainsi dire plus en cause aucune distorsion de sa part ne sera à craindre ; l'ouverture ne comportant aucun organe mécanique en mouvement ne pourra créer de distorsion de ce fait.

La pratique confirme les deux résonances obtenues par ce type d'enceinte fort connu (et fort employé) sous le nom de « Bass-reflex » ou enceinte « antirésonnante ».

Ces deux résonances s'accompagnent d'une augmentation d'amplitude du déplacement de l'ensemble cône-bobine mobile du H.P. et il va y avoir à ces fréquences une augmentation de tension aux bornes de la bobine mobile.

On pourra amortir ces pointes en faisant se refermer la bobine mobile sur un circuit à très basse impédance qu'on peut obtenir d'un amplificateur soumis à une forte réaction négative de tension (ou positive d'intensité, qui n'est guère à conseiller).

Le réglage de l'enceinte peut se faire en variant les dimensions de l'ouverture. On estime habituellement que le bon réglage est celui pour lequel les deux résonances ont la même amplitude.

A la fréquence commune de résonance de l'enceinte et du H.P. l'ouverture fonctionne à peu près seule comme génératrice de sons aux fréquences supérieures les deux sources H.P. et ouvertures produi-

la fréquence de résonance du H.P. Cependant si ces enceintes ne sont pas parfaites, elles ont au moins le mérite de la simplicité. De plus on peut atténuer leur défaut par un amplificateur convenablement traité, sans compter que le fait d'avoir une résonance sur les graves assure un renforcement de ce registre habituellement déficient et si la résonance supérieure se produit aux environs de 40 c/s, elle est plus favorable que gênante.

Une enceinte de ce type en forme de prisme triangulaire, outre qu'elle a sa place toute trouvée dans une encoignure, évite les réflexions qui se produisent entre parois parallèles d'un coffret à base rectangulaire et est à préférer.

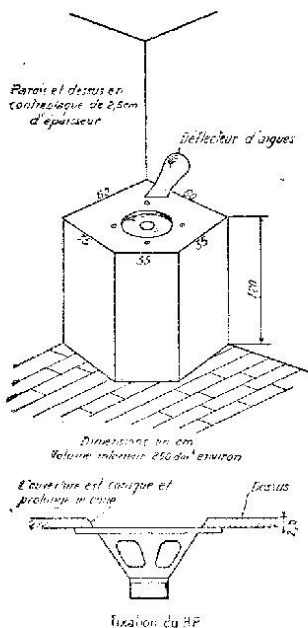


FIG. 5. — Enceinte « Cabasse » de la « Maison du Haut-Parleur ». Elle doit être fixée étroitement aux murs et au plancher. C'est un baffle infini n'utilisant que le rayonnement avant du haut-parleur.

en somme la moitié de l'énergie produite par le haut-parleur. Il suffirait théoriquement de faire intervenir l'onde arrière quand elle est en phase avec l'onde avant ; ces deux ondes s'ajouteraient au lieu de se neutraliser.

Malheureusement, la mise en pratique est impossible car il faudrait que le trajet de l'onde change avec chaque fréquence.

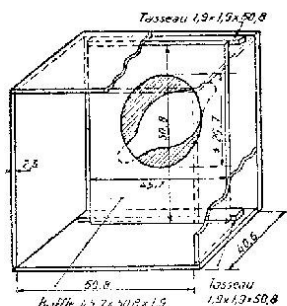


FIG. 6. — Enceinte R.J. pour haut-parleur de 30 cm (fond enlevé). Dimensions intérieures : 50,8 x 40,6 x 50,8. Panneaux du coffret en contreplaqué de 2,5 mm, assemblés rigidement. Le baffle sur lequel est fixé le H.P. est écarté du panneau avant par des tasseaux de 10 mm d'épaisseur. Les parois arrière et latérales seront matelassées de feutre ou laine de verre et des bandes de feutre seront suspendues à l'intérieur du coffret pour diminuer les ondes stationnaires.

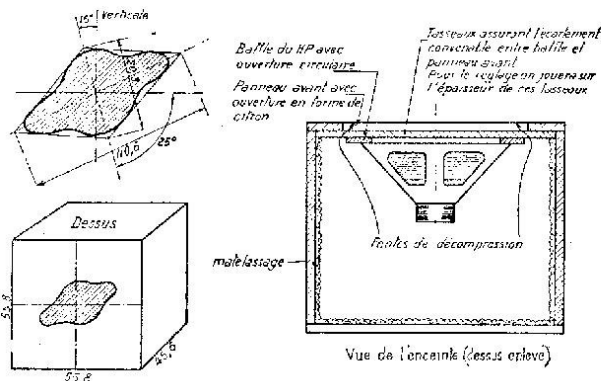


FIG. 7. — Ouverture du panneau avant en forme de citron, inscrite dans un losange de 40,6 x 20,3 de diagonales, pratiquée au centre du panneau avant avec les inclinaisons indiquées : 15° avec la verticale, 25° avec l'horizontale. Dimensions extérieures de l'enceinte 55,8 x 40,6 x 55,8 cm.

sent des sons en phase qui se renforcent alors qu'aux fréquences inférieures ces sons sont opposés en phase et leur intensité diminue.

Mais aux fréquences inférieures à la fréquence de résonance d'un H.P. on sait que celui-ci fonctionne très mal et donne lieu à des phénomènes de doublage de fréquence.

On est donc amené toujours aux mêmes conclusions, à savoir qu'il faut choisir un H.P. pour basses ayant une fréquence de résonance la plus basse possible et ceci impliquera une enceinte de grand volume 1/4 de m³ environ pour que sa fréquence puisse être de l'ordre de celle du H.P.

Nous avons construit sur les données de « M. Briggs » le spécialiste bien connu des H.P. une enceinte antirésonnante à parois de briques ayant un volume de 1/4 de m³ environ. Avec un bon H.P. et un bon amplificateur les résultats sont excellents.

Nous avons essayé de matelasser l'intérieur de l'enceinte pour éviter les réflexions, ondes stationnaires ou autres, mais nous avons trouvé à l'écoute que ce matelassage était inutile et même nuisible, la sonorité étant plus brillante sans cela.

Des enceintes en forme de coffret parallélépipédique peuvent être construites sur ce principe et sont couramment employées.

Le rendement dans les fréquences basses est très augmenté. On reproche souvent à ces enceintes leurs deux résonances dont l'une est supérieure à celle du H.P. et on les accuse en somme d'augmenter

La construction de ces enceintes devra être faite de façon très rigide ; en bois très épais : panneaux en contreplaqué de 2 cm d'épaisseur au moins assemblés par des tasseaux de bois, ou cornières métalliques vissées solidement et au besoin entre-toisées pour augmenter

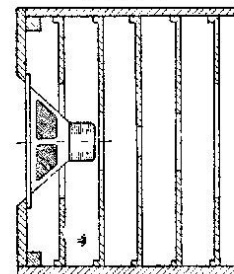
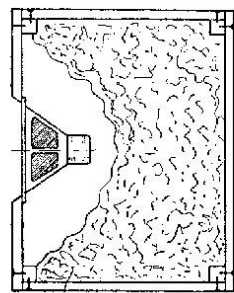


FIG. 8. — Coffret clos revêtu de matériau absorbant. Plus le coffret est volumineux, plus l'onde arrière sera facilement absorbée.

Enceinte Hartley : C'est un coffret clos avec des cloisons en matériau absorbant et souple. Le fond du coffret est constitué par un matelotou de même matière que les cloisons pour amortir les pointes de pression. Le haut-parleur utilise une fréquence de résonance basse.

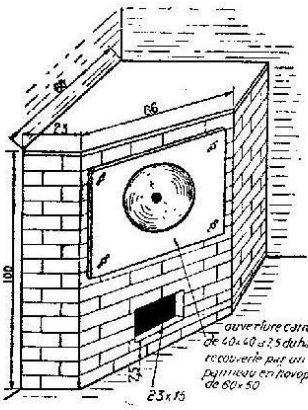


Fig. 9. — Enceinte « bass-reflex » réalisée par l'auteur. Cette enceinte de 250 dm³ environ, construite sur les indications de l'ouvrage de Briggs est faite de briques. Un écran maintenu par des écrous à oreilles permet un changement rapide de haut-parleur pour essais. Le mur de briques est encastré dans les murs. Le dessus est fait en « novopan » très épais. Il est doublé, en dessous, d'isolant mou. Aucun matelassage à l'intérieur, si ce n'est un panneau d'isolant mou sur le plancher. A l'intérieur, les briques ne sont pas enduites, alors qu'elles sont plâtrées à l'extérieur.

la rigidité et empêcher la vibration des parois.

Cette enceinte ne pourra être utilisée sur un appareillage ayant des prétentions à la haute fidélité que si elle est d'un volume suffisant. Nous pensons qu'il ne faut pas descendre en-dessous de 250 dm³. Pour ce volume, la résonance de l'enceinte est très floue, très amortie et elle n'impose pas sa résonance propre comme dans une petite enceinte ou la résonance très pointue de l'enceinte fait que celle-ci rend à chaque fois qu'elle est excitée le même son grave monotone dénaturant ainsi la reproduction des graves.

Une bonne solution consiste à monter le H.P. sur un petit écran de bois carré ayant un côté supérieur de quelques centimètres au diamètre du H.P. et à éloigner plus ou moins cet écran de l'enceinte proprement dite. Avec un disque de fréquence comme générateur de sons, on règle l'écartement pour faire disparaître les résonances.

De très bons résultats peuvent être obtenus par ce moyen.

Ce système permet d'ailleurs la suppression de l'ouverture propre au « bass-reflex ». On obtient une enceinte close dont la décompression de l'air se fait par les intervalles laissés entre le petit écran et le panneau avant du coffret.

ENCEINTE « R. J. »

Ce système s'apparente à l'enceinte « R. J. » (R et J sont les initiales des auteurs), qui était une tentative pour obtenir des sons graves d'une enceinte de dimensions réduites.

Les auteurs obtenaient avec leur système des résultats à peu près équivalents à ceux d'une enceinte « bass-reflex » deux fois et demi plus volumineuse.

L'enceinte originale comprenait une ouverture du panneau avant

en forme de citron. Le panneau intérieur sur lequel était fixé le H.P. avait la même hauteur que le coffret et la communication avec l'extérieur se faisait par deux fentes latérales. Nous avons réalisé une enceinte de ce type qui donne de bons résultats, mais elle était d'un volume bien supérieur (125 dm³) au volume des réalisations originales, ceci pour un H.P. de 28 cm. On peut pour les essais placer entre le panneau avant et l'écran du H.P. de petits ressorts plats qui s'écrasent plus ou moins au serrage. Le réglage de cette enceinte se fait en variant la distance baffie-intérieur-panneau avant du coffret. (fig. 6 et 7).

Des réalisations plus simples de ce type d'enceinte sont faites en laissant quatre fentes au lieu de deux. Il est évident que la fréquence de la résonance propre de l'enceinte devra être de l'ordre de celle du H.P. et que plus le H.P. sera important et aura une fréquence de résonance basse, plus l'enceinte devra être volumineuse, si l'on ne veut pas, par trop, réduire la grandeur des fentes.

Au-dessus des fréquences de résonance, l'enceinte se comporte comme un coffret fermé, aussi faudra-t-il garnir les panneaux de l'enceinte de matériau absorbant (laine de verre, feutre) et au besoin faire flotter à l'intérieur des bandes de feutre ou d'un matériau absorbant quelconque.

Compte tenu de la simplicité de ce genre d'enceinte, son fonctionnement est très satisfaisant aux fréquences basses, mais des H.P. pour aiguës (tweeter) devront être adjoints aux H.P. pour graves. Certains la préfèrent au « bass-reflex » à cause de ses résonances moins accentuées et de sa faculté de ne pas produire de doublage de fréquence.

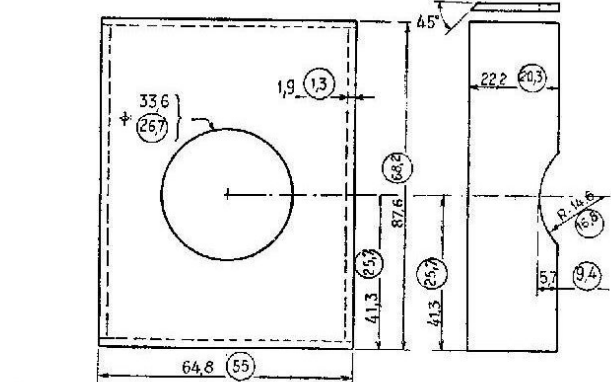
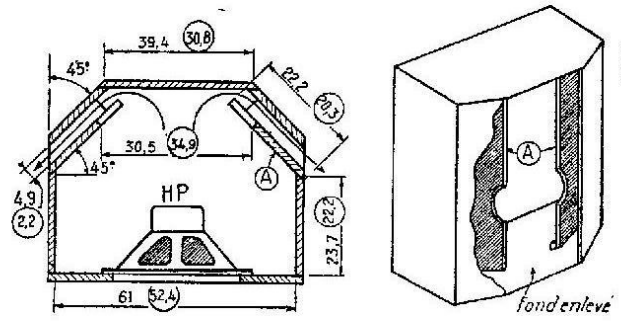


Fig. 11. — Enceinte « Bass Ultraflex » Jensen pour haut-parleur de 30 ou 36 cm, à placer de préférence dans une encoignure. Les dimensions inscrites dans les cercles sont pour un H.-P. de 30 cm et les autres pour un H.-P. de 36 cm. Le contreplaqué est de 19 mm pour la grande enceinte et de 13 mm pour la petite enceinte.

La chaîne « Haute Fidélité » Pathé-Marconi utilise une enceinte de ce type, qui sort des basses très propres; les fréquences élevées sont reproduites par un H.P. électrostatique à membrane convexe.

ENCEINTES A PAVILLON

On peut charger l'arrière d'un H.P. par un pavillon, mais comme celui-ci devrait avoir une longueur exagérée, on est obligé de le re-

plier. Ceci conduit à une enceinte très compliquée qui convient à un H.P. déterminé et est peu à la portée de l'amateur; ces enceintes ont un rendement exceptionnel et permettent de demander à l'amplificateur une moindre puissance qu'il fournira avec moins de distorsion.

On atteint, avec certaines enceintes à pavillon, un rendement de 50 %; c'est-à-dire dix fois plus de puissance acoustique pour la même puissance électrique qu'avec les baffles normaux.

Comme les dimensions des pavillons devraient atteindre des valeurs impraticables, on utilise pour compléter ou plutôt prolonger le pavillon, les encoignures. On arrive ainsi à d'excellents résultats avec des enceintes de dimensions honnêtes.

Les pavillons ont une fréquence de coupure au-dessous de laquelle le rendement tombe brutalement. Cette fréquence dépend de l'ouverture de la bouche. Il faut que le périmètre de celle-ci soit au moins égal au double de la longueur d'onde du son le plus bas à transmettre.

Ainsi à 30 c/s la longueur d'onde est 11 m.

La bouche devrait avoir 22 m. de périmètre, soit 5,5 m. de côté, pour une bouche carrée.

Devant cette impossibilité, on essaie de créer une résonance dans le pavillon, qui augmentant le rendement au moment où il commence à diminuer, permet de prolonger la courbe de réponse.

Les pavillons sont couramment utilisés sur les H.P. pour fréquences élevées, car ils tiennent lieu de filtre de coupure et assurent un excellent rendement dans l'aigu.

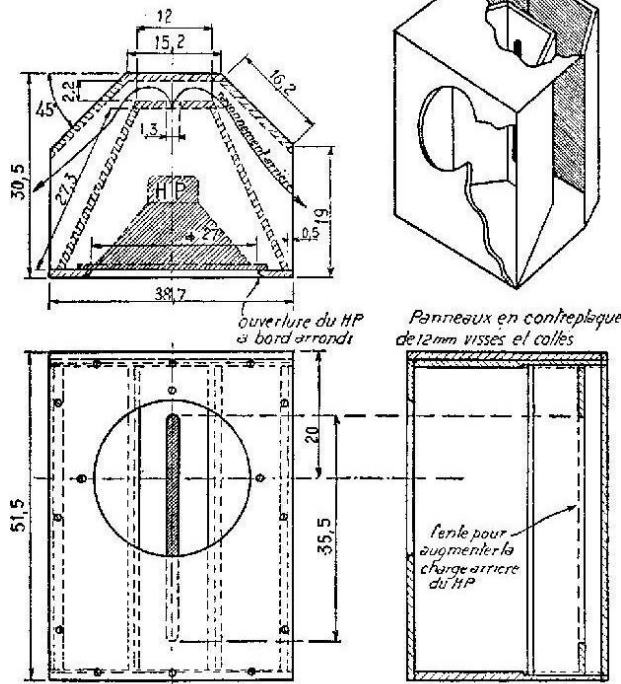


Fig. 10. — Enceinte Rebel V pour haut-parleur de 30 cm de diamètre pour encoignure avec pavillon pour rayonnement arrière.

REALISATIONS DIVERSES

Nous allons décrire, à titre documentaire, quelques réalisations d'enceintes parues dans différentes revues ou catalogues afin que ceux qui en seraient tentés puissent les expérimenter.

Nous insistons sur le fait que quel que soit le type d'enceinte qu'on construira, il faudra tâtonner pour en obtenir les meilleurs résultats, car tant d'éléments interviennent dans le fonctionnement, qu'une mise au point particulière sera nécessaire dans chaque cas.

Chaque inventeur trouve son enceinte supérieure aux autres; nous pensons que s'il ne faut pas croire aveuglément les prétentions qu'ils

ADAPTATION DE L'ENCEINTE AU H.P.

L'ensemble enceinte-H.P. forme un tout qu'on ne peut dissocier et avant de construire une enceinte il est nécessaire de bien connaître les caractéristiques du H.P. avec lequel elle est appelée à fonctionner, en particulier sa fréquence de résonance grave.

On se rappellera que celle-ci varie avec le temps et s'abaisse quand la souplesse des suspensions s'accroît par suite d'un fonctionnement prolongé.

Il est prudent de stabiliser le plus vite possible la fréquence de résonance d'un haut-parleur en le soumettant à une vibration prolongée et assez intense sur une fré-

DIVERS MODELES D'ENCEINTES

1° Enceintes closes :

a) Voir figure 5 l'enceinte « Cabasse ».

b) Enceinte contenant des matériaux absorbants. On peut réaliser sur ce type des coffrets fermés presque entièrement remplis de matériaux absorbants, mais il est difficile d'absorber complètement l'onde arrière. On pourra allonger son trajet en constituant à l'intérieur une sorte de labyrinthe à l'aide de chicanes.

Une enceinte réalisée par « Hartley » est munie de cloisons verticales en matériau absorbant et le fond du coffret est lui-même souple; il amortit ainsi les derniers sursauts de l'onde arrière. Ces enceintes ne bénéficient, pour atténuer la résonance propre du H.P., que de l'amortissement naturel du H.P. (fort champ magnétique) et de l'amortissement électrique apporté par l'amplificateur si celui-ci a une faible résistance de sortie.

Enceinte Bass-reflex.

Enceinte en briques (fig. 9).

On peut réaliser le panneau avant en bois très épais, 2,5 cm contreplaqué, mais on obtient d'excellents résultats en faisant ce panneau à double paroi laissant entre elles une épaisseur de 2 à 3 cm qu'on remplira de sable bien sec. Du contreplaqué de 1 cm d'épaisseur suffit; on maintient l'écartement entre les deux parois par de nombreux tasseaux vissés de place en place.

Les coffrets parallélépipédiques bass-reflex ne sont pas à conseiller à cause des nombreuses parois parallèles.

Pour des coffrets d'encoignure on pourra prendre comme base les données suivantes :

| Diamètre du H.P. | Fréquence des résonances | Volume minimum | Surface de l'ouverture |
|------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| 20 cm | 60 c/s | 85 dm ³ | 260 cm ² |
| 25 » | 50 » | 140 » | 324 » |
| 30 » | 45 » | 170 » | 260 » |
| 38 » | 35 » | 230 » | 390 » |

Enceintes à pavillon fig. 10 à 12.

La fig. 17 représente la conque « Ellipson » comportant un système Bass-reflex pour les fréquences basses et un déflecteur pour fréquences élevées.

La Conque Ellipson comprend deux parties très caractéristiques :

1) Un Réflecteur elliptique ou Conque, dont l'action se manifeste au-dessus de 800 c/s.

Les ondes sonores émises par la membrane au voisinage du foyer convergent après leur réflexion au foyer-image, d'où elles divergent à l'intérieur d'un cône de révolution, dont l'angle au sommet est fonction des caractéristiques géométriques du réflecteur (60° pour l'écoute d'appartement).

2) Une enceinte anti-résonnante, qui augmente, dans le registre grave, le couplage entre l'air ambiant et la membrane du haut-parleur.

Ce type d'enceinte permet, en outre, s'il est judicieusement accordé, de régulariser de façon remarquable l'allure de la courbe de réponse du haut-parleur aux fréquences supérieures à celle de sa résonance propre.

Dans certains modèles de grande qualité, l'enceinte anti-résonnante

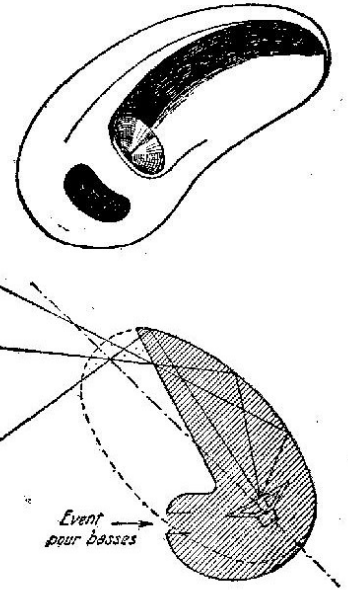


FIG. 13. — Conque « Ellipson », fonctionnant en baffle reflex pour les basses et comme déflecteur d'aigus. On l'a appelée baffle focalisateur, car le centre du haut-parleur est placé au foyer de l'ellipsoïde.

est équipée, indépendamment du haut-parleur et de l'évent habituel, d'une seconde membrane de caractéristiques mécaniques identiques à celles du haut-parleur utilisé.

L'ensemble formé par le réflecteur et par l'enceinte constitue une source sonore complexe. Les sons

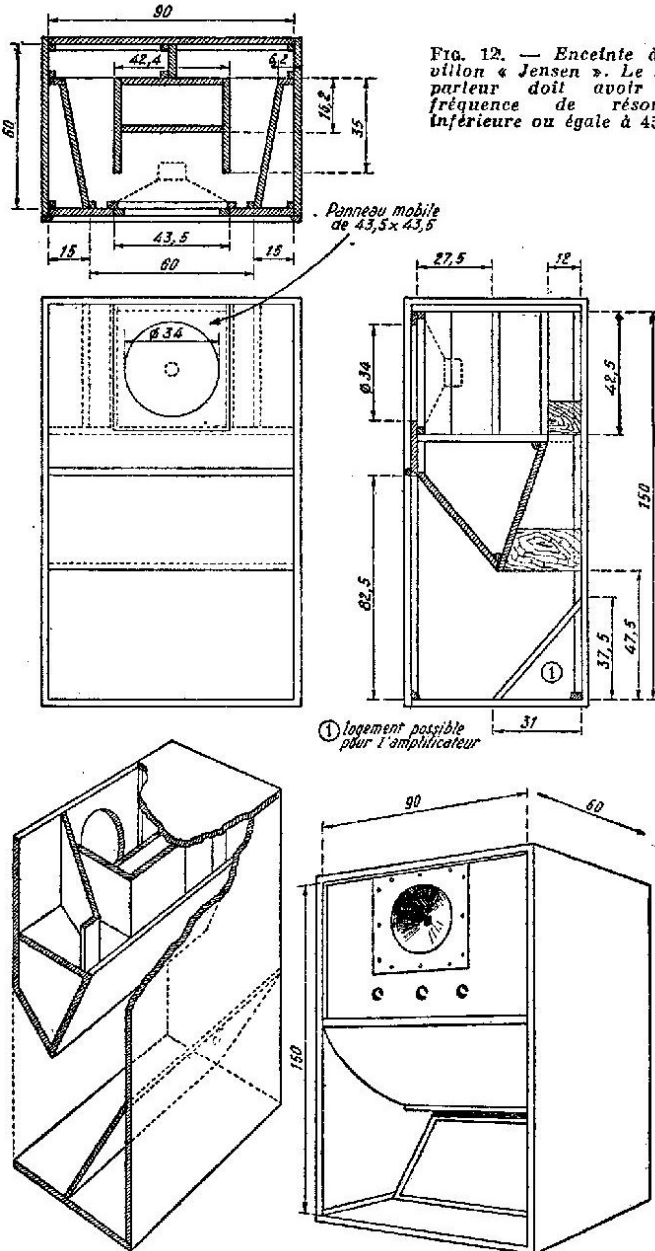


FIG. 12. — Enceinte à pavillon « Jensen ». Le haut-parleur doit avoir une fréquence de résonance inférieure ou égale à 45 c/s.

① logement possible pour l'amplificateur

formulent quant à la qualité de leur invention, il ne faut pas non plus tomber dans le défaut contraire et juger trop rapidement les qualités d'une enceinte sans avoir tout épuisé pour être sûr qu'elle fonctionne correctement et avec un H.P. voisin du type pour lequel elle a été conçue.

quence basse, en appliquant, par exemple, une tension de quelques volts secteur 50 c/s sur la bobine mobile. On déterminera la tension convenable convenant à l'impédance de la bobine mobile et à la puissance du H.P. A l'aide d'un rhéostat on pourra d'ailleurs ajuster au mieux cette tension.

Les principes fondamentaux de l'enregistrement magnétique

Le magnétophone à ruban est devenu désormais un appareil courant bien connu du grand public ; l'utilisation des modèles actuels n'exige plus aucune connaissance spéciale, et simplement quelques notions générales à la portée de tous. En fait, le développement de ces appareils a été rapide, même en France, après la guerre de 1939-45, mais le principe initial de l'inscription magnétique des sons est très ancien puisqu'il date de 1898.

C'est à ce moment, en effet, que Wladama Poulsen, surnommé l'Edison danois, démontra, le premier, la possibilité d'aimanter une surface très faible d'un film ou d'un ruban en matière magnétique, sans que cette aimantation agisse sur le reste de la surface du support. A cette époque déjà lointaine, ce support était constitué par un fil d'acier ou un ruban métallique homogène, et l'on ne connaissait pas les procédés d'amplification par tubes à vide. Il a fallu ainsi attendre plus de 40 ans pour voir apparaître des méthodes réellement pratiques et industrielles basées sur ce principe génial.

En fait, les appareils magnétiques n'ont été utilisés normalement que depuis 1940, et l'une des découvertes essentielles qui a permis leur perfectionnement et leur mise en pratique date de 1942.

Le phonographe, ou plutôt, sous sa nouvelle forme, l'électrophone, n'a aucunement perdu de sa vogue, bien au contraire, grâce à l'avènement des nouveaux disques micro-sillons, qui assurent une haute qualité sonore, et une longue durée d'audition.

Pourtant, ces machines à disques permettent uniquement la reproduction des sons enregistrés sur les disques du commerce, et non l'enregistrement. Avant l'avènement pratique des magnétophones, on utilisait des enregistreurs phonographiques relativement simples, et des disques à âmes métalliques recouvertes de matière plastique, pour effectuer des enregistrements directs. Le disque enregistré pouvait alors servir presque immédiatement pour la reproduction sonore, sans traitement intermédiaire. Des machines à graver de ce genre étaient employées par quelques amateurs, mais, désormais, la méthode ne présente plus guère d'intérêt même pour les usages professionnels ou semi-professionnels.

Alors que les électrophones sont uniquement des appareils de lecture sonore, les magnétophones sont presque toujours enregistreurs et reproducteurs. On commence, sans doute, à envisager ainsi l'utilisation de magnétophones-lecteurs, mais leur emploi dépend évidemment de l'édition industrielle de ruban sonores enregistrés.

LES PREMIERS PRINCIPES DU MAGNÉTOPHONE

Le principe initial de l'inscription magnétique est tout à fait distinct de celui de l'enregistrement phonographique, ou de l'inscription photographique. Les sons, généralement captés par un microphone, sont d'abord transformés par cet appareil électro-acoustique en oscillations électriques variables à fréquences musicales. On peut également vouloir retraduire dans les modèles modernes les sons enregistrés sur des disques phonographiques, ou provenant d'un radio-récepteur et dans tous les cas, le problème est le même puisqu'à la sortie d'un pick-up ou d'un récepteur radiophonique, on peut recueillir des tensions alternatives d'un niveau plus ou moins élevé, et dont les variations correspondent à la modulation sonore originale.

Ces oscillations électriques, que l'on peut actuellement amplifier à l'aide d'un montage électronique, agissant sur un dispositif d'enregistrement, ou tête magnétique, formés essen-

Sur la fente de la tête magnétique, on fait défiler actuellement à une vitesse rigoureusement uniforme, et de quelques dizaines de centimètres à la seconde un support magnétique souple, généralement constitué par un ruban en matière plastique, ou un film recouvert d'un enduit magnétique. Le champ magnétique variable à fréquence musicale de la tête magnétique aimante la matière magnétique, avec des variations correspondant exactement à celles des ondes sonores primitives.

Le support magnétique aimanté est normalement un ruban en matière cellulosique ou vinylique, ou même en papier, recouvert d'un enduit d'oxyde magnétique normalement de couleur brune. En principe, on peut employer d'autres supports, tels que les disques en résine synthétique enduite, ou même des feuilles. Le fil primitif en acier inoxydable est à peu près abandonné.

En tout cas, le support magnétique devient aimanté, et seulement sur une largeur correspondant à celle de la fente magnétique de la tête d'enregistrement.

Cette aimantation ne se diffuse pas dans toute la masse, ce qui constitue la découverte essentielle de Poulsen, et il se forme une piste sonore linéaire, de l'ordre de 2 millimètres de large, invisible, mais qui existe fort réellement, et qu'on peut d'ailleurs, mettre en lumière par différents moyens, en faisant, par exemple,

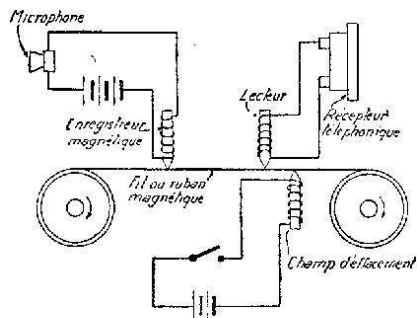


FIG. 1. — Principe élémentaire initial du magnétophone.

L'ÉVOLUTION DES MACHINES PARLANTES

Il existait, jusqu'à ces derniers temps, trois méthodes d'enregistrement et de reproduction des sons, paroles, musique, ou bruits. On peut employer d'abord la méthode photographique, qui consiste à inscrire les vibrations sonores au moyen d'un graveur électro-mécanique directement ou indirectement sur la surface d'un disque en matière plastique, dont on tire ensuite généralement par « pressage » un grand nombre d'épreuves. Les sons sont ainsi représentés par des sillons spiraloïdes très serrés à ondulations transversales.

Dans une deuxième méthode d'application plus limitée et généralement réservée à la sonorisation des films de cinéma, on exécute une inscription photographique des sons, qui sont représentés sur la surface du film photosensible, sous la forme de la piste sonore bien connue, présentant une succession de sortes de dents de scie, ou de barres successives, plus ou moins opaques, et toutes de même longueur. Le procédé donne d'excellents résultats, mais ne peut être appliqué que par des spécialistes ; les machines et les traitements nécessaires sont coûteux, et d'utilisation délicate.

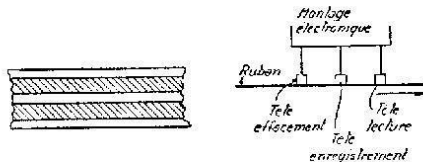


FIG. 2. — Les deux pistes aimantées du ruban magnétique.

tiellement comme un électro-aimant très spécial, et dont le circuit magnétique comporte un entrefer ou fente de très faible largeur (fig. 1).

Dans cet entrefer, il se produit alors un champ magnétique variable, en rapport avec l'amplitude des oscillations appliquées sur le système, et en correspondance avec les fréquences sonores.

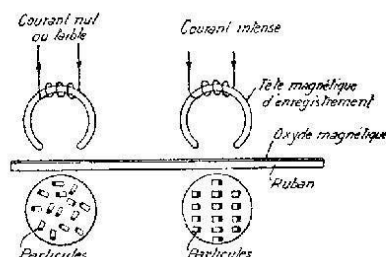


FIG. 3. — Action élémentaire de la tête magnétique d'enregistrement sur la surface du ruban.

plonger le ruban aimanté dans une suspension de grains de limaille de fer très fine, qui viennent se coller sur la surface uniquement aux endroits aimantés. Le support magnétique aimanté est, en quelque sorte, modulé sur sa surface, et la piste aimantée porte l'enregistrement.

Pour obtenir la reproduction des sons enregistrés, il faut faire défiler à nouveau dans le même sens, et exactement à la même vitesse uniforme, le support magnétique enregistré, devant une tête magnétique analogue à celle qui a servi à l'enregistrement, et qui comporte comme elle une sorte d'électro-aimant, avec un circuit magnétique à fente et un ou plusieurs bobinages magnétiques.

Le support aimanté vient frotter sur la surface de la fente du circuit, et l'application doit être parfaite, si l'on veut obtenir un bon résultat. Ce passage du support portant des aimantations variables sur l'entrefer de l'électro-aimant produit des inductions dans le bobinage de ce dernier. Le niveau des tensions obtenu dépend de l'intensité de l'aimantation de la piste, et de la vitesse de défilement de la bande suivant les lois fondamentales de l'induction électrique.

On peut ainsi recueillir des oscillations exactement semblables, en principe, à celles qui agissaient sur la tête d'enregistrement. Ces

oscillations peuvent être désormais amplifiées par un montage électronique, et actionné finalement un haut-parleur, qui reproduit des sons identiques à ceux qui ont frappé la plaque du microphone initial, ou qui étaient inscrits sur le disque phonographique. La reproduction des sons enregistrés constitue ainsi l'opération exactement inverse de l'enregistrement : elle présente la particularité essentielle de pouvoir être effectuée immédiatement après l'inscription des sons magnétiques, et, en général, au moyen des mêmes éléments. Dès que l'inscription

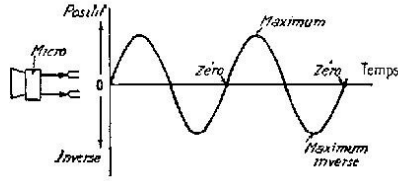


FIG. 4. — Effet d'un son simple (sifflement par exemple) agissant sur le microphone.

aimantée est effectuée, elle est prête à être reproduite, et il n'y a aucun besoin de prévoir un traitement intermédiaire quelconque.

Cette inscription aimantée du support offre encore une autre particularité remarquable, qui distingue le procédé d'enregistrement magnétique de tous les autres. La piste magnétique peut être effacée immédiatement sans laisser aucune trace, sans aucune détérioration du support et, en pratique, autant de fois qu'on le veut. Cet effacement est réalisé simplement en faisant à nouveau défiler le support magnétique aimanté, soit devant un aimant permanent, soit devant une tête magnétique spéciale, dite d'effacement, formée également par un petit électro-aimant à circuit magnétique fendu. Le bobinage est parcouru par un courant électrique plus intense, mais constant, et destiné à provoquer la saturation magnétique. Le support magnétique ruban, film, ou disque déjà enregistré une première fois peut alors servir à nouveau, comme s'il était vierge. En pratique, dans les modèles actuelles de magnétophones, on combine automatiquement l'effacement préalable de la piste aimantée et l'enregistrement, de façon à éviter une opération distincte, et à réduire la durée de la manœuvre.

LES AVANTAGES ORIGINAUX DES MAGNETOPHONES

Les avantages actuels, tant techniques que pratiques, des magnétophones leur confèrent des qualités tout à fait distinctes de celles des autres machines parlantes.

Les magnétophones ne sont pas comparables, en général, à des électrophones ordinaires à disques, puisque la plupart d'entre eux permettent aussi bien l'enregistrement que la reproduction des sons, mais on peut fort bien envisager leur utilisation comme machines parlantes phonographiques d'un genre particulier grâce à l'emploi de bobines de ruban magnétique pré-enregistrées.

Le ruban enregistré par l'amateur lui-même ou, plus rarement, par un éditeur professionnel peut porter un enregistrement qui a cessé de plaire, mais il n'en est pas perdu pour cela. L'effacement de l'inscription est presque immédiate, et le ruban désaimanté peut servir à de nouveaux enregistrements comme un ruban vierge quelconque. Le prix de revient final est faible, et correspond à un amortissement raisonnable de l'enregistrement primitif.

Cette possibilité d'un enregistrement immédiat des sons, paroles ou musique, et d'une reproduction également immédiate, sans aucun traitement intermédiaire, et en utilisant le même support enregistré constitue un avantage unique. Le même ruban ou le même film peut défiler sur une tête magnétique plusieurs centaines de milliers de fois, sans usure appréciable, si l'on prend les précautions nécessaires pour le choix et l'utilisation du ruban. L'ins-

cription magnétique se conserve aussi sans altération, grâce à des précautions élémentaires.

La facilité du montage avec possibilité d'effacement immédiat de la piste aimantée et d'une utilisation presque indéfinie d'un même support lorsqu'on ne conserve pas l'inscription originale, constitue aussi un avantage unique, qu'on ne peut envisager avec un autre procédé connu. C'est ce qui a assuré, en particulier, la suprématie de la méthode même dans les usages professionnels, en particulier pour le cinéma et la radio-diffusion.

La durée d'audition continue que l'on peut obtenir avec une bobine de ruban et un magnétophone de type courant, peut atteindre facilement une longue durée, de l'ordre de plusieurs heures. Cette durée dépend évidemment de la longueur du ruban, et de la vitesse de défilement ; il y a une limite pratique à la longueur du ruban ordinaire déterminée par l'encombrement des bobines, dont le diamètre habituel est de 12 cm ou de 18 cm. Mais, dans les machines d'amateur, on a réussi à utiliser du ruban de plus en plus mince et l'épaisseur peut atteindre 20 à 30 microns. Sur une bobine de 18 cm de diamètre, on arrive ainsi à enrouler 720 mètres de ruban très mince alors qu'avec un ruban ordinaire de 35 microns on ne peut utiliser que 360 mètres.

Un dispositif d'application relativement récente permet, en outre, de doubler la durée d'enregistrement obtenu à égalité de longueur du ruban. Ce dispositif consiste à ne pas placer la piste sonore sur toute la surface du ruban de l'ordre de 6,3 cm. On inscrit d'abord une première piste, généralement à la partie supérieure, et sur une largeur d'ordre de 2 mm. Une fois cette première piste enregistrée, il reste encore plus de la moitié de la surface du ruban non aimantée, et inutilisée. On peut alors inscrire une deuxième piste non pas simultanément avec la première, mais après que la première a été enregistrée, soit en changeant le sens de passage du ruban, et la position de la fente de la tête magnétique, soit en retournant les bobines en doublant ainsi la durée de l'enregistrement, pour une même longueur du ruban (fig. 2).

Il est ainsi possible d'obtenir des durées d'audition continue de plusieurs heures sur des magnétophones d'amateur avec des bobines



FIG. 5. — Disposition très schématisée des particules magnétiques élémentaires dans un ruban effacé et dans un ruban enregistré.

de ruban de dimensions relativement faibles. Le ruban est enroulé sur des bobines en matière plastique peu fragiles à manipuler, et qui peuvent aisément, s'il y a lieu, être envoyé par la poste.

UNE CARACTERISTIQUE ESSENTIELLE : LA VITESSE DE DEFILEMENT

Le ruban qui doit porter la piste aimantée est entraîné à une vitesse rigoureusement uniforme devant la fente de la tête d'enregistrement, et, en fait, il passe d'abord devant la fente de la première tête magnétique d'effacement, de façon à assurer automatiquement cet effacement, suivant le principe indiqué plus haut. Comme nous l'avons également indiqué, la surface du ruban doit s'appliquer exactement sur la fente des circuits magnétiques ; le frottement ne doit pas être trop accentué, mais il doit être effectif (fig. 3).

Dans les premières machines, la vitesse du passage du ruban était très grande, et de l'ordre de plusieurs mètres à la seconde, ce qui provoquait une grande consommation de ruban, et une usure rapide des surfaces. Dans

les appareils modernes d'amateur, les vitesses adoptées sont de 4,75 cm à la seconde, 9,5 cm à la seconde, et 19 cm à la seconde.

Cette vitesse conditionne évidemment, comme nous l'avons montré, la longueur du ruban nécessaire pour une même durée d'enregistrement, mais elle joue encore un autre rôle essentiel.

La fidélité de restitution des sons aigus dépend en partie de la vitesse de défilement du ruban, et dans certaines limites ; c'est ainsi que les appareils à 4,75 cm à la seconde, ou à 6 cm à la seconde, sont essentiellement destinés à l'enregistrement de paroles. Avec une vitesse moyenne de 9,5 cm à la seconde, on peut obtenir une bonne inscription de la parole et du chant, et une reproduction suffisante de la musique. Enfin avec 19 cm à la seconde, la qualité musicale peut être très satisfaisante.

C'est pourquoi, d'ailleurs, il existe des magnétophones à usages multiples et à plusieurs vitesses, de sorte que l'amateur peut choisir à volonté la vitesse qui convient le mieux à l'usage considéré. Nos lecteurs trouveront, d'ailleurs, des indications sur cette question, dans l'article de ce même numéro consacré aux platines mécaniques de magnétophones.

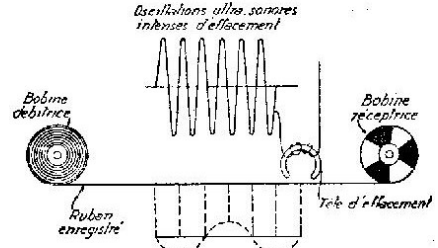


FIG. 6. — Représentation schématisée de l'opération d'effacement du ruban enregistré.

COMMENT L'AIMANTATION AGIT SUR LE RUBAN

Il est curieux de se rendre compte d'une manière très élémentaire de la façon dont se produit l'aimantation du ruban, ou, plus exactement, de la couche d'oxyde magnétique dont il est revêtu.

Avant l'aimantation, les particules magnétiques constituant la matière sont disposées d'une façon irrégulière, et au hasard, bien que certains fabricants s'efforcent, au cours de la fabrication, de les orienter dans la même direction. Chacun de ces éléments minuscules d'oxyde de fer peut être considéré suivant l'hypothèse élémentaire, comme un aimant minuscule, et le nombre de ces particules est immense.

Lorsqu'on approche un aimant ou un électro-aimant du ruban, au contraire, on fait agir sur ces particules un champ magnétique, et elles s'orientent dans des directions qui correspondent à ce que l'on appelle les lignes de force du champ, de même qu'on peut obtenir des tracés curieux, aiguilles magnétiques bien connus, à l'aide de poudre de limaille de fer dispersée sur une feuille de papier à proximité d'un aimant (fig. 5).

Le même phénomène se produit dans un appareil magnétique sous l'action de la tête d'enregistrement, qui détermine l'orientation des particules magnétiques, comme on le voit sur la figure 3. Lorsqu'un courant électrique faible est transmis dans l'enroulement de la tête, il se produit également un champ magnétique faible, qui détermine le changement de position de quelques-unes des particules de fer. Lorsque le courant électrique devient de plus en plus intense, le champ magnétique augmente de puissance, et un nombre plus important d'aimants élémentaires modifient leur position. Ces aimants peuvent se placer en ligne, et si le courant change de sens le résultat est le même, mais les lignes d'aimants sont disposées dans la direction opposée.

Lorsqu'un appareil électro-acoustique, par exemple un microphone, est relié directement, ou plutôt par l'intermédiaire d'un amplificateur, à la tête d'enregistrement, le champ magnétique produit par cette tête, augmente, diminue et change constamment de sens. Plus la hauteur du son est élevée, plus le nombre des variations électriques est grande pendant chaque seconde (fig. 4).

Lorsque le ruban magnétique se déplace de-

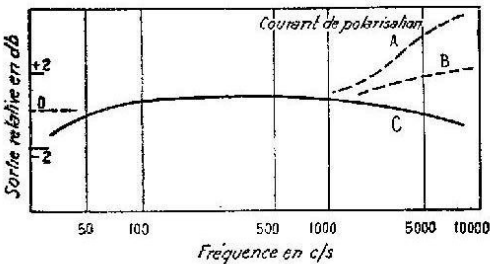


FIG. 7. — Variations des sons reproduits dans un magnétophone suivant le réglage de la prémagnétisation.

vant la tête, les variations du courant déterminent des modifications de l'orientation et du nombre des aimants élémentaires de la matière, les uns par rapport aux autres, correspondent exactement aux sons enregistrés.

La reproduction s'effectue de la même manière à l'aide de la tête magnétique de lecture, en faisant défiler le ruban devant son circuit magnétique. L'augmentation, la diminution, et le changement de sens du champ magnétique produit par le passage du ruban déterminant une augmentation, une diminution, et une inversion du courant électrique dans le bobinage de la tête. Cette variation de courant agit sur le haut-parleur, après amplification, et le son initial est reproduit.

L'effacement de la piste sonore aimantée consiste, en réalité, à faire disparaître cette orientation particulière et régulière des aimants élémentaires de l'oxyde magnétique, et à les rétablir dans leurs positions initiales assez irrégulières. Chaque appareil d'enregistrement possède ainsi, rappelons-le encore, une tête d'effacement qui est alimentée par un courant électrique plus intense, que celui utilisé pour l'enregistrement. Ce courant d'effacement change constamment de direction, ce qui détermine la production d'un champ magnétique changeant également de direction. Lorsque le ruban se déplace devant la tête d'effacement,

UNE PARTICULARITE ESSENTIELLE LA POLARISATION ULTRA-SONORE

La qualité de l'effacement, la réduction du bruit de fond et des distorsions n'ont pu, en réalité, être assurées d'une manière très satisfaisante dans les machines magnétiques qu'à partir de 1942 environ, date à laquelle on a utilisé un système particulier pour l'effacement consistant à employer une tête magnétique, dans laquelle on envoie un courant alternatif à fréquence ultra-sonore, c'est-à-dire de quelques dizaines de milliers de hertz, et qui a pour but, tout d'abord, de replacer entièrement le ruban à l'état magnétique neutre, en agissant énergiquement sur les particules magnétiques élémentaires que nous avons étudiées précédemment, en les brassant vigoureusement, en quelque sorte.

Ce courant particulier est produit dans les magnétophones par un petit oscillateur équipé avec un tube à vide, et il est également transmis et superposé, en quelques sorte, au courant habituel d'enregistrement. La particule magnétique est alors agitée, et son inertie est réduite, ce qui permet de s'orienter plus fidèlement suivant les variations mêmes du champ produit par la tête magnétique d'enregistrement. Le bruit de fond est supprimé ou, du moins, très atténué; les déformations acoustiques sont réduites et l'étendue de la gamme musicale enregistrée devient plus grande; en particulier, les sons aigus sont mieux enregistrés.

Cette transmission à la tête magnétique d'enregistrement d'oscillation ultra-sonore provenant d'un petit générateur local s'appelle la prémagnétisation. Elle offre une très grande importance pour le fonctionnement normal de l'appareil, et la qualité sonore finale; mais il faut que cette polarisation soit effectuée rationnellement, et dans des conditions parfaitement définies. La tête d'enregistrement est alimentée à la fréquence ultra-sonore, en même temps qu'à la fréquence audible destinée à l'enregistrement, par superposition et non par modulation. La fréquence ne dépasse pas normalement 100 KHz. La valeur de ce courant ultra-sonore de prémagnétisation appliqué à la tête d'enregistrement a une valeur optimum, mais qui doit être généralement en rapport avec le type de ruban magnétique adopté. Les valeurs ne sont pas non plus très critiques, et doivent, cependant, être choisies en rapport avec la fréquence la plus élevée des sons enregistrés et, par conséquent, avec la vitesse de défilement du ruban (fig. 7).

La solution idéale consisterait à avoir un dispositif de prémagnétisation réglable, et un système de contrôle immédiat permettant de se rendre compte de l'influence de la variation de l'intensité du courant ultra-sonore sur la qualité de l'enregistrement. Ce contrôle est assuré facilement sur les appareils à lecture immédiate comportant une tête magnétique de lecture séparée, et un amplificateur de lecture distinct. Malheureusement, ce genre de conception n'existe guère que sur les modèles professionnels.

LES DIFFERENTS ELEMENTS D'UN MAGNETOPHONE A RUBAN

Comme nous l'avons expliqué précédemment, on superpose généralement dans un magnétophone un courant alternatif à fréquence ultra-sonore au courant modulé d'enregistrement et l'on effectue automatiquement l'effacement au moment de l'enregistrement on peut cependant interrompre le fonctionnement de l'oscillateur ultra-sonore. Pour la superposition, c'est-à-dire l'opération qui consiste à effectuer un deuxième enregistrement, par exemple, de chant, en le superposant à un premier enregistrement déjà porté par le ruban, et, par exemple de musique.

Tout magnétophone, quel que soit son modèle, comporte d'abord un dispositif électromécanique, ou platine mécanique destiné à entraîner le ruban magnétique à une vitesse

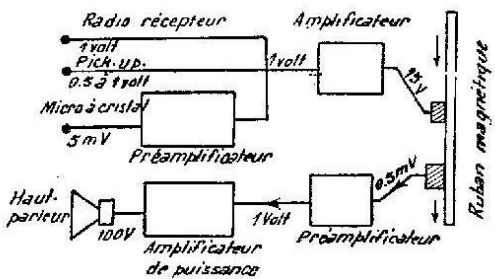


FIG. 9. — Les différents niveaux de tensions électriques dans un magnétophone à ruban.

absolument uniforme devant les pièces polaires des têtes magnétiques, et on trouvera, par ailleurs, dans ce même numéro, une étude consacrée à ces platines.

Le magnétophone comporte, d'autre part, une tête magnétique d'effacement alimentée par un oscillateur ultra-sonore, comme indiqué plus haut, et dans quelques machines simplifiées, cette tête est remplacée par un aimant permanent, ce qui présente plus d'inconvénients en particulier pour le bruit de fond. La machine comporte également une tête magnétique d'enregistrement, et une tête de lecture ou, plus généralement, une même tête combinée, servant à la fois à l'enregistrement et à la lecture. Sur certains appareils plus complets, le nombre de têtes peut même devenir plus grand; des têtes supplémentaires servent à assurer la lecture immédiate de l'enregistrement, à permettre l'utilisation automatique d'une deuxième piste, à des effets de relief sonore, à la synchronisation avec un projecteur de cinéma par des signaux de contrôle, etc.

Voyons, maintenant en quoi consiste surtout le montage électronique du magnétophone, qui comporte également différentes parties se retrouvant dans tous les modèles (fig. 8 et 9).

a) Un amplificateur d'enregistrement à tubes à vide et qui pourrait, d'ailleurs, être équipé avec des transistors, au moins pour la préamplification, est destiné à amplifier les oscillations électriques à fréquence musicale provenant d'un microphone, d'un pick-up, ou d'un radiorécepteur, avant des les transmettre à la tête magnétique d'enregistrement. Les tensions alternatives appliquées à l'entrée ne sont que de l'ordre du millivolt, lorsqu'il s'agit d'un microphone et du volt pour un pick-up. Elles doivent atteindre normalement 5 à 15 volts sur la tête d'enregistrement.

(Suite page 97)

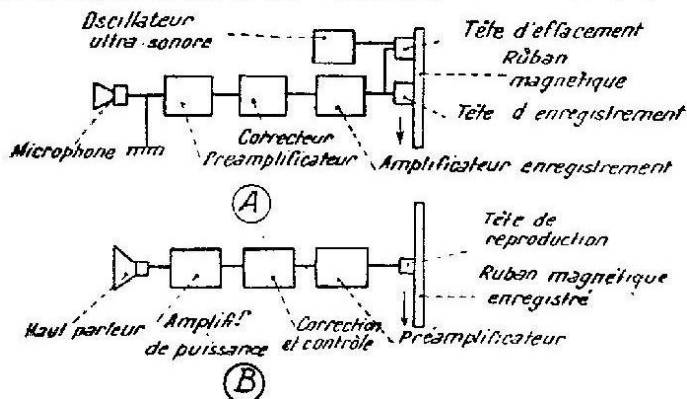


FIG. 8. — Les différentes parties schématisées d'un magnétophone à ruban; A, enregistrement; B, lecture.

les petits éléments minuscules de l'enduit magnétique sont rapidement déplacés dans toutes les directions, et cette agitation intense modifie la disposition précédente produite par la tête d'enregistrement. Lorsque les particules élémentaires portées par le ruban s'éloignent de la tête d'effacement le champ de cette dernière a une action de plus en plus faible, et, finalement, les particules demeurent dans des positions tout à fait irrégulières, et sans ordre déterminés, à la manière des éléments qui se trouvent dans un ruban ordinaire vierge. Toute trace de l'alimentation initiale a disparu (fig. 6).

Un autre effet essentiel de la prémagnétisation consiste à réduire le bruit de fond au moment de la lecture, et l'expérience montre qu'il y a toujours une valeur optimum permettant de supprimer le plus possible des déformations, et d'assurer une reproduction satisfaisante des sons aigus.

Un courant de polarisation exagéré produit, d'ailleurs, plus ou moins un certain affaiblissement du signal enregistré, et ce phénomène est plus sensible pour les sons les plus aigus; il dépend seulement des caractéristiques du support utilisé.

Les Platines mécaniques de Magnétophones

LES magnétophones sont des machines d'enregistrement et de reproduction sonores dans lesquelles on utilise des supports magnétiques entraînés à une vitesse linéaire absolument uniforme en face de « têtes » magnétiques. On peut utiliser, en principe, comme support d'enregistrement un fil métallique, un film cellulosique, un disque, un tambour, et surtout un ruban plastique. En fait, on emploie, à l'heure actuelle, presque toujours un ruban en triacétate de cellulose ou en polyvinyle; le ruban en papier a plus ou moins disparu.

Le magnétophone à ruban, le plus employé, est un appareil assez complexe, malgré sa simplicité de manœuvre; il comporte, à la fois, un montage électromécanique et un montage électronique.

Avant tout, il est nécessaire d'établir un ensemble d'éléments disposés généralement sur une plaque métallique ou **platine mécanique** assurant l'entraînement et le guidage du ruban. La vitesse varie suivant les applications désirées, et elle a, en général, pu être réduite, à égalité de qualité sonore, suivant un principe constaté d'ailleurs également dans l'évolution des autres machines parlantes.

LA VITESSE D'ENTRAÎNEMENT DU RUBAN

Désormais, la plupart des machines d'amateur fonctionnent avec des vitesses de 9,5 cm/seconde. Les appareils destinés à l'enregistrement spécial de la parole, en particulier, les modèles de bureau, peuvent fonctionner à vitesse réduite de 4,75 ou 6 cm. à la seconde, et, enfin, les modèles de haute qualité semi-professionnels, dans lesquels on veut obtenir la reproduction de sons d'une fréquence supérieure à 10.000 Hz, doivent comporter un système d'entraînement à 38 cm par seconde.

La vitesse adoptée pour la machine correspond plus ou moins à un genre d'enregistrement paroles ou musique; comme certaines machines sont destinées à des usages multiples, on prévoit souvent la possibilité, pour une même machine, d'obtenir deux vitesses d'entraînement différentes, sinon trois; la combinaison la plus couramment adoptée est de 19 cm/seconde et de 9,5 cm/seconde.

En réalité, il ne suffit pas de faire varier la vitesse d'entraînement, il faudrait aussi modifier les têtes magnétiques, qui devraient présenter des fentes, ou entrefers, de largeurs différentes, suivant les vitesses. Mais, cet inconvénient est généralement compensé dans l'amplificateur par un dispositif compensateur, qui assure une modification des caractéristiques d'enregistrement suivant la vitesse.

Un enregistrement à une vitesse d'entraînement déterminée, doit bien entendu être reproduit avec une vitesse exactement semblable, d'où la nécessité de normaliser les vitesses de défilement des platines mécaniques. En réalité, lorsqu'on veut obtenir la lecture d'un enregistrement effectué avec une machine de marque déterminée, au moyen d'une machine d'une autre marque, nominalement d'une même vitesse, on constate encore trop souvent des différences plus ou moins sensibles, et fort regrettables.

De même, lorsqu'on mesure avec précision la vitesse de défilement du ruban sur un magnétophone de bonne qualité, au début de sa

mise en marche et qu'on effectue la même mesure une demi-heure ou une heure après, à la fin de la bobine, on peut constater parfois des variations également regrettables, et, en particulier très gênantes lorsqu'il s'agit de synchroniser le fonctionnement du magnétophone avec celui d'un projecteur, ou d'une caméra cinématographique.

Les variations instantanées et irrégulières d'entraînement, ou plus ou moins périodiques, provenant de la friction des galets, des variations d'adhérence du ruban, du patinage des courroies, d'extensibilité des organes rotatifs sont encore plus gênantes et dangereuses, parce qu'elles produisent ce défaut sonore redoutable, qu'on appelle le pleurage, sans doute parce que la déformation correspondante se manifeste par une sorte de plainte ou de hululement bien caractéristique!

Le pleurage est l'ennemi N° 1 du constructeur de magnétophone, comme de l'utilisateur. Le bruit direct produit par le mécanisme d'entraînement, ainsi que les vibrations doivent également être évités; c'est ce qui a amené

180 mm de diamètre en matière moulée plastique, genre plexiglas, et pour 180 m ou 360 m de ruban ordinaire, 250/360 m ou 515/720 m de ruban mince.

Certaines platines réduites ne comportent que des plateaux pour bobines de 120 mm, et cette caractéristique est beaucoup moins gênante à l'heure actuelle, en raison de l'avènement pratique des rubans très minces assurant une longue durée d'audition, même avec des diamètres de bobines réduits.

La bobine réceptrice de droite est entraînée directement ou indirectement de façon à assurer le bobinage correct du ruban, au fur et à mesure de l'enregistrement ou de la reproduction. La bobine débitrice de gauche n'a pas besoin d'être entraînée, en principe, et elle joue seulement le rôle de frein pendant la marche normale pour assurer la tension du ruban.

La bobine réceptrice de droite ne peut, en réalité, tourner à une vitesse angulaire constante, puisque le diamètre de la galette de ruban augmente au fur et à mesure du fonctionnement.

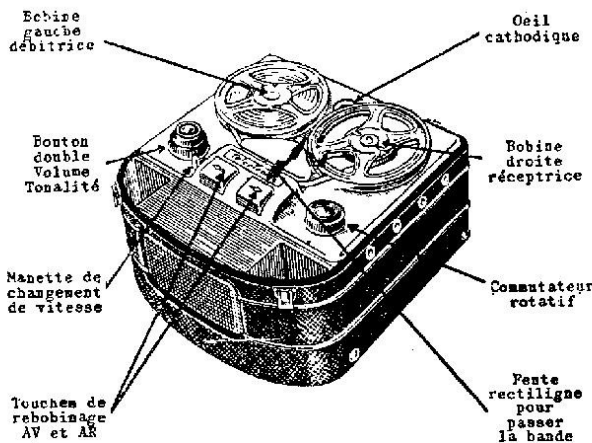


FIG. 1. — Les différents organes se trouvant sur le dessus de la platine mécanique d'un magnétophone simplifié.

généralement à proscrire l'emploi des engrenages, et à adopter l'entraînement par poulies et par courroies, ou la friction par galets caoutchoutés. Les organes d'entraînement agissant directement sur le ruban doivent tourner à une vitesse de rotation absolument uniforme et, d'ailleurs, généralement réduite. Cette régularité est d'autant plus difficile à obtenir que la vitesse est plus faible, d'où la nécessité d'adopter des systèmes régulateurs à volants à grande inertie.

Le ruban est enroulé initialement sur une bobine généralement en matière plastique, et à spires assez serrées; après être passé sur l'entrefer des têtes magnétiques, il vient s'enrouler sur une bobine vide réceptrice. Au cours de son trajet, il doit présenter une tension bien déterminée et très régulière, évitant les déplacements latéraux et la formation de boucles. Cette tension est indispensable pour une autre cause d'ordre électrique et magnétique; la surface magnétique doit appliquer d'une manière absolue sur la surface des têtes pour assurer une reproduction satisfaisante des sons aigus.

Quelles que soient leurs dispositions, les platines mécaniques à ruban comportent toujours, généralement à gauche, un plateau porte-bobine débitrice, et à droite un plateau porte-bobine réceptrice. Ces plateaux peuvent supporter normalement des bobines de 120 mm ou de

Les moteurs : organes essentiels

On peut envisager l'entraînement des organes de la platine par un fort moteur à ressort, plus ou moins analogue à celui d'un phonographe, ou par un moteur électrique à courant continu basse tension. C'est la solution adoptée sur des modèles très spéciaux destinés particulièrement au reportage, mais qui ne saurait convenir normalement sur les appareils d'amateurs courants, alimentés par le secteur alternatif 110 ou 120 volts.

Les platines magnétiques mécaniques normales comportent donc un moteur unique actionnant directement ou indirectement tous les organes de la machine, avec un dispositif mécanique de commutation plus ou moins complexe, à galets caoutchoutés à friction, ou à poulies avec courroies en caoutchouc ou métalliques.

On peut également utiliser trois moteurs. Le principal doit tourner à une vitesse rigoureusement constante, et entraîner le ruban par adhérence sur un axe vertical rotatif appelé **cabestan**. Cet axe est rarement relié directement au moteur; il est généralement séparé, et solidaire d'un volant assez lourd jouant le rôle de régulateur. La liaison entre le moteur et le cabestan et son volant s'effectue à l'aide d'une courroie ou de galets caoutchoutés.

Comme nous l'avons indiqué, la bobine réceptrice ne doit pas tourner à une vitesse uniforme. Dans les appareils à un seul moteur, il faut donc adopter un système d'entraînement à glissement ou à embrayage. Dans les systèmes à trois moteurs, deux moteurs distincts portent sur leurs axes directement les plateaux de la bobine débitrice et de la bobine réceptrice, et le couple moteur est réglé de façon à faire varier l'entraînement nécessaire, soit pour la marche en avant normale pour l'enregistrement et la reproduction, soit pour le rebobinage, et l'entraînement en avant rapide.

Ces deux dernières opérations sont assurées dans les appareils à un seul moteur par entraînement à l'aide de galets ou de courroies.

L'organe essentiel de la platine consiste toujours dans un moteur d'entraînement du ruban du type asynchrone-synchronisé, d'une puissance de l'ordre généralement de 1/40 à 1/50 de CV au minimum tournant à une vitesse de 1 200 à 1 400 tours/minute et du type à démarrage par bague en court-circuit, ou par condensateur. Ce moteur fonctionne généralement à une température assez élevée, mais un ventilateur est adapté sur son axe, pour assurer le refroidissement. Ce moteur doit être silencieux et équilibré, exempt de vibrations, il ne doit pas produire de champ extérieur très gênant sur les têtes magnétiques. Le couple moteur doit être élevé au démarrage et la vitesse aussi constante que possible à froid et à chaud; l'entretien doit être réduit au minimum. L'emploi de coussinets auto-graisseurs évite toute nécessité de contrôle par l'usager.

Le centrage de la partie mobile ou rotor est particulièrement précis. L'appareil fonctionne généralement verticalement, et l'arbre repose à la partie inférieure sur une bille ou un coussinet; les poulies d'entraînement sont généralement placées à l'extrémité supérieure.

Par suite de phénomènes électriques, le rotor tend à se soulever pendant le fonctionnement ou, au contraire, à être pressé sur le support intérieur, il peut en résulter des vibrations, qui doivent être évitées par un centrage précis.

Les changements de vitesse

Les dispositifs de changement de vitesse signalés précédemment, et permettant d'obtenir à volonté deux ou trois vitesses différentes, sont généralement mécaniques. On fait varier le diamètre du cabestan, par exemple, en plaçant ou en démontant un manchon, adhérent simplement par friction, sous la pression d'une vis molletée. On pourrait modifier aussi la vitesse de rotation en faisant varier la multiplication des organes d'entraînement. La méthode électrique, plus simple, en principe, consiste à adopter un moteur électrique spécial comportant, généralement, un nombre de pôles que l'on peut modifier du simple au double, à l'aide d'un commutateur.

L'entraînement par courroies rend plus difficile le changement de vitesses uniquement mécanique, et qui ne consiste pas dans la modification du diamètre du cabestan. On a tenté cependant d'employer des systèmes de « dérailleurs à courroies » plus ou moins analogues au changement de vitesses à dérailleur à chaîne employé sur les bicyclettes.

Les entraînements destinés à assurer les vitesses rapides de bobinage et de marche avant sont effectués aisément avec trois moteurs. Avec un seul moteur, il faut adopter deux embrayages, l'un dans le même sens que le tambour d'entraînement, et l'autre en sens contraire. Un dispositif doit être prévu également pour assurer une tension constante au fur et à mesure de l'enroulement du ruban sur la bobine réceptrice.

Dans les premiers appareils, la position du ruban devait être modifiée à la main pour la marche avant normale, et la marche rapide en arrière ou en avant. Dans les appareils ac-

tuels simplifiés, on se contente de laisser le ruban légèrement frotter sur les têtes pour la marche rapide, tout en diminuant la tension afin d'éviter une usure des têtes et du ruban. Dans les appareils classiques moyens, des pièces de guidage déplacent le ruban en arrière au moment du bobinage, ou de la marche avant rapide, afin d'éviter le frottement.

En général, le ruban est guidé avant son passage sur les têtes, au moins par un premier galet fixe en métal non magnétique, et un deuxième galet est prévu à la sortie de l'ensemble des têtes; généralement, ces galets ont simplement une surface bien polie et ne sont pas mobiles. Certains constructeurs ont cependant recours, avec raison, à des galets tournants à coussinets ou même montés sur billes.

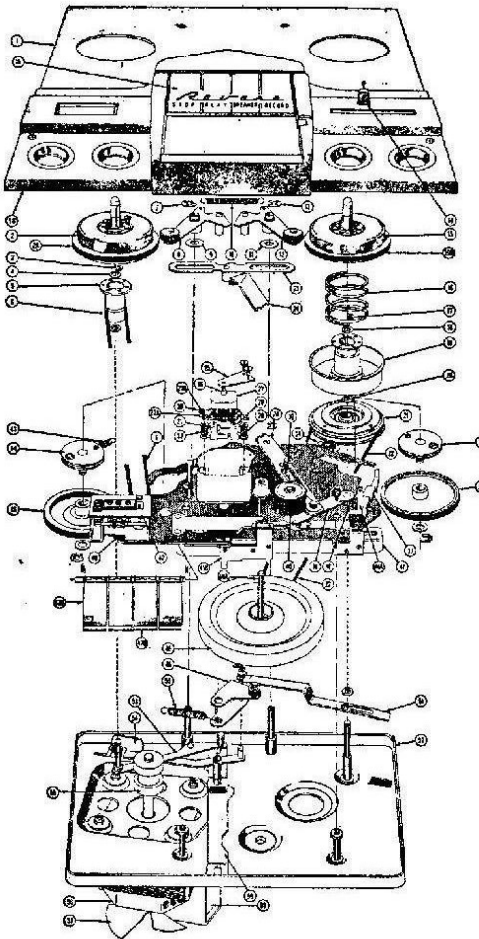


FIG. 2. — Une platine mécanique à un seul moteur en vue éclatée. Modèle américain (Revere). Commandes directes par touches. En haut, la platine supérieure et les plateaux porte-bobines. En-dessous, les organes d'entraînement par friction et le volant. En bas, le moteur sur sa plaque de montage.

Les dispositifs assurant les marches rapides en avant et en arrière, dans les appareils à un moteur, peuvent être très divers, et souvent d'une conception mécanique assez rudimentaire, les systèmes d'embrayages et de débrayages étant constitués, par exemple, par des courroies métalliques qui frottent sur des poulies graissées. Les divers entraînements en avant et en arrière peuvent être ainsi obtenus à l'aide d'un arbre conique portant différents manchons de diamètre variable, et que l'on met en prise avec des galets correspondants, simplement en les soulevant mécaniquement à la main, en tirant sur un bouton de commande.

Un moteur ou trois moteurs ?

L'emploi de trois moteurs n'est guère fréquent sur les modèles de platines d'amateur. Pourtant, il constitue la solution mécanique la

plus simple; pour les appareils de qualité, il ne semble pas que ce procédé soit le plus coûteux.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les supports de bobines sont fixés directement sur les axes de petits moteurs à induction, dont on peut utiliser la vitesse maximum pour la marche en avant ou en arrière rapide.

Le moteur est légèrement survolté pour la marche rapide de courte durée; il est, au contraire, sousvolté, généralement, à l'aide d'une résistance en série, pour assurer le bobinage du ruban sur la bobine réceptrice, au moment de l'enregistrement ou de la reproduction. Dans ce cas, le moteur de la bobine débitrice est utilisé simplement pour le freinage, ce qui assure la tension du ruban et évite les complications mécaniques. Cette méthode présente l'inconvénient d'entraîner parfois du pleurage.

Dans les modèles à un seul moteur, la commande des dispositifs d'embrayage peut être assurée par un bouton unique de contrôle, ce qui exige un ensemble de bielles, de bras et de cames plus ou moins compliqués, s'il s'agit, comme c'est le cas en général, d'un entraînement par galets caoutchoutés.

Commande automatique et accessoires

Sur certaines machines de prix assez élevé, on utilise des commandes semi-automatiques par touches ou boutons à poussoirs à action mécanique ou électro-mécanique, en ayant recours alors à des relais actionnés par impulsions ou par un courant continu redressé. Il s'agit là de dispositifs complexes et coûteux.

Dans la plupart des machines qui permettent actuellement d'obtenir l'inscription de deux pistes superposées, l'une à la suite de l'autre, on utilise simplement des têtes magnétiques à fentes décalées, et le retournement des bobines, comme dans les caméras cinématographiques de 8 mm « double-huit ».

Pendant sur certaines platines, généralement d'importation, on adopte deux jeux de têtes, ce qui permet le passage automatique d'une piste à l'autre, en changeant le sens du défilement, et sans retournement des bobines. Ce passage d'une piste à l'autre exige encore une commande électro-mécanique assez complexe.

La platine comporte souvent un compteur de repère à tambour ou à aiguilles. Il s'agit simplement d'un dispositif de repérage arbitraire, et qui n'indique pas la longueur du ruban utilisé; l'entraînement peut donc se faire simplement par l'arbre de support de la bobine réceptrice.

L'entraînement du ruban et le freinage

La tension du ruban doit être absolument régulière, de façon à assurer un enroulement normal sur la bobine réceptrice, et une adhérence parfaite sur les fentes des têtes magnétiques. Une pression trop forte peut produire une usure anormale, ou même un blocage, et, inversement, tout entraînement détermine un affaiblissement des sons aigus. Cette pression est donc très critique.

Deux solutions ont leurs partisans. Certains se contentent d'assurer la pression du ruban sur les têtes uniquement par réglage de la tension; d'autres, et ils sont nombreux, adoptent des patins-presseurs en feutre ou en caoutchouc, collés sur des lames de ressort en métal non magnétique. Le dispositif idéal ne semble pas encore avoir été trouvé, car on constate de nombreuses variantes et, en particulier, l'emploi de galets de pressage en caoutchouc-mousse sur des modèles allemands.

Le cabestan, constitué par un galet métallique tournant à vitesse uniforme, doit avoir une force d'entraînement supérieure à celle de la bobine débitrice. Pour une vitesse de

76 cm/seconde, un cabestan fixé directement sur l'axe d'un moteur aurait un diamètre de l'ordre de 10 mm; ce diamètre serait réduit à 5 mm pour une vitesse de 38 cm/seconde. Pour des vitesses d'amateur, il faudrait ainsi utiliser un axe qui deviendrait une véritable aiguille; c'est pourquoi on adopte normalement, comme nous l'avons noté, un cabestan séparé du moteur et solidaire d'un volant assez lourd. Ce volant est entraîné par une courroie. On peut cependant distinguer des modèles d'un diamètre relativement grand, qui assurent une adhérence directe suffisante par la simple tension du ruban, et les cabestans de quelques millimètres de diamètre, sur lesquels le ruban est appliqué par un galet-presseur, généralement recouvert de caoutchouc. Lorsqu'il s'agit de modèles de haute précision, destinés à des enregistrements de caractère technique et même scientifique, on a même proposé des dispositifs d'adhérence pneumatique, fonctionnant à l'aide d'une pompe, et non plus par simple friction.

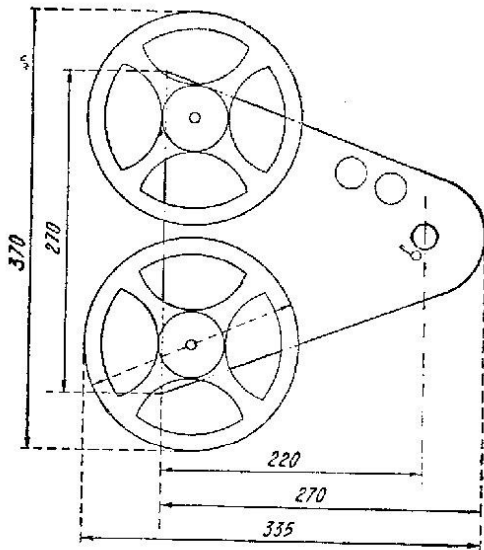


FIG. 3. — Dimensions d'une platine adaptable sur tourne-disques.

Dans les modèles à un seul moteur, il faut toujours prévoir un système de freinage des plateaux-supports du ruban, soit pour assurer la tension normale pendant l'enregistrement ou la reproduction, soit pour déterminer l'arrêt du rebobinage, ou la marche avant rapide. Le système le plus simple et le plus employé consiste dans l'emploi de dispositifs à friction avec des plaquettes de feutre, sur lesquelles reposent les plateaux porte-bobines. Ce système est évidemment assez rudimentaire et difficile à régler; c'est pourquoi on a eu recours à différents modèles plus ou moins pratiques à freins magnétiques, par exemple, ou à patins en feutre latéraux.

Notons encore la possibilité d'assurer l'arrêt automatique du mécanisme d'entraînement à la fin du rebobinage ou d'un enregistrement, c'est-à-dire lorsque le ruban ne se trouve plus sur les guides. On peut concevoir un dispositif d'arrêt uniquement mécanique ou électro-mécanique, avec utilisation d'un relais mis en circuit à l'aide d'un contact constitué par une bande métallique collée sur le ruban.

En général, les perfectionnements des platines mécaniques se manifestent spécialement par une sélection et une simplification des dispositifs utilisés, qui doivent présenter un caractère de solidité, et de durée de service de plus en plus grande. C'est ainsi que les dispositifs de commande complexes à touches à poussoirs et à relais électro-mécaniques ne peuvent être employés que par des constructeurs spécialisés.

EXEMPLES DE PLATTINES MECANQUES D'AMATEURS

Une platine simplifiée d'un type que l'on peut facilement se procurer en France est montée ainsi sur une plaque métallique carrée de 270 mm de côté. Elle comporte un moteur asynchrone 110 volts tournant normalement à 1 440 tours/minute. Ce moteur actionne, par l'intermédiaire d'une courroie métallique, un cabestan relié à un volant de grand diamètre de 95 mm, tournant à 420 tours/minute. Le ruban est pressé sur le cabestan par un galet caoutchouté de 35 mm de diamètre.

Les axes du moteur du cabestan et du galet presseur sont montés sur des coussinets auto-graisseurs, et l'on peut obtenir facilement, soit la vitesse de 9,5 cm/seconde, soit celle de 19 cm/seconde, en démontrant ou en remontant un mandrin emmanché sur l'axe du cabestan. Cette platine peut recevoir des bobines de 18 cm de diamètre contenant 720 m. de bande mince. L'utilisation des deux pistes, avec piste en haut, est assurée simplement par retournement des bobines; le rebobinage rapide est assuré uniquement par une manivelle fournie avec la platine.

Un modèle de platine plus perfectionné comporte un moteur de même type, et ses dimensions sont également de 27 x 27 cm; le volant, ainsi que le cabestan, sont les mêmes.

Mais le rebobinage arrière rapide est assuré par un embrayage à cône commandé à la main, et le rebobinage avant rapide est assuré par le débrayage de la bobine débitrice. La bobine réceptrice est commandée par une friction à ressort réglable, ce qui permet un rebobinage normal de la bande.

Enfin, un type de platine plus complexe comporte deux moteurs avec commande par contacteurs à touches, pour la marche avant rapide, le rebobinage arrière rapide, la marche avant normale, et l'arrêt.

Ces contacteurs commandent des électro-aimants, et les mouvements différentiels sont assurés uniquement par friction sur feutre; l'alimentation des électro-aimants est obtenue en courant redressé par un tube à vide.

La platine comporte un compteur à deux aiguilles avec remise à zéro.

d'adaptateurs montés sur un tourne-disques, ne comportant pas de moteur distinct, et, par conséquent, très simplifiés et de prix réduits.

Malheureusement, les résultats ne sont pas toujours très satisfaisants, car ils dépendent essentiellement de la qualité du moteur du tourne-disques. A cet égard, on obtient souvent une qualité meilleure avec d'anciens modèles 78 tours, qu'avec des tourne-disques récents à plusieurs vitesses.

En tout cas, de tels adaptateurs ne sont généralement pas destinés à des auditeurs exigeants, mais à des amateurs débutants, ou qui ne disposent que d'un budget modeste, et qui veulent se rendre compte des possibilités de l'inscription magnétique.

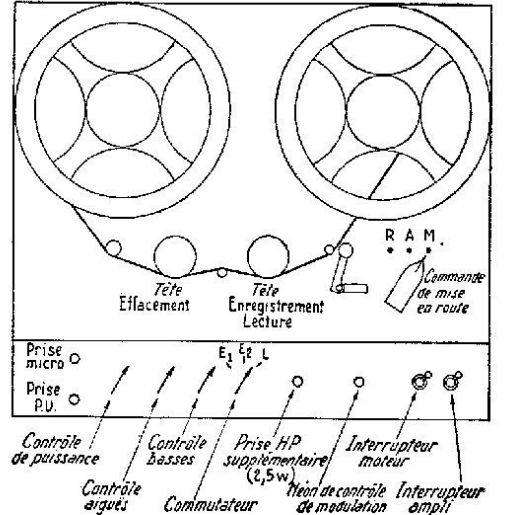


FIG. 4. — Dispositif schématique d'une platine mécanique simple et des différentes commandes du magnétophone.

Il existe des adaptateurs simples de ce genre, de dimensions assez réduites, qui ne dépassent pas 27 cm environ, et qui se montent très rapidement. La platine, de forme triangulaire, se pose sur le plateau tourne-disques;

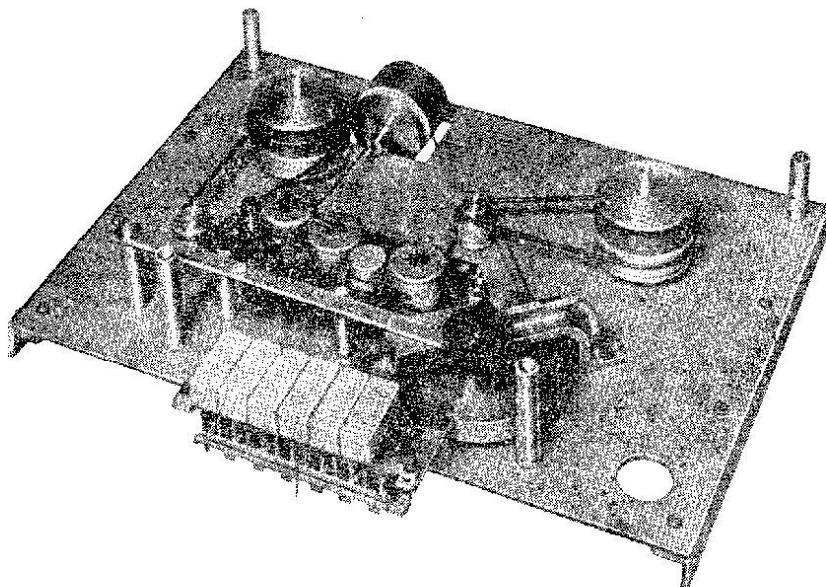


FIG. 5. — Platine à commandes par touches (Salzbourg Oliveres).

Platines mécaniques pour tourne-disques

Depuis les débuts de l'avènement pratique des magnétophones on a songé à utiliser des tourne-disques phonographiques pour assurer l'entraînement du ruban des magnétophones. Cette solution est très attrayante à première vue, car elle permet d'établir des systèmes

l'entraînement est assuré par une rondelle de 75 mm recouverte de caoutchouc reposant sur le plateau tourne-disques, ou sur un disque intercalé, ce qui permet la retraduction d'un enregistrement phonographique.

Les platines mécaniques actuelles sont donc, on le voit, très diverses et capables de répondre à tous les besoins des amateurs.

LES BANDES MAGNETIQUES

Quelques notions sur leur emploi, leur constitution et leur conservation

DEPUIS le début de 1952, la fabrication des magnétophones à ruban a remplacé dans le monde entier celle des magnétophones à fil. Il faut cependant signaler qu'à cette époque, les bandes magnétiques étaient loin d'avoir les qualités des bandes actuelles mais malgré leurs défauts, elles présentaient de nombreux avantages sur le fil magnétique. Les appareils à bande étaient toutefois de réalisation plus délicate. C'est pourquoi, dans ce préambule, nous croyons utile d'avertir nos lecteurs que les bandes fabriquées antérieurement à 1952 sont inutilisables sur les magnétophones modernes. Elles étaient employées dans des appareils défilant à 76 cm/s, avec des têtes magnétiques ayant des entrefers de 20 microns. Les magnétophones modernes donnent des résultats comparables à ceux obtenus en 1948 à 9,5 cm/s, soit à une vitesse 8 fois moins grande et l'entrefers des têtes est de 5 microns.

Les bandes fabriquées antérieurement à 1952 n'ont pas les qualités requises par cette forme de magnétophone et si la Radiodiffusion Française les a rebutés, c'est sûrement parce qu'elle ne pouvait plus s'en servir! Les enregistrements faits sur ces bandes sont très faibles, souvent inaudibles et toujours mauvais. Donc, ne vous laissez pas séduire par leur prix...

La fabrication des bandes magnétiques s'améliore périodiquement et les bandes fabriquées depuis le début de 1956 méritent une étude approfondie.

LES BANDES MAGNETIQUES MODERNES

Nous trouvons maintenant sur le marché français des bandes fabriquées par Kodak et par Sonocolor. Cette dernière firme était antérieurement liée à la Société Westinghouse; il semble qu'actuellement elle bénéficie d'une indépendance totale.

Les bandes sont maintenant livrées sur bobine plastique dans des cartons de 185 x 185 x 28 jaunes pour Kodak, rouges pour Sonocolor et le dessous de la boîte permet la notation des enregistrements. Sonocolor a créé des reliures permettant le classement de ces boîtes par 3, verticalement dans une bibliothèque.

Il existe dans chacune de ces marques deux qualités de bande : les **bandes normales** et les **bandes minces**. En effet, le but recherché par le fabricant de bandes magnétiques est de donner la durée d'enregistrement la plus grande pour une dimension de bobine donnée. Les tableaux I et II donnent toutes les précisions sur ce point et résumant clairement les données de ce problème il est donc inutile de s'y étendre.

Comme nos lecteurs le savent déjà la bande magnétique est composée d'un support en matière plastique, sur lequel est disposée une couche d'oxyde de fer magnétique. On peut dire que maintenant les qualités des oxydes employés sont à peu près égales et seuls les supports différencient les bandes. Nous traiterons plus loin de ce point, mais il est nécessaire d'étudier les supports.

Le support employé par la Société Sonocolor est constitué par du chlorure de vinyle, celui employé par Kodak un triacétate de cellulose. Les supports pour amateurs dans chacune de ces marques ont deux épaisseurs, le plus épais 50 microns, pour Sonocolor, 54 microns pour Kodak, constitue la bande normale, la plus mince 40 microns pour Sonocolor, 35 microns pour Kodak, la bande mince.

Le tableau I donne les longueurs admissibles pour les deux types de bobine, mais il faut remarquer que pour obtenir les longueurs annoncées sur les bobines dont les diamètres extérieurs restent les mêmes, Kodak emploie des bobines dont le noyau est d'un diamètre inférieur au standard. Ceci est assez gênant, car les bobines réceptrices ont des noyaux standardisés et il est impossible de loger sur ces bobines les longueurs logées sur les bobines Kodak. Le tableau III donne les dimensions des bobines standardisées et celles des bobines Kodak. Nos lecteurs se demanderont pourquoi les dimensions des bobines Kodak n'ont pas été adoptées comme standard, c'est uniquement parce que les fabricants de magnétophones s'y sont opposés, pour des questions primordiales.

Et ceci nous amène à traiter de la question du défilement de la bande dans les appareils. La figure 1 schématise un magnétophone et donne la terminologie nécessaire pour la compréhension du texte qui va suivre.

Avec un noyau de 30 mm, la longueur de la 1^o spire sera de 9,42 cm.

Avec un noyau de 60 mm, la longueur de la 1^o spire sera de 18,85 cm.

Pour un diamètre extérieur de 175 mm, la longueur de la dernière spire sera de 54,85 cm.

On voit donc que pour un noyau de 30 mm, le rapport entre la 1^o et la dernière spire sera de 5,82, tandis que pour un noyau de 60 mm, le rapport sera de 2,61.

Pratiquement, avec un noyau de 30 mm, la bobine vide doit tourner presque deux fois plus vite, pour recevoir la bande, que si le noyau est de 60 mm. Donc, quel que soit le mode d'entraînement de la bobine réceptrice, moteur ou friction, la force à appliquer sera 2 fois plus grande avec un noyau de 30 qu'avec un noyau de 60 mm. Et si la force appliquée est grande, la tension appliquée à la bande entre la bobine réceptrice et le cabestan le sera également et à moins d'augmenter exagérément la pression du galet presseur, cette force aura ten-

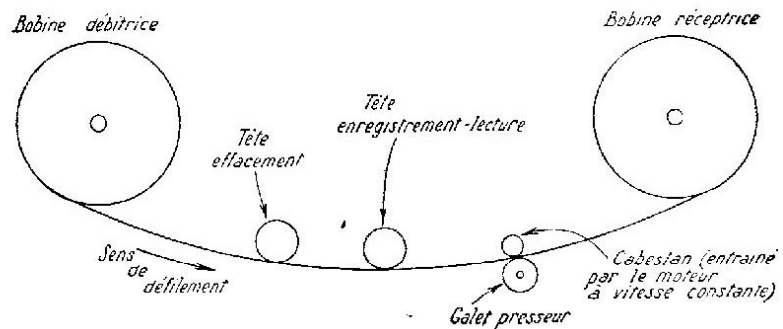


Fig. 1

La bande enroulée sur la bobine débitrice sera entraînée devant les têtes magnétiques par l'ensemble cabestan/galet presseur et sera ensuite rebobinée sur la bobine réceptrice.

Les conditions suivantes sont nécessaires pour que le déroulement de la bande se fasse sans pleurage.

1^o La vitesse linéaire de la bande doit être rigoureusement constante.

2^o La tension de la bande sur les têtes doit être rigoureusement constante.

Considérons en détail ces conditions. Pour que la vitesse linéaire soit constante, il faut que la vitesse du cabestan soit constante et la précision mécanique rigoureuse. Les bobines ne semblent pas intervenir ici, mais examinons le rôle de la bobine réceptrice.

La bande va d'abord s'enrouler sur le diamètre du noyau et la galette s'agrandira pour atteindre un diamètre sensiblement égal au diamètre extérieur de la bobine.

dance à faire glisser la bande sur le cabestan et par conséquent « troubler le défilement » constant de la bande.

Ce qui est vrai pour la bobine réceptrice l'est également pour la bobine débitrice et c'est pourquoi le noyau des bobines a été standardisé à 60 mm.

Les propriétés mécaniques de la bande interviennent également dans le défilement. L'élasticité doit être très faible, de telle sorte qu'il n'y ait aucun allongement de la bande entre le cabestan et la tête d'enregistrement/lecture.

Pour que la tonalité soit respectée il importe que la bande ait toujours la même longueur, c'est-à-dire que la bande ne s'allonge ni ne se rétrécisse à la chaleur ou au froid ou suivant les conditions hygrométriques. En ce qui concerne les variations de température, étant donné les conditions d'emploi des magnétophones, on peut considérer que la température peut

Tableau I

TABLEAU DES TEMPS D'ENREGISTREMENT SUR MAGNETOPHONES DOUBLE PISTE

| défilement | 19 cm/s | 9,5 cm/s | 4,75 cm/s |
|-------------------|----------|-----------|-----------|
| Bande 360 m. | 31 m x 2 | 62 m x 2 | 124 m x 2 |
| Bande 180 m. | 15 m x 2 | 30 m x 2 | 60 m x 2 |
| Bande 250 m. | 21 m x 2 | 42 m x 2 | 84 m x 2 |
| Bande 500 m. | 43 m x 2 | 86 m x 2 | 172 m x 2 |
| Bande 720 m. | 63 m x 2 | 126 m x 2 | 252 m x 2 |

varier de 14° à 35°, mais les conditions hygrométriques varient facilement de 0 à 98 %.

Lors des reboinages rapides, les tensions appliquées à la bande sont souvent importantes et des accidents peuvent arriver, la bande peut glisser entre la galette et les jous de la bobine, ou s'enrouler sous la bobine sur l'axe d'entraînement. Donc la bande doit être résistante à la cassure. Les tableaux IV et V donnent les résultats d'essais faits par Sonocolor et Kodak.

Mais la bande doit répondre encore à d'autres conditions mécaniques : elle ne doit pas se déformer dans le temps. Elle doit rester plane. Les bandes anciennes avaient tendance à s'incurver soit dans un sens soit dans l'autre (fig. 2), et ceci suivant le sens d'enroulement sur la bobine. Ce défaut semble avoir été éliminé par les fabricants, mais un défaut subsiste encore, les bandes après un certain temps de service, prennent du « curling », c'est-à-dire qu'elles frisent. Il est évident que la bande incurvée comme la bande ayant du curling appliquera mal sur la tête d'enregistrement/lecture et nous trouvons là encore une source de pleurage. Il convient donc, pour faire des enregistrements corrects, d'avoir des bandes dont l'état mécanique soit parfait.

ENDUIT MAGNETIQUE

L'enduit magnétique est composé d'oxyde rouge de fer magnétique (Fe²⁺O³) finement pulvérisé, mélangé à un plastifiant destiné à le faire adhérer au support. Les grains d'oxyde de fer doivent être aussi petits que possible, le diamètre moyen est de 0,5 à 1 micron et la répartition dans le plastifiant doit être extrêmement homogène. La couche doit être d'une épaisseur rigoureusement constante et ceci exige beaucoup de soins de fabrication. Elle ne doit présenter aucune aspérité et c'est pourquoi Sonocolor polit sa bande.

Ce polissage présente l'inconvénient de magnétiser la bande avec une polarité magnétique continue qui se traduit à la lecture par un souffle important. Ce défaut disparaît au premier effacement donc au premier enregistrement sur les appareils ayant un effacement par courant haute fréquence. Il peut ne pas en être de même sur un appareil à effacement permanent suivant la polarité magnétique de la bande et celle de l'aimant d'effacement. Sur un appareil à effacement permanent, la bande magnétique peut prendre un souffle qui s'accroît avec le nombre d'effacements.

CONSERVATION DES BANDES

La question de conservation des enregistrements sur bande magnétique a été souvent posée et à part les pionniers de l'enregistrement magnétique, peu de gens peuvent répondre à une telle question.

En ce qui nous concerne, nous possédons des enregistrements magnétiques réalisés entre 1947 et 1950 tant à Paris qu'en Afrique Noire sur bandes BASF et Westinghouse/Sonocolor. Nous les avons repassés avant d'écrire ces lignes et nous pouvons assurer que ces enregistrements ont conservé toutes leurs qualités.

Tableau III

| Type de bobine | Diamètre extérieur en mm | Diamètres noyaux en mm | |
|----------------|--------------------------|------------------------|----|
| Normalisée | 128 + 0 - 2 | 45 ± 0,2 | |
| | 180 + 0 - 3 | 60 ± 0,2 | |
| | Kodak | 128 | 40 |
| | | 180 | 45 |

Nous avons retrouvé, après dix ans, des enregistrements ayant toute leur fraîcheur et tout leur naturel. Aucun souffle n'est apparu. La puissance a-t-elle diminué ? Nous ne pouvons le dire d'une façon formelle car la lecture n'était pas faite avec un appareil de l'époque. En tout cas, à l'écoute, il est impossible de s'en apercevoir.

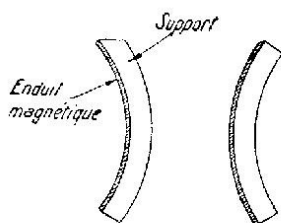


FIG. 2

Par contre, ces bandes sont devenues à peu près ineffaçables. Nous n'avons pas décelé la moindre trace d'échos, qui auraient pu se produire par transmission de la magnétisation d'une spire sur l'autre (1). Le support était dans la plupart des cas en excellent état et sur 20 bandes de 1 000 mètres, une seule présentait des traces de curling longitudinal. Néanmoins la lecture de cette bande se faisait normalement. Nous les avons conservées sans précautions particulières, soit en boîte, soit à l'air libre dans un local sec mais aéré, à l'abri de la lumière et du soleil.

En ce qui concerne le nombre de passages possible, nous pouvons affirmer que l'une

Il est intéressant de signaler les essais faits par un amateur qui, jour et nuit, a fait défiler une bande Sonocolor sous forme de boucle sans fin. Il a arrêté l'expérience au 500 millième passage. La bande soufflait mais le texte restait parfaitement compréhensible. En conséquence, nous croyons pouvoir affirmer qu'à l'échelle humaine les enregistrements magnétiques peuvent être considérés comme impérissables. Le seul point d'interrogation reste la conservation du support. Dans quel état sera-t-il dans 100 ans ? Personne ne peut répondre à cette question.

Un des premiers enregistreurs magnétiques fabriqués par une importante société existe au laboratoire des Arts et Métiers. L'enregistrement a été réalisé sur du ruban d'acier (genre feuillard de cerclage). Il nous a été donné d'entendre, au cours d'une conférence faite par M. André Didier, titulaire de la Chaire d'électro-acoustique au Conservatoire des Arts et Métiers, des enregistrements faits en 1928 ou 1929 : ils sont bien supérieurs à ceux réalisés sur disques à cette époque. On peut en déduire que les enregistrements sur fil se conserveront et qu'a fortiori, étant donné l'espacement des particules magnétiques sur la bande, les enregistrements magnétiques sur bande se conserveront encore mieux.

♦♦

Les enregistrements magnétiques ont pourtant des ennemis qui les détruisent ou les altèrent. Ce sont la chaleur et les champs magnétiques. Il faut éviter de laisser les bandes

Tableau II

TABLEAU DES CAPACITES DES BOBINES EN FONCTION DE LEUR DIAMETRE ET DU TYPE DE BANDE

| type de bande | bobine de 120 mm Ø | bobine de 180 mm Ø |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| SONOCOLOR normale | 180 mètres | 360 mètres |
| KODAK normale | 180 mètres | 360 mètres |
| SONOCOLOR mince | 250 mètres | 515 mètres |
| KODAK mince | 360 mètres | 720 mètres |

de ces bandes portant des enregistrements directs faits par Yvonne Printemps alors qu'elle tournait son film sur la vie d'Offenbach en 1949, a été passée pendant près de 3 ans dans une salle d'audition, ce qui correspond approximativement à 2 000 lectures. Ce travail n'a nullement altéré la qualité de l'enregistrement. On ne constate aucune apparition de souffle.

(1) Certaines de ces bandes enregistrées comportaient les oxydes incorporés dans leur masse. La fabrication de ce type de bande est suspendue depuis des années.

Tableau IV

SONOCOLOR (bande normale)

| Traction en kg. | Allongement Plastique | Allongement permanent |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1,5 | nul | nul |
| 1,750 | 6 % | nul |
| 2. | 2 % | 1,5 % |
| 2.250 | 8 % | 5 % |
| 2.500 | 14 % | 7,5 % |
| 2.750 | 20 % | 11 % |
| 3.— | 22 % | 13 % |
| 3.250 | 26 % | 18 % |
| 3.500 | rupture | |

Tableau V

(KODAK)

| | Bande normale | Bande minim. |
|-------------------------------------|---------------|--------------|
| Limite d'allongement plastique ... | 2,2 kg. | 1,3 kg |
| Limite de rupture . | 2,9 kg | 1,8 kg |
| Allongement au moment de la rupture | 39 % | 39 % |

L'ENREGISTREMENT magnétique des sons permet bien souvent de véritables transformations de la technique sonore. Les magnétophones sont utilisés désormais par des milliers d'usagers; leur fabrication industrielle s'effectue en série, et leur montage est même à la portée des amateurs, s'ils ont recours aux pièces détachées que l'on peut maintenant se procurer dans le commerce.

L'emploi de ces magnétophones est désormais à la portée de l'usager moyen; car leur manœuvre n'exige plus aucune connaissance spéciale. La presque totalité des appareils actuels sont à la fois enregistreurs et reproducteurs de sons, mais il existe quelques appareils uniquement de lecture, encore en petit nombre et qui peuvent être comparés à des phonographes à audition de longue durée.

Les modèles actuels ne sont pas uniquement destinés à des usages d'amateur, et l'importance de l'enregistrement magnétique ne consiste pas seulement dans ce nouveau développement des machines parlantes. Grâce à lui, on a pu transformer la technique de la radiodiffusion pour les émissions différées, et la prise de sons dans les studios cinématographiques et phonographiques; ses applications de caractère pédagogique industriel, technique et scientifique, augmentent chaque jour en nombre et en diversité.

Les machines magnétiques ne permettent pas seulement d'inscrire et de reproduire des sons, paroles et musique, mais d'enregistrer des signaux de toutes fréquences et de caractères très divers, par exemple, pour l'étude des phénomènes mécaniques ou géophysiques. Dès à présent, également, on peut inscrire les images animées elles-mêmes sur un support aimanté, et l'on envisage la possibilité dans quelques années d'un remplacement du film cinématographique photo-sensible par une bande magnétique.

Il existe ainsi un grand nombre de modèles professionnels de haute qualité destinés à jouer de nombreux rôles dans les studios, les ateliers ou les laboratoires; ces machines sont réservées à des spécialistes et ne sont pas répandues dans le public. Nous n'envisagerons ici que les appareils d'amateurs ou semi-professionnels.

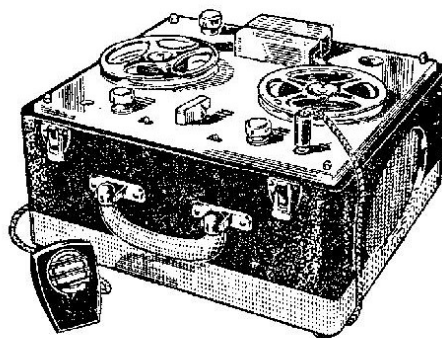
DIFFERENTS TYPES DE MAGNÉTOPHONES

On peut distinguer parmi ces machines les appareils simplifiés, de prix relativement réduits destinés plus spécialement à l'enregistrement des paroles et du chant, avec dictées dactylographiques, à l'inscription des communications téléphoniques. Ces modèles assurent une audition de qualité, analogue à celle fournie normalement par un radio-récepteur moyen, c'est-à-dire une bonne compréhension de la parole et une transmission satisfaisante des sons médium ou aigus jusque vers 4 000 à 5 000 périodes par seconde au minimum, sans affaiblissement notable (fig. 1).

Ces modèles, généralement établis en grandes séries, sont d'un prix relativement modique, de l'ordre de 50 000 à 60 000 francs, pour fixer les idées. Ils comportent des dispositifs de commande généralement simplifiés

à action mécanique directe, mais sont présentés comme, d'ailleurs, la plupart des modèles d'amateur ou semi-professionnels, dans des valises portatives gainées de simili-cuir, avec des parties métalliques chromées, ou même dorées. Dans la valise même, on trouve généralement incorporé un haut-parleur assurant souvent un contrôle d'enregistrement, et même une audition de qualité acceptable, à condition de se contenter d'un niveau sonore raisonnable pour une petite pièce d'appartement.

Une solution du même genre consiste dans l'utilisation d'appareils encore plus simplifiés et plus réduits, permettant l'enregistrement normal microphonique, de même que l'inscription des radio-concerts ou la retraduction des disques cinématographiques ne pouvant assurer, par contre, la reproduction des enregistrements d'une manière autonome, et sans avoir recours à un amplificateur séparé pouvant être constitué, par exemple, très simplement par les étages à basse fréquence d'un radio-récepteur ordinaire de bonne qualité.



Magnétophone à deux vitesses Télélectronique.

Ces appareils adaptateurs, simples et légers, ne sont pas encore peut-être très répandus, mais les usagers devraient peut-être mieux connaître leurs possibilités et leurs avantages; leurs prix de vente modiques les rendent très attrayants pour les débutants et tous ceux dont le budget est modeste.

À côté de ces appareils très simplifiés, de prix plus ou moins réduits et dont certains types particuliers sont réservés spécialement aux usages de bureau et à la dictée dactylographique, en raison de certaines de leurs particularités de manœuvre et de système de repérage, il existe de nombreux modèles à haute fidélité pouvant donner satisfaction aux amateurs mélomanes les plus difficiles. La gamme des fréquences audibles reproduites dans ces modèles s'étend, en effet, de 30 à 40 jusqu'à 8 000 périodes/seconde, avec une très faible distorsion, un contraste sonore, ou dynamique satisfaisant, et un bruit de fond très réduit. Il existe maintenant une gamme très étendue de ces modèles de fabrication française ou d'importation étrangère, et dont le prix dépasse généralement une centaine de mille francs. Ces appareils comportent, la plupart du temps, un certain nombre de perfectionnements particuliers et variables au fur et à mesure des progrès de la technique.

Ils peuvent comporter, tout d'abord, un dispositif de commande semi-automatique avec des touches ou des boutons à poussoirs, sur

lesquels il suffit d'appuyer pour déterminer immédiatement les différentes phases de fonctionnement: enregistrement, reproduction, mise en marche en avant rapide, mise en marche en arrière rapide, etc...

Ces appareils possèdent un système de compteur ou de repérage précis présenté sous différentes formes, et qui permet d'obtenir exactement la reproduction du passage désiré. Ils peuvent comporter des dispositifs accessoires assez divers: contrôles de la tonalité sonore séparés des sons aigus et des sons graves, dispositifs de mélange ou mixage, assurant l'enregistrement simultané et dosé au moyen d'un ou plusieurs microphones, et le mélange avec la retraduction d'un disque, ou l'inscription musicale d'un radio-concert.

Il y a aussi la superposition permettant d'effectuer un premier enregistrement, puis un deuxième que l'on superpose au premier, et l'amateur devient ainsi maître de réaliser une véritable œuvre sonore artistique ou originale.

Il y a, enfin, des modèles de magnétophones spéciaux destinés à des usages particuliers, ou possédant des qualités originales. Les appareils autonomes à moteur à ressort ou électrique alimenté par des piles peuvent permettre l'inscription sonore très facile à tout instant, et en tout lieu, sans être relié à un secteur électrique. Ces appareils peuvent être réalisés sous des formes miniatures; ils sont précieux évidemment pour les enregistrements d'actualité ou documentaires. Ce sont de véritables « blocs-notes sonores ».

Dans cette même catégorie, il y a depuis peu de merveilleuses et complexes machines stéréophoniques ou à relief sonore, qui assurent une audition musicale dans des conditions de naturel et d'ampleur jusque-là inconnues en ayant recours non pas à un seul haut-parleur, ou à un ensemble de haut-parleurs, mais à deux ensembles complets, dont chacun est destiné à agir sur une oreille du spectateur.

La plupart des modèles d'amateur sont d'une simplicité et d'une rapidité de manœuvre remarquables à la portée de tous. Il existe même des dispositifs de commande à distance pour les magnétophones de dictée, ce qui permet, par exemple, à un homme d'affaires d'enregistrer son courrier sans même quitter son bureau. Il y a même de véritables centres de dictée, et aussi des appareils automatiques pour l'inscription des communications téléphoniques.

LES SUPPORTS MAGNETIQUES

Les sons, paroles ou musique, sont toujours inscrits sur un support magnétique aimanté; on employait primitivement un fil en acier inoxydable très fin, et d'un diamètre inférieur au millimètre. Ce fil est à peu près abandonné, et n'est plus guère utilisé que pour des usages particuliers sur des appareils de reportage miniatures.

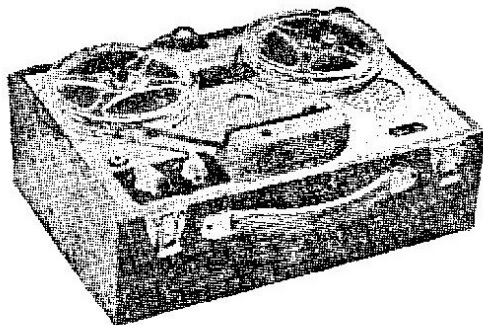
On emploie, cependant, sur certaines machines simplifiées et, tout spécialement pour la dictée, des disques magnétiques, c'est-à-dire des disques analogues aux disques phonographiques en matière plastique, mais recouverts d'un enduit magnétique. L'emploi de ces disques est très simple et ressemble à celui des disques phonographiques ordinaires, mais la

durée d'audition continue qu'ils permettent d'obtenir est assez faible. Pour augmenter cette durée, la vitesse des tourne-disques utilisés avec ces disques magnétiques est réduite à 16 L./min., ce qui est suffisant pour une bonne reproduction de la parole.

La très grande majorité des appareils actuels fonctionnent donc au moyen de bobines à ruban magnétique. Ce ruban en matière plastique très souple, d'une largeur de l'ordre de 6 mm, est enroulé sur des bobines de petits diamètres d'un emploi très facile. La durée d'audition continue que l'on peut obtenir avec une bobine de ruban déterminée, et un magnétophone donné est très longue. Cette durée dépend de l'épaisseur du ruban, du diamètre de la bobine et aussi de la vitesse de défilement; on peut aisément obtenir désormais des durées d'audition continues allant d'une heure à trois heures (fig. 2 et 3).

Le ruban est enroulé sur des bobines en matière plastique peu fragiles, qui peuvent facilement être manipulées et envoyées par la poste; leur prix n'est pas excessif, et les tableaux ci-contre donnent quelques indications sur leurs caractéristiques (fig. 3).

Tous ces appareils d'amateur à ruban sont réalisés maintenant à double piste; cela signifie que l'inscription des sons sur le support



Adaptateur Seravox transformant un poste de radio en enregistreur-reproducteur magnétique.

aimanté est effectuée, en premier lieu, sur une demi-largeur du ruban, inférieure ou supérieure soit environ sur 2 mm, et sur toute la longueur.

Une fois cette première piste enregistrée, on termine l'enregistrement, en inscrivant une deuxième piste sur la moitié inférieure ou supérieure, qui reste libre, ce qui permet de doubler la durée d'enregistrement ou de reproduction, à égalité de longueur de ruban.

Dans la plupart des modèles, la seconde piste est utilisée une fois la première enregistrée, en inversant la bobine pleine avec la bobine vide, d'une façon analogue à celle adoptée dans la méthode de retournement des bobines de caméras cinématographiques 8 mm « double 8 ». On exécute ensuite le deuxième enregistrement, en faisant défiler le ruban toujours de la bobine pleine vers la bobine vide.

| Largeur du ruban | 4,75 cm/sec. | 25 cm/sec. | 19 cm/sec. |
|------------------|--------------|------------|------------|
| | min. | min. | min. |
| 46 m | 16 — × 2 | 8 — × 2 | 4 — × 2 |
| 90 m | 32 — × 2 | 16 — × 2 | 8 — × 2 |
| 184 m | 60 — × 2 | 30 — × 2 | 15 — × 2 |
| 250 m | 84 — × 2 | 42 — × 2 | 21 — × 2 |
| 367 m | 128 — × 2 | 64 — × 2 | 32 — × 2 |
| 500 m | 172 — × 2 | 86 — × 2 | 43 — × 2 |
| 734 m | 256 — × 2 | 128 — × 2 | 64 — × 2 |

Fig. 2.

Durée d'audition obtenue avec des longueurs de ruban d'épaisseur ordinaire (56 microns) ou (25 microns).

Cependant, dans certains appareils perfectionnés, généralement de fabrication étrangère, le changement de piste peut être réalisé sans avoir à retourner les bobines, et grâce à l'utilisation d'un double jeu de têtes magnétiques, dont l'un enregistre et reproduit les sons inscrits sur la première piste, et l'autre sur la deuxième. Ce procédé évite le retournement des bobines et assure une plus grande rapidité de manœuvre.

Ce dispositif à double piste très simple est maintenant appliqué universellement. Dans les premiers appareils, il entraînait une certaine réduction de l'intensité sonore, mais ce défaut est aujourd'hui à peu près supprimé. L'emploi des deux pistes offre un seul inconvénient pour le montage sonore, c'est-à-dire la modification de l'enregistrement réalisé en supprimant les passages défectueux ou peu intéressants, et en reliant dans un ordre bien étudié les passages conservés. Cette opération n'est guère envisagée par certains amateurs que pour la sonorisation des films cinématographiques.

LA VITESSE DE DEPLACEMENT DU RUBAN

Tous ces magnétophones à ruban présentent encore une autre caractéristique, qui n'est d'ailleurs pas toujours liée à leur qualité plus ou moins élevée; c'est la vitesse d'entraînement du ruban dans la machine déterminée par la construction électro-mécanique, mais qui a également une influence sur les résultats sonores (fig. 4).

La fidélité de restitution des sons aigus dépend, en effet, en partie de la vitesse de défilement du ruban, et il existe, à l'heure actuelle, pour les machines d'amateur ou semi-professionnelles, trois vitesses normalisées :

- a) 4,75 cm à la seconde;
- b) 9,5 cm à la seconde;
- c) 19 cm à la seconde;
- d) 38 cm à la seconde.

La vitesse moyenne la plus courante pour les appareils d'amateur est de 9,5 cm à la seconde; elle permet, avec des appareils bien construits, d'obtenir une audition très satisfaisante de la parole, et une qualité de musique acceptable, comparable, tout au moins, à celle obtenue avec un radio-récepteur de qualité.

La vitesse de 19 cm/seconde est cependant préférable pour la musique, car elle permet d'étendre la gamme musicale jusque vers 8 000 à 9 000 périodes/seconde sans affaiblissement notable.

La vitesse de 4,75 cm à la seconde (ou plus spécialement de 6 cm) permet évidemment une inscription de très longue durée avec des bobines réduites. C'est ainsi qu'avec des bobines de 13 cm de diamètre et du ruban mince, on se permet l'inscription des paroles d'une manière compréhensible, et même suffisamment agréable, mais elle ne saurait être recommandable pour la musique. Elle est donc adoptée surtout sur les machines à dictier, ou les machines plus perfectionnées à plusieurs vitesses.

| Type de ruban | Bobines de 7,6 cm | Bobines de 10,2 cm | Bobines de 12,7 cm | Bobines de 17,7 cm |
|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ordinaire | 46 m | 90 m | 184 m | 367 m |
| mince | 90 m | 180 m | 250 m | 515 m |

Fig. 3.

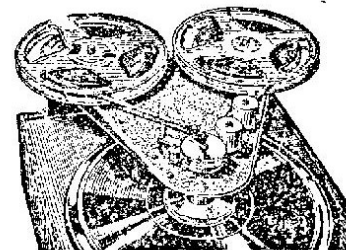
Types de bobines habituelles et longueurs de ruban correspondantes.

De nombreux modèles actuels pouvant servir, à volonté, à l'enregistrement de la parole et de la musique comportent, en effet, un dispositif mécanique ou électrique de manœuvre très simple permettant de faire fonctionner à volonté la machine à vitesse réduite de 9,5 cm/sec. ou de 4,75 cm/sec., et à vitesse plus rapide de 19 cm/sec.; il y a même quelques rares modèles à trois vitesses. Nous noterons, d'autre part, que la vitesse de 38 cm/sec. est actuellement réservée aux appareils semi-professionnels ou même professionnels.

L'utilisation d'un magnétophone avec une vitesse de défilement assez élevée offre des avantages au point de vue technique et sonore. Le principal inconvénient consiste dans la nécessité d'utiliser une longueur de rubans plus grande à égalité de durée d'enregistrement et, par suite, dans l'emploi de bobines plus encombrantes et plus coûteuses.

Dans certains cas, on peut avoir à conserver les inscriptions effectuées pour former une sorte de « rubanothèque » documentaire ou artistique; dans ce cas, la longueur et, par conséquent, le prix du ruban utilisé présente le plus grand intérêt.

À côté de ces magnétophones en valises portatives, de plus ou moins grandes dimensions, il existe également, mais en nombre plus limité, des combinaisons remarquables de machines parlantes, constituées par l'association dans un même meuble d'un tourne-disques avec pick-up, sinon d'un changeur de disques, d'un



Platine adaptable sur tourne-disques (Olivères)

radio-récepteur de haute qualité et d'une platine de magnétophone à ruban. Toutes les combinaisons sonores sont alors possibles, aussi bien pour l'enregistrement que pour l'audition. Ces ensembles remarquables offrent seulement l'inconvénient de leur encombrement et de leur prix, ce qui réduit leur diffusion. La plupart des fabricants fournissent cependant des platines de magnétophones, c'est-à-dire des ensembles électromécaniques à ruban, qui peuvent être adaptés par l'utilisateur lui-même dans un meuble de ce genre.

COMMENT CHOISIR RATIONNELLEMENT UN MAGNETOPHONE

Lorsqu'on veut faire l'acquisition d'un appareil dans le commerce, ou le monter soi-même à l'aide de pièces détachées, il faut d'abord se demander à quoi on veut l'utiliser

| Vitesses du ruban | bandes de fréquences musicales |
|-------------------|--------------------------------|
| 4,75 cm/s | 4.500 p/s |
| 9,5 cm/s | 6.000 p/s |
| 19 cm/s | 8.000 p/s |
| 38 cm/s | 10.000-12.000 p/s |

Fig. 4.

Limites moyennes des fréquences musicales enregistrées suivant la vitesse d'entraînement du ruban magnétique.

de préférence. S'il s'agit d'un modèle destiné, en général, à la dictée dactylographique, on choisira une machine à dicter, à commande plus ou moins automatique, généralement à ruban, ou encore à disques, sinon à feuilles magnétiques. Dans cette même catégorie, on pourra généralement choisir entre plusieurs modèles, différant par leurs dispositifs de commande, leur présentation, leurs dimensions et leurs prix.

Pour exécuter des enregistrements de reportage ou d'actualités, au moyen d'un appareil léger et autonome, le choix sera plus limité. Les modèles ultra-réduits et de poche, fonctionnent avec des bobines de fil magnétique très fin; pour un service régulier et des inscriptions de qualité sonore suffisante, nous auront plutôt recours, en général, à un modèle à ruban, comportant un moteur à ressort.

L'amateur qui ne peut consacrer à l'achat d'un magnétophone qu'une somme réduite, mais possède déjà un radio-récepteur de qualité, ou un bon électrophone, a quelquefois intérêt à choisir un appareil adaptateur simplifié, sans haut-parleur, qu'il pourra relier à son radio-récepteur, ou à son amplificateur phonographique, pour obtenir une audition de qualité suffisante.

Reste le cas général de l'usager qui veut faire l'acquisition d'un magnétophone de prix raisonnable, de qualité musicale aussi élevée que possible et à multiples usages: enregistrement des radio-concerts, retransmission des disques, enregistrement artistique de chants et de musique, d'une part, et, d'autre part, inscription des paroles, au besoin pour la dictée, et des communications téléphoniques.

Les possibilités utiles sont alors beaucoup plus diverses, mais le nombre des modèles à choisir, et les difficultés du choix, sont aussi plus grandes.

En général, il y a intérêt, toutes les fois qu'on le peut, à choisir un modèle à plusieurs vitesses, généralement à deux vitesses. La généralité des appareils actuels donnent des résultats satisfaisants; la qualité musicale, le luxe de la présentation, les perfectionnements de détails, le nombre des accessoires varient cependant suivant les modèles, et aussi, par conséquent, suivant les prix. Le choix dépend donc, tout d'abord, de la somme dont nous disposons pour cette acquisition. Si cette somme n'est que de 50.000 à 60.000 francs environ, nous nous contenterons d'un modèle simplifié, mais bien construit généralement établi pour une vitesse de 9,5 cm/seconde.

Si nous disposons d'une somme plus importante, de l'ordre d'une centaine de mille fr., nous pourrions envisager l'achat d'un modèle musical à deux vitesses, généralement de 9,5 et 19 cm/seconde, pourvu d'un réglage séparé des sons aigus et graves, de prises multiples d'entrée et de sortie, etc...

Enfin, si nous avons le privilège d'avoir à notre disposition une somme assez importante, de l'ordre de 140.000 fr. au minimum, nous pourrions acquérir un magnétophone de très grande classe, à deux vitesses, souvent à commande automatique, et même à double piste automatique, à montage électronique à haute fidélité, avec contrôle séparé des sons aigus et des graves, quelquefois même à arrêt automatique. Cet appareil peut comporter, en outre, un dispositif de superposition et un système de mixage, dont nous avons expliqué le rôle, et un indicateur de précision du niveau d'enregistrement, ainsi qu'un compteur de repère bien établi. On peut même envisager un dispositif de synchronisme automatique permettant une liaison avec un projecteur cinématographique muet de format réduit, sinon une caméra de prise de vues.

A la limite, enfin, et si nous sommes privilégiés de la fortune, et disposons d'un emplacement suffisant, nous pourrions envisager un

appareil combiné radio-récepteur, électrophone et magnétophone, qui offre à l'heure actuelle les plus grandes possibilités pour l'amateur éclairé de musique mécanique, mais dont le prix, dans un meuble de qualité, est au moins de l'ordre de 200.000 francs.

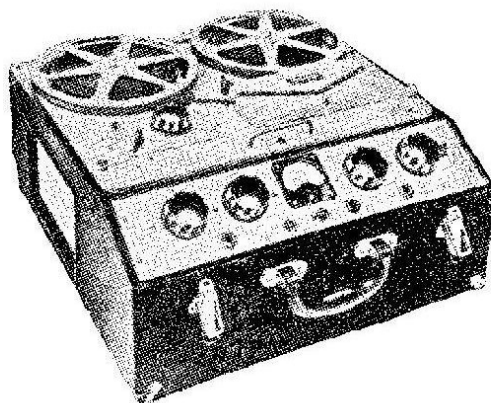
Dans chaque catégorie, il y a maintenant de nombreux modèles français et étrangers et il s'agit d'effectuer entre eux un choix précis et rationnel.

Le seul procédé qui nous permettra d'effectuer ce choix avec les meilleures chances possibles, et qu'il s'agisse d'un modèle neuf ou d'occasion, consiste dans un examen direct visuel, et auditif, des qualités de cet appareil, en tenant compte pourtant aussi de la renommée valable de la marque considérée et des conseils autorisés du praticien.

Il existe des procédés de contrôle techniques précis dans lesquels on a recours à des appareils de mesure, générateurs d'oscillations et oscillographe cathodique; fort heureusement, il n'est cependant pas besoin d'utiliser des procédés aussi complexes pour se rendre compte si un magnétophone peut assurer un service régulier, permettre un enregistrement de qualité avec une manœuvre simple.

UN EXAMEN MECANIQUE RAPIDE

Les essais doivent d'abord porter sur le fonctionnement de la partie mécanique. Mettons donc l'appareil sous tension et, en



Magnétophone semi-professionnel.
Modèle Ferrograph ZA (Film et Radio)

manœuvrant les leviers de commande, en appuyant sur les touches à poussoirs, rendons-nous compte si l'entraînement normal pour l'enregistrement et la reproduction, le rebobinage et la marche avant rapide, s'effectuent normalement, sans à coup et d'une manière silencieuse. Ce premier contrôle mécanique est réalisé, autant que possible, sans mettre sous tension le montage électronique, et sans liaison du haut-parleur. En tout cas, si cette mise des circuits n'est pas possible, on placera au zéro le bouton de contrôle de volume sonore, afin d'éviter tout bruit dans le haut-parleur, qui gênerait l'examen mécanique.

Assurons-nous, en particulier, que le rebobinage et le défilement en avant rapides s'effectuent facilement, en agissant sur la manette de commande directe, ou sur la touche à poussoir convenable. La rotation des bobines doit être assez rapide pour assurer le rebobinage complet du ruban en un temps très court (quelques minutes).

Si le magnétophone comporte plusieurs vitesses, vérifions le système employé pour ce changement de vitesse, et rendons-nous compte si la marche de l'appareil est bien régulière, à toutes les vitesses.

Le magnétophone est un appareil qui doit fonctionner, en principe, plusieurs heures de

suite sans inconvénient, au même titre qu'un électrophone ou un projecteur de cinéma. Un essai de marche mécanique réellement probant doit donc durer plusieurs heures; au bout de ce laps de temps, rendons-nous compte si l'échauffement du moteur n'est pas anormal, et si le fonctionnement est demeuré régulier.

Certains magnétophones comportent un dispositif automatique à double piste permettant le passage d'une piste à l'autre par commande d'une manette, ou par pression sur une touche à poussoir. Assurons-nous également que ce changement de piste s'effectue rapidement, sans à coup et sans bruit; répétons cette opération plusieurs fois de suite.

L'essai mécanique d'un magnétophone doit s'effectuer, en principe, comme celui d'un électrophone à 3 vitesses. Pour contrôler efficacement un magnétophone, n'hésitons pas à faire fonctionner l'appareil durant de longues heures, et à manipuler constamment ses commandes, sans brutalité, mais dans des conditions plus dures qu'en fonctionnement normal.

Il est, enfin, un phénomène important qui a généralement pour cause un défaut électromécanique de l'appareil; c'est le pleurage, c'est-à-dire un trouble acoustique dû à des variations de la vitesse de défilement, et se manifestant sous forme d'hululements ou de plainte, d'où son nom. Le moyen le plus simple et le plus efficace, pour se rendre compte si un magnétophone est exempt de pleurage, consiste à utiliser un ruban-témoin, et sur lequel on a enregistré des sons purs, plus ou moins graves et aigus.

Plaçons ce ruban sur le magnétophone; nous pourrions nous rendre compte immédiatement des déformations sonores, pleurage proprement dit ou chevrottement provenant généralement d'un défaut mécanique.

COMMENT CONTROLER L'EFFACEMENT ET LE BRUIT DE FOND

Un des avantages essentiels de l'enregistrement magnétique consiste dans la possibilité d'effacer à volonté un enregistrement déjà effectué. Mais cet effacement doit être complet, il ne doit subsister ni sons, ni bruits résiduels qui diminueront la qualité de l'enregistrement ultérieur.

Pour contrôler le bon fonctionnement de l'effaceur, plaçons sur le magnétophone un ruban quelconque préalablement enregistré, et mettons l'appareil en fonctionnement sur la position « enregistrement », sans connecter le microphone, ou, en tout cas, en plaçant le bouton du potentiomètre de contrôle à la position zéro. Laissons l'appareil en fonctionnement pendant quelques minutes, puis arrêtons-le; rebobinons de façon à faire revenir le ruban à la position de départ. Le repère est facile avec les appareils munis d'un compteur; si le modèle essayé ne comporte pas cet accessoire, il est facile d'obtenir un repère au moyen d'une simple petite bande de papier blanc, que l'on place sur le ruban à la position de départ, et qui tient simplement par serrage entre les spires.

Mettons à nouveau le magnétophone en fonctionnement sur la position « reproduction », en plaçant, cette fois, le bouton de contrôle du volume sonore presque à sa position maximum. On ne doit alors entendre dans le haut-parleur qu'un bruit de fond extrêmement faible, provenant de l'enregistrement initial effacé.

Un phénomène moins essentiel, mais cependant gênant, est constitué par un bruit de fond caractéristique, une sorte de bruissement, dont les causes sont multiples, ce qui rappelle, à un niveau beaucoup plus faible, le bruit d'aiguille dans les électrophones à disques. Ce bruit varie, d'ailleurs, suivant le type de ruban;

mais, pour un même ruban, il peut être différent suivant le magnétophone utilisé.

Plaçons donc sur le magnétophone un ruban de qualité, vierge ou préalablement effacé; faisons fonctionner l'appareil sur la position « reproduction » et observons dans le haut-parleur l'intensité du bruit de fond produit.

Ce bruit se manifeste, évidemment, d'autant plus fort que l'amplification est plus « poussée » et que le magnétophone reproduit mieux les sons aigus. C'est pourquoi cet essai doit être exécuté en plaçant le bouton de potentiomètre de volume de contrôle assez loin vers le maximum, et en réglant également le bouton de réglage de la tonalité aiguë vers son maximum.

COMMENT CONTROLER LA QUALITE SONORE

Les bruits parasites que l'on peut entendre dans un magnétophone, et qui gênent plus ou moins l'audition, ne sont pas dus toujours à des défauts mécaniques de la platine. Ils peuvent provenir du montage électronique; ce sont des bruits de souffle, provenant des tubes à vide et des résistances de liaison, des vibrations microphoniques des lampes de préamplification ressemblant plus ou moins à des sons de cloche, un « effet Larsen » traduit par une sorte de ronflement, qui s'amplifie constamment, et dû, en général, à un trop grand rapprochement du microphone et du haut-parleur, et, enfin, des ronflements généralement continus, plus ou moins intenses, et de différentes tonalités, provenant d'une filtrage insuffisant, ou d'une induction parasite.

Pour contrôler la présence de tels défauts, exécutons un premier essai au repos, sans mettre en marche les moteurs, mais l'amplificateur étant sous tension, grâce à la manœuvre de l'interrupteur, et le haut-parleur étant connecté. Nous tournons le bouton de contrôle de volume sonore vers le maximum, et le bouton de réglage des sons graves à mi-course, ou vers le maximum.

Nous nous rendons compte alors, si nous entendons dans le haut-parleur un bruit de souffle, ou un ronflement gênant, qui ne pourrait être dû évidemment au ruban, ni à la source sonore à enregistrer.

Faisons, à nouveau, le même essai sans mettre de ruban sur la machine, mais en plaçant, cependant, la manette de commande ou les touches à poussoirs dans la position « reproduction ». Nous vérifions, de même, si nous entendons des ronflements dans le haut-parleur, ce qui pourrait correspondre à des effets d'induction sur les têtes magnétiques.

Il est encore plus essentiels, sans doute, de juger la qualité sonore réelle d'un magnétophone ne présentant pas de défauts caractéristiques très apparents, mais, ce genre de contrôle est encore beaucoup plus difficile. La haute fidélité musicale a un caractère tout aussi subjectif et physiologique, que réellement physique. Telle audition peut plaire à un auditeur et non à un autre, de même que la musique de jazz peut plaire ou non à un amateur de musique classique.

Un essai probant doit être fait, en tout cas, dans des conditions favorables, c'est-à-dire dans les conditions normales de fonctionnement, et nous utiliserons, de préférence, un haut-parleur extérieur de qualité, bien monté dans une conque ou un baffle acoustique. Cet essai doit également être complet; nous effectuerons donc un enregistrement microphonique direct, un enregistrement de radio-concerts, et une retransmission d'un disque phonographique. Nous répéterons ces essais, s'il y a lieu, avec les différentes vitesses de défilement possibles.

La nature des enregistrements et des reproductions doit aussi être diverse et porter aussi bien sur la parole que sur la musique, avec instruments à cordes ou à vent. Il existe,

maintenant, des rubans-témoins, que l'on peut trouver dans le commerce, et portant à l'avance des enregistrements convenant spécialement aux essais. Il existe aussi des disques d'essais phonographiques édités dans le commerce, et portant des enregistrements spéciaux caractéristiques pour essais.

On peut transcrire facilement l'enregistrement d'un de ces disques sur un ruban, et en effectuer ensuite la reproduction; l'audition finale nous permettra de nous rendre compte, d'une manière fort utile, et par comparaison, de la qualité de la machine sonore. Des essais sonores additionnels très faciles à exécuter peuvent nous permettre aussi de nous rendre compte rapidement de la qualité réelle du magnétophone.

Le magnétophone permet de reproduire plus ou moins correctement les sons aigus, suivant les vitesses de défilement du ruban, la qualité des têtes magnétiques d'enregistrement et de reproduction, et le montage électronique. Pour une vitesse de défilement donnée, il existe, dans un même catégorie, des machines donnant des résultats plus ou moins satisfaisants.

Pour nous en rendre compte, nous pouvons effectuer des enregistrements avec un microphone, en produisant plus spécialement des sons aigus, par exemple, des sifflements, ou retravailler sur le ruban des enregistrements de disques phonographiques comportant spécialement des sons aigus, par exemple, des morceaux de violon.

Pour aller plus loin, et avoir un contrôle précis, nous utiliserons un ruban magnétique enregistré au préalable, et sur lequel on a inscrit, au moyen d'un enregistreur-étalon, des sons aigus correspondants à la fréquence limite, pour la vitesse de défilement considérée.

On insiste, avec raison, sur la difficulté d'enregistrer les sons aigus avec un magnétophone; mais, l'inscription des sons graves n'est pas moins nécessaire, en réalité, pour assurer une reproduction vraiment de qualité.

Comment s'assurer si un magnétophone enregistre et reproduit les sons graves? Nous enregistrons des sons musicaux très graves, de tambour ou de grosse caisse, ou des sons d'orgue, soit directement, soit par retransmission d'un disque phonographique. Si nous possédons cet appareil précieux, mais plus ou moins professionnel, nous utiliserons un générateur BF, qui nous permettra d'enregistrer des sons purs très graves. N'oublions pas, d'ailleurs, qu'il existe dans le commerce des disques phonographiques spéciaux, comportant, au lieu d'enregistrements de musique ou de paroles, des sons purs enregistrés, et servant spécialement aux essais. Il y a aussi des disques musicaux spéciaux pour cet usage.

Pour nous rendre compte si un défaut éventuel provient de l'enregistrement ou de la reproduction, nous pourrions utiliser une bande magnétique préalablement enregistrée par une machine-étalon, et comportant des sons purs d'essai, graves et aigus. Si la reproduction de cette bande s'effectue correctement, cela peut prouver que la machine reproduit bien les sons enregistrés, mais que l'enregistrement est plus ou moins défectueux.

N'oublions pas, à ce propos, un point très important, la standardisation du sens de défilement est très récente. Il existe encore des machines dont le sens de défilement du ruban n'est pas standard; le ruban peut se déplacer de la droite vers la gauche, ou de la gauche vers la droite, et avec la couche magnétique à l'extérieur ou à l'intérieur de la bobine. De plus, dans les enregistrements bi-pistes habituels, la disposition des pistes peut varier en position ou en largeur. Un ruban enregistré sur une machine déterminée peut ainsi donner des résultats beaucoup moins bons, ou même insuffisants, lorsqu'on le place sur une autre machine. Cela ne signifie pas forcément que la deuxième machine soit défectueuse!

Les principes fondamentaux de l'enregistrement magnétique

(Suite de la page 88)

En raison des propriétés essentielles de l'enregistrement magnétique, les signaux de différentes fréquences ne sont pas enregistrés de la même manière, et il est plus difficile, en général, d'inscrire les sons aigus. En vue d'atténuer cet inconvénient, l'amplificateur d'enregistrement comporte généralement, sous une forme plus ou moins simplifiée, un circuit de compensation convenable variant, d'ailleurs, suivant la vitesse de défilement du ruban, d'après un principe indiqué, par ailleurs.

b) L'oscillateur à fréquence ultra-sonore de l'ordre de 30.000 à 50.000 Hz déjà indiqué, équipé avec un tube à vide fournit le courant de prémagnétisation superposé au courant d'enregistrement, et destiné à éviter le bruit de fond, à améliorer sa qualité sonore, spécialement, en ce qui concerne les sons aigus et la distorsion. Cet oscillateur doit être aussi dépourvu d'harmoniques que possible, de façon à éviter les bruits de souffle et les interférences. Il sert également à produire le courant d'effacement, bien que sur certains appareils on puisse prévoir une fréquence d'effacement différente de la fréquence de prémagnétisation.

Dans les appareils combinés, c'est-à-dire comportant un seul amplificateur transformable, à la fois pour l'enregistrement et la reproduction, la lampe oscillatrice est, bien entendu, hors circuit au moment de la lecture, mais, dans certains montages, elle peut alors être utilisée également pour la lecture et, par exemple comme lampe de sortie de puissance.

c) L'amplificateur de reproduction ou de lecture recueille les signaux provenant de la tête magnétique de lecture, et qui sont normalement de l'ordre du millivolt, il les amplifie, et permet d'actionner finalement un ou plusieurs haut-parleurs, qui restituent l'enregistrement primitif. Cet amplificateur comporte normalement un dispositif de contrôle de tonalité sonore, et un circuit de correction, destinés surtout à améliorer la reproduction des sons graves.

d) Le magnétophone peut comporter un certain nombre d'accessoires de caractère mécanique ou électronique et, tout d'abord, pour l'enregistrement un indicateur visuel ou modulomètre, renseignant l'opérateur sur l'intensité d'enregistrement. Il s'agit généralement d'un œil magique sinon d'un tube au néon, et plus rarement d'un indicateur à aiguille réservé aux usages professionnels.

L'appareil peut comporter aussi un dispositif de mixage, permettant d'effectuer simultanément l'enregistrement de signaux sonores provenant de différents appareils électro-acoustiques, par exemple, de plusieurs microphones, d'un pick-up, et d'un radio-récepteur, avec la possibilité d'un mélange dosé à volonté pour chacun de ces signaux séparés.

D'autres dispositifs de contrôle permettent à volonté la superposition de deux enregistrements successifs, la compensation électro-acoustique, etc... Bien entendu, ces appareils sont toujours équipés avec des prises de jacks de différents types d'entrée et de sortie. Les premières servent pour la liaison des microphones des pick-ups et des radio-récepteurs, les autres pour l'adaptation d'un haut-parleur extérieur ou d'un amplificateur de puissance séparé, lorsqu'il s'agit d'obtenir une audition puissante dans une grande salle.

Les principes de magnétophones à ruban sont ainsi, comme nous le voyons relativement simples, mais leur réalisation pratique peut poser quelquefois des problèmes plus ou moins délicats.

Le Magnétophone à la portée de tous

LE PREAMPLIFICATEUR 330

CET amplificateur d'enregistrement, servant de préamplificateur de lecture, permet la réalisation de magnétophones de haute fidélité à tous les possesseurs de postes radio, électrophones et amplificateurs H.F.

enregistreur de classe, est fait par courant haute fréquence; de plus, l'oscillateur est en pot fermé en Ferroxcube et alimente une tête Oliver type F (voir « Haut-Parleur » n° 986).

Les enregistrements obtenus à partir de ce préamplificateur étant de très haute qualité, la fidélité de reproduction sera uniquement fon-

amplificateur d'électrophone et même très peu d'amplificateurs ayant une prise de micro ne peuvent directement lire, nous ne disons pas enregistrer — une bande magnétique. Cette affirmation concernant les amplificateurs ayant une prise micro peut surprendre, mais il ne faut pas oublier qu'une tête magnétique déli-

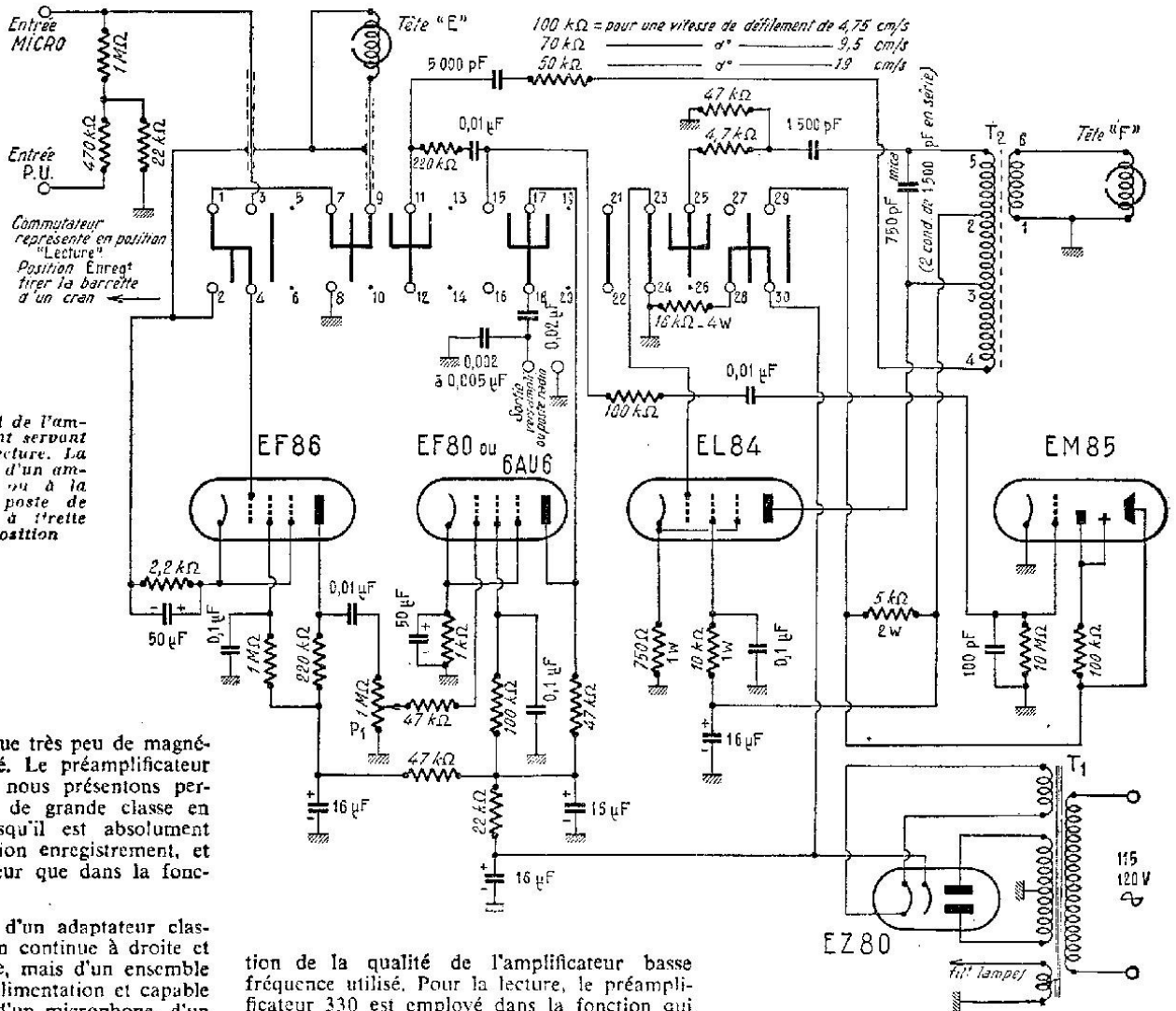


Fig. 1. — Schéma complet de l'amplificateur d'enregistrement servant de préamplificateur de lecture. La socket est reliée à l'entrée d'un amplificateur BF classique ou à la prise de pick-up d'un poste de radio. Le commutateur à 11 positions est représenté sur la position lecture.

IL n'existe en France que très peu de magnétophones bon marché. Le préamplificateur d'enregistrement que nous présentons permet des enregistrements de grande classe en toutes circonstances, puisqu'il est absolument autonome dans la fonction enregistrement, et ne sert de préamplificateur que dans la fonction lecture.

Il ne s'agit donc pas d'un adaptateur classique prenant une tension continue à droite et une tension BF à gauche, mais d'un ensemble cohérent possédant son alimentation et capable d'enregistrer en partant d'un microphone, d'un P.U., d'un poste de radio, etc., sans aucune liaison avec un amplificateur extérieur.

Les enregistrements réalisés sont de très haute qualité; la courbe de réponse reproduite plus bas permettra à nos lecteurs de juger eux-mêmes. L'effacement, comme dans tout

tion de la qualité de l'amplificateur basse fréquence utilisé. Pour la lecture, le préamplificateur 330 est employé dans la fonction qui lui a donné son nom. Interposé entre une platine de magnétophone et un amplificateur quelconque, cet amplificateur pourra lire une bande magnétique. En effet, le courant délivré par une tête magnétique est beaucoup plus faible que celui d'un pick-up, environ mille fois plus faible donc aucun poste de radio, aucun

vre un signal moyen dix fois moins important que celui d'un microphone à ruban et cent fois moins important que celui d'un microphone à cristal.

Etant donné la sensibilité de l'entrée du préamplificateur 330 et sa destination de faire des enregistrements de très haute qualité, la partie alimentation a été particulièrement soignée. Le transformateur d'alimentation possède un primaire à prises multiples (110 à 240 volts), l'induction des tôles ne dépasse pas 8 000 gauss; un premier enroulement est prévu pour l'alimentation des filaments des lampes amplificatrices, un deuxième pour le chauffage

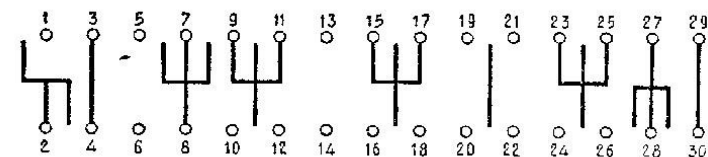


Fig. 2. — Liaisons assurées par le commutateur à 11 positions sur la position enregistrement.

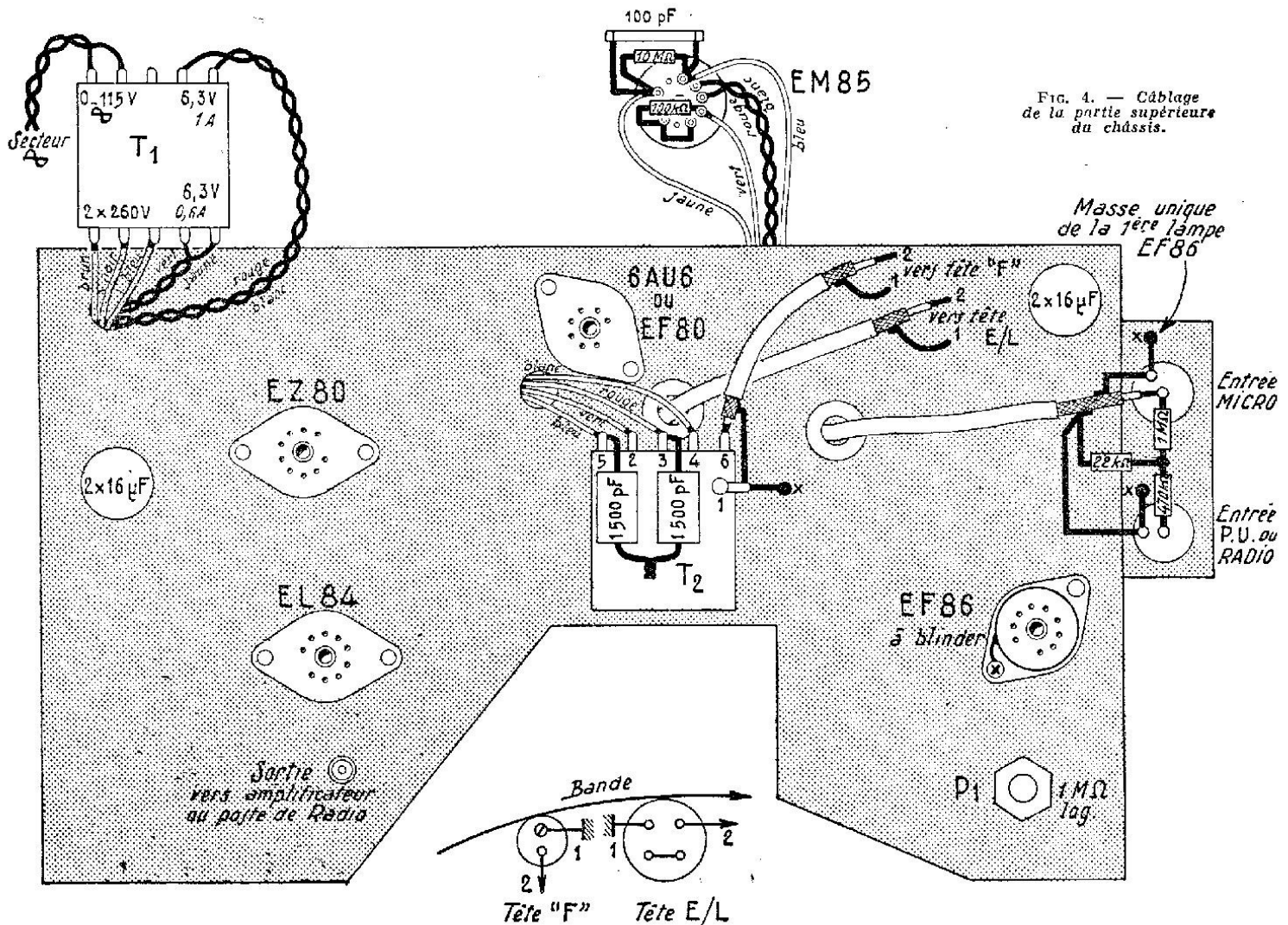


FIG. 4. — Câblage de la partie supérieure du châssis.

de la valve. La valve est une noval EZ80 ; le filtrage est assuré uniquement par résistances et capacités. En tête, un condensateur de 16 μ F, puis derrière une résistance de 5 000 ohms et un nouveau condensateur de 16 μ F. La lampe oscillatrice est alimentée à ce point de la ligne haute tension ; nous reparlerons de la question du filtrage HT lors de l'étude de la lampe oscillatrice.

Suivons le circuit : nous rencontrons à nouveau une résistance, de 22 000 ohms cette fois, puis un condensateur 16 μ F. A ce point est alimentée la 6AU6, deuxième amplificatrice, qui sert de lampe d'enregistrement ou de lampe de sortie, suivant la fonction choisie. Continuons notre examen du filtrage haute tension. Nous remarquerons une dernière cellule comprenant une résistance de 47 000 ohms et un condensateur de 16 μ F. Le niveau d'alternatif résiduel sur la plaque de la lampe EF86 n'est pratiquement pas mesurable, grâce à ces cellules successives. Nous insistons à nouveau sur ce point, car c'est une des raisons qui permet au préamplificateur 330 des enregistrements de haute qualité, donc exempts de ronflements et une reproduction sur tous les amplificateurs HiFi (haute fidélité) du marché.

Avant d'aborder l'étude de l'amplificateur proprement dit, nous croyons utile de parler du châssis. Il est en tôle étamée de 1 mm, ce qui permet la suppression de tous les fils de masse, puisque les masses sont soudées directement sur le châssis lui-même. Il importe tout de même que nos lecteurs sachent que même sur un châssis en tôle étamée, les soudures des masses doivent, pour être bonnes, être effectuées avec un fer de 75 à 100 watts et avec de la soudure à 60 % d'étain. Ce

châssis proprement dit forme un tout, mais il peut être agrandi et muni de pieds pour recevoir une platine de magnétophone et trouver sa place dans une valise.

La commutation enregistrement/lecture assurée par un commutateur à barrette spécialement constitué, commandé par une mécanique très simple donnant une grande démultiplication. La position Enregistrement et lecture reportées sur le bouton de commande sont écartées de 70°, ce qui permet de juger très facilement la fonction sur laquelle est engagé le préamplificateur.

Sur le schéma général, le commutateur est représenté en position lecture ; la figure représente le même commutateur en position enregistrement.

Bien que l'ordre logique des choses eût voulu que nous étudions d'abord ce préamplificateur en fonction enregistrement, puis en fonction lecture, nous étudierons la fonction lecture en premier lieu pour familiariser nos lecteurs avec ce commutateur qui déroute un peu au premier examen.

PREAMPLIFICATEUR DE LECTURE

Le commutateur est dans la position représentée sur le schéma de principe.

La tête de lecture « E » est relié au point 9 du commutateur, connecté par le rotor (1) au point 7, relié au point 1, connecté par le rotor au point 4, reliée directement à la grille de l'EF86. Deux particularités essentielles sont à signaler dans ce circuit :

1° La tête magnétique n'est pas mise à la masse directement, mais par le blindage du fil

blindé d'entrée, dont le point de masse est très nettement fixé.

2° La lampe EF86 n'est pas chargée par une résistance, mais uniquement mise à la masse à travers la tête magnétique.

Nous ne nous étendons pas sur les raisons de ces solutions, mais elles sont impératives, comme beaucoup d'autres que nous signalerons ultérieurement. L'écran de la lampe EF86 est alimenté d'une façon classique à travers une résistance de 1 M Ω découplée par un condensateur de 0,1 μ F, soudé directement au châssis ; le suppressor est relié à la cathode. Les blindages intérieurs de la lampe sont reliés au plot central du support puis relié à l'écrou de fixation du support. Nous n'avons pas dit relié à la masse. En effet, le support est monté souple, grâce à des passe fils et isolé du châssis. Les vis de fixation sont donc, elles aussi, isolées du châssis.

La cathode est polarisée par une résistance de 2,2 k Ω , découplée par un condensateur de 50 μ F. Cette résistance et ce condensateur ne sont pas reliés à la masse, mais au point 2 du commutateur.

L'examen attentif du schéma de câblage du circuit grille et cathode de l'EF86 montre que toutes les masses de la première lampe sont reportées en un seul point, par l'in-

(1) On appelle rotor les paillettes de commutation d'un contacteur. Si le terme est exact pour les contacteurs à galette, il paraît paradoxal dans le cas de contacteur à tirette, mais nous devons nous incliner devant la terminologie des fabricants.

intermédiaire de la gaine extérieure du câble micro, auprès de la prise micro.

La résistance de charge de la plaque EF86 est une 220 k Ω , le condensateur de liaison de 10 000 pF est connecté directement au potentiomètre de puissance.

La grille de la 6AU6 est reliée au potentiomètre à travers une résistance de 47 k Ω ; nous verrons plus loin pourquoi. Le montage de la 6AU6 est tout à fait classique : R = 1 000 Ω et C = 50 μ F dans la cathode; sup-

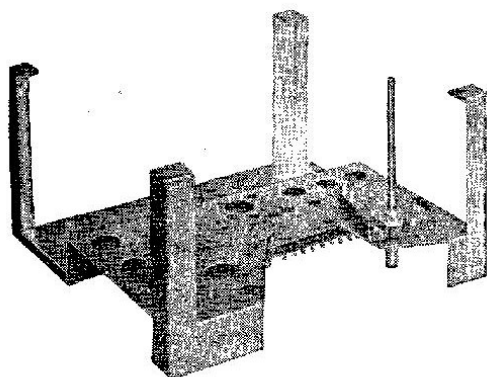


Fig. 5. — Aspect du châssis de l'amplificateur. On aperçoit une partie du commutateur à tirette et son axe de commande.

pressor relié à la cathode, R = 100 k Ω et C = 0,1 μ F dans l'écran; charge de 47 k Ω dans la plaque. Cette plaque est également reliée au plot 17 du commutateur, connectée au point 18 du commutateur par le rotor.

Nous trouvons le condensateur de 20 000 pF de sortie, découplé par un condensateur dont la valeur est fixée expérimentalement en fonction des corrections et de la qualité de l'amplificateur basse fréquence extérieur. Seules l'EF86 et la 6AU6 sont utilisées en lecture, cependant notre étude serait incomplète si nous n'examinions pas les autres circuits du commutateur. Le point 11 est connecté à la masse en 12 par le rotor. Le point 11 est très important, parce qu'à ce point arrivent la HF et la BF pour l'enregistrement; il importait donc de ne pas laisser cette connection en l'air, malgré les autres précautions prises.

La haute tension destinée à l'alimentation de la lampe EL84 d'oscillation arrive au point 30 du commutateur. Dans la position lecture, le point 30 est connecté au point 28 par le rotor. A ce point est branchée une résistance de 16 k Ω 4 watts ayant pour but de dissiper un courant égal à celui de l'EL84 quand celle-ci est en service, c'est-à-dire en fonction enregistrement.

Si cette résistance de 16 k Ω n'était pas utilisée, l'intensité HT varierait dans des proportions considérables entre les deux fonctions de l'amplificateur, le filtrage ne serait plus assuré, et la haute tension varierait considérablement. Il est intéressant de signaler que la lampe EL84 n'est pas alimentée pendant la lecture, alors qu'il est classique de supprimer l'oscillation en reportant simplement la grille de l'oscillateur à la masse. La solution adoptée sur le préampli 330 a pour but d'éviter le défaut de l'enregistrement de bruits parasites sur la bande pendant la lecture par la tête d'effacement.

Expliquons-nous et supposons que la lampe EL84 soit toujours alimentée en haute tension et que l'oscillateur soit arrêté par la mise à la masse de la grille de la lampe oscillatrice. La plaque de l'EL84 est chargée par le bobinage oscillateur qui joue dans ce cas le rôle d'un transformateur dont le secondaire est raccordé à la tête d'effacement. Supposons que la lampe EL84 « crachotte ». La tête d'effacement recevra automatiquement ce crachotement et l'enregistrera sur la bande.

On voit donc l'intérêt énorme qu'il y a à supprimer toute alimentation de la lampe d'oscillation. Evidemment, c'est une solution onéreuse, car il faut remplacer la lampe par une résistance de forte puissance.

L'œil magique EM85 n'est plus alimenté en haute tension. Son extinction montre ainsi que l'appareil est en position lecture.

Comme on le voit, en position lecture, nous ne trouvons sur le préampli 330 qu'une correction de tonalité linéaire, obtenue par le condensateur dont la capacité est laissée au constructeur en fonction de la partie basse fréquence utilisée. L'examen de la courbe de reproduction montre que cette courbe est pratiquement semblable à celle des disques microsillons 33 tours haute fidélité; donc tous les bons amplificateurs et électrophones donneront les corrections nécessaires pour que l'audition soit parfaite. Avec un poste de radio, dont on attaque la prise pick-up, un condensateur de 2 000 pF est recommandé. La lecture de la bande sera pratiquement linéaire jusqu'à 6 000 périodes; la légère chute pour les fréquences plus élevées ne sera pas sensible, étant donné que les transformateurs de sortie et les haut-parleurs n'en permettent pas la reproduction.

Comme on le voit, le préamplificateur 330 se branche sur n'importe quelle prise de P.U. d'un poste de radio ou d'un amplificateur sans autres connexions pour la reproduction.

ENREGISTREMENT

Pour l'enregistrement, le préamplificateur est entièrement autonome, c'est-à-dire ne nécessite pas l'utilisation d'un amplificateur BF extérieur. Nous allons étudier l'amplificateur dans cette fonction.

L'examen attentif des connexions du commutateur en position enregistrement demande un peu plus d'attention et nous prions nos lecteurs de se reporter au schéma de principe de la figure 1.

1° Entrée micro. — Elle est reliée à la grille de l'EF86 par le point 3 du commutateur connecté à 4 par le rotor. La charge de grille est alors de 1 M Ω + 22 000 Ω . Ces résistances sont placées auprès de la prise micro et reliées à la masse au point indiqué avec soin sur le schéma.

2° Entrée P. U. — Elle est reliée à la prise micro par l'intermédiaire d'une résistance de 470 k Ω et la résistance de 1 M Ω . Ce diviseur de tension permet l'attaque du même étage que l'entrée micro. Il possède également l'avantage de corriger la courbe d'enregistrement des disques microsillons 33 tours. Si cette entrée est attaquée par un P.U. muni d'une cellule G.E. et le préampli correcteur, c'est-à-dire par un signal droit de 40 à 15 000 c/s, il sera nécessaire de shunter la résistance de 470 k Ω par un condensateur de 150 pF.

Nous ne reviendrons pas sur le schéma de la lampe EF86 qui est employée d'une façon classique. Remarquons néanmoins que les points 1 et 7 du commutateur sont connectés à la masse au point 8 par le rotor; un écran étant ainsi formé entre le point 3 et le point 9, qui devient le point de sortie de notre amplificateur.

La plaque de la 6AU6 est reliée au point 17 du commutateur connecté au point 15, le point 18 étant déconnecté.

Le point 15 est relié au point 11 par un condensateur de 10 000 pF et une résistance de 220 k Ω dont nous étudierons les fonctions. Le point 11 est connecté au point 9 par le rotor. La tête magnétique est reliée, rappelons-le, au point 9. Le point 11 est également relié au circuit HF. Nous étudierons ultérieurement ce circuit.

Pour l'instant, examinons la liaison plaque 6AU6-tête magnétique sans nous soucier du circuit HF ou du circuit EM85, ni des commutations. La plaque est reliée à la tête à travers un filtre composé d'un condensateur de 10 000 pF et d'une résistance de 220 k Ω . L'ensemble complexe formé par le filtre et l'impédance de la tête magnétique est calculé de telle sorte que pour un signal BF de 21 volts sur la plaque 6AU6, la courbe de la tension nécessaire à l'enregistrement soit rigoureusement suivie : c'est un point essentiel pour obtenir un enregistrement de haute qualité.

La valeur de la résistance 220 k Ω a été choisie de telle sorte qu'elle soit très grande par rapport à l'impédance de la tête, même par rapport à la haute fréquence et ceci pour éviter que la tension HF ne vienne troubler le fonctionnement de la lampe 6AU6. En effet, pour une valeur de HF de 50 volts aux bornes de la tête d'enregistrement, on ne trouve que 2 ou 3 volts aux bornes de la plaque 6AU6, c'est-à-dire une tension insignifiante par rapport à la tension du signal BF (21 volts efficace).

Nous étudierons ultérieurement le fonctionnement de l'oscillatrice, mais nous ne pouvons terminer le chapitre de l'enregistrement proprement dit sans étudier le circuit HF enregistrement. Le courant est prélevé sur un enroulement spécial de l'oscillateur. Il est introduit dans la tête à travers une résistance de valeur variable et un condensateur de 5 000 pF. La valeur de la résistance est variable en fonction de la vitesse de déroulement de la bande, mais une valeur moyenne peut être déterminée pour les appareils fonctionnant à 2 vitesses.

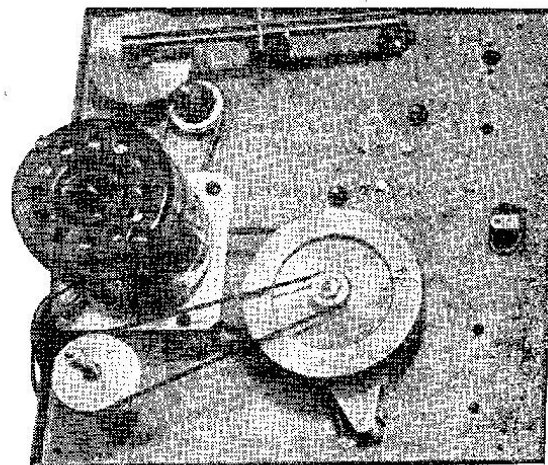


Fig. 6. — Vue de dessous de la platine utilisée pour l'entraînement du ruban. Cette platine est fixée sur le châssis de l'amplificateur.

Cette résistance n'a pas seulement une fonction de pont, mais également une fonction de filtrage. Elle filtre les harmoniques du courant HF et l'onde du courant de prémagnétisation est absolument pure, pour avoir des enregistrements exempts de tout souffle. Cette résistance a également pour but d'éviter toute fuite des fréquences élevées vers l'oscillateur, l'impédance de la tête d'enregistrement étant faible vis-à-vis de cette résistance.

La grille de l'œil magique EM85 est alimentée à travers une résistance dont la valeur est calculée pour obtenir la fermeture totale pour la saturation de la bande. Rappelons que l'EM85 est un nouvel œil magique à très grande plage. Le condensateur de 100 pF détecte la tension BF et dérive la tension HF, l'œil suit ainsi fidèlement la modulation.

Comme nous l'avons vu plus haut, l'œil magique est allumé lorsque le commutateur est dans la position « Enregistrement ».

Fonctionnement de la lampe oscillatrice

La lampe oscillatrice EL84 mérite une étude particulière. Rappelons que la haute tension est appliquée à cette lampe par le point 30, connecté au point 29 par le rotor, et que la grille est reliée à l'oscillateur par le point 23, connecté au point 25. Le point 28 n'est plus connecté au point 30.

L'oscillateur comporte 4 cosses au primaire représentant 3 enroulements en série. La haute tension arrive au point 2. L'enroulement de réaction est entre 2 et 5, la grille sera donc branchée en 5; l'enroulement plaque est entre 2 et 3. La cosse 4 est raccordée au prolongement de l'enroulement plaque pour donner une tension élevée, afin de permettre un filtrage efficace par la résistance d'introduction du courant HF dans la tête d'enregistrement (la tension HF est de 150 volts efficaces en 4, de 50 volts au moins sur la tête). La tête d'effacement est raccordée au secondaire, la cosse 1 est à la masse, la cosse 6 est le point de sortie.

Le condensateur d'oscillation est composé de 2 condensateurs au mica de 1 500 pF en série donnant une valeur de 750 pF et un isolement de 3 000 volts.

L'oscillateur se présente sous la forme d'un pot métallique surmonté d'une plaquette bakélite portant les cosses. Les numéros des cosses sont gravés sur la plaquette de bakélite pour éviter toute erreur.

Le point 3 est relié directement à la plaque, le point 5 à la grille, par l'intermédiaire d'un condensateur de 1 500 pF au mica, enrobé isolement 1 500 volts et un pont de résistance 47 000 Ω-4 700 Ω dosant le taux de réaction.

L'écran est alimenté à partir de la haute tension à travers une résistance de 10 kΩ découpé par un condensateur de 0,1 μF.

La cathode est polarisée par une résistance de 750 ohms non découplée par un condensateur. L'absence de condensateur donne une contre-réaction très énergique dans les basses. Cette contre-réaction a pour but d'éliminer du courant HF tous les ronflements à 100 périodes dus à la haute tension prise à un point où le filtrage est faible, si l'on considère l'usage que l'on va faire du courant d'oscillation de l'EL84.

S'il s'agissait d'une lampe de sortie, le filtrage serait excellent, mais le courant HF destiné à être le support d'une tension BF (très faible à 100 périodes). En conséquence, tout ronflement dû à la haute tension risque d'être enregistré si ces précautions n'étaient pas prises.

Le courant d'effacement est exempt de tout harmonique, condition nécessaire à l'absence de souffle. La tension d'effacement est de 15 volts environ, mais il convient de signaler qu'un effacement total est obtenu avec une tension de 10 volts.

La fréquence du courant HF est de 75 kilocycles/seconde environ. Elle peut être poussée sans inconvénient à 100 kc/s par le changement du condensateur d'oscillation, mais la fréquence de 75 kc/s est suffisante pour donner une reproduction très fidèle du 15 000 c/s.

L'impédance de la tête d'effacement est parfaitement adaptée à l'impédance du secondaire de l'oscillateur. L'emploi de cet oscillateur permet l'enregistrement de toutes les stations radio sans aucune interférence, chose impossible à obtenir avec un oscillateur à air.

CABLAGE

Le câblage n'offre aucune difficulté. Les fils des filaments (blanc et rouge) seront torsadés. Les couleurs des fils indiqués sur les différents schémas n'autorisent aucune erreur — les barrettes relais seront soudées directement sur le châssis.

Le support de l'EF86 est un support blindé, monté souple sur le châssis pour éviter les vibrations, toutes les connexions au support de cette lampe seront faites en fil souple.

Dans certains cas, il pourra être nécessaire de blinder, au moyen d'un clinquant laiton ou de papier d'aluminium relié à la masse, le condensateur de liaison de 10 000 pF plaque EF86/potentiomètre et le condensateur de 10 000 pF de liaison plaque 6AU6 à la tête.

Certains fils blindés devront être isolés avec du soupliso pour éviter des masses intempesitives, les traversées du châssis se font à travers des passe-fil isolants en caoutchouc.

Les points de masse devront être particulièrement respectés.

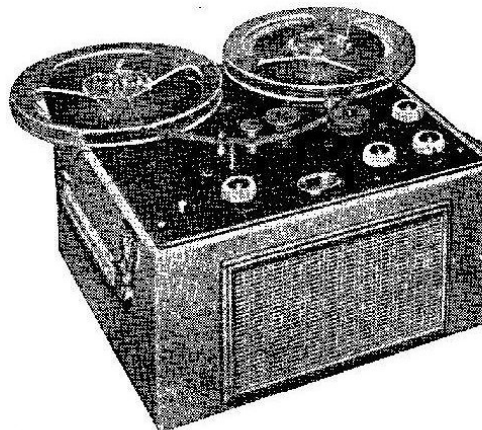


FIG. 7. — L'ensemble « junior » pouvant être équipé de l'amplificateur d'enregistrement.

Il ne faut pas oublier que ce préamplificateur est sensible en lecture à 10 microvolts, donc que la moindre modification des circuits peut être néfaste.

Les éléments (résistances, condensateurs, lampes supports et transformateurs, etc...) doivent être de tout premier choix, la tolérance maximum sur la valeur des résistances ne doit pas dépasser 10 %. Le condensateur d'oscillation doit être obligatoirement au mica et isolé à 3 000 volts. La tolérance sur sa valeur nominale ne doit pas excéder 5 % au plus.

La réalisation et la mise au point de ce préamplificateur, qui a fait ses preuves, ont demandé plusieurs mois d'études. Câblé exactement suivant le schéma et les plans, l'ensemble peut être terminé rapidement. Aucun réglage n'est à effectuer excepté celui de la tonalité, qui dépend de l'amplificateur BF utilisé et celui de la tension HF. Les valeurs de résistances indiqués pour les différentes vitesses de défilement ne sont pas critiques et si le constructeur n'a pas de voltmètre à lampe, il peut s'en tenir aux valeurs indiquées sur le schéma. Pour les appareils à deux vitesses, des valeurs de résistances intermédiaires pourront facilement être trouvées après un ou deux essais.

Signalons enfin qu'il est pratiquement impossible de réaliser ce préamplificateur avec les commutateurs à galette.

Une écoute peut être faite pendant l'enregistrement en reliant les points 16-18 du commutateur par une résistance de 470 kΩ. Cette écoute s'effectue sur un casque branché sur la prise de sortie, dans le cas d'enregistrement micro, ou directement sur l'amplificateur dans le cas d'enregistrement de disque ou de radio. Pour l'enregistrement des émissions radiophoniques, le raccordement du préamplificateur et du récepteur sera fait, à la prise P.U., si le récepteur ne comporte pas de commutation pick-up qui a pour effet de supprimer la liaison entre la prise P.U. et la sortie de détection; à partir de la prise du haut-parleur supplémentaire du poste, s'il s'agit d'une prise basse impédance, ou mieux encore sur une prise spéciale branchée aux bornes extrêmes du potentiomètre de volume contrôle du récepteur. La puissance d'écoute sur le poste est, dans ce cas, indépendante du niveau de l'enregistrement et les enregistrements sont plus purs, puisque le signal n'est pas affecté par les distorsions de l'étage de sortie du récepteur.

Utilisé avec la platine adaptable sur tourne-disque Oliver, ce préamplificateur permet, si le tourne-disque est bon, de réaliser un bon magnétophone pour une dépense de l'ordre de 20 000 francs. Le seul défaut de cette formule est le manque de maniabilité de l'ensemble. Dans le cas de l'utilisation d'une platine Junior ou d'une platine New Orleans Oliver, on a la possibilité de monter un adaptateur portable dont les prix respectifs, valise comprise, sont de 34 000 ou 44 000 francs.

Nous sommes persuadés que de telles réalisations intéresseront un grand nombre d'amateurs et contribueront à la diffusion du magnétophone en France.

(Le matériel nécessaire à la réalisation de ce magnétophone est disponible aux Ets Olivères, 5, avenue de la République, Paris-XI.)

Courbe d'enregistrement et de lecture du préampli 330

| Fréquence | Enregistrement | | Lecture | |
|---------------|----------------|--|--|---------------|
| | Tension plaque | Tension aux bornes de la tête en millivolt | Tension aux bornes de la tête en millivolt | Courbe Db |
| 50 | 21 V 2 | 14 | 0,31 | - 24 |
| 100 | » | 23 | 0,595 | - 19 |
| 500 | » | 170 | 3,1 | - 4,8 |
| 1 000 | » | 215 | 5,5 | 0 |
| 3 000 | » | 670 | 9 | + 4,2 |
| 4 000 | » | 780 | 9 | + 4,2 |
| 6 000 | » | 1 100 | 8,6 | + 3,8 |
| 9 000 | » | 1 600 | 7 | + 2 |
| 13 000 | » | 2 050 | 4,75 | - 1 |
| 15 000 | » | 2 150 | 3,9 | - 2,2 |
| Souffle | | 7 microvolts | | 10 microvolts |

LA SONORISATION ET LA SYNCHRONISATION des films cinématographiques d'amateurs

Le film de cinéma est devenu uniquement sonore, et il en est de même pour la plupart des films sub-standards de 16 mm. Par contre, la majorité des projecteurs de formats réduits de 16 mm, 9,5 mm, et 8 mm d'amateurs, ainsi que les appareils des formats panoramiques récents sont encore le plus souvent muets. Il existe des films sonores de 16 mm et de 9,5 mm à piste photographique et des projecteurs sonores à lecteur de sons photoélectriques, mais leur emploi est généralement réservé à des usages semi-professionnels. D'ailleurs, la plupart de ces appareils ne permettent pas l'inscription sonore par l'amateur lui-même et le 8 mm n'a pu être sonorisé par ce procédé.

On a d'abord essayé d'associer des projecteurs d'amateurs avec des tourne-disques phonographiques pour permettre une sonorisation plus ou moins satisfaisante, et on a repris ainsi un procédé datant des débuts même du cinéma. L'apparition de l'enregistrement magnétique a transformé la question, tant pour le film standard que pour le film réduit, et désormais la sonorisation des films réduits d'amateurs ne peut guère être envisagée qu'avec l'aide de ce procédé remarquable.

LES DIFFERENTES POSSIBILITES DE LA SONORISATION MAGNETIQUE

On peut distinguer la sonorisation directe du film au moment même de la prise de vues à l'aide d'une caméra sonore, ou par couplage

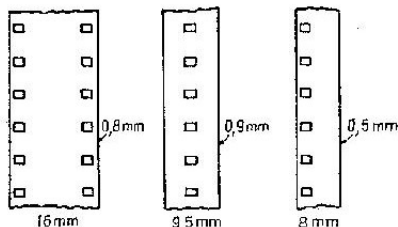


FIG. 1. — Les pistes sur les films muets d'amateurs.

de la caméra avec un magnétophone, et la sonorisation après coup des films muets exécutée en utilisant des bandes positives.

Le premier procédé est aussi le moins répandu, malgré son intérêt, en raison de sa plus grande complexité. Il existe des caméras sonores à enregistrement magnétique, mais elles sont réservées à des professionnels, en raison de leurs prix et de leurs difficultés d'emploi.

Il est possible de relier la caméra à un magnétophone séparé à ruban à l'aide d'une liaison de synchronisme, dont nous indiquerons plus loin les caractéristiques; cette solution est généralement inutile pour l'amateur qui se contente d'utiliser une seule bande positive établie à l'aide d'un film inversible et n'a pas besoin, sauf pour des films documentaires, d'enregistrer exactement les sons initiaux correspondants aux images.

La sonorisation après coup s'applique fort bien aux films d'amateurs d'autant plus que l'accompagnement sonore est constitué généralement par un simple commentaire, de la musique de fond, et des bruits.

Le problème le plus fréquent consiste à sonoriser le projecteur seul, soit en adaptant sur son mécanisme un dispositif permettant l'inscription et la reproduction des sons, soit en le reliant à un magnétophone séparé, généralement à ruban.

La sonorisation des films muets et la transformation des projecteurs muets en projecteurs sonores constituent ainsi les problèmes essentiels à résoudre.

LES DIFFERENTES SOLUTIONS

Il existe différentes solutions de ces problèmes même en considérant uniquement les méthodes simplifiées à la portée des amateurs.

1) On peut utiliser des films, sur lesquels on fait placer par le fabricant lui-même, et généralement après développement, une bande d'enroulement magnétique constituée par une sorte de peinture adhérente très mince. Les sons sont inscrits sur cette piste contiguë aux images, généralement sur le projecteur lui-même, qui comporte alors une tête magnétique d'enregistrement. Les sons sont reproduits ensuite à l'aide de cette même tête magnétique et avec un synchronisme automatique (fig. 1 et 2).

2) Les sons peuvent être inscrits sur une bande magnétique séparée, mais perforée, généralement entraînée par un dispositif monté sur le projecteur lui-même, et actionné par le mécanisme même du projecteur. Cette bande est tout à fait séparée du film et le système adaptateur comporte les têtes magnétiques nécessaires pour l'enregistrement et la reproduction. Cette solution assure un synchronisme automatique; elle permet d'utiliser une piste de largeur plus grande et une vitesse de défilement du ruban magnétique supérieure à celle du film, mais elle ne peut être envisagée que pour des appareils puissants de 16 mm et, par conséquent, elle n'est pas à la portée de la plupart des amateurs.

L'EMPLOI D'UN MAGNETOPHONE SEPARÉ

Le projecteur muet peut rester 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 ruban; les procédés de liaison entre le projecteur et le magnétophone sont directs, et doivent être spécialement étudiés.

a) On peut se contenter d'une correspondance approximative entre les images et les sons lorsqu'il s'agit d'un simple commentaire,

ou d'une musique de fond. On ne réalise pas une liaison matérielle précise entre le projecteur et le magnétophone. On se contente de rendre leurs vitesses de défilement approximativement égales, et l'on adopte des dispositifs avertisseurs de contrôle visuel ou sonore permettant à l'opérateur de se rendre compte d'un dérèglement possible nécessitant de sa part une manœuvre compensatrice.

Dans cette catégorie de dispositifs, on trouve ainsi des disques stroboscopiques placés sur le projecteur, ou des marques de repères

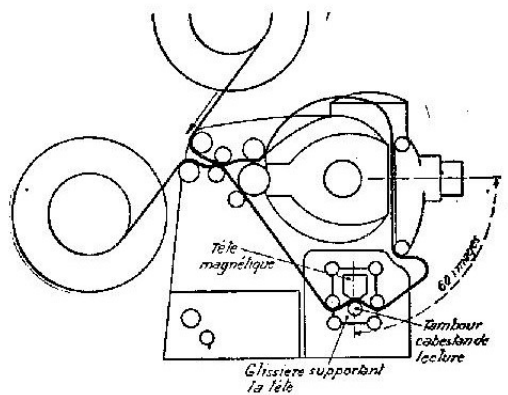


FIG. 2. — Disposition d'un projecteur sonore à tête magnétique.

stroboscopiques imprimées sur la face non enduite du ruban. On trouve également des systèmes indicateurs visuels différentiels, reliés, d'une part, au projecteur, et, d'autre part, au magnétophone, et déterminant par exemple, le déplacement d'une aiguille devant un cadran en faisant connaître le décalage à chaque instant.

Le procédé exige un contrôle continu de la part de l'opérateur, qui doit agir sur le bouton de réglage du moteur du projecteur 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 (fig. 3).

b) Le projecteur muet et le magnétophone sont reliés en synchronisme absolu à l'aide d'un dispositif mécanique, grâce à l'utilisation d'un moteur unique d'entraînement asynchrone synchronisé assez puissant, ou à l'asservissement du moteur universel du projecteur par le mécanisme du magnétophone.

La première variante peut donner des résultats acceptables, et elle a, d'ailleurs, été adoptée dans des appareils professionnels, tant pour les caméras que pour les projecteurs. Mais la deuxième est plus exclusivement de caractère amateur, et son application a été tentée par des bricoleurs ingénieux et habiles; elle exige des dispositifs mécaniques difficiles à adapter, si l'on veut assurer un entraînement régulier, souple, et sans à coups.

LES SYSTEMES A LIAISON ELECTRO-MECANIQUE

La liaison de synchronisme entre le projecteur muet et le magnétophone électro-mécanique comporte sous une forme ou une autre un dispositif de contacteur sur le projecteur, et un autre sur le magnétophone, ce 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 spécifiquement d'amateur, le plus répandu, et dont les formes pratiques sont les plus diverses. Il peut comporter un contacteur solidaire d'un arbre bien choisi du projecteur, et un autre solidaire du cabestan du magnétophone. Il peut comporter aussi un système de commande actionné par une boucle du film ou du ruban magnétique, et variant de longueur suivant le décalage possible entre les deux appareils.

Dans un procédé de ce genre, on contrôle, en réalité, le réglage très souvent 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 (fig. 4). Il y aurait intérêt à adopter des rubans magnétiques perforés évitant évidemment tout glissement, où des systèmes de contacteurs de synchronisme commandés non par un organe du mécanisme d'entraînement du magnétophone, mais par le ruban lui-même.

LA SOLUTION ELECTRONIQUE

On utilise un dispositif compensateur réglant la vitesse du projecteur d'après la vitesse du magnétophone, ou, inversement, et 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.

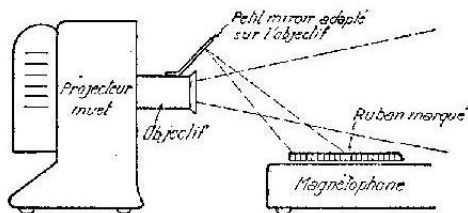


FIG. 3. — Une solution simple pour l'emploi d'un magnétophone séparé. Un petit miroir est adapté sur l'objectif du projecteur ; il éclaire en lumière intermittente le ruban sur lequel sont tracés des repères stroboscopiques équidistants.

Mais, à l'inverse du cas précédent, cette mise en circuit ou hors-circuit d'éléments compensateurs, 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. Ces impulsions sont reproduites à l'aide d'une tête magnétique supplémentaire de lecture ; elles agissent sur un montage électronique, et, finalement, commandent le contacteur immédiatement au moment nécessaire (fig. 5).

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 placés sur 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, non seulement dans les usages d'amateur, mais même pour la sonorisation professionnelle, son seul inconvénient réside dans sa complexité relative et, par conséquent, dans le prix de revient élevé des appareils nécessaires.

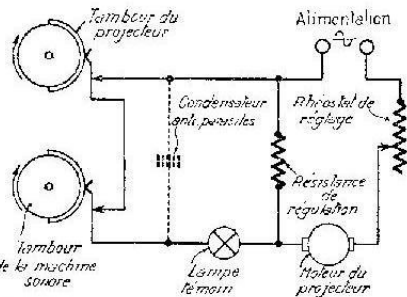


FIG. 4. — Principe d'un montage de liaison électromécanique entre le projecteur et le magnétophone (Ercsun).

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTS PROCÉDES

Nous pouvons ainsi envisager deux grandes catégories de procédés, en dehors de la méthode de sonorisation approximative et plus ou moins de fortune, qui ne demande pas ici de commentaires spéciaux. Il y a, d'une part, l'emploi d'un film à piste magnétique et, par conséquent, d'un projecteur sonore magnétique et, d'autre part, l'emploi d'un magnétophone séparé, relié en synchronisme au projecteur lui-même, à l'aide d'une liaison mécanique, ou plutôt électro-mécanique sinon électronique.

Le premier procédé consiste dans l'emploi d'une piste sonore magnétique à la place de la piste photographique, tout au moins dans les films de 16 mm et de 9,5 mm, et en remplacement, s'il y a lieu, d'une rangée de perforations. La méthode assure un synchronisme absolu entre les images et les sons, avec un décalage images-son fixé une fois pour toutes, par les dispositions mêmes des organes du projecteur, la tête magnétique d'enregistrement et de reproduction étant normalement placée en-dessous de la « fenêtre » du projecteur optique.

Ce procédé offre une très grande facilité d'utilisation, puisque l'enregistrement et la reproduction s'effectuent sans nécessiter aucun contrôle ou repérage spécial, au moment du chargement du projecteur, et de sa mise en fonctionnement. En cas de rupture du film, le synchronisme est maintenu automatiquement, puisque toute coupure est effectuée nécessairement aussi bien sur la bande-images que sur la piste sonore, et à condition, bien entendu, de prendre les précautions nécessaires au moment du collage.

Il est cependant indispensable d'utiliser, la plupart du temps, un projecteur sonore magnétique spécialement construit en vue de cet usage, car l'adaptation d'un projecteur muet est généralement beaucoup moins facile qu'on peut le croire à première vue. En particulier, il est impossible de songer à sonoriser ainsi un petit projecteur d'amateur rudimentaire, muni d'un simple moteur électrique universel sans régulateur, et, par conséquent, pouvant présenter des variations de vitesse plus ou moins notables, suivant les variations de la charge du film.

D'autre part, en raison même des différences de vitesses de défilement et même, en partie, de la variation de largeur de l'emplacement disponible pour la piste sonore dans les différents formats, la qualité de la reproduction sonore est fonction du format du film, et diminue en même temps que ce format.

Pour le 16 mm, la vitesse de défilement à la cadence 24 images/seconde est de l'ordre de 18 cm à la seconde, ce qui est analogue à la vitesse standard de 19 cm/seconde des magnétophones d'amateur de qualité et la piste sonore peut avoir 2 mm de large (du moins sur les films à une seule fente de perforation). La bande de fréquences peut alors s'étendre aisément de 50 jusqu'à 8.000 Hz en employant un film de ce genre à une seule rangée de perforations latérales. La dynamique est suffisante, et le bruit de fond est peu gênant. Avec le film muet 16 mm ordinaire la largeur de la piste est réduite à 1 mm environ.

Le film de 16 mm et le film de 9 mm 5 présentent, en réalité, la même vitesse de défilement, ce qui constitue un avantage pour le 9 mm 5. Cette vitesse est donc encore suffisante même à la cadence du film muet de seize images/seconde. Par contre, la largeur de la piste sonore est forcément plus réduite puisque la marge est plus étroite, et inférieure à 1 mm, ce qui réduit, par là même, surtout la dynamique et, en correspondance, augmente le bruit de fond apparent. Enfin, la vitesse de défilement du film muet de 8 mm n'est guère que de l'ordre de 6 cm à la seconde, ce qui est très faible — elle ne pourrait être amenée à 9 cm que dans le cas d'une cadence de 24 images/seconde. Sa largeur est encore plus réduite, et de de l'ordre de 95 mm, ce qui présente des inconvénients encore plus marqués pour la dynamique.

D'autre part, malgré les progrès déjà acquis, la qualité de l'enduit magnétique de la piste sonore ne peut égaler celle de l'enduit ordinaire des rubans magnétiques, en raison de la différence du support, et surtout de la différence des conditions dans lesquelles le dépôt d'oxyde magnétique est effectué. Il n'est pas possible d'obtenir une surface aussi adhérente, aussi homogène, et d'un grain aussi réduit.

Les perforations très rapprochées de la piste magnétique risquent également de produire à la lecture des modulations parasites, phénomène constaté d'ailleurs, dans les films standards.

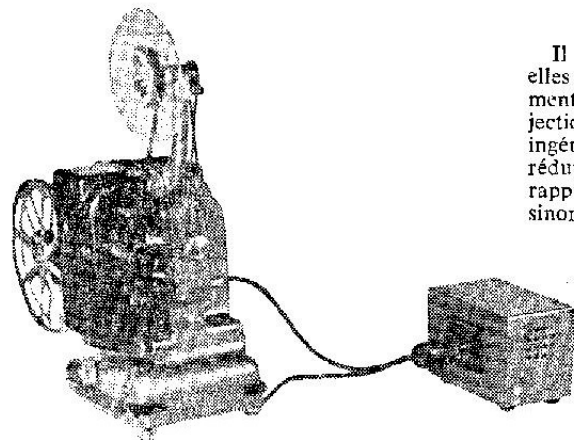
La piste magnétique du film suit évidemment le trajet normal du film d'images dans le projecteur. Elle passe ainsi sur les différents tambours débiteurs, galets, et couloir et à proximité plus ou moins immédiate de la lampe de projection et du moteur ; d'où le risque d'inductions parasites, qui impose de grandes précautions pour la construction, et surtout pour l'adaptation du projecteur, et ne peut toujours être complètement supprimé.

L'enduisage de la piste magnétique sur le bord du film d'images, généralement sur la bande positive, ne peut être exécuté que dans des laboratoires spécialisés. D'où la nécessité pour l'amateur d'envoyer son film au fabricant, ce qui nécessite des transports et des délais plus ou moins longs, et entraînent surtout des frais élevés.

Il y a surtout, en pratique, une raison prépondérante d'ordre matériel et économique. Le projecteur magnétique doit être relié normalement à un amplificateur et à un haut-parleur et comporter un microphone pour l'enregistrement. C'est un appareil complexe et assez coûteux, mais il ne peut servir évidemment qu'à exécuter les enregistrements sonores destinés à accompagner les images du film. Il ne peut permettre des enregistrements sur ruban divers et très nombreux, comme le ferait un magnétophone.

La solution un peu modifiée signalée plus haut, et qui consiste à appliquer sur le projecteur un dispositif d'entraînement d'un ruban magnétique perforé distinct du film de cinéma, mais actionné par le mécanisme du projecteur lui-même, constitue une première solution intermédiaire. On conserve l'avantage du synchronisme automatique, mais la piste sonore

étant placée sur une bande séparée peut être beaucoup plus large, et la vitesse de défilement peut être aussi plus élevée que celle du film d'images. Par contre, le dispositif ne peut être appliqué que sur un appareil de haute qualité mécanique, actionné par un moteur robuste à vitesse constante, ce qui limite beaucoup son application par les amateurs, et convient plutôt pour l'enseignement ou la documentation.



LES DIFFICULTÉS D'UNE SYNCHRONISATION ABSOLUE

Venons-en donc à la sonorisation d'un projecteur muet par un magnétophone séparé, solution essentiellement d'amateur. Elle présente pourtant l'inconvénient d'exiger l'emploi d'un dispositif plus ou moins complexe pour assurer une synchronisation plus ou moins précise, obtenue automatiquement dans le cas du film sonore à piste magnétique. Cette synchronisation est d'autant plus difficile à maintenir avec précision que la durée de la projection est plus longue.

Il faut, en effet, craindre au cours de la projection des variations de la position du ruban, qui peut glisser ou varier de longueur, par suite de son élasticité. Le magnétophone lui-même n'a pas toujours une vitesse suffisamment constante, par suite des variations de tension et de température. D'ailleurs, les fabricants de magnétophones et, en particulier, les américains indiquent maintenant la limite des variations possibles de la vitesse de leurs appareils au bout d'une certaine durée de fonctionnement.

En réalité, au contraire de l'opinion commune, il ne suffirait pas, en toute rigueur, d'utiliser les moteurs synchrones proprement dits ou asynchrones-synchronisés pour l'enregistrement magnétique et le projecteur. Il serait bon d'employer simultanément un indicateur visuel faisant connaître immédiatement le décalage éventuel entre la marche de l'appareil optique, et celle de l'appareil sonore.

Le ruban magnétique non perforé est entraîné par adhérence sur un arbre vertical rotatif ou cabestan, sur la surface duquel il est appuyé généralement par un galet caoutchouté, mais il peut fort bien se produire de légers glissements, et des variations de longueur de défilement du ruban, même si un pleurage n'est pas sensible à l'oreille. Le cabestan de magnétophone lui-même est souvent entraîné par friction au moyen d'une courroie élastique reliée au moteur. Sa rotation peut différer très légèrement de celle de ce dernier.

Le ruban lui-même en matière cellulosique ou en composé vinylique conserve toujours une nature plastique et, par cela même, il peut subir une certaine variation de sa longueur, au fur et à mesure de son passage et de l'enregistrement ou de la reproduction.

Ces variations sont insignifiantes, lorsqu'il s'agit de projections de courte durée, elles

existent cependant, et il est facile de s'en rendre compte, en chronométrant les durées de passages successives de plusieurs rubans de grandes longueurs connues. On constate aussi généralement que la vitesse même du ruban n'est pas absolument constante, et varie au fur et à mesure du fonctionnement du magnétophone.

LES SOLUTIONS IDEALES ET LES MOYENS PRATIQUES

Il ne s'agit pas là de variations totales; elles ne peuvent gêner des projections documentaires et, en général, la plupart des projections d'amateur. Des dispositifs divers et ingénieux ont cependant été proposés pour réduire cet inconvénient; il s'agit, d'une part, rappelons-le d'une commande du projecteur, sinon du magnétophone, par des signaux pro-

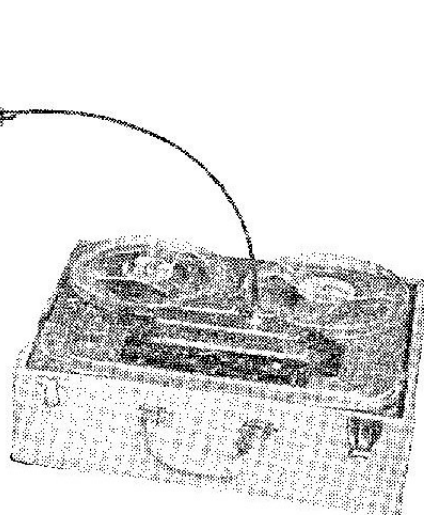


FIG. 4 bis. — Synchronisation d'un projecteur et d'un magnétophone à ruban par boîtier différentiel (teca).

venant du ruban lui-même et, d'autre part, de l'emploi du ruban perforé.

Le ruban magnétique perforé sous forme de film enduit est utilisé normalement dans le studio professionnel, et évite tout risque de glissement. Cette méthode est ignorée des amateurs pour la raison évidente qu'il n'y a pas à l'heure actuelle de modèles d'enregistreurs magnétiques de ce genre utilisables par eux et de prix raisonnable.

On a déjà essayé expérimentalement d'utiliser du ruban magnétique standard perforé de 6,35 mm de largeur; mais les résultats ont été insuffisants, en raison de l'épaisseur de plus en plus réduite du support. Les perforations ne pouvaient supporter longtemps les efforts mécaniques imposés par les variations d'entraînement, les mises en marche, et les arrêts, au cours du fonctionnement normal d'enregistrement et de lecture des sons.

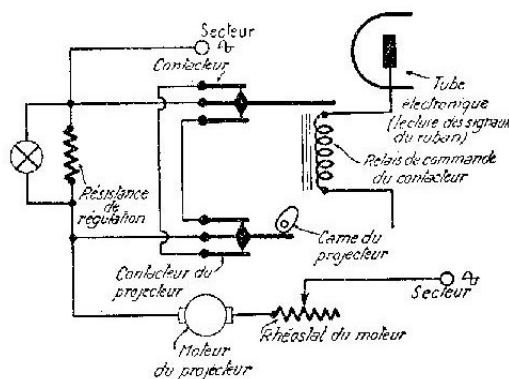


FIG. 5. — Schéma de principe d'un régulateur électronique (Olivères).

Pratiquement on se contente d'utiliser du film cinématographique enduit et perforé, et il en résulte quelques inconvénients par rapport aux modèles habituels à ruban. Le mécanisme à débiteur denté est plus encombrant et plus lourd, et d'une construction plus coûteuse; le film perforé est également plus épais et plus coûteux que des rubans ordinaires. La souplesse et la mobilité diminue ce qui est particulièrement sensible pour le film réduit, et il ne peut s'agir d'une solution d'amateur.

Dans les conditions actuelles, le procédé électro-mécanique est donc le plus courant, et il s'applique dans de bonnes conditions pour des projections de durée relativement courte. Il existe maintenant des dispositifs de synchronisation assurant des résultats très satisfaisants, même pour la projection d'une bobine de plus de 300 mètres de film 16 mm.

L'avantage essentiel consiste dans la possibilité pour l'amateur d'utiliser un projecteur muet, plus ou moins quelconque, sans que la qualité sonore dépende nécessairement des caractéristiques de ce projecteur, et surtout le magnétophone utilisé pour la sonorisation conserve intégralement toutes ses possibilités dans des applications très diverses.

La méthode idéale, à l'heure actuelle, paraît consister dans l'utilisation d'un signal enregistré sur le ruban, et qui contrôle le fonctionnement de la caméra ou du projecteur. Le procédé inverse est également possible, comme nous l'avons noté, c'est-à-dire le contrôle du magnétophone à l'aide d'un signal transmis par la caméra ou le projecteur. Cette dernière méthode ne semble pas avoir été appliquée aux appareils d'amateurs proprement dits, et elle nécessite des précautions évidentes.

Dans le cas de l'utilisation du régulateur électronique de la figure 5, le magnétophone servant à la sonorisation doit évidemment permettre l'enregistrement simultané de deux pistes sur une bande standard de 6,35 mm et doit comporter deux têtes d'enregistrement lecture, permettant la lecture simultanée des impulsions de synchronisation et du son d'accompagnement.

Les trains de signaux sont enregistrés au moment de la prise de vue grâce à une came montée sur la caméra, en bout de l'arbre manivelle, commandant un contacteur. Ce dernier permet de découper en trains de signaux une fréquence musicale émise par un générateur BF spécialement prévu. Ces signaux sont enregistrés sur l'une des pistes du ruban tandis que le son est enregistré simultanément sur l'autre piste.

À la projection, les trains de signaux servent à asservir le moteur du projecteur grâce au dispositif de la figure 5.

Le film est ainsi projeté exactement à la vitesse de la prise de vue et la bande magnétique sert de mémoire pour recréer au moyen du projecteur le mouvement de la caméra.

Pour obtenir un démarrage en synchronisme-rigoureux, l'erreur devant être inférieure à 1/10^e de seconde, la bande comporte une amorce de démarrage avec plage argentée conductrice. Au départ le presseur du magnétophone, dont le moteur tourne, est maintenu levé par un électroaimant et la bande n'est entraînée qu'au passage de la plage argentée qui court-circuite deux plots et coupe le courant d'alimentation de l'électro-aimant par l'intermédiaire d'un relais.

La sonorisation des caméras, et surtout des projecteurs muets d'amateurs, est, on le voit, possible, d'une manière pratique, sans nécessiter des dépenses prohibitives. Même en se contentant d'un dispositif électro-mécanique, les solutions actuelles offrent des possibilités diverses, permettant d'aboutir, la plupart du temps, à un résultat très satisfaisant.

LES NOUVELLES MÉTHODES D'ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE DES IMAGES

L'ENREGISTREMENT magnétique des images de télévision et de cinéma par des procédés uniquement électriques et magnétiques, et sans avoir recours aucunement à une méthode photo-chimique est particulièrement intéressant. Ces procédés, qui ne sont plus du tout actuellement du domaine de l'utopie, mais commencent à entrer dans la pratique industrielle, font appel, bien entendu, aux systèmes d'analyse et de restitution des images adoptés en télévision.

Grâce à une caméra électronique, comportant un tube cathodique analyseur, l'image de l'objet à enregistrer projeté sur l'écran en mosaïque de cette caméra est analysée par le faisceau électronique de balayage, et l'on obtient en correspondance une succession de signaux à haute fréquence ou vidéo-fréquence qui représentent les caractéristiques optiques des éléments divers constituant l'image, et formant ce qu'on appelle théoriquement les « points » d'image.

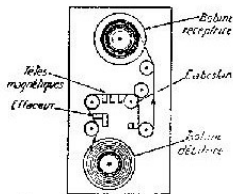


Fig. 1. — Disposition générale d'une machine magnétique américaine d'enregistrement des images.

Lorsqu'on veut obtenir la reproduction de l'image analysée par la méthode de télévision habituelle, on transmet successivement par fil ou sans fil ces signaux d'images à un téléviseur comportant un tube cathodique à écran fluorescent à observation directe ou à projection. Sur l'écran du tube, l'image est ainsi reconstituée élément par élément, grâce au balayage de la surface par le spot intégrateur, qui se déplace en synchronisme avec les mouvements du spot d'analyse émetteur. A cet effet, on utilise des signaux de synchronisme particuliers qui sont intégrés à la transmission, mais sont séparés dans le téléviseur des signaux d'image et, s'il y a lieu, des signaux de son.

Au lieu de transmettre directement au téléviseur les signaux provenant de l'émetteur, on peut envisager leur enregistrement sur un moyen quelconque, ce qui constitue donc, en correspondance, un véritable enregistrement des images elles-mêmes. Il est facile d'utiliser, par la suite, ces signaux enregistrés en les transmettant à un téléviseur, pour obtenir la reconstitution de l'image par observation directe ou par projection sur écran séparé.

Le problème de la prise de vues et de la projection à l'aide de films sensibles, et avec des traitements de laboratoire est ainsi remplacé par celui de l'enregistrement sur un support convenable de signaux à très haute fréquence, par un méthode électrique ou magnétique, et, en fait, on utilise uniquement, jusqu'à présent, l'inscription magnétique sur bande ou ruban, dont les applications sont déjà si diverses et si remarquables.

Ce problème particulier de l'enregistrement magnétique des très hautes fréquences diffère de celui de l'inscription habituelle électro-acoustique des fréquences qui ne dépassent pas 15 000 c/s avec les magnétophones habituels. Les difficultés rencontrées pour l'inscription à très haute fréquence sont assez nombreuses : il faut utiliser des têtes magnétiques spéciales à entrefer très réduit, et un support suffisamment résistant et suffisamment large, à grain magnétique très fin.

La pré-magnétisation devient difficile, ou même impossible, et, surtout, il faut adopter une vitesse de défilement suffisante du support par rapport à l'entrefer d'enregistrement ou de lecture, ce qui amène à envisager des vitesses de défilement de l'ordre d'une dizaine de mètres par seconde, et il en résulte diverses difficultés, en particulier de caractère mécanique.

Ce ne sont pas là, uniquement, des essais de laboratoire, et de nombreux travaux industriels ont été entrepris sur la question, tant aux Etats-Unis qu'en Italie, en Allemagne, en Angleterre, et en France. Il peut en résulter, tout d'abord, des applications intéressantes, et plus ou moins limitées de la technique de la télévision et du cinématographe lui-même, en attendant une véritable transformation complète des méthodes cinématographiques.

Mais, dira-t-on, ce procédé offre-t-il, à l'heure actuelle, en réalité, un véritable intérêt technique, puisque la définition, c'est-à-dire la qualité essentielle des images cinématographiques sur films sensibles, est encore supérieure, en général, à celle des images de télévision même à haute définition ? Mais cette situation est encore provisoire, et il y a, dès à présent, des applications particulières, dans lesquelles l'inscription magnétique présenterait un grand intérêt. Il en est ainsi pour les actualités, les documentaires, les films d'enseignement technique et, surtout, pour les programmes de télévision différés, car cette inscription uniquement magnétique présente de grands avantages par rapport aux procédés actuels genre Kinescope réalisés au moyen de films photographiques ordinaires.

Si l'idée initiale de l'enregistrement des images par inscription de signaux électriques peut être considérée comme relativement ancienne, les appareils industriels ayant permis des essais pratiques sont très récents, et ne datent guère que de deux ou trois ans environ. Nous pouvons, cependant, déjà constater la formation de deux catégories générales de machines magnétiques de ce genre, auxquelles on pourrait donner le nom de magnéto-optiques ou magnéto-optiques.

Dans les premiers appareils, les systèmes d'entraînement du ruban et les têtes magnétiques sont disposés suivant les principes classi-

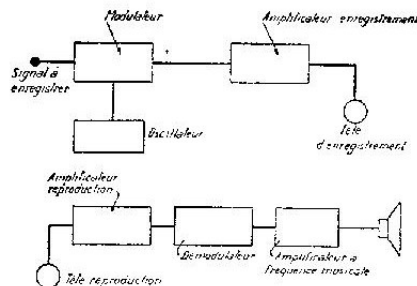


Fig. 2. — Ensemble d'enregistrement et de reproduction des sons.

ques habituels. La bande magnétique est entraînée ainsi suivant un trajet rectiligne devant des têtes magnétiques fixes.

Dans une autre catégorie d'appareils plus originaux, au contraire, on a cherché à modifier les principes de construction des magnétophones ordinaires, et à l'adapter plus spécialement en vue des buts à obtenir. On a donc modifié, en général, la largeur du ruban, de façon à pouvoir inscrire sur sa surface un grand nombre de pistes plus ou moins obliques, et placées de diverses façons. Les têtes magnétiques fixes ont été remplacées par des

têtes mobiles, généralement placées sur la périphérie d'un tambour rotatif, ce qui permet d'assurer une grande vitesse relative de déplacement des têtes par rapport à la surface du ruban, tout en réduisant la vitesse de défilement linéaire de ce ruban.

Il nous semble intéressant de faire le point des méthodes et des dispositifs utilisés actuellement, dont certains sont particulièrement curieux, et nous commencerons par rappeler, en détail, les premiers appareils industriels américains réalisés, qui ont reçu des perfectionnements notables et très récents.

LES APPAREILS R C A

Les appareils d'inscription et de reproduction magnétiques réalisés par les ingénieurs de recherche de la Radio Corporation of America et constamment perfectionnés depuis 1953 appartiennent encore à la première catégorie. Ce sont, pourtant, les premiers qui ont assuré des résultats réellement pratiques, même pour les images en couleurs.

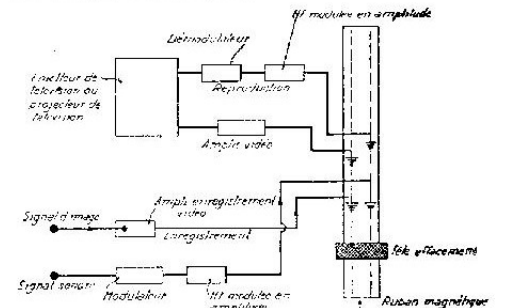


Fig. 3. — Ensemble d'une installation d'enregistrement et de reproduction magnétiques des images et des sons.

Le ruban utilisé existe en un support d'acétate de cellulose avec enduit d'oxyde de fer rouge. L'épaisseur du support est de 43 microns, et celle de l'enduit magnétique d'environ 10 microns. La largeur du ruban pour les images en couleurs est de 12,7 mm., et pour les images en noir de 6,25 mm seulement, de telle sorte qu'on peut inscrire simultanément deux programmes sur un ruban de 12,7 mm. La force coercitive de l'enduit est de 250 oersteds, avec une rémanence de 770 gauss.

L'entraînement du ruban doit être effectué à grande vitesse, et en évitant des variations rapides, de façon à supprimer en même temps la possibilité de tremblement des images.

L'uniformité de l'entraînement doit être telle que la variation ne dépasse pas 1/100.000, ce qui correspond à environ 5 mm pour une image de l'ordre de 30 cm.

Des systèmes de régulation perfectionnés permettent de limiter le décalage à moins d'un élément d'image par ligne de balayage.

Nous représentons sur la fig. 1 la platine de défilement d'un magnétophone spécial de ce genre. La vitesse d'entraînement du ruban est assurée essentiellement par un cabestan tournant à 30 tours par seconde, et ayant une circonférence de 30 cm. Les variations brusques de la vitesse du cabestan sont évitées au moyen d'un volant. Les coussinets de ce volant sont parfaitement polis et alignés et un équilibre statique et dynamique parfait de tous les éléments doit être obtenu avec une grande précision.

Même si la vitesse du ruban est assurée d'une manière très précise au moyen d'un cabestan, les tensions sur la bobine débitrice et sur la bobine réceptrice doivent être maintenues à une valeur constante, quels que soient les frottements.

Une tension constante sur la bobine débitrice est assurée en entraînant un générateur au moyen de l'arbre de cette bobine, et en utilisant la tension provenant de ce générateur pour maintenir une charge à tension constante.

Ce système de contrôle doit fonctionner sur une gamme de vitesses variant depuis 300 tours par minute, au moment où la bobine est pleine, jusqu'à plus de 600 tours par minute, lorsque la bobine est presque vide.

La bobine réceptrice est entraînée par un moteur, et elle comporte un circuit de réaction disposé de telle sorte qu'on obtienne une tension constante d'entraînement. Les tensions de débit et d'enroulement sont ainsi maintenues constantes, que les bobines soient pleines ou presque vides.

Comme nous le voyons sur le schéma quatre galets sont utilisés pour guider le ruban provenant de la bobine débitrice, en les faisant passer sur les têtes et sur les cabestans avant que le support ne se dirige vers la bobine réceptrice. Un autre galet recouvert de caoutchouc est maintenu au moyen d'un ressort sur le cabestan ; il agit comme un presseur, et assure ainsi l'adhérence du ruban sur le cabestan, pour permettre un entraînement régulier à grande vitesse.

Les bobines servant de support au ruban constituent en fait, dans ce cas des organes importants du système d'entraînement ; elles ne doivent pas présenter d'inertie élevée, de façon à permettre un démarrage rapide et doivent présenter un équilibre précis pour éviter toute variation de tension.

La durée totale d'enregistrement obtenue avec une bobine pleine dépend du diamètre de la bobine, de l'épaisseur du ruban, et de la vitesse de défilement. Le diamètre normal est de 43 cm, et le noyau a 20 cm de diamètre. Avec une épaisseur de 53 microns, une bobine pleine contient approximativement 2 000 mètres de ruban, dont le poids est d'environ 2 kg et qui peut servir pour une inscription d'environ 4 minutes, à la vitesse de 9 mètres par seconde soit 32 km à l'heure. On considère, cependant, qu'un enregistrement normal doit durer au moins 15 minutes, et l'on s'efforce d'obtenir ce résultat avec des bobines de 48 cm de diamètre.

LES TÊTES MAGNÉTIQUES SPÉCIALES

Les immenses difficultés du problème de l'enregistrement des signaux d'images sur ruban magnétique sont évidents pour tous ceux qui

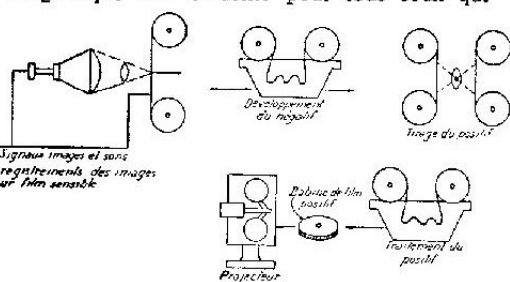


Fig. 4. — Les différentes opérations normales de l'enregistrement de la reproduction des images sur film sensible.

ont essayé pratiquement d'utiliser un procédé d'enregistrement des sons. Il est très facile de se rendre compte que pour une fréquence de 4 Mc/s enregistrée sur un ruban se déplaçant à 9 m par seconde, la longueur d'onde correspondante sur le ruban occupe une largeur inférieure à 2,5 microns. La longueur effective de l'entrefer des têtes magnétiques doit évidemment être inférieure à la longueur d'onde des signaux enregistrés, de sorte que la fabrication des têtes spéciales possédant des caractéristiques aussi réduites pose de délicats problèmes de fabrication. De plus, les entrefers des têtes doivent être alignés très soigneusement, de façon à permettre l'enregistrement sur

une piste, et à les reproduire sans risque de pertes.

On peut considérer comme presque indispensable de couvrir une gamme d'inscription de 16 à 18 octaves, ce qui montre bien les immenses difficultés électriques et magnétiques de la réalisation des têtes. La matière magnétique utilisée doit avoir une perméabilité très élevée sur toute une gamme de fréquences aussi large. L'impédance électrique du bobinage traversé par le flux magnétique doit cependant demeurer assez constante, et il ne doit pas se produire de résonance, spécialement sur les bandes de fréquences les plus élevées. Au point de vue mécanique aussi, ces têtes doivent satisfaire à des conditions très strictes.

Le système doit être stable, et ne pas être influencé par la température et l'humidité ; il doit surtout présenter une résistance suffisante vis-à-vis de l'abrasion, déterminée par le passage du ruban à une vitesse aussi élevée. Enfin, la tête doit être de dimensions réduites, de façon à permettre d'utiliser plusieurs éléments, en particulier, lorsqu'il s'agit d'images en couleurs. Il ne faut pas oublier la nécessité des connexions blindées, du réglage précis de la position des têtes, et de toutes les questions de ce genre, qui ont pour but d'éviter les influences et les troubles mutuels. Malgré ces difficultés, il a été possible d'établir et de perfectionner une série de têtes magnétiques offrant une solution acceptable de tous les problèmes posés.

LES MONTAGES D'ENREGISTREMENT ET DE REPRODUCTION DU SON

Dans les magnétophones ordinaires utilisés pour l'inscription de la parole et de la musique, le ruban se déplace généralement le long des têtes à une vitesse de l'ordre de 38 cm à la seconde. Dans ces appareils, une construction soignée est nécessaire pour permettre dans de bonnes conditions l'inscription de fréquences de l'ordre de 10 000 c/s, par suite de la longueur d'onde extrêmement courte correspondante.

Au contraire, dans ces appareils destinés à l'inscription des images, la vitesse du ruban est presque 25 fois plus grande, et la situation concernant l'inscription des fréquences audibles est inversée. Il est alors plus difficile d'enregistrer et de reproduire les fréquences audibles les plus basses pour les faibles niveaux habituels, par suite des longueurs d'onde relativement longues pour les fréquences les plus faibles.

Par exemple, un son musical de 100 c/s enregistré par l'appareil spécial d'inscription des images correspond sur le ruban à une longueur d'onde de près de 10 cm, tandis que ce même son enregistré sur un magnétophone ordinaire à ruban a une longueur d'onde de 0,25 cm ou même moins. L'existence de ce problème et la nécessité d'éviter toute action mutuelle entre la piste réservée aux sons et les pistes avoisinantes d'images ont amené à utiliser une méthode à ondes modulées pour l'enregistrement des signaux sonores.

La fig. 2 représente le principe de ce procédé. Le signal enregistré sur le ruban est composé par une oscillation de support modulée en amplitude par le signal audible, ce qui exige un système de démodulation au moment de la reproduction sonore.

Les amplificateurs d'enregistrement et de reproduction comportent des circuits accordés et ont une bande passante, dont le centre se trouve sur la fréquence porteuse, qui est de l'ordre de 150 kc/s. Les têtes destinées aux sons sont à peu près semblables à celles qui sont employées pour les canaux de fréquences d'images.

LE MONTAGE D'ENREGISTREMENT ET DE REPRODUCTION DES IMAGES

L'enregistrement et la reproduction des images en couleurs exigent des montages assez complexes, comme nous l'avons noté. L'inscrip-

tion des signaux d'images en blanc et noir nécessite que l'inscription de deux pistes sur un ruban de 6,35 mm de largeur. Comme on le voit sur la fig. 3 une piste porte le signal d'images complet, l'autre le signal de son correspondant.

La tête d'effacement est formée d'un aimant permanent spécialement construit, qui soumet les éléments individuels du ruban à des champs magnétiques inverses, et amène le ruban dans des conditions magnétiques déterminées. Cette tête est écartée mécaniquement du ruban, lorsqu'on veut supprimer l'effacement.

Chaque amplificateur d'enregistrement comporte un élément de polarisation spécial, qui envoie un signal convenable sur le ruban, de telle sorte que la gamme magnétique d'amplitude complète peut être utilisée pour le signal d'image. Le niveau du noir de l'onde d'image doit ainsi correspondre à une valeur particulière de la caractéristique magnétique du ruban. Les composantes du signal au blanc fait varier la charge magnétique relativement à cette valeur.

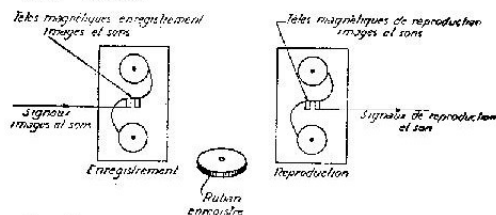


Fig. 5. — Les différentes opérations de l'enregistrement et de la reproduction magnétique des images

A la sortie de l'appareil de reproduction, et pour permettre la modulation d'un téléviseur, il est nécessaire de combiner le signal obtenu avec des signaux de synchronisation analogues à ceux des émissions habituelles.

Dans ces conditions, il suffit d'utiliser les signaux amplifiés provenant d'un amplificateur, et combinés avec le signal sonore démodulé pour faire fonctionner un émetteur de télévision, ou directement un téléviseur pour l'image en noir ou en couleurs.

EMPLOI COMPARE DES SYSTEMES PHOTOGRAPHIQUES ET MAGNETIQUES

Comme le savent maintenant tous les télé-spectateurs, les images de télévision peuvent être enregistrées sur film pour être mis en réserve suivant le procédé du kinoscope dont le principe est indiqué sur la figure 4.

Les images de télévision sont reçues dans un tube kinoscope, et une caméra cinématographique spéciale est utilisée pour photographier les images sur l'écran du kinoscope, tout en enregistrant les sons correspondants.

Le film impressionné est ensuite traité au laboratoire par les procédés photo-chimiques ordinaires, et l'on exécute généralement un tirage avant la projection des images. Cette reproduction exige, d'ailleurs, une installation distincte comportant un analyseur de film à mouvement continu, ou un projecteur cinématographique avec une caméra de télévision spéciale. Ce procédé exige du temps, et la qualité est forcément limitée, puisqu'elle dépend de tous les incidents de fonctionnement des appareils de télévision, tout autant que du traitement photographique lui-même.

On voit au contraire sur la figure 5 un schéma simplifié de la méthode d'enregistrement magnétique sur ruban que nous venons de rappeler. Le ruban n'exige aucun traitement chimique de laboratoire, et le programme télévisé peut être reproduit à l'aide du ruban enregistré, en utilisant l'appareil lui-même qui a servi à l'enregistrement.

Dès à présent, l'estimation des frais nécessaires dans les deux cas, en tenant compte du salaire du personnel, du prix du ruban ou du film, et de l'amortissement des frais d'achat montre que la méthode magnétique est très avantageuse.

dernier transformateur-discriminateur D 107. Remarquons que le transformateur MF 108 est en série avec le transformateur 109 P; de même que le discriminateur D 107 est en série avec le transformateur 209 M. Ceci est absolument sans importance, les fréquences de réglage de chaque canal moyenne fréquence étant très différentes l'une de l'autre (455 kc/s et 10,7 Mc/s), et cela permet d'utiliser les mêmes tubes.

La commutation AM-FM s'effectue au moyen d'un contacteur (clavier) représenté sur la figure 1 en position FM.

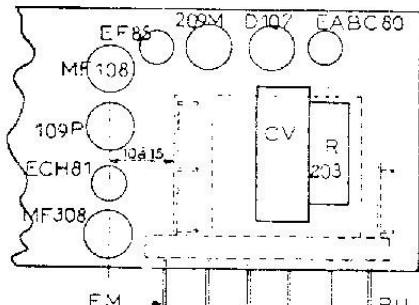


FIG. 2. — Aspect d'une partie du châssis du récepteur mixte de la figure 1.

Dans cette position, la tension d'écran du tube EF85 est considérablement réduite, du fait que l'on connecte la résistance d'écran R₁ (de 10 000 Ω environ) à la masse. Cette disposition fait que le tube EF85 fonctionne, en FM, non seulement en amplificateur, mais aussi en limiteur d'amplitude (et de parasites) avant l'étage détecteur.

Sur la commutation FM, on notera que certains contacts sont libres et peuvent être utilisés dans le cas d'une correction BF complémentaire éventuelle.

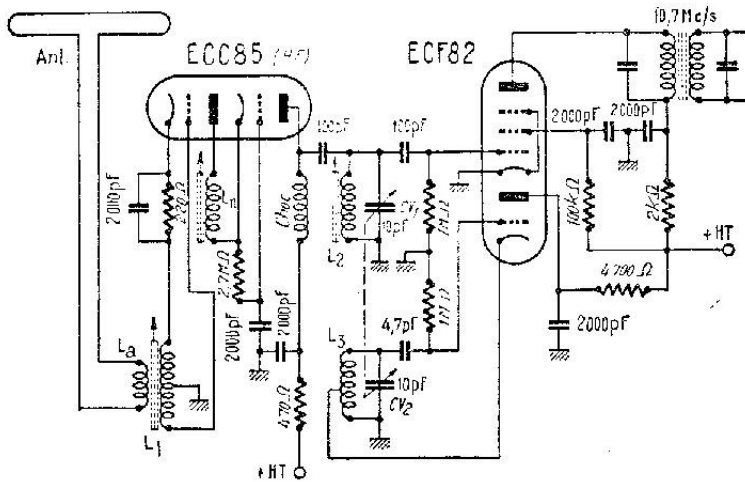


FIG. 3. — Schéma des parties haute fréquence et changement de fréquence pour la réception de la FM. La moyenne fréquence est de 10,7 Mc/s.

A l'entrée du transformateur MF 308, notons aussi la présence d'un condensateur ajustable de 30 pF, condensateur dit de « commande du taux de réaction ». Il se règle, une fois pour toutes, au moment de la mise au point : on la visse pour augmenter la sensibilité et l'on rattrape l'accord du primaire du MF 308 en retouchant le noyau supérieur.

La sortie du discriminateur D 107 est reliée aux deux dernières diodes du tube EABC80 (détecteur de rapport). Les signaux BF disponibles traversent un filtre de désaccentuation des aiguës (50 kΩ et 1 500 pF) et sont ensuite appliqués aux étages amplificateurs basse fréquence (comme dans le cas de la modulation d'amplitude).

On notera aussi la commutation du pick-up à l'aide d'une touche spéciale prévue sur le clavier. Précisons, enfin, que l'indicateur d'accord

EM34 fonctionne aussi pour la réception des stations FM; nous en reparlerons.

A l'intention des lecteurs qui seraient intéressés par la réalisation pratique du récepteur de la figure 1, nous précisons que les blocs de bobinages AM et FM, ainsi que les divers transformateurs moyenne fréquence, sont de fabrication Visodion. D'autre part, la figure 2 montre l'aspect (vue de dessus) d'une partie du châssis pour la disposition rationnelle des éléments.

Pour être techniquement complet, nous donnons, figure 3, le schéma d'un bloc HF et CF pour modulation de fréquence. Ce bloc est d'ailleurs similaire à celui utilisé dans le montage de la figure 1, la seule différence étant l'emploi d'un tube ECF82 comme mélangeur oscillateur au lieu de la double triode ECC81. L'élément triode du tube ECF82 fonctionne en oscillateur (bobinage L₁ et CV₁), et l'élément pentode en mélangeur (bobinage L₂ et CV₂) ; changement de fréquence par détection grille; sortie à 10,7 Mc/s. Les deux cages CV₁ et CV₂ sont jumelées pour la commande unique. Il n'existe aucune liaison palpable entre oscillateur et mélangeur; le couplage s'effectue par les seules capacités de câblage et internes du tube.

L'étage HF est équipé d'un tube ECC85 double triode en montage cascade. L'alimentation anodique est faite en série pour les deux éléments triodes, la cathode de la seconde étant reliée à l'anode de la première. Ch est une bobine d'arrêt de 30 μH environ, et Ln est le bobinage de neutrodynage pour la première triode.

La bobine d'antenne L_a est couplée à la bobine d'accord d'entrée L₁. On remarquera que cette dernière bobine ne comporte pas de condensateur variable d'accord. En fait, elle est considérablement amortie et il suffit de la régler par son noyau, vers le milieu de la bande, une fois pour toutes.

cord exact est obtenu, les distorsions peuvent ne pas être décalabres sur les sons faibles (pianissimo), mais devenir fort gênantes sur les fortissimi. Il ne faudrait donc rechercher l'accord exact que durant la transmission de sons forts; ce qui n'est évidemment pas très commode.

L'utilisation d'un « œil magique » est donc

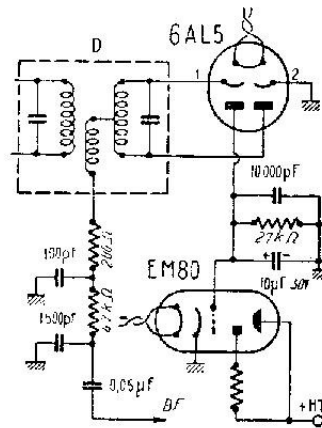


FIG. 4. — Schéma d'utilisation d'un indicateur cathodique novot EM80.

tout indiquée sur un récepteur FM. Les mêmes modèles que ceux qui équipent les récepteurs AM peuvent être employés : 6AF7, EM34, EM80, EM85, etc...

Le montage est extrêmement simple, nous pouvons le voir sur la figure 1; mais pour plus de clarté, nous schématisons séparément ce circuit sur la figure 4.

Nous retrouvons le transformateur-discriminateur D suivi de la double diode 6AL5 (ici, double diode séparée, mais qui peut être incluse dans le tube EABC80 comme précédemment).

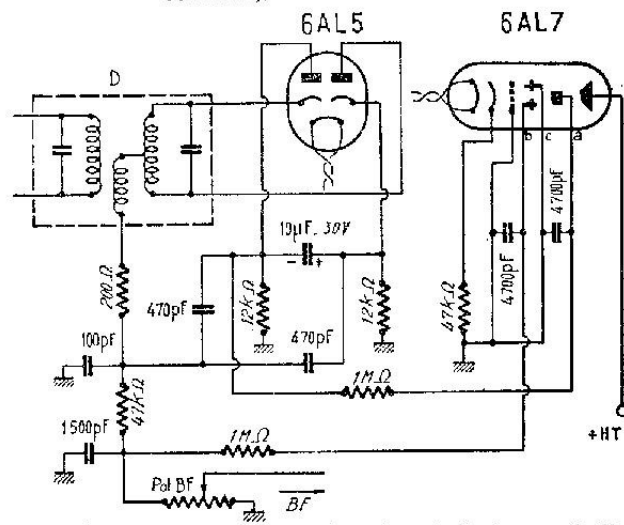


FIG. 5. — Schéma d'utilisation d'un indicateur cathodique 6AL7 ou « balance magique », remplaçant l'œil magique classique des récepteurs AM.

Précisons qu'il est possible de se procurer des blocs pour FM dont la bobine d'antenne est prévue pour l'utilisation d'une antenne, soit d'impédance 300 Ω, soit d'impédance 75 Ω.

Nous rappellerons maintenant que le schéma de la figure 1, bien qu'étant un montage excellent, n'est qu'un schéma de base, simple, volontairement simple. Aussi bien, allons-nous voir dans les lignes suivantes, les circuits récents et les perfectionnements que l'on peut adjoindre ou que le technicien est appelé à rencontrer sur les récepteurs AM-FM modernes.

INDICATEURS D'ACCORD

Le réglage à l'accord exact d'un récepteur FM est assez délicat. Un récepteur AM peut, à la rigueur, se régler à l'oreille; pour la réception FM, il n'en est plus question... l'oreille n'est d'aucun secours. Lorsque l'accord

Les tensions BF sont prélevées par l'enroulement tertiaire relié au point milieu du secondaire du discriminateur de rapport. La cellule 200 Ω 100 pF élimine les résidus moyenne fréquence; quant à l'ensemble 47 kΩ 1 500 pF, il constitue le désaccentuateur d'aiguës, filtre destiné à rétablir le niveau des aiguës qui sont accentuées volontairement à l'émission.

La composante continue négative de l'anode de la diode 1, composante disponible aux bornes de la résistance de 27 kΩ, est proportionnelle à l'amplitude des tensions moyenne fréquence. Il suffit d'appliquer directement cette tension continue à la grille d'un indicateur cathodique genre EM80, par exemple. A l'accord exact, l'amplitude moyenne fréquence est maximum; il en est de même pour la tension négative de l'anode de la diode 1, d'où le fonctionnement de l'indicateur d'accord.

Au passage, nous indiquerons que l'emploi de cristaux pour la détection FM (ou démodulation) est très fréquent. On utilise couramment des cristaux du type 1N48 que l'on monte simplement en lieu et place du tube 6AL5 de la figure 4 (encombrement moindre, pas de chauffage, facilité de câblage). Il faut évidemment bien veiller au sens de connexion des cristaux.

Mais revenons à nos indicateurs d'accord.

On a également proposé des dispositifs... soit disant plus précis que le précédent, et utilisant notamment deux petites ampoules au néon et une double triode de commande genre ECC83 (ainsi que les résistances et condensateurs connexes). C'est possible, mais personnellement, nous trouvons la solution encombrante et onéreuse. Tant qu'à faire, il est alors nettement préférable d'utiliser l'indicateur cathodique type 6AL7, spécial pour FM, appelé aussi « balance magique ». Nous en donnons le schéma d'utilisation sur la figure 5.

La résistance de charge de détection (primitivement de 27 kΩ) est scindée en deux résistances de 12 kΩ pour le bon fonctionnement de l'indicateur 6AL7. La grande électrode de dé-

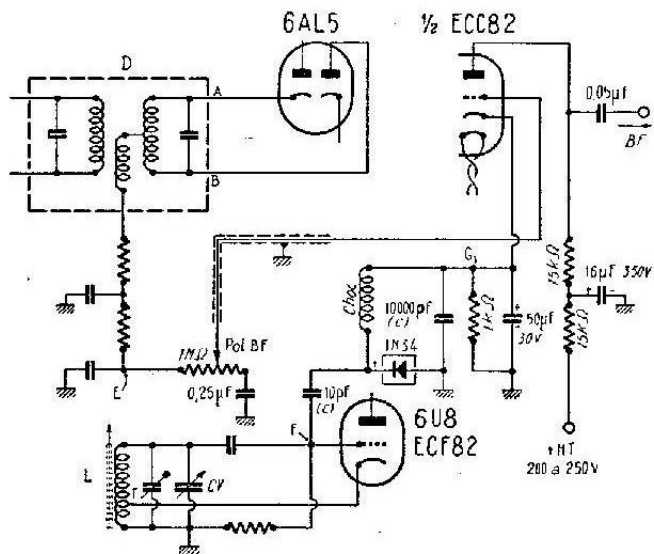


Fig. 6. — Schéma d'un dispositif de contrôle automatique de fréquence sur un récepteur FM.

viation a reçoit la composante continue de détection, composante qui, du fait de la résistance de détection fractionnée, est positive ou négative par (rapport à la masse) selon le sens du désaccord; elle est nulle à l'accord exact. La petite électrode de déviation c est reliée à la masse, et l'autre, b, à la sortie de détection. En l'absence de signal, les tensions sont nulles sur les trois électrodes et l'on obtient sur l'écran de l'indicateur, deux rectangles allongés. Maintenant, une station FM est reçue; si l'accord est incorrect, l'électrode b peut se trouver positive ou négative selon le sens du désaccord, par rapport à l'électrode c reliée à la masse. Dans ce cas, le rectangle correspondant à l'électrode positive par rapport à l'autre, se trouve plus allongé.

L'accord exact est obtenu lorsque les deux rectangles ont les mêmes dimensions. Notons que plus la station reçue est puissante, plus les rectangles sont resserrés.

CONTROLE AUTOMATIQUE DE FREQUENCE

Dans ce sous-titre, nous entendons : fréquence d'accord. On sait qu'il est extrêmement difficile de réaliser un oscillateur parfaitement stable, dès que l'on aborde les fréquences de l'ordre de 50 Mc/s et au-dessus. Il y a toujours, peu ou beaucoup, un certain glissement de fréquence, une dérive, surtout au moment de chaque mise en service (variation de fréquence par effet thermique). De plus, si la tension d'alimentation est instable (secteur irrégulier), cela laisse prévoir autant de variations de fréquence.

Nos lecteurs, amateurs de VHF, connaissent bien tous ces ennuis et ne nous contrediront certainement pas.

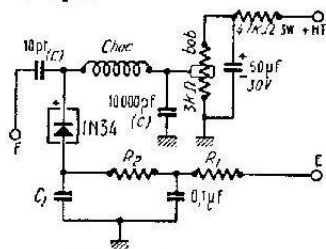


Fig. 7. — Schéma simple d'un dispositif de contrôle automatique de fréquence.

Aussi a-t-on eu l'idée de concevoir des dispositifs contrôlant la fréquence de l'oscillateur de l'étage changeur de fréquence des récepteurs pour FM, ces oscillateurs fonctionnant sur fréquence élevée et, de ce fait, étant sujet aux dérives. En AM, il n'en est pas ainsi, et la stabilité obtenue est généralement satisfaisante sans faire appel à des dispositifs spéciaux.

La fréquence d'oscillation modifie le réglage correct sur la station reçue, et modifie donc aussi la composante continue à la sortie du discriminateur; cette variation de tension est transmise au modulateur à réactance qui corrige l'oscillateur en le ramenant à la fréquence d'oscillation exacte.

On remarquera que la composante continue de commande n'est pas prise, en réalité, directement à la sortie du discriminateur, mais sur la cathode du premier tube BF (tube 6C4 ou un élément triode de ECC82-12AU7). Outre sa fonction d'amplificateur basse fréquence, cette triode fonctionne aussi en amplificatrice de courant continu cathode-follower; mais pour cela, la liaison d'attaque de grille doit être directe, sans condensateur intercalé, et dans ce but, on remarquera les modifications dans les connexions du potentiomètre. Au repos, la tension au point G doit être de + 4 V.

La bobine d'arrêt Ch est constituée par 20 tours de fil de 30/100 de mm sous soie, enroulés sur le corps d'une résistance de 1 MΩ 1 W.

La connexion entre la grille triode 6U8, point F, et le modulateur triode doit être la plus courte possible; par contre, la longueur entre le point G et la bobine d'arrêt a beaucoup moins d'importance.

Si l'on adjoint un tel dispositif à un récepteur FM existant déjà, il est certain que la connexion du modulateur diode sur l'oscillateur (point F) va modifier la fréquence d'oscillation de ce dernier. Cela peut se compenser et on rattrapera l'étalement primitif en desserrant un peu le trimmer T ou en dévissant légèrement le noyau de L.

Si l'on constatait une inefficacité totale du système, voir un effet contraire, cela indiquerait qu'il faut inverser les connexions A et B à la sortie du discriminateur.

Une variante simplifiée de ce dispositif est montrée sur la figure 7. Le montage se connecte aux points E et F de la figure 6. Les valeurs sont les suivantes : $C_1 = 50$ à 100 pF; $R_1 = 220$ k à 470 kΩ; $R_2 = 22$ kΩ à 47 kΩ. A la mise au point, on règle le collier de la résistance de 3 kΩ (de + 3 à + 10 V par rapport à la masse) afin d'obtenir un bon fonctionnement du circuit.

Mais, comme nous l'avons dit au début de ce paragraphe, il existe d'autres montages de commande automatique de fréquence beaucoup plus compliqués.

AUTRES PERFECTIONNEMENTS

Nous avons groupé sous ce titre les divers autres perfectionnements que l'on est à même de rencontrer sur les récepteurs mixtes AM/FM modernes, perfectionnements autres

Il existe de très nombreux schémas de circuits de contrôle automatique de fréquence, schémas plus ou moins complexes, mais reposant tous, à très peu de chose près, sur le même principe. Nous nous limiterons donc à la description d'un seul circuit, simple mais efficace.

Ce dispositif est représenté sur la figure 6 et a été expérimenté avec succès sur un récepteur

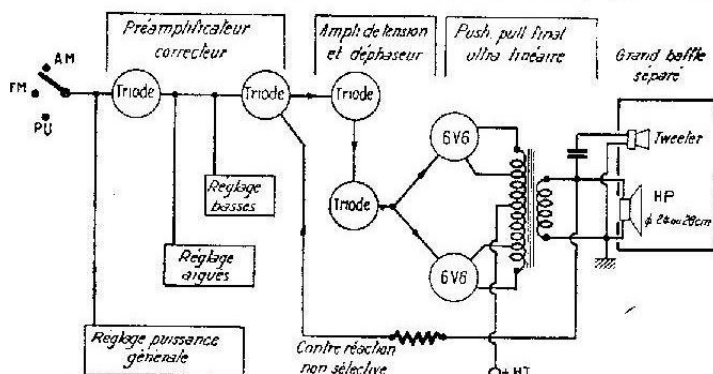


Fig. 8. — Schéma fonctionnel d'une chaîne à haute fidélité.

FM Meissner type 8CK. On utilise la composante continue prenant naissance à la sortie du discriminateur; par l'intermédiaire d'un filtre passe-bas (bobine d'arrêt et condensateur), cette composante continue commande un modulateur à réactance (modulateur diode à cristal 1N34) qui, à son tour, contrôle l'oscillateur local (section triode ECF82). Toute variation de

que ceux se rapportant à la basse fréquence et que nous verrons ensuite.

Un effet limiteur d'amplitude encore plus poussé, correspondant donc à un meilleur écrêtage des parasites notamment, est obtenu sur certains récepteurs, en reliant la grille 3 du dernier tube moyenne fréquence à l'anode de la diode 1 du discriminateur (figure 4).

Tendances de fabrication des nouveaux Téléviseurs

Evolution ou révolution ?

LES récents perfectionnements apportés aux téléviseurs sont dus à une évolution normale de la technique et non à une révolution. Les progrès de la T.V. s'effectuent aussi bien en « émission » qu'en « réception », ces deux branches de la télévision se développant séparément à certains points de vue, car il y a généralement peu de contacts directs entre leurs techniciens spécialisés.

Du côté émission, on améliore sans cesse les divers montages constituant les émetteurs et cette tendance au perfectionnement est favorisée par la création de nouvelles stations dont quelques-unes sont prévues pour 1957 et les années suivantes.

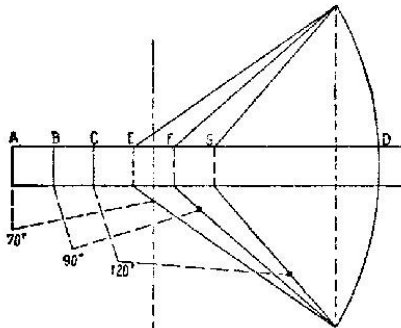


Fig. 1. — La longueur d'un tube est d'autant plus réduite que l'angle d'ouverture du ballon est plus grand.

Il y a toutefois une influence de la technique de l'émission sur celle de la réception.

En effet, la création de nouveaux postes émetteurs T.V. oblige les constructeurs à étudier des récepteurs pouvant les capter dans de bonnes conditions, avec le minimum de brouillages dus au son ou aux canaux adjacents.

De plus, chaque fois qu'un nouvel émetteur est mis en service, des problèmes de réception à longue distance sont posés aux constructeurs de téléviseurs.

Il faut reconnaître que ces constructeurs sont généralement aptes à apporter des solutions satisfaisantes aux demandes des téléspectateurs, car ils bénéficient, en plus de leur propre expérience, des enseignements de la technique américaine, fort avancée à ce point de vue étant donné le nombre considérable d'émetteurs (de l'ordre de mille) en service aux Etats-Unis. La technique de la réception se perfectionne également en fonction des améliorations apportées aux pièces détachées et à la création de nouveaux schémas de circuits permettant de pallier certains inconvénients se manifestant dans le cas de réceptions difficiles.

Examinons maintenant de plus près ces divers aspects de l'évolution de la télévision pendant ces derniers temps. Nous insisterons tout particulièrement sur la technique des récepteurs.

NOUVELLES PIÈCES DÉTACHÉES

A) Tubes cathodiques.

Lorsqu'on remplaça en 1938 le tube à déviation et concentration électrostatiques par le

tube à déviation et concentration électromagnétique, ce fut une petite révolution qui se produisit dans les schémas des téléviseurs et par conséquent dans l'activité de tous les techniciens. Depuis cette lointaine époque, le tube magnétique a évolué à tous les points de vue sans changer de principe. On a augmenté la T.H.T. (de 4 000 V à 7 000 V) pour améliorer la finesse du spot et également la luminosité de l'image.

Le diamètre du tube passa ensuite de 22 cm à 31 cm, et la T.H.T. monta à 10 000 V et plus. La forme « américaine » des tubes s'imposa ensuite en France et dans le monde entier, avec le diamètre légèrement plus grand du col, l'angle de 50° de déviation maximum, le piège à ions, et finalement l'écran rectangulaire.

En 1956, le tube cathodique a subi deux modifications fort importantes. La première est l'augmentation de l'angle de déviation. Débutant à 50°, l'angle correspondant au diamètre (tubes à écran circulaire) ou à la diagonale (tubes à écran rectangulaire) atteint 70° au début de 1956 lorsque les tubes à angle diagonal de 90° font leur apparition en France. Il s'agit de grands tubes cathodiques dont la diagonale est de 54 cm. Le second perfectionnement est

la longueur totale du tube à grand angle de déviation est réduite également. Actuellement, on vient de lancer aux Etats-Unis des tubes à angle de 110°, ce qui diminue encore plus leur longueur.

L'avantage retiré est unique : on diminue la profondeur de l'ébénisterie, ce qui permettra aux usagers d'installer plus facilement leur téléviseur.

Les inconvénients dus à l'augmentation de l'angle diagonal de déviation ne sont toutefois pas négligeables.

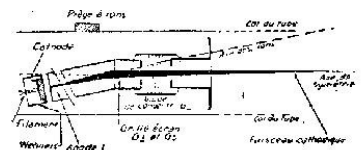


Fig. 3. — Disposition du canon électronique de l'une des versions actuelles de tube à concentration électrostatique et déviation magnétique avec piège à ions.

Tout d'abord, il est évident que l'on devra augmenter la puissance des dispositifs de balayage en montant des lampes finales plus importantes. On est donc conduit à augmenter la puissance alimentation.

Ensuite, on constatera qu'il sera plus difficile de réaliser des balayages vertical et horizontal linéaires et d'obtenir une concentration parfaite sur toute la surface du tube.

On verra plus loin que ces difficultés ont été surmontées par nos fabricants et constructeurs T.V.

Le tube à concentration électrostatique ne semble comporter que l'unique avantage de la suppression de la bobine (ou de l'aimant) de concentration, ce qui est déjà fort intéressant, car on simplifie le montage, on réduit l'encombrement, les chances de pannes, le poids, le prix de revient et la puissance alimentation. En plus, on constatera que l'on peut réaliser un dispositif de concentration automatique qui non seulement dispense l'usager de tout réglage mais crée une excellente concentration sur toute la surface de l'écran.

En ce qui concerne la déviation, c'est toujours une question d'angle tout comme dans le cas des tubes à concentration magnétique.

La figure 2 donne un schéma de montage d'un tube à concentration électrostatique.

La figure 3 indique l'aspect du canon électronique d'un certain type de tube de ce genre.

Signalons qu'en France nous en sommes au tube à concentration électrostatique à angle de 90° et à 54 cm de diamètre diagonal.

Aux Etats-Unis, on est à un stade plus avancé car dans ce pays on dispose d'un tube à concentration électrostatique de 54 cm de diagonale, à angle de 110°.

Voici quelques détails sur le schéma de la figure 2.

Le tube possède une cathode (broche 11) qui reçoit sans aucune coupure de continu par

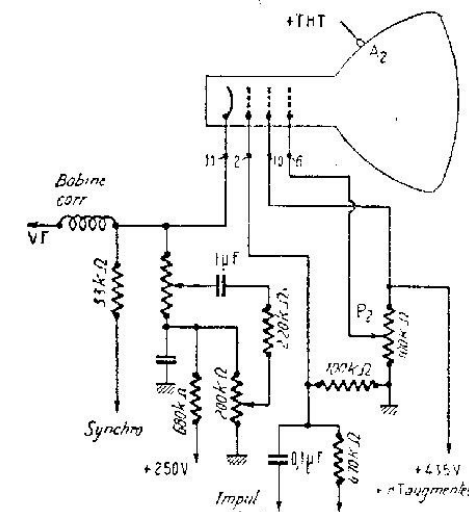


Fig. 2. — Schéma de montage des électrodes d'un tube à concentration électrostatique et déviation magnétique.

tout récent en France. Jusqu'à présent, tous les tubes à déviation magnétique comportaient une concentration également magnétique. Les nouveaux tubes de 1957 fonctionneront avec une concentration électrostatique donc sans la bobine placée derrière les bobines de déviation, devenue si familière aux techniciens T.V.

Les avantages de ces deux perfectionnements sont importants. Lorsqu'on augmente l'angle de déviation, on diminue la longueur totale du tube comme on le voit sur la figure 1. Il est clair que le ballon du tube de 90° est plus court que celui du tube de 70° (FD < ED) et comme les cols ont à peu près la même lon-

des conformations spéciales doivent être données aux bobines de déviation pour que la linéarité soit correcte. Cette dernière peut être également améliorée à l'aide de circuits correcteurs à capacités, résistances ou bobines. La

A peine s'apercevra-t-il, en visitant une exposition de TV que les téléviseurs actuels possèdent en plus grand nombre des tubes à grand écran, généralement de 43 et 54 cm de diagonale. Quelques téléviseurs de luxe ont même

diode de récupération d'énergie la EY88 (chauffage 6.3 V) et une autre diode analogue, la PY88 (chauffage 26 V) sont spécialement prévues pour les téléviseurs à tubes de 90°. Voici également une nouvelle double triode spécialement étudiée pour l'emploi en amplificatrice VHF cascade, la ECC88 (chauffage 6.3 V, ou son homologue, la PCC88 (chauffage 7 V) dont la pente par élément est 12.5 mA/V, valeur particulièrement élevée. Toutes ces lampes sont fabriquées par la Radiotechnique.

Signalons une nouvelle diode, la OA5 pour usages généraux qui trouvera une place utile dans les téléviseurs. Cette diode au germanium et à pointe d'or se distingue par sa très faible résistance dans le sens direct et un courant inverse très faible. Des accessoires intéressants ont été également présentés au Salon.

Mentionnons d'abord un dispositif magnétique de centrage pour tubes cathodiques à déviation magnétique et concentration électromagnétique.

Ce dispositif se monte sur le col du tube et comporte deux pièces polaires donnant lieu au minimum de déconcentration. Un aimant ferrocube réglable permet d'assurer le centrage optimum de l'image.

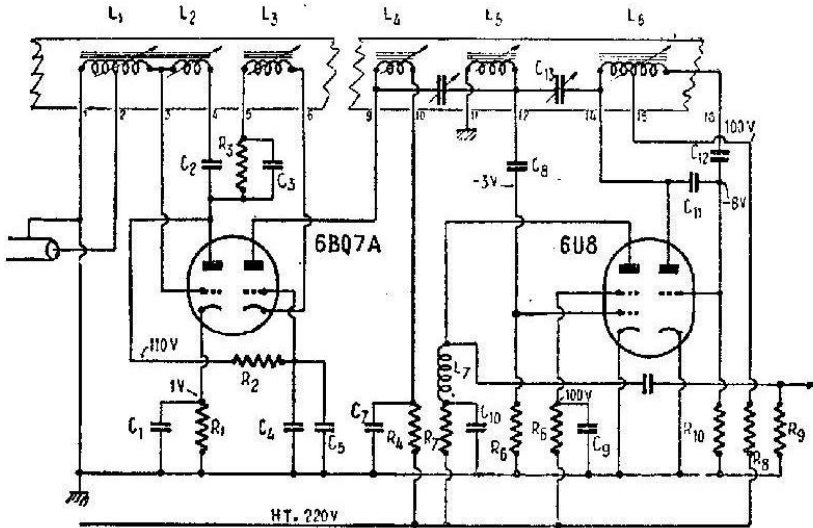


FIG. 6. — Etage haute fréquence et changeur de fréquence à rotacteur.

figure 10 donne l'aspect d'un bloc de déviation pour 90° fabriqué en France.

Si l'on se reporte aux bobinages pour les récepteurs proprement dits, image et son, on notera l'apparition chez tous les bobiniers d'ensembles de bobinages adaptés aux nouvelles lampes mentionnées ainsi qu'aux nouvelles conditions de réception conformes au développement des émetteurs.

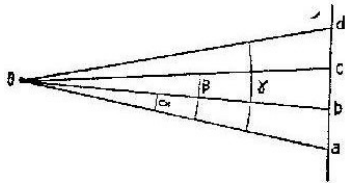


FIG. 7. — Angle de déviation et parcours correspondant du spot lumineux sur l'écran.

Alors qu'en 1955, un bloc à rotacteur ne présentait que peu d'intérêt, actuellement, un téléviseur multicanaux et même hi- ou tristanards peut rendre de réels services dans certaines régions de la France où plusieurs émetteurs peuvent être reçus convenablement.

Ne perdons pas de vue qu'à l'heure présente on dispose non seulement d'un plus grand nombre d'émetteurs, mais aussi d'émetteurs plus puissants donc mieux reçus à grande distance.

Voici, figure 11, un bloc dit « rotobloc » contenant sur un même châssis tous les circuits HF, modulateur et oscillateur.

F) Récepteurs complets

L'utilisateur non technicien, ne remarquera presque aucune différence entre les téléviseurs de 1957 et ceux des deux années précédentes.

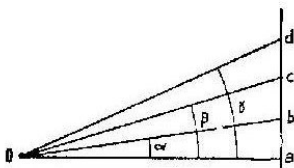


FIG. 8. — Lorsque l'angle de déviation augmente il n'y a plus de proportionnalité avec le parcours du spot.

un écran de 63 à 70 cm, d'autres sont à projection.

Les techniciens qui consulteront les schémas des nouveaux téléviseurs relèveront des circuits qui n'existaient que rarement dans les téléviseurs plus anciens : entrée à rotacteur multicanaux, synchronisation à comparateur de phase, basse fréquence de meilleure qualité, quelquefois même de haute fidélité et à plusieurs haut-parleurs. Dans ce cas le téléviseur peut comporter une prise pick-up, afin d'être utilisé éventuellement comme amplificateur BF à haute fidélité.

Les mêmes techniciens constateront que dans quelques téléviseurs certaines parties sont à circuits imprimés comme celui de la figure 12. Précisons que les circuits imprimés n'améliorent pas les performances du téléviseur et ne facilitent pas son dépannage. Ils permettent toutefois une plus grande régularité de fabrication et sont tout indiqués pour une produc-

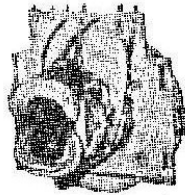


FIG. 10. — Bloc de déviation moderne pour tubes à 90° d'angle de déviation avec forme spéciale donnant la linéarité de balayage.

tion en grande série. Enfin, beaucoup de téléviseurs modernes sont munis de montages anti-parasites pour le son et pour l'image.

Les téléviseurs destinés aux localités possédant un secteur irrégulier seront protégés par les régulateurs de tension dont un type très utilisé est celui à fer saturé.

Dernières nouveautés

Au cours du dernier Salon de la pièce détachée radio et TV de nouveaux accessoires ont été présentés aux fabricants de téléviseurs

Mentionnons parmi les tubes cathodiques, deux modèles 90°, l'un de 54 cm de diagonale et l'autre de 43 cm, tous deux à concentration électrostatique (AW53-80 et AW43-80) ; une

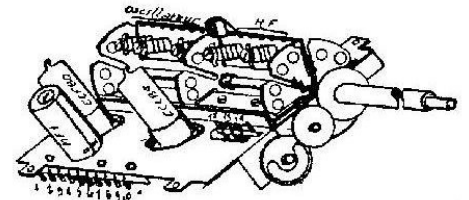


FIG. 11. — Bloc HF-CF avec rotacteur pour SIX canaux différents.

Enfin, pour terminer, nous ne négligerons pas les nouveaux blindages, très bien étudiés pour tubes noval qui permettent une parfaite aération tout en conservant une efficacité totale contre toute tendance à l'accrochage pouvant se manifester dans l'un des amplificateurs d'un téléviseur.

Conclusion

Les progrès actuels de la télévision sont des plus intéressants et des plus utiles. Ils se caractérisent par la recherche de meilleures performances tout en restant dans le cadre d'une technique ayant fait ses preuves.

Il semble que certaines grandes maisons de lampes se penchent sur le problème du reproducteur d'image en s'efforçant de modifier de plus en plus le tube cathodique classique de

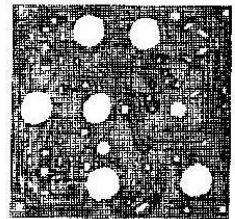
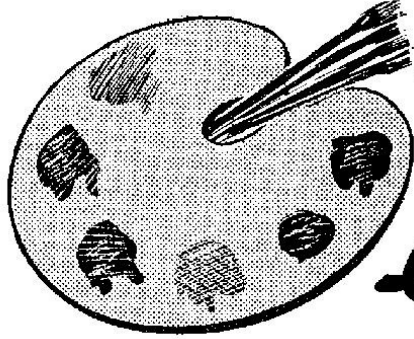


FIG. 12. — Platine imprimée que l'on peut trouver dans certaines parties des téléviseurs modernes.

façon à aboutir à un écran semblable à un tableau à accrocher au mur.

Il est incontestable que la télévision en couleurs, non encore introduite en France, prêtera certaines de ses nouveautés à la télévision normale en noir et blanc, ce qui pourrait alors la révolutionner. Nous serions toutefois surpris que ces bouleversements se produisent au cours de la présente année.



LA TÉLÉVISION en Couleurs

LES techniciens spécialisés de tous les pays du monde s'intéressant à la télévision procèdent à des essais de différents systèmes de télévision en couleurs. La couleur constitue incontestablement une information supplémentaire intéressante des images télévisées. Malheureusement, elle nécessite encore un récepteur complexe et coûteux et son démarrage n'est pas pour demain en France. Elle constituera un luxe qui ne sera pas à la portée de tous. Il serait donc vain d'attendre actuellement la mise au point de téléviseurs économiques recevant la couleur et de différer l'achat d'un téléviseur. Il est de la télévision comme des automobiles : la construction de prototypes de voitures à turbine n'empêche pas les usagers d'acheter des voitures classiques.

De plus, le système de télévision qui sera adopté dans un avenir assez lointain sera obligatoirement compatible, c'est-à-dire que les téléviseurs actuels pourront recevoir en noir et blanc les émissions transmises en couleur. Ces téléviseurs ne seront donc pas démodés.

PRINCIPE FONDAMENTAL DE TRANSMISSION DES IMAGES EN COULEURS

On sait que toutes les couleurs peuvent être reproduites à partir de trois couleurs sélectionnées dites couleurs fondamentales. En télévision, ces couleurs sont le rouge, le bleu et le vert. La reproduction de la couleur peut se faire selon des méthodes additives ou soustractives. Dans le cas du cinéma en couleurs, par exemple, on projette de la lumière blanche qui est constituée par un pourcentage égal de rouge, vert et bleu, à travers la pellicule teintée qui agit comme un filtre en soustrayant certaines radiations (chaque couleur correspond à un rayonnement de longueur d'onde déterminée) pour obtenir la teinte désirée. Cette reproduction est faite selon une méthode soustractive.

Par contre, en télévision, on utilise la méthode additive : les trois images rouge, verte et bleue sont superposées sur un même écran d'un tube cathodique spécial, comportant trois canons électroniques correspondant au rouge, au vert, et au bleu.

La couleur d'un point déterminé de l'écran où convergent les trois faisceaux électroniques des canons dépend de l'intensité respective de ces faisceaux qui est commandée par trois grilles de commande analogues à celle du canon d'un tube cathodique noir et blanc. Un masque spécial percé de nombreux trous est interposé entre l'écran fluorescent et les canons de telle sorte que les faisceaux électroniques respectifs convergent en des points très précis de l'écran d'une matière fluorescente dont la couleur correspond au canon intéressé.

LE SYSTEME AMERICAIN N.T.S.C.

Le système américain N.T.S.C. de transmission de télévision en couleurs, fruit de la collaboration des plus importantes firmes électroniques d'outre Atlantique, est particulière-

ment ingénieux. Il est en effet compatible et présente l'avantage de n'occuper qu'une largeur de bande réduite, de l'ordre de 4 Mc/s pour le standard de 525 lignes.

Nous venons d'indiquer qu'il est nécessaire de transmettre trois images primaires pour reconstituer l'image en couleurs. Si l'on transmet successivement ces trois images, on conçoit qu'une bande passante beaucoup plus importante que dans le cas de la transmission d'une image en noir et blanc soit nécessaire. Le système n'est alors plus compatible et encombre trop l'éther.

Le système N.T.S.C. n'utilise qu'une bande passante faible, car il est simultané et met à profit les imperfections de l'œil qui ne peut percevoir les couleurs de petites surfaces. Le maximum d'informations concernant la couleur est transmis pour les larges surfaces de l'image alors que ces informations sont réduites et même supprimées pour les faibles surfaces et détails fins.

L'émetteur transmet simultanément l'information de brillance qui est la même que celle d'un récepteur noir et blanc et dont la bande passante est suffisante pour reproduire tous les détails fins de l'image en noir et blanc et les informations de couleurs, ou chromaticité, qui constituent une sorte de coloriage. Ces informations sont transmises grâce à une sous-porteuse de couleur, d'une fréquence supérieure de 3,58 Mc/s à celle de la porteuse principale de l'émetteur. Pour réduire la bande passante des informations de coloriage, les composantes rouges et bleues sont seules transmises sous la forme de signaux de différence de couleur appelés signaux I et Q, constitués par un certain pourcentage des tensions rouge moins luminance et bleu moins luminance. Les signaux I et Q modulent deux sous-porteuses de couleurs, déphasées de 90°, de fréquence égale à 3,58 Mc/s. La sous-porteuse est supprimée à l'émission et le signal de chromaticité résultant des modulateurs I et Q varie en phase et en amplitude selon la couleur dominante (teinte) et la saturation de la couleur correspondant au point d'exploration de l'image. A la fin de chaque impulsion de lignes, des signaux spéciaux de synchronisation de couleur sont transmis.

La partie haute fréquence du téléviseur en couleur est à peu près la même que celle d'un récepteur noir et blanc, mais les difficultés commencent à partir de la détection vidéo-fréquence. On reconstitue d'une part les signaux de brillance comme sur un récepteur noir et blanc et d'autre part les signaux de chromaticité I et Q grâce à des détecteurs spéciaux appelés détecteurs synchrones. Les deux tensions déphasées de 3,58 Mc/s doivent être appliquées à ces détecteurs ; elles sont reconstituées à la réception par un oscillateur local synchronisé par les signaux de synchronisation de couleur pour que la fréquence et la phase soient exactement les mêmes. Les trois signaux originaux de couleur, rouge, vert, bleu sont ensuite reconstitués en combinant le signal de brillance et les signaux détectés I et Q dans des proportions et des polarités bien déterminées,

grâce à un amplificateur matrice. Après amplification, les signaux de couleur sont appliqués sur les électrodes de modulation respectives des trois canons d'un tube cathodique trichrome.

**

Nous nous proposons de décrire ci-après de façon plus détaillée le système de télévision en couleurs N.T.S.C. qui a déjà fait ses preuves outre Atlantique ou plus de 200 stations de TV en couleurs sont actuellement en service. Nous nous sommes inspirés d'études publiées dans la presse technique américaine spécialisée, en particulier d'une série d'articles de **Radio Electronics**, rédigés par des ingénieurs hautement qualifiés des Laboratoires Du Mont.

Avant d'aborder l'étude du système N.T.S.C., il nous paraît nécessaire de rappeler quelques notions fondamentales de colorimétrie qui sont indispensables pour la compréhension de la technique de transmission des images en couleurs.

NOTIONS FONDAMENTALES DE COLORIMETRIE

On considère la lumière comme une forme de rayonnement électro-magnétique. Les fréquences correspondantes sont beaucoup plus élevées que celles de la radio et bien que ces dernières ne puissent être perçues par nos sens, l'œil est capable de faire la synthèse du rayonnement de la lumière. L'œil ne peut comme l'oreille analyser les vibrations en raison de sa structure. Cette incapacité rend d'ailleurs possible les différents procédés de reproduction en couleurs utilisés en imprimerie, au cinéma, ou à la télévision. La perception visuelle des couleurs est due aux centres de perception de la rétine de l'œil. Les éléments sensibles sont les cônes et les bâtonnets sur lesquels agit la lumière. La sensation colorée est due à la résultante de cette action de la lumière sur ces éléments.

Les longueurs d'onde correspondant au spectre visible étant très courtes, on ne les exprime pas en mètres, mais en millimicrons (m μ). Le spectre visible s'étend de 380 à 780 m μ , depuis le violet jusqu'au rouge. La figure 1 représente ce spectre, avec la répartition des couleurs violet, bleu, vert, jaune, orange, rouge. A la limite des fréquences les plus élevées, se trouve l'ultra-violet et à celle des fréquences moins élevées, l'infra-rouge.

QU'EST-CE QUE LA COULEUR ?

Lorsque l'œil reçoit de la lumière correspondant à une fréquence du spectre visible, nous percevons une sensation de « couleur ». La couleur particulière que nous percevons dépend de la fréquence. On appelle rouge celle qui correspond approximativement à une longueur d'onde de 700 m μ , verte celle de 550 m μ et bleue celle de 450 m μ . Lorsque la lumière comprend à peu près une égale proportion de rouge, vert et bleu nous percevons de la lu-

mière blanche. Inversement, la lumière blanche peut être décomposée en couleurs du spectre visible à l'aide d'un prisme (fig. 2). Le prisme dévie le faisceau lumineux, le violet étant le plus dévié. Les sept teintes principales du spectre coloré sont dans l'ordre des déviations, le violet, l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orange, le rouge. La lumière blanche est donc constituée par plusieurs couleurs ; on dit qu'elle est

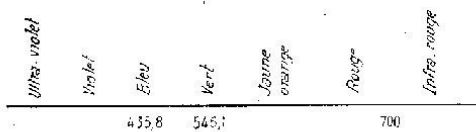


FIG. 1

polychromatique. Les teintes principales sont d'ailleurs conventionnelles, car ces teintes ne sont pas nettement séparées et l'on passe insensiblement d'une teinte à la suivante.

CARACTERISTIQUES ET DIMENSIONS DES COULEURS

Une couleur pure est caractérisée essentiellement par la fréquence correspondante du rayonnement et par sa **brillance** ou **luminance**. Toutefois, la couleur est rarement pure ; le plus souvent elle est mélangée avec du blanc. La plupart des couleurs sont lavées de blanc, la lumière diffusée par un corps coloré ne correspondant pas à une fréquence unique du spectre visible. On dit que les teintes sont plus ou moins saturées. La saturation est maximum lorsque la lumière est presque monochromatique.

En conséquence, un objet est défini par les grandeurs suivantes :

1° **Brillance** ou **luminance** : la diffusion de lumière de l'objet coloré détermine la brillance, l'absorption étant plus ou moins grande.

2° **Teinte** ou **couleur dominante** : l'objet coloré a une couleur dominante correspondant à une fréquence déterminée.

3° **Saturation** dépendant de degré de « lavage » par la lumière blanche. Pour une saturation maximum correspondant à la lumière monochromatique, la **pureté** est de 1 et la couleur ne contient pas de blanc. La pureté est le rapport de l'intensité de la couleur dominante et de l'intensité totale de la lumière de l'objet considéré.

REPRODUCTION DE LA COULEUR

Il est possible, à partir de trois couleurs sélectionnées dites couleurs **fondamentales**, de reconstituer un nombre considérable d'autres

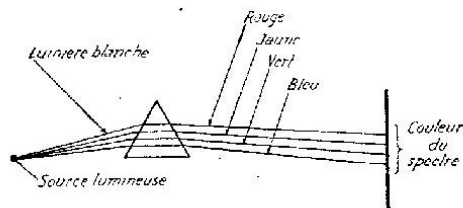


FIG. 2

couleurs ou chromaticités et de reproduire une teinte exacte, y compris sa saturation. Ces couleurs sont le **rouge** (700 mμ), le **bleu** (435 mμ) et le **vert** (545 mμ) (fig. 7).

La reproduction de la couleur peut se faire selon des méthodes **additives** ou **soustractives**. Considérons par exemple le cas du cinéma en couleurs ou des photos Kodachrome. On projette de la lumière blanche à travers la pellicule teintée qui agit comme un filtre en soustrayant ou enlevant certaines radiations pour obtenir la teinte désirée. La lumière passe par trois filtres superposés correspondant aux couleurs fondamentales. La reproduction des couleurs est faite selon une méthode **soustrac-**

tive : on supprime un pourcentage déterminé de rouge vert et bleu d'une source de lumière blanche. Rappelons que la lumière blanche est constituée par un pourcentage de rouge, vert et bleu (couleurs fondamentales). En supprimant un pourcentage variable de ces trois couleurs fondamentales on peut obtenir un grand nombre de teintes différentes.

En télévision, on forme trois images, rouge, verte et bleue qui se superposent sur un même écran. La couleur définitive d'un point déterminé de l'écran, dépend de la brillance respective en ce même point de chaque faisceau de couleur primaire. La reproduction des couleurs est faite selon une méthode **additive**. La figure 3 représente le principe de la méthode : trois sources de lumière respectivement rouge, verte et bleue, envoient un faisceau de lumière sur trois lentilles différentes, chaque faisceau pouvant être d'intensité variable selon le diamètre de chaque diaphragme. Les lentilles font converger les différents faisceaux en un même point dont on modifie à volonté la teinte en agissant sur les diaphragmes de chaque source.

Dans les deux méthodes additives et soustractives, le principe de reproduction des couleurs consiste à faire varier le pourcentage des couleurs fondamentales.

Pourquoi avoir choisi comme couleurs fondamentales le rouge, le vert et le bleu ? Il est possible d'utiliser le rouge, l'orange et le vert ou d'autres combinaisons ; toutefois le rouge et le bleu, situés aux limites du spectre visible, en combinaison avec le vert au milieu du spectre (voir figure 1) permet d'obtenir une gamme plus importante de couleurs.

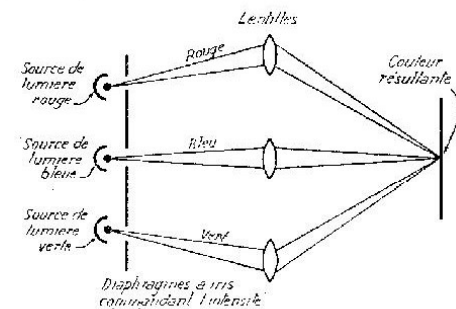


FIG. 3

PARTICULARITES DE L'ŒIL

La persistance des impressions rétinienne qui rend possible le cinéma et la télévision est bien connue ; une autre particularité moins connue, dont on tient compte en télévision en couleurs est le fait que la couleur d'une petite surface n'est pas perçue par l'œil. La surface minimum de couleur perceptible dépend de cette couleur. Un exemple commun est celui qui consiste à choisir une peinture d'après un échantillon. Une fois la peinture de la pièce terminée, on est parfois déçu de l'ensemble et l'on pense que la peinture est différente, bien que ce soit la même. Ce phénomène a été constaté à la suite de nombreux essais sur les personnes ayant une vision normale des couleurs. Dans le système de télévision en couleurs NTSC, on met à profit cette imperfection de l'œil en ne transmettant que l'information de couleur pouvant être perçue par l'œil. Le maximum d'information concernant la couleur est transmis pour les larges surfaces de l'image alors que pour les petites surfaces, on réduit l'information de coloriage. Pour les surfaces très faibles (détails fins de l'image) on supprime même l'information de couleur en ne transmettant que l'information de brillance. C'est la raison pour laquelle le système NTSC permet de transmettre une image en couleurs tout en conservant une bande passante de 4 Mc/s, c'est-à-dire inférieure à la largeur de chaque canal de télévision (6 Mc/s) du standard américain à 525 lignes.

LA TRANSMISSION ET LA RECEPTION SIMPLIFIEES DE LA TV EN COULEURS

Nous venons de définir la couleur et d'exposer le principe de reproduction de nombreuses couleurs, à partir des trois couleurs fondamentales rouge, verte et bleue, selon des méthodes additives et soustractives. Le principe est utilisé pour la transmission et la réception d'images en couleurs.

Considérons la caméra de la figure 4, pour la transmission d'une image en noir et blanc. L'image de l'objet à téléviser est formée grâce à une lentille de caractéristiques déterminées sur la mosaïque photosensible. Un faisceau

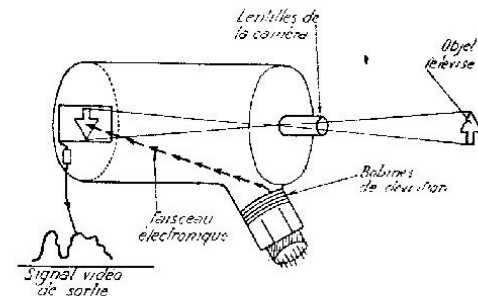


FIG. 4

d'électrons balaye cette image selon la méthode classique de balayage entrelacé et la tension instantanée de sortie du tube de prise de vue dépend de la lumière de l'image balayée au point d'impact du faisceau cathodique, déchargeant la mosaïque. Supposons que nous disposions un filtre rouge devant la lentille de la caméra ; la plaque photosensible est impressionnée par les « parties rouges » de l'objet télévisé. Par « parties rouges » on entend non seulement les parties de l'objet de couleur rouge, mais encore d'autres couleurs, la plupart d'entre elles étant constituées, comme nous l'avons indiqué, par un mélange des trois couleurs fondamentales. La tension de sortie de la caméra « rouge » est alors proportionnelle au pourcentage de rouge de l'objet télévisé, sans que nécessairement cet objet soit de couleur rouge.

On peut utiliser trois caméras séparées, équipées respectivement d'un filtre rouge, vert et bleu, de façon à obtenir trois signaux de sortie vidéofréquence. Chaque signal de sortie correspond au pourcentage de rouge, de vert et de bleu de l'objet en couleurs qui est télévisé.

Il est plus commode d'utiliser une seule lentille sur la caméra, comme indiqué sur la figure 5 et de sélectionner les couleurs fondamentales appliquées à trois tubes de prise de vue à l'aide de **miroirs dichroïques**. Ces der-

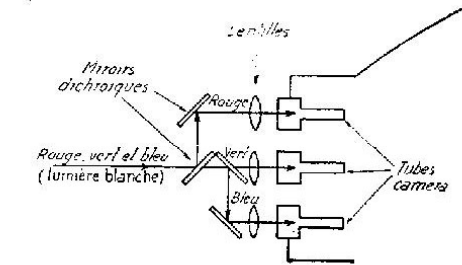


FIG. 5

niers sont des surfaces réfléchissantes une composante des trois couleurs fondamentales et transparentes pour les deux autres.

Une caméra de télévision en couleurs a donc trois signaux V.F. distincts correspondant aux informations des trois couleurs fondamentales : un signal indique le pourcentage de rouge dans une partie quelconque de l'image et les deux autres les pourcentages de vert et de bleu.

Si nous appliquons les tensions V.F. précitées, après amplification suffisante (il n'est pas

encore question de transmission par porteuse HF) à trois tubes cathodiques dont la couche fluorescente est telle qu'elle paraît respectivement rouge, verte et bleue au point d'impact des faisceaux cathodiques, il est possible à l'aide de lentilles de reconstituer sur un écran l'image en couleurs (fig. 6) de l'objet télévisé.

Pratiquement, un seul tube cathodique, appelé tube trichrome et actuellement fabriqué notamment par la R.C.A., peut être utilisé à la place des trois tubes de couleur différente et du système de lentilles. Nous aurons l'occasion de reparler ultérieurement du principe de fonctionnement de ce tube. (fig. 7).

REDUCTION DE LA BANDE PASSANTE

Si le principe exposé était utilisé sur les émetteurs commerciaux en couleurs, trois porteuses HF séparées seraient nécessaires pour transmettre chaque signal de sortie VF. En conservant la définition du standard américain de 525 lignes, une bande passante de 18 Mc/s serait nécessaire (fig. 8). Étant donné cette largeur considérable de la bande, le système ne serait pas compatible. De plus, il provoquerait un encombrement de l'éther prohibitif.

Comment réduire cette bande passante tout en transmettant de bonnes images en couleurs ? La première possibilité de réduction est

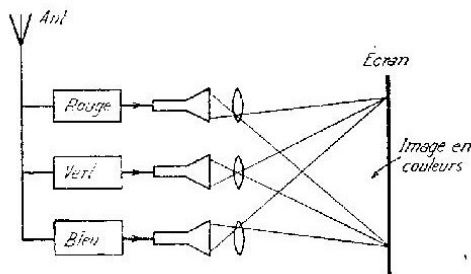


Fig. 6

due au fait que l'œil ne peut distinguer les couleurs de faibles surfaces. Si nous considérons un objet bleu par exemple et fractionnons cet objet, il arrive un moment où il nous est impossible de percevoir la sensation de bleu ; nous avons l'impression qu'il est gris. On peut toujours distinguer cet objet et en particulier sa brillance, mais on ne peut reconnaître sa couleur.

La même expérience peut être faite avec un objet rouge. Dans ce cas, avant de ne plus pouvoir percevoir sa couleur, il est nécessaire de le fractionner légèrement plus. Il apparaît alors comme précédemment.

Les faibles surfaces ou les détails fins d'une image de télévision correspondent aux composantes de fréquences les plus élevées du signal vidéo. La couleur de ces fins détails ne pouvant être perçue, il n'est pas nécessaire de transmettre ces composantes de fréquences élevées du signal d'information de couleur d'où la possibilité de réduction de la bande passante.

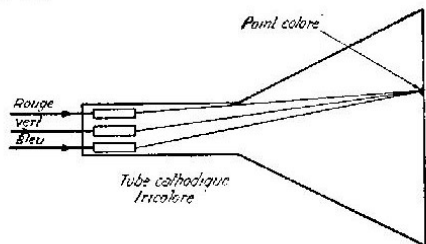


Fig. 7

D'après des essais effectués par de nombreux sujets de vision normale, il est pratiquement impossible de déceler la perte d'information de couleur qui correspond à la suppression de la transmission des tensions VF d'une fréquence supérieure à environ 1,5 Mc/s. Dans le

cas du bleu, il n'est pas nécessaire de transmettre toute information correspondant à une fréquence VF supérieure à 0,6 Mc/s.

En tenant compte de cette particularité de l'œil, on peut adopter un standard de transmission dont les caractéristiques essentielles sont les suivantes :

— Transmission de l'information complète concernant les trois couleurs fondamentales pour les larges surfaces de l'image ;

— Transmission de l'information concernant

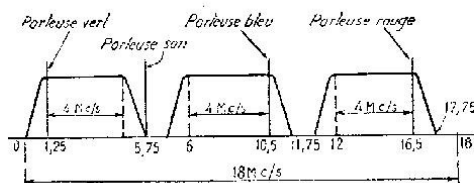


Fig. 8

le vert et le rouge pour les surfaces moyennes de l'image, correspondant aux fréquences VF comprises entre 0,6 et 1,5 Mc/s. Il n'est pas nécessaire de transmettre le bleu pour ces surfaces.

— Suppression de toute information concernant la couleur pour les faibles surfaces de l'image correspondant aux détails de fréquence VF supérieure à 1,5 Mc/s.

Ces conditions concernent les informations de couleur, l'information de brillance devant être transmise dans tous les cas. Cette dernière doit correspondre à la même bande passante que pour la transmission d'une image en noir et blanc si l'on veut obtenir la même finesse de détails, c'est-à-dire environ 4 Mc/s pour le standard américain. Le diagramme de la figure 9 illustre ces conditions à satisfaire.

TRANSMISSION DU SIGNAL D'INFORMATION DE BRILLANCE

La figure 10 montre comment on obtient le signal de brillance appelé aussi **luminance** ou signal « Y ». Les tensions VF de sortie de la caméra correspondant au rouge, vert et bleu sont transmises à un amplificateur spécial appelé « **amplificateur matrice** ». Le rôle de

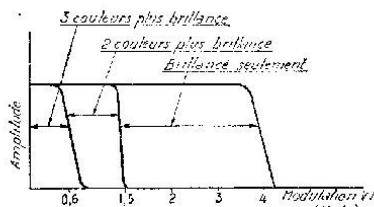


Fig. 9

cet amplificateur est de mélanger dans des proportions bien déterminées ces signaux de sortie correspondant aux trois couleurs. Le signal de **luminance** est prélevé à la sortie de l'amplificateur ; il comprend 59 % de vert, 30 % de rouge et 11 % de bleu. E_y étant la tension totale du signal VF de luminance et E_v , E_r et E_b les tensions correspondant au vert, au rouge et au bleu, on a la relation :

$$E_y = 0,59 E_v + 0,30 E_r + 0,11 E_b$$

Ces différents pourcentages des trois tensions VF constituent une bonne couleur blanche et satisfont certaines conditions du système de transmission, qui seront précisées ultérieurement.

Le signal de luminance comprend des fréquences VF supérieures à 4 Mc/s et est transmis dans le système NTSC à l'intérieur d'un canal 6 Mc/s normal du standard américain noir et blanc. Ce signal peut être reçu par un récepteur quelconque et permet même d'obtenir de meilleures gradations de teintes (en noir et blanc bien entendu, le mot teinte pouvant pré-

ter à confusion) qu'avec un système de transmission classique sans filtres de couleur. Cela est dû au fait que la sélection des couleurs pour l'obtention du signal de brillance avec une caméra pour télévision en couleurs est mieux dosée, en comparaison d'une caméra noir et blanc dont la mosaïque est plus sensible du côté de l'extrémité bleu-vert du spectre visible que pour le rouge.

SIGNAUX DE « DIFFERENCE DE COULEUR : COULEUR MOINS BRILLANCE

Dans le système simplifié de la figure 6, nous avons expliqué comment on produisait les signaux VF rouge, vert et bleu, proportionnels à la couleur et à la brillance de l'objet télévisé. Ces signaux sont, comme nous venons de l'indiquer, mélangés dans des proportions bien définies pour constituer le signal de luminance ou de brillance, grâce à un amplificateur matrice.

Une information complète concernant la brillance de tout objet est ainsi transmise par l'intermédiaire du signal de luminance. La transmission de l'information de brillance peut être supprimée en transmettant les **signaux de différence de couleur**, de préférence aux signaux de couleur originaux comprenant les informations de couleur et de brillance.

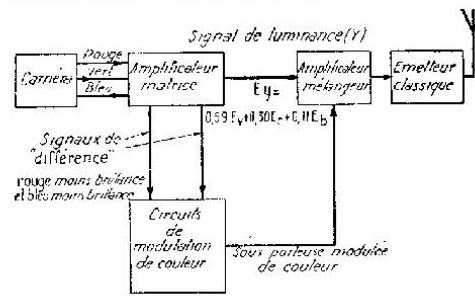


Fig. 10

Ces signaux sont obtenus à l'émission en soustrayant ou supprimant la composante de brillance de chaque signal concernant chacune des trois couleurs, de façon qu'il ne reste qu'un signal comprenant uniquement l'information de couleur (couleur dominante et saturation) de l'objet télévisé. Dans le récepteur, le signal original de couleur est reconstitué en ajoutant la composante de brillance aux signaux de différence de couleur, avant d'appliquer la modulation au tube cathodique trichrome. Cette méthode permet de réduire encore l'information nécessaire à la transmission d'images en couleur.

Nous pouvons donc prélever les trois signaux de différence rouge, verte et bleu et les transmettre sur trois porteuses HF séparées, voisines du canal 6 Mc/s utilisé pour la transmission du signal de luminance. On a donc au total 4 signaux pouvant être détectés à l'aide d'un récepteur spécial et reproduire une image en couleurs. Toutefois, en utilisant un tel sys-

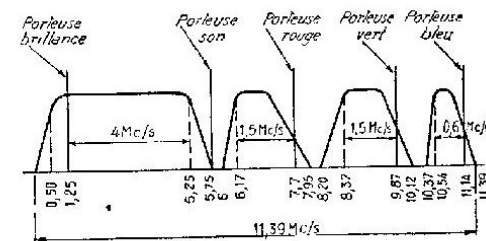
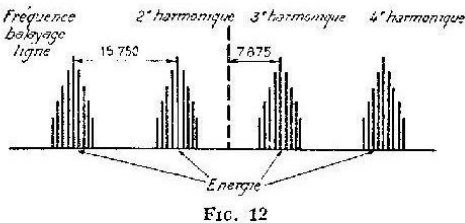


Fig. 11

tème la bande passante nécessaire serait de l'ordre de 11 Mc/s, comme indiqué par la figure 11, ce qui dépasse largement les 6 Mc/s, d'un canal normal.

Une réduction supplémentaire de la bande

passante peut être obtenue en tenant compte du fait que le signal Y de luminance comprend un pourcentage bien défini des trois couleurs fondamentales. ($E_y = 0,59 E_r + 0,30 E_b + 0,11 E_v$). Connaissant ce pourcentage invariable à l'émission, si à la réception, on connaît l'amplitude totale du signal de luminance et les pourcentages respectifs de rouge et de bleu, une simple soustraction permet de connaître le pourcentage de vert. En d'autres termes, on peut ajouter les signaux de rouge et de bleu et soustraire leur somme du signal de luminance Y, par l'intermédiaire de circuits spéciaux du récepteur et reconstituer ainsi l'information concernant le vert. La suppression de la transmission du signal différence vert permet ainsi une nouvelle réduction de la bande passante.

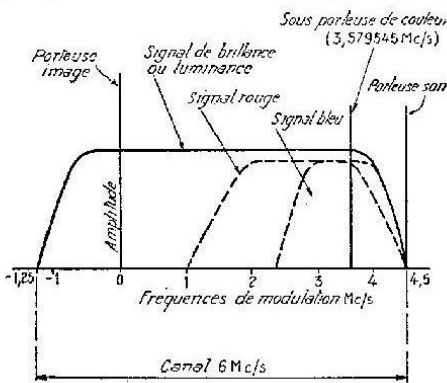


ENTRELACEMENT DES FREQUENCES POUR LA TRANSMISSION DES SIGNAUX DE LUMINANCE ET DE COULEUR

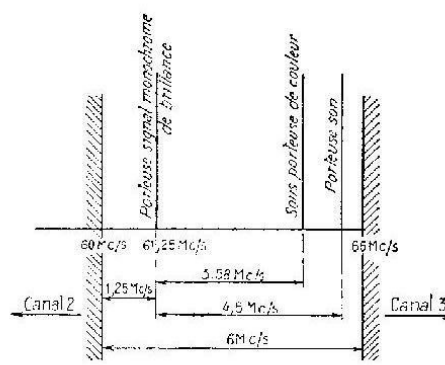
Nous venons de voir que pour obtenir une image en couleur il fallait transmettre le signal de luminance Y et deux signaux de couleur : rouge moins la brillance et bleu moins la brillance. Le signal de luminance et sa porteuse HF son associée occupent la largeur totale du canal de 6 Mc/s. Comment placer les deux signaux de couleur alors que cette bande passante est à première vue entièrement utilisée ?

Dans le système NTSC les signaux de couleur sont transmis à l'intérieur du même canal que celui qui est utilisé pour le signal de luminance. Il n'en résulte aucune interférence et transmodulation grâce à l'utilisation de la technique de l'entrelaçage de fréquence.

On a constaté en effet, dans le cas d'un téléviseur noir et blanc que la répartition spectrale n'est pas régulière : l'énergie des signaux VF de modulation est concentrée au voisinage des harmoniques de la fréquence de ligne. La figure 12 illustre cette particularité. La répartition d'énergie est telle, dans le spectre VF, qu'il y a concentration d'énergie pour les mul-



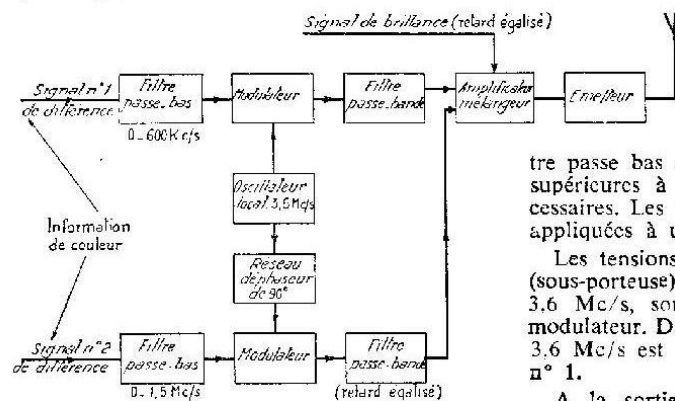
tiples de 15750 c/s, la fréquence de lignes. Pour les points milieu entre ces multiples de la fréquence ligne, il y a des espaces relativement libres. Dans le système NTSC les signaux de couleur sont intercalés (« Sandwiching ») dans ces espaces libres du spectre monochrome, qui correspondent aux harmoniques impairs de la demi-fréquence de ligne. Il suffit en conséquence de choisir une fréquence porteuse de couleur qui corresponde à un multiple impair



de la demi-fréquence de ligne, c'est-à-dire à un multiple impair de 7875 c/s. Cette fréquence porteuse est appelée sous-porteuse de couleur.

Les bandes latérales de la sous-porteuse de couleur tombent ainsi dans les parties relativement libres du spectre VF. En d'autres termes, les bandes latérales du signal de luminance et celle du signal de couleur ou de chromaticité sont entrelacées en fréquence ; les bandes latérales de l'un des signaux tombent dans les parties libres entre les bandes latérales de l'autre. Les deux signaux ont ainsi le minimum d'interaction.

Un récepteur noir et blanc n'est pas sensible au signal de chromaticité entrelacé avec le signal de brillance ou luminance. Ne possédant pas de circuits détecteurs de couleur, il reproduit l'image transmise en couleur en noir et blanc. La bande passante n'étant pas augmentée, le système NTSC est donc compatible, les images pouvant être reçues sur un récepteur quelconque non modifié.



Si l'on dispose d'un récepteur ayant des circuits spéciaux après détection pour la réception de la couleur et un tube cathodique trichrome, on peut bénéficier des informations de couleur insérées à l'émission dans le signal vidéo-fréquence.

La fréquence de la sous-porteuse de couleur qui a été choisie dans le système NTSC est d'environ 3,58 Mc/s (exactement 3,579 545 Mc/s) supérieure à la fréquence de la porteuse de brillance. Ce choix résulte du meilleur compromis pour éviter les interférences de la sous-porteuse et transmettre toutes les informations de couleur nécessaires.

La figure 13 indique la répartition des fréquences du spectre VF pour les informations de brillance et de chromaticité à l'intérieur du canal 6 Mc/s. Les signaux de différence rouge et bleu sont transmis en modulant la sous-porteuse à la fois en amplitude et en phase. Sur la figure 14, nous avons indiqué les fréquences d'une émission HF en couleurs du canal américain n° 3 (60-66 Mc/s) avec répartition des fréquences VF conforme à celle que nous venons de mentionner : emplacement de la porteuse de brillance (signal monochrome), de

la sous-porteuse de couleur et de la porteuse son.

LA SOUS-ORTEUSE DE COULEUR

Comme nous l'avons signalé, il est nécessaire pour obtenir une image en couleurs de transmettre d'une part le signal de luminance, et d'autre part les deux signaux différence : rouge moins brillance et bleu moins brillance. L'information concernant le vert est obtenue à la réception en ajoutant les deux signaux différence appelés signaux de chromaticité ou de couleur et en soustrayant cette somme du signal de brillance. Les fréquences qu'il est nécessaire de transmettre sont inférieures à 1,5 Mc/s pour le signal différence rouge et inférieures à 0,6 Mc/s pour le signal de différence bleu en raison de la particularité indiquée de l'œil.

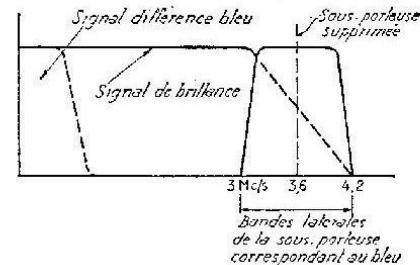
Supposons que nous ayons à transmettre un seul signal différence (le bleu) et le signal de brillance. En modulant une porteuse HF simultanément par le signal différence bleu et le signal de brillance il en résulterait des interférences pour les fréquences comprises entre 0 et 0,6 Mc/s qui correspondent à des surfaces importantes de l'image.

L'interférence serait réduite en décalant le signal de couleur vers 3,6 Mc/s ; elle existerait toujours mais serait moins visible car se produirait pour des fréquences VF supérieures correspondant à des détails de l'image de très faible surface. On voit en conséquence la nécessité de décaler la fréquence du signal de couleur du côté des fréquences élevées. Nous allons indiquer la méthode utilisée.

La figure 15 représente le schéma fonctionnel utilisé pour le décalage de la fréquence du signal de couleur dans la portion désirée du canal. Considérons simplement pour faciliter l'explication, le signal différence de couleur n° 1 (bleu). Ce dernier est transmis à un filtre passe bas supprimant toutes les fréquences supérieures à 600 kc/s qui ne sont pas nécessaires. Les tensions à la sortie du filtre sont appliquées à un modulateur équilibré.

Les tensions de sortie d'un oscillateur local (sous-porteuse) de fréquence égale à environ 3,6 Mc/s, sont transmises simultanément au modulateur. Dans cet étage, la sous-porteuse de 3,6 Mc/s est modulée par le signal différence n° 1.

À la sortie de l'étage modulateur on ne trouve que les fréquences correspondant aux bandes latérales, produites par le signal différence, tandis que la sous-porteuse est supprimée. Ces tensions sont ensuite transmises à un amplificateur mélangeur auquel on applique



également le signal de brillance. Les tensions de sortie de ce mélangeur modulent l'émetteur.

La figure 16 montre l'emplacement du signal différence par rapport au signal de brillance à la sortie de l'émetteur. La bande étroite de 0-600 kc/s du signal différence bleu a bien été décalée du côté des fréquences élevées.

À la réception, une séparation des signaux de brillance et de couleur doit être évidemment effectuée.

SEPARATION DES SIGNAUX

La figure 17 a représente le schéma fonctionnel de la partie HF et VF d'un téléviseur noir et blanc. Les signaux complexes de brillance et de couleur sont détectés et la modulation alimente après amplification le tube cathodique qui reçoit une image en noir et blanc. Le signal de couleur est toujours superposé mais

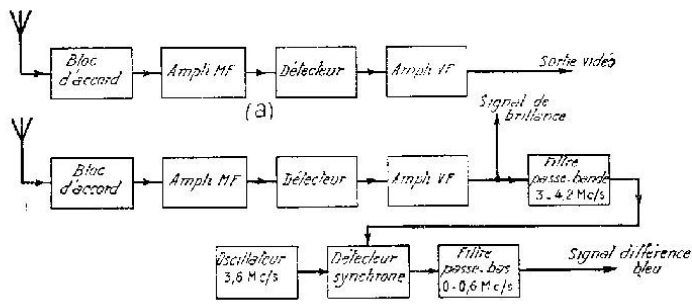


Fig. 17

ne provoque que de très faibles interférences étant donné que ces interférences ne concernent que les détails très fins de l'image.

La figure 17 b représente le schéma de la même partie d'un téléviseur en couleur avec circuits additionnels destinés à séparer et à détecter le signal de couleur.

Le signal VF comprenant informations de brillance et de couleur à la sortie de la détectrice est appliqué à un filtre passe bande ne laissant passer que les fréquences comprises entre 3 et 4,2 Mc/s. On élimine ainsi le signal de brillance.

A la sortie du filtre le signal de couleur est appliqué à un détecteur spécial appelé détecteur synchrone. Le signal de couleur (ou de chromaticité) est appliqué à ce détecteur en même temps que les signaux de sortie d'un oscillateur local (3,6 Mc/s), dont la fréquence et la phase sont exactement les mêmes que celles de l'oscillateur local de l'émetteur (sous-porteuse). Les bandes latérales du signal de couleur se combinent avec le signal de l'oscillateur local et reproduisent le signal original différence (0-600 kc/s) désiré.

La figure 18 représente le schéma simplifié du détecteur synchrone. La tension de sortie de l'oscillateur local 3,6 Mc/s est appliquée à la grille supprimeuse de la pentode 6AS6. Le signal de couleur est appliqué sur la grille de commande à sa sortie du filtre passe-bande 3-4,2 Mc/s. Sur la plaque plusieurs composantes sont disponibles, parmi lesquelles les fréquences correspondant à la différence entre celles de l'oscillateur local de 3,6 Mc/s et celle du signal de couleur. Un filtre passe bas (0-600 kc/s) dans le circuit plaque supprime les fréquences indésirables pour ne conserver que les signaux de différence 0-600 kc/s.

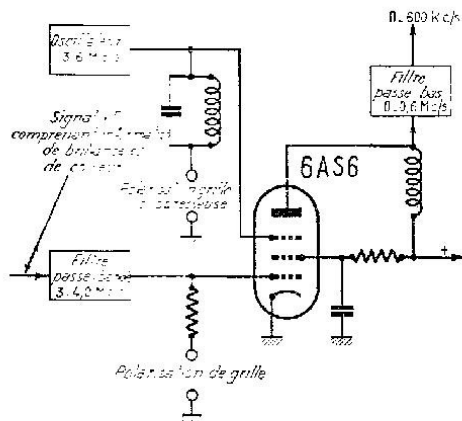


Fig. 18

SEPARATION DES DEUX SIGNAUX DE DIFFERENCE

Pour simplifier l'explication nous avons supposé que l'on retransmettait et recevait qu'un signal différence de couleur, en l'occurrence le signal bleu dont la bande s'étend de 0 à 600 kc/s. Comme nous l'avons indiqué, la transmission d'un deuxième signal différence (rouge), dont la bande s'étend de 0 à 1,5 Mc/s, est nécessaire. Ce signal est le signal n° 2 de la figure 15.

Le problème consiste donc à inclure dans le même canal le deuxième signal différence dont la bande est plus large.

On y parvient en utilisant à l'émission deux sous-porteuses séparées au lieu d'une. Ces sous-porteuses sont de même fréquence, mais

déphasées de 90°. La figure 15 montre la méthode utilisée pour obtenir ces deux sous-porteuses : la sous-porteuse n° 1 correspond à la sortie de l'oscillateur local 3,6 Mc/s, tandis que la sous-porteuse n° 2 est constituée par

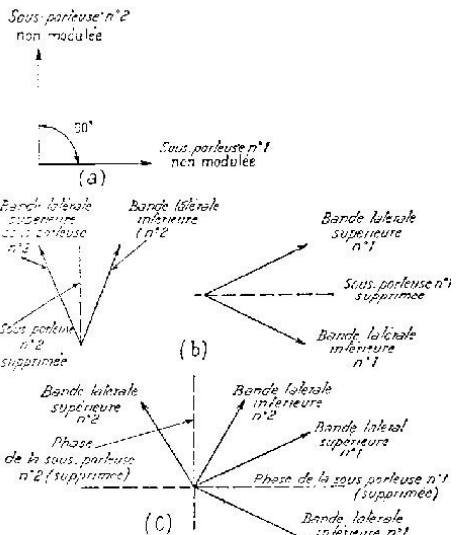


Fig. 19

la tension du même oscillateur après sa sortie à travers un réseau déphascur de 90°.

La sous-porteuse n° 1 est modulée par l'un des signaux différence dans le modulateur n° 1 alors que la sous-porteuse n° 2 est modulée par l'autre signal n° 2 dans un deuxième modulateur.

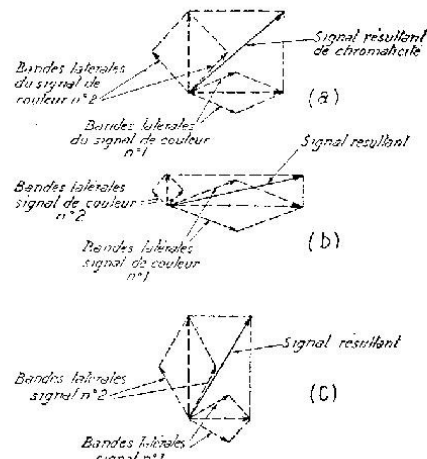


Fig. 20

en raison du déphasage provoqué. Le signal différence bleu dont la bande est la moins large est plus retardé que l'autre signal différence rouge dont la bande est plus large en raison des différences de caractéristiques des filtres. Pour égaliser les retards des trois signaux (brillance et deux signaux différence de couleur) on retarde par des circuits spéciaux le signal de brillance et le signal différence rouge avant de les transmettre au mélangeur.

La figure 19 montre les relations vectorielles des sous-porteuses non modulées appliquées aux modulateurs respectifs. Elles sont bien déphasées de 90°. La figure 19 b représente les tensions de sortie des modulateurs. Dans les deux cas, la sous-porteuse est supprimée, alors que des bandes latérales supérieures et inférieures ont été produites par chaque fréquence correspondante des signaux de différence.

Lorsque les tensions des deux modulateurs sont mélangées on obtient le diagramme de la figure 19 c qui représente les composantes du signal de chromaticité. Les bandes latérales sont représentées séparément ; le signal résultant, dont l'amplitude et la phase à un instant déterminé sont bien définies, est représenté par la figure 20 a où l'on voit le signal résultant de chromaticité qui est transmis par l'émetteur.

La figure 20 b montre la modification de la résultante lorsque l'une des deux paires de bandes latérales est modifiée. Le signal résultant est modifié en amplitude et en phase. Lorsque les deux paires de bandes latérales sont modifiées le signal résultant est modifié en amplitude et en phase comme indiqué par la figure 20.

On constate ainsi que le signal de chromaticité complet est transmis en modulant en amplitude et en phase comme nous l'avons précédemment signalé. La phase varie avec la teinte et l'amplitude varie avec la saturation de la couleur transmise.

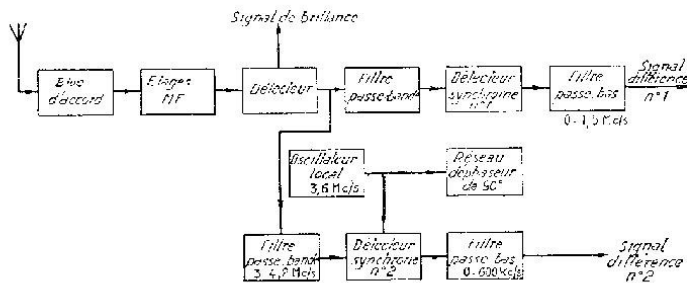


Fig. 21

Un filtre de sortie supprime à la sortie de chaque modulateur les composantes indésirables. Les tensions à la sortie des deux filtres sont transmises au mélangeur auquel on applique également les tensions du signal de brillance.

En passant à travers les filtres passe bas les signaux de différence de couleur sont retardés

A la réception, il est nécessaire de séparer les deux signaux différence à l'aide de deux détecteurs synchrones, comme indiqué par le schéma fonctionnel de la figure 21.

Deux sous-porteuses sont appliquées respectivement aux détecteurs synchrones à la réception. Le signal VF comprenant les informations de brillance et de chromaticité est appliqué à

deux filtres passe bande éliminant l'information de brillance.

Les tensions de sortie de ces filtres sont appliquées aux détecteurs synchrones auxquels on applique également les deux sous-porteuses de 3,6 Mc/s dont une est décalée de 90° grâce à un réseau déphaseur. Ces sous-porteuses sont obtenues selon la même méthode qu'à l'émission, l'une étant constituée par les tensions de sortie de l'oscillateur 3,6 Mc/s et l'autre par ces mêmes tensions à la sortie du réseau déphaseur.

Les détecteurs synchrones fonctionnent de la même façon que celui de la figure 18, dans le cas d'un seul signal de couleur. La sortie de chaque détecteur ne contient que le signal différence désiré. Un seul signal est disponible à la sortie de chaque détecteur car la phase de la sous-porteuse de référence qui est appliquée au détecteur est telle qu'elle annule les bandes latérales correspondant à l'autre signal.

La fréquence et la phase des sous-porteuses du récepteur doivent être identiques à celles des sous-porteuses non modulées de l'émetteur.

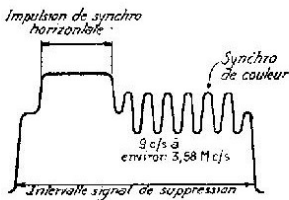


FIG. 22

pour que la reproduction des signaux de couleur originaux soit correcte. Il est en conséquence nécessaire de synchroniser la fréquence et la phase de ces sous-porteuses avec celles des sous-porteuses de l'émetteur.

Pour ce faire, à l'émission, on transmet à la fin de chaque ligne une tension de synchronisation de couleur, constituée par environ 9 cycles d'une tension de 3,6 Mc/s (fig. 22, ces signaux de synchronisation sont insérés sur la partie arrière de chaque signal d'effacement horizontal, après chaque impulsion de synchronisation de ligne.

Les signaux de synchronisation de couleur arrivent pendant le retour du spot horizontal, alors que l'écran du récepteur est normalement assombri par l'impulsion d'effacement, après le déclenchement de la base de temps lignes.

Ils n'ont en conséquence aucun effet sur la synchronisation horizontale, aussi bien sur les récepteurs noir et blanc que sur ceux en couleur.

Comme nous l'avons signalé, l'œil n'a pas la possibilité de percevoir la couleur de fins détails bleus correspondant à des fréquences VF supérieures à 600 kc/s. Le signal différence vert étant obtenu à la réception à partir des

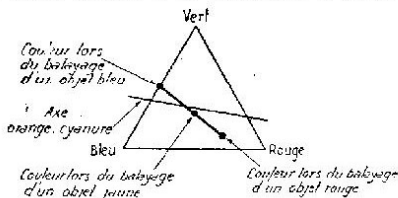


FIG. 23

signaux rouge et bleu, on conçoit que la précision ou plus exactement la fidélité de reproduction de détails fins de couleur verte dépende des signaux rouge et bleu. En conséquence, il serait désirable de transmettre les signaux différence de couleur concernant le bleu pour toutes les fréquences VF, malgré la particularité précitée de l'œil, afin d'obtenir la fidélité de reproduction pour le vert.

Nous avons indiqué que la limite supérieure de la bande passante correspondant au bleu était de 600 kc/s.

Au-dessus de 600 kc/s, l'action du filtre passe-bas a pour effet de supprimer toutes les composantes de modulation correspondant à ces fréquences et délivrées par le tube « bleu » de la caméra. En raison de l'utilisation du modulateur avec suppression de porteuse, la composante $E'_b - E'_y$ (signal différence bleu) disparaît, étant donné qu'il n'y a pas modulation.

En conséquence, seules les composantes de modulation $E'_r - E'_y$ (signal différence rouge) sont présentes pour les fréquences supérieures à 600 kc/s environ. La composante $E'_b - E'_y$ étant absente et n'étant plus en quadrature avec la composante $E'_r - E'_y$, la phase du signal de chromaticité résultant ne dépend que d'une tension ($E'_r - E'_y$) au lieu de deux : ($E'_r - E'_y$) et ($E'_b - E'_y$).

On peut représenter dans le triangle de couleurs de la figure 1 les couleurs qui sont reproduites au-dessus de 600 kc/s. On constate que l'on a une ligne droite du rouge magenta au vert cyanure : en d'autres termes, pour les fréquences supérieures à 600 kc/s, on utilise un système bichrome de reproduction de couleurs à partir de deux composantes primaires : le rouge magenta et le vert cyanure.

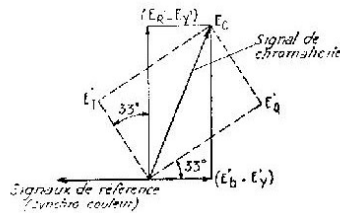


FIG. 24

On a constaté après de nombreuses expériences que les deux couleurs primaires les mieux indiquées pour un tel système étaient le rouge orangé et le bleu vert (cyanure). Ces couleurs ont été utilisées en photographie et permettent une reproduction satisfaisante, bien que l'on ne puisse reproduire correctement toutes les couleurs à partir de ces deux couleurs.

Il est donc désirable d'utiliser les couleurs fondamentales rouge, vert et bleu (trichromie) pour toutes les fréquences VF jusqu'à 600 kc/s. Au-dessus de cette fréquence, il est préférable d'utiliser le système à deux couleurs rouge et cyanure (bichromie).

Pour travailler sur l'axe orange-cyanure de la figure 23 au-dessus de 600 kc/s, on doit déphaser le signal différence de la bande la plus large de 33 degrés en avant de l'axe $E'_r - E'_y$.

La figure 24 illustre la méthode utilisée dans le système NTSC pour opérer ce déphasage de 33° : on voit les composantes originales $E'_r - E'_y$ et $E'_b - E'_y$ en quadrature et leur relation de phase par rapport aux signaux de référence (synchro) de couleur. Le signal résultant de chromaticité E_c est représenté. Le signal différence de bande large $E'_r - E'_y$ qui est substitué au signal $E'_r - E'_y$ pour obtenir une meilleure

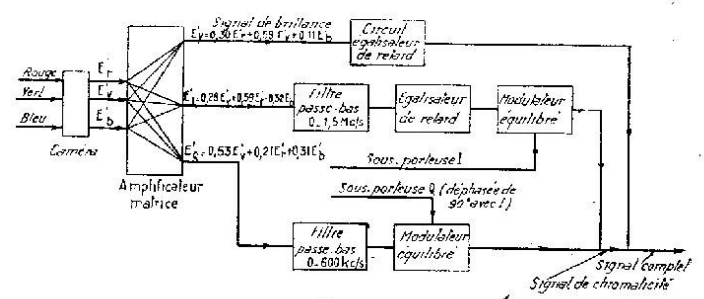


FIG. 25

reproduction des couleurs au-dessus de 600 kc/s est représenté en pointillé ; il est en avance de 33 degrés sur $E'_r - E'_y$. Un signal de différence de bande étroite E_n est substitué à $E'_b - E'_y$ et placé en quadrature avec le nouveau signal différence de couleur de bande large. Le nouveau signal différence de bande étroite E_n est en avance de 33° sur $E'_r - E'_y$.

Il est possible de conserver les mêmes phases et amplitude du signal de chromaticité original au-dessus de 600 kc/s en modifiant les longueurs des nouvelles composantes de différence de couleurs comme indiqué par la figure 24. Ces nouvelles composantes sont appelées E'_i et E'_n .

Les signaux correspondants sont appelés respectivement « I » et « Q ».

L'amplitude de ces nouvelles composantes est déterminée par les relations suivantes, à partir des signaux différence $E'_b - E'_y$ et $E'_r - E'_y$.

$$E'_i = -0,27 (E'_b - E'_y) + 0,74 (E'_r - E'_y)$$

E'_i étant la tension du signal différence de couleur de bande large et

$E'_n = 0,41 (E'_b - E'_y) + 0,48 (E'_r - E'_y)$
 E'_n étant la tension du signal différence de couleur de bande étroite.

A la réception, la phase des signaux de référence de l'oscillateur local transmis aux détecteurs synchrones est modifiée de 33° pour reconstituer ces signaux E'_i et E'_n . A partir de ces signaux, on reconstitue les signaux de différence de couleur $E'_r - E'_y$, $E'_b - E'_y$ et $E'_y - E'_r$.

Grâce aux signaux E'_i et E'_n , la reproduction de couleurs est meilleure au-dessus de 600 kc/s sans qu'elle soit altérée pour les détails correspondant aux fréquences inférieures. Au-dessus de 600 kc/s, on travaille sur l'axe orange-cyanure de la figure 23.

RESUME DE LA TECHNIQUE DE TRANSMISSION ET DE RECEPTION DU SYSTEME N.T.S.C. (Procédé I-Q)

Les schémas fonctionnels de l'émetteur et du récepteur sont représentés par les figures 25 et 26.

1) Les signaux des trois couleurs primaires

A l'émission une caméra spéciale délivre trois signaux séparés représentant le pourcentage de rouge, de vert et de bleu de la scène télévisée : E'_r , E'_y et E'_b .

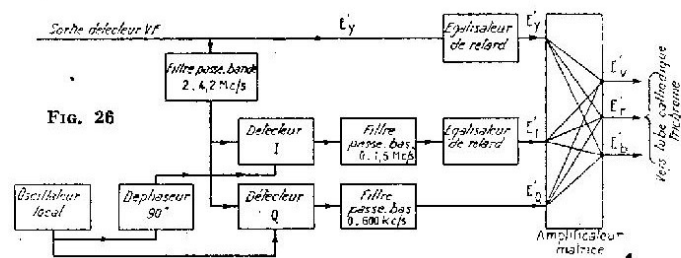


FIG. 26

2) Le signal de brillance

Des proportions déterminées des signaux de sortie précités rouges, verts et bleus sont additionnées par un amplificateur spécial matrice, afin de constituer le signal de brillance ou luminance E'_y , selon la relation suivante :

$$E'_y = 0,30 E'_r + 0,59 E'_v + 0,11 E'_b$$

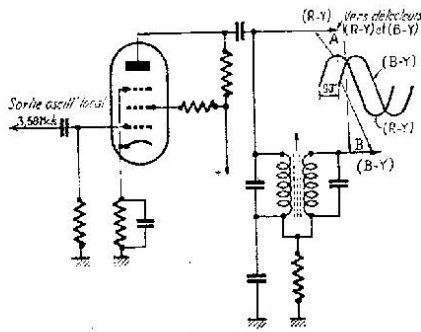


Fig. 27

Ce signal de brillance est comparable au signal VF d'un récepteur noir et blanc classique et est transmis de la même façon. Les récepteurs noir et blanc peuvent ainsi recevoir les signaux correspondants aux images en couleurs (compatibilité).

3) Les signaux I et Q

Les trois signaux de couleurs sont transmis à un amplificateur matrice destiné à les mélanger dans des proportions et des polarités déterminées, de façon à constituer deux signaux différence de couleur appelés I (signal différence de couleur de bande étroite). Les relations sont les suivantes, E'_i et E'_q étant les tensions des signaux I et Q :

$$E'_i = -0,28 E'_r + 0,59 E'_v - 0,32 E'_b$$

$$E'_q = -0,53 E'_r + 0,21 E'_v + 0,31 E'_b$$

On remarquera que E'_i et E'_q peuvent être également déterminés à partir d'un certain pourcentage de E'_r , $-E'_v$ et $E'_b - E'_v$ comme indiqué plus haut.

Les signaux I et Q passent à travers des filtres destinés à réduire leurs bandes selon les normes suivantes :

Bande passante canal Q : à 400 kc/s chute inférieure à 2 dB ; à 500 kc/s chute inférieure à 6 dB ; à 600 kc/s, chute d'au moins 6 dB.

Bande passante canal I : à 1,3 Mc/s chute inférieure à 2 dB ; à 3,6 Mc/s chute d'au moins 20 dB.

4) Transmission des signaux de télévision en couleur

Les signaux I et Q modulent deux sous-porteuses de même fréquence (3,579545 Mc/s), mais déphasées de 90 degrés. La porteuse est supprimée et les sorties des modulateurs I et Q se combinent pour constituer le signal de chromaticité qui varie en phase et en amplitude selon la couleur dominante (teinte) et la saturation de la couleur transmise.

Les signaux de chromaticité et de brillance sont transmis à un amplificateur mélangeur dont les tensions de sortie modulent l'émetteur.

Pour synchroniser les circuits de détection de

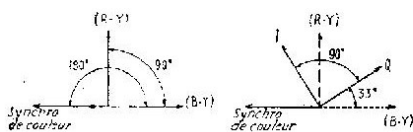


Fig. 28

couleur du récepteur avec précision, un signal constitué par environ 9 cycles de la fréquence de référence 3,579545 Mc/s est transmis à la fin de chaque impulsion de synchronisation de ligne, pendant une partie du signal de blanking.

5) Reconstitution des signaux transmis

À réception le signal de brillance est détecté comme sur un récepteur classique noir et blanc. Les signaux I et Q sont reconstitués par des circuits détecteurs de couleur séparés (détecteurs synchrones). La tension de référence nécessaire à chaque détecteur synchrone est obtenue à partir d'un oscillateur local synchronisé par les signaux de synchro de couleur (9 cycles de la fréquence 3,579545 Mc/s à la fin de chaque ligne).

6) Reconstitution des signaux originaux de couleur E'_r , E'_v et E'_b

Les trois signaux originaux de couleurs E'_r , E'_v et E'_b sont reconstitués en combinant le signal de brillance (E'_y), les signaux E'_i et E'_q dans des proportions et des polarités bien déterminées grâce à un amplificateur matrice. Les relations sont les suivantes :

$$E'_r = 0,63 E'_y + 1,00 E'_i + 0,96 E'_q$$

$$E'_v = 0,64 E'_y + 1,00 E'_i + 0,28 E'_q$$

$$E'_b = 1,72 E'_y + 1,00 E'_i + 1,11 E'_q$$

7) Reconstitution de l'image en couleurs

On transmet les trois signaux de couleurs E'_r , E'_v et E'_b à un tube cathodique spécial trichrome.

Ces détecteurs ainsi que les circuits matrices examinés maintenant sont comme dans le cas de l'oscillateur et de ses circuits de commande associés, utilisés sur les téléviseurs avec tubes tricolores à masque RCA ou du type Lawrence à grille. Nous commencerons par étudier les circuits détecteurs et matrices correspondant à l'utilisation du tube trichrome RCA.

Les tensions de sortie de l'oscillateur local 3,58 Mc/s sont appliquées à l'amplificateur de la figure 27 comprenant dans son circuit plaque un transformateur à primaire et secondaire accordé. Les tensions de l'oscillateur local sont amplifiées et recueillies d'une part sur la plaque de l'amplificatrice, d'autre part à l'extrémité supérieure du secondaire du transformateur.

Lorsque les enroulements primaire et secondaire sont accordés sur la fréquence de résonance de l'oscillateur les tensions prélevées sur le secondaire sont en retard de 90° sur les tensions prélevées sur la plaque, comme indiqué par la figure 27. Ces tensions déphasées de 90° sont appliquées respectivement, les premières sur le détecteur R — Y, les secondes sur le détecteur B — Y. Plusieurs variantes de montage peuvent être utilisées pour obtenir les deux tensions précitées déphasées de 90° ; dans tous les cas de déphasage doit être de 90°.

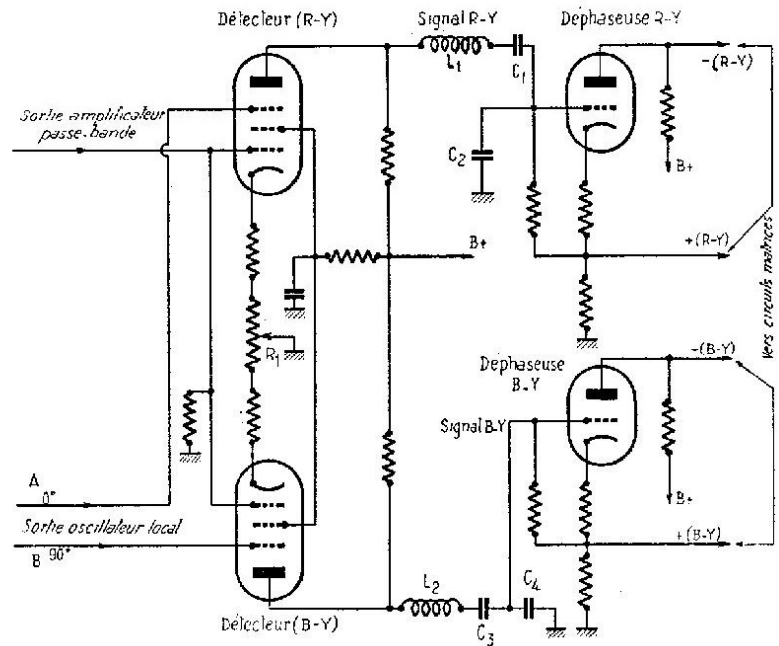


Fig. 29

LES CIRCUITS DE SYNCHRONISATION DE COULEUR

La fonction essentielle de l'oscillateur local 3,58 Mc/s et de ses circuits de synchronisation et de commande associés est de fournir deux tensions aux détecteurs I et Q, déphasés de 90° et dont la fréquence et la phase par rapport aux signaux de synchronisation de couleur transmis par l'émetteur, sont bien déterminées. Toute défectuosité de ces circuits peuvent provoquer les deux défauts suivants : soit l'absence totale d'information de couleur sur le tube cathodique, soit le manque de synchronisation de couleur.

LES DETECTEURS ET CIRCUITS MATRICES

L'oscillateur local 3,58 Mc/s du récepteur a des circuits de commande automatique de fréquence et de phase : les signaux de synchronisation de couleur (burst signal) transmis par l'émetteur, synchronisent cet oscillateur local, à partir duquel on obtient deux tensions déphasées de 90°, qui sont appliquées aux détecteurs.

LES DETECTEURS I-Q et B-Y, R-Y

Les deux types de détecteurs utilisés sur les récepteurs sont les détecteurs I — Q et les détecteurs B — Y, R — Y, c'est-à-dire détecteurs des signaux de différence de couleur : bleu moins brillance, rouge moins brillance.

La différence des deux systèmes réside dans la modification des relations de phase entre les deux tensions de sortie de l'oscillateur local, qui restent toujours déphasées de 90°, et le signal de synchronisation de couleur transmis par l'émetteur. Il faut également signaler la bande passante différente des signaux de couleur.

Les modifications de phase indiquées sont représentées pour les deux systèmes par la figure 28. Dans le cas au système I — Q il y a un déphasage de 33° par rapport au système R — Y, B — Y. Cette rotation de phase modifie l'amplitude des deux signaux comme nous l'avons déjà indiqué. Toutefois, le signal résultant de couleur, qui est la somme vectorielle soit des signaux R — Y et B — Y, soit des signaux I et Q, reste le même.

En raison de cette modification de l'amplitude des deux signaux selon le système employé, un circuit matrice spécial doit être uti-

lisé pour chaque système afin de reconstituer les couleurs originales, rouge, bleu et vert correspondant aux signaux transmis par l'émetteur. Les relations entre les deux systèmes sont les suivantes :

$$1) R - Y = 0,95 I + 0,63 Q$$

$$2) B - Y = -1,10 I + 1,70 Q$$

En d'autres termes, un signal $R - Y$ peut être obtenu en ajoutant 95 % de la tension

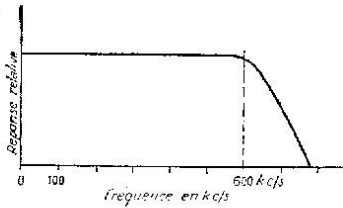


FIG. 30

de sortie d'un détecteur I et 63 % de la tension d'un détecteur Q; de même, un signal $B - Y$ est obtenu en ajoutant - 110 % de la tension de sortie d'un détecteur I et 170 % de la tension de sortie d'un détecteur Q.

Le système I et Q présente l'avantage de donner des informations de couleur pour les détails fins correspondant à des fréquences VF jusqu'à 1,2 Mc/s, alors que dans le cas du système $R - Y$ et $B - Y$, la limite supérieure d'information de couleur est de 0,6 Mc/s. Le second système est toutefois plus simple que le premier et nous en exposerons le principe avant d'expliquer le fonctionnement d'un téléviseur en couleur équipé d'un tel détecteur.

FONCTIONNEMENT D'UN DETECTEUR (B - Y) et (R - Y)

Comme indiqué par la figure 29, les signaux de couleur de l'amplificateur passe-bande, sont appliqués sur les deux grilles de commandes des tubes détecteurs $R - Y$ et $B - Y$. Les deux signaux déphasés de 90° de l'oscillateur, dont nous avons parlé plus haut sont appliqués sur les grilles suppressives, le signal déphasé de 90° étant transmis au détecteur $B - Y$.

Sur les circuits plaque des deux tubes détecteurs on recueille les signaux différence $R - Y$ et $B - Y$. Le fonctionnement de ce détecteur est semblable à celui d'une oscillatrice modulaire de superhétérodyne : l'oscillateur local produit un battement avec les signaux HF et l'on recueille les signaux différence (moyenne fréquence) sur la plaque.

Les deux signaux de différence de couleur sont ainsi obtenus, ils sont déphasés de 90°, comme les tensions de l'oscillateur local 3,58 Mc/s appliquées sur les suppressives.

Un filtre passe-bande comprenant $L_1 - C_1 - C_2$ et $L_2 - C_2 - C_1$ est disposé dans chaque circuit plaque

des détecteurs, afin d'éviter le souffle et de supprimer toute tension de 3,58 Mc/s correspondant à l'oscillateur local et à la sous porteuse de couleur, qui pourrait provoquer des interférences. La figure 30 montre la courbe de réponse de ces filtres passe-bas.

Le potentiomètre R_1 dans le circuit cathodique des détecteurs (fig. 29) est destiné à compenser la différence de gain des deux tubes et la différence des amplitudes des signaux $R - Y$ et $B - Y$. A l'émission, l'amplitude du signal $R - Y$ étant égale à 1,78 fois l'amplitude du signal $B - Y$, l'amplification du signal $B - Y$ doit être supérieure. R_1 est ajusté de telle sorte que les tensions de sortie des deux détecteurs soient de même amplitude.

LES CIRCUITS MATRICES D'UN TELEVISEUR EQUIPE D'UN DETECTEUR (R - Y) (B - Y)

Les signaux de sortie ($R - Y$) et ($B - Y$) des détecteurs sont ensuite appliqués à un étage déphaseur de 180°, afin d'obtenir les composantes - ($R - Y$) et - ($B - Y$) qui sont transmises avec les composantes + ($R - Y$) et ($B - Y$) aux circuits matrices. Les tubes déphaseurs sont représentés sur la figure 29, le déphasage est du type cathodyne.

Un circuit matrice a pour rôle de mélanger plusieurs signaux afin d'obtenir un autre signal résultant bien défini satisfaisant à une équation déterminée.

La figure 31 représente le signal Y de luminance ou brillance transmis aux bornes de R_1 et R_2 en série, alors que le signal $R - Y$ du détecteur correspondant est transmis à R_2 en série avec R_1 . Les deux signaux étant appliqués à R_2 , le signal Y s'annule, car $R - Y + Y = R$: seul le signal R, c'est-à-dire le rouge, subsiste. Ce signal rouge R est celui de la caméra de prise de vue. La valeur de R_1 et R_2 sont critiques et la tolérance de ces résistances est de 5 % au maximum. Les rapports des résistances sont déterminées d'après les équations de couleur et les niveaux des signaux disponibles. D'après ces équations :

$V - Y = -0,508 (R - Y) - 0,187 (B - Y)$, V étant le signal vert, R le signal rouge, B le bleu et Y le signal de luminance. Comme indiqué par le système fonctionnel de la figure 31, cette relation est satisfaite dans le circuit matrice correspondant au vert. Les signaux - ($R - Y$) et - ($B - Y$) sont transmis aux résistances du circuit matrice vert à leur sortie

de la déphaseuse. En atténuant ces signaux selon l'équation précitée le signal $V - Y$ est formé aux bornes de R_3 . En ajoutant ce signal au signal de luminance + Y, on obtient le vert :

$$V - Y + Y = V$$

Un autre système matrice utilisant la relation :

$V = 1,7 Y - 0,5 R - 0,17 B$ permet également d'obtenir le signal vert. Cette matrice fonctionne en prélevant les proportions indiquées des signaux rouge et bleu (et non des signaux différence $R - Y$ et $B - Y$) et en les ajoutant à 1,7 fois le signal de luminance + Y, afin d'obtenir le signal vert. Les lignes en pointillés du schéma de la figure 31 schématisent le montage.

Les signaux de sortie rouge, vert et bleu après les circuits matrices sont les mêmes que ceux de la caméra de prise de vue. Il suffit ensuite de les amplifier avant de les appliquer aux électrodes de modulation du tube cathodique trichrome.

D'autres types de circuits matrices peuvent être encore utilisés sur les téléviseurs en cou-

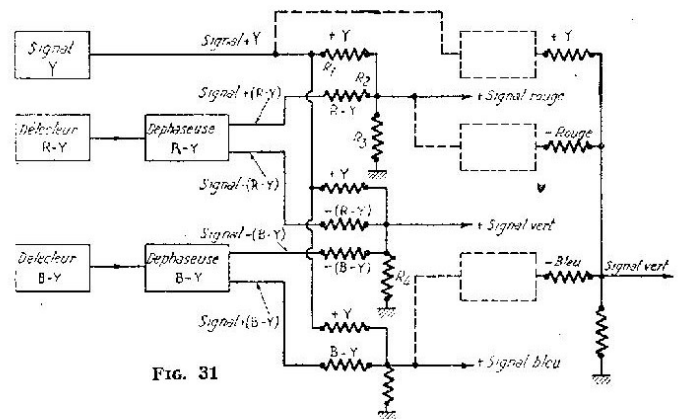


FIG. 31

leurs; les principes généraux de fonctionnement sont les mêmes. C'est ainsi que des tubes électroniques et même le tube cathodique trichrome peuvent remplacer les résistances.

Dans ce dernier cas, les signaux $R - Y$, $V - Y$ et $B - Y$ sont appliqués aux cathodes respectives des canons rouge, vert et bleu. Un signal négatif - Y est appliqué simultanément aux grilles de commandes qui sont reliées. Ce signal négatif sur les grilles est équivalent à un signal positif sur la cathode. Le signal $V - Y$ est obtenu dans un circuit matrice d'équation :

$$V - Y = -51 \% (R - Y) - 19 \% (B - Y)$$

Les signaux se combinent dans le tube cathodique ce qui donne : $R - Y + Y = R$; $B - Y + Y = B$ et $V - Y + Y = V$.

LES TUBES CATHODIQUES TRICHROMES

Actuellement, deux modèles de tubes cathodiques tricolores sont utilisés : le Lawrence Chromatron du type à commutation de couleur et à canon d'électrons unique (post-déflexion focus : P.D.F.) et les tubes à masque tels que le Colotron C.B.S. et le R.C.A. 15 G.P. 22.

Bien que de nouveaux systèmes électrostatiques et électromagnétiques soient utilisés pour obtenir les combinaisons nécessaires, les principes de base sont les mêmes que ceux du tube cathodique monochrome : formation du faisceau électronique, concentration et déflexion. Sur un tube de télévision en couleur, le faisceau électronique doit également être dirigé sur le « phosphore » adéquat de l'écran du tube. La

couleur rouge, verte ou bleue est obtenue au point d'impact du faisceau cathodique sur l'écran, en disposant sur cet écran des matières

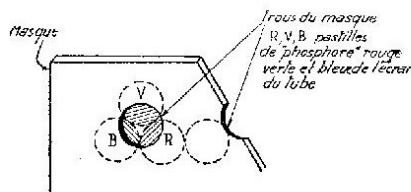


FIG. 1.

fluorescentes différentes selon la couleur désirée. Ces matières fluorescentes sont appelées « phosphores » en argot technique.

La principale différence des deux types de tubes cathodiques est la méthode utilisée pour diriger le faisceau électronique sur les phosphores.

Dans les tubes à masque, l'écran est constitué par des petites pastilles de phosphore correspondant à un point vert, un bleu et un rouge lorsqu'elles sont frappées par le faisceau cathodique. Les centres de ces pastilles rouge, verte et bleue constituent les sommets de triangles équilatéraux. La figure 1 représente l'un de ces groupes, ce qui facilite l'explication, l'écran complet étant constitué par une mosaïque de ces pastilles circulaires, tangentes les unes aux autres.

Un masque percé de trous est disposé entre

le canon à électrons à faible distance de l'écran. Un trou correspond à trois pastilles (rouge, vert et bleu) et sa disposition par rapport à chaque groupe de trois pastilles de « phosphore » est celle de la figure 1.

Le nombre de canons à électrons à l'intérieur du tube cathodique est de trois, l'intensité électronique des trois faisceaux correspondants pouvant être commandée séparément. Les trois canons à électrons sont disposés parallèlement et leur coupe à l'intérieur du canon du tube cathodique trichrome est celle de la figure 2. Les trois canons sont symétriques par rapport à l'axe optique principal et leurs diaphragmes de sortie, en l'occurrence les trois wehnelts, constituent les sommets d'un triangle équilatéral dont le centre de gravité est situé sur l'axe principal du tube.

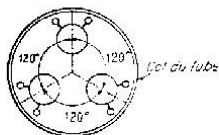


FIG. 2.

Suivant le canon à électrons utilisé, chaque canon correspond à l'une des trois couleurs, un trou permet d'atteindre soit une pastille rouge, soit une verte, soit une bleue.

Le canon « rouge » par exemple est en effet disposé géométriquement de telle sorte que le faisceau issu du foyer R et traversant le trou T vienne frapper une pastille rouge (fig. 3). Il ne peut frapper une pastille voisine verte ou bleue en raison de l'effet d'ombre provoqué par le masque appelé pour cette raison par les américains « shadow mask ».

Dans le tube cathodique du type Lawrence, l'écran comprend des lignes horizontales recouvertes de « phosphores » de telle sorte que l'on ait une succession de lignes rouge, verte, bleu, etc. Un ou deux réseaux de grilles parallèles sont disposés à proximité de l'écran, entre cet écran et un canon à électrons unique (fig. 4). En appliquant la tension nécessaire sur ces grilles, on dirige le faisceau électronique sur la ligne adéquate de phosphore, correspondant à la couleur déterminée. Les partisans de ce type de tube estiment que sa luminosité est supérieure à celle du tube à masque.

l'écran. On peut se rendre compte de la précision qu'il est nécessaire d'apporter pour la fabrication de l'écran et du masque et la mise en place de ce dernier, afin que cette géométrie soit respectée.

On remarquera sur la figure 2 les trois canons à électrons dont les autres constituent un triangle équilatéral. Chaque canon a une cathode, une grille de commande et une grille écran. Le filament est commun à tous les canons.

On trouve, en outre, une électrode de concentration électrostatique et une électrode de convergence qui sont communes aux trois canons.

Sur la plupart des téléviseurs en couleurs équipés de ce type de tube, les trois cathodes sont reliées de façon à permettre un contrôle commun de brillance. Les signaux de sortie correspondant à chaque couleur sont appliqués respectivement à la grille de commande du canon correspondant (fig. 6).

Les signaux de couleur sont appliqués simultanément à leurs grilles de commande respectives. Chaque faisceau est formé, concentré et dévié vers le trou du masque correspondant à la position du spot au moment du balayage. En raison de la disposition géométrique des canons du masque et des pastilles de l'écran, chaque faisceau électronique des trois canons excite, après avoir traversé un même trou du masque, la pastille qui correspond à sa couleur (fig. 7). Les canons à électrons sont évidemment identiques, les électrons ne pouvant être colorés...

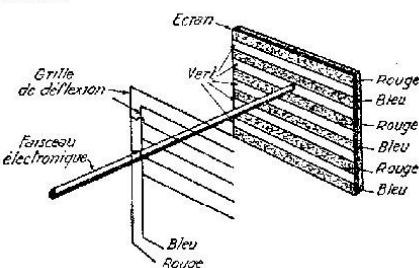


FIG. 4.

CONVERGENCE DES TROIS FAISCEAUX ELECTRONIQUES

Un problème supplémentaire est à résoudre pour utiliser un tube trichrome, celui de la convergence des faisceaux électroniques des trois canons. Cette convergence doit être telle que les trois faisceaux passent par un même trou du masque, c'est-à-dire que le balayage complet. Considérons la figure 8 représentant les trois canons, le masque et l'écran. Pour la position A du trou du masque, les trois fais-

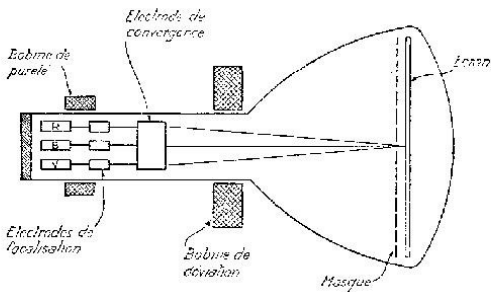


FIG. 5.

ceaux sont dirigés vers le centre de l'écran, convergent bien vers A et sont correctement concentrés. L'écran et le masque étant des surfaces planes, la convergence sans correction correspond à l'arc CAB. Au point B la convergence est donc incorrecte. Après correction, elle doit être comme indiqué en C.

Selon le type de tube, la correction à apporter est différente. C'est ainsi qu'elle est plus grande avec le tube RCA 15 GP 22 dont l'écran et le masque constituent des surfaces planes, qu'avec le tube CBS dans lequel ces mêmes surfaces sont sphériques. (Le lieu des points de convergence parfaite est, en effet, une sphère.)

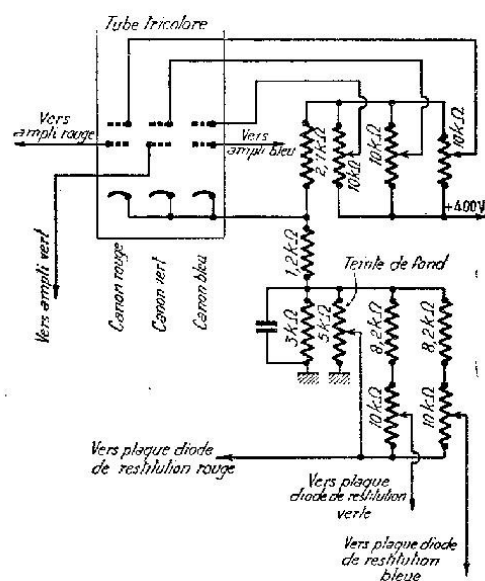


FIG. 6.

La correction de convergence, appelée **convergence dynamique**, étant donné qu'elle doit varier selon l'emplacement des faisceaux, c'est-à-dire selon le balayage, est assurée en superposant à la tension continue des électrodes de concentration et de convergence du tube cathodique des tensions obtenues à partir des amplificateurs de balayage horizontal et vertical, donc dépendant de la position du spot (nous parlons d'un seul spot, bien qu'en réalité il y en ait simultanément trois). Le montage de correction est celui de la figure 9. Des impulsions sont prélevées sur les cathodes des amplificateurs de sortie horizontal et vertical et transmises à l'entrée d'un amplificateur spécial « amplificateur de convergence ». Le potentiomètre et la bobine à noyau réglable sont destinés à mettre en phase les deux tensions prélevées l'une par rapport à l'autre et au départ du balayage.

La tension de sortie de l'amplificateur de convergence est appliquée par l'intermédiaire de deux transformateurs aux électrodes de convergence et de concentration. Les prises de ces transformateurs sont destinées à rendre constant le rapport des tensions entre l'électrode de convergence et l'électrode de concentration.

La tension continue de l'électrode de convergence est prélevée sur l'alimentation H.T. ; la tension de concentration est obtenue à partir d'un redresseur et d'un enroulement du transformateur de sortie de lignes.

Deux autres commandes extérieures au col du tube sont nécessaires : les aimants permanents.

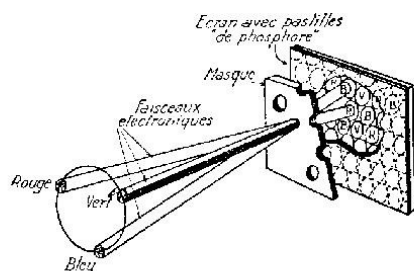


FIG. 7.

LE TUBE TRICOLOR A MASQUE

Les différents éléments d'un tube à masque sont disposés comme indiqué par la figure 5. Les pastilles de « phosphore » constituent environ 600 000 points disposés en groupes de trois, comme nous l'avons mentionné : vert, rouge et bleu, c'est-à-dire pastille de matière fluorescente, telles qu'elles deviennent respectivement verte, rouge et bleue au point d'impact du faisceau cathodique.

Entre l'écran et les canons à électrons, est disposé un masque percé d'environ 200 000 trous. Ces trous sont disposés, une fois le masque mis en place, de façon telle que le centre de chaque trou corresponde au centre de gravité du triangle équilatéral obtenu en joignant les trois centres d'un groupe de pastilles de

nents de direction des faisceaux et la bobine de pureté. Cette dernière produit un champ magnétique transversal réglable selon le courant qui la traverse. Ce champ permet de rendre parallèles les faisceaux issus des trois ca-

électronique de l'un des canons provoquée par une fluctuation de la haute tension entraîneraient une distorsion de couleur.

Signalons, en terminant cet examen du tube tricolore à masque RCA 15 GP 22, que son angle de déviation horizontale est de 45 degrés, que la tension continue appliquée à l'électrode de concentration est de 4 kV et celle de l'électrode de convergence, de 10 kV.

LE TUBE CHROMATRON LAWRENCE

Comme le tube tricolore à masque, le tube Lawrence peut être à un ou trois canons électroniques. Ce tube ne comporte pas de masque percé de trous, mais deux réseaux de grilles de flexion spéciales disposées comme indiqué par la figure 4 devant l'écran, comprenant une succession de phosphores disposés sur des lignes horizontales : rouge, vert, bleu, vert, rouge, vert, bleu, etc...

Une tension d'environ 4,5 kV est appliquée sur les réseaux des grilles dont les lignes de force sont indiquées par la figure 10 b. La concentration du faisceau est réalisée après sa traversée des grilles. La figure 10 a montre l'action du champ des grilles sur le faisceau lorsque l'on considère une section verticale du tube. Lorsque les tensions des deux grilles sont égales, le faisceau dans le cas d'un tube à canon unique n'est pas dévié par ces grilles et vient frapper les lignes de phosphore vert

lèle sur les deux grilles. La capacité d'accord du circuit est la capacité entre les deux grilles. Une puissance haute fréquence assez faible, de l'ordre de 25 watts, est nécessaire.

La figure 12 montre la position du faisceau dépendant de la fréquence sinusoïdale de commutation : lorsque la tension sinusoïdale est

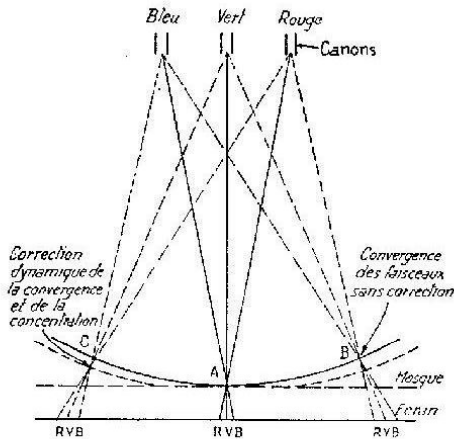


FIG. 8

nons à l'axe principal du tube cathodique. Après concentration, convergence et déflexion, les trois faisceaux issus des trois canons traversent un trou quelconque du masque sous un angle tel que leurs points d'impact avec l'écran

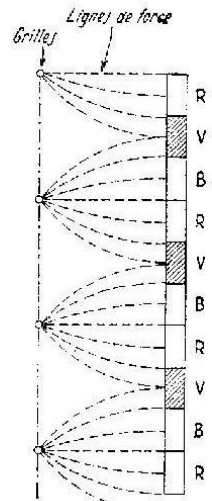


FIG. 10 b

nulle, le faisceau est sur une ligne verte, soit trois fois au cours d'une même période. C'est la raison pour laquelle le faisceau cathodique qui est bloqué périodiquement en appliquant entre la cathode et le wehnelt une tension sinusoïdale à fréquence correspondant au sixième harmonique de la fréquence fondamentale de commutation, de 3,58 Mc/s. La succession des signaux de couleurs appliqués à l'entrée est alors la suivante : vert, rouge, vert, bleu, bleu. Cette succession de couleurs est indiquée sur la figure 12.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DEUX TYPES DE TUBES

L'avantage du tube Lawrence réside dans une plus grande facilité de fabrication, la possibilité de réaliser des tubes de grandes dimensions (un modèle de 24 inches est à l'étude) et une plus grande luminosité. Parmi les inconvénients, il faut citer la visibilité des lignes dans certains cas et le rayonnement parasite dû à la puissance relativement importante (25 W) du système H.F. de commutation.

Les avantages du tube à masque sont sa simplicité d'utilisation, aucun système de commutation de couleur n'étant nécessaire. Mais il faut tenir compte de la difficulté de fabrication du masque et d'assemblage, nécessitant un appareillage de haute précision. L'angle de déviation assez faible oblige à utiliser des écrans de faible surface et de longs tubes. Le tube dont nous avons parlé a un écran de 21,5 x 29 cm. La firme Du Mont vient toutefois d'effectuer des démonstrations avec un tube rectangulaire de ce type de 48 cm et RCA fabrique un tube de mêmes dimensions.

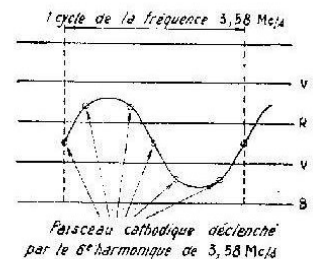


FIG. 12

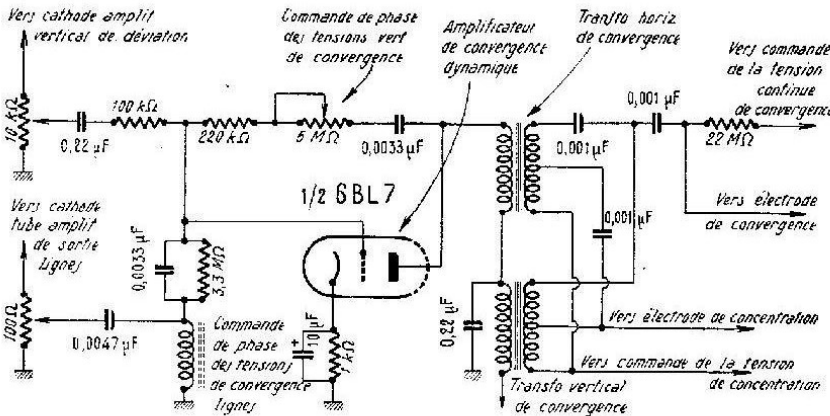


FIG. 9

correspond exactement aux centres respectifs des pastilles fluorescentes verte, rouge et bleue. On obtient ainsi la pureté de couleur, le canon à électrons correspondant au rouge par exemple, ne devant pas exciter une pastille correspondant à un point vert. Les aimants permanents de direction sont disposés autour du col du tube et espacés de 120°, intervalles des trois canons.

L'alimentation T.H.T. de la dernière anode, sous 20 kV environ, est assez critique. Le signal de brillance étant mélangé au signal de chromatisme et les cathodes de chaque canon étant reliées, une reconstitution de la composante continue est nécessaire pour chaque canon. La brillance étant un élément d'information de l'image, des variations de l'intensité

(fig. 11 a). Lorsqu'une grille est plus positive que l'autre, le faisceau frappe un point disposé sur une ligne rouge (fig. 11 b) et lorsque la polarité est inverse, il frappe un point disposé sur une ligne bleue. Cette déviation est du type électrostatique; il s'agit en quelque sorte d'une microdéflexion qui n'a, bien entendu, rien à voir avec la déviation permettant le balayage de tout l'écran du tube. La microdéflexion a

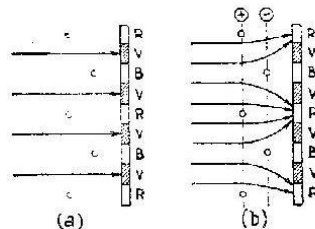


FIG. 11

simplement pour but de diriger le faisceau électronique sur la ligne de phosphores adéquate.

La tension appliquée aux grilles varie sinusoïdalement, par exemple à la fréquence de la sous-porteuse de 3,58 Mc/s. La tension sinusoïdale est de 400 V de pointe à pointe. On réalise un circuit oscillant accordé sur cette fréquence en branchant une bobine en paral-

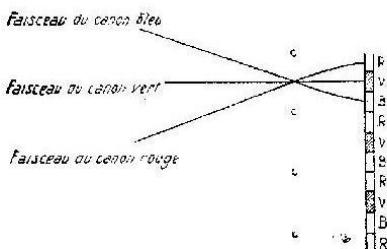


FIG. 10 a

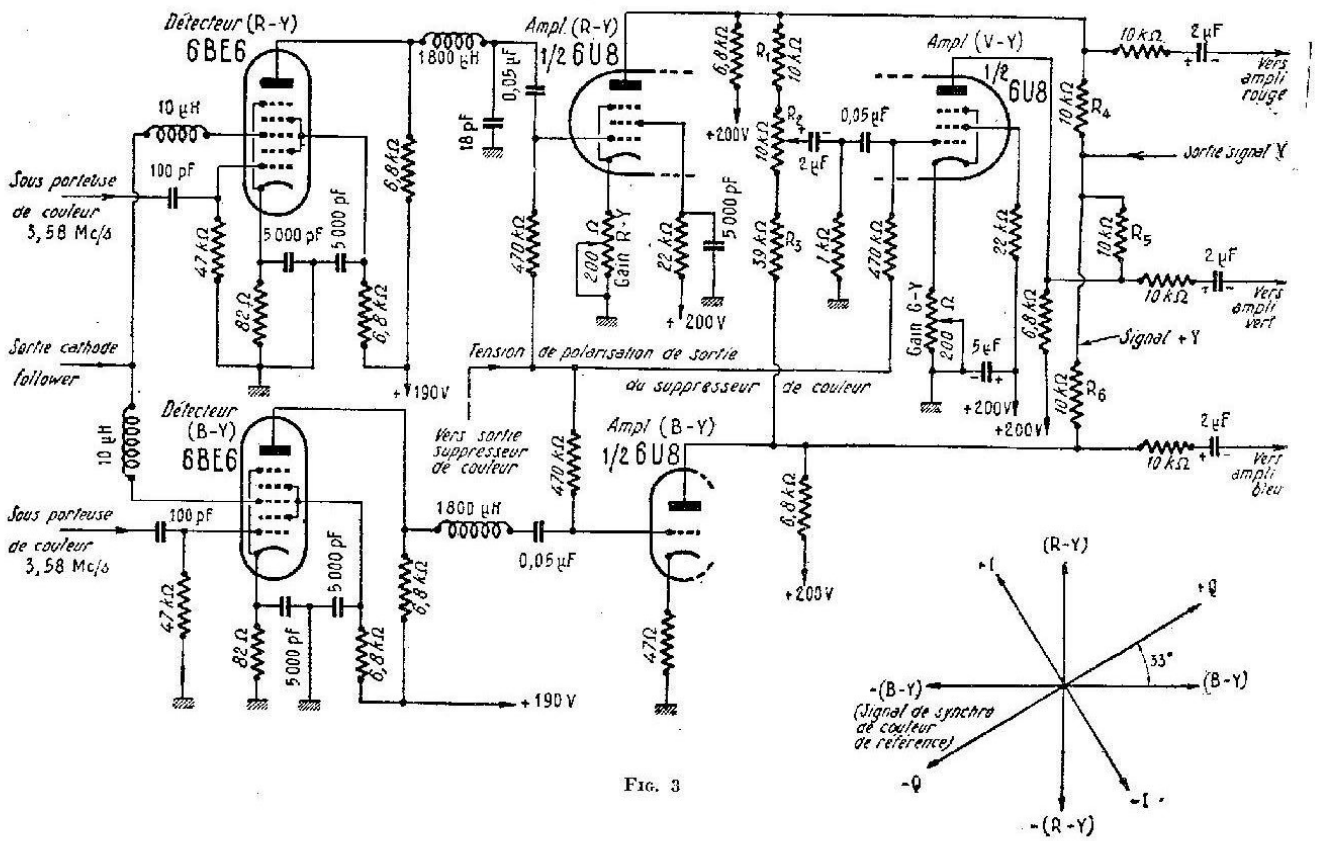


FIG. 3

relation en réglant correctement le curseur de R_2 , modifiant le rapport des deux tensions (R-Y) et (B-Y), pour obtenir le signal $-(V-Y)$. Ce dernier à la sortie de l'amplificateur (V-Y) est positif, c'est-à-dire que l'on obtient V-Y. Lorsque l'on dispose des tensions (R-Y) (B-Y)

et (V-Y), il suffit d'ajouter à chacune d'elles le signal de brillance Y pour obtenir les composantes R, B, V, qui correspondent aux signaux originaux VF rouge, bleu et vert que l'on applique aux canons respectifs du tube trichrome de réception après amplification. Les

résistances R_1 , R_2 et R_3 permettent d'ajouter le signal Y, selon un circuit matrice très simple. Les amplificateurs des tensions correspondant au rouge, vert, bleu sont à deux étages, et suivis de restitution de la composante continue.

Où en est la T. V. en couleurs en France ?

SI le problème de la télévision en couleurs est résolu aux U.S.A. grâce à l'adoption du système N.T.S.C., il se pose aujourd'hui pour l'Europe, où des études se poursuivent dans le but d'arriver à une normalisation internationale, facilitant l'échange des programmes. C'est dans le cadre de ces études que des démonstrations de télévision en couleurs ont été organisées par la R.T.F. il y a environ un an. Deux systèmes ont été présentés : un système séquentiel de lignes, développé par la Société R.B.V.-Radio-Industrie, et un système séquentiel de points développé par les Laboratoires d'Electronique et de Physique Appliquées.

Les principes généraux de reconstitution d'une image en couleurs selon la méthode additive des trois couleurs fondamentales sont les mêmes que ceux du système N.T.S.C. Les mêmes tubes cathodiques trichromes sont utilisés. Par contre, le codage des informations de couleur est entièrement différent.

Dans le cas du système R.B.V.-Radio-Industrie, par exemple, on utilise un système séquentiel de lignes. Le cycle d'analyse comporte 818 lignes réparties en deux trames durant chacune $1/50^e$ de seconde, non entrelacées. La première trame d'une image comporte 409 lignes, les lignes rouges et vertes alternant, soit 205 lignes rouges et 204 lignes vertes. La seconde trame comporte 205 lignes vertes et 204 lignes rouges qui se superposent respectivement aux lignes vertes et rouges de la première trame. Simultanément, chaque

trame est accompagnée d'une trame de 409 lignes bleues, l'information bleue étant transmise par une sous-porteuse. Dans le récepteur de couleur, après détection de la sous-porteuse, la composante bleue est appliquée au canon correspondant du tube trichrome et est, d'autre part, opposée avec la proportion voulue aux composantes des signaux rouge-bleu et vert-bleu, la différence obtenue étant appliquée, après dissociation du rouge et du vert au canon correspondant du tube cathodique. Les signaux vidéo d'information bleue sont, en effet, ajoutés en proportion adéquate aux signaux successifs d'information rouge et vert.

La séparation du rouge et du vert est obtenue par une asymétrie introduite dans les signaux de synchronisation de lignes.

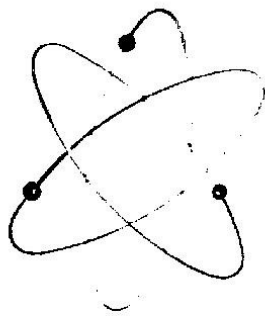
La sous-porteuse, située à environ 9,4 Mc/s de la porteuse principale, est modulée par le signal bleu. La modulation symétrique (double bande latérale) occupe une bande de 2 Mc/s, alors qu'une bande de 7 Mc/s est affectée aux composantes séquentielles rouge-bleu et vert-bleu.

Nous avons indiqué plus haut que les 205 lignes vertes et les 204 lignes rouges de la deuxième trame se superposaient respectivement aux 205 lignes rouges et aux 204 lignes vertes de la première trame. De la sorte un entrelacement de couleur est substitué à un entrelacement de ligne. Il en résulte que ce système n'analyse que les lignes impaires et divise par deux le nombre de lignes des images noir et

blanc. La définition correspond à celle d'une image à 405 lignes, d'où une perte de détails. On peut consentir à ce sacrifice, étant donné l'information supplémentaire de couleur qui rend l'œil moins exigeant. Le standard anglais noir et blanc à 405 lignes satisfait d'ailleurs la plupart des téléspectateurs.

Parmi les avantages de ce système, par rapport au système N.T.S.C., il faut citer une complexité moins grande des émetteurs et des récepteurs, d'où une diminution de prix sensible de ces derniers. Malheureusement, l'élément le plus onéreux d'un téléviseur permettant la réception en couleurs est le tube cathodique trichrome, de fabrication très délicate, et ce problème reste à résoudre. Le prix d'un tel tube est de l'ordre de 200 dollars aux U.S.A. Malgré ce prix important, plusieurs grands constructeurs américains proposent des téléviseurs complets pour un prix inférieur à 500 dollars, soit pour moins de 200.000 francs, dans le but d'augmenter la production, le marché des récepteurs « noir et blanc » approchant de la saturation.

En France, la situation n'est pas la même : les conditions économiques sont différentes et le marché des téléviseurs noir et blanc est loin d'être saturé. Il est donc plus urgent de couvrir tout le territoire métropolitain par un réseau d'émetteurs noir et blanc et aucune émission régulière de télévision en couleurs ne sera effectuée avant que ce territoire ne soit entièrement couvert.



ÉLECTRONIQUE ET NUCLÉONIQUE

A LA RECHERCHE DE L'URANIUM

La liaison entre les deux sciences est telle qu'il est impossible de faire de la nucléonologie sans passer par l'électronique. Que ce soit pour les accélérateurs de particules, pour la détection, ou pour les mesures, l'électronique est à la base de tout : le noyau étant entouré d'électrons, il faut pour y parvenir traverser le cortège électronique...

Une grande partie du personnel de l'industrie atomique est constituée par des électroniciens. Un radioélectricien peut très facilement s'adapter à cette nouvelle technique.

Commençons, voulez-vous, par la base de l'utilisation de l'énergie nucléaire : la recherche de la matière première, l'uranium.

Dans un communiqué publié le 1^{er} novembre 1954, le Commissariat à l'Énergie Atomique incitait le secteur privé à rechercher en France dans certains départements les affleurements de gisements de minerais uranifères.

Ce communiqué disait notamment :

« Soucieuse de développer les recherches et l'extraction des minerais d'uranium, le Commissariat à l'Énergie Atomique, 69, rue de Varenne, Paris-7^e, fait connaître qu'il est acheteur des minerais de cette nature produits sur le territoire métropolitain que lui livreraient des personnes ou sociétés privées titulaires des droits les autorisant à disposer de ces minerais en vertu de la législation en vigueur.

« La teneur minimum exigée sera de 2 pour mille d'uranium élément contenu dans le minerai livré.

« Le prix payé sera de 4.000 francs par kg. d'uranium contenu dans le minerai. Il sera appliqué une prime de sceldage de 1.000 francs par kg d'uranium aux minerais obtenus par triage manuel titrant plus de 4 pour cent d'uranium. Les concentrés obtenus par procédés physiques (laveries) ou chimiques, ne bénéficieront pas de cette prime.

« Ces prix et prime seront appliqués aux minerais livrés en un point où leur enlèvement pourra se faire par les moyens de transport classiques existants : camion-benne ordinaire de 7 t. au moins, voie ferrée.

« Pour être acceptés, les lots livrés devront atteindre au moins 20 t. Tout lot livré sera acheté dans la limite d'un contingent de 1 000 t. par an et par exploitant. »

Vous pouvez vous procurer le texte complet de ce communiqué en écrivant au C.E.A., 69, rue de Varenne, Paris-7^e.

Où en est la situation au moment où paraissent ces lignes ?

Sur plus de cinq cents envois d'échantillons soit directement au service minier du C.E.A., boîte postale N° 6, Fontenay-aux-Roses (Seine), soit aux Laboratoires d'Électronique Expérimentale, il semble qu'il n'y ait que quatre à cinq découvertes intéressantes. Par découvertes intéressantes, nous entendons en teneur et en quantité. Le nombre de petits gisements à faible teneur ou à volume réduit est assez important.

Il faut que l'exploitation soit rentable, et bien souvent des chercheurs déçus et découragés par le nombre de faux gisements dus à des répartitions diluées.

Il n'est pas rare de trouver une pierre radioactive dont on ne peut pas retrouver l'origine. Un des prospecteurs qui est à la tête d'un des gros gisements cités plus haut en est à sa huitième trouvaille. Comme quoi, il ne faut jamais se décourager.

Où peut-on trouver des minerais d'uranium ?

Terrains favorables

La distribution des éléments lourds radioactifs s'est faite pour plus de 76 % dans le « sial », c'est-à-dire dans la partie externe de la croûte terrestre.

Le « sima », partie qui se trouve entre le sial et le noyau central en ferro-nickel, en contient de 7 à 8 fois moins, le basalte est peu radioactif.

L'uranium est aussi fréquent que le plomb ou le cuivre, mais étant plus attaqué chimiquement, il se trouve beaucoup plus disséminé. Aussi est-il assez difficile à récupérer.

On le trouve dans les gisements les plus anciens sous forme d'oxyde, dans ceux plus récents sous forme de sulfate ou de phosphate.

D'une manière générale les gisements à fort pourcentage seront donc des oxydes inclus dans des roches très anciennes.

Plus le terrain date d'époques récentes, moins on a de chances d'avoir une concentration. Les terrains alluvionnaires récents en contiennent, mais à dose tellement diluée que l'exploitation ne peut être envisagée.

Aussi conseille-t-on aux prospecteurs débutants de se cantonner dans les terrains primordiaux.

Avant de donner quelques conseils à ceux que la « chasse » à l'uranium intéresse, il est indispensable de rappeler la raison pour laquelle on recherche cet uranium.

HISTORIQUE SOMMAIRE DES THEORIES SUR LA MATIERE (1)

Cinq siècles avant J.-C., le philosophe grec Démocrite, président du club des optimistes de son temps, avait émis deux hypothèses audacieuses. Si l'on tient compte qu'il ne pouvait s'appuyer sur presque rien à cette époque, on peut juger l'anticipation que cela représentait.

La première ayant trait à l'infiniment grand, définissait les étoiles et la voie lactée comme un nombre fantastique de soleils identiques à celui qui éclairait la Terre le jour. Il fallut attendre la première lunette de Galilée, 1609 après Jésus-Christ pour résoudre la voie lactée en des millions d'étoiles.

La seconde, ayant trait à l'infiniment petit, définissait la matière comme étant composée en dernière analyse par des corpuscules impalpables identiques et indivisibles : les atomes. La différence entre les corps connus ne venait que d'une sorte d'amalgame différente pour chaque corps, des corpuscules initiaux.

Deux siècles plus tard un autre philosophe grec, Epicure, suivant les principes de Démocrite, fondait une doctrine légèrement modifiée.

(1) Extrait de « Dangers Nucléaires », à paraître prochainement.

Quelques années plus tard, un poète latin, Lucrèce, reprenait dans un poème célèbre : « De la nature des choses », les idées de Démocrite, transmises par Epicure.

Pendant près de deux mille ans, ces théories restèrent dans l'ombre.

Au début du XIX^e siècle, John Dalton, physicien et chimiste anglais, séparait, avec sa « loi des proportions multiples », l'état moléculaire de l'état atomique.

Jusqu'à la fin du XIX^e siècle, les physiciens convaincus que la matière était composée de 92 corps simples indestructibles, qui formaient par combinaisons tous les corps connus ou inconnus des chimistes. Dimitri Yvanovitch Mendéléef, célèbre chimiste russe, avait classé dans un tableau qui est encore utilisé aujourd'hui, ces 92 corps d'après leur périodicité chimique.

La découverte des rayons « X » par le physicien allemand Roentgen, en 1895, incita de nombreux savants à rechercher si certains corps naturels n'émettaient pas spontanément un rayonnement identique. Henri Becquerel, fils et petit-fils de physicien, avait déjà remarqué les curieuses propriétés des sels d'uranium. En 1896 sa découverte du « rayonnement uranique » révélait pour la première fois au monde un nouveau phénomène : la radioactivité. Pierre et Marie Curie, deux ans plus tard, isolaient de l'uranium deux nouveaux corps, le polonium et le radium.

La stabilité de ce que l'on supposait être insécable et indestructible : l'atome, commença à être sérieusement ébranlée. Le premier qui eut l'idée que l'atome pouvait bien être divisible tout au moins en charges électriques, fut Sir Joseph John Thomson, physicien anglais. S'étant basé sur les travaux de Michaël Faraday, Thomson décomposa les atomes en ions positifs qui contenaient la majorité de la masse, et en électrons négatifs 1 840 fois plus petits qui compensaient la charge électrique. Mais Thomson avait confondu masse et dimensions.

Sir Ernest Rutherford par de très beaux travaux sur les particules alpha (atomes d'hélium) démontra en 1912 la structure lacunaire de l'atome. Il démontra en fait que l'atome était constitué essentiellement par du vide. Le noyau central qui contenait toute la masse, était 10 000 fois plus petit que le diamètre total de l'atome.

Rutherford reprenant la classification des corps simples faites par Mendéléef, constata que, partant de l'hydrogène, chaque corps en suivant avait exactement un électron de plus que le précédent. Donc le nombre d'électrons de chaque corps correspondait exactement à sa position dans le classement.

Mais malgré les travaux de Rutherford, certaines questions demeuraient sans réponse.

Le physicien danois Niels Bohr résolut le problème en modifiant complètement la théorie planétaire de l'atome qui avait été édictée sur les résultats obtenus jusqu'alors.

La conception de l'atome de Bohr était révolutionnaire. Les électrons tournaient bien autour du noyau comme les planètes autour du soleil, mais les orbites étaient à des distances rigoureusement réparties pour chaque corps. Et chaque électron pouvait sauter d'une de ces orbites à une autre en émettant ou en absorbant une certaine énergie.

Conceptions modernes

Ayant donc déterminé la forme générale de l'atome, il s'agissait maintenant d'analyser le noyau. Or nous connaissons déjà le premier noyau, celui de l'hydrogène qui est composé d'un unique proton et autour duquel un seul électron gravite.

La première chose qui intrigua les chercheurs fut qu'en montant dans l'échelle des éléments naturels, les masses ne correspondaient plus aux charges électriques.

La découverte du neutron, particule ayant sensiblement la même masse que le proton, noyau de l'atome d'hydrogène, mais n'ayant aucune charge électrique, permit de retrouver la correspondance avec la progression prévue par W. Prout, chimiste anglais.

Le neutron est l'assemblage intime d'un proton et d'un électron avec en supplément une particule de masse insignifiante et de charge nulle : le neutrino. Il n'existe à l'état stable que dans les noyaux. Expulsé du noyau, s'il n'a pas été capté par un autre, il redevient, environ quatorze minutes après, un atome d'hydrogène avec éjection du neutrino, et de l'électron. (L'électron au lieu d'être avec le proton devient planétaire.)

Donc l'analyse des noyaux des 92 éléments naturels connus dans l'univers, révéla un assemblage protons + neutrons. Même l'hydrogène qui, à l'état le plus répandu ne se compose comme noyau que d'un proton, est accompagné dans la nature d'une autre variété d'hydrogène (en quantité infime) comportant un noyau composé d'un proton et d'un et même deux neutrons, ces variétés s'appellent respectivement « deutérium » et « tritium ». Mais au point de vue chimique c'est toujours de l'hydrogène. Quand ces variétés se combinent à l'oxygène pour faire de l'eau, cette eau est un peu plus dense. On lui a donné le nom « d'eau lourde ».

Quand on passe au deuxième corps naturel qui est l'hélium, on s'aperçoit qu'il comporte normalement deux protons et deux neutrons à son noyau. Si l'on continue avec le lithium, le béryllium, le bore, le carbone, etc., on constate que le nombre de neutrons suit à peu près le nombre de protons, et ceci jusqu'au vingtième corps : le calcium. En poursuivant jusqu'au 92^e corps, on s'aperçoit que le nombre de neutrons augmente plus vite que le nombre de protons. On arrive à l'uranium, dernier corps naturel, qui comporte (pour le type le plus répandu) 92 protons et 146 neutrons, soit 238 pièces constitutives au noyau.

Un mot sur les « isotopes ».

L'isotope d'un corps est simplement une modification du nombre de neutrons. Exemple : il existe de l'uranium 234, 235, 238. Tous les noyaux ont 92 protons puisque c'est le nombre de protons qui donne le nom et les caractéristiques chimiques au corps désigné : mais ces trois types d'uranium ont respectivement 142, 143, 146 neutrons. Ce sont trois isotopes de l'uranium.

On a pris comme convention de marque : en haut le nombre total de protons et de neutrons, et en bas le nombre de protons seulement. Exemple : ${}_{92}^{238}\text{U}$ pour l'uranium.

On marque de même l'hélium ${}_{2}^4\text{He}$, l'hydrogène ordinaire ${}_{1}^1\text{H}$, l'hydrogène deutérium ${}_{1}^2\text{H}$, le plomb naturel ${}_{82}^{204}\text{Pb}$, etc, etc.

On peut déduire que la liaison neutron-proton est plus forte que neutron-neutron ou même que proton-proton. D'ailleurs on ne trouve pas à l'état libre ces deux dernières liaisons.

On trouvera souvent la transformation dans un noyau d'un neutron en proton avec expulsion d'un électron et d'un neutrino. C'est ce qu'on appelle une émission « bêta ».

Il arrive quelquefois que le noyau absorbe un électron (capture K), à ce moment un des protons se transforme en neutron.

Dans les deux cas précités le corps de base change de nom (modification du nombre de protons).

Radioactivité naturelle et artificielle

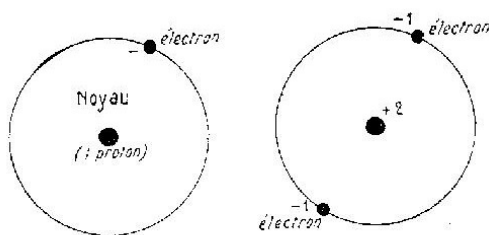
Sir Ernest Rutherford avait le premier étudié la radioactivité « Alpha » (expulsion de noyaux d'hélium). Ses travaux l'amènèrent à analyser le mode de décomposition naturelle dans des temps rigoureusement fixes de l'uranium en plomb ${}_{82}^{206}$. Il découvrit tous les stades

de la descente et dressa le tableau de la première famille radioactive.

Il réalisa aussi les premières transmutations vieux rêves des alchimistes — en bombardant de l'azote avec des particules alpha. Il démontra que le résultat était de l'oxygène et de l'hydrogène.

Mais les particules alpha obtenues par la décomposition naturelle étaient en quantité insuffisante pour avoir des résultats intéressants. Il ne faut pas oublier que la matière comporte des espaces vides importants et que le noyau est très petit, les probabilités d'impacts avec les dits noyaux sont ainsi très faibles.

Dès 1929, Lawrence aux Etats-Unis avait imaginé un accélérateur de particules : le cyclotron — qui permettait d'avoir un flux beaucoup plus grand. D'autres chercheurs utilisèrent des projectiles différents, protons, deutons (noyaux de deutérium) et même de simples électrons.



A gauche : Structure atomique de l'hydrogène, et à droite : de l'hélium, les deux premiers corps du Tableau de Mendéléeff.

Quelques années avant la dernière guerre, Frédéric Joliot et Irène Curie découvrirent l'instabilité de certains noyaux qui avaient été bombardés. Ils prouvèrent que c'était une instabilité acquise par modification du noyau. Ainsi est née la radioactivité artificielle.

Une des découvertes les plus intéressantes fut la fission d'un noyau d'uranium, par les physiciens allemands Hahn et Strassmann à la fin de 1938. Quelques mois avant la guerre, l'équipe française, Frédéric Joliot, Halban et Kovarsky, démontraient que cette fission pouvait se produire en chaîne, nous allons voir comment.

Fission

Suivant la texture d'un corps, ses caractéristiques mécaniques changent. Le carbone, par exemple, présente une rigidité sous forme de diamant et une friabilité sous forme de graphite.

Les noyaux atomiques sont dans le même cas.

On peut considérer trois assemblages différents :

1° Le noyau est peu sensible à l'absorption d'un projectile qui ricoche.

2° Le noyau absorbe le projectile et remanie sa composition pour retrouver un équilibre.

3° Le noyau est friable et se divise sous l'impact.

Parmi les isotopes de l'uranium :
U 238 est dans la 2^e catégorie ;
U 233 et U 235 sont dans la 3^e catégorie.

Les projectiles

Nous avons vu que tous les projectiles possibles avaient été employés pour bombarder les noyaux. Il est compréhensible que les plus pratiques sont ceux qui n'ont pas de charges électriques car ils approchent plus facilement des noyaux et ne sont pas soumis aux répulsions des barrières de potentiel. Par contre, on ne peut pas les accélérer dans les machines à champ variables. Pour avoir les neutrons remplissant les conditions ci-dessus, il fallait mettre en présence du béryllium et du radon. Il se forme la réaction suivante : particule alpha produite par la radioactivité du radon percutant un noyau de béryllium, égale un noyau de carbone plus projection d'un neutron. Ce qui s'écrit ainsi : ${}_{2}^4\text{He} + {}_{4}^9\text{Be} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_{0}^1\text{n}$.

Or, les physiciens français précités avaient remarqué que quand un neutron frappait un noyau d'U 235 il y avait fission et projection de plusieurs neutrons secondaires.

Si l'on parvenait à éviter que les neutrons obtenus se perdent « dans la nature » et qu'ils servent à scinder d'autres noyaux, on obtenait évidemment une réaction continue. F. Joliot, Halban et Kovarsky déposèrent juste avant la débâcle un brevet intitulé « Perfectionnements apportés aux dispositifs de production d'énergie ».

Restait à déterminer la méthode pour que la réaction se produise en chaîne, c'est-à-dire pour que le nombre de neutrons actifs soit au moins permanent.

Il était évident qu'un volume minimum intervenait. D'autre part la récupération des neutrons qui tentaient de sortir pouvait s'imaginer par un réflecteur. Enfin, il fallait avoir une majorité de noyaux fissiles de la troisième catégorie.

Masse critique

Le calcul de la masse nécessaire pour que les neutrons ne puissent sortir sans agir s'est révélé très difficile. En 1939 la première évaluation donnait une sphère d'uranium 235 voisine de 70 kg. En utilisant un réflecteur hypothétique de neutrons ayant 80 % de rendement, il ne suffisait que de 7 kg d'uranium. Il est probable que la masse critique doit se situer entre 10 et 14 kg avec un réflecteur au graphite.

Nous reverrons au cours de la « Guerre Atomique » comment la masse critique a été déterminée empiriquement à Los Alamos aux Etats-Unis pendant la guerre.

Ralentisseurs ou modérateurs

Peu avant la guerre, Niels Bohr et J.A. Wheeler avaient émis une théorie du noyau qui prédisait certaines valeurs de résonances favorables à l'absorption de neutrons ou à la rupture d'équilibre. Ces valeurs furent confirmées par l'expérience. Il faut des neutrons transportant une très faible énergie, donc très lents pour rompre U 235. On les nomme neutrons thermiques.

De même une valeur légèrement supérieure en énergie est favorable à l'absorption d'un neutron par U 238 sans atteindre l'énergie énorme des neutrons émis par les ruptures. D'où nécessité de ralentir les neutrons de fission. Comparativement c'est un peu comme si l'on veut lancer une balle dans un trou, si on la lance trop fortement elle sautera par-dessus le trou. De plus, le ralentisseur ne doit pas absorber de neutrons. Il ne doit pas être trop massif pour pouvoir échanger l'énergie supplémentaire. Deux corps remplissent ces conditions : l'hydrogène lourd (Deutérium) sous forme d'oxyde (eau lourde) et le carbone par sous forme de graphite.

Cibles

Au début de la guerre, les travaux continuèrent sur le continent américain. Les recherches portèrent principalement sur l'amélioration des cibles. Deux résultats furent obtenus :

1° La séparation de U 235 (fissile), de U 238 (non fissile). Dans une masse d'uranium naturelle, il y a 0,7 % de 235 pour 99,3 % de U 238.

2° La découverte de la transformation de U 238 en plutonium.

En effet, si U 238 absorbe un neutron, il devient ^{239}U qui n'est pas stable et qui, pour moitié, se transforme en ^{239}Np qui est du neptunium pas plus stable. Un peu plus de deux jours après, la moitié de ce neptunium se transforme en ^{239}Pu qui est du plutonium de la catégorie B, donc fissile. Sa période est assez longue, ce qui permet de le stocker.

En somme deux voies s'ouvraient aux chercheurs :

- soit laisser dans une masse d'uranium naturelle la réaction créer du plutonium,
 - soit séparer le 235 et l'utiliser directement.
- Les deux procédés furent exploités et donnèrent pour le premier la bombe de Nagasaki, pour le second la bombe d'Hiroshima.

Jean-Jacques Berzélius, chimiste suédois, ne se doutait pas en découvrant le thorium en 1828, que cet élément fournirait plus tard une matière première de choix à l'industrie atomique. Trois fois plus abondant que l'uranium, plus facilement exploitable, il a au naturel sept isotopes. Le plus abondant est Th 233, qui pour moitié émet 23 minutes après un électron (ray. Béta) et devient du protactinium 233. Vingt-sept jours après, la moitié de ce protactinium s'est transformé en émettant encore un électron en un isotope de l'uranium U 233, qui comme U 235 est fissile. Avec les breeders que nous verrons plus loin, cela ouvre de belles perspectives à l'énergie nucléaire.

Fusion

Longtemps les astronomes furent intrigués par l'origine de l'énergie dépensée par les étoiles. En effet, le soleil consomme par exemple plus de quatre millions de tonnes d'énergie par seconde, et un gramme d'énergie correspond à $2,2 \cdot 10^{10}$ calories. Or les réactions chimiques possibles au sein du soleil sont des millions de fois trop petites pour entretenir cette dissipation pendant 3,5 milliards d'années.

Lord Kelvin et Henri Poincaré se penchant sur une hypothèse de Helmholtz sur l'énergie de contraction, trouvèrent une durée limite de 35 millions d'années, ce qui fait encore 100 fois moins qu'il ne faudrait. Ce fut H.A. Bethe qui résolut le problème en faisant intervenir une réaction nucléaire à circuit fermé.

En effet, en calculant exactement les masses des éléments partant de l'hydrogène jusqu'au 46^e corps, on s'aperçoit que la somme réelle obtenue est inférieure à l'addition. Il y a une perte de masse. Or Einstein a démontré que : **énergie égale masse par carré de la vitesse de la lumière** ($E = m \times C^2$).

Donc une certaine énergie est libérée. C'est ce qu'on appelle l'énergie de fusion. Ne pas confondre avec l'énergie de fission qui est, elle aussi, une perte de masse, mais que l'on trouve en faisant la différence entre la masse d'un noyau lourd avant fission et la somme des morceaux résultant de la fission.

L'assemblage de plusieurs noyaux d'hydrogène se fait avec perte de masse et dégagement d'énergie. Il n'y a qu'au milieu de la classification des corps simples que l'on ne trouve ni fusion ni fission. L'argent, 47^e élément, n'est ni fusible ni fissile (au sens nucléaire).

H.A. Bethe et Carl von Weizsäcker, presque en même temps, suggérèrent une réaction en circuit fermé qui avait pour résultat de transformer ^1_1H en ^4_2He avec perte de masse, donc dégagement d'énergie plusieurs millions de fois supérieure à la meilleure réaction chimique moléculaire. Dans cette réaction, le carbone 12 se transforme en azote 13 par l'impact d'un proton (noyau d'hydrogène), et en six transformations au cours desquelles trois autres protons viennent se fixer, le dernier produit azote 15, se scinde par l'effet du dernier proton en carbone 12 + un noyau d'hélium 4. Et le cycle recommence.

A peu près en même temps, C. Critchfield proposait, sous réserve de température suffisante, une réaction directe hydrogène-hélium. Cette réaction fut confirmée dans beaucoup d'étoiles où la masse et la température sont suffisantes, et même dans le soleil où elle intervient pour 17 % de la réaction totale générale.

Des calculs récents ont montré que pour amorcer le cycle de Bethe, il faut atteindre au départ plusieurs centaines de millions de degrés

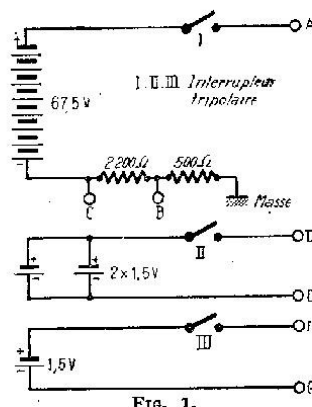


FIG. 1.

et disposer d'un volume énorme. De plus la réaction est très lente.

En somme il faut plusieurs millions de kilomètres cubes et l'ambiance qui règne au sein des étoiles. La chose est irréalisable sur la terre.

Par contre d'autres réactions de fusion sont possibles à l'échelle terrestre. L'amorçage peut se faire à l'aide de la fission violente d'une masse d'uranium 235 ou de plutonium 239, la température centrale de plusieurs dizaines de millions de degrés amorce une réaction de fusion en chaîne de deutérium ou de tritium enveloppant la première. Les pertes de matières sont très importantes, aussi la masse réunie doit-elle être assez grande. Une autre solution peut être obtenue avec le lithium.

L'énergie libérée dépasse le MeV.

Cette réaction suppose pour la bombe thermonucléaire une enveloppe d'un hydrure de lithium obtenue avec du deutérium, sur une amorce à l'uranium 235 ou au plutonium 239.

Les rayonnements

Nous avons vu précédemment les rayonnements atomiques sous forme de rayonnement alpha : projection de particules alpha, atomes d'hélium ^4_2He ; rayonnement Béta : expulsion du noyau d'électrons rapides; et rayonnement neutronique : émission de neutrons. Il reste à définir la quatrième forme : le rayonnement gamma.

C'est l'émission d'une énergie pure sous forme de photons appelés aussi « grains de lumière », ces photons se déplacent dans le vide à 300 000 km/seconde, la valeur de leur énergie correspond à la fréquence dont ils sont animés, plus la fréquence est grande, plus l'énergie est grande. Ces photons peuvent présenter des fréquences faibles allant des ondes radio aux infra-rouge des fréquences moyen-

nes : spectre lumineux visible du rouge au violet, des grandes fréquences allant des rayons ultra-violet aux rayons X durs. Jusqu'à ce point il s'agit de mouvements dans les couches électroniques satellites. Les très grandes fréquences : les rayons gamma viennent de mouvements intéressant les noyaux. Ce sont des rayonnements nucléaires.

Les rayons alpha sont arrêtés par la moindre épaisseur de matière. Il suffit de quelques millimètres de plomb pour arrêter les rayons Béta. Certains corps ont une grande affinité pour les neutrons, tel le Bore. Les substances hydrogénées les freinent. Mais la grosse difficulté est de bloquer les rayons gamma. Ce sont les plus dangereux. Les ultra-violet sont arrêtés par de légers écrans métalliques; les rayons X suivant leurs fréquences nécessitent déjà des corps denses (écrans de plomb). Les rayons gamma ne peuvent être freinés que par d'épais écrans de plomb (voir chapitre protection).

Les détecteurs

La première forme de détection fut l'observation au microscope d'un écran de sulfure de zinc bombardé par des particules alpha. L'écran devient fluorescent au point d'impact et émet une lueur brève. Ce procédé ne permettait pas de compter au-delà de quelques coups/minute et était très fatiguant. Geiger, grand maître des recherches dans ce domaine, avait imaginé dès 1908 une détection à ionisation. La particule traversant un tube dans lequel la pression était réduite produisait une traînée d'ionisation dans le gaz.

L'ionisation est l'arrachage d'électrons satellites à un atome équilibré en charges. Cet atome ayant perdu une partie des charges négatives d'équilibrage devient positif et peut être attiré par une électrode négative. Donc Geiger portait une électrode à une tension négative de plus de 1 000 volts et cette électrode attirait les atomes ionisés, c'est-à-dire rendus positifs, par le passage de la particule à détecter. En 1928, Geiger et Muller mirent au point le détecteur qui est encore en usage aujourd'hui. C'est un tube contenant une électrode axiale et une électrode cylindrique entre les deux électrodes, un gaz rare à faible pression est ionisé par les particules à détecter, l'électrode centrale est positive et le cylindre est négatif. Quelques années plus tard, un multiplicateur d'électrons en escalier était mis au point pour les courants très faibles. Ce ne fut que pendant la guerre que l'on pensa à utiliser ce multiplicateur avec un procédé photoélectrique pour détecter les rayonnements de particules nucléaires. Ce furent les débuts du scintillomètre.

Le scintillomètre se compose d'un cristal activé qui « scintille » sous le choc de particules incidentes. Un système photoélectrique adapté à un multiplicateur d'électrons est collé contre le cristal. Un intégrateur électronique enregistre le nombre d'impacts.

Les cristaux scintillateurs les plus répandus sont en iode de sodium activé au thallium. Il existe aussi des cristaux organiques tels que anthracène, stilbène, naphthalène, etc., cristaux moins coûteux que les précédents mais moins sensibles aux Alphas.

On emploie également comme détecteurs certains corps mauvais conducteurs qui forment des résistances variables au courant électrique, suivant leur exposition à un rayonnement : sulfure de cadmium, chlorure d'argent, germanium, silicium, etc.

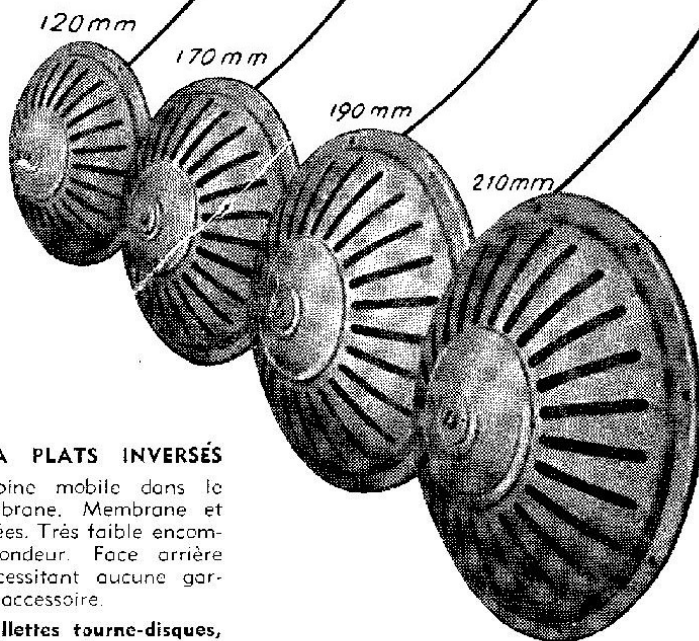
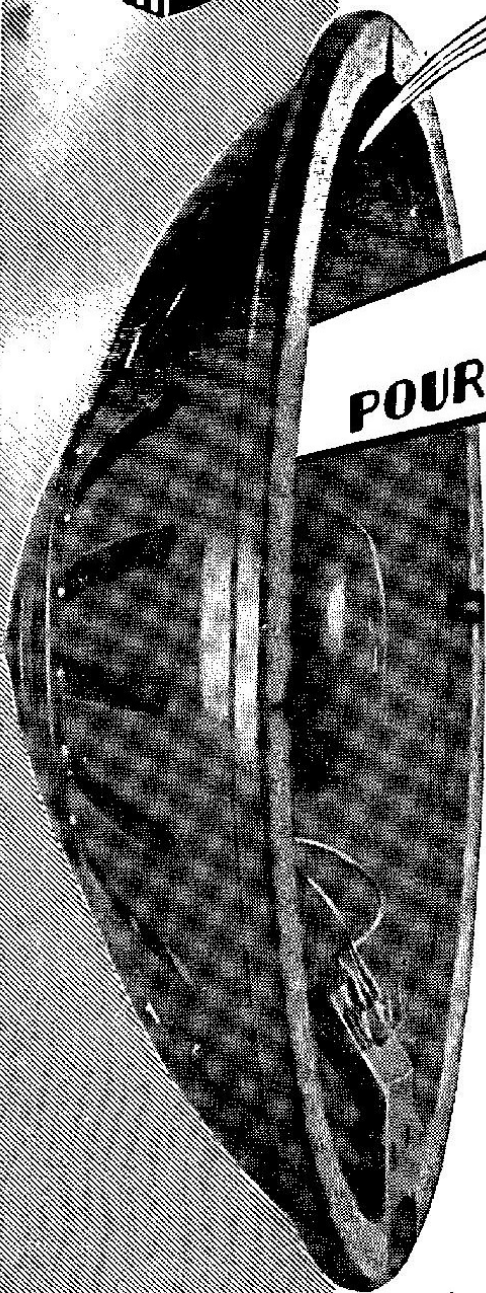
Parmi les détecteurs, il convient de séparer les témoins qui sont des intégrateurs de radiations.

Le premier et le plus simple est la plaque photographique. Cette plaque est développée après un temps donné et son noircissement dépend de la quantité de radiations qu'elle a reçues.

Le personnel qui travaille dans les centres atomiques porte régulièrement ces témoins de sécurité.



LA SÉRIE W POUR MALLETES ÉLECTROPHONES



MODELES EXTRA PLATS INVERSÉS

Sortie de la bobine mobile dans le cône de la membrane. Membrane et connexions protégées. Très faible encombrement en profondeur. Face arrière décorative ne nécessitant aucune garniture accessoire.

Spéciaux pour mallettes tourne-disques, Electrophones, Postes voiture, etc...

AUDAX

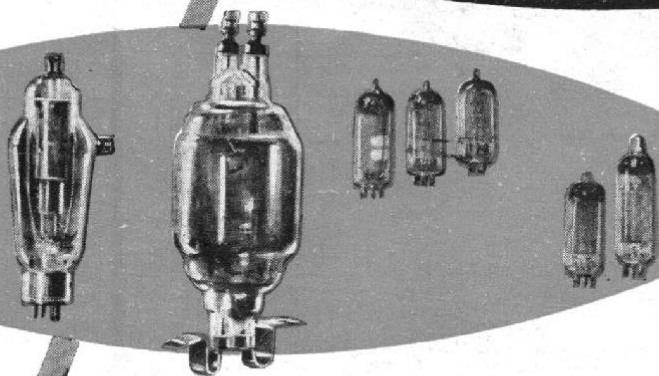
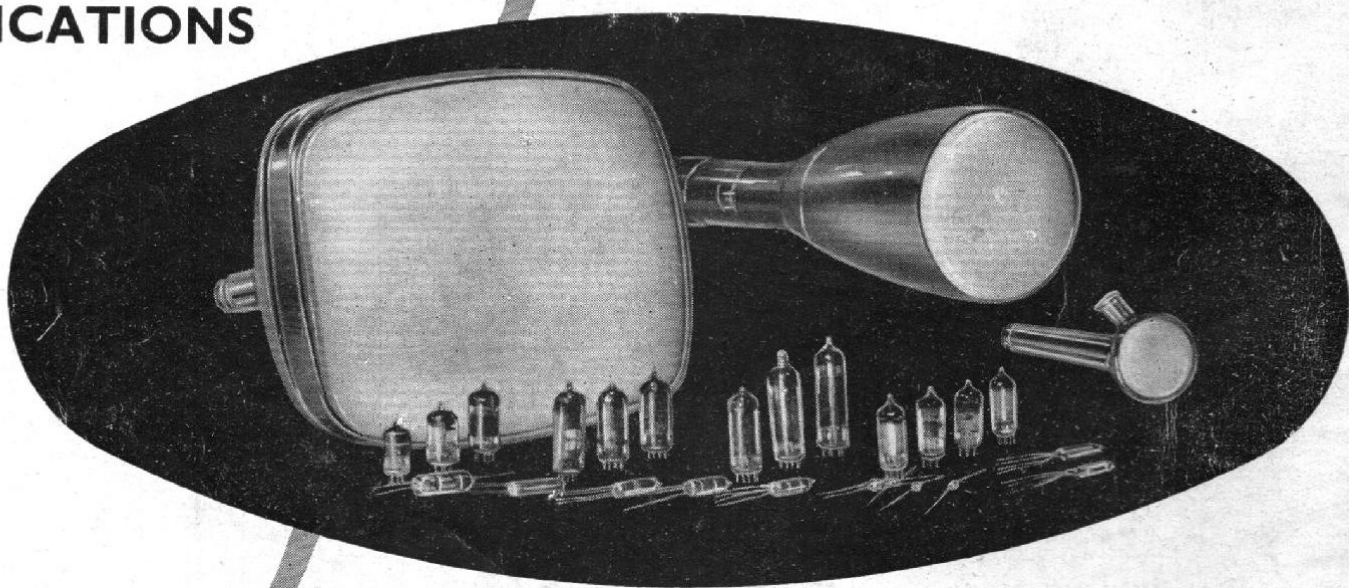


S. A. au cap. de 150.000.000 de frs
45, AV. PASTEUR · MONTREUIL (SEINE) AVR. 50-90
Dép. Exportation: SIEMAR, 62 RUE DE ROME · PARIS-8^e LAB. 00-76

TUBES ÉLECTRONIQUES ET SEMI-CONDUCTEURS

Miniwatt
DARIC

POUR TOUTES
APPLICATIONS



Tubes série NOVAL et série miniature.
Tubes-images pour TV

(vue directe et projection)

Tubes à rayons cathodiques pour mesures.

Tubes subminiatures.

Tubes-amplificateurs de puissance.

Tubes pour O. C. et pour O. T. C.

Diodes germanium. Transistors.

Tubes pour applications industrielles.

Thyratrons, redresseurs.

Cellules photoélectriques, etc.



LA RADIOTECHNIQUE

DIVISION TUBES ÉLECTRONIQUES ET SEMI-CONDUCTEURS

DÉPT. CONSTRUCTEURS RADIO ET TV : 130, Av. Ledru-Rollin, PARIS-11^e - VOL. 23-09

DÉPT. COMMERCE ET STATIONS-SERVICE : 4, rue de Téhéran, PARIS-8^e - CAR. 33-31