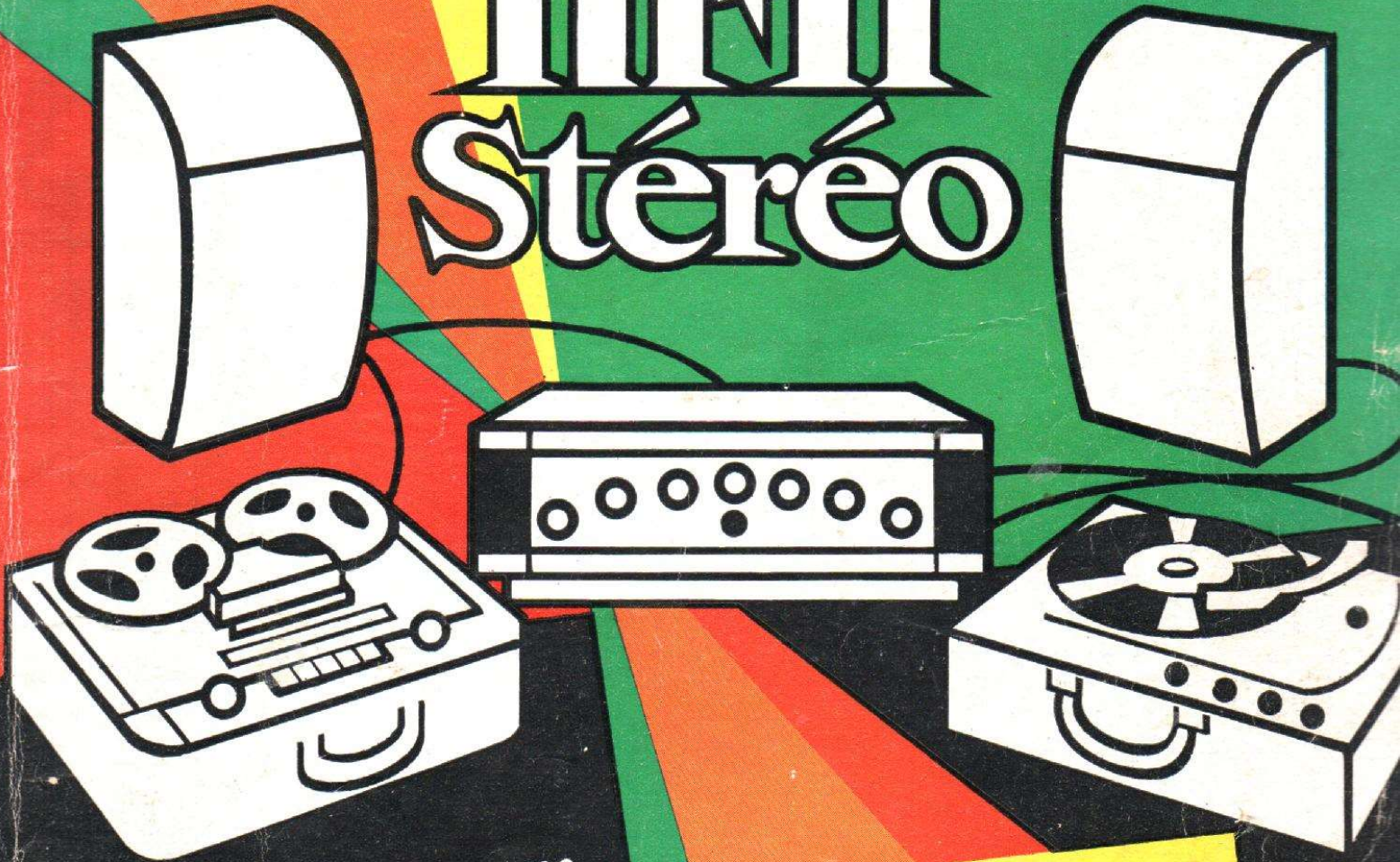


# LE HAUT-PARLEUR

NUMÈRE  
SPÉCIA  
★ 132 PAG

## hi-fi Stéréo



TOUS LES NOUVEAUX APPAREILS  
DE REPRODUCTION SONORE

TOURNE ★ DISQUES  
ÉLECTROPHONES  
CHAINES Hi ★ Fi  
MAGNÉTOPHONES

AVEC LEURS CARACTERISTIQUES ET LEUR PR

4<sup>NF</sup>

460 francs marocains

# TECHNIQUE SIMPLIFIÉE DES AMPLIFICATEURS STÉRÉOPHONIQUES

LES amplificateurs stéréophoniques comportent certains dispositifs particuliers qui ne sont pas utilisés sur les modèles monophoniques. Il nous paraît intéressant de les analyser et d'indiquer les circuits les plus courants adoptés par les constructeurs. L'article ci-dessous, adapté de l'ouvrage américain « Stéréo... how it works », constitue une remarquable étude d'initiation à la stéréophonie.

## SCHEMA FONCTIONNEL D'UN AMPLIFICATEUR HI-FI MONOPHONIQUE

La figure 1 montre le schéma fonctionnel d'un amplificateur Hi-Fi monophonique, qu'il est utile de rappeler avant d'examiner les particularités des amplificateurs stéréophoniques. Si la source de modulation est à faible niveau, pick-up magnétique ou tête de magnétophone, un premier ensemble préamplificateur est nécessaire. La tension de sortie de ces sources de modulation est d'ordinaire très faible, de l'ordre de quelques millivolts, alors que d'autres sources telles qu'un pick-up piézo-électrique, peuvent délivrer une tension voisine du volt.

Le préamplificateur a également pour rôle de corriger les tensions délivrées par la source, de telle sorte que la courbe de réponse soit plate, c'est-à-dire que certaines fréquences ne

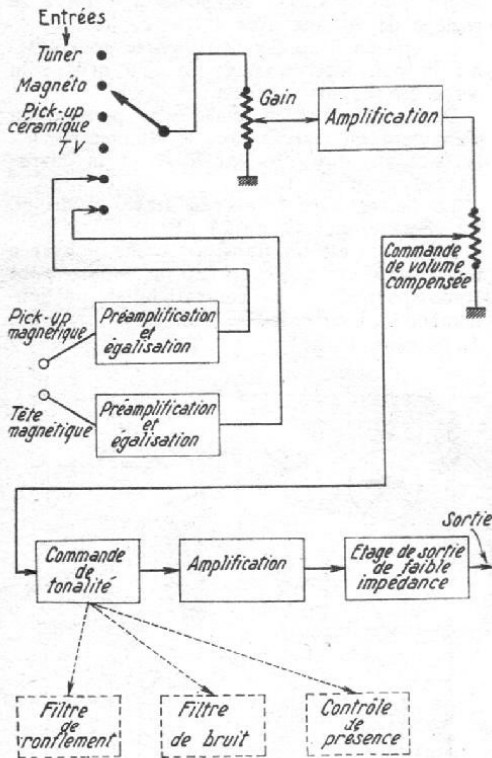


FIG. 1

sont pas défavorisées par rapport à d'autres. Dans le cas d'un pick-up magnétique, par exemple, le préamplificateur doit relever le niveau des graves et diminuer celui des aiguës. Pour une tête magnétique, seul le relèvement des graves est nécessaire.

Un commutateur permet de sélectionner la source de modulation désirée : sortie BF d'un tuner, magnétophone, pick-up piézo-électrique, pick-up magnétique, microphone. Les tensions correspondant à la source de modulation choisie sont appliquées à un potentiomètre de réglage du gain qui permet de prélever, par l'intermédiaire du curseur, la fraction désirée de ces tensions. Un étage amplificateur est disposé

à la sortie de ce potentiomètre, suivi d'un potentiomètre de volume favorisant les graves et les aiguës aux faibles niveaux, des dispositifs de réglage de tonalité, d'un étage amplificateur supplémentaire et d'un étage de sortie de faible impédance. Cet étage est d'ordinaire du type cathode follower, ce qui permet des liaisons assez longues à l'entrée de l'amplificateur de puissance, par fil blindé, sans atténuation sensible des tensions de fréquences élevées.

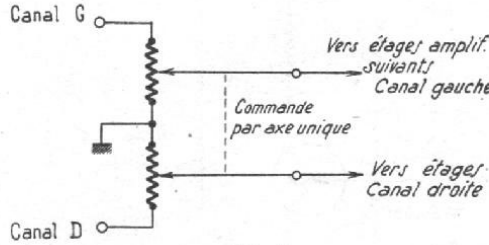


FIG. 2

D'autres circuits, représentés à l'intérieur des rectangles en pointillés, sont facultatifs. Il s'agit du filtre antironflement, qui atténue fortement les tensions de fréquence inférieure à celle du secteur de 50 c/s ; du filtre de bruit, atténuant les fréquences les plus élevées pour réduire le bruit d'aiguille des anciens disques. Le plus souvent, l'action de ce filtre est réglable à partir de certaines fréquences de coupure telles que 5 000, 8 000 et 10 000 c/s. Le dispositif de présence, également facultatif, relève la bande de fréquences comprise entre 2 000 et 5 000 c/s.

## EQUILIBRAGE DES CANAUX

Le dispositif d'équilibrage des tensions des deux canaux est particulier aux amplificateurs stéréophoniques. Il permet à l'auditeur de régler simultanément le niveau de sortie des deux canaux, la puissance appliquée aux deux haut-parleurs qui doit être identique pour ne pas avoir l'impression que le son provienne d'un seul côté, ce qui, bien entendu, diminue l'effet stéréophonique.

La figure 2 montre le dispositif le plus classique de réglage d'équilibrage. Il permet d'augmenter le niveau d'un canal, alors que celui de l'autre est diminué simultanément, le niveau combiné des deux canaux étant ainsi constant. Il serait difficile d'équilibrer les deux canaux l'un par rapport à l'autre si le volume total variait en même temps. Le principe consiste à monter un potentiomètre double à commande unique avec des connexions croisées. De la sorte, lorsque le curseur de l'un des potentiomètres se rapproche de la masse, celui de l'autre s'en éloigne et réciproquement, d'où augmentation du niveau d'un canal et diminution simultanée du niveau de l'autre canal.

Sur certains modèles d'amplificateurs, la commande de balance ou d'équilibrage est supprimée. Dans ce cas, deux potentiomètres séparés, commandés éventuellement par boutons concentriques, règlent séparément le niveau. Cette méthode permet l'équilibrage, mais présente des inconvénients : il n'est pas facile, en effet, de garder constant le volume sonore total en ajustant le niveau relatif entre les canaux et dans le cas de variation désirée du niveau total, la recherche de l'équilibrage est plus longue.

Dans certains cas, il peut être intéressant de disposer des deux modes d'équilibrage.

L'efficacité du dispositif d'équilibrage peut être différente. Pour une rotation maximum du potentiomètre, on peut obtenir par exemple une différence de niveau de 6 à 10 dB. Sur d'autres modèles, elle est supérieure à 40 dB ou même infinie, lorsqu'il y a possibilité de sup-

primer entièrement le niveau d'un canal, tel que dans le cas du dispositif de la figure 2. La figure 3 montre le schéma adopté pour limiter les différences de niveau : la résistance supplémentaire entre chaque extrémité du potentiomètre et la masse évite que le curseur de chaque potentiomètre soit à la masse, donc que la tension de sortie correspondante soit nulle.

Certains avantages sont à mentionner pour les deux types de dispositifs de réglage de balance à grande ou faible différence de niveau. Considérons, tout d'abord, le cas d'un dispositif à grande différence de niveau. Le rapport de puissance acoustique d'un bon haut-parleur est d'environ 20 à 1, soit 13 dB. Les amplificateurs de puissance peuvent présenter des différences de sensibilité de 6 dB. Par exemple, un amplificateur de puissance peut nécessiter 1 V d'entrée pour délivrer 50 watts et un autre 2 V, ce qui représente cette différence. Il faut également prévoir une marge de 6 dB pour compenser les différences accidentelles de niveau des deux sources de modulation : disques stéréo, bandes magnétiques, etc.

En conséquence, il est nécessaire de disposer d'un réglage d'équilibrage permettant une différence de niveau de 25 dB entre les canaux, afin de compenser les différences de rendement des haut-parleurs, de sensibilité des amplificateurs et de niveau des sources de modulation.

Si, d'autre part, les deux chaînes amplificatrices sont identiques et actionnent deux haut-parleurs de même type, un dispositif de balance permettant d'obtenir une grande différence de niveau est moins utile. Dans ces

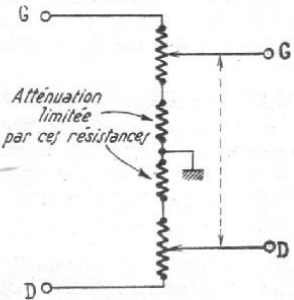


FIG. 3

conditions, une différence de 10 dB peut être suffisante. L'avantage principal d'une faible différence est de faciliter le réglage de l'équilibrage, qui est plus précis. On peut comparer ce réglage à celui d'un vernier, une faible rotation de l'axe de commande (un degré) correspondant seulement à une fraction de dB de différence de niveau.

Dans le cas de l'utilisation de haut-parleurs de rendement différent ou d'amplificateurs de puissance de sensibilité différente, des moyens supplémentaires sont utilisés. On peut ainsi relier le haut-parleur, dont le rendement est le plus faible, à la sortie de l'amplificateur de puissance le plus sensible. Si le haut-parleur de gauche nécessite plus de puissance que celui de droite pour délivrer la même puissance acoustique, il doit être relié à l'amplificateur qui délivre le plus de puissance pour une tension d'entrée donnée, donc au plus sensible.

La puissance de sortie pour une tension d'entrée déterminée peut être diminuée par le potentiomètre d'entrée utilisé sur la plupart des amplificateurs de puissance. Si un amplificateur de puissance délivre, par exemple, 10 watts, lorsqu'on applique une tension d'entrée de 1 V, la puissance de sortie pour la même tension d'entrée peut être réduite par exemple à 5 watts.

Sur la figure 4, on suppose que le haut-parleur de gauche nécessite une puissance électrique de 10 watts pour délivrer la même puissance acoustique de sortie que celui de droite lorsqu'on lui applique une puissance modulée de 5 watts. On suppose également que les deux amplificateurs de puissance peuvent délivrer 10 watts pour une tension d'entrée de 1 V. En conséquence, le niveau d'entrée de l'amplificateur de puissance de droite est réduit jus-

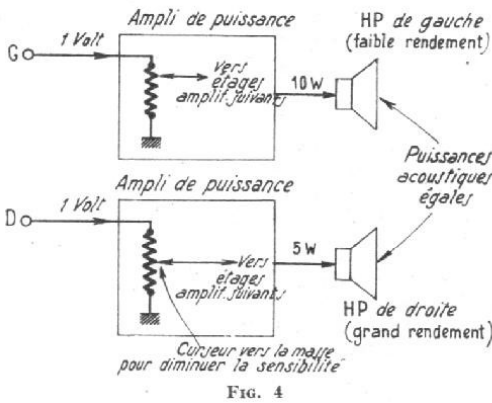


FIG. 4

qu'à ce qu'il délivre une puissance de seulement 5 watts pour 1 volt d'entrée. En diminuant ainsi la sensibilité de l'amplificateur de droite, on obtient le résultat recherché, c'est-à-dire des volumes sonores égaux des deux canaux.

L'équilibrage des volumes sonores des deux haut-parleurs doit se faire à la distance normale d'écoute. Pour faciliter cet équilibrage, certains constructeurs américains ont monté le potentiomètre de réglage correspondant à l'extrémité d'un câble d'une longueur suffisante, relié à l'amplificateur.

Dans les cas des figures 2 et 3, un potentiomètre double à commande par axe unique est représenté. Il est également possible d'effectuer l'équilibrage à l'aide d'un potentiomètre

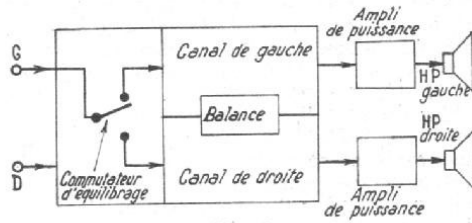


FIG. 7

deux positions branche alternativement le haut-parleur de gauche, alors que celui de droite est déconnecté, et réciproquement.

Les résistances de  $50 \Omega - 10 W$  qui shuntent les secondaires des transformateurs de sortie évitent des surtensions qui seraient dangereuses pour ces transformateurs lorsque la charge, constituée par les bobines mobiles, se trouve déconnectée.

Les tensions appliquées à l'entrée de l'amplificateur de la figure 8 pour l'équilibrage sont issues d'une source monophonique et appliquées aux deux canaux. Elles peuvent être également constituées soit par les tensions correspondant au canal de droite ou de gauche d'une source stéréophonique.

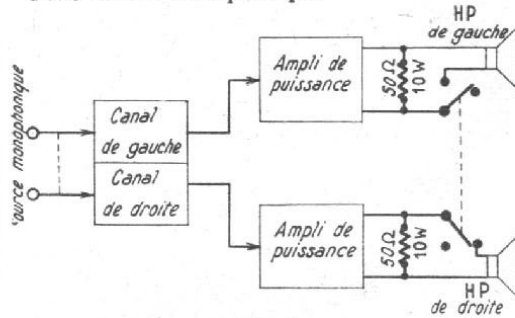


FIG. 8

#### LA COMMANDE DE GAIN

Lorsque l'auditeur a réalisé l'équilibrage de son ensemble stéréophonique, il doit être en mesure de modifier simultanément le gain, c'est-à-dire le volume sonore total, sans avoir à régler à nouveau l'équilibrage après cette opération. Les amplificateurs stéréophoniques sont en conséquence équipés d'un dispositif de réglage de gain tel que celui de la figure 9, constitué essentiellement par un potentiomètre double commandé par un même axe. Ce po-

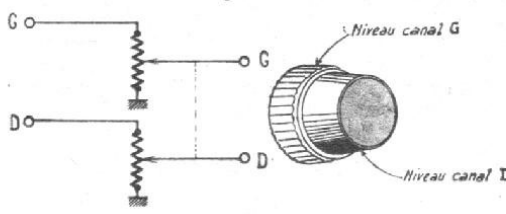


FIG. 9

FIG. 10

tentiomètre est identique à celui d'équilibrage de la figure 2, mais ses connexions ne sont pas croisées. Les variations de résistance, en manœuvrant l'axe de commande, se produisent dans le même sens.

Sur un petit nombre d'amplificateurs stéréophoniques qui ne sont pas équipés d'un dispositif d'équilibrage, le réglage du gain des deux canaux s'effectue séparément par deux potentiomètres à axes concentriques commandés par deux boutons concentriques (fig. 10). Dans certains cas, on a la possibilité de coupler les deux boutons de commande en appuyant légèrement sur le bouton central. On peut ainsi réaliser au préalable l'équilibrage et modifier ensuite simultanément le volume sonore des deux canaux.

Les deux potentiomètres, commandés par le même axe, doivent avoir une loi de variation de résistance identique, de telle sorte que la différence des niveaux sonores ne soit pas su-

périeure à 1 dB. Avec des potentiomètres doubles classiques, cette différence peut être de 5 dB ou même supérieure. Si les niveaux des deux canaux sont équilibrés lorsque le potentiomètre de gain est à sa position maximum, pour des réglages intermédiaires, la différence de niveau peut être de 5 dB ou supérieure.

Pour y remédier les constructeurs utilisent d'une part des potentiomètres de tolérances précises. D'autre part, certains montent des po-

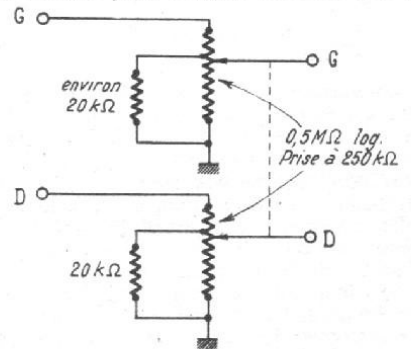


FIG. 11

tentiomètres à prises tel que celui de la figure 11, en reliant la prise à la masse par une résistance de valeur telle que l'équilibrage parfait soit obtenu lorsque la position du curseur correspond à celle de la prise.

On peut également remplacer le potentiomètre double par un commutateur à plusieurs positions relié à un diviseur de tension à résistances. Les résistances de chaque commutateur, en service simultanément, sont identiques. Leurs valeurs sont choisies de telle sorte qu'en passant d'une position à la suivante, la variation de volume corresponde à 2 ou 3 dB (figure 12). Le réglage s'effectue ainsi par bonds, mais n'est plus progressif.

#### DISPOSITION DE LA COMMANDE DE GAIN

La commande de gain est d'ordinaire placée à la sortie du préamplificateur comme dans le cas de l'amplificateur monophonique de la figure 1. Les tensions sont ainsi réduites avant qu'elles puissent engendrer une distorsion par suite de la saturation d'un étage.

Il est également désirable de placer au même endroit la commande d'équilibrage. C'est ainsi que l'on trouve des circuits tels que celui de la figure 13, avec les deux potentiomètres doubles d'équilibrage et de gain reliés.

Dans le cas de la figure 14, le contrôle de gain global s'effectue à l'entrée d'un étage et un contrôle de gain individuel est monté à la sortie de cet étage, afin de réaliser l'équilibrage. Il est alors nécessaire de régler d'abord les potentiomètres de gain individuel au niveau le plus élevé possible, tout en conservant l'équilibrage et de régler ensuite le potentiomètre double de gain global. Cette solution entraîne

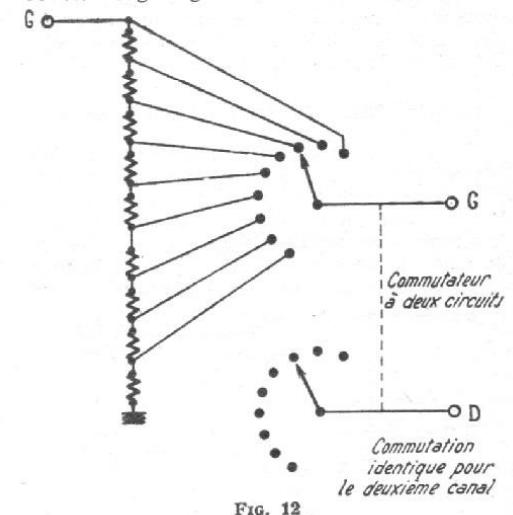


FIG. 12

un tel dispositif de commutation, il suffit d'ajouter le dispositif schématisé par la figure 8 : un commutateur à deux circuits et

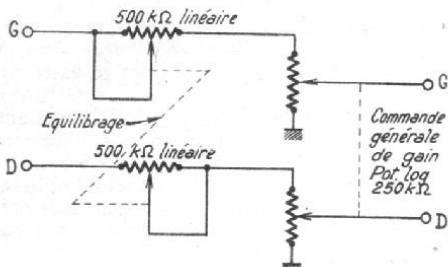


FIG. 13

des complications si le potentiomètre de gain global est monté avec un circuit de compensation relevant les graves aux faibles niveaux (potentiomètre à prise). Dans ce cas, si les réglages individuels de gain sont au maximum, le relèvement des graves pourra d'effectuer aux faibles niveaux, étant donné la position des curseurs de potentiomètres de réglage global qui sera voisine des prises. Par contre, si les réglages individuels correspondent à un niveau assez faible, il faut augmenter le niveau global pour retrouver le même niveau sonore et le relèvement des graves n'est plus obtenu.

### LES COMMANDES DE TONALITE

Pour simplifier les réglages, il est habituel de commander simultanément les réglages des aiguës et des graves des deux canaux par deux potentiomètres doubles commandés respectivement par un même axe. Il faut toutefois signaler que les réglages séparés des graves et aigus sur chaque canal peuvent, dans certains cas, être intéressants, malgré cette complication. Si les amplificateurs BF sont reliés à deux haut-parleurs de caractéristiques différentes, par exemple, il peut être utile de modifier les

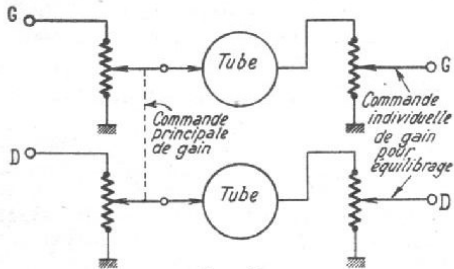


FIG. 14

graves et les aiguës selon le haut-parleur alimenté, afin d'obtenir le meilleur équilibre. Même dans le cas de l'utilisation de deux haut-parleurs identiques, leur emplacement et leur orientation peuvent rendre nécessaire une modification du dosage des graves et des aiguës de chaque canal. Il faut tenir compte également des différences des sources de modulation. Une audition stéréophonique peut être obtenue, par exemple, en recevant un émetteur AM et un émetteur FM. Les fréquences élevées étant moins bien transmises par le premier, il peut être intéressant de favoriser davantage les aiguës sur l'amplificateur relié à la sortie détection du récepteur AM.

### COMMANDE DE GAIN COMPENSEE

La commande de gain avec compensation physiologique est souvent utilisée sur les amplificateurs monophoniques. Les graves sont favorisées aux faibles niveaux sonores. Le potentiomètre de réglage de gain doit permettre de régler le volume, de telle sorte que lorsque la commande de gain compensée est à son

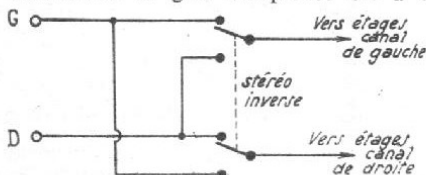


FIG. 15

maximum, le niveau sonore corresponde approximativement à celui de la source originale. Le volume doit donc être réglé avec ce potentiomètre de façon à relever les graves et aigus aux faibles niveaux.

En raison de la complexité d'un amplificateur stéréophonique, de nombreux constructeurs suppriment les réglages séparés de gain et de gain avec compensation. Une pratique courante consiste à prévoir un commutateur qui transforme la commande de gain en commande de gain compensé. Lorsque la liaison est supprimée par ce commutateur, la commande de gain agit de la même façon sur toutes les fréquences en augmentant ou diminuant le niveau. Par contre, lorsque cette liaison est établie, une compensation se produit.

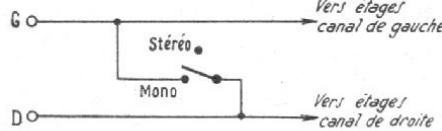


FIG. 16

La compensation peut être trop importante ou insuffisante lorsque l'amplificateur ne comporte pas de réglage séparé de gain. C'est la raison pour laquelle il est conseillé d'utiliser le réglage de volume de l'amplificateur BF du récepteur radio ou de l'enregistrement servant de source de modulation. Ces potentiomètres peuvent alors être considérés comme des potentiomètres de réglage séparé de gain.

### CIRCUITS DE COMMUTATION DES CANAUX

Un amplificateur stéréophonique est modulé à partir des signaux des canaux de gauche G et de droite D, qui doivent être appliqués aux amplificateurs correspondants alimentant les haut-parleurs respectifs. Il est nécessaire de prévoir plusieurs commutations pour permettre l'équilibrage des canaux, l'écoute de sources monophoniques, la correction de la phase ou l'inversion des canaux d'entrée. Ces circuits spéciaux ou amplificateurs stéréophoniques sont utilisés sur la plupart des appareils, mais il est rare toutefois qu'ils soient tous employés sur un même appareil.

**Inversion des canaux :** Cette commutation permet d'appliquer les signaux « gauche » à l'entrée de l'amplificateur du canal de droite et les signaux « droite » à l'amplificateur de gauche, comme indiqué par le schéma de la figure 15. On peut ainsi, dans le cas d'un enregistrement stéréophonique d'une bande magnétique, par exemple, rétablir le branchement adéquat des têtes, même si l'enregistrement n'est pas conforme au standard.



FIG. 17

**Commutateur d'équilibrage :** Grâce à ce commutateur, on peut appliquer le signal G soit à l'entrée du canal G, soit à l'entrée du canal D, comme indiqué par la figure 7. En commutant ce signal alternativement sur un canal et sur l'autre, on égalise plus facilement les niveaux sonores des deux haut-parleurs. Si l'amplificateur est équipé d'un commutateur d'inversion des canaux, un commutateur d'équilibrage est moins nécessaire, car on peut établir la même commutation sur la position « stéréo inverse », à condition de déconnecter la liaison au signal D.

**Commutateur pour lecture des disques monophoniques :** Pour la lecture de disques monophoniques à partir de pick-up stéréophoniques qui sont compatibles, il est nécessaire de relier en parallèle les signaux d'entrée D et G.

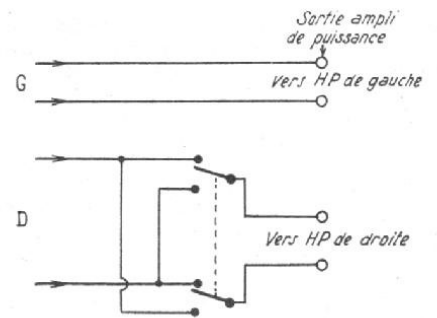


FIG. 18

Chaque canal de pick-up stéréophonique délivre le même signal BF et la reproduction par les deux canaux séparés pourrait être utilisée. On a intérêt, toutefois, à combiner les signaux D et G à l'entrée pour les deux raisons suivantes :

1° On compense, dans une certaine mesure, les vibrations parasites dues à la sensibilité du pick-up aux composantes verticales. Les deux canaux d'un pick-up stéréophonique ont d'ordinaire leurs sorties en phase par rapport au mouvement latéral du style et en opposition de phase par rapport au mouvement vertical. En jouant un disque monophonique qui ne comprend que des informations correspondant au mouvement latéral, les tensions de sortie des deux sections sont en phase par rapport à ces informations et en opposition de phase par

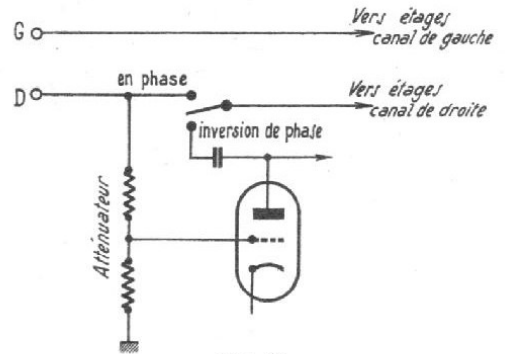


FIG. 19

rapport aux vibrations parasites correspondant au mouvement vertical. Les signaux BF, en phase, s'ajoutent, alors que les signaux parasites, en opposition de phase, sont réduits.

2° On obtient un signal de sortie d'amplitude plus élevée à partir de la cellule de pick-up, d'où un meilleur rapport signal/bruit, si l'on tient compte du souffle de l'amplificateur.

**Commutateur de pseudo-stéréophonie :** Ce commutateur (fig. 17) a pour rôle d'appliquer les signaux G ou D à chaque canal, d'où la possibilité d'employer deux canaux BF séparés à partir d'une source monophonique et d'obtenir ainsi un effet de stéréophonie (pseudo-stéréophonie).

**Inversion de la phase d'un canal :** Lorsque l'amplificateur stéréophonique est équipé d'un amplificateur de puissance, la méthode la plus simple consiste à inverser le branchement de la bobine mobile du haut-parleur à l'un des secondaires du transformateur de sortie, comme indiqué par la figure 18. S'il s'agit simplement d'un amplificateur de commande, sans amplificateur de puissance, l'inversion doit être réalisée par tube électronique. Les signaux disponibles sur la plaque d'un tube sont, en effet, en opposition de phase avec ceux qui sont appliqués à sa grille. Il suffit, en conséquence, d'ajouter un tube sur un canal pour obtenir l'inversion de phase désirée. L'amplification résultant de ce tube supplémentaire doit être compensée par un atténuateur disposé avant ce tube.

Un même commutateur d'entrée assure le plus souvent toutes les commutations que nous venons d'examiner, sauf celle qui assure l'inversion de phase de l'un des canaux par rapport à l'autre.

## COMMANDE DE L'EFFET STERÉOPHONIQUE

L'un des principaux inconvénients de la stéréophonie est l'absence apparente de son entre les deux haut-parleurs, obligatoirement

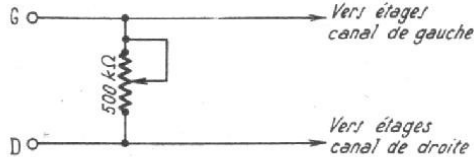


FIG. 20

espacés, c'est-à-dire le « trou dans le centre », qui dépend de l'enregistrement.

Pour réduire cet effet, on applique une fraction des signaux G au canal de droite et une fraction des signaux R au canal de gauche, ce qui diminue, bien entendu, la différence des sons des deux canaux. Le trou dans le centre est, en effet, moins accentué lorsque les deux sons sont les plus voisins, mais l'effet stéréophonique est atténué. La méthode utilisée consiste à relier les deux entrées par un potentiomètre monté en résistance série (fig. 20). Pour la résistance maximum de ce potentiomètre, le mélange des deux signaux G et D est négligeable, mais augmente lorsque la résistance diminue. Sur la position du curseur correspondant à la résistance, on obtient la commutation en parallèle des deux canaux pour les auditions monophoniques.

## ADAPTATION D'UN TROISIEME CANAL (CANAL CENTRAL)

Pour éliminer le « trou dans le centre », l'adaptation d'un troisième canal est préférable.

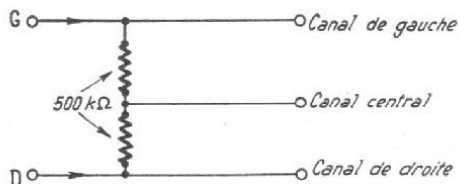


FIG. 21

Les signaux de droite et de gauche sont combinés et doivent alimenter un haut-parleur central, alors que l'on ne modifie pas les signaux appliqués aux amplificateurs de droite et de gauche.

La figure 21 montre le schéma fondamental utilisé sur certains amplificateurs. Deux résistances en série reliant les sorties des canaux de droite et de gauche et leur point de jonction permet de prélever les tensions du troisième canal. Les résistances sont assez élevées pour éviter un effet de mélange comme indiqué plus haut.

On remarquera qu'avec le montage de la figure 21, le rapport des signaux G et D est fixé. Il peut être intéressant de modifier ce rapport et de favoriser, par exemple, les signaux de gauche dans le haut-parleur central si ce dernier ne peut être placé exactement au milieu des haut-parleurs de droite et de gauche, mais plus près de celui de gauche. La figure 22 montre le schéma à utiliser qui permet de modifier le rapport précité lorsque le curseur est déplacé de sa position médiane.

## LES DIFFERENTES ENTREES

Un amplificateur stéréophonique doit, en principe, avoir trois paires d'entrées : la première paire est destinée au branchement de la

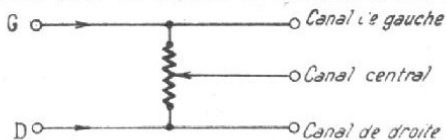


FIG. 22

sortie d'un tuner, la seconde à celui d'un pick-up céramique ou piézo-électrique et la troisième, de faible niveau, à celui d'un magnétophone.

Dans les ensembles classiques, non prévus pour la stéréophonie, des entrées séparées « faible niveau » et « haut niveau » sont d'ordinaire utilisées pour les pick-up magnétiques, afin de tenir compte des différences de tension de sortie selon les pick-up et d'éviter ainsi une surcharge.

Certains problèmes sont à résoudre pour les entrées pick-up piézo-électriques. Ce type de pick-up est, en effet, sensible aux variations d'amplitude et non de vitesse comme les pick-up magnétiques. Dans le cas de la lecture d'un enregistrement conforme aux normes RIAA, ces pick-up nécessitent une atténuation des

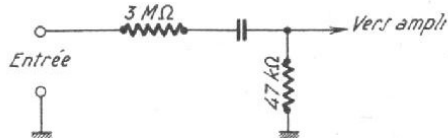


FIG. 23

basses et un relèvement des aiguës. Le dispositif de relèvement des aiguës agissant par résonance mécanique est incorporée dans la cellule de pick-up. L'atténuation des basses est obtenue en adoptant une résistance de charge de valeur adéquate. La capacité du pick-up plus les capacités parasites constituent avec la résistance de charge un filtre passe-haut.

Si la constante de temps capacités parasites-résistance de charge est correcte, on obtient l'atténuation souhaitable des basses. Les constructeurs utilisent une résistance de charge comprise entre 500 kΩ et 3 MΩ, la valeur la plus courante étant 2 MΩ.

On peut également, pour l'adaptation des pick-up piézo-électriques, utiliser le schéma de la figure 23. La sortie du pick-up est reliée à une résistance de charge de faible valeur 47 kΩ avec résistance série élevée (3 MΩ) et condensateur de faible capacité (100 pF). De la sorte, on obtient un filtre passe-haut tel que les tensions délivrées par le pick-up piézo-électrique croissent avec la fréquence, de la même manière que celles obtenues à partir d'un pick-up magnétique. On peut ainsi adopter les mêmes courbes d'égalisation et d'amplification qu'avec les pick-up magnétiques, ce qui simplifie l'amplificateur.

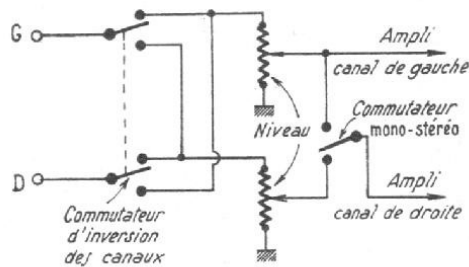


FIG. 24

L'entrée dont la sensibilité doit être la plus élevée, de l'ordre de 1 à 2 mV à 1 000 c/s est celle qui correspond à la tête magnétique d'un magnétophone stéréophonique. Ces têtes, en particulier celles à 4 pistes, délivrent en effet des tensions inférieures à celles d'un pick-up magnétique.

## AMPLIFICATEURS STERÉOPHONIQUES DE PUISSANCE

Les amplificateurs stéréophoniques de puissance sont séparés des ensembles préamplificateurs ou montés sur le même châssis. Dans le premier cas, ils peuvent être montés sur un ou deux châssis et être alimentés par une alimentation commune ou deux alimentations séparées.

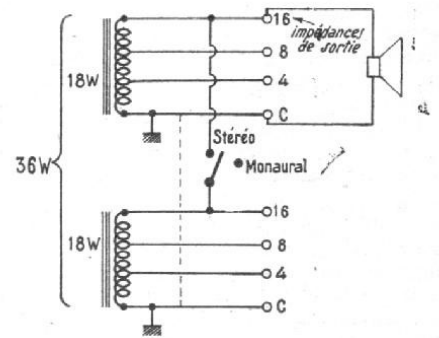


FIG. 25

Si les deux haut-parleurs utilisés sont de rendement différent, l'égalisation des puissances de sortie constitue un désavantage, car la puissance délivrée au haut-parleur de faible rendement doit être plus élevée. Un haut-parleur peut, par exemple, exiger une puissance de pointe de 30 watts et un autre de 5 watts pour la même puissance acoustique.

Lorsque les amplificateurs sont séparés, ils sont d'ordinaire équipés de potentiomètres de réglage de gain et d'un commutateur d'entrée (fig. 24), permettant l'inversion des canaux. Un autre commutateur « monophonique-stéréo » relie les deux entrées en parallèle sur la position monophonique.

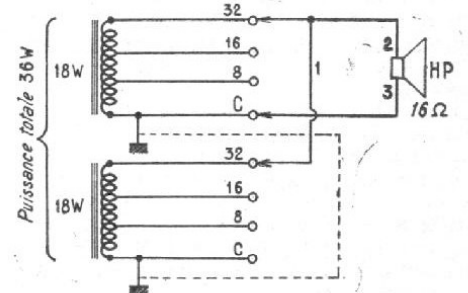


FIG. 26

Sur certains modèles, un commutateur relie en parallèle les secondaires des transformateurs de sortie (fig. 25), ce qui double la puissance appliquée à un haut-parleur unique. Si cette commutation n'existe pas, l'auditeur peut réaliser les connexions correspondant à la figure 26, c'est-à-dire relier en parallèle les deux secondaires. En reliant les deux sorties d'impédance 32 Ω en parallèle, on dispose d'une impédance de 16 Ω. Si l'on désirait brancher un haut-parleur de 8 Ω, il suffirait de relier les deux sorties de 16 Ω en parallèle.

**Amplificateur de puissance push-pull parallèle à deux tubes de sortie :**

Le schéma de la figure 27, qui ne comporte que deux tubes de sortie, correspond à celui de l'étage de puissance push-pull parallèle des deux canaux BF. Le nombre de tubes est donc le même que celui d'un étage push-pull simple d'un seul canal BF. Rappelons le principe de fonctionnement de ce circuit présentant l'avantage d'une diminution d'encombrement, de poids et de prix de revient :

Supposons qu'un signal — G soit appliqué à la grille du tube supérieur et un signal D à la grille du tube inférieur.

Sur les plaques, les signaux sont en opposition de phase. On obtient donc G sur la plaque du tube supérieur et — D sur celle du tube inférieur. Pour faciliter l'explication, nous multiplierons par 2 ces deux signaux, soit 2 G sur la plaque du tube supérieur et — 2 D sur la plaque du tube inférieur.

Le transformateur de sortie comporte les sections A et B. Le primaire de A est à prise médiane.

Considérons, tout d'abord, les signaux aux extrémités des enroulements primaires. Les si-

gnaux 2 G entre plaque et masse se répartissent entre A<sub>1</sub> et B et la tension entre ces enroulements est G.

De même, on obtient - D entre les extrémités des enroulements A<sub>2</sub> et B.

La tension totale aux bornes de l'enroulement primaire A constitué par les enroulements A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> en série est égale à la différence des tensions aux deux extrémités, soit G - (- D) = G + D.

La tension aux extrémités du primaire B est égale à la somme des signaux appliqués, soit G + (- D) = G - D.

Les tensions G - D sont disponibles au secondaire du transformateur B et les tensions G + D aux secondaires de A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>.

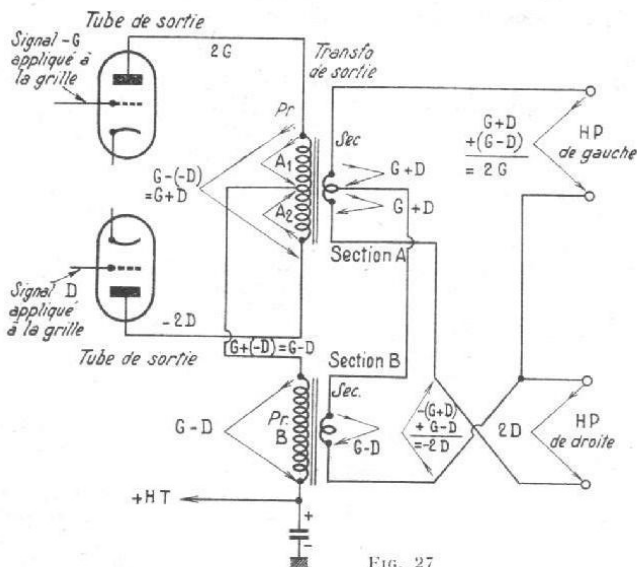


FIG. 27

La tension du secondaire de B est combinée avec la tension du secondaire de A<sub>2</sub>, en opposition de phase, ce qui permet d'obtenir la tension résultante (G - D) + (- G - D) = - 2 D. Cette tension est transformée en 2 D en inversant les liaisons à la bobine mobile du haut-parleur de droite.

De même, la tension du secondaire du transformateur B se combine avec celle du secondaire de A<sub>1</sub>, en phase. On obtient donc (G - D) + (G + D) = 2 G. Cette tension est appliquée sur le haut-parleur de gauche.

Les deux signaux G et R étant issus d'une même source, la somme G + D est supérieure à leur différence G - D. Les lampes de sortie de la figure 27 travaillent en étage push-pull classique pour les signaux G + D, ce qui permet d'obtenir une puissance sans distorsion supérieure à celle qui serait délivrée par deux tubes en parallèle.

Par contre, pour les signaux G - D, les tubes travaillent en parallèle, ce qui ne constitue pas un inconvénient, étant donné que la puissance correspondant aux signaux G - D est beaucoup plus faible que celle de G + D.

## Précis de la technique basse fréquence des transistors

(Suite de la page 55)

La liaison avec l'entrée du push-pull s'effectue par transformateur T<sub>1</sub> dont le secondaire possède une prise médiane, chaque extrémité étant reliée à la base d'un transistor final de puissance.

Une stabilisation de température est obtenue à l'aide de la thermistance Th de 68 Ω qui shunte R<sub>11</sub> de 47 Ω. L'ensemble Th-R<sub>11</sub> et R<sub>10</sub> variable de 1,2 kΩ constitue le diviseur de tension alimentant les bases de Q<sub>2</sub> et Q<sub>3</sub>. On ajuste R<sub>10</sub> de manière que la tension des bases au repos soit de -170 mV à 25°C, par rapport au pôle + de la batterie où est indiquée également la masse.

rapport d'impédances :

$$r = \frac{100}{2,5} = 40$$

d'où le rapport abaisseur du transformateur qui est la racine carrée de 40, n = 6,32 fois.

### EXEMPLE D'ETAGE DE PUISSANCE

Une puissance de 6 W modulés peut être obtenue avec deux transistors Cossem type 2SFT212. L'amplificateur de la figure 18 comporte un étage driver à transistor SFT352 et un étage push-pull classe B avec les deux transistors indiqués plus haut.

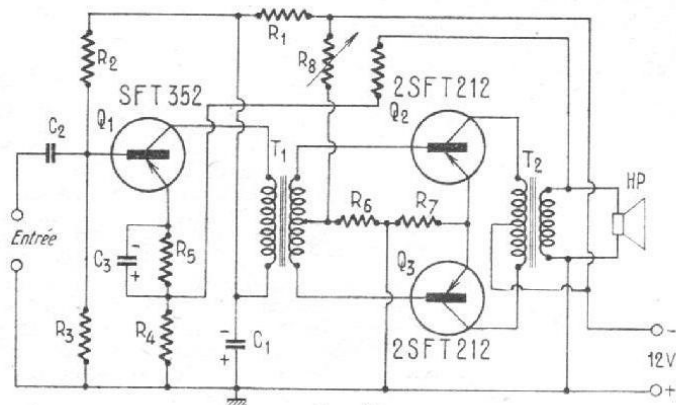


FIG. 18

La tonalité est fixée par C<sub>2</sub>-R<sub>11</sub>. L'adaptation au haut-parleur s'effectue par le transformateur T<sub>2</sub> avec prise médiane au primaire.

Des détails complets sur cet amplificateur sont donnés dans la notice 2-201 de la Cossem.

Les deux émetteurs sont reliés ensemble et à la masse par R<sub>12</sub> de 2 Ω, résistance stabilisatrice. L'impédance de charge collecteur à collecteur est de 100 Ω, ce qui implique un

Les liaisons sont à transformateurs. La tension à appliquer à l'entrée pour obtenir 6 W à la sortie est de 35 à 45 mV, valeur qui convient pour la radio ou un pick-up piézo mais insuffisante pour un pick-up à réluctance variable ou un microphone.

Comme particularité, nous signalerons le dispositif de contre-réaction, analogue à celui du montage précédent.

Voici les valeurs des éléments :

R<sub>1</sub> = 2,2 kΩ 0,25 W; R<sub>2</sub> = 22 kΩ 0,25 W;  
R<sub>3</sub> = 5,6 kΩ 0,25 W; R<sub>4</sub> = 18 Ω 0,25 W;  
R<sub>5</sub> = 100 Ω 0,25 W; R<sub>6</sub> = 5 Ω 0,25 W;  
R<sub>7</sub> = 0,6 Ω 0,5 W; R<sub>8</sub> = 390 Ω 0,5 W;  
R<sub>9</sub> = 270 Ω 0,25 W.

C<sub>1</sub> = 50 μF 12 V service; C<sub>2</sub> = 5 μF 12 V service; C<sub>3</sub> = 200 μF 3 V service.

Pour R<sub>6</sub>, on conseille de la réaliser avec une résistance normale de 10 Ω en parallèle avec une thermistance de 10 Ω à 25°C.

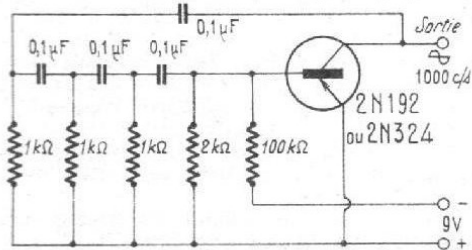


FIG. 19

Pour R<sub>8</sub>, on ajustera sa valeur de manière que la tension des bases de Q<sub>2</sub> et Q<sub>3</sub> soit de -160 mV à 25°C au repos.

D'autres détails figurent dans la notice Cossem 2SFT212.

### EXEMPLE D'OSCILLATEUR BF

Dans la technique des mesures on a souvent besoin d'un oscillateur à 1.000 c/s pour la mise au point des amplificateurs.

Le schéma de la figure 19 représente un oscillateur à réseau déphaseur RC tout à fait analogue à celui à lampe.

Le signal prélevé au collecteur est déphasé à l'aide des éléments RC pour être remis en phase avec la base, de sorte qu'une oscillation est engendrée à la fréquence 1.000 c/s.

Le signal de sortie est sinusoïdal. L'alimentation n'exige que 9 V.

Ce montage est extrait du Manuel d'Application Thomson.

### EXEMPLE DU MICROPHONE DYNAMIQUE

Pour terminer, nous donnons à la figure 20 un schéma d'amplificateur pour microphone dynamique qui pratiquement est un petit haut-parleur à aimant permanent. Ce schéma a été proposé par Sylvania.

R<sub>1</sub> doit être ajustée pour que le courant collecteur de Q<sub>1</sub> = 2N35 soit de 0,1 mA (100 μA). La tension de sortie est d'environ 0,5 V efficace, ce qui oblige à la brancher à l'entrée d'un amplificateur du niveau « sortie électrice » ou entrée PU piézo.

La batterie est de 22,5 V, mais la consommation est de 100 μA environ, ce qui rend

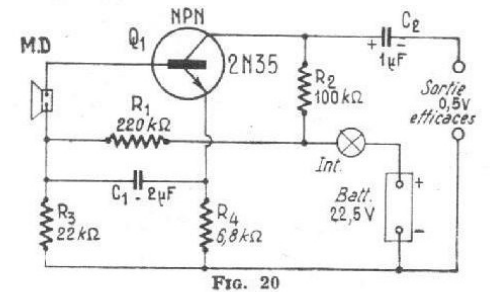


FIG. 20

sa durée très longue, l'amplificateur pouvant même rester branché en permanence.

On peut monter tout l'amplificateur sur une petite plaquette en aluminium fixée sur le dynamique.

### REFERENCES

Documentation La Radiotechnique, Cossem, Thomson, Sylvania.