

AMPLIFICATEUR 2 x 25 W à transistors silicium

GENERALITES

L'EXTENSION de l'utilisation des transistors dans le domaine de la haute fidélité a permis de réaliser des ensembles très compacts capables de délivrer des puissances importantes avec des caractéristiques qualitatives très satisfaisantes. Jusqu'à présent, l'utilisation de transistors silicium avait été réservée à la réalisation d'ensembles professionnels onéreux. Il est maintenant possible, grâce à la grande diffusion de transistors de puissance silicium à structure plane, de réaliser des ensembles à grande fiabilité et à performances poussées.

On sait, en effet, que le silicium offre l'avantage de réduire les effets néfastes de l'élévation de température sur les dispositifs à semi-conducteur, et de diminuer considérablement les courants de fuite.

C'est fort de ces considérations que la Société Robur a entrepris la commercialisation d'un ensemble stéréophonique de 20/25 W efficaces utilisant *exclusivement* des semi-conducteurs au silicium à partir d'une conception théorique éprouvée développée par J. Cerf (*).

L'ensemble se compose d'une série de circuits en câblage imprimé offrant l'avantage d'une très bonne reproductibilité, d'une

facilité de réalisation et de mise au point. Ces circuits sont les suivants :

- 2 circuits amplificateurs de puissance ;
- 2 circuits préamplificateurs ;
- 1 circuit régulateur de tension avec dispositif de protection par disjoncteur électronique.

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES

Les caractéristiques essentielles de cet amplificateur sont les suivantes :

- Puissance nominale : 2 x 25 watts en régime permanent.
- Réponse de l'ampli seul :
 - 15 Hz à 50 kHz : meilleure que $\pm 0,5$ dB à 5 W ;
 - 15 Hz à 50 kHz : meilleure que $\pm 0,5$ dB à 20 W.
- Distorsion harmonique à puissances nominales :
 - inférieure à 0,2 % à 1 kHz ;
 - inférieure à 0,4 % à 20 kHz.
- Preamplificateur correcteur incorporé.
- Equipé de transistors au silicium.

- Réponse naturelle du préampli (en l'absence des filtres) : 15 à 100 kHz.
- Correcteurs graves et aigus séparés sur chaque voie ; efficacité des corrections : ± 15 dB à 20 Hz et 20 kHz.

- Commutateurs de fonctions :
 - mono droite ou gauche ;
 - stéréo normale ou inverse ;
 - droite + gauche.
- Commutateurs des entrées :
 - PU 1 magnétique 10 mV à 1 kHz (impédance 68 k Ω) correction RIAA ;
 - PU 2 magnétique 5 mV à 1 kHz (impédance 47 k Ω) correction RIAA ;
 - Radio : 100 mV à 1 kHz (impédance 100 k Ω) ;
 - Lecture de bande (monitoring) 15 mV à 1 kHz (impédance 47 k Ω) correction normalisée.
- Auxiliaire n° 1 : 250 mV à 1 kHz (impédance 47 k Ω).
- Niveau de saturation : 20 dB au-dessus du maxi.
- Niveau de bruit inférieur à - 65 dB sur entrées bas niveau.
- Filtres de coupures : passe bas : a) 15 kHz ; b) 7 kHz.
- passe haut : 40 Hz.
- Balance ± 100 %.
- Sortie magnétophone.
- Alimentation régulée 80 VA avec dispositif de sécurité électronique.
- Sortie pour casque Hi-Fi (sortie de préampli).

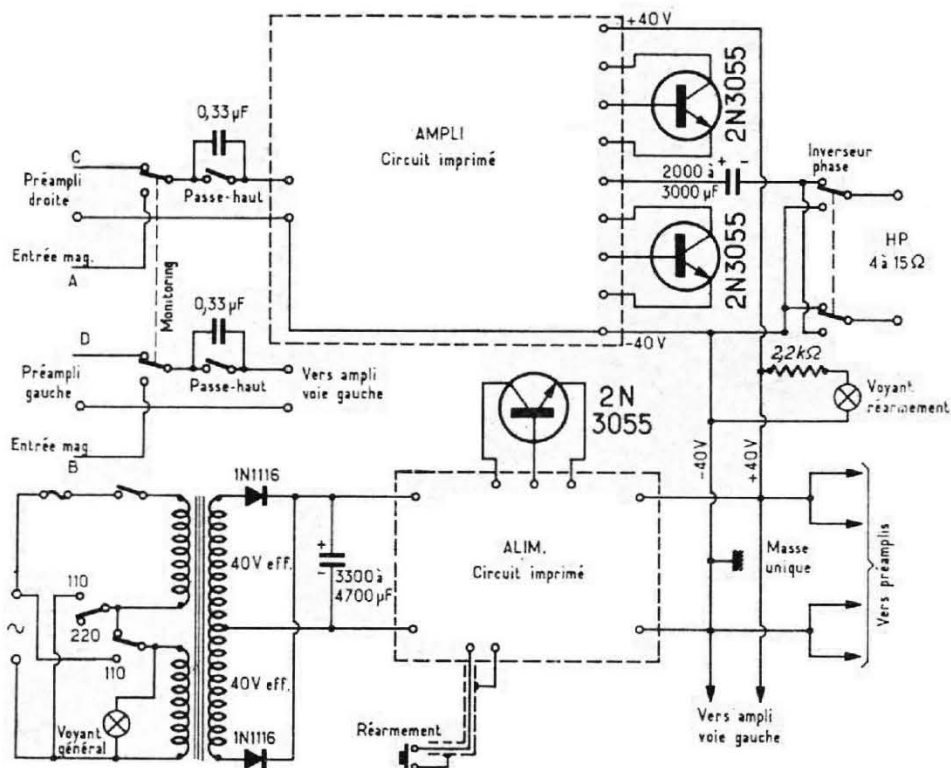


Fig. 1 b

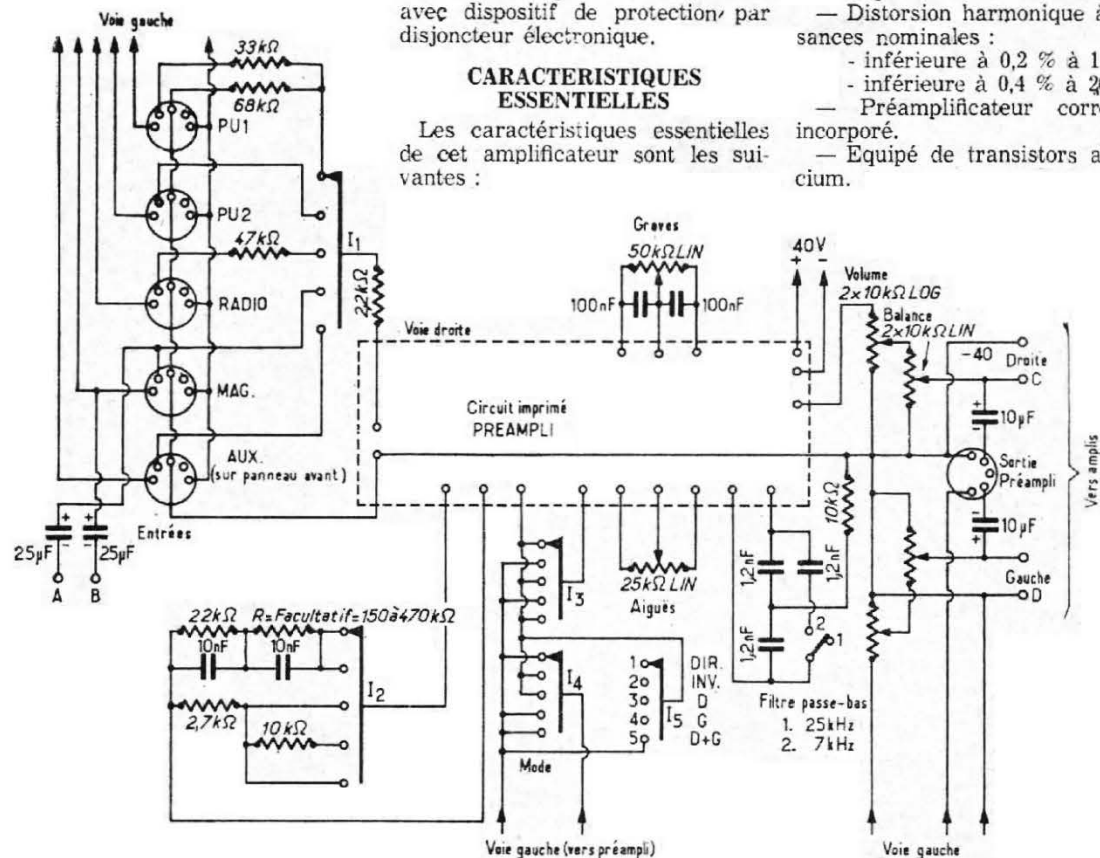


Fig. 1

(*) Réf. bibl. : « Revue du son ».

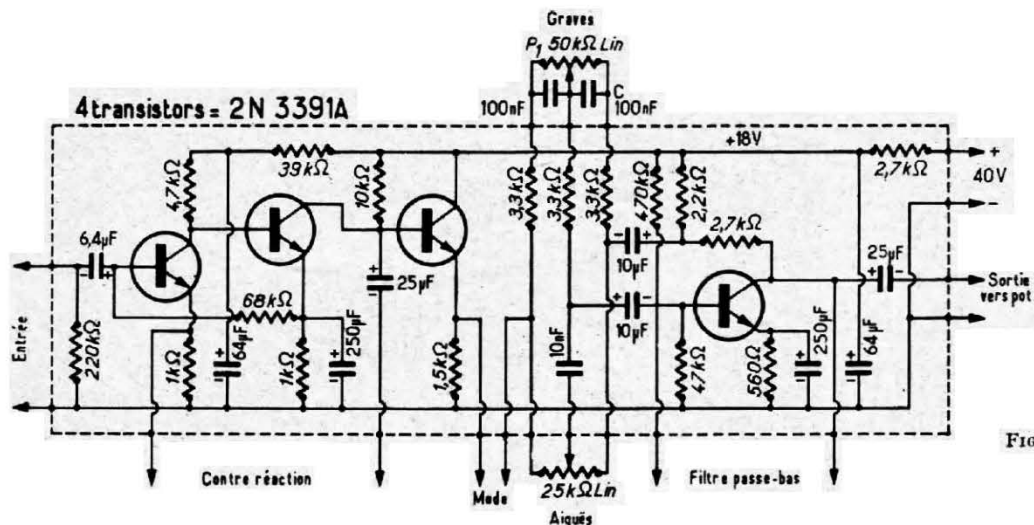


Fig. 2

- Inverseur de phase.
- Réponses transitoires :
 - pente 30 % pour 5 ms.
 - temps de montée : 5 μs.

SCHEMA DE PRINCIPE

Le schéma de la figure 1 montre clairement les différentes liaisons à réaliser entre les éléments extérieurs et les circuits imprimés préamplificateurs, amplificateurs et alimentation, les schémas de ces trois circuits étant publiés séparément.

L'AMPLIFICATEUR

L'amplificateur de puissance (voir fig. 2), comporte 6 transistors. Il est de conception classique (push-pull classe B). La puissance est obtenue au moyen d'une paire de 2N3055 (T5 et T6) dont les caractéristiques sont très intéressantes :

Dissipation max. théorique : 115 W.

Tension collecteur émetteur max. : 100 V

Tension de saturation à 4 Amp. : 1,1 V.

Résistance thermique jonction : 1,5 °C/W.

Produit gain × bande : 800 kHz.

Dans cet amplificateur, les transistors de sortie, disposés sur de larges dissipateurs, sont utilisés bien en deçà de leurs performances maximales.

L'examen du schéma de la fig. 1 nous permet de voir que l'attaque des transistors de puissance est réalisée au moyen d'une paire PNP/NPN : 2N4037 - 2N3052 (T3 - T4) particulièrement bien adaptée à l'attaque des 2N3055. Les bases des transistors drivers sont réunies par l'ensemble D2, D3 et R13 monté en série pour permettre d'obtenir les courants base adéquats pour le fonctionnement du point de repos de courant des 2N3055 vers 20 mA à froid (≠ 100 mA max à 60 °C).

Le réglage de ce courant se fait au moyen de la résistance R13 ajustable.

Les transistors T1 et T2 constituent l'amplificateur de tension à liaison directe destiné à attaquer les bases des drivers dans les meilleures conditions.

On notera que la tension collecteur de T1 est abaissée à 6 volts et régulée par la diode Zener D. Ceci permet d'éviter toute dérive et de limiter le bruit du premier étage.

Comme l'ensemble de l'amplificateur est à liaison directe. Il est

important que le point de fonctionnement du transistor d'entrée soit stabilisé dans les meilleures conditions (on sait que les diodes Zener 6 V ont la meilleure régulation en fonction des conditions d'environnement thermique).

Le réglage de symétrie en sortie

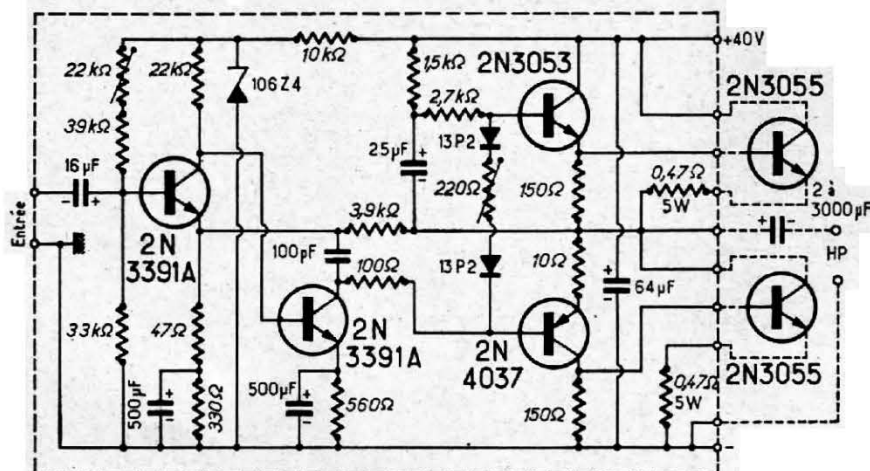
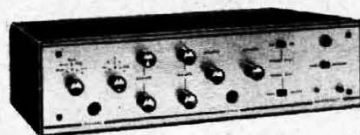


Fig. 3

DECRIE CI-CONTRE

AMPLIFICATEUR STÉRÉO "WERTHER50"

2 x 25 WATTS



Etude Jean CERF
Entièrement équipé de
TRANSISTORS et DIODES
AU SILICIUM
★ HAUTE-FIDELITE
★ HAUTE-FIABILITE

Présentation, face AV gravure noire
sur fond alu brossé
Coffret façon teck - Dim. : 41 x 23 x 11 cm

- REPONSE de l'Ampli seul : 15 Hz à 50 kHz < ± 0,5 dB à 20 watts.
- DISTORSION HARMONIQUE < 0,2 % à 1 kHz.
- à puissance nominale < 0,4 % à 20 kHz

PREAMPLIFICATEUR CORRECTEUR INCORPORE

- ★ Réponse du Préampli (en absence de filtres) = 15 Hz à 100 kHz.
- ★ Correcteur « Graves » « Aiguës » sur chaque voie.
- ★ Efficacité des corrections : ± 15 dB à 20 Hz et 20 kHz.
- ★ Niveau de bruit > - 65 dB sur entrées bas niveau.

ALIMENTATION REGULEE avec DISPOSITIF DE SECURITE ELECTRONIQUE

- L'ENSEMBLE : Coffret bois, châssis, façade et plaquettes Circuits imprimés **199,00**
- Toutes les pièces complémentaires **385,00**
- Le jeu de Transistors et diodes au SILICIUM **368,00**
- FACULTATIF : 4 refroidisseurs pour Etages déphaseurs. NET **9,00**

R A D I O

Robur
TELEVISION

102, boulevard Beaumarchais

PARIS (11*) - Tél. : 700-71-31

C.C. Postal 7062-05 PARIS

R. BAUDOUIN, Ex-Prof. E.C.E.

COMPLET
PRIX DE LANCEMENT
NET .. **749,00**

est obtenu au moyen de la résistance ajustable R3 de 22 kΩ qui règle le courant de base de T1 et permet d'avoir en A une tension continue au repos sensiblement égale à la moitié de la tension d'alimentation, soit 20 V.

Dans l'émetteur de T1 (2N3391A à faible bruit) est disposé l'ensemble R5 + R4 (en parallèle avec C2). La contre-réaction statique et dynamique est réalisée par la résistance R10 de 3,9 kΩ entre le point A et l'émetteur de T1. Pour les tensions continues, le condensateur C2 ne joue pas ce qui permet d'obtenir une très bonne stabilité du point de fonctionnement. La contre-réaction dynamique est réduite par C2, ce qui améliore la sensibilité tout en conservant au taux de distorsion harmonique une valeur suffisamment basse (de l'ordre de 0,3 %, à la puissance nominale de 20 Hz à 20 kHz).

Le collecteur de T1 est relié à la base de T2 monté de façon classique ; T2 étant alimenté par

la mise en série de R11, R12, R13, D1, D2 et R9.

Le condensateur C10 disposé entre le collecteur de T2 et l'émetteur de T1 permet une contre-réaction sélective sur les fréquences élevées, enlevant ainsi à cet amplificateur sensible toute velléité d'accrochage en régularisant la courbe de phase.

La régularisation thermique de l'ensemble est assurée par les diodes D2 et D3 disposées contre le corps des résistances d'émetteur des transistors de puissance : toute augmentation de courant continu moyen dans la paire de sortie augmente à son tour la température des résistances d'émetteur ce qui a pour conséquence d'abaisser la résistance équivalente des diodes D1 et D2 et par voie de conséquence de diminuer le courant de sortie. Il est à noter que l'utilisation de deux diodes permet d'obtenir une stabilisation même si le courant d'un seul 2N3055 venait à croître en dehors des limites de sécurité (emballement thermique). Par ailleurs, le fait d'utiliser des diodes silicium (13P2) offre la garantie que la loi de variation de la résistance équivalente des diodes

est la même que celle des transistors silicium T3 et T4. A ce propos on notera que T3 (qui est un PNP) est aussi du type silicium.

La classique réaction positive obtenue par C5 branché entre le point A et le point commun aux résistances R11 et R12 améliore la forme d'onde aux fréquences élevées et la réponse aux transitoires.

La tension alternative efficace maximale obtenue en A est de l'ordre de 12 volts. Après élimination de la tension continue par le condensateur C7 (2 000 à 3 000 μ F) on peut donc brancher un haut-parleur dont l'impédance dynamique peut être comprise entre 4 Ω et 15 Ω . (La résistance de source est inférieure au quart d'ohm.) La puissance efficace continue obtenue se déduit immédiatement de la relation $W = \frac{U^2}{R}$ si U est la

tension efficace en sortie et R la résistance dynamique du haut-parleur. C'est ainsi que pour une tension d'alimentation de 40 volts qui permet d'atteindre 12 V eff. sur la charge, on aura environ :

- 30 W sur 4 ohms ;
- 28 W sur 5 ohms ;
- 20 W sur 7 ohms ;
- 10 W sur 15 ohms (*)

Les caractéristiques de l'amplificateur seul sont les suivantes : (Pour une puissance de 20 W eff. sur 5 Ω .)

Bande passante : 15 Hz à 70 kHz à ± 1 dB.

Sensibilité : meilleure que 150 mV pour 20 W.

Le débit varie de 1 A à 1,4 A pour 20 W/5 Ω .

Le temps de montée des créneaux est de 5 μ s et la pente est de 10 % pour 5 ms.

La dissipation thermique des transistors drivers et de puissance est telle (sur radiateurs) qu'il est

(*) Il est possible d'augmenter la puissance à 12 W sur 15 Ω en portant la tension d'alimentation à 45 volts.

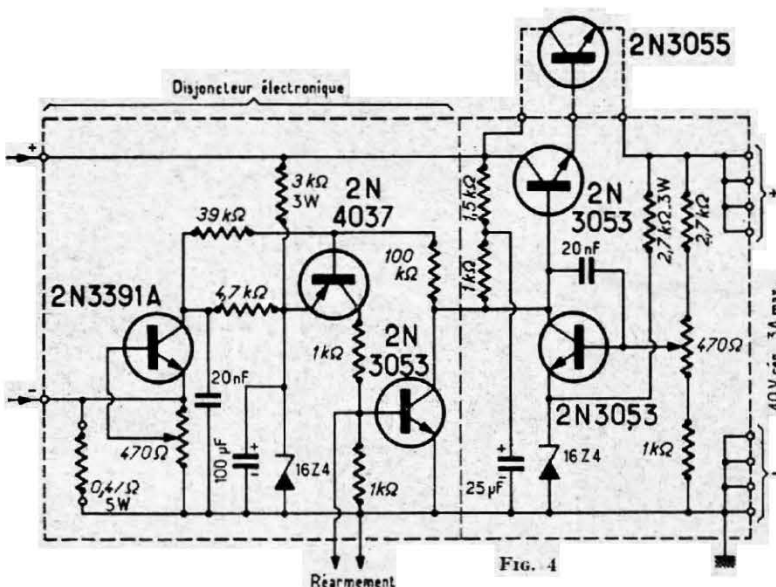


FIG. 4

possible de maintenir une puissance « musicale » de 20 W en permanence à 20 kHz, ce qui est un indice de robustesse et de fiabilité important.

L'amplificateur, à l'exception des transistors T5 et T6 est entièrement réalisé en câblage imprimé.

PREAMPLIFICATEUR

Etudié dans le but d'obtenir de bonnes performances, notamment du point de vue bruit de fond, le préamplificateur a été entièrement réalisé au moyen de transistors à structure planar spéciaux (voir fig. 3 R).

Il comporte 4 transistors du même type 2N3391A.

L'entrée commutable (S1a) permet le fonctionnement sur PU magnétique (sensibilité 4 à 5 mV, correction RIAA), lecteur de bande magnétique (sensibilité 5 mV), sur radio (50 à 100 mV) ou sur entrée auxiliaire (sensibilité à définir suivant les besoins). Une modification simple permet de modifier les valeurs ci-dessus annoncées. L'impédance d'entrée est de 47 k Ω (sauf 100 k Ω sur position radio).

Les correcteurs PU et magnétophone ainsi que les variations de

sensibilité sont entièrement obtenues par un dispositif à contre-réaction (commutateur S1b) du collecteur de T2 à l'émetteur de T1. On peut voir à l'entrée une résistance R2 de 2,2 k Ω qui permet d'éviter le « clac » de commutation en liaison avec R7 (décharge de C3).

Les transistors T1, T2 sont en liaison directe suivant un schéma devenu classique. La polarisation du courant base de T1, obtenue par R9 depuis l'émetteur de T2 assure une excellente stabilité.

Cependant l'impédance de sortie de T2 a été estimée trop élevée pour obtenir un contrôle de tonalité efficace sur les fréquences basses (graves) et le transistor T3 monté en émetteur follower assure l'indispensable abaissement d'impédance.

Le commutateur S2 (I3, I4, I5) assure le choix du mode :

- Stéréo directe ou inverse.
- Mono droite ou gauche.

Le contrôle de tonalité, dérivé du montage Baxendall est classique. Le fait d'utiliser une attaque à basse impédance permet d'obtenir une remontée de 18 dB des graves et de 20 dB des aigus (voir cour-

bes). En fonction linéaire, la transmission est assurée entre 7 Hz et 100 kHz à ± 1 dB.

Le transistor T4 de sortie est équipé d'un dispositif de filtre coupe aigus relativement simple. Son efficacité dépend des paramètres choisis. La position 8 kHz est utilisable pour l'écoute des émissions radio AM ou de disques assez usés... ! Le filtre agit en contre-réaction afin d'améliorer la forme des signaux au voisinage de la coupure.

La sortie s'effectue sur le collecteur de T4 à travers le dispositif de balance (efficacité 100 %) et celui de réglage de volume. Une sortie auxiliaire peut être prévue (impédance inférieure à 5 k Ω).

Pour des raisons évidentes de facilité de réalisation, la tension d'alimentation du préamplificateur est la même que celle de l'amplificateur. Toutefois, au moyen de R24, cette tension est abaissée à 18 V pour permettre un meilleur fonctionnement du préamplificateur. Le condensateur C17 assure un filtrage contre l'intermodulation et la diaphonie.

L'ensemble des circuits du préamplificateur est disposé sur une plaquette en câblage imprimé (une par voie) de faibles dimensions. Aucune mise au point n'est prévue. L'utilisation de résistances à 5 % et de composants de première qualité assure une excellente reproductibilité.

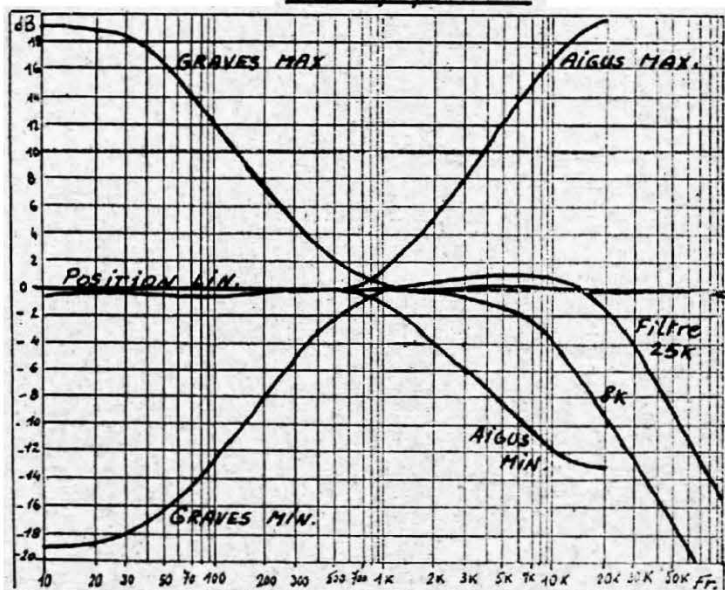
La tension de sortie est de 300 mV eff. pour les sensibilités annoncées. Le rapport signal/bruit est meilleur que 65 dB en position linéaire.

La distorsion est toujours inférieure à 0,2 %. La saturation en sortie est obtenue pour un niveau d'entrée supérieur à dix fois la valeur nominale à l'entrée, ce qui évite de déformer les signaux avant leur acheminement vers les amplificateurs.

ALIMENTATION REGULEE

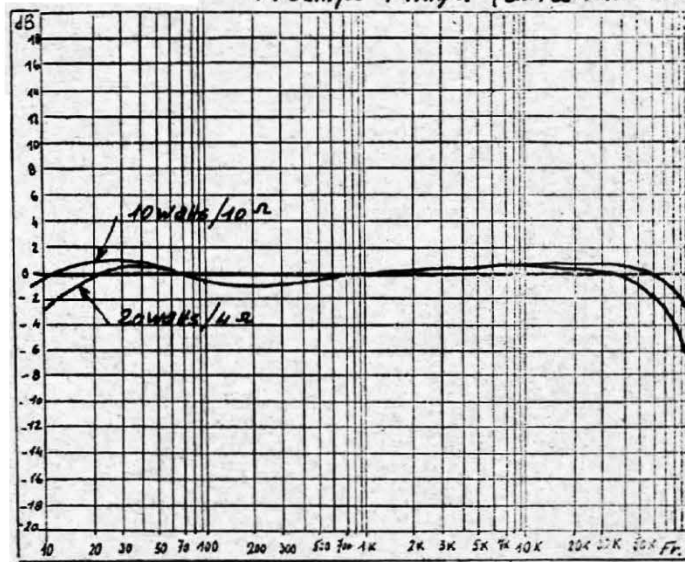
Il est notoire que l'utilisation d'amplificateurs de puissance en classe B entraîne une variation instantanée assez grande du débit

Préamplificateur



Reponse Globale en Frequence

Preampli + Ampli (Entrée Aux. 30mv)



fourni par la source d'alimentation. Dans le cas où cette dernière a une résistance interne assez grande, ceci entraîne une « modulation » de la tension d'alimentation, source bien connue de diaphonie.

Pour pallier cet inconvénient, l'utilisation d'un régulateur s'impose.

Le schéma de la figure 4 montre la façon dont a été conçue cette alimentation régulée.

Elle comporte trois parties :

- L'alimentation non régulée.
- Le régulateur.
- Le système de protection par disjoncteur électronique.

Le transformateur TR1 à faible flux de fuite possède un secondaire de 90 V eff. à point milieu afin de permettre un redressement à double alternance au moyen des diodes silicium D1 et D2. Le condensateur C1 assure un pré-filtrage. La tension continue avant régulation

est de l'ordre de 60 V. Le fusible F1 placé en amont, sur le primaire du transformateur d'alimentation assure la protection de ce transformateur contre un éventuel court-circuit de C1.

Le régulateur représenté à la partie droite du schéma comporte un transistor ballast T6 2N3055 monté sur radiateur commandé par le transistor T5.

Le transistor T4 assure la comparaison entre la tension de réf-

rence fournie par la diode Zener D4 1624 (12 V) et une fraction de la tension de sortie délivrée par le pont R12, R13 et R14. La résistance R13 de 470 Ω est ajustable afin de permettre un réglage de la tension de sortie entre 38 et 45 V. Le résultat de cette comparaison est appliqué sur la base de T5 assurant ainsi une régulation très efficace (résistance interne de l'ordre de 0,1 Ω au débit maximal).

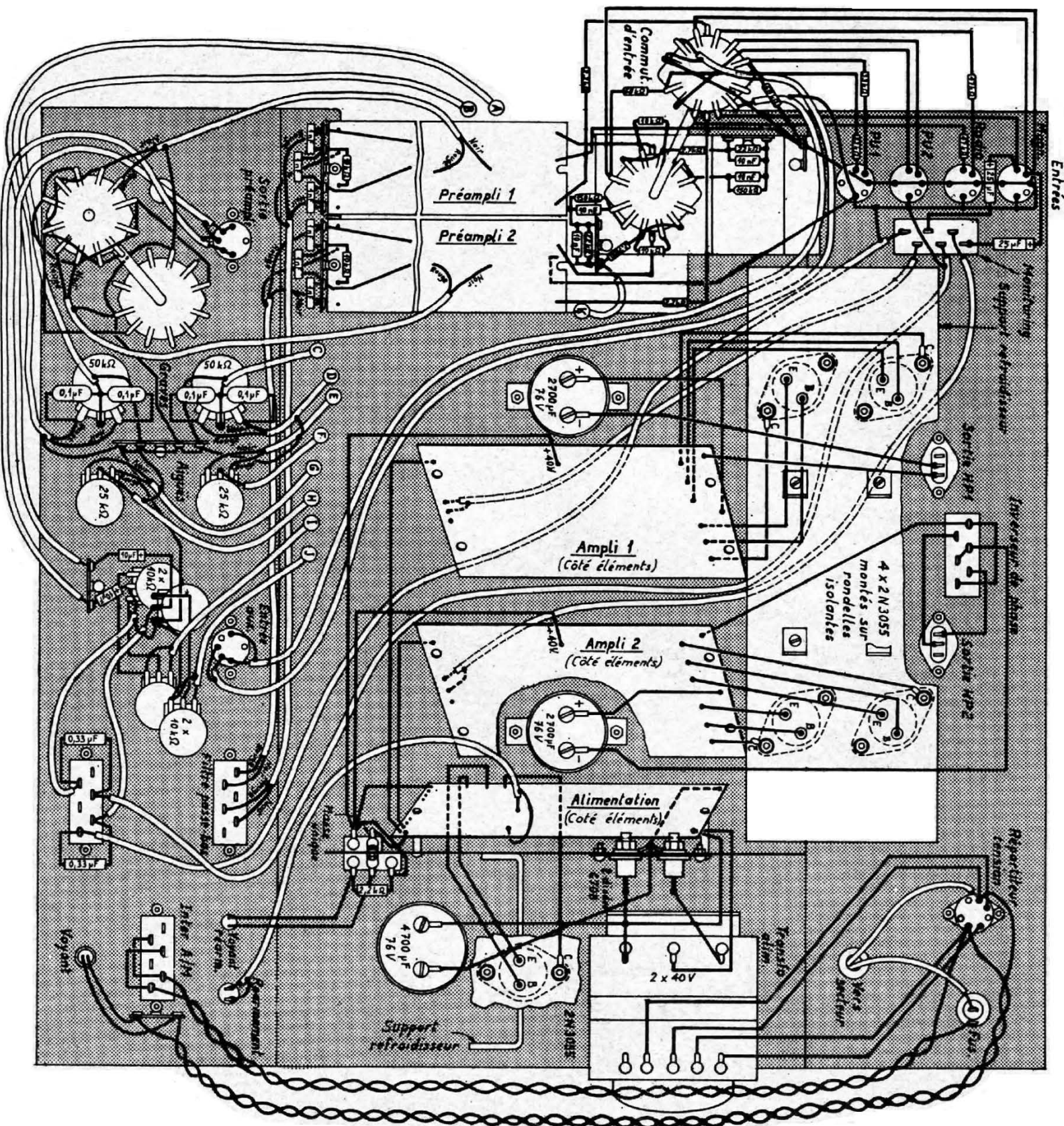


Fig. 5

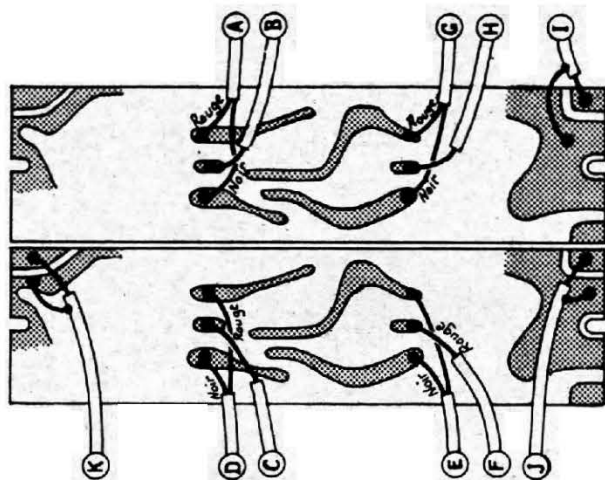


Fig. 5 b

On notera : un filtrage du courant d'alimentation de T4 par R10-C4, l'alimentation de la diode Zener de référence à partir de la tension régulée et la protection du régulateur contre les oscillations parasites à haute fréquence par le

sortie de la même façon qu'un disjoncteur mécanique avec l'avantage d'une action très rapide (quelques dizaines de microsecondes).

Lorsque la cause du court-circuit ayant provoqué la disjonction aura

l'un des transistors de la bascule T2/T3 et, si le court-circuit intempestif a disparu, la tension de sortie réapparaît à nouveau.

Comme on connaît l'aptitude des transistors à la destruction rapide à la suite d'un malencontreux court-circuit, on appréciera l'utilité de ce dispositif.

Afin de permettre à la bascule de se trouver toujours dans la position bloquée lors de la mise sous tension, une constante de temps obtenue par R5/C3 a été établie. De même le condensateur C2 de 20 nF protégera le déclenchement du disjoncteur sous l'effet d'un parasite impulsionnel très bref.

MONTAGE ET CABLAGE

Cet amplificateur est présenté dans un coffret, dont les dimensions sont les suivantes : largeur 420 mm, hauteur 190 mm, profondeur 240 mm. Les différentes commandes sont groupées sur le côté avant : commutateurs d'entrée et de mode, réglages séparés des graves et des aiguës, du volume, de

celles d'entrée auxiliaire et de sortie des préamplificateurs.

Le côté arrière comporte quatre prises DIN d'entrée (PU1, PU2, radio et magnétophone) les deux prises de sortie haut-parleurs avec l'inverseur de phase des haut-parleurs, le répartiteur de tension 110-220 V et le fusible de l'alimentation secteur.

La réalisation de cet amplificateur est facilitée par un câblage aéré dû à l'emploi d'un coffret de dimensions suffisantes et l'utilisation de plusieurs circuits imprimés qui sont câblés avant d'être fixés au châssis principal.

Commencer par fixer sur le panneau avant et le côté arrière les éléments représentés par la vue de dessus de la figure 5 qui montre ces deux côtés rabattus. Les quatre transistors de puissance des deux amplificateurs sont isolés par leurs rondelles et fixés sur un radiateur de 285 x 80 mm, monté parallèlement au côté arrière par quatre entretoises de 25 mm de longueur. Les deux entretoises de

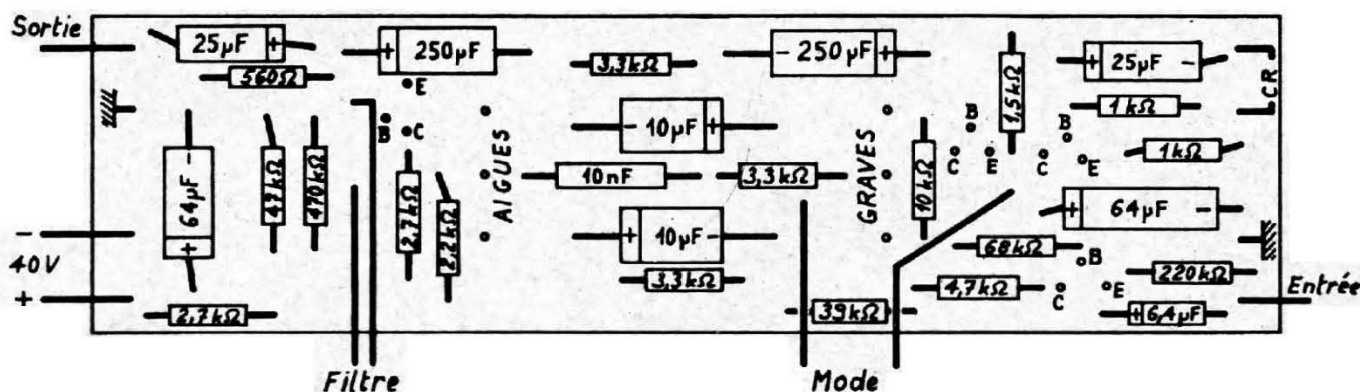


Fig. 6

condensateur C5 branché en contre réaction sur T4.

Le dispositif de protection électronique par disjonction est une précaution supplémentaire pour éviter la destruction des transistors situés en aval, c'est-à-dire :

- Protection des transistors du régulateur.
- Protection des transistors des amplificateurs.
- Protection éventuelle des enceintes HI-FI.

Le principe de ce disjoncteur est le suivant :

La résistance R1 de 0,47 Ω est disposée en série dans le « moins » de l'alimentation. Une tension proportionnelle au débit est développée aux bornes de cette résistance. Cette tension, réglable par R2, sert à débloquer le transistor T1. Lorsque ce dernier débite, sa tension collecteur, primitivement de 12 V (Zener D3) est abaissée à 1 V environ. Ceci entraîne la conduction immédiate des transistors T2 et T3 qui forment une bascule et, notamment, la tension collecteur de T3 devient presque nulle. La conséquence est que T4 est bloqué, entraînant également le blocage de T5, puis de T6 et la tension de sortie du régulateur s'annule.

Ce phénomène irréversible maintient la coupure de la tension de

été découverte, il sera possible de réarmer ce disjoncteur soit en coupant momentanément la liaison du collecteur de T2 à la base de T3, soit en mettant à la masse par un bouton-poussoir la base de T3. De cette façon, on bloque à nouveau

la balance, commutateurs à glissière des filtres passe-bas et passe-haut, interrupteur à poussoir de réarmement du disjoncteur électronique de l'alimentation secteur régulée. Les deux prises DIN accessibles sur le côté avant sont

gauche de ce radiateur supportent également deux blindages des prises d'entrée et du commutateur d'entrée, perpendiculaires au fond du châssis. Le radiateur précité supporte, par l'intermédiaire d'équerres, les deux circuits im-

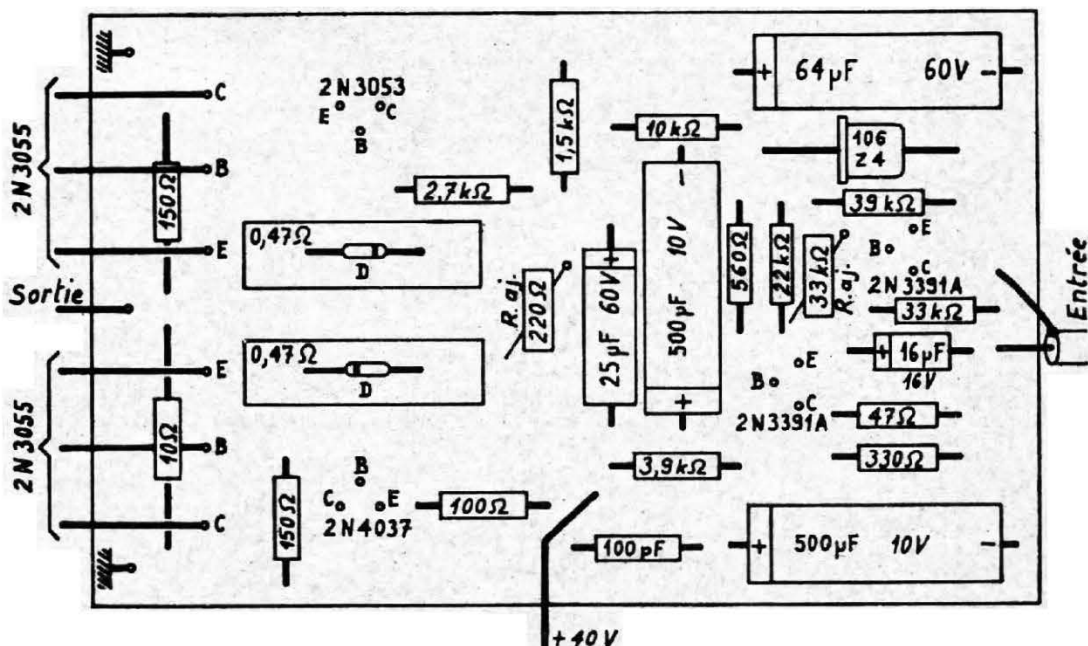


Fig. 8

Mais oui!

Le deuxième numéro de
« VOUS SAUREZ TOUT »
 paraît, comme le premier,
 sur 68 pages grand format
 quatre couleurs et justifie
 son sous-titre : **ENCYCLO-
 PEDIE POUR TOUS.**

« La Longue Marche » qui porta au pouvoir Mao Tsé-toung vous est expliquée sans passion, sans parti-pri et avec clarté. « La Radio-Activité » n'aura plus de secret pour vous. Renoir, le maître incontesté des Impressionnistes, occupe cinq pages de ce nouveau numéro avec des merveilleuses reproductions en couleur. Vous saurez enfin clairement et explicitement ce que sont les lazars. Mille et un autres des problèmes qui se posent à vous trouveront leur explication à la lecture claire, agréable et distrayante de « VOUS SAUREZ TOUT ».

La collection de « VOUS SAUREZ TOUT » constitue pour vous une indispensable encyclopédie. Hâtez-vous donc de demander à votre dépositaire de journaux habituel le dernier numéro paru. S'il manque d'exemplaires, il nous les réclamera et vous l'aurez bientôt.

Si toutefois vous ne trouviez pas « VOUS SAUREZ TOUT » chez votre libraire envoyez un chèque postal de 5 francs à LA PRESSE, 142, rue Montmartre, Paris-2^e (Paris 3882-57) et il vous sera envoyé par retour. Vous pouvez également demander le n° 1, dont il reste quelques exemplaires au prix de 5 francs, pour commencer la plus intéressante des collections de votre bibliothèque.

Wait out!

Les deux circuits imprimés des préamplificateurs sont fixés parallèlement au fond du châssis à

mentation est représenté par les figures 6, 7 et 8. Toutes les indications concernant le branchement des transistors et les liaisons extérieures aux circuits sont mentionnées. Sur le circuit amplificateur, les deux résistances bobinées de $0,47 \Omega$ se trouvent au-dessus des deux diodes D.

la figure 1 et au plan de câblage de la figure 5.

Réalisé dans un esprit de sécurité d'emploi, de facilité de réalisation et de mise au point, cet ensemble amplificateur HI-FI sté-

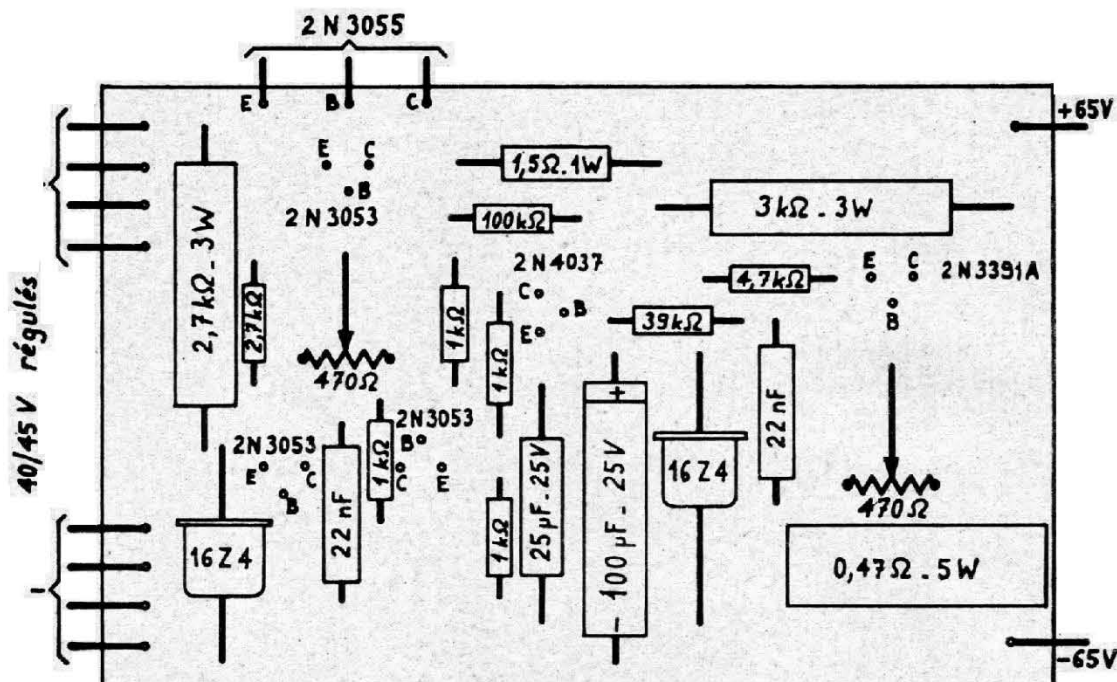


FIG. 7

une distance de 10 mm par des entretoises isolées. Leur côté circuit imprimé se trouve en regard d'une fenêtre rectangulaire permettant de réaliser les différentes liaisons par fils blindés. Une plaque métallique est prévue pour protéger ces circuits lorsque le montage est terminé.

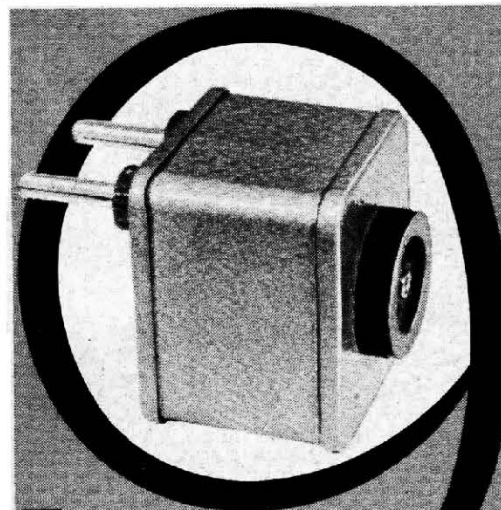
Les deux diodes redresseuses au silicium sont montées sur une plaque isolante de bakélite, vissée sur une échancrure d'une plaque métallique fixée perpendiculairement au côté arrière. Cette plaque supporte d'un côté le circuit alimentation fixé par deux entretoises de 10 mm et, de l'autre, le radiateur du transistor de puissance de l'alimentation. Comme le radiateur des transistors de l'amplificateur, le radiateur du transistor alimentation est en aluminium de 3 mm d'épaisseur.

Parmi les autres particularités de montage mécanique à mentionner, signalons la fixation, après câblage, du commutateur d'entrées sur une équerre spéciale vissée au fond du châssis et l'emploi d'un prolongateur d'axe pour la commande de ce commutateur. Les trois condensateurs électrochimiques (deux de 2 700 μ F pour les liaisons aux haut-parleurs et le condensateur de filtrage de 4 000 μ F) ont leurs boîtiers maintenus par des colliers spéciaux vissés au fond du châssis.

Le câblage séparé des éléments supérieurs des circuits imprimés de l'un des préamplificateurs, de l'un des amplificateurs et de l'ali-

La dernière phase du câblage consiste, après avoir fixé les circuits imprimés aux emplacements indiqués à effectuer les liaisons aux éléments extérieurs, conformément au schéma de principe de

réophonique, qui allie des performances élevées à un encombrement très réduit, séduira les connaisseurs à qui il procurera les joies de la HI-FI dans les meilleures conditions.



100 à 240 V sans commutation

alimentation prise de courant pour transistor 9 V

DOCUMENTATION SUR DEMANDE

E^{TS} P. MILLERIOUX

187-197, ROUTE DE NOISY-LE-SEC, 93-ROMAINVILLE - TEL. 845.36.20 et 21