



M 1226 - 81 - 40 00 F



NUMERO SPECIAL FORUM DU KIT 90

- COURS N°21 : CONNAISSANCE DE L'ELECTRONIQUE ; AMPLIFICATEURS
- PREAMPLIFICATEUR FAIBLE BRUIT
- AMPLIFICATEUR 2 x 50W CLASSE A
- AMPLIFICATEUR 2 x 50W CLASSE A.B
- ANALYSEUR DE SPECTRE

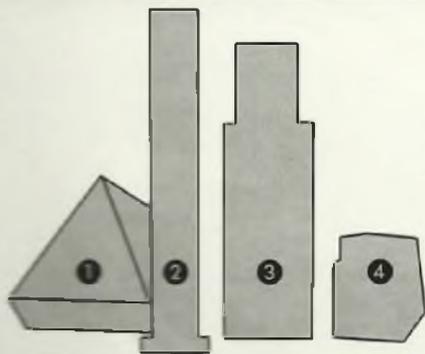
LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

LeD

N°81

ISSN 0769-7409

UNE AUTRE DIMENSION DU KIT



❶ **BACCARA SYSTEME TRIPHONIQUE.** Caisson de graves à charge symétrique, fonctionne en doublet acoustique. Bande passante 38 à 180 Hz à - 3 dB. Puissance programme admissible 100 W. Rendement 90 dB 1 W 1 m. Forme pyramidale. Dim. : base 496 x hauteur 520 mm.

❷ **BACCARA SYSTEME TRIPHONIQUE.** Caisson médium aigu, formaté spatialement. Bande passante 180 à 21.000 Hz. Puissance programme admissible 100 W. Rendement 90 dB 1 W 1 m. Dim. : H 1100 mm L 220 mm.

❸ **ANDROÏDE VERSION IV.** Enceinte COLONNE système bass reflex. Technologie KEVLAR. 3 voies. Bande passante 35 à 21.000 Hz - 3 dB. Puissance programme admissible 250 W. Rendement 91 dB 1 W 1 m. Dim. : H 950 L 300 P 280 mm.

❹ **ASTEROÏDE VERSION IV.** Enceinte "COMPACT" système bass-reflex. Technologie KEVLAR. 2 voies. Bande passante 55 à 20.000 Hz - 3 dB. Rendement 89 dB 1 W 1 m. Puissance programme admissible 50 W. Dim. : H 300 x L 250 P 280 mm.

TOUS NOS MODELES SONT DISPONIBLES A VOTRE CHOIX AVEC LEUR KIT D'EBENISTERIE.

C
A
F

CREATIONS
ACOUSTIQUES
DE
FRANCE

C.A.F B.P 595 - 75028 PARIS CEDEX 01 Tél. : (16-1) 34.24.08.80

Led

Société éditrice :
Editions Périodes
Siège social
1, bd Ney, 75018 Paris
Tél. : (1) 42.38.80.88
SARL au capital de 51 000 F
Directeur de la publication :
Bernard Duval

LED

Mensuel : 25 F
Commission paritaire : 64949
Locataire-gérant :
Editions Fréquences
Tous droits de reproduction réservés
textes et photos pour tous pays
LED est une marque déposée
ISSN 0753-7409

Services **Rédaction-
Abonnements** :
(1) 42.38.80.88 poste 7314
1 bd Ney, 75018 Paris

Rédaction
Ont collaboré à ce numéro :
Georges Matoré, Jean-Claude
Gaertner, Guy Chorein, Bernard
Duval, Gabriel Kossmann, René
Rateau.

(1) 42.38.80.88 poste 7315

Abonnements
10 numéros par an
France : 180 F
Etranger : 260 F

Petites annonces gratuites
Les petites annonces sont
publiées sous la responsabilité de
l'annonceur et ne peuvent se
référer qu'aux cas suivants :
- offres et demandes d'emplois
- offres, demandes et échanges
de matériels uniquement
d'occasion
- offres de service

Réalisation
Dessins et montage
Thierry Pasquier

Composition
Eli Systemes - Paris
Photogravure
Sociétés PRS/PSC - Paris
Impression
Berger-Levrault - Nancy

4 PLAN DES SALONS DU FORUM DU KIT 90

6 LA CONNAISSANCE DE L'ELECTRONIQUE (COURS N° 21 : L'AMPLIFICATION EN PUISSANCE 3° GROUPE)

Les amplificateurs de puissance de signaux du troisième groupe, signaux alternatifs, sont assurément les plus connus. Ils sont omniprésents dans notre environnement, tout système de reproduction sonore en est pourvu. Nous allons les étudier ensemble.

16 ALIMENTATION AL 01 RESOLUMENT AUDIOPHILE

Les Audiophiles ont, depuis de nombreuses années, compris l'importance des alimentations et leur consacrent une part importante de leur budget. Nous vous proposons une alimentation basse puissance, haute performance, au rapport qualité/prix exceptionnel.

24 PREAMPLIFICATEUR FAIBLE BRUIT

De nombreux lecteurs nous ont réclamé un Préamplificateur de réalisation simple et pouvant piloter entre autres l'amplificateur pure classe A du Led n° 70. En voici la première partie. Performant, peu onéreux, il ne pourra que vous donner satisfaction.

32 KIT ENCEINTE "ASTEROIDE EVOLUTION IV"

Nous sommes en présence d'un

système à deux voies relativement classique quant à sa conception mais dont les nouveaux transducteurs apportent par rapport au précédent modèle des améliorations sensibles qui ne laisseront pas indifférents les amateurs. La présentation, comme pour toute la gamme des kits CAF, est toujours irréprochable.

36 AMPLIFICATEUR CLASSE A.B DE 2 x 50 Weff

Nous l'avons minutieusement mis au point pour ce Forum 90, modifié, remodifié, attentivement écouté de longues heures, afin que vous ayez entre les mains, si vous souhaitez en entreprendre la réalisation, un amplificateur au "top niveau", capable de faire face aux plus grandes marques de la Hi-Fi.

50 AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A DE 2 x 50 Weff

Toujours pour marquer ce quatrième Forum du Kit, nous vous proposons ce pure classe A de 2 x 50 Weff dérivé de la version publiée dans Led n° 70 (spécial Forum 89). C'est du très haut de gamme à bon marché, ce qu'ont reconnu les auditeurs qui ont écouté l'appareil puis écrit le face à face classe A/classe A.B.

66 FACE A FACE EN 2 x 50 Weff DES AMPLIFICATEURS CLASSE A ET CLASSE A.B

De la mesure poussée sur les deux appareils puis les résultats subjectifs d'écoute de spécialis-

tes de la Nouvelle Revue du Son et de L'Audiophile.

70 KIT ENCEINTE "LA CADETTE "

Audio Dynamique présente une colonne deux voies dont les performances et les caractéristiques démontrent que la simplicité est payante quand deux haut-parleurs classiques sont chargés par une caisse bien étudiée et bien amortie.

72 KIT ENCEINTE "LA CRISTAL 20"

Ce produit se situe au plus haut de la gamme des réalisations proposées au catalogue de Focal. Ce système trois voies comporte quatre haut-parleurs dont deux boomers de 26 cm polykevlar 10 K 617 dans le grave.

76 KIT ENCEINTE "MV9"

Cette dernière née de Davis Acoustics est sobre. La forme colonne offre les avantages d'occuper au sol une surface réduite et d'aligner les haut-parleurs à la hauteur des oreilles des auditeurs.

82 ANALYSEUR DE SPECTRE ET GENERATEUR DE BRUIT ROSE

Ces appareils indispensables sont destinés au réglage précis et objectif, d'un correcteur de fréquence de 10 canaux. L'expérience montre que seul un correcteur à 10 voies est capable de rétablir convenablement l'équilibre fréquentiel dans un local.

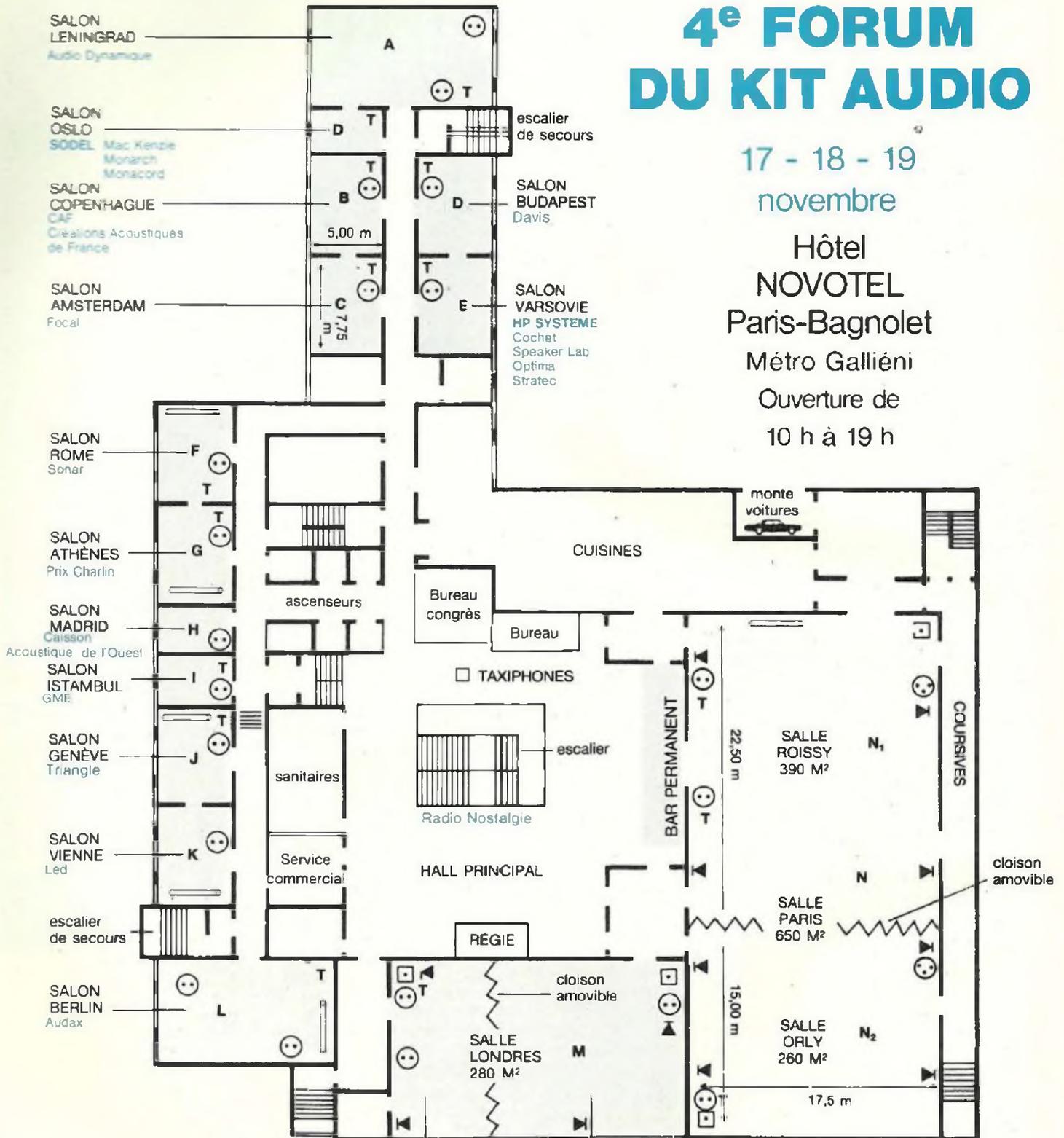
4^e FORUM DU KIT AUDIO

17 - 18 - 19
novembre

Hôtel
NOVOTEL
Paris-Bagnolet

Métro Gallieni

Ouverture de
10 h à 19 h



PLAN DES SALONS

Zapmag
Audio Contact
Atelier Audio
AFDERS
RAH
GNKA
TMS
EXPELEC
Peerless
Ardan

EUTERPE AUDIO
Audio Conversions
Audiokits
Bandor
Calsod
etc.
SIGNAL SON
HP Services
E. FREQUENCES
Livres et publications

Surface
d'exposition
soit environ
1 000 m²

4^e FORUM DU KIT AUDIO

A l'instar des publications passées où Led dédiait son "Spécial Forum" majoritairement aux enceintes acoustiques, cette année, une grande partie du contenu de la revue se trouve consacrée aux électroniques audio, toujours très délicates à aborder mais ô combien séduisantes à réaliser.

Amplificateur pure classe A, amplificateur classe AB, préamplificateur, analyseur de spectre se côtoient dans ce "Spécial Forum du Kit Audio" en dévoilant leurs atouts et attraits pour une séduction dépourvue de concessions.

Aussi, dans le but de profiter au mieux de ces superbes électroniques, Led a choisi d'étoffer les pages de son magazine d'un petit nombre de systèmes acoustiques de grande qualité qui ont tous été sélectionnés avec soin pour leur aptitude à retranscrire la musique.

Une fois n'est pas coutume à l'occasion de ce quatrième rendez-vous annuel, saluons avec le mérite qu'il se doit cette heureuse initiative de partenariat entre le GNKA et Led symbolisant l'attachement d'une revue spécialisée à une profession, à une passion.

Philippe Chartier
Vice-Président du GNKA

La connaissance de l'électronique

Les amplificateurs de puissance de signaux du troisième groupe, signaux alternatifs, sont assurément les plus connus. Ils sont omniprésents dans notre environnement, tout système de reproduction sonore en est pourvu. Nous allons les étudier ensemble...

LE HAUT-PARLEUR

C'est lui, à la sortie de la chaîne amplificatrice, qui restitue le son. Il transforme dynamiquement les signaux d'audiofréquences en mouvements alternatifs de son équipement bobine-membrane, imprimant aux couches d'air avoisinantes le déplacement répliqué de celui subi par la membrane du microphone lors de la prise de son (figure 1).

La bobine mobile du haut-parleur est un solénoïde parcouru par le signal sortie d'un amplificateur de puissance. Elle est le siège d'un champ électromagnétique à l'image du signal sortie. Soumise à l'influence d'un champ magnétique puissant, permanent et constant, elle se déplace sur son axe. Elle obéit à la loi de variation du signal, tout en l'imposant à son tour à la membrane, c'est ainsi que le son est reproduit électromécaniquement.

Il est très évident que l'équipage mobile bobine-membrane, dans son mouvement sur son axe, ne doit pas être gêné, freiné, contrarié. Il ne doit pas davantage être limité dans son excursion, par butée avant la fin normale de sa course.

En l'absence de signal, la bobine doit occuper la position centrale qui lui a été donnée d'origine, à la fabrication. Si un courant de repos (non nul) passe dans la bobine, il y installe un champ électromagnétique constant, lequel fait prendre à la bobine une position de repos différente, éloignée de sa position centrale naturelle.

De cela il résulte une altération de la reproduction sonore, une sorte d'écrêtage mécanique des signaux acoustiques restitués, ce que nous ne pouvons tolérer.

N'oublions pas de prendre nos dispo-

sitions pour placer la tension de sortie de repos des étages amplificateurs à mi-tension entre les limites des variations de cette tension de sortie. Nous avons ainsi pratiqué lors de notre étude des amplificateurs (n° 79) pour éviter l'écrêtage des valeurs extrêmes des signaux sortie, ceci n'exclut pas cela, ceci ne va pas sans cela.

LIAISON

PAR TRANSFORMATEUR

La figure 2 nous présente un transistor NPN en montage EC. Son collecteur est chargé par le bobinage primaire d'un transformateur de liaison dont le secondaire est, lui, chargé par la bobine mobile d'un haut-parleur adaptateur d'impédances.

Nous savons calculer les nombres de spires n_1 , que doit comporter le bobinage primaire et n_2 , que doit posséder le secondaire.

Nous savons que si R_L (ou Z_L) est la résistance de charge du secondaire, la résistance R_L ramenée au primaire a pour valeur :

$$R_p = \left[\frac{n_1}{n_2} \right]^2 R_L$$

Le bobinage primaire se voit sous cette résistance R_p (ou impédance), il est la résistance d'entrée d'un dipôle passif.

La résistance ohmique pure offerte par les bobinages d'un transformateur au courant continu est extrêmement faible, négligeable.

Par contre, en régime variable, les bobinages présentent une impédance de valeur élevée, que nous serions tentés de qualifier d'aussi importante qu'élevée...

La résistance de base R_b polarise la base du transistor (figure 2) en lui

apportant le petit courant I_B , lequel engendre le courant de collecteur de repos $I_C = \beta I_B$.

Le courant I_C , courant continu, fait naître dans le bobinage primaire du transformateur une chute de tension négligeable. De ce fait, la tension de collecteur de repos U_{CMo} est confondue avec la tension d'alimentation U_A .

$$U_{CMo} = (U_A - U_p \text{ bobinage}) \simeq U_A$$

Ainsi, en l'absence de signal, la puissance dissipée chez le transistor, en état de fonctionnement de repos, a pour valeur :

$$P_{T0} = (U_{CMo} \cdot I_C) = U_A \cdot I_C$$

Injectons un signal dans la base du transistor en supposant, ceci uniquement pour soulager le raisonnement, que ce signal soit un vrai signal alternatif sinusoïdal.

La présence de la tension instantanée U_E du signal entrée se traduit par l'apparition de la tension instantanée U_S du signal sortie dans le bobinage primaire qui charge le collecteur du transistor. La bobine mobile du haut-parleur est alors parcourue par le signal reproducteur du son, par l'intermédiaire du transformateur adaptateur (figure 3).

La tension instantanée U_S n'est autre que l'expression sinusoïdale de la tension maximale du signal sortie.

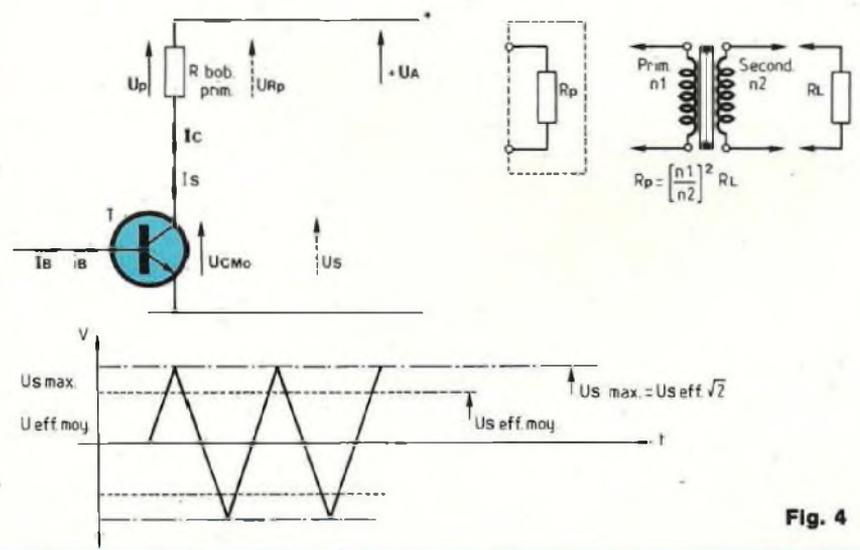
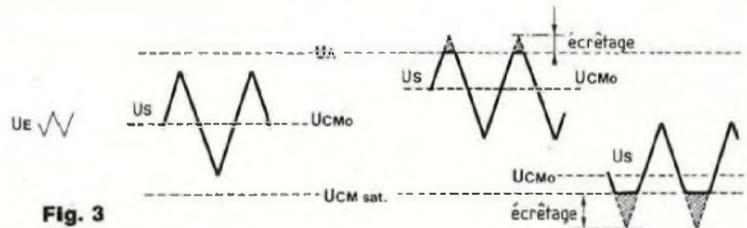
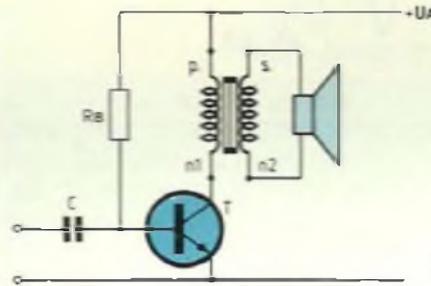
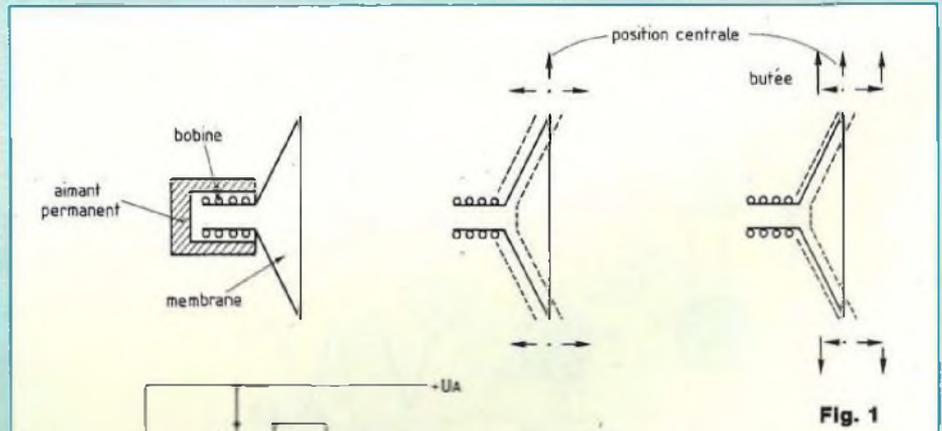
$$u_S = U_{S \text{ max}} \cdot \sin \omega t$$

La tension efficace moyenne $U_{S \text{ eff}}$ est exprimée par $\frac{U_{S \text{ max}}}{\sqrt{2}}$, $U_{S \text{ max}}$ étant la valeur maximale de la tension sortie, réplique amplifiée de celle du signal entrée (figure 4).

Le signal sortie est développé dans la résistance R_p (ou impédance Z_p), laquelle est l'impédance, ramenée au primaire, de la bobine du haut-parleur reproducteur du son.

La puissance développée dans le primaire a pour valeur $P = \frac{U^2}{R}$.

$$P_p = \frac{(U_{S \text{ eff}})^2}{R_p} = \frac{(U_{S \text{ max}})^2}{2R_p}$$



La connaissance de l'électronique

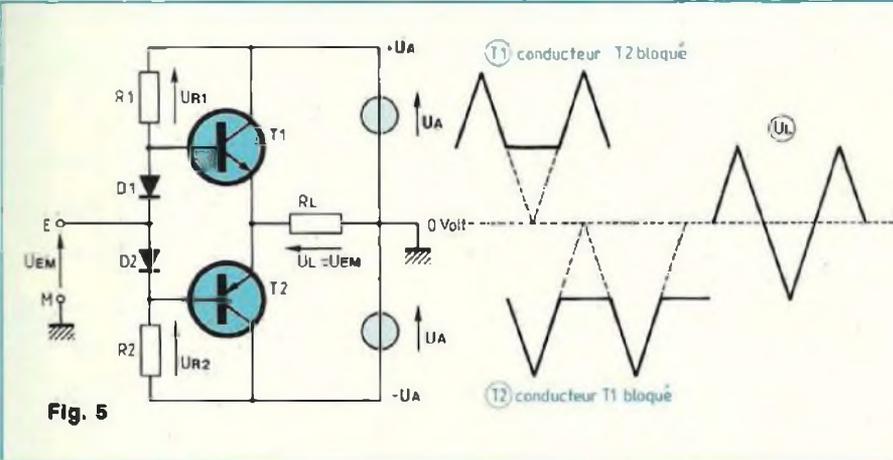


Fig. 5

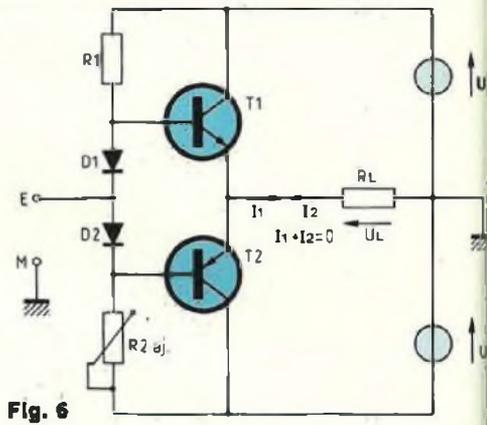


Fig. 6

En l'état de fonctionnement, la tension de collecteur de repos n'occupe plus sa valeur maximale U_A mais devient $(U_A - u_s)$, donc elle prend la valeur moyenne efficace $(U_A - U_{s\text{ eff}})$, c'est-à-dire, en d'autres termes :

$$U_A - \frac{U_{s\text{ max}}}{\sqrt{2}}$$

La puissance dissipée dans le transistor en fonctionnement est exprimée par le produit (tension de collecteur x intensité du courant passant dans le transistor). Cette intensité a pour valeur :

$$I_{s\text{ eff}} = \frac{U_{s\text{ eff}}}{R_p} = \frac{I_{s\text{ max}}}{\sqrt{2}} = \frac{U_{s\text{ max}}}{\sqrt{2} R_p} \dots\dots$$

"P = UI"

$$P_T = \left[U_A - \frac{U_{s\text{ max}}}{\sqrt{2}} \right] \cdot \frac{I_{s\text{ max}}}{\sqrt{2}} = \left[U_A - \frac{U_{s\text{ max}}}{\sqrt{2}} \right] \cdot \frac{U_{s\text{ max}}}{\sqrt{2} R_p}$$

$$P_T = U_A \cdot I_{s\text{ max}} - \frac{(U_{s\text{ max}})^2}{2R_p}$$

Telle est l'expression de la puissance dissipée chez le transistor en état de fonctionnement. En l'absence de signal la valeur maximale que pourra prendre la puissance P_T est $P_{T0\text{ max}} = U_A \cdot I_{c\text{ max}}$ puisque $I_{s\text{ max}} = I_c$.

$$P_T = P_{T0\text{ max}} - \frac{(U_{s\text{ max}})^2}{2R_p}$$

Nous déduisons et nous nous souviendrons que : **La puissance dissipée chez le transistor en fonctionnement sera toujours inférieure ou égale à la puissance maximale développée en l'absence de signal. Les calculs seront menés sur la base de cette puissance maximale.**

La tension maximale que peut occuper U_s a pour valeur $\frac{U_A}{\sqrt{2}}$, puisque $U_{s\text{ max}} = (U_{s\text{ eff}} \cdot \sqrt{2})$ et l'intensité maximale que peut prendre $I_{s\text{ eff}}$ est $\frac{I_{c\text{ max}}}{\sqrt{2}}$.

La puissance maximale développée chez R_p sera :

$$P_{R_p\text{ max}} = \frac{U_A}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{c\text{ max}}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} P_{T0\text{ max}}$$

La puissance maximale développée dans R_p est moitié de la puissance maximale dissipée chez le transistor. Accordons-nous une marge de sécurité et souvenons-nous que :

Le transistor doit pouvoir dissiper une puissance au moins égale au double de la puissance maximale développée dans la charge R_p (ou Z_p).

CLASSE A

Les montages que nous avons étudiés jusqu'alors ont été choisis dans l'esprit d'allègement du raisonnement et du cheminement mathématique l'accompagnant.

Chez ces montages, tout a été mis en œuvre pour que l'amplification n'altère pas le profil du signal, pour qu'elle ne l'entâche pas de distorsion, d'écrêtage de ses valeurs extrêmes.

La reproduction amplifiée du signal entrée s'effectue dans l'intégralité, à l'intérieur des limites de l'excursion permise de la tension sortie, sans restriction.

Il fallait se définir, pour la compréhension générale, des classes d'amplification précises, pour que partout et par tous soit parlé le même langage.

Tous les montages précédents fonctionnent en classe A.

CLASSE A

Le signal sortie est la reproduction amplifiée intégrale du signal entrée, entre les limites permises de l'excursion de la tension sortie.

Tout est dit.

CLASSE B

Les signaux variables alternatifs se caractérisent par leurs **alternances**, leurs séjours alternés de part et

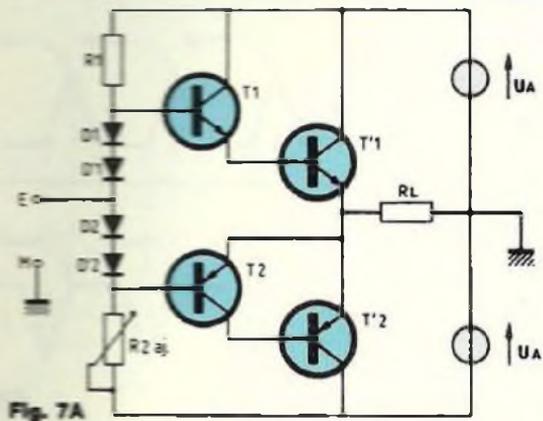


Fig. 7A

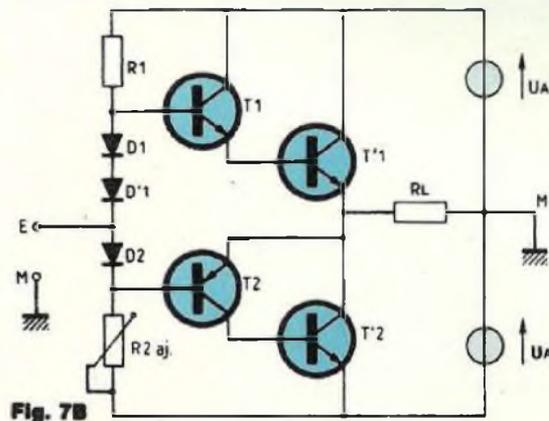


Fig. 7B

d'autre d'une médiane délimitant les deux zones de tension positive et négative.

CLASSE B

L'amplification est effectuée sur les seules alternances positives ou négatives du signal.

L'amplificateur en classe B est l'assemblage de deux étages amplificateurs aux fonctions complémentaires.

Lorsque nous nous sommes intéressés aux signaux du deuxième groupe nous nous sommes arrêtés sur le montage permettant de faire varier la vitesse d'un moteur et d'en inverser le sens de rotation (numéro précédent). Nous nous sommes heurtés à la difficulté venant d'une tension de démarrage élevée du moteur, de 5 à 6 volts dans l'exemple choisi.

Lorsque nous nous trouvons en présence de signaux alternatifs, ceux du troisième groupe, nous n'avons pas à franchir cette marche de la tension de démarrage, les signaux "démarrer à zéro volt".

Reportons-nous au schéma reproduit à la figure 5, schéma qui ne vous est pas inconnu, celui de l'amplificateur de puissance à étages complémentaires dont nous parlions à l'instant...

Les résistances R1 et R2 en série avec les diodes D1 et D2 constituent un pont diviseur dont le point milieu est

l'entrée E de l'amplificateur double. A l'état de repos, l'entrée E se trouve au potentiel de la masse, pour des raisons de symétrie du montage qui n'échappent à personne.

Les chutes de tension dans les diodes D1 et D2, ces diodes sont conductrices, passantes, s'équilibrent avec les tensions U_{BE0} de T1 et T2.

Il suffit d'élever la tension d'entrée juste au-dessus du potentiel de la masse pour rendre T1 conducteur, en veillant bien entendu à ce que la charge ne soit pas un moteur...

T1 et T2 fonctionnent en montage CC, $U_{EM} = U_L$.

Il convient de veiller à donner à R1 et R2 des valeurs (résistives) suffisamment faibles pour que D1 et D2 soient constamment passantes et que les bases de T1 et T2 soient convenablement alimentées. Dans le pont diviseur passera donc en permanence un courant d'intensité un peu supérieure à celle du courant de base du transistor conducteur.

CLASSE AB

Nous devons nous affranchir de la dispersion des caractéristiques des diodes, des résistances (songez à la tolérance de précision), des transistors (nous en connaissons l'amère réalité !).

Un moyen efficace de pallier ces inconvénients consiste à rendre les transistors T1 et T2 très légèrement et identiquement conducteurs en l'absence de signal, de polariser leurs bases juste au-dessus de leur seuil de conduction, c'est l'amplification en classe AB.

CLASSE AB

La polarisation en classe AB consiste à faire passer un courant de repos d'intensité extrêmement faible, en l'absence de signal. Les courants de repos des amplificateurs complémentaires seront équilibrés.

La résistance R2 du schéma précédent est rendue ajustable (figure 6). En intervenant sur la valeur résistive donnée à R2aj, les courants de repos de T1 et T2, circulant dans RL dans le sens inverse l'un de l'autre, sont amenés à égalité, c'est l'équilibrage des courants de repos en classe AB. A ce moment-là, RL n'est parcourue, au repos, que... par un courant nul, le but recherché est atteint.

L'équilibre des courants de repos étant effectif, la tension U_L aux bornes de la charge RL varie intégralement selon la loi de variation de la tension entrée UE, $U_L = U_{EM} = U_E$.

L'amplification de puissance (gain) recueillie est au plus égale au gain en courant des transistors (n° 78).

Le gain en courant β des transistors

La connaissance de l'électronique

étant faible (compris entre 20 et 70 chez un 2N 3055, pour $I_C = 4$ A), nous ferons tout naturellement appel aux assemblages Darlington, qu'ils soient vrais ou faux. Nous avons fait leur connaissance lors de notre étude des assemblages d'étages (n° 79).

La compensation des seuils de conduction des jonctions base-émetteur mettra en œuvre deux diodes en série pour un vrai Darlington, le faux Darlington n'en demandera qu'une seule (figures 7A et 7B).

SOURCE UNIQUE D'ALIMENTATION

Deux sources d'alimentation $+U_A$ ne sont pas forcément disponibles, surtout à bord de véhicules. Encombrement, poids et prix d'un transformateur d'alimentation font réfléchir. Aussi, nous ferons fonctionner nos amplificateurs en classe B et AB à partir d'une source unique d'alimentation (figure 8). Il nous faudra concéder, en contrepartie, l'encombrement, le poids et le prix du condensateur de liaison (capacitive) indispensable, de capacité élevée qui "passera" les signaux variables amplifiés dans la bobine mobile du haut-parleur.

T1 et T2 sont tour à tour conducteurs ou bloqués, l'un est conducteur lorsque l'autre est bloqué. Le condensateur C se charge à la tension maximale $+\frac{U_A}{2}$ (figure 8).

Théoriquement C est au maximum de sa charge quand le signal sortie franchit la crête de son alternance positive (figure 9). Ensuite C devient fournisseur, il ne reçoit plus de courant, il alimente l'étage PNP-T2. C restera fournisseur au moins jusqu'au moment où le signal entreprendra son alternance positive suivante. Il aura reconstitué sa charge lorsque le signal parviendra à nouveau à la crête de l'alternance positive qu'il décrit... Nous pouvons poser en principe que C doit conserver sa charge tout au long d'une période.

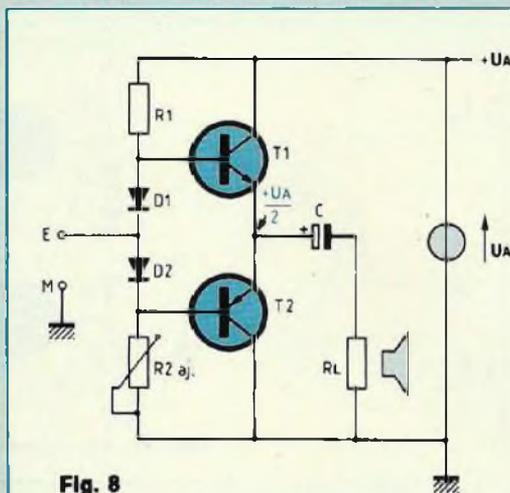


Fig. 8

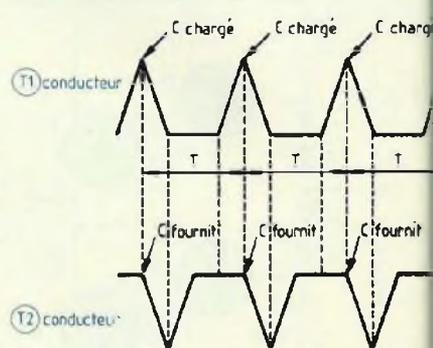


Fig.

La valeur de la capacité du condensateur C de liaison à la charge sera importante.

PUISSANCE DE POINTE CHEZ LES TRANSISTORS

Cette puissance est très importante. Les fabricants nous indiquent les frontières à ne pas franchir, ils précisent dans leurs notices les puissances thermiques à ne pas dépasser, les intensités à respecter. Nous savons que le claquage secondaire (n° 75) creuse des sillons dans les jonctions et les plaies ne se cicatrisent pas. Aussi nous ne devons pas encourir de risque en surestimant les performances des transistors, respectons les recommandations.

Nous allons établir la formule exprimant la valeur de la **puissance instantanée maximale ou puissance de pointe** chez un transistor fonctionnant en classe B.

Cette puissance instantanée est exprimée par le produit de la chute de tension dans le transistor par l'intensité du courant le traversant (valeurs instantanées).

Ce courant traverse également la charge, de valeur résistive R_L , en y faisant apparaître la chute de tension

instantanée U_L . Son intensité est donc $\frac{U_L}{R_L}$, nous la retrouvons chez le transistor.

Le transistor est soumis à une chute de tension dont la valeur est $\left[\frac{U_A}{2} - U_L\right]$. La puissance instantanée dissipée dans un transistor (ils sont deux), fonctionnant en classe B, est ainsi exprimée :

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

$$P_T = \left[\frac{U_A}{2} - U_L\right] \frac{U_L}{R_L}$$

Il nous est facile de calculer la valeur maximale de cette fonction, en déterminant la valeur particulière pour laquelle la variable U_L annule celle de la dérivée P_T et en reportant cette valeur dans P_T .

$$P_T' = \frac{1}{R_L} \left[\frac{U_A}{2} - 2U_L \right]$$

$$P_T' = 0 \text{ pour } U_L = \frac{U_A}{4}$$

$$P_{T \max} = \frac{U_A^2}{16R_L}$$

chez chacun des deux transistors.

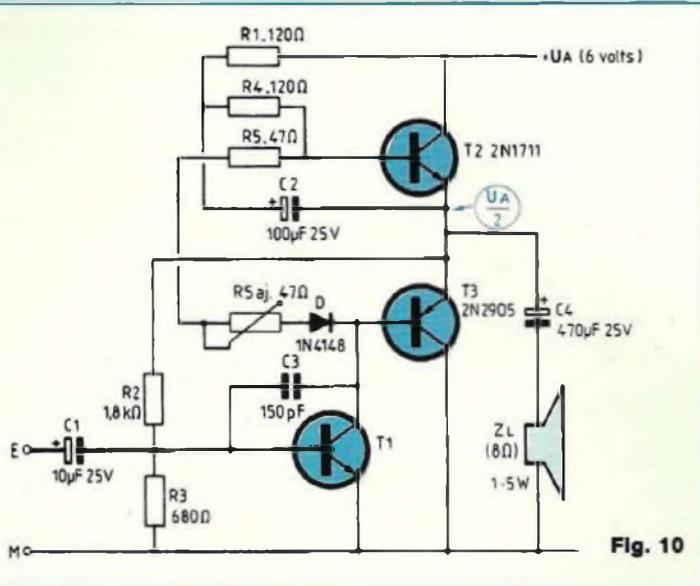


Fig. 10

Il nous est maintenant facile de choisir le type de transistor à mettre en œuvre...

PUISSANCE DE POINTE DANS LA CHARGE

La chute de tension maximale qui puisse s'observer dans la charge a pour valeur

$$\left[\frac{U_A}{2} - U_{CE\text{ sat}} \right]$$

Pour la commodité du raisonnement, nous négligeons $U_{CE\text{ sat}}$, qui est très faible devant $\frac{U_A}{2}$ et nous posons le principe que

$$U_{L\text{ max}} \approx \frac{U_A}{2}$$

La puissance de pointe dans la charge, de la forme $P = \frac{U^2}{R}$, est :

$$P_{L\text{ max}} = \left[\frac{U_A}{2} \right]^2 \cdot \frac{1}{R_L}$$

Certains préfèrent exprimer la puissance efficace instantanée maximale dans la charge.

La tension efficace instantanée maximale qui puisse être observée dans la charge, dans l'hypothèse du signal alternatif sinusoïdal, n'est que

$$\frac{U_{L\text{ max}}}{\sqrt{2}}$$

$$P_{L\text{ eff}} = \frac{U_A^2}{8R_L} = P_{L\text{ eff}}$$

totale développée si le signal est sinusoïdal pur.

PUISSANCE MOYENNE DISSIPÉE CHEZ LES TRANSISTORS

Il nous est bien difficile, plutôt impossible de prévoir quelle sera la forme des signaux à amplifier, lesquels sont essentiellement variables.

En alternatif sinusoïdal, la tension efficace est une tension théorique continue, qui engendrerait les mêmes effets thermiques et électromagnétiques que la tension considérée. Cette tension

$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$, U_{max} étant la valeur maximale, valeur de crête instantanée de la tension alternative.

Nous ne pouvons assimiler nos signaux à de vraies variations de tension sinusoïdale, mais nous pouvons leur attribuer une valeur moyenne \bar{u} qui, dans la pratique, s'avèrera commode, l'expérience le confirme.

A U_{max} correspond $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$ et

$$\bar{u} = \frac{2}{\pi} U_{\text{max}}$$

Nous avons déjà mentionné cette ten-

sion moyenne lors de notre entretien sur R-L-C (n° 67).

Cette tension moyenne engendre une intensité moyenne \bar{i} .

A I_{max} correspond $I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$ et $\bar{i} = \frac{2}{\pi} \cdot I_{\text{max}}$.

La tension moyenne \bar{u} est égale à

$$\frac{2}{\pi} \cdot \frac{U_A}{2} = \frac{U_A}{\pi}$$

L'intensité moyenne \bar{i} est égale à $\frac{2}{\pi} I_{\text{max}} = \frac{U_A}{\pi R_L}$.

Les transistors sont conducteurs chacun à tour de rôle, ce qui fait que chacun doit dissiper seulement la moitié de la puissance moyenne totale.

La puissance moyenne dissipée par un transistor est :

$$\bar{p}_T = \frac{1}{2} \left[\frac{U_A}{2} - \frac{U_A}{\pi} \right] \frac{U_A}{\pi R_L}$$

$$\bar{p}_T \approx 0,03 \frac{U_A^2}{R_L} \text{ pour un transistor}$$

$$\bar{p}_T \approx 0,06 \frac{U_A^2}{R_L} \text{ pour deux transistors}$$

PUISSANCE MOYENNE DEVELOPPEE DANS LA CHARGE

Elle est de la forme $P = \frac{U^2}{R}$.

Sa valeur est $\bar{P}_L = \frac{(\bar{u}_L)^2}{R_L}$

$$\bar{P}_L = \left[\frac{U_A}{\pi} \right]^2 \cdot \frac{1}{R_L} \approx 0,1 \frac{U_A^2}{R_L}$$

CLASSE C

Si les transistors T1 et T2 du montage ne sont conducteurs que pour une fraction seulement des alternances positives et négatives des signaux à traiter, le montage fonctionnera en **CLASSE C**.

Les signaux recueillis en sortie seront bien évidemment altérés, ils le seront d'autant plus que la mise en conduction des transistors sera retardée. Une

La connaissance de l'électronique

telle distorsion n'est pas acceptable... Pour pallier cet inconvénient et pour nous affranchir du décalage dû aux seuils de conduction des jonctions base-émetteur, d'autres techniques seront sollicitées. Nous découvrirons, lors de l'étude de l'amplificateur de différence et de l'amplificateur opérationnel qu'il existe, grâce à ces techniques, des remèdes assurant la compensation des seuils...

PROJET

La figure 10 nous montre le schéma d'un amplificateur à transistors complémentaires. Nous vous proposons de calculer les valeurs des grandeurs associées dans ce montage.

T2 et T3 fonctionnent à tour de rôle, en classe AB, un faible courant de repos circule dans les transistors en l'absence de signal.

Si nous supprimons la résistance R5 le montage fonctionnerait en classe C. La diode D, en série avec R5, participant à la neutralisation des seuils de conduction, joue un rôle intéressant. En effet, si la température ambiante s'accroît, le courant de repos augmente (n° 75), mais la tension aux bornes de la diode diminue. L'écart de tension entre les bases de T1 et T2 va donc dans le sens de réduction, ceci compense cela. Il est raisonnable de disposer la diode D près des transistors, pour qu'elle soit soumise à la même température ambiante qu'eux...

Le transistor T1 est le pilote de T2 et T3, appelé "driver" (prononcer draïveur) en langue anglaise. Il apporte à T2 et T3 le signal qu'ils doivent traiter mais il assure la symétrisation de l'assemblage, il est en effet asservi au point milieu entre T2 et T3 par une boucle de rétroaction (R2 et R3) en continu. Ce procédé combat la dérive du point de fonctionnement de repos.

Il est donné :

$$U_A = 6 \text{ volts} \quad (1)$$

$$R_L = Z_L \text{ du haut-parleur} = 8 \text{ ohms} \quad (2)$$

$$\frac{U_A}{2} = \frac{(1)}{2} = \dots\dots V \quad (3)$$

$$U_{L \text{ max}} \approx \frac{U_A}{2} \approx \dots\dots V \quad (4)$$

$$I_{L \text{ max}} = \frac{(4)}{R_L} \approx \dots\dots \text{ mA} \quad (5)$$

$$\bar{u}_L = \frac{U_A}{\pi} = \dots\dots V \quad (6)$$

$$\bar{i}_L = \frac{(6)}{R_L} = \dots\dots \text{ mA} \quad (7)$$

$$p_{L \text{ max}} = \frac{U_A^2}{8R_L} = \dots\dots W \quad (8)$$

La puissance nominale du haut-parleur sera \geq (8).

Nous choisirons un haut-parleur de puissance nominale 1 W.

$$p_T \text{ max} = \frac{U_A^2}{16R_L} = \dots\dots \text{ mW} \quad (9)$$

La puissance nominale de T2 et T3 devra couvrir (9).

Nous prendrons T2 = 2N 1711, T3 = 2N 2905.

Nous les pourvoirons d'un dissipateur thermique pour boîtier T05, pour les protéger d'une température ambiante qui soit élevée...

Faisons passer dans le pont diviseur (R1 + R4 + R5 + D) un courant d'intensité 10 mA, compatible avec les caractéristiques de la diode D, une 1N 4148. Chute de tension dans (R1 + R4) :

$$(U_A - \frac{U_A}{2} - 0,7 \text{ volt}) = \dots\dots V \quad (10)$$

$$(R1 + R4) = \frac{(10)}{0,01A} = \dots\dots \Omega \quad (11)$$

$$\text{Prenons } R1 = R4 = 120 \Omega \quad (12)$$

$$\text{Chute de tension dans } R5 = (\text{tension entre bases de T2 et T3 moins } 0,7 \text{ V dans D}) = 2 \times 0,7 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = \dots\dots V \quad (13)$$

$$R5 = \frac{(13)}{10 \text{ mA}} = \dots\dots \Omega$$

$$\text{Nous ferons } R5 = 47 \Omega + R_{aj} 47 \Omega \quad (14)$$

Ainsi, nous pourrions procéder à l'équi-

librage des courants de repos dans T2 et T3, en l'absence de signal. La tension des émetteurs de T2 et T3 sera

ajustée sur $\frac{U_A}{2}$ en intervenant sur le curseur de R_{aj}.

T1 doit pouvoir passer en permanence un courant d'intensité 10 mA.

T1 = BC 548, voire 2N 1711, sans dissipateur.

I_c de T1 = 10 mA

$$I_B \text{ de T1} = \frac{10 \text{ mA}}{\beta} = \frac{10 \text{ mA}}{100} = 100 \mu A$$

Le pont diviseur passera 10 fois I_B, donc 1 mA (15)

R2 passera (15) plus I_B, donc 1,1 mA (16)

Chute de tension dans R2.

$$\left[\frac{U_A}{2} - 0,7 \right] = \dots\dots V \quad (17)$$

$$R2 = \frac{(17)}{1,1 \text{ mA}} = \dots\dots \Omega \quad (18)$$

$$R2 = 1,8 \text{ k}\Omega$$

Chute de tension dans R3 = 0,7 V.

$$R3 = \frac{0,7 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = \dots\dots \Omega \quad (19)$$

- Calculer la capacité du condensateur C1 en entrée, en fonction des valeurs de la résistance sortie de l'étage en amont (de T1, il faut la connaître) et de la résistance sortie Re présentée par T1.

$$R_e = (R2 // R3 // \beta R_E) \text{ (n° 77)}$$

Le montage EC de T1 ne comporte pas de résistance d'émetteur R_E. R_E a valeur infinie. Remplaçons βR_E par r de la base de T1.

$$r \leq 1 \text{ k}\Omega$$

Pour r = 750 Ω R_e = 300 ohms.

- Calculer la capacité du condensateur C2 du bootstrap, la sortie de l'amplificateur symétrique T2-T3 étant ouverte, c'est-à-dire en l'absence de C4 et de R_L.

C2 est associé en parallèle à l'assemblage.

$$(R4 + \pi 2) // [\pi 3 // (R2 + (R3 // \pi 1)) + R1] \approx 400 \Omega.$$

Nous donnons à C2 la capacité telle que son impédance, à la fréquence de référence de 440 Hz (la 3) soit $Z_{C2} \leq 1\%$ de la résistance de l'assemblage.

$$C2 \geq \frac{1}{2\pi 440 Z_{C2}} \geq 90.10^{-5} F$$

$$C2 = 100 \mu F / 25 V$$

- C3 a pour rôle d'interdire l'entrée spontanée en oscillation de l'étage amplificateur EC de T1. Si l'oreille peu avertie ne remarque pas la présence de ces auto-oscillations, l'oscilloscope "voit" fort bien la distorsion qui en résulte... C3 = 150 pF, valeur classique.

- Calculer la capacité du condensa-

teur de liaison avec la bobine du haut-parleur de $Z_L = 8 \text{ ohms}$.

C4 se charge à la tension moyenne \bar{u}_L (6). Il emmagasine la charge $Q = C.V = C4.\bar{u}_L$.

Il fournit la même quantité à T3 lorsque T3 est conducteur. Il doit donc conserver sa charge C4 \bar{u}_L durant la période T du signal moyen :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{440} \text{ (la 3)}$$

$$Q = CV = C4 \bar{u}_L = It = \bar{i}_L.T$$

$$C4 = \frac{\bar{i}_L}{\bar{u}_L} \cdot \frac{1}{f} = \frac{1}{R_L f}$$

$$C4 = \dots\dots 330 \text{ à } 470 \mu F / 25 V$$

S'assurer de la puissance nominale des résistances...

Nous venons d'accomplir un tour

d'horizon rapide des différentes classes d'amplification.

La classe A assure la qualité, la fidélité de la reproduction sonore. Il lui est reproché sa gourmandise en énergie, comparativement à la classe B et à la classe AB. Pourtant un étage de sortie en classe B ou AB dont les courants de repos sont bien équilibrés, est capable de satisfaire bien des exigences. La classe C doit être réservée aux grandes puissances de sortie des sonorisations en extérieurs, en oubliant la qualité chère aux mélomanes...

Nous vous proposons de nous retrouver pour nous livrer ensemble à l'étude des dipôles et quadripôles sélectifs, notre route nous y conduit...

A bientôt !

Georges Matoré



FICHE RENSEIGNEMENTS LECTEURS

De nombreuses communications téléphoniques et un très important courrier auquel nous ne pouvons pas toujours faire face nous ont amené à constater que des lecteurs, surtout en province, éprouvent des difficultés d'approvisionnement en composants pour la réalisation de nos maquettes. Afin de vous aider à résoudre ce problème, vous trouverez dorénavant dans chaque numéro une fiche-lecteur qu'il vous suffira de nous retourner sous enveloppe affranchie à vos nom et adresse. Une réponse vous sera donnée très rapidement.

MONTAGE EN COURS
d'après Led n°

Adresser cette fiche et l'enveloppe affranchie à votre nom aux
EDITIONS PERIODES - Service
Lecteurs : 1, bd Ney, 75018 Paris

PETITES ANNONCES GRATUITES

Cette rubrique ne peut subsister que si vous, lecteurs, nous faites parvenir des annonces à la Rédaction.

Recherche extension de mémoire pour Sinclair ZX 81.

Vends interface extractible RS 232 neuve (jamais servie) avec notice et emballage origine pour imprimante Citizen 120 D, à débattre.
Demandez Sinclair au (1) 60.46.28.50.

Vends oscilloscope OX 710 B double trace, avec sonde, neuf, jamais utilisé : 2 500 F. M. Etienne, L. 53, r. Ch. Niclot, Pontault-Combault. Tél. 60.28.77.29.

Urgent, cherche les plans de l'émetteur-récepteur Kenwood TM 701 E avec l'option MC 44 E (clavier DMTF multi-fonction) pour pouvoir effectuer d'importantes réparations interdisant l'utilisation de celui-ci. Rabino Thierry, 1970 "l'Oasis A", Vieux Chemin de Ste Musse 83100 Toulon - France.

Vends 2 HP dôme 50 mm 3A.

Cherche souscriptions pour enceinte Métronome.
Bonnes conditions d'acquisition.
Tél. 53.41.67.88 entre 18 h et 20 h.

Vds 22 schémas pour fabrication de : 5 modulateurs, 2 gradateurs, 2 chenillards, 1 stroboscope 40 J, 4 amplis mono et stéréo 40 et 80 W, 1 testeur de C.I., 1 détecteur de métaux, 1 détect. de chocs, 1 alarme temporisée, 1 clignoteur de puissance, 1 adaptateur pseudo-stéréo, 1 commutateur audio à touches sensibles, 1 récepteur 4 gammes ondes courtes,

le tout pour 110 F. Ecrire à Muller Guy, 117, rue Principale, 57930 Niederstinzelt.

Recherche Led n°s 20 et 22 ; HP août 80 et août 81.
Vends mesureur et détecteur de courants de fuite Métrix 404 B. Goisbault Dominique, Le Bourg, 35130 La Guerche.

Recherche Oric Atmos + imprimante Oric.
Contacter le 46.84.04.73 après 19 h.

Vds paire d'enceintes acoustiques principe D'Appolitto J.C. Gaertner, finition noyer : 4 500 F.
Paire de kits pour Réalisations de L'Audiophile N° 6 HP + filtres : 5 300 F. Tél. 42.72.99.64 (Sud-Est).

Vends cause place ancien oscillo Ribet-Desjardins, type 241 c (volume 070 x 045 x 035), en bon état.
Faire offre ou contre petit oscillo. Tél. (16-1) 47.40.87.74.

Achète ampli Crescendo 2 x 140 W, table mixage portable Elektor 86. Rossi François, 23, chemin de Bicoq, 81400 Carmaux - Tél. 63.36.35.47.

REPONSES

FIGHE RENSEIGNEMENTS LECTEURS



BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED
à adresser aux EDITIONS PERIODES
service abonnements

1, boulevard Ney 75018 PARIS

- Je désire :n° 15 n° 16 n° 17
n° 18 n° 27 n° 29 n° 30
n° 31 n° 33 n° 43 n° 44
n° 45 n° 46 n° 47 n° 48
n° 49 n° 50 n° 51 n° 58
n° 59 n° 62 n° 63 n° 65
n° 66 n° 67 n° 68 n° 69
n° 71 n° 72 n° 73 n° 74
n° 75 n° 76 n° 77 n° 78
 n° 79 n° 80

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

(Indiquer la quantité et cocher les cases correspondantes aux numéros désirés).

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

de..... F par CCP par chèque bancaire
 par mandat
 22 F le numéro (frais de port compris)

Mon nom :

Mon adresse :

**Faites l'économie
de trois numéros par an
en vous abonnant !**

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 microns

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Circuits sériographiés	Total
• Préamplificateur correcteur faible bruit					
- Commutation et préampli RIAA		23,00 F	32,00 F	45,00 F	
- Carte principale :					
CI supérieur		40,00 F	53,00 F	76,00 F	
CI inférieur		36,00 F	45,00 F	66,50 F	
- Alimentation		42,00 F	46,00 F	70,00 F	
• Alimentation AL 01		32,00 F	42,00 F		
• Analyseur de spectre/ Générateur de bruit rose					
- Générateur de bruit rose		51,00 F	69,00 F	99,00 F	
- Analyseur de spectre (D.F.)		108,00 F	149,00 F	-	
• Amplificateur classe A 2x50 W					
- Amplification (3 circuits)		45,00 F	54,00 F	-	
- Temporisateur		38,00 F	45,50 F	61,00 F	
- Alimentation		16,50 F	17,50 F	27,00 F	
- Contrôles de mise sous tension		12,50 F	15,00 F	20,00 F	
• Amplificateur classe A.8 2x50 W					
- Amplification (2 circuits)		24,00 F	30,00 F	43,00 F	
- Temporisateur		33,50 F	41,50 F	60,00 F	
- Alimentation		16,50 F	17,50 F	20,00 F	
- Contrôles de mise sous tension		12,50 F	15,00 F	20,00 F	
TOTAL TTC					_____ F

Frais de port et emballage 10 F

TOTAL A PAYER F

Paiement par CCP , par chèque bancaire ou par mandat
à adresser aux Editions Périodes 1, boulevard Ney 75018 Paris

NOM

PRENOM

ADRESSE

ABONNEZ-VOUS A

LED

Je désire m'abonner à LED (10 n°s par an).

FRANCE, BELGIQUE, SUISSE, LUXEMBOURG : 180 F.
AUTRES* : 260 F

NOM

PRENOM

N° RUE

CODE POSTAL VILLE

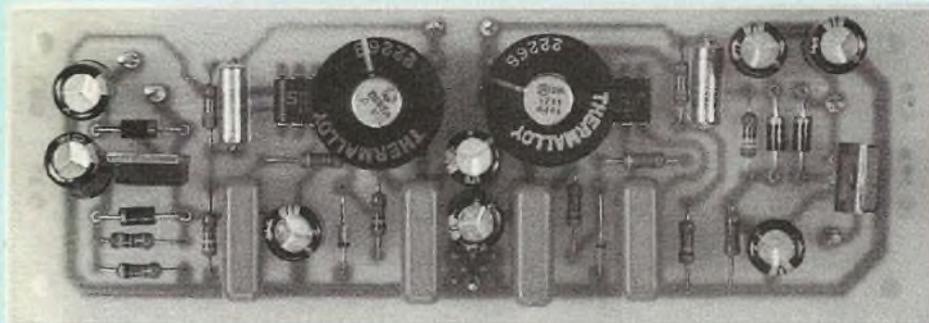
* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 80 F au montant de votre abonnement.

Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire C.C.P. mandat

Le premier numéro que je désire recevoir est : N°

EDITIONS PERIODES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 42.38.80.88 poste 7315

ALO1 : UNE ALIMENTATION RESOLUMENT AUDIOPHILE



Les Audiophiles ont, depuis de nombreuses années, compris l'importance des alimentations et leur consacrent souvent une part importante de leur budget. Nous vous proposons une alimentation basse puissance, haute performance, au rapport qualité-prix exceptionnel.

Pendant longtemps les concepteurs de circuits se sont penchés sur de nouveaux circuits d'amplification basse puissance (préamplificateurs, filtres, correcteurs) ou forte puissance (amplificateurs) pour améliorer leurs performances mesurables, sans accorder une réelle importance à l'alimentation qui leur paraissait secondaire.

Pourtant, si l'on considère que le but d'un amplificateur est de transmettre de l'énergie (à un haut-parleur par exemple) et que le circuit amplificateur ne fait que moduler (le plus parfaitement possible, il est vrai) l'énergie apportée par l'alimentation, on comprend mieux alors son importance essentielle.

REGULEE OU NON REGULEE

Il y a deux grandes classes d'ali-

mentation : régulée ou non régulée ; les Audiophiles sont partagés à ce sujet et ces deux classes ont chacune de farouches partisans. Pour alimenter leurs montages favoris, les uns ne jurent que par des valeurs énormes de condensateurs (plusieurs centaines de milliers de microfarads) capables de courants de crête énormes, les autres utilisent des circuits électroniques sophistiqués mais malheureusement instables quelquefois (alimentation Kanéda premier modèle) pour alimenter leurs montages favoris.

Après avoir utilisé dans de nombreuses réalisations les deux principes, nous pensons personnellement que le choix d'alimentation régulée ou non régulée dépend de plusieurs facteurs interagissant entre eux.

PETITS COURANTS / FORTS COURANTS

L'un de ces facteurs est la demande

en courant. En effet, s'il est relativement facile de réaliser une alimentation régulée de très haute qualité capable de fournir quelques dizaines de milliampères, il reste très difficile de conserver les mêmes performances avec des courants de plusieurs ampères. Par contre, une alimentation non régulée de forte puissance est facile à réaliser, bien que relativement onéreuse. Les condensateurs électrolytiques de forte valeur et de bonne qualité coûtent très cher.

CARACTERISTIQUES D'UNE ALIMENTATION

Il n'est pas dans notre intention de faire un inventaire des caractéristiques d'une alimentation en général, mais plutôt d'évoquer les points qui nous semblent importants dans le cadre d'une utilisation en amplification basses fréquences.

- 1) En règle générale, pour la quasi majorité des circuits, la stabilité (dans le temps) de la valeur exacte de la tension n'est pas particulièrement importante.
- 2) L'impédance de sortie et la réponse transitoire dans les appels de courant de l'alimentation en fonction de la fréquence semblent avoir une grande importance du point de vue subjectif (c'est-à-dire, à l'écoute).
- 3) Il faut bien sûr que toutes les résiduelles secteur ou autres soient le plus parfaitement éliminées.
- 4) Le bruit propre de l'alimentation doit être le plus faible possible.

L'alimentation que nous vous proposons est une alimentation régulée de faible puissance, permettant des tensions de sortie allant jusqu'à 30 volts et un courant inférieur à une centaine de milliampères. Elle est donc utilisable avec tous les circuits faibles courants tels que préam-

SON IMPORTANCE ESSENTIELLE

plificateur, filtre, correcteur, lecteur de compact-disques, etc...

SCHEMA

PRESENTATION

Le schéma complet de l'alimentation est proposé à la Figure N° 1. On peut remarquer la très grande simplicité de montage. Intéressons nous pour l'instant à la partie positive ; elle se compose de deux parties : un circuit de prérégulation et le circuit régulateur proprement dit.

PREREGULATEUR

Le circuit pré-régulateur s'articule autour du maintenant très classique LM317, régulateur intégré ajustable disponible en plusieurs boîtiers, dont le TO220 que nous utilisons. Ce régulateur économique offre des performances très honorables puisque la régulation est de l'ordre de 0,01 %/V et de 0,1 % entre 10 mA et 1 A.

Sa tension de sortie est ajustable entre 1,2 V et 37 V et son courant de sortie peut aller jusqu'à 1,5 ampère dans sa version normale. Il est protégé contre les court-circuits en sortie et les échauffements excessifs. Son impédance de sortie est assez basse dans la zone 10 - 10 KHz et monte régulièrement pour atteindre environ 1 Ω à 1 MHz.

La Figure N° 3 vous montre une application typique du LM317. Une tension constante de 1,25 V (V_{ref}) se trouve entre les broches Vout et Adj et il circule donc un courant constant dans R1, donc dans R2, donnant par là même, la tension de sortie :

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) + I_{adj} R1$$

le terme $I_{adj} R1$ représente une erreur et résulte d'un courant de 100 μA environ, circulant au travers

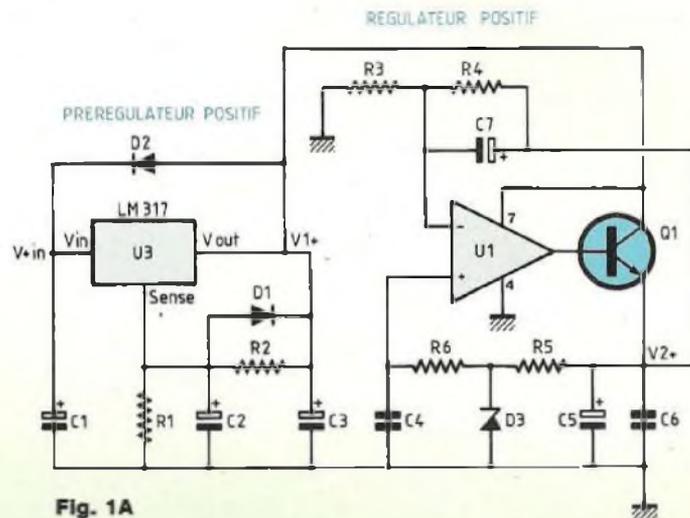


Fig. 1A

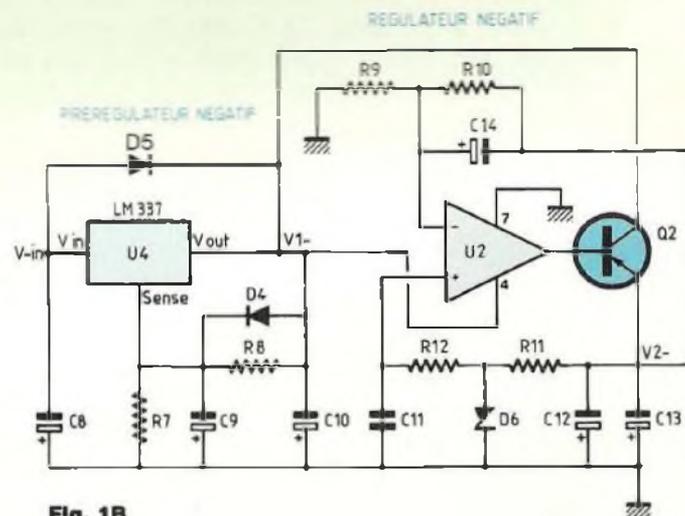


Fig. 1B

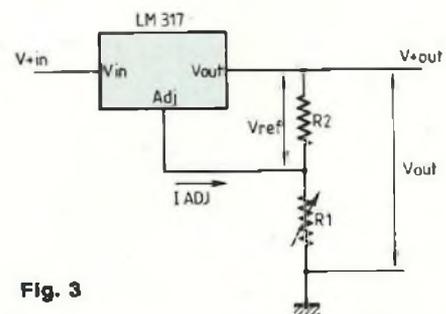


Fig. 3

UNE ALIMENTATION RESOLUMENT AUDIOPHILE

de la broche Adj. Dans notre cas, celui-ci peut être négligé.

La tension de sortie du pré-régulateur devient donc :

$$V_{out} = 1,25 \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) R1 \text{ en Ohms}$$

avec $R1 = 5620 \Omega$ et $R2 = 243 \Omega$, la tension de sortie de notre pré-régulateur est donc de :

$$V_{1+} = 1,25 \left(1 + \frac{5620}{243} \right) = 30,16 \text{ V}$$

En pratique, compte tenu des tolérances sur V_{ref} et des résistances, cette valeur pourra très légèrement varier.

En regardant attentivement le schéma du pré-régulateur (Figure N° 1), on peut constater que nous avons ajouté quelques composants. C1 et C3 permettent de stabiliser le fonctionnement du LM317, tandis que C2 améliore l'impédance de sortie du régulateur par un facteur 5.

La diode D1 protège le régulateur contre une décharge de C2 au cas où l'entrée ou la sortie du régulateur serait en court-circuit et D2 protège le régulateur contre une décharge de C3 avec l'entrée à la masse.

REGULATEUR

Le "secret" de cette alimentation est dans la partie régulateur. Nous devons ce circuit à M. Michael P. Sulzer qui a présenté le principe de cette alimentation dans une revue américaine en 1980 déjà. La Figure N° 4 montre le principe de fonctionnement de ce régulateur. La tension de sortie est comparée classiquement à une tension de référence, qui comme nous l'avons déjà exprimé, n'a pas besoin d'être particulièrement stable vis-à-vis de la température.

L'amplificateur opérationnel mesure la différence entre la tension de référence et la tension de sortie et génère un signal de correction à l'étage

de sortie. Un transistor monté en émetteur suiveur abaisse l'impédance de sortie et permet d'obtenir la bande passante la plus large possible.

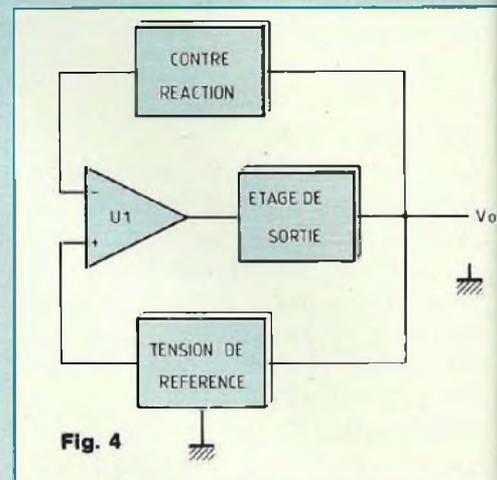
L'astuce de ce montage réside dans l'utilisation d'un amplificateur opérationnel de haute qualité avec une boucle de contre-réaction maximale sur la sortie. Cette contre-réaction abaisse de façon considérable, l'impédance de sortie de l'alimentation jusqu'à une certaine limite déterminée, entre-autres, par la vitesse des transistors dans l'amplificateur opérationnel. De nombreux amplificateurs opérationnels ont été essayés et les meilleurs résultats ont été obtenus avec des NE 5534 AN ou TDA 1034. Revenons au schéma à la Figure 1, la tension de sortie V_{2+} est disponible à l'émetteur de Q1, la résistance R5 dérive un courant d'environ 5,5 mA au travers de la diode zener D3, qui nous donne la tension de référence nécessaire. La résistance R6 et le condensateur C4 composent un circuit passe-bas, du premier ordre, chargé d'éliminer toute trace de bruit large bande. La tension de référence est alors appliquée à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel. La contre-réaction en continu est appliquée avec le couple (R3, R4) la tension de sortie régulée est donc :

$$V_{2+} = \text{tension de référence} \left(1 + \frac{R4}{R3} \right)$$

soit avec $R3 = 3010 \Omega$, $R4 = 6190 \Omega$ et $D3 = 8,2 \text{ volts}$

$$V_{2+} = 8,2 \left(1 + \frac{6190}{3010} \right) = 8,2 (3,0565) = 25,06 \text{ volts}$$

Compte tenu de l'utilisation de résistances couche métal à 1 %, on peut considérer le facteur 3,0565 comme exact. Par contre, la tolérance sur la



valeur de tension d'une diode zener est de l'ordre de 5 %. On voit donc que la tension de sortie peut être différente de près de 5 % de la valeur souhaitée et au pire, de 10 % entre la tension positive et négative. En général, cela ne pose pas de problème mais on peut toujours, vu le faible coût des diodes zener, en acheter plusieurs et les trier en tension. Il existe d'autres possibilités comme par exemple, utiliser une tension de référence réglable ou rendre R3 variable pour corriger ces écarts, mais cela ne nous a pas semblé nécessaire.

L'impédance du condensateur C7 en parallèle sur R4 chute rapidement en fréquence pour ramener le gain de l'amplificateur à l'unité et apporter ainsi le taux de contre-réaction maximal.

ALIMENTATION NEGATIVE

Comme on peut le voir à la Figure 1, cette alimentation est parfaitement similaire avec l'utilisation d'un LM337 régulateur ajustable négatif et d'un transistor PNP en sortie. Il faut faire attention à l'orientation des diodes et condensateurs polarisés.

MODIFICATION DES TENSIONS DE SORTIE

Il peut sembler bizarre que nous

SON IMPORTANCE ESSENTIELLE

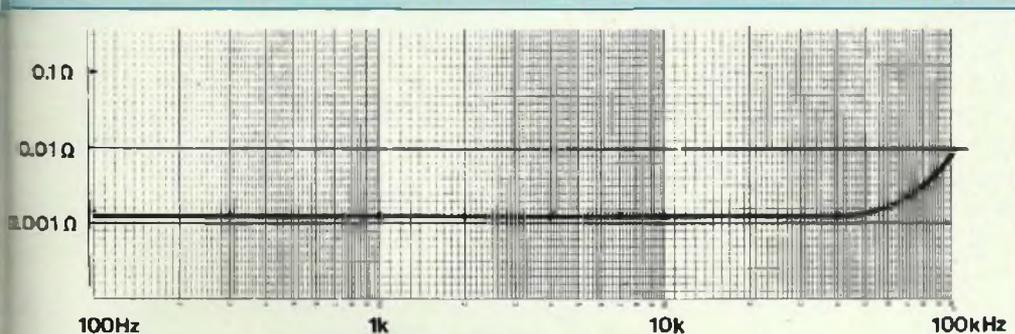


Fig. 5

ayons choisi 25 V comme tension de sortie (avec les valeurs données dans la nomenclature), mais nous nous servirons de cette alimentation pour une réalisation que nous comptons vous proposer dans les mois à venir. Il s'agit d'un caisson d'extrême grave et d'un filtre actif basé sur une structure Kanéda pour tous nos amis lecteurs Audiophiles frustrés de graves profonds, 25 Hertz à -3 dB dans 50 litres, intéressant non !! En outre, ce caisson s'adaptera de façon parfaite avec les enceintes JCG1A que nous avons présentées dans les numéros d'avril et mai derniers et que de nombreux lecteurs ont réalisées.

Il est très facile de modifier la tension de sortie de cette alimentation pour l'adapter à vos montages favoris.

Voilà comment procéder :

- 1) Choix de la tension de sortie V_s
- 2) Tension zener $V_z = V_s/3$
- 3) Tension sortie pré-régulateur $V_1 = V_s + 5$ V environ
- 4) Calcul des résistances (R_1 , R_2) et (R_7 , R_8).

Et le tour est joué.

Prenons par exemple, une tension de sortie de 15 volts :

- 1) $V_s = 15$ V
- 2) $V_z = 5$ V les valeurs standard pour

les zeners sont 4,7 ou 5,1 V. Prenons $V_z = 5,1$ V

3) $V_1 = 15 + 5 = 20$ volts

4) Pré-régulateur positif

En utilisant la formule indiquée dans le paragraphe PREREGULATEUR, on en déduit que :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_7}{R_8} = \frac{V_1}{1,25} - 1 = 15$$

avec $R_2 = 243 \Omega$ R_1 calcul = 3645 Ω , les valeurs standard encadrant cette valeur sont 3570 et 3920 Ω donnant respectivement 19,61 et 21,41 volts. On peut utiliser une de ces deux valeurs ou en essayer une autre pour R_2 . Soit $R_2 = 221 \Omega$ R_1 calcul = 3315 Ω , la valeur standard la plus proche est 3320 Ω , ce qui convient parfaitement.

5) Pré-régulateur négatif

avec $R_8 = 130 \Omega$, on obtient R_7 calcul = 1950 Ω ; avec des valeurs standard de 1820 et 2000 Ω , la tension V_1 devient respectivement 18,75 et 20,48 V. Cette deuxième valeur convient parfaitement d'où, en résumé, pour une tension de sortie d'environ + et - 15 V :

- $D_3, D_6 =$ Zener 5,1 V
 $R_1 = 3320 \Omega$
 $R_2 = 221 \Omega$

$R_7 = 2000 \Omega$

$R_8 = 130 \Omega$

Toutes les autres valeurs de la nomenclature sont inchangées.

PERFORMANCES / LIMITATIONS

VALEUR ABSOLUE DE LA TENSION DE SORTIE

Comme nous vous l'avons déjà indiqué, la valeur exacte de la tension de sortie est principalement dépendante de la valeur réelle de la tension de référence délivrée par la diode zener. Il faut se rappeler que les circuits audio sont relativement tolérants sur la symétrie des valeurs de tension. Au pire, cette différence peut aller jusqu'à 10 % (par exemple $D_3 = V_z + 5\%$ et $D_6 = V_z - 5\%$).

Les essais ont montré que l'utilisation d'un circuit intégré offrant une tension de référence réglable et une plus grande stabilité thermique, n'apportait pas d'amélioration sur le plan subjectif.

IMPEDANCE INTERNE

La Figure N° 5 vous montre l'impédance interne pour un courant de sortie moyen de 30 mA. C'est un résultat exceptionnel.

L'impédance est de l'ordre de 2 millièmes d'ohm jusqu'à près de 40 KHz pour atteindre seulement le centième d'ohm à 100 KHz. Il est bien entendu que pour obtenir de telles performances, il faut apporter un soin tout particulier au câblage. Il est évident également que ces résultats ont été mesurés aux bornes mêmes de l'alimentation.

Dans un préamplificateur, l'idéal est d'utiliser une alimentation pour chaque canal et il est même possible d'utiliser une alimentation séparée pour chaque étage d'amplification, par exemple, deux alimentations pour les étages RIAA et deux ali-

UNE ALIMENTATION RESOLUMENT AUDIOPHILE

mentations pour les étages lignes, placées le plus près possible des étages à alimenter. Nous avons personnellement expérimenté cette solution et avons obtenu des résultats très convaincants. Dans ce cas, il faut absolument utiliser un montage en étoile pour le raccordement des masses.

BRUIT

Dans une application audiophile, deux types de bruit nous gênent, le premier est du 50 et 100 Hz, dû à une mauvaise réjection des harmoniques du secteur, le deuxième est le bruit large bande. L'alimentation AI01 avec son double régulateur est excellente dans ces deux cas et le bruit large bande observé sur un oscilloscope de bande passante 40 MHz est très homogène, le niveau crête à crête est inférieur à 2 mV.

LIMITATIONS IMPORTANTES

1) **Attention, il est impératif de ne jamais dépasser 35 volts pour V1, c'est-à-dire comme tension de sortie du pré-régulateur.** En effet, les amplificateurs opérationnels U1 et U2 ont leurs broches d'alimentation (4 et 7) directement connectées entre la tension de sortie du pré-régulateur et la masse. La tension absolue à ne jamais dépasser, sous peine de destruction, est de 36 V. Cette valeur représente une limite extrême qu'il vaut mieux ne jamais effleurer de trop près. Néanmoins, nous utilisons sans problème depuis plusieurs années dans l'un de nos circuits, une alimentation de ce type avec une tension de sortie de + et - 30 V (+ et - 34,5 V pour les pré-régulateurs).

2) **Il n'y a pas de protection contre les court-circuits en sortie du régulateur.** Nous avons essayé plusieurs circuits de protection mais les dégradations inévitables ont chaque fois été jugées inacceptables. Cependant, le régulateur est assez "fia-

ble" puisque dans 99 % des cas, un court-circuit en sortie se solde simplement par la rupture de la jonction collecteur du transistor Q1 (pour la partie positive) ou Q2 (pour la partie négative) qui fait ainsi office de fusible très efficace pour un prix encore modeste. Le reste du circuit est alors protégé.

Le courant de sortie disponible est de l'ordre de la centaine de milliam-pères sans dégradation des performances. Cette valeur est largement suffisante en pratique dans les circuits pour lesquels elle est destinée, surtout qu'il est toujours souhaitable d'utiliser plusieurs alimentations dans un même montage pour diminuer les longueurs de fils de câblage.

CIRCUIT IMPRIME

IBM, avec l'introduction au début des années 80 de son "PC" pour Personal Computer (pourtant bien modeste avec ses 64 Koctets de mémoire, son interface cassette comme sauvegarde et sa vitesse d'horloge de 4,77 MHz) ne se doutait pas alors de l'impact que celui-ci aurait dans le futur. Bien vite copié et très rapidement amélioré, le "clone" est entré dans les maisons. Ceux qui ont un jour utilisé un traitement de textes (après une période d'apprentissage il est vrai) ont beaucoup de mal à revenir à la machine à écrire ou au stylo. Mais l'utilisation de l'informatique ne se limite pas seulement au traitement de textes, aux bases de données, aux tableurs, etc... mais s'applique également à l'électronique pour satisfaire notre passion préférée. Les lecteurs assidus auront remarqué que nous nous sommes très largement appuyés sur l'informatique pour vous proposer les enceintes JCG1A. Aussi, cette fois nous allons encore en user pour dessiner le circuit imprimé de cette alimentation. Celui qui

parmi vous a déjà dessiné des circuits imprimés avec des pastilles et des rubans nous comprendra. Après avoir pratiquement terminé une implantation, on s'aperçoit qu'il faudrait par exemple déplacer quelques pistes et il ne reste plus qu'à tout recommencer, la galère !!

Nous avons été attirés par une annonce qui proposait un logiciel de dessin de C.I. dans une version limitée, mais disposant de toutes les fonctions de la version professionnelle avec la possibilité d'avoir un manuel. Le prix modique de F 75 TTC pour la version manuel sur disque et de F 175 TTC avec un manuel papier, nous a fait "craquer" et nous avons, à titre personnel, acheté cette version limitée. Nous avons déjà eu l'occasion d'utiliser divers logiciels de dessin, mais s'ils étaient quelquefois remarquables pour dessiner des circuits essentiellement digitaux, ils étaient relativement mal adaptés pour des circuits plutôt "analogiques". Nous avons été très agréablement surpris car, il est francisé et très bien adapté aux circuits basses fréquences. On sent là, la patte d'un programmeur ayant lui-même eu à réaliser des circuits imprimés. Cela peut vous sembler une lapalissade, mais la complexité des logiciels est telle que l'on fait pratiquement toujours appel à des spécialistes de la programmation (qui ne sont pas en général eux-mêmes des dessinateurs de circuits) d'où parfois des "bizarreries" dans l'utilisation de certains logiciels.

La prise en main, malgré sa puissance, est très aisée et il nous a fallu moins d'une heure pour nous sentir à l'aise.

L'utilisation d'une souris 3 boutons permet d'avoir sous les doigts, toute la puissance de ce logiciel. LAYO 1 PLUS LIMITE (puisque tel est son

SON IMPORTANCE ESSENTIELLE

Fig. 6 : Circuit imprimé de l'alimentation réalisé avec LAYO 1 PLUS LIMITE. Il représente environ 950 lignes et montre bien la limite de cette version.

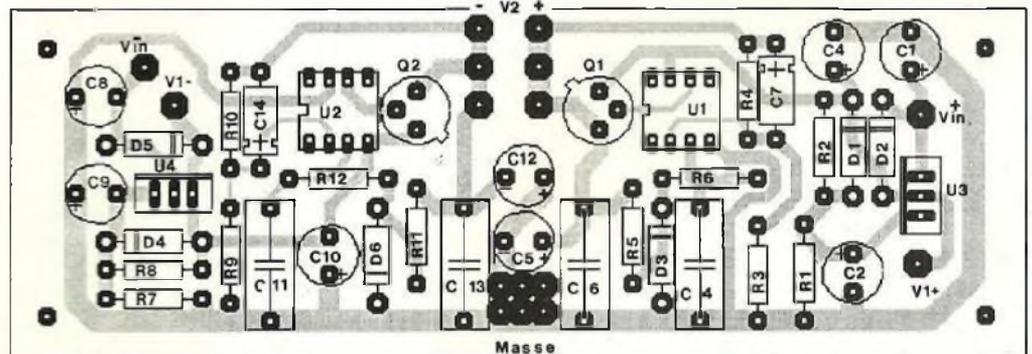
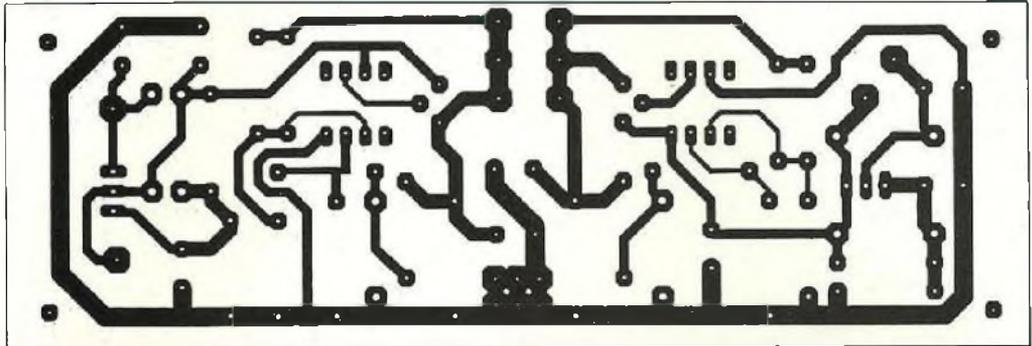


Fig. 7

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Composants actifs

D1, D2, D4, D5 – 1N 4002 à 1N 4007
 D3, D6 – Zener 500 mW 5 % 8V2
 Q1 – 2N 1711
 Q2 – 2N 2905
 U1–U2 – NE 5534AN ou
 TDA 1034AN
 U3 – LM317 (TO 220)
 U4 – LM337 (TO 220)

• Composants passifs

Résistances 0,5 W 1 %
 R1 – 5K62*
 R2 – 243*
 R3–R9 – 3K01
 R4–R10 – 6K19
 R5–R11 – 3K01
 R6–R12 – 47K5
 R7 – 3K01*

R8 – 130*

• Condensateurs

C1–C2–C3–C5 – } 47 μ F électroly-
 C8–C9–C10–C12 { tique aluminium
 radial
 C7–C14 – 4,7 μ F/63 V électrolytique
 aluminium axial
 C4–C6–C11–C13 – 1 μ F/63 V
 polyester

• Divers

Transformateur* 30 à 60 VA
 secondaire 2 X 27 V à 30 V
 Pont de redressement
 Capacités de filtrage
 Filtre secteur (option)
 Fusible et porte-fusible

* Voir texte

nom) possède une bibliothèque très riche de composants et rares seront les cas où il sera nécessaire de créer ses propres composants. Cette version est limitée à 1000 lignes, ce qui permet quand même de faire des circuits imprimés pouvant satisfaire de nombreux hobbyistes. La Figure N° 6 vous montre le circuit imprimé de notre alimentation réalisé avec LAYO 1 PLUS LIMITE. Il représente environ 950 lignes et vous montre bien la limite de cette version. Si suffisamment de lecteurs manifestent de l'intérêt pour une présentation plus explicite de ce logiciel ou d'un autre, adapté à notre passion préférée, nous pourrions envisager de publier des articles plus spécifiques sur de tels logiciels.

MONTAGE

CABLAGE DU CIRCUIT IMPRIME

L'implantation des composants vous

UNE ALIMENTATION RESOLUMENT AUDIOPHILE

est montrée à la Figure N° 7. On commencera par souder les résistances (après avoir calculé les valeurs pour R1, R2, R7, R8, en fonction de la tension de sortie choisie) puis les diodes, les circuits intégrés, les transistors et enfin les condensateurs. Attention à la polarité et à l'orientation des différents composants. Puis, nettoyez le circuit imprimé avec un peu de trichloréthylène pour éliminer les résidus de graisse côté cuivre.

ESSAI DE L'ALIMENTATION

Essayez d'abord la partie positive en connectant entre V_{in+} et la masse une tension continue supérieure de 5 à 10 V à la tension de sortie du **Prérégulateur** et vérifiez que vous obtenez au point $V1+$ la tension que vous aviez calculée pour le prérégulateur, puis $V2+$ en sortie d'alimentation qui doit être environ égale à trois fois la tension de la diode zener. Si vous disposez d'un oscilloscope, admirez juste pour le plaisir, le faible bruit de votre montage et cela vous permettra de vérifier par la même occasion, l'absence d'oscillation. Si tout va bien, procéder de même pour la partie négative.

UTILISATION DE L'ALIMENTATION

Il faut bien sûr un circuit de filtrage et la Figure N° 8 vous montre le raccordement le plus simple de cette alimentation. Le choix du transformateur est dépendant de la tension choisie pour la sortie. Une bonne règle consiste à prendre comme valeur de tension pour le secondaire, la tension de sortie $V1$ du prérégulateur. Par exemple, pour une tension de sortie $V2 = 25$ V, d'où $V1 = 30$ V, on peut prendre un transformateur délivrant 2 fois 25 à 2 fois 30 V AC. Pour une tension $V2$ de 15 V, d'où $V1 = 20$ V, choisir un transfo délivrant 2 fois 17 à 20 V. Les valeurs

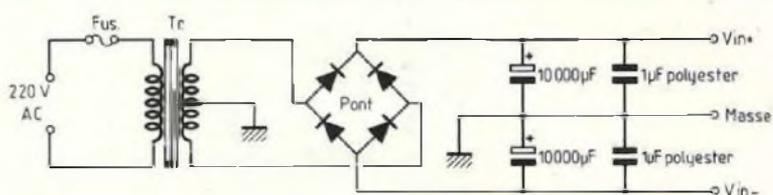


Fig. 8 : Circuit de câblage.

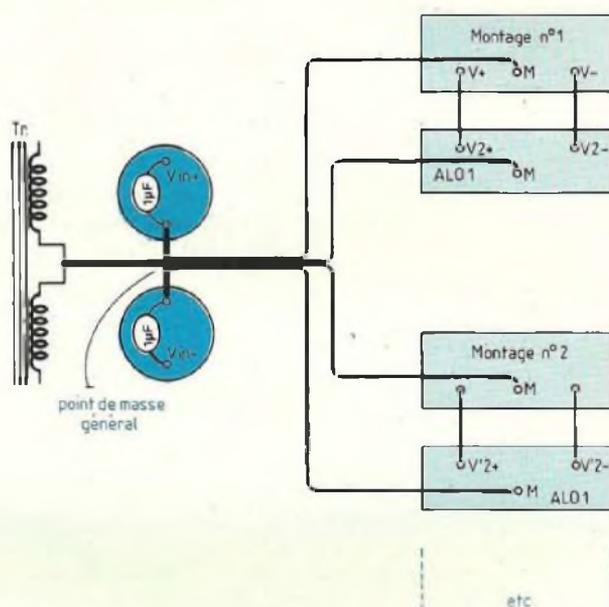


Fig. 9 : Raccordement des masses en étoile.

des capacités de filtrage seront de 4700 µF au minimum, une bonne valeur étant 10000 µF. Il n'est pas nécessaire d'utiliser des valeurs trop importantes, car elles n'apporteraient rien de plus dans ce cas.

La Figure N° 9 vous montre le schéma de raccordement. Dans le cas de plusieurs alimentations, le principe en est le même.

Veuillez noter, dans les deux cas, le raccordement des masses en étoile. Le point de masse choisi est entre les deux capacités de filtrage. Il est absolument impératif de respecter cela pour obtenir les meilleurs résultats.

Pour les puristes, on peut ajouter un filtre secteur adapté.

CONCLUSION

Cette alimentation, de petite dimension, extrêmement performante et d'un coût modéré, vous permettra, nous en sommes sûrs, de redécouvrir vos montages. Pour notre part, nous utilisons exclusivement ce type d'alimentation dans tous nos circuits depuis près de huit ans, car nous n'avons pas encore trouvé mieux dans cette plage d'utilisation.

Jean-Claude Gaertner

LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

par Guy Chorein

Horizontalement :

1. Vibre quand il prend le jus. - 2. Morceau de violon. Avoir de l'élan les accents. - 3. Met l'ensemble sur la même longueur d'onde. Intéresse les ânes et les ingénieurs. Un employé du gaz... - 4. Point au courant.
5. Appareil agissant directement par poussée sur un fardeau. C'est l'inquiétude quand on lui donne une arme. - 6. Les micro-fiches permettant, aujourd'hui, de le faire sans problème. - 7. Passé féminin. ... Fait des études en informatique peut-être ? - 8. Côté d'antenne. Doit être remis au courant périodiquement. - 9. Montre ou cache. Est décompté par la banque. - 10. Peut faire sauter les plombs.

Verticalement :

I. Donnent de l'air et de la lumière. - II. Est pleine d'eau. Paire. Vieille pièce pour un nouveau compte. - III. Points. La ville natale du cinéaste Georges Lautner. Tout ordinateur en a deux. - IV. Telle est dite une guitare... qui n'est pas électrique. Se suivent dans un cratère. - V. Utile pour teinter. Le manque de ressort rend son dos encore plus sensible. - VI. Ne se montre guère favorable à la presse. Vol au rayon des eaux minérales. - VII. Ce dont un père et une mère ne sauraient se passer. Celle d'Ulm est savante. Nous arrête quand il n'est pas courant. - VIII. Pas blanchi mais pas sale pour autant (de bas en haut). Porté à une haute température. - IX. Perdit la ligne mais gagna un "réseau". - X. Lutte anti-gaspi.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Solution du n° 80

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1		G	E	R	B	E		N	I	L
2	M	E	T	E	R	O	D	Y	N	E
3	A	N	A	L	Y	S	E		T	N
4	T	E	T	U		O	C	T	E	T
5		R						I	N	
6	S	A	U	T		V	E	S	S	E
7	A	T		I	S	O	L	O	I	R
8	M	E	U	L	E		I	N	T	O
9	B	U	L		R	E	E		E	D
10	A	R	M	A	T	U	R	E		E

ETUDE ET REALISATION DE CIRCUITS IMPRIMES



- C.I. (étamé percé) 55 F/dm² en SF, 75 F en DF d'après mylars.
- Réalisation de mylars à partir de schémas de revues : 60 F/dm². Chèque à la commande. Port : 25 F.

KIALI INGENIERIE 3, rue de l'Abbé Carton 75014 Paris
Délais rapides, qualité professionnelle.

- Tirage de vos films d'après fichiers format Gerber et HP-GL. Disquettes à fournir : tous formats
- CAO d'après schémas structurels

SERVICES INFORMATIQUES

- Conseils et informatisation, conception de logiciels d'après cahier des charges, toute saisie informatique, vente de tous matériels (ordinateurs, cartes, périphériques, imprimantes, etc.) et logiciels.

- Documentation gratuite sur demande.

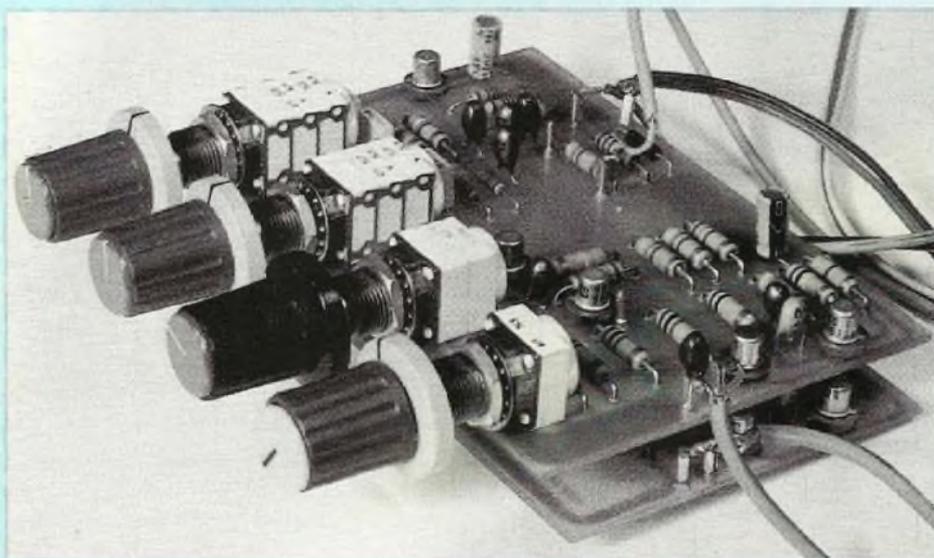
- Réalisez vos mylars vous-même à partir de schémas de revues.

Fourniture : de 2 films 200×300 mm + REV/FIX, lampe + douille + notice : 200 F.
2 plaques époxy positives
200×300 mm : 100 F

Port et emballage : 35 F.

Vente de tous films photosensibles.
Tél. 45.40.78.25 ou 40.44.46.94

PREAMPLIFICATEUR CORRECTEUR FAIBLE BRUIT



De nombreux lecteurs nous ont réclamé la publication d'un Pré-amplificateur de réalisation simple et pouvant piloter, entre autres, l'Amplificateur pure classe A. En voici la première partie dans ce Spécial Forum 90. Performant, peu onéreux et utilisant uniquement des transistors courants, il ne pourra que vous donner satisfaction..

Un préamplificateur Hi-Fi se compose toujours des mêmes étages plus ou moins sophistiqués mis bout à bout, le synoptique de la figure 1 permet d'en rappeler la constitution :

- Le préamplificateur correcteur RIAA.
- Le correcteur de tonalité.
- L'amplificateur/adaptateur d'impédance.

ETUDE DES SCHEMAS UTILISES

• **LE PREAMPLIFICATEUR RIAA**
C'est l'étage qui demande le plus de

soins, car en grande partie c'est de lui que dépendent les performances finales de l'appareil : souffle, ronflements, détection des ondes radios, c'est lui le coupable de tous ces bruits indésirables dans les enceintes.

Ce premier étage plus ou moins sophistiqué, peut être composé de deux, trois, quatre transistors, voire même davantage.

Ici, deux transistors "faible bruit" T1 et T2 de type BC 651 font parfaitement l'affaire, ce qu'indique le schéma de la figure 2.

Le tandem T1-T2 n'a pas la tâche facile, il doit amplifier très fortement les

quelques millivolts délivrés par la cellule (2 à 3 mV pour une bonne cellule), tout en corrigeant la courbe de réponse qui doit suivre le plus fidèlement possible la courbe théorique RIAA.

Cette courbe théorique, vous la trouverez à la figure 3. Les fréquences d'interventions se situent à 50 Hz, 500 Hz et 2 120 Hz. La figure 4 donne les indications sur la réponse du standard RIAA. La fréquence de référence se situe à 1 kHz. Ces indications vous permettront de comparer les résultats obtenus avec votre maquette si vous en effectuez des essais approfondis (tracé de la courbe de réponse de cet étage correcteur).

A 20 Hz, le signal de référence voit son amplitude amplifiée de +19,3 dB. A 20 kHz, c'est l'inverse, on doit constater un affaiblissement de celui-ci de -19,6 dB.

Revenons au schéma théorique de la figure 2. Nous voyons que l'entrée est chargée par une résistance R1 de 47 k Ω , c'est en général l'impédance recommandée pour la plupart des cellules magnétiques.

Les 2 à 3 mV fournis par la cellule sont appliqués à la base de T1 par un condensateur de 22 μ F. Ce transistor doit être un très faible bruit et il faut ajuster au mieux ses conditions de fonctionnement.

La tension collecteur-émetteur joue un rôle dans le facteur de bruit du transistor, mais moins important que le courant collecteur.

On a intérêt à réduire cette tension et c'est pourquoi il est prévu une polarisation par la résistance R4 de 1 M Ω qui amène le courant collecteur de T1 à environ 30 μ A, ce qui porte son potentiel collecteur autour de 2,5 V.

Il est impératif d'utiliser à ce niveau des composants passifs de qualité, notamment, des résistances à couche métallique.

Ce transistor T1 est polarisé par les

UN CLASSIQUE A LA HAUTEUR

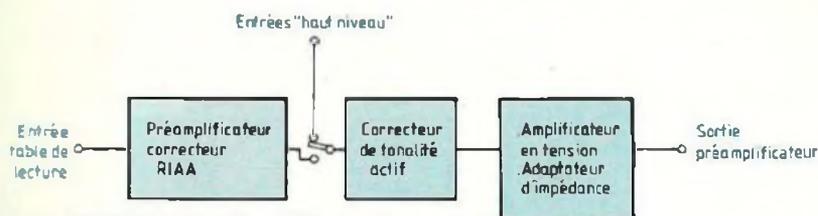


Fig. 1 : Synoptique du préamplificateur/correcteur.

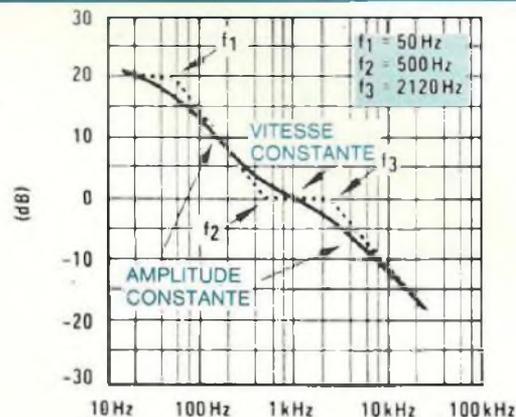


Fig. 3 : Courbe théorique RIAA. Les fréquences d'intervention se situent à 50 Hz, 500 Hz et 2 120 Hz.

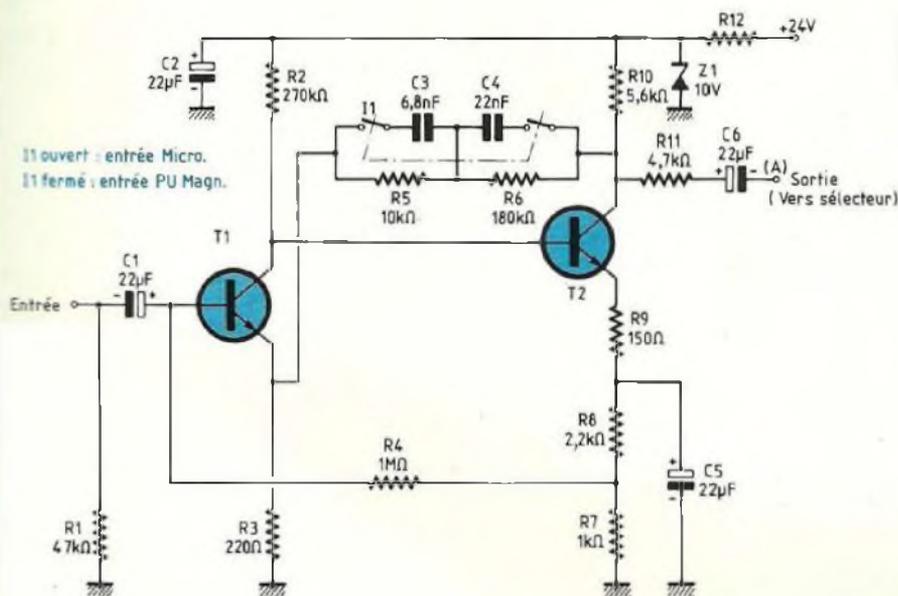


Fig. 2

résistances R2 et R3 et son collecteur est directement relié à la base de T2. Entre émetteur de T1 et collecteur de T2, nous trouvons la contre-réaction sélective avec le réseau C4-R6 relié au collecteur de T2 et le réseau C3-R5 relié à la base de T1, tous deux se trouvant en série. La suppression des condensateurs C3 et C4 permet de réaliser un préamplificateur pour microphone, la contre-réaction étant alors linéaire.

Cette contre-réaction corrige la courbe RIAA. Il faut qu'à la lecture d'un disque, les fréquences graves soient amplifiées

à l'inverse des fréquences aiguës qui doivent être atténuées.

On doit donc réaliser un gain qui, en première approximation :

- descende de 6 dB par octave de 30 Hz à 500 Hz ;
- reste constant de 500 Hz à 2 120 Hz ;
- descende de 6 dB par octave au-dessus de 2 120 Hz.

L'impédance d'entrée de T1 constante de 100 Hz à 10 kHz est de l'ordre de 40 kΩ.

A 1 kHz, le gain en tension est de l'ordre de 60. La saturation de cette

REPOSE STANDARD RIAA			
Hz	dB	Hz	dB
20	+ 19,3	800	+ 0,7
30	+ 18,6	1 k	0,0*
40	+ 17,8	1,5 k	- 1,4
50	+ 17,0	2 k	- 2,6
60	+ 16,1	3 k	- 4,8
80	+ 14,5	4 k	- 6,6
100	+ 13,1	5 k	- 8,2
150	+ 10,3	6 k	- 9,6
200	+ 8,2	8 k	- 11,9
300	+ 5,5	10 k	- 13,7
400	+ 3,8	15 k	- 17,2
500	+ 2,6	20 k	- 19,6

* Fréquence de référence.

Fig. 4 : Amplifications et atténuations

entrée magnétique se situe à environ 30 mV eff., ce qui correspond alors à un niveau de sortie de 1,8 V eff.

• LE SELECTEUR D'ENTREES

Il fait appel à la commutation de relais REED en boîtiers DIL.

Comme l'indique la figure 5, chaque relais en position "repos", met le signal à la masse, supprimant ainsi les risques de diaphonie (phénomène qui se produit avec des sélecteurs mécaniques).

Nous avons prévu 4 entrées, ce qui nous paraît suffisant, puisque toutes les sources sont présentes : Cellule

PREAMPLIFICATEUR CORRECTEUR FAIBLE BRUIT

magnétique, Tuner, Magnétophone, Compact.

Une diode led en série avec la bobine de chaque relais, permet de visualiser sur la face avant du Préamplificateur, la source sélectionnée, tout simplement en portant sa cathode à la masse, via un sélecteur rotatif. Tous les contacts "travail" des relais sont reliés entre eux et transmettent le signal au préamplificateur "haut niveau".

• LE CORRECTEUR DE TONALITE

Le signal est appliqué à la base du transistor T1 par un condensateur de $22 \mu\text{F}$, ce qu'indique la figure 6. Celui-ci, du type 2N 930, est monté en collecteur commun et son impédance d'entrée est de l'ordre de $100 \text{ k}\Omega$.

C'est au niveau du point B qu'est appliquée la modulation fournie, soit par un Tuner, un Magnétophone ou un Compact-disc.

Le transistor T1 a sa base polarisée par le pont de résistances R2 et R3 de $220 \text{ k}\Omega$. Etant monté en collecteur commun, T1 permet d'attaquer à basse impédance le correcteur de tonalité "Graves/Aigus".

La contre-réaction nécessaire au fonctionnement, est assurée par le condensateur C7 de $22 \mu\text{F}$ qui applique une fraction de la tension collecteur de T2 au point commun des résistances R6 et R9.

Ici encore, le collecteur de T2 est directement relié à la base de T3. Ce transistor T3 est monté en émetteur commun, donc en amplificateur en tension. En raison de la résistance d'émetteur élevée (R14 - $1 \text{ k}\Omega$), celui-ci a un fort taux de contre-réaction.

A 1 kHz , le gain en tension de cet étage est de l'ordre de 2,5.

Le niveau de saturation se situe à $1,3 \text{ V}$ eff., ce qui correspond à un niveau de sortie maximum de $3,25 \text{ V}$ eff.

L'efficacité du correcteur de tonalité est la suivante :

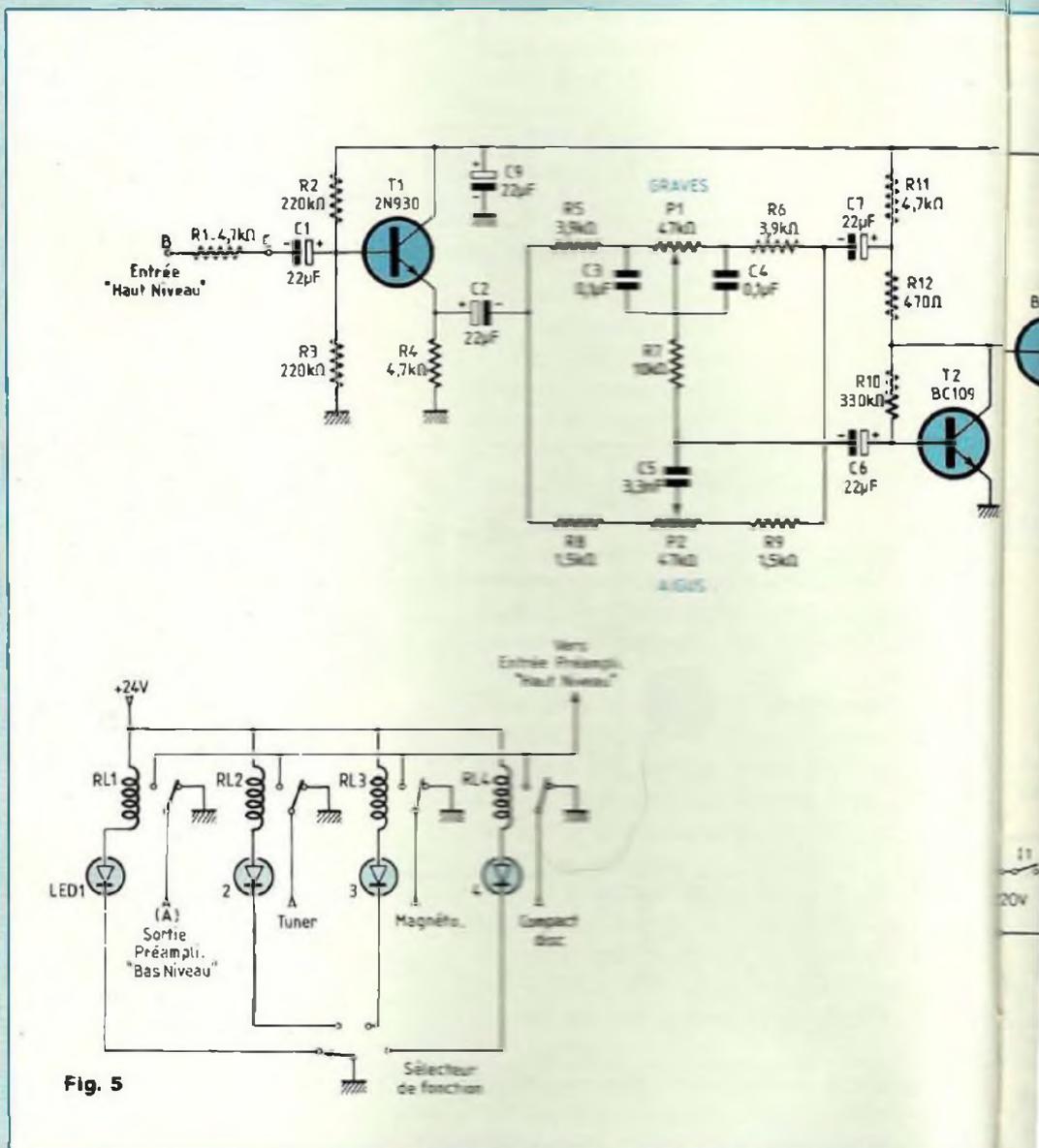


Fig. 5

Graves : $+18 \text{ dB}/-20 \text{ dB}$ à 20 Hz

$+14 \text{ dB}/-15 \text{ dB}$ à 60 Hz

Fréquence charnière : 800 Hz

Aigus : $+17 \text{ dB}/-15 \text{ dB}$ à 20 kHz

$+10 \text{ dB}/-10 \text{ dB}$ à 6 kHz

• L'AMPLIFICATEUR/ADAPTEUR D'IMPEDANCE

Dès l'entrée, un potentiomètre P3 permet de doser l'amplitude du signal. Celui-ci est ensuite appliqué à la base du transistor T4 par un condensateur de $22 \mu\text{F}$.

C'est également à ce niveau qu'est insérée une commande de balance, potentiomètre P4.

Le transistor T4 est monté en émetteur commun, il a un fort taux de contre-réaction du fait que la résistance d'émetteur R21 - $3,3 \text{ k}\Omega$ ne soit pas découplée.

Le gain en tension est déterminé par le rapport des résistances R20/R21, soit un gain de 3,3.

UN CLASSIQUE A LA HAUTEUR

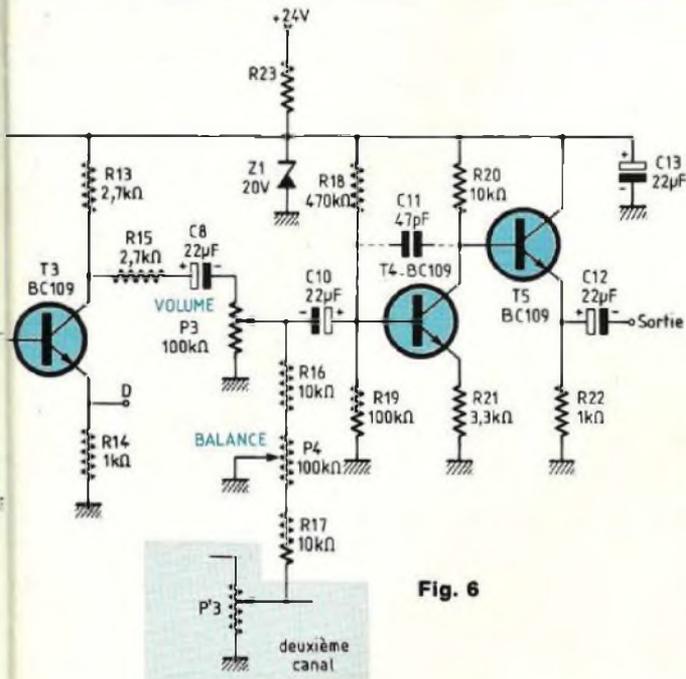


Fig. 6

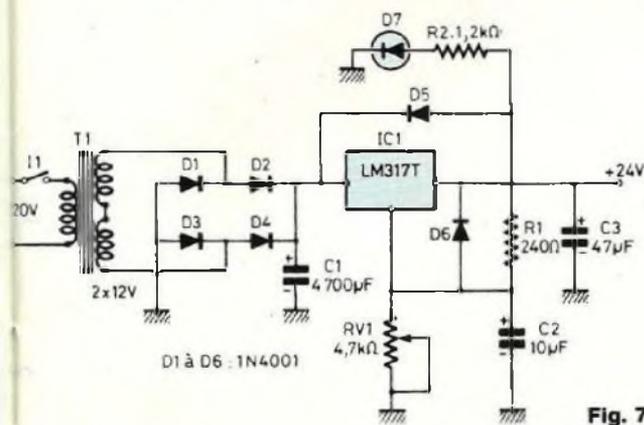


Fig. 7

Le transistor T5 est un simple étage en collecteur commun. Il permet de disposer d'un signal de sortie à basse impédance.

Le niveau de saturation sur la base de T5 est de 1,45 V eff. Le gain en tension du tandem T4-T5 étant voisin de 2,7, on se retrouve avec une tension maximale en sortie sur l'émetteur de T5 de 3,9 V eff.

L'impédance de sortie est très faible, puisque voisine de 35 Ω.

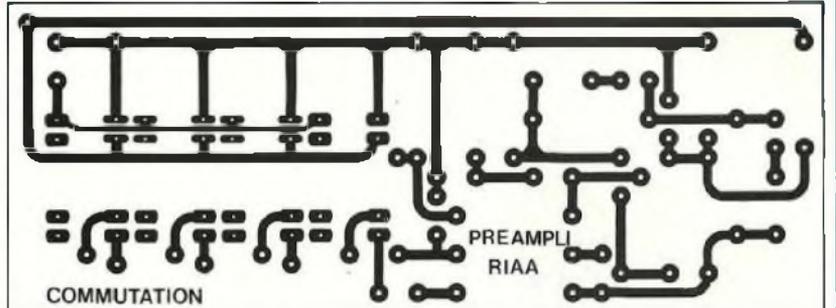


Fig. 8

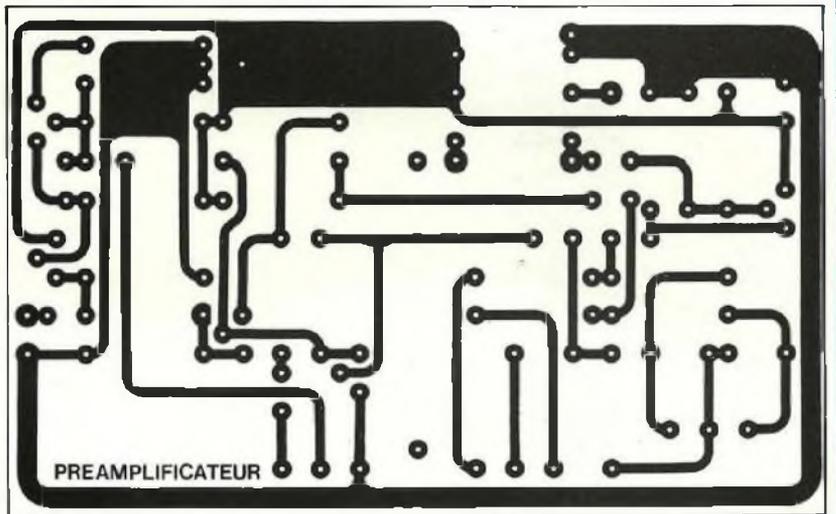


Fig. 8

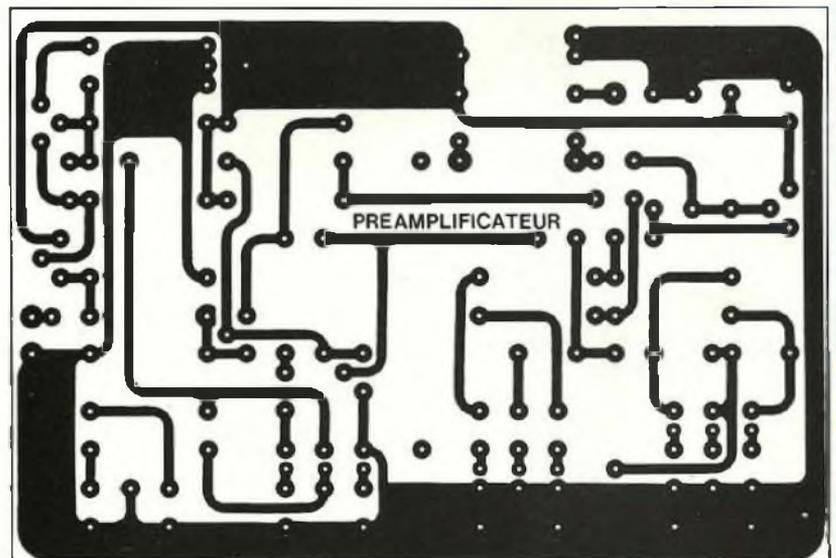
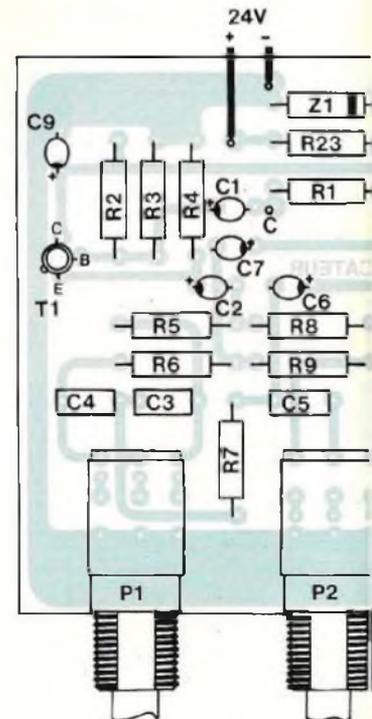
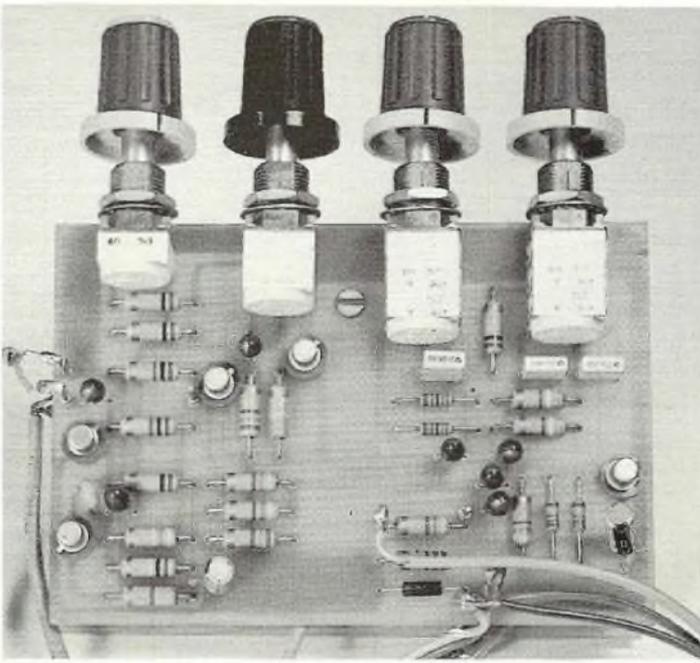
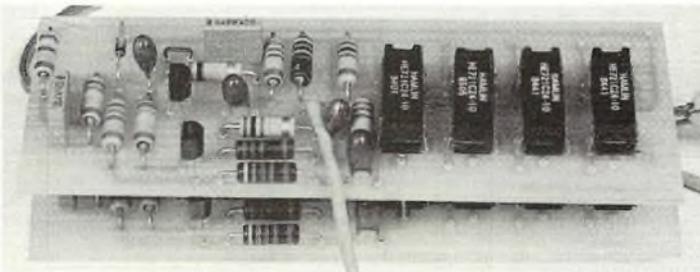
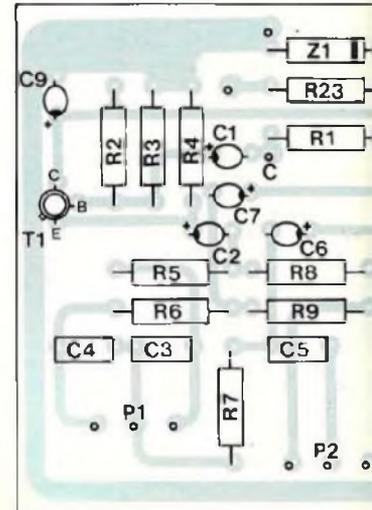
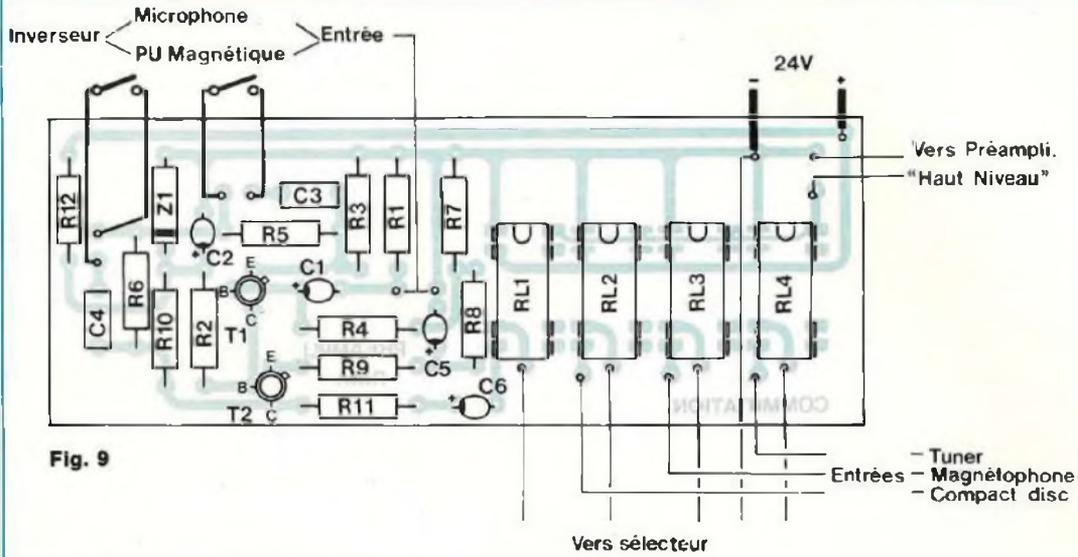


Fig. 8

PREAMPLIFICATEUR CORRECTEUR FAIBLE BRUIT



UN CLASSIQUE A LA HAUTEUR

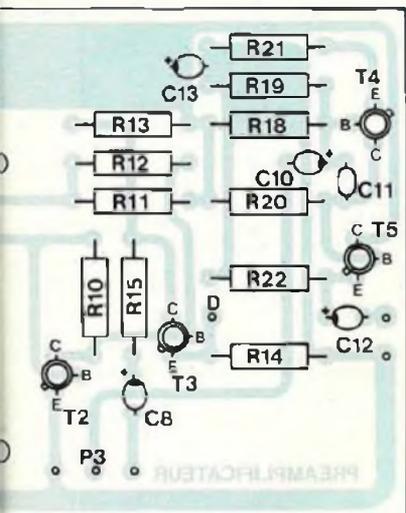


Fig. 11

Entrées
"Haut Niveau"

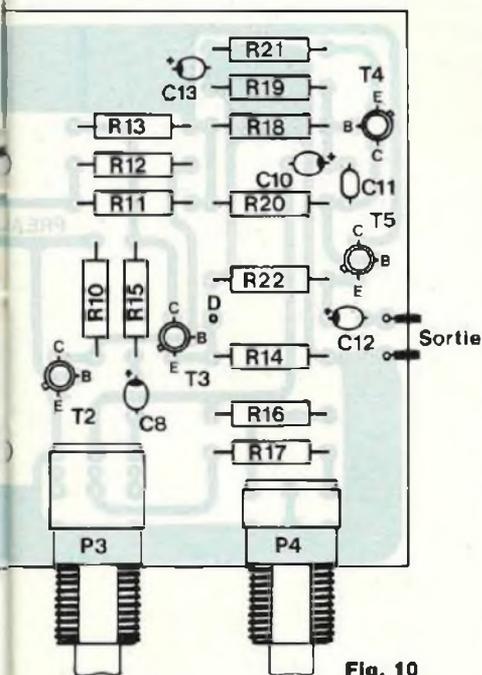


Fig. 10

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

PREAMPLI RIAA

Composants pour une voie :

- Résistances à couche métallique

± 1 % 1/2 W

R1 - 47,5 kΩ

R2 - 267 kΩ

R3 - 221 Ω

R4 - 1 MΩ

R5 - 10 kΩ

R6 - 182 kΩ

R7 - 1 kΩ

R8 - 2,21 kΩ

R9 - 150 Ω

R10 - 5,62 kΩ

R11 - 4,75 kΩ

R12 - 1,5 kΩ ± 5 % 1/2 W

- Condensateurs non polarisés

C3 - 6,8 nF

C4 - 22 nF

- Condensateurs "tantale goutte" ou "électrochimiques"

C1-C2-C5-C6 - 22 μF/25 V

- Semiconducteurs

T1-T2 - BC 651

Z1 - 10 V/500 mW

- Divers

LED1 à LED4 - Diodes leds vertes

RL1 à RL4 - Relais REED 24 V/1 RT

Inverseur si entrée microphone utilisée

Commutateur 3 circuits/4 positions

PREAMPLI HAUT NIVEAU

Composants pour une voie, sauf pour les potentiomètres :

- Résistances à couche métallique

± 5 % 1/2 W

R1 - 4,7 kΩ

R2 - 220 kΩ

R3 - 220 kΩ

R4 - 4,7 kΩ

R5 - 3,9 kΩ

R6 - 3,9 kΩ

R7 - 10 kΩ

R8 - 1,5 kΩ

R9 - 1,5 kΩ

R10 - 330 kΩ

R11 - 4,7 kΩ

R12 - 470 Ω

R13 - 2,7 kΩ

R14 - 1 kΩ

R15 - 2,7 kΩ

R16 - 10 kΩ

R17 - 10 kΩ

R18 - 470 kΩ

R19 - 100 kΩ

R20 - 10 kΩ

R21 - 3,3 kΩ

R22 - 1 kΩ

R23 - 910 Ω

- Condensateurs non polarisés

C3 - 0,1 μF

C4 - 0,1 μF

C5 - 3,3 nF

C11 - 47 pF céramique

- Condensateurs "tantale goutte" ou "électrochimiques"

C1-C2-C6-C7-C8-C9-C10-

C12-C13 - 22 μF/25 V

- Semiconducteurs

T1 - 2N 930

T2-T3-T4-T5 - BC 109

Z1 - Zener 20 V/500 mW

- Potentiomètres Sfernice P11 VZN

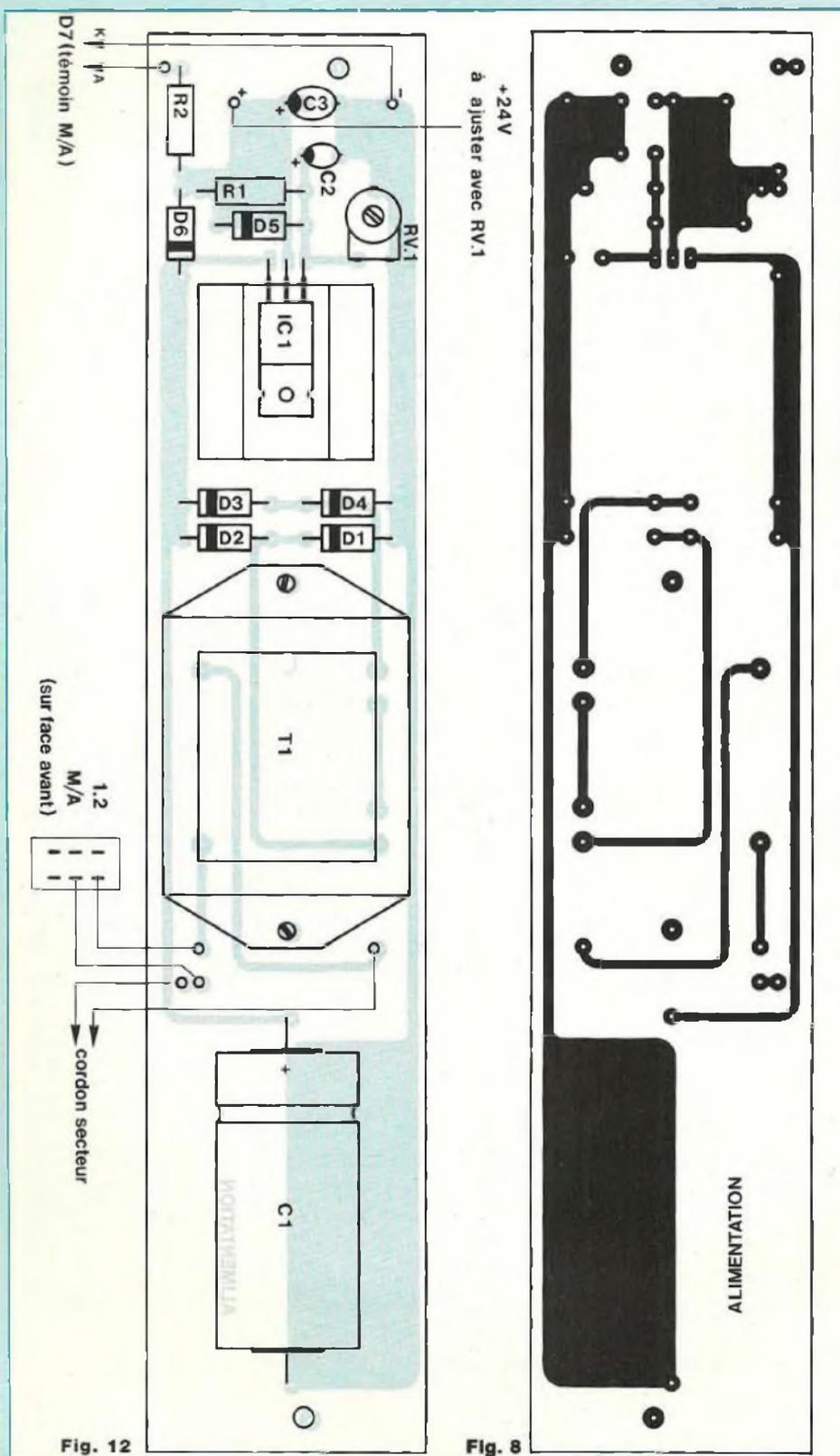
P1 - 2 x 47 kΩ lin.

P2 - 2 x 47 kΩ lin.

P3 - 2 x 100 kΩ log.

P4 - 100 kΩ lin.

PREAMPLIFICATEUR CORRECTEUR FAIBLE BRUIT



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIMENTATION

- **Semiconducteurs**

D1 à D6 – 1N 4001
 D7 – diode électroluminescente
 7 x 15 mm
 IC1 – LM 317T

- **Condensateurs**

C1 – 4700 μ F/40 V
 C2 – 10 μ F/63 V
 C3 – 47 μ F/40 V

- **Résistances**

R1 – 240 Ω /1/4 W \pm 5 %
 R2 – 1,2 k Ω /1 W
 RV1 – ajustable 4,7 k Ω

- **Divers**

T1 – transformateur moulé
 220 V/ 2 x 12 V/2 x 2,75 VA
 I1 – Interrupteur 3 A/220 V

- **PRISE ENREGISTREMENT**

Le signal est prélevé au niveau des points B des modules puisqu'il y en a deux, comme nous allons le voir plus loin.

- **L'ALIMENTATION**

C'est devenu un grand classique puisque nous utilisons un régulateur LM 317T. Le schéma de la figure 7 ne vous apprend donc plus rien.

Redressement, filtrage, régulation et ajustage de la tension de sortie avec RV1.

Le boîtier TO220 pouvant fournir jusqu'à 1 A, c'est largement suffisant pour cette application.

REALISATION

- **LES CIRCUITS IMPRIMES**

Ils sont au nombre de 5, quatre pour le préamplificateur (version stéréophonique) et un pour l'alimentation.

UN CLASSIQUE A LA HAUTEUR



Les deux plaquettes du préamplificateur "haut niveau", ne sont pas identiques, car une seule reçoit les potentiomètres : graves, aigus, volumes, balance.

Les circuits sont proposés à l'échelle 1, figure 8 et ne présentent aucune difficulté de reproduction.

• CABLAGE

Les plans de câblage sont suffisamment détaillés aux figures 9 - 10 - 11 et 12 pour éviter toute erreur.

Les nomenclatures permettent de connaître la valeur nominale de chaque composant, ainsi que sa tolérance.

Attention à l'orientation des condensateurs "tantale goutte" qui n'aiment guère une inversion de polarité.

• INTERCONNEXIONS DES DEUX MODULES PREAMPLIFICATEURS "HAUT NIVEAU"

Les modules sont maintenus entre eux par deux entretoises de 10 mm de hauteur, le module équipé des potenti-

mètres étant situé sur le dessus.

Les neuf interconnexions avec le module inférieur (P1, P2, P3) sont effectuées avec des queues de résistances. Il en est de même pour l'alimentation.

Utiliser du câble blindé pour les raccordements des entrées platine tourne-disques/modules, ainsi que pour les sorties.

à suivre...

D.B.

Pour vous aider dans la réalisation de cette superbe électronique, nous mettons à votre disposition :

- la pochette de circuits imprimés percés en verre époxy et cuivre étamé (7 C.I.)

Prix : 160,00 F

- La pochette de tous les semiconducteurs nécessaires à cette réalisation (circuits intégrés, transistors, diodes, ponts redresseurs, leds).

Prix : 1100,00 F

- Amplificateur en kit complet (coffret ESM percé et découpé).

Prix : 3200,00 F

- Frais de port et d'emballage.

Prix : 200,00 F

Adressez votre commande accompagnée de son règlement aux

EDITIONS PERIODES
1, boulevard Ney
75018 Paris

LA CLASSE A Y'A QUE ÇA !

**AMPLI
PURE CLASSE A**
2 x 35 Weff sur 8 Ω
(Impédance de charge 4 Ω à 16 Ω)
décrit dans Led n° 70

LE KIT ASTEROIDE EVOLUTION IV



J'ai à nouveau le plaisir de parler des Créations Acoustiques de France. Point n'est besoin de présenter ces passionnés à nos fidèles lecteurs. Depuis plusieurs années, leurs produits se trouvent souvent décrits dans nos colonnes. En effet, toujours fidèles à leurs principes, les concepteurs des C.A.F. préfèrent améliorer les produits existants de la gamme, plutôt que d'étudier et de créer de nouveaux modèles. Cette déontologie a pour but d'exploiter au maximum l'expérience acquise sur un projet précis et, ensuite, de l'en faire bénéficier.

Après de longs mois consacrés à un prototype d'enceinte acoustique, il faut inévitablement passer à la commercialisation

du produit afin de rentabiliser le fruit du travail et d'en faire profiter le public. L'instant de décision de figer son étude demeure critique et douloureux. Il est toujours possible de modifier, d'améliorer, de peaufiner son produit. Les C.A.F. conservent justement cette réserve de modifications ultérieures qui s'appliqueront aux modèles suivants, en fonction des recherches permanentes et des nouveaux composants disponibles.

Le modèle "ASTEROIDE", présenté pour la première fois au public en 1980, bénéficie d'une quatrième version intéressante. Après dix années de bons et loyaux services, l'ASTEROIDE repart certainement pour une longue carrière. Ce kit porte désormais l'appellation de "ASTEROIDE Evolution IV".

L'ébénisterie demeure le seul élément conservé. Le style des formes futuristes et pures n'a pas perdu de son élégance. Ceci réjouira les heureux possesseurs des modèles précédents, qui bénéficient de la possibilité de franchir un nouveau pas vers la haute fidélité.

Les composants de ce système deux voies font encore plus appel à des technologies d'avant-garde.

DESCRIPTION DU SYSTEME

Nous sommes en présence d'un système à deux voies relativement classique quant à sa conception, mais dont les nouveaux transducteurs apportent des améliorations sensibles qui ne laisseront pas indifférents les amateurs. Dans une présentation toujours irréprochable, le kit se compose de deux ensembles identiques pour la réalisation

EVOLUTION IV DES C.A.F.

d'une paire d'enceinte acoustique. Pour un kit, on trouve tout d'abord un haut-parleur de 13 cm, accompagné d'un tweeter. Viennent ensuite les composants passifs du filtre deux voies avec ses selfs, condensateurs et résistances. N'oublions pas le bornier et le circuit imprimé. La notice complète est claire et précise, rien ne manque pour réussir parfaitement son kit. Les explications, les plans et les schémas présentés avec goût, témoignent du professionnalisme des concepteurs.

CARACTERISTIQUES DU KIT ASTEROIDE

"Evolution IV"

Bande passante :
35 à 21 000 Hz à -3dB
Puissance nominale efficace :
35 watts
Puissance programmée admissible :
50 watts maximum
Efficacité : 90 dB/1 watt/1 m
Impédance moyenne : 8 Ω
Nombre de voies : 2
Nombre de transducteurs : 2
Références des transducteurs :
Grave/Médium CKL 130 X des
Créations Acoustiques de France
Aigu TWX 102 AUDAX
Filtrage : à 2 cellules
Fréquences de coupures (Fc) :
5 000 Hz
Basse/Médium : 12 dB/octave
électrique et acoustique
Aigus : 12 dB/octave électrique

LES HAUT-PARLEURS

Un 13 cm de diamètre assure la restitution de la voie grave/médium. Ce nouveau haut-parleur créé par les C.A.F., porte la référence de CKL 130 X. Dérivé du fameux CKL 130 équipant les kits BACCARAT et ANDROIDE, sa membrane exponentielle en fibre de Kevlar tressée se

trouve équipée d'une bobine mobile de 25 mm sur un support Nomex. Au centre du cône, une ogive-bulbe anti-turbulences, de forme allongée, dont l'extrémité arrondie vient à bout des perturbations non négligeables dans le centre du cône. Constituée d'une structure en tissu de Kevlar tressé, rigidifié et amorti par de la résine spéciale qui assure le moulage du cône, cette membrane nécessite beaucoup de soins pour obtenir une régularité dans la fabrication en série. Le support bobine en Nomex permet de fournir une grande puissance sans déformation de la bobine mobile. Le châssis moulé en alliage aluminium anti-résonnant, bien conçu, laisse découvrir de grandes aérations de décompressions qui permettent un déplacement sans freinage de la membrane. Le moteur, très puissant, produit l'énergie nécessaire aux grands écarts de dynamique que génèrent les disques compacts.

PARAMETRES DU CKL 130 CAF X DES C.A.F.

Diamètre : 130 mm
Impédance nominale : 8 Ω
Diamètre de la bobine : 25 mm
Support bobine : Nomex
Fil : cuivre
Nombre de couches fil : 1
Diamètre de l'aimant : 104 mm
Champs B : 1,4 T
Membrane : fibre de Kevlar tressée
Suspension : Néoprène
Poids total du H.P. : 1,5 kg
Rendement à 1 W/1 m : 90 dB
Puissance efficace max. : 50 watts
FS : 60 Hz
Rsc : 6,2 Ω
Sd (m²) : 0,079
Ogive : oui
Qms : 6,43
Qes : 0,4762
Qts : 0,5149

LE TWEETER

Le choix s'est porté sur un modèle AUDAX de la fameuse série des dômes polycarbonate. Ce petit tweeter, le TWX 102 est un reproducteur d'aigus, doté d'une technologie d'avant-garde. Un véritable pavillon actif charge son dôme ultra léger de 10 mm de diamètre. La bobine sans support est refroidie dans une atmosphère de ferro fluide. Une faible directivité, une réponse impulsionnelle exceptionnelle, caractérisent ce tweeter. Enfin, sa bande passante étendue (jusqu'à 22 kHz) achève la liste des avantages du TWX 102.

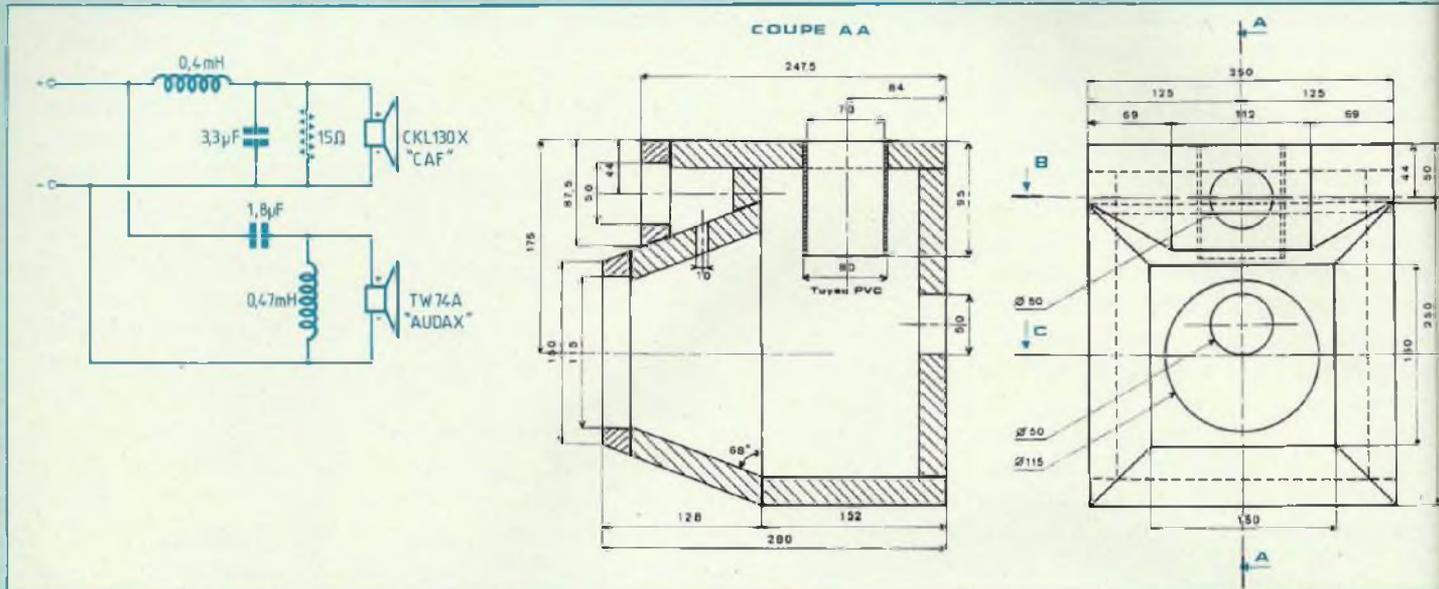
CARACTERISTIQUES DU TWEETER TWX 102

Diamètre du dôme : 10 mm
Impédance nominale : 8 Ω
Diamètre de la bobine : 10,5 mm
Hauteur de la bobine : 1,9 mm
Hauteur de l'entrefer : 1,5 mm
Support de la bobine : pas de support (ferrofluide)
Fil : cuivre
Nombre de couches fil : 2
Diamètre de l'aimant : 28,5 mm (carré)
Poids de l'aimant : 17.10⁻³ kg
Champs B : 0,052.10⁻³
Membrane : polymère
Poids total du H.P. : 52.10⁻³ kg
Rendement à 1 W/1 m : 91,3 dB
Puissance efficace max. : 40 watts
Fs : 2900 \pm 400 Hz
Cms (mN-1) : 10
Sd (m²) : 3,14.10⁻⁴
Bl (NA-1) : 1,27

LE FILTRE

Le filtrage classique à deux voies, organisé autour de deux cellules simples, n'en est pas moins efficace. N'oublions pas que nous sommes en présence d'un système à deux voies. Par conséquent, les coupures ne doi-

LE KIT ASTEROIDE



vent pas être trop raides. Une pente de 12 dB/octave semble raisonnable. Premièrement, nous trouvons la cellule passe-bas (0,4 mH, 3,3 µF) et une résistance de puissance de valeur 15 Ω. La bande passante de cette cellule se limite à 5 kHz.

La deuxième voie (1,8 µF et 0,47 mH) filtre les aigus au-dessus de 5 000 Hz avec une pente de 12 dB/octave.

Je souligne la qualité constante des composants passifs des filtres.

Les condensateurs sont au polypropylène. Les selfs s'imposent par leur taille importante car la forte section des fils de bobinage assure ainsi une faible résistance des inductances.

DESCRIPTION DU KIT "ASTEROIDE Evolution IV"

Le kit comprend, pour une enceinte :

- 1 haut-parleur CKL 130 X des C.A.F.
- 1 tweeter AUDAX TW 102
- 1 circuit imprimé pour le filtre deux voies

- 2 inductances de 0,40 mH
- 2 inductances de 0,47 mH
- 2 condensateurs polypropylène de 3,3 µF
- 2 condensateurs polypropylène de 1,8 µF
- 2 résistances de puissance de 15 Ω
- 1 bornier de raccordement haut-parleur
- 1 notice complète avec schémas, plans et marche à suivre.

L'EBENISTERIE

Comme je le précisais plus haut, l'ébénisterie reste identique à la version précédente. Les heureux possesseurs du modèle III se limiteront au remplacement des haut-parleurs et du filtre deux voies. Les nouveaux acquéreurs de ce kit s'aideront des plans et différentes figures pour la réalisation des deux caissons. En pratique, les bricoleurs avertis n'éprouveront aucune difficulté majeure. Les informations accompagnant le kit et le pas à pas de montage, guideront l'amateur jusque dans les moindres détails. Le succès

est assuré si les indications et conseils sont parfaitement suivis.

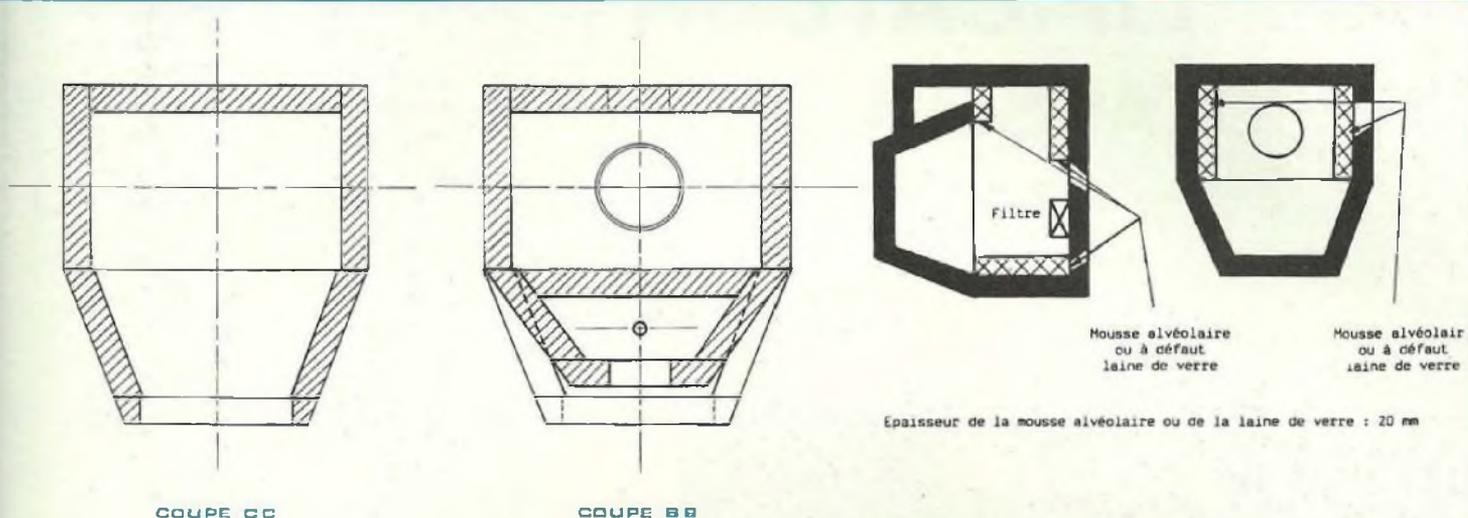
La forme et le style particulier du caisson demandent plus de soins et de dextérité que les très classiques et maussades boîtes parallépipédiques. La première solution de facilité sera de faire débiter les différents panneaux par un professionnel ou un marchand de bois au détail, qui dispose d'une scie verticale. La deuxième et la plus rationnelle possibilité à mon avis, c'est la demande aux C.A.F. du kit complet d'ébénisterie. Le prix se trouve raisonnablement calculé pour les petites bourses. En bon consommateur averti, la comparaison doit être faite avant de se décider.

LA REALISATION

Ce caisson "ASTEROIDE", nouvelle mouture, sera réalisé avec des panneaux d'aggloméré ou de MEDITE de 22 mm d'épaisseur.

Avant de passer à l'acte, s'assurer d'avoir tout l'outillage et les matériaux nécessaires au montage. Le collage demande une colle blanche à

EVOLUTION IV DES C.A.F.



bois, de très bonne qualité. L'étanchéité des caissons doit être parfaite. Des presses de menuisier faciliteront l'assemblage et le collage successifs des pièces de bois. Les moins équipés utiliseront des vis à tête fraisée pour panneaux de particules, afin de maintenir les pièces pendant le séchage de la colle. Un mastic à bois rebouchera les trous et défauts. Un ponçage fin finira l'aspect et l'ébénisterie sera prête au placage comme à la peinture.

Chacun laissera faire son imagination ou ses goûts, pour la décoration définitive.

Avant de monter les haut-parleurs et le filtre, la laine de verre assurant l'amortissement interne sera disposée comme indiqué sur les plans. Cette dernière opération est très importante pour l'obtention d'un résultat final optimal.

LE MONTAGE DES HAUT-PARLEURS

L'étanchéité des haut-parleurs sur la face avant de chaque caisson sera obtenue en intercalant un fin film de

joint mastic silicone ou polyuréthane. Cette dernière précaution garantira la qualité finale du système.

L'ECOUTE

Cette écoute a été effectuée dans les mêmes conditions que le kit modèle III (voir Led n° 55) afin d'apprécier objectivement les différences.

Je suis stupéfait de constater que ce kit procure de nouvelles émotions musicales.

Cette "ASTEROIDE Evolution IV" restitue les médiums de manière flagrante, avec plus de douceur que son aînée. La membrane Kevlar remplace avantageusement la fibre de verre pour ce registre. Les voix chantent avec plus de clarté, sans agresser les tympans.

Force est de constater que le niveau de grave se trouve, lui aussi, enrichi, plus ferme et mieux contrôlé. La puissance exceptionnelle du moteur du CKL 103 X maîtrise parfaitement la situation.

Les aigus me paraissent un peu plus clairs et cristallins, mais je pense que

c'est grâce à un meilleur équilibre tonal obtenu avec le 13 des C.A.F. L'effet positif de l'ogive centrale est incontestable. L'écoute d'un orchestre symphonique au complet, démontre que l'ASTEROIDE restitue avec toujours autant de précision, le signal musical. Les écarts de dynamiques d'un piano se retrouvent avec beaucoup de vérité.

CONCLUSION

Les concepteurs ont à nouveau réussi l'évolution de ce modèle qui reproduit les sons avec plus de douceur et de précisions que le modèle III.

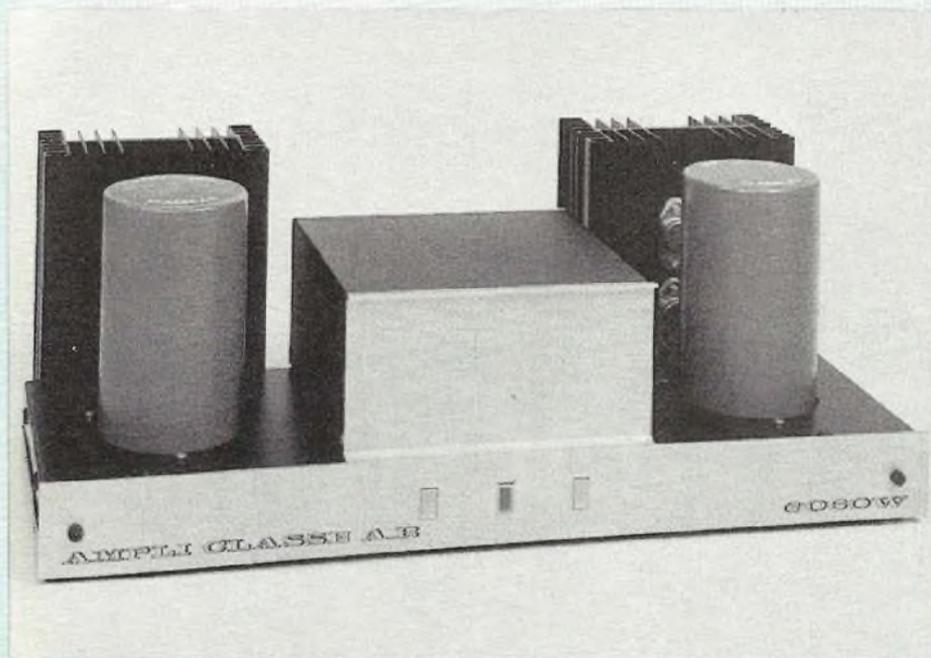
L'augmentation du niveau de grave apporte une meilleure étendue de la bande passante. Ceci est d'un effet physiologique remarquable.

Les C.A.F. séduiront de nouveaux amateurs et réjouiront les possesseurs du modèle III qui bénéficieront de réels progrès, à moindre frais !

Gabriel Kossmann

Prix indicatif : F. 650,- le kit composants complet pour une enceinte.

AMPLIFICATEUR CLASSE A-B 2 x 50 Weff.



Le Forum du Kit est pour nous l'occasion de vous présenter, chaque année, des études de haut niveau dans le domaine de la basse-fréquence. L'amplificateur en classe A-B que nous vous proposons de réaliser en est un nouvel exemple. Nous l'avons minutieusement mis au point, modifié, remodifié, attentivement écouté de longues heures, afin que vous ayez entre les mains, si vous souhaitez en entreprendre la réalisation, un Amplificateur au "top niveau", capable de faire face aux plus grandes marques de la Hi-Fi, mais à un prix de revient beaucoup plus raisonnable..

Ayant utilisé le même châssis que pour l'amplificateur pure classe A décrit dans le Led n° 70 (Spécial Forum 89), vu de loin esthétiquement, c'est la même

chose et c'est un peu vrai. Forts des résultats obtenus avec notre précédente étude, nous avons décidé de calquer mécaniquement ce classe A-B. Nous retrouvons donc la même alimentation (transformateur torique

à deux enroulements secondaires, chacun d'eux alimentant une voie de l'Amplificateur, d'où la présence des deux gros condensateurs de filtrage), également les deux dissipateurs fixés verticalement à l'arrière du châssis et qui reçoivent ici encore toute l'électronique. (Nous tenons beaucoup à cette disposition compacte), les trois diodes électroluminescentes en face avant et à l'intérieur du coffret, la commutation résistances de charges/haut-parleurs (temporisateur supprimant le claquement des H.P. à la mise sous tension de l'appareil).

L'AMPLIFICATION

Le schéma de principe de la figure 1 dévoile les secrets de l'électronique et met en évidence la simplicité de l'étage d'amplification dont le mode de fonctionnement est ici en classe A-B.

Les lecteurs qui nous lisent régulièrement, remarqueront peut-être une similitude avec le schéma des modules amplificateurs décrits dans Led n° 77, page 39 "12 versions possibles 2 x 15 W eff. à 2 x 60 W eff.". Profitez-en pour observer attentivement ces deux schémas et constater comment on peut alimenter un amplificateur à partir d'une tension unique +U ou d'une tension symétrique $\pm U$, intéressant non !

Nous avons volontairement mené notre étude en optant pour l'alimentation de notre étage d'amplification en tension unique +U, d'une valeur élevée, puisqu'atteignant +72 V. Ce choix n'est pas dû au hasard, car ce +72 V, nous le retrouvons dans l'alimentation de l'amplificateur pure classe A. Ainsi, à alimentations identiques, nous pourrions effectuer des écoutes comparatives des deux appareils.

LE DEUXIEME CLASSE

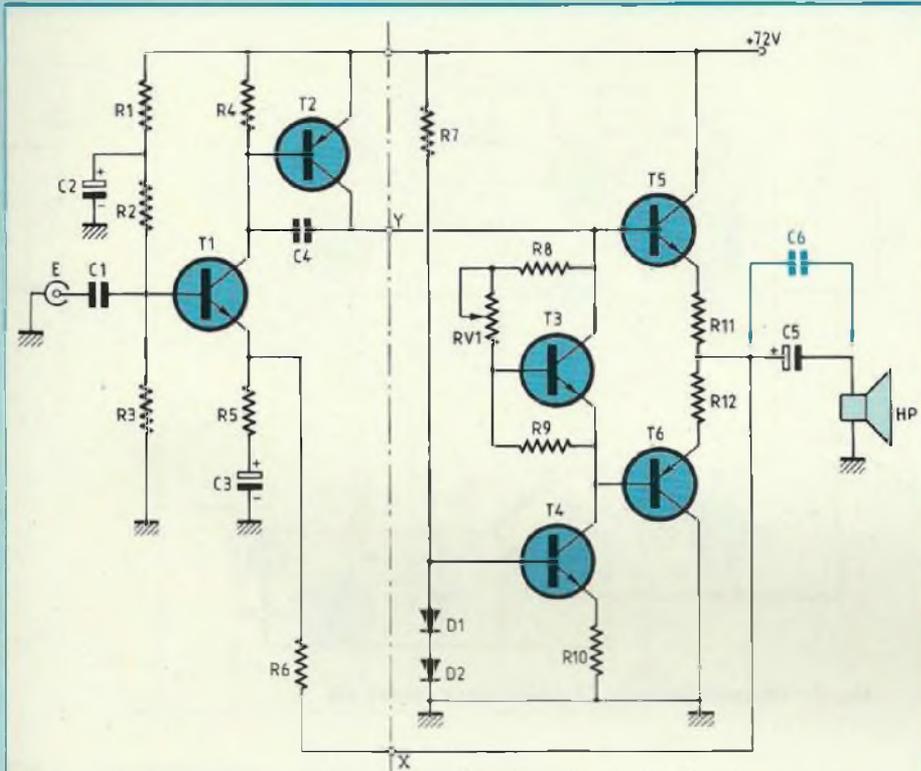


Fig. 1 : La simplicité du schéma est due à l'utilisation de transistors darlington pour T5 et T6.

Alimenter un étage d'amplification en tension unique $+U$ nécessite obligatoirement l'utilisation d'un condensateur de liaison ampli/HP de valeur élevée, cet électrochimique que les grands champions de la symétrisation regardent avec dédain et que les coupeurs de décibels en quatre, les vrais audiophiles, paraît-il, ne cessent de critiquer. Le son du condensateur, sa coloration... ce composant passif chante, nous a-t-on assuré avec sérieux !!

Nous n'en croyons rien. Par contre, nous avons pu constater, ayant la possibilité d'écouter nombre de matériels Hi-Fi, que beaucoup d'enceintes oublient, elles, de chanter, pourtant elles ne manquent pas de **voies**.

Nous pensons que c'est plutôt une question de mode (on revient bien actuellement en force aux amplis à

tubes), une question de coût également, car les condensateurs de bonne qualité sont onéreux.

Ce que l'on passe sous silence avec les étages amplificateurs à entrée différentielle, donc à alimentation symétrique $\pm U$ et sans condensateur de liaison, c'est le danger permanent qu'ils représentent pour les enceintes acoustiques. Quand tout se passe bien, on se retrouve avec une tension continue de quelques millivolts à leurs bornes : pas de danger. Par contre, que l'un des transistors de puissance rende l'âme, et c'est instantanément, un courant continu très important qui va méchamment s'en prendre aux bobines mobiles des H.P. en les fondant.

Le condensateur de liaison, lui, dont le rôle est de laisser passer le signal alternatif qu'est la modulation, mais également de bloquer la tension con-

tinue égale à $+U/2$ au point milieu de l'étage de sortie, est l'ange gardien des H.P.

A la mise sous tension de votre Amplificateur, si celui-ci est dépourvu d'une commutation charges résistives/enceintes, les condensateurs de liaison étant déchargés et se comportant comme un court-circuit, pendant une fraction de seconde, vous entendez un "Vou...oum" impressionnant et inquiétant, émis par les enceintes (sans parler du déplacement des membranes). Cette fraction de seconde n'est pas dangereuse, mais imaginez une minute et plus, le temps de réagir et d'éteindre votre Amplificateur à entrées différentielles qui passe le continu ... c'est cuit !

Certes, un amplificateur, conçu à partir de notre schéma, ne peut, ni passer le continu d'un côté, ni le mégahertz de l'autre côté, mais soyons sérieux. La basse fréquence c'est un étroit couloir qui s'étend de 20 Hz à 20 kHz. De plus, comme le maillon en bout de chaîne, qui est chargé de transformer le signal électrique en signal acoustique, est de loin actuellement le plus mauvais et le restera encore longtemps, ce couloir déjà étroit est encore rétréci pour ne laisser finalement qu'une bande passante comprise entre 40 Hz et 18 kHz à ... -3 dB ! Passons sous silence et les oreilles et les enregistrements.

Voyons donc le schéma électrique retenu, qui suffit largement à nos besoins. Il n'est pas parfait et ne peut l'être. La classe A-B a ses avantages, mais aussi ses inconvénients. Contrairement à la classe A qui consomme un maximum de courant au repos (absence de modulation), ici on ne parle plus que de quelques mA. Les dissipateurs restent froids, ce qui n'est d'ailleurs pas un avan-

L'AMPLIFICATEUR CLASSE A-B

tage. les électrons sont frileux. Certains fabricants de matériels Hi-Fi de très haut de gamme préconisent d'ailleurs, de laisser leur matériel en chauffe pendant 15 à 30 mn, ceci afin d'obtenir les meilleures conditions d'écoute qui soient.

Ce classe A-B a donc un faible courant de repos I_0 , courant de polarisation qui peut être ajusté au moyen de RV1, de quelques milliampères à près de 1A ($5\text{mA} < I_0 < 1\text{A}$). Polarisé à 1A par canal, notre amplificateur fonctionne parfaitement, les dissipateurs chauffent évidemment et on serait presque tenté de parler alors de classe A.

Il n'en est rien et bien que certaines marques de matériels Hi-Fi n'hésitent pas à le faire croire aux éventuels acquéreurs (notre amplificateur sort une puissance de 2×100 watts en classe A-B, mais fonctionne en classe A les 10 premiers watts...), un classe A-B reste un classe A-B. Ce n'est pas le courant de repos qui va supprimer les inévitables raccords alternances positives et négatives, il ne peut, au mieux, qu'en atténuer les effets néfastes. Un faible courant de repos engendre une distorsion de raccordement (ou de croisement) importante, très gênante lors des écoutes à bas niveau sonore. Pour cette raison, nous avons choisi de polariser notre amplificateur avec un courant de repos I_0 de 300 mA.

Afin de bénéficier d'une excursion maximale du signal alternatif aux bornes de la charge avec un écrêtage symétrique des deux alternances à la saturation, la tension continue au point milieu x (point commun de R11 et R12) doit être égale à la moitié de la tension d'alimentation, soit +36 volts.

Les résistances R1, R2 et R3 forment un diviseur de tension, lequel

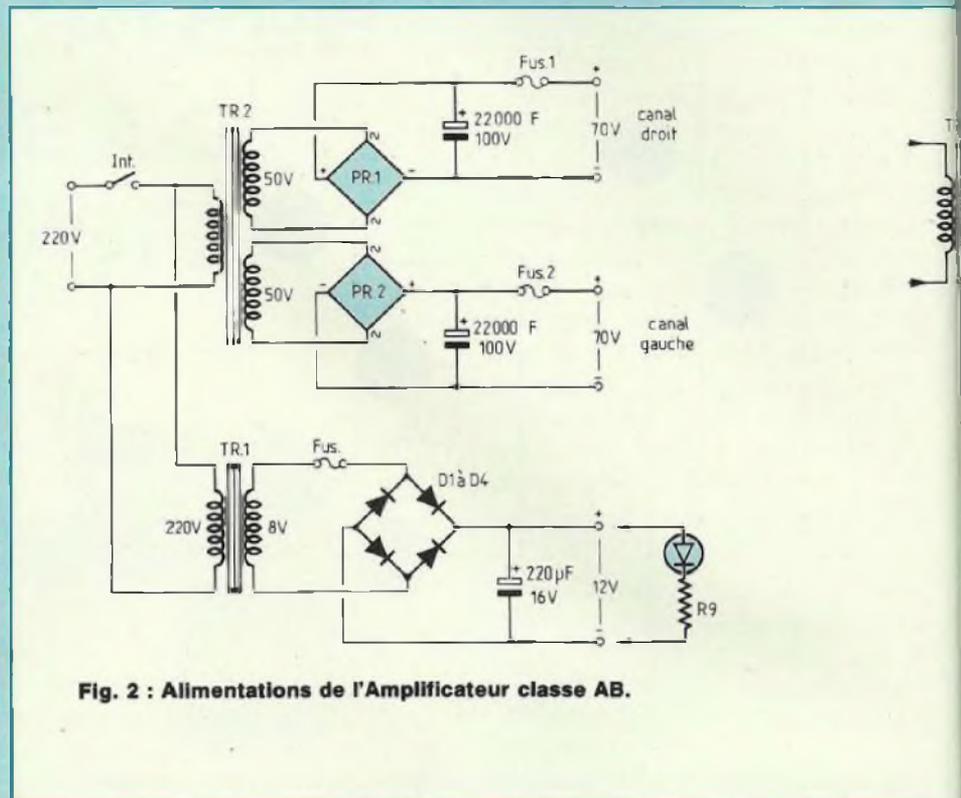


Fig. 2 : Alimentations de l'Amplificateur classe AB.

polarise la base de T1 à environ 1,5 volt au-dessus de ce potentiel x de +36 volts.

Cet écart de tension de 1,5 V entre la base de T1 et le point milieu x reste constant, puisque déterminé par la jonction base-émetteur de T1 et la tension aux bornes de R6, due au courant collecteur de T1.

La tension continue aux bornes de R4 est déterminée par le $V_{BE(ON)}$ de T2.

Le courant collecteur de T1 et le courant traversant R6 est déterminé par la relation :

$$\frac{V_{BE(ON)} \text{ de T2}}{R4} \# \frac{0,6}{1,8 \cdot 10^3} \# 0,33 \text{ mA}$$

L'impédance d'entrée Z_{IN} est déterminée par la mise en parallèle des résistances R2 et R3 :

$$Z_{IN} = \frac{R2 \cdot R3}{R2 + R3} = \frac{82 \cdot 150}{82 + 150} \# 50 \text{ k}\Omega$$

Le gain alternatif A_v en boucle fermée est fixé par le rapport

$$\frac{R6}{R5} \text{ soit : } A_v = \frac{5600}{220} \# 25$$

Le transistor T2 a approximativement 60 dB de gain en tension, il est l'élément central de cet amplificateur. Le condensateur C4 qui shunte sa base et son collecteur, le préserve des entrées en oscillation aux hautes fréquences.

Le transistor T3 est utilisé pour polariser l'étage de sortie et supprimer de la sorte, la distorsion de croisement, c'est le courant de repos I_0 .

T4 est une source de courant constant qui, grâce à D1 et D2 est indépendante des variations de la tension d'alimentation. Elle évite de devoir bootstraper la base de T6, le condensateur servant au bootstrap provoquant de la distorsion aux basses fréquences.

LE DEUXIEME CLASSE

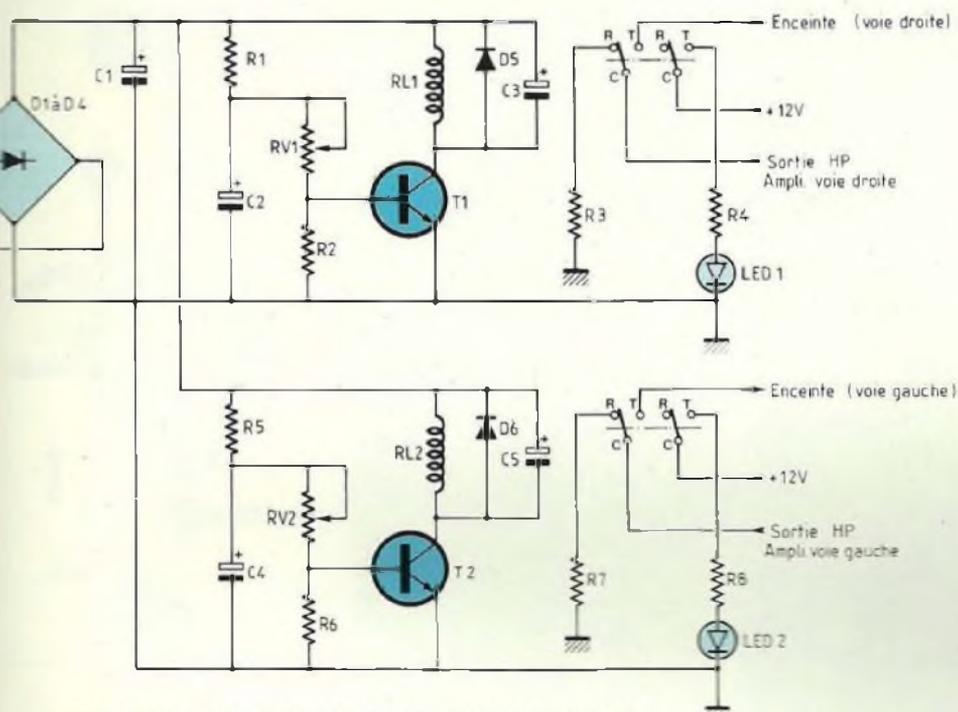


Fig. 3 : Une commutation simple mais très efficace.

La cellule de filtrage R1-C2 élimine bruit et souffle de l'alimentation. Le filtre passe-haut du premier ordre -6 dB/oct. C1-R3 limite la réponse aux basses fréquences, la fréquence de coupure f_0 se déduit de la relation :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot C1 \cdot R3} = \frac{1}{6,28 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 150 \cdot 10^3} \approx 1 \text{ Hz}$$

Il en est de même pour les cellules R5.C3 et C5.ZHP.

Les traits hachurés déterminent les composants des deux cartes imprimées, la carte ampli en tension avec T1 et T2 et la carte ampli en courant avec T3, T4, T5 et T6.

L'ALIMENTATION

Elle est simple et ultra classique puisque ne faisant appel qu'à un

double redressement en pont et à un filtrage très énergique, ce qu'indique la figure 2.

L'alimentation annexe de +12 volts sert à la carte de commutation Résistance/H.P., le temporisateur de mise sous tension de l'Amplificateur.

Le transformateur TR2 est un torique de 2 x 50 V/500 VA, tandis que TR1 est un modèle moulé de faible puissance (2,5 VA) à sorties sur picots à souder.

La basse tension de +12 volts sert également à alimenter à travers une résistance de 470 Ω , une diode électroluminescente rouge, située en face avant de l'appareil. C'est le témoin M/A de l'Amplificateur.

LA TEMPORISATION

Elle fait l'objet de la figure 3. Cette temporisation est simple mais très efficace. Un transistor de type NPN a

son collecteur chargé par la bobine d'un relais et son émetteur relié à la masse.

La base est polarisée par le pont résistif R1 - RV1 - R2. A la mise sous tension, c'est le blocage de T1. Le condensateur est vidé et se conduit comme un court-circuit, il se charge alors lentement à travers R1 avec une constante de temps égale à R1.C2. La tension croissant exponentiellement à ses bornes, se retrouve également appliquée au pont résistif RV1 - R2 dont le point commun est relié à la base de T1. En fonction de la valeur donnée à l'ajustable RV1, T1 se débloque plus ou moins rapidement. Lorsque la base est convenablement polarisée par R2, il change d'état et devient conducteur. Un courant collecteur circule alors, qui excite la bobine du relais, faisant basculer les contacts de la position repos (R) à la position travail (T).

Le relais est du type 2RT. En position "repos", la sortie de l'étage amplificateur est chargée par une résistance bobinée 8 Ω /7 W. En position "Travail", il charge d'une part la sortie de l'amplificateur classe A-B par une enceinte acoustique et d'autre part, fait s'illuminer une diode led verte visible en face avant. Elle renseigne l'utilisateur sur la commutation qui s'est effectuée, l'autorisant dès lors à écouter sa musique préférée.

Cette temporisation réglée entre 30 et 60 s est destinée à supprimer le "clac" stressant émis par les enceintes acoustiques lors de la mise en service de l'Amplificateur. Comme nous l'avons souligné en début d'article, ce phénomène est dû à la décharge du condensateur de liaison qui se conduit comme un court-circuit une fraction de seconde. Il est donc préférable de charger celui-ci à travers une résistance plutôt que de se

L'AMPLIFICATEUR CLASSE A-B

servir des bobines mobiles des haut-parleurs.

REALISATION DE L'AMPLIFICATEUR

LE BLOC DE PUISSANCE

A prévoir, bien évidemment, en deux exemplaires pour un amplificateur stéréophonique.

• Les circuits imprimés

Proposés à l'échelle 1 pour en faciliter la reproduction, ceux-ci font l'objet des figures 4A et 4B. Rien de complexe pour leur gravure.

Le circuit 4B étant destiné à coulisser dans les rainures du dissipateur, ne pas le couper trop court (en largeur). Il est préférable d'avoir à le raccourcir par la suite à la lime.

Toutes les pastilles seront percées avec un foret de $\varnothing 0,8$ mm dans un premier temps.

• Câblage des modules

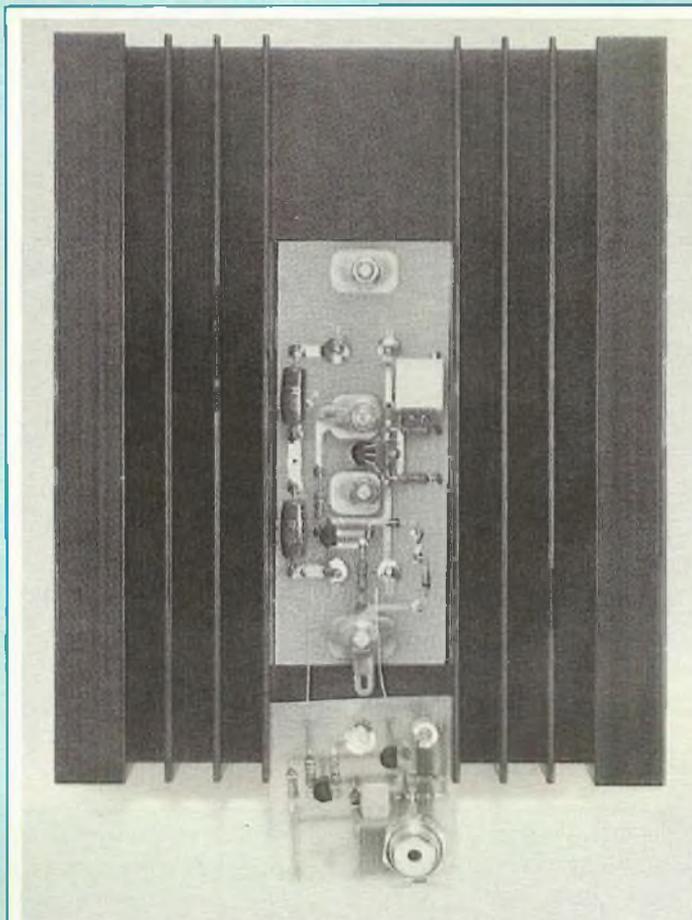
On commence par le circuit imprimé 4B qui reçoit les composants de "l'amplificateur en tension". La nomenclature permet de mettre en place les divers composants, tout en se servant également du plan de câblage de la figure 5B. La prise CINCH (entrée de la modulation) peut être de deux types différents :

- fixation par vissage d'écrou (type châssis). Percer le C.I. avec un foret du diamètre approprié à la CINCH, $\varnothing 6,2$ ou $8,2$ mm.

- fixation par soudage en quatre points. Percer les 4 pastilles de fixation au C.I. avec un foret de $\varnothing 1,5$ mm et la pastille centrale avec un foret de $\varnothing 3$ mm.

Relier le point "chaud" de la prise CINCH (qui traverse le C.I. par le trou de $\varnothing 3$ mm) au condensateur C1 avec une queue de résistance par exemple.

Souder également côté pistes cuivrées, des queues de résistances aux pastilles (X) et (Y).



Interconnexion des modules 5A et 5B. Le module 5B coulisser dans les glissières du dissipateur CO 1161P.

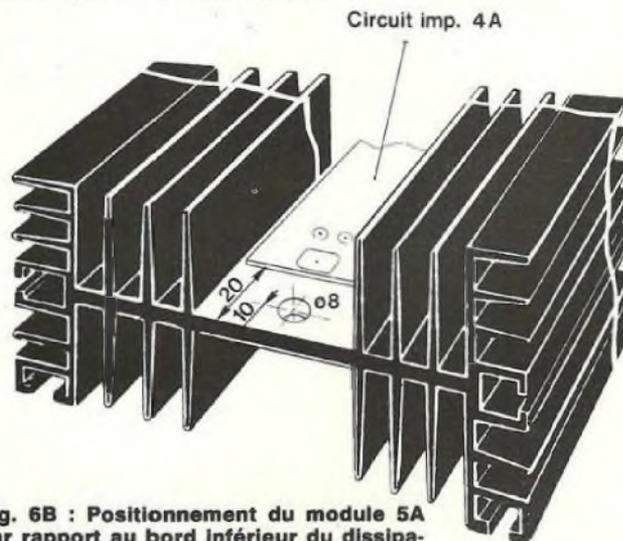


Fig. 6B : Positionnement du module 5A par rapport au bord inférieur du dissipateur.

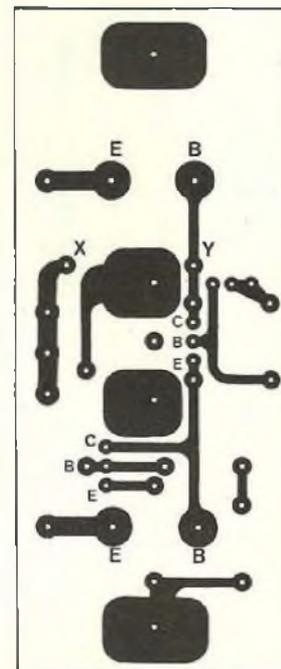


Fig. 4A

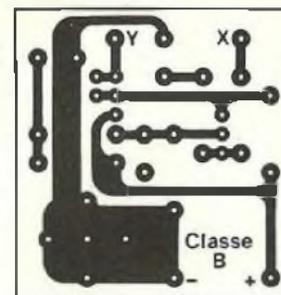


Fig. 4B

LE DEUXIEME CLASSE

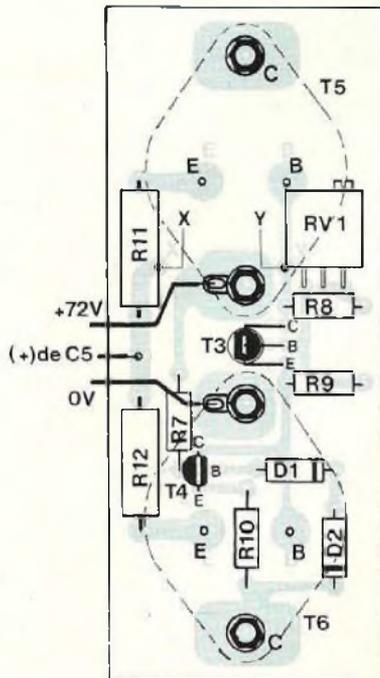


Fig. 5A

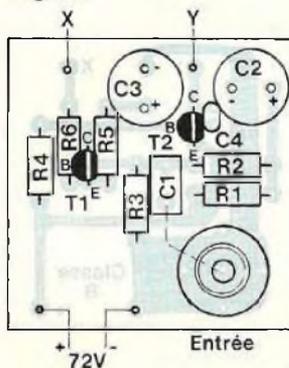


Fig. 5B

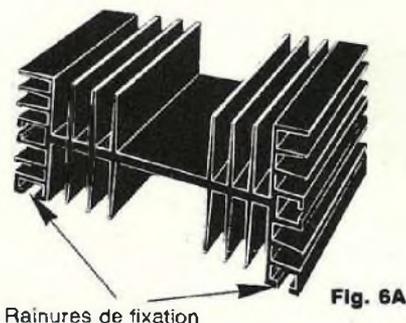


Fig. 6A

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

BLOC AMPLIFICATEUR

Composants pour 1 canal :

• Résistances à couche métallique

± 1 % 1/4 W

- R1 – 39 kΩ
- R2 – 82 kΩ
- R3 – 150 kΩ
- R4 – 1,8 kΩ
- R5 – 220 Ω
- R6 – 5,6 kΩ
- R7 – 68 kΩ
- R8 – 2,2 kΩ
- R9 – 2,2 kΩ
- R10 – 120 Ω

• Résistances bobinées 5 W

- R11 – 0,39 Ω
- R12 – 0,39 Ω

• Ajustable multitours

- RV1 – 1 kΩ

• Condensateurs

- C1 – 1 μF/63 V non polarisé
- C2 – 4,7 μF/63 V

C3 – 100 μF/63 V

C4 – 47 pF céramique

C5 – 4700 μF/63 V - Série CO 38

C6 – 4,7 μF/250 V polypropylène

• Semiconducteurs

T1 – MPSA06

T2 – MPSA56

T3 – MPSA13

T4 – MPSA06

T5 – MJ3001

T6 – MJ2501

D1 – 1N 4148 ou 1N 914

D2 – 1N 4148 ou 1N 914

• Divers

Prise CINCH (voir texte)

Dissipateur oxydé SEEM

Réf. CO1161P - Longueur 150 mm

2 x mica isolant pour boîtier TO3

4 x canon isolant pour visserie de

3 mm

2 x cosse à souder ø 3,2 mm

Visserie de 3 mm (vis + écrous

+ rondelles éventail)

Graisse au silicone

Aux pastilles (+) et (-) souder, côté pistes, des fils de faible section de 15 cm de longueur. Fil rouge pour le (+), fil noir pour le (-).

Le câblage terminé et soigneusement vérifié, dissoudre la résine de la soudure au trichloréthylène, vérifier qu'il n'y a pas de court-circuit entre pistes ou pastilles et pulvériser une couche de vernis protecteur.

Le circuit imprimé 4A va servir tout d'abord de guide de perçages pour le dissipateur. Le modèle utilisé, de longueur 150 mm, est fabriqué, par SEEM et porte la référence CO1161 P. D'autres fabricants ont ce profilé d'aluminium à leur catalogue, notam-

ment ISKRA, sous la référence S49. Le circuit imprimé 4A va permettre, entre autres, le soudage direct des broches "Base" et "Emetteur" des deux transistors de puissance, de même que le raccordement de leurs collecteurs par vissage. Il y a donc 8 trous à repérer avec précision et à percer ensuite.

Voici la méthode que nous préconisons :

• Perçage du dissipateur

Tout d'abord, le circuit imprimé doit pouvoir se plaquer parfaitement contre la surface du dissipateur, au besoin, le limer un peu s'il est trop large.

L'AMPLIFICATEUR CLASSE A-B

– Son orientation :

Pistes cuivrées vers soi et les deux rainures de fixation du radiateur à l'opposé (voir figure 6A).

– Sa position :

Elle est donnée avec précision par la figure 6B.

Bien plaqué, le C.I. est scotché afin de l'immobiliser énergiquement. Il ne faut pas qu'il puisse bouger lors du repérage des 8 trous.

Avec un foret de \varnothing 1,5 mm, pointer aux pastilles correspondantes, les 8 perçages qui devront être forés ensuite dans le profilé.

Enlevez le circuit imprimé et avec un foret de \varnothing 4,5 mm, percer l'aluminium aux 8 emplacements qui viennent d'être déterminés.

Avec un foret de \varnothing 3,5 mm, percer également dans l'époxy les 4 trous de fixation des boîtiers TO3, ainsi que celui laissant le passage au boîtier du transistor T3.

Comme l'indique la figure 6B, dans le bas du dissipateur, à 1 cm du bord inférieur et centré, percer un trou de \varnothing 8 mm qui servira au passage de 3 fils de forte section.

• Equipement du dissipateur

Tout d'abord, y fixer les deux transistors de puissance, les boîtiers TO3 étant plaqués côté rainures de fixation et isolés par des feuilles de mica enduites de graisse au silicone.

De l'autre côté, mettre en place des canons isolants dans les 4 trous de fixation et déposer ensuite le circuit imprimé 4A.

Avec de la visserie de 3 mm et des rondelles "éventail", immobiliser les deux boîtiers TO3 et par là même, le circuit imprimé.

Avant de poursuivre, vérifier à l'ohmmètre que les transistors de puissance sont bien isolés du dissipateur, que les électrodes "Base" et "Emetteur" ne touchent pas l'aluminium.

• Câblage du circuit 4A

Le plan de câblage reproduit à la figure 5A vous y aidera, les pistes cuivrées sont bien entendu orientées vers l'extérieur.

Les corps des deux résistances bobinées R11 et R12 seront surélevés de l'époxy de 1 mm environ.

Le boîtier plastique du transistor T3 est introduit dans le trou de \varnothing 3 mm et son sommet plaqué contre le dissipateur. Le contact thermique ainsi établi, peut être amélioré en y déposant de la graisse au silicone.

Attention à l'orientation des diodes D1 et D2.

Souder des fils de forte section de longueur de 30 cm environ aux coses de 3 mm vissées aux deux boîtiers TO3. Un fil rouge pour le +72 V (collecteur de T5) et un fil bleu pour le 0 V (collecteur de T6).

Souder un fil blanc de même longueur et même section au point commun de R11 et R12 (+ de C5).

Faire coulisser le module 5B "amplificateur en tension" dans les rainures basses du dissipateur, condensateurs C2 et C3 orientés vers le haut.

Souder les queues de résistances aux points (X) et (Y) correspondants du circuit 4A, de même pour les fils d'alimentation (+) et (-) 72 V.

La réalisation du premier bloc amplificateur est terminée.

LA TEMPORISATION

• Le circuit imprimé

L'implantation en version stéréo est reproduite à la figure 7A. A l'exception du transformateur d'alimentation et du porte-fusible, tous les composants sont regroupés sur cette carte de 185 x 35 mm. Les 35 mm sont imposés par l'épaisseur du coffret 1 unité.

• Le module

Le plan de câblage, figure 7B, associé à la nomenclature des com-

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

TEMPORISATEUR

• Résistances à couche $\pm 5\%$ 1/4 W

R1 – 10 k Ω

R2 – 270 k Ω

R5 – 10 k Ω

R6 – 270 k Ω

• Résistances à couche $\pm 5\%$ 1/2 W

R4 – 470 Ω

R8 – 470 Ω

R9 – 470 Ω

• Résistances bobinées 7 W

R3 – 8,2 Ω

R7 – 8,2 Ω

• Ajustables multitours

RV1 – 50 k Ω

RV2 – 50 k Ω

• Condensateurs électrochimiques

C1 – 220 μ F/40 V

C2 – 2 200 μ F/16 V

C3 – 10 μ F/63 V

C4 – 2 200 μ F/16 V

C5 – 10 μ F/63 V

• Semiconducteurs

D1 à D6 – 1N 4001 ... 1N 4007

T1 – BC 141

T2 – BC 141

• Divers

RL1–RL2 – Relais 2RT/12 V/5 A
2 x dissipateur pour TO5

Transformateur moulé pour C.I.
220 V/2 x 8 V/2,5 V.A.

Porte-fusible C.I. et fusible 250 mA

1 x diode led rouge rectangulaire
7 x 15 mm

2 x diode led verte rectangulaire
7 x 15 mm

LE DEUXIEME CLASSE

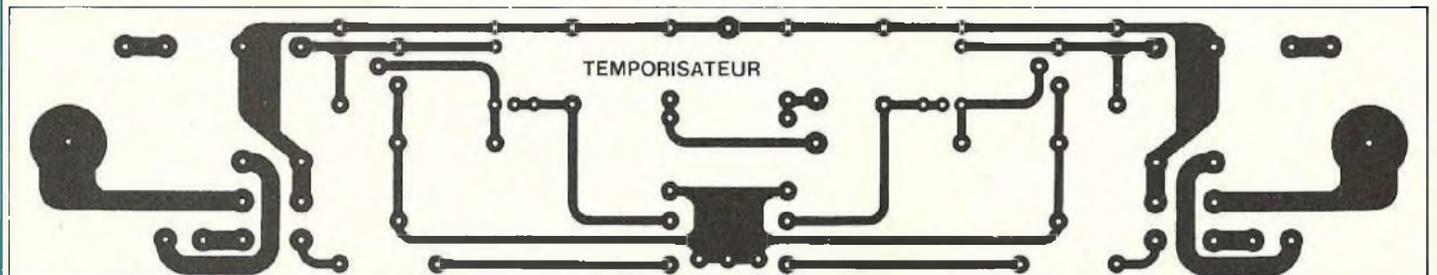
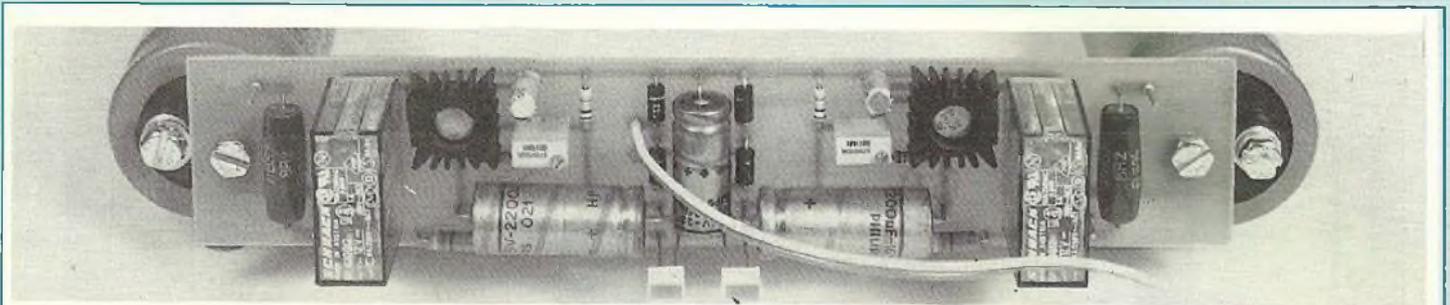


Fig. 7A

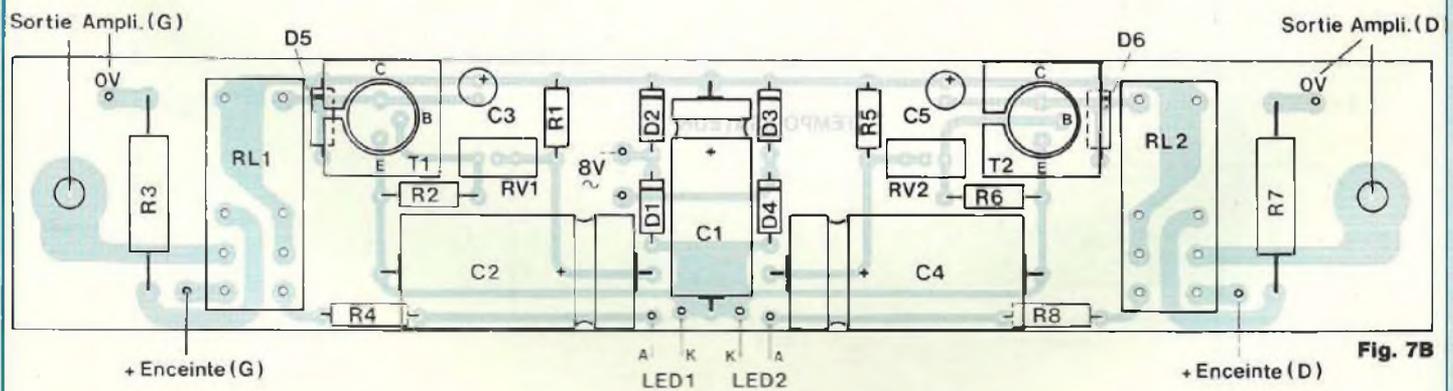


Fig. 7B

posants, doit supprimer tout risque d'erreur.

Une bonne orientation des diodes et des électrochimiques doit conduire au parfait fonctionnement de la temporisation, dès la première mise sous tension. Il n'y a plus qu'à régler les temps de commutation au moyen des multitours RV1.

• Son alimentation

Un transformateur moulé de 2,5 VA fournit une tension alternative de 8 V~. Celui-ci est soudé au circuit imprimé dessiné en figure 8A.

La figure 8B, on ne peut plus simple,

positionne également le porte-fusible, les 4 points d'interconnexions et le trou de fixation.

• Le réglage des ajustables

Ce module étant totalement autonome, on peut tout de suite vérifier son bon fonctionnement et faire en sorte, au moyen des multitours RV1, que chacun des relais commute après mise sous tension dans un délai de 30 à 40 secondes.

• Les condensateurs de liaison Ampli/H.P.

Ce sont des électrochimiques du type CO 38. Les cosses (-) de ces

composants sont vissées à chaque extrémité du module "Temporisateur". Ce sont eux qui vont, au moyen de leur bride, maintenir le module en place dans le coffret. Nous verrons cela un peu plus loin.

LES DIODES ELECTROLUMINESCENTES

Trois diodes électroluminescentes sont visibles en face avant de l'amplificateur. Elles sont maintenues par un petit circuit imprimé afin d'en assurer le parfait alignement et la fixation. C.I. et plan de câblage sont représentés aux figures 9A et 9B.

L'AMPLIFICATEUR CLASSE A-B

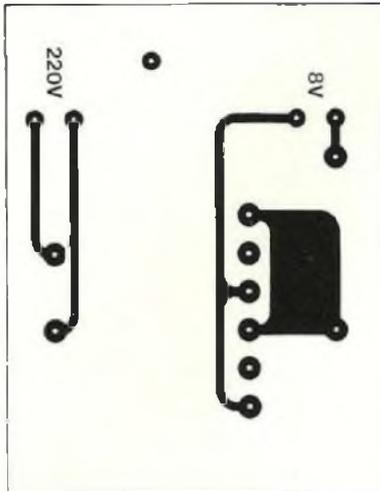


Fig. 8A

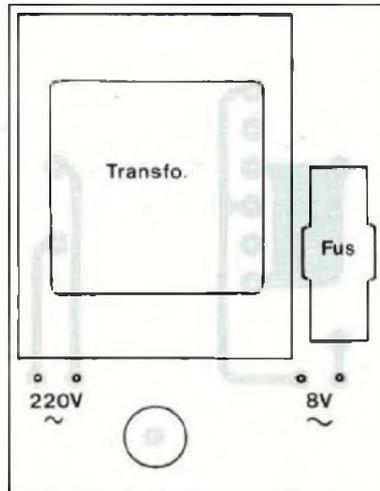


Fig. 8B

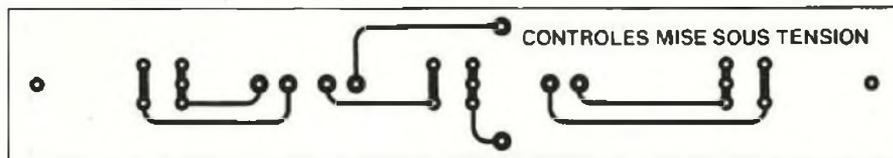


Fig. 9A

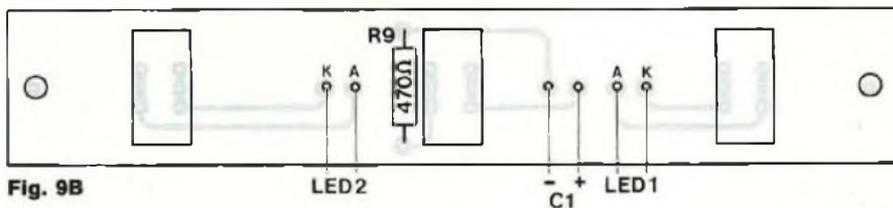


Fig. 9B

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

AUTRES COMPOSANTS

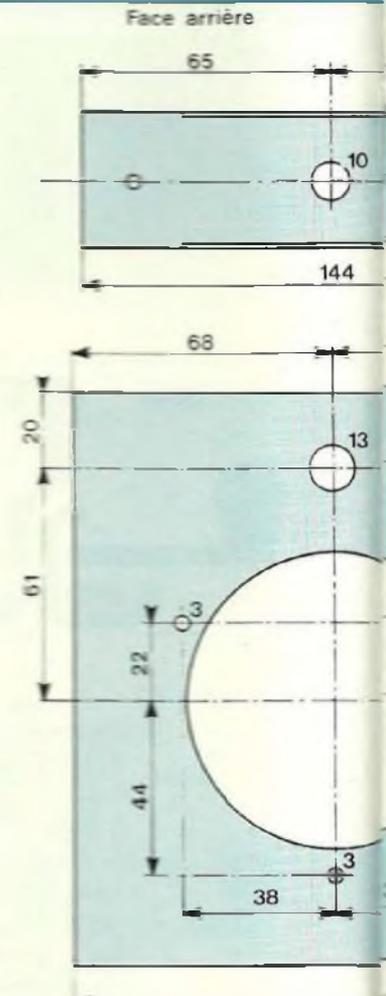
• Alimentation

Transformateur torique ISKRA
500 VA – 220 V/ 2 x 50 V
2 x pont redresseur 200 V/10 A
2 x condensateur CO38
22 000 μF/100 V
2 x porte-fusible châssis
2 x fusible 2,5 A
Interrupteur unipolaire 3 A/250 V

10 x cosse à souder ø 6,2 mm

• Châssis et équipement

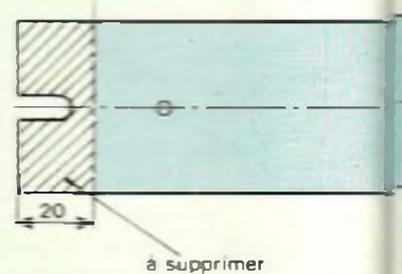
Coffret ISKRA - Réf. 80 155
Coffret ESM - Réf. ER 48/04
(profondeur 150 mm)
4 x passe-fil ø 10 mm
Fiche secteur mâle/châssis
2 x prise châssis rouge 10 A
2 x prise châssis noire 10 A
Visserie de 4 mm et 3 mm



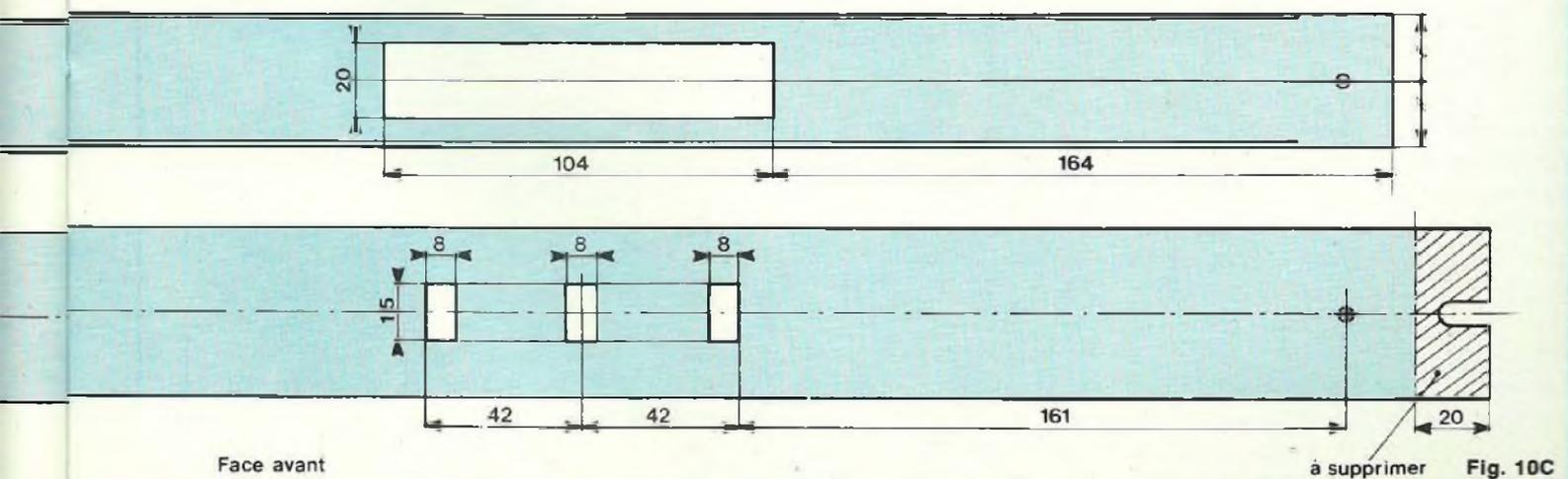
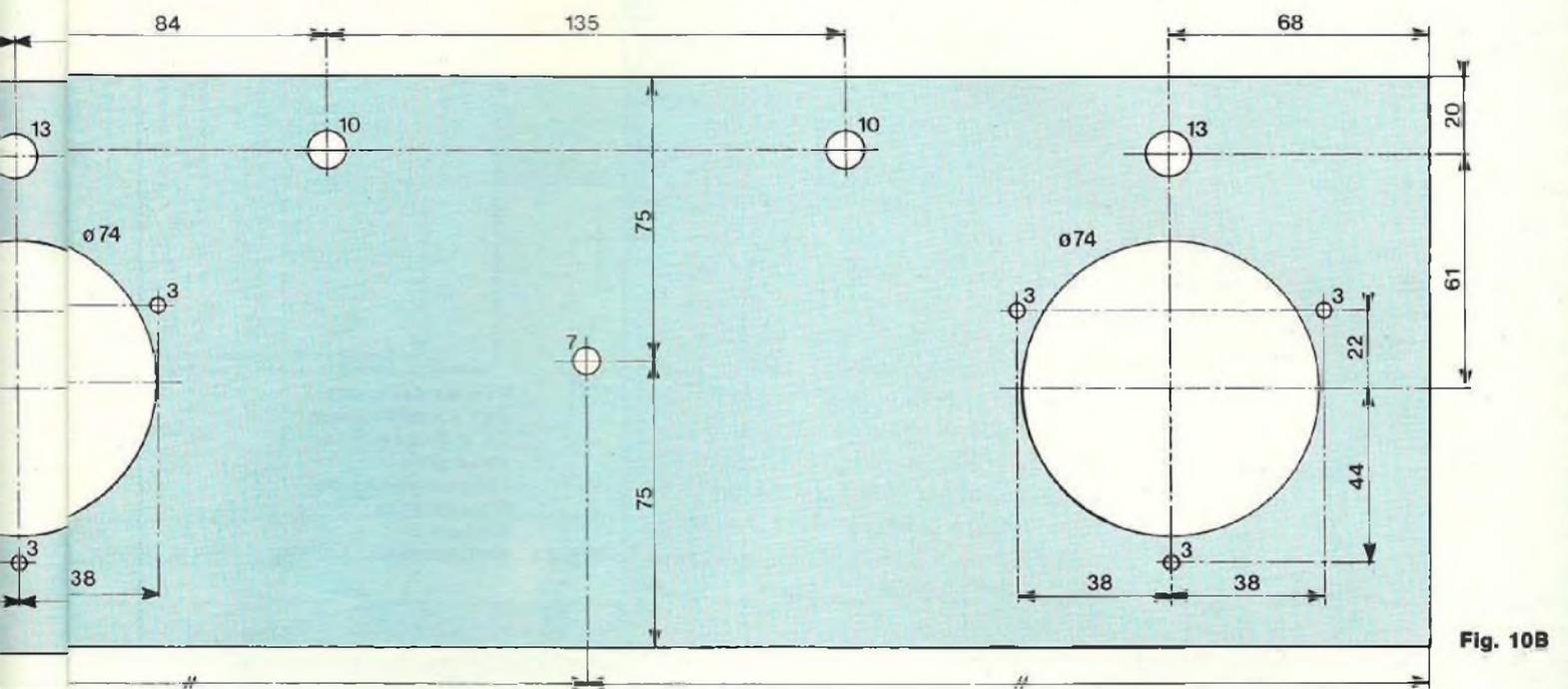
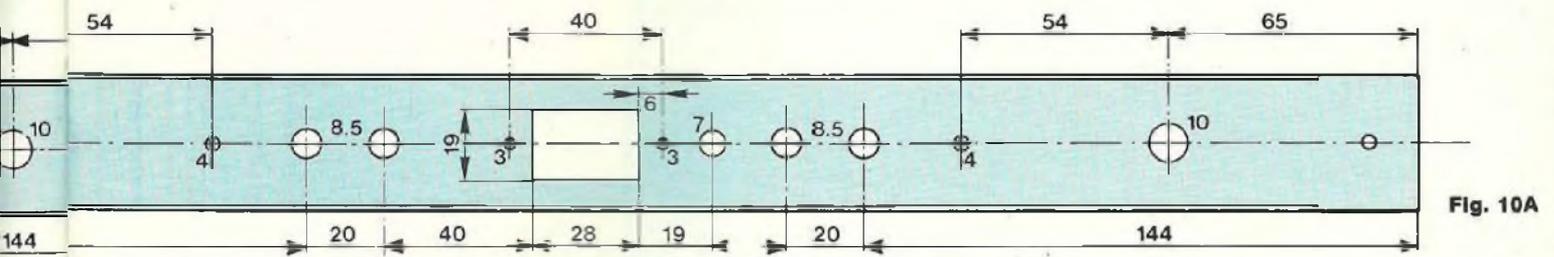
Capot supérieur



Flasque avant



LE DEUXIEME CLASSE



L'AMPLIFICATEUR CLASSE A-B

FAISONS LE POINT

Nous disposons de deux blocs de puissance (qui ne demandent plus qu'à fonctionner) et d'une temporisation. Restent à voir l'alimentation +72 V et le châssis de l'amplificateur. Ce châssis est en fait l'assemblage de deux coffrets, l'un de chez ESM portant la référence ER 48/04 et l'autre de chez ISKRA, de référence 80 155.

L'ALIMENTATION

Fort simple, puisque simplement redressée et filtrée, elle est néanmoins double. Un transformateur torique comme nous l'avons souligné en début d'article, fournit deux tensions secondaires de 50 V~.

Ce transformateur, ainsi que les deux ponts redresseurs, sont enfermés dans le coffret ISKRA.

Ce coffret ne nécessite en usinage, que cinq perçages, trois dans le fond (dont un au centre de \varnothing 8 mm) qui devront correspondre à trois perçages situés sur le capot supérieur du coffret ESM. Deux perçages à l'arrière de \varnothing 4 mm permettront la fixation des ponts redresseurs. Les deux trous de \varnothing 10 mm dans le fond et à l'arrière, situés sous les ponts de diodes, vont permettre le passage des fils d'alimentation (+) et (-) du 72 V. Celui de droite permet en plus, d'y introduire les fils du primaire du transformateur.

Le câblage est ultra simple, utiliser toutefois du fil de forte section.

Souder chacun des secondaires du transformateur à un pont redresseur, aux cosses repérées (~). Pour chaque pont, souder un fil rouge de forte section, d'une longueur de 20 cm à la cosse (+). Faire de même avec un fil bleu à la cosse (-).

La fixation du transformateur se fait au moyen des deux coupelles et de la vis centrale. Cette vis traverse les deux coffrets, le boulon de serrage

se retrouve donc dans le coffret ESM, ce qui permet de maintenir l'ensemble énergiquement.

PERCAGES DU COFFRET ESM

Les plans de perçage de ce coffret ESM de référence ER 48/04 sont indiqués aux figures 10A, 10B et 10C.

La seule difficulté réside dans la découpe des deux trous de fort diamètre : 74 mm, situés sur le capot supérieur.

Il faut user d'astuce, de patience et de soin lorsqu'on dispose de peu d'outillage.

Tracer les deux cercles sur le capot. Sur le pourtour intérieur, effectuer une multitude de trous d'un diamètre de 4 mm par exemple. Relier tous ces trous au moyen d'une lame de scie abrafil et jouer de la lime demi-ronde pour parfaire les deux cercles. Tous les autres perçages ne présentent aucune difficulté, pas même la découpe de la fenêtre dans la contre-face avant en aluminium.

RECONSTITUTION DU COFFRET

Utiliser pour cela la visserie fournie. Ré-assembler la face arrière, le capot supérieur, les côtés, la contre-face avant, la face avant et laisser dans un coin, pour le moment, le fond (capot inférieur). Si le boîtier a subi quelques dommages (nombreuses rayures), on peut toujours pulvériser une bonne couche de peinture noir mat.

EQUIPEMENT DU CHASSIS

C'est surtout la face arrière qui est concernée, car elle reçoit deux passe-fils, quatre fiches bananes, une prise secteur et un interrupteur. Le capot supérieur permet le main-

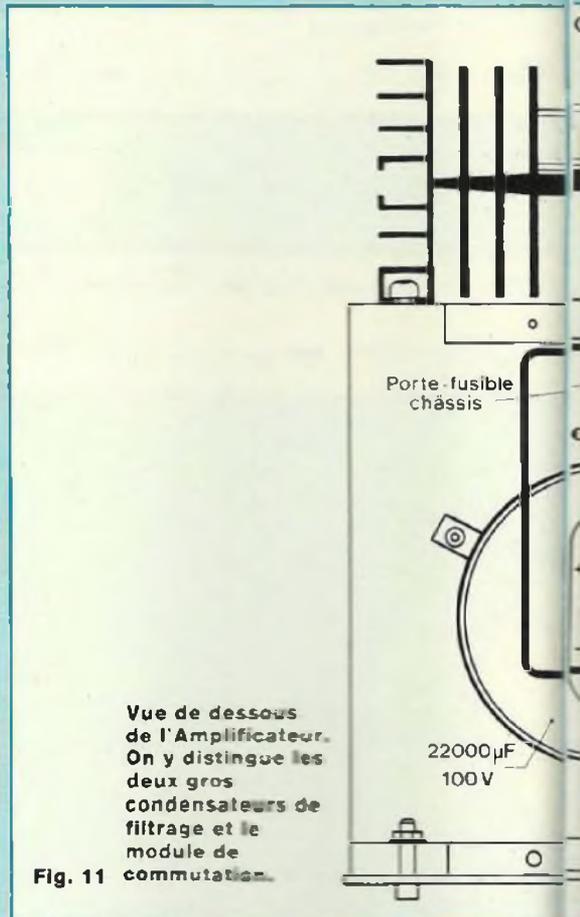


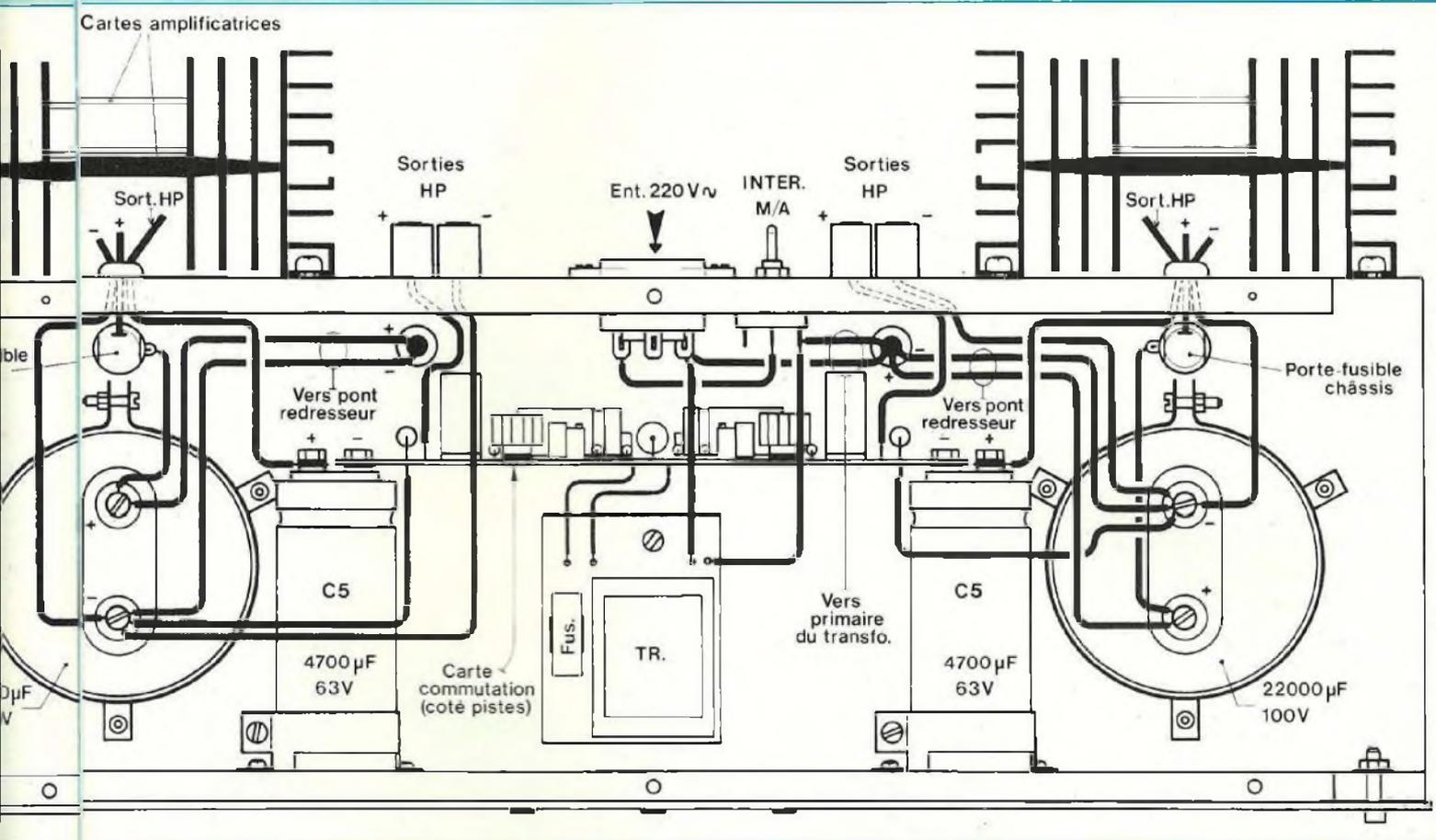
Fig. 11

tien des brides des deux condensateurs de filtrage de 22 000 µF. Ces brides sont fixées à l'intérieur du coffret au moyen de visserie de 3 mm. On y visse également les deux porte-fusibles.

Mettre en place le coffret ISKRA sur le capot supérieur. On peut ainsi tracer de l'autre côté de ce capot, au crayon et avec précision, l'emplacement des deux trous qui vont permettre le passage des fils de l'alimentation.

Ces perçages effectués, trous de \varnothing 8 à 10 mm, on peut fixer l'ensemble transformateur/coffret ISKRA/capot ESM. Faire passer les fils d'alimentation du coffret ISKRA dans le coffret ESM, ainsi que ceux du primaire du transformateur. Mettre en place les

LE DEUXIEME CLASSE



deux condensateurs de filtrage dans leurs brides et les immobiliser énergiquement.

INTERCONNEXIONS

Mieux qu'un flot de paroles, nous préférons vous proposer le schéma de la figure 11 qui nous semble très explicite.

Les deux blocs de puissance seront fixés au coffret ESM en tout dernier lieu.

Le maintien des condensateurs de liaison de 4 700 µF (vissés précédemment au bloc de commutation) se fera au moyen des brides, vissées à la contre-face avant. Pour cela, mettre en place le module dans le coffret, avec un crayon repérer les quatre trous, effectuer quatre perça-

ges au ø 2 mm et utiliser des vis Parker.

Le circuit imprimé recevant le transformateur moulé est fixé à la vis du transformateur torique. Attention qu'il n'y ait pas de court-circuit avec le capot. Prévoir au besoin une plaque isolante sous le circuit. Le câblage est terminé et minutieusement vérifié ! Alors passons aux choses sérieuses.

MISE SOUS TENSION DE L'APPAREIL

Attention : porte-fusibles châssis vides !

Basculement de l'interrupteur M/A et vérification des potentiels aux bornes des condensateurs de filtrage (de

l'ordre de +72 V). La diode led rouge doit être allumée.

Entre-temps, les relais ont dû basculer et allumer les diodes leds vertes.

On arrête tout !

On met en place un fusible de 2,5 A dans son logement, au choix canal gauche, canal droit. On enlève le fusible de la commutation et on rebascule l'inter. M/A.

On vérifie le potentiel au point milieu de l'amplificateur, c'est-à-dire entre la masse de la voie alimentée et la borne (+) du condensateur de 4 700 µF. On doit trouver une valeur de l'ordre de 36 V.

On arrête tout !

On enlève le fusible que l'on insère dans l'autre porte-fusible et on

L'AMPLIFICATEUR CLASSE A-B

recommence les mêmes manipulations sur l'autre canal.

On arrête tout !

On remet en place le fusible de la commutation et on insère un autre fusible de 2,5 A afin d'alimenter les deux voies.

On peut, à ce stade, effectuer une première écoute de l'amplificateur.

Cependant, afin d'en profiter pleinement, il reste à régler les courants de repos des deux blocs de puissance. En début d'article, nous avons parlé d'une valeur de 300 mA pour I_0 . Ce courant qui traverse le transistor de puissance T5 par la jonction C-E, traverse également la résistance R11. Cette résistance bobinée de valeur $0,39 \Omega$ va donc avoir à ses bornes, une tension continue de 117 mV qu'il suffit de contrôler au multimètre et d'ajuster au moyen du multitours RV1.

PREMIERE ECOUTE

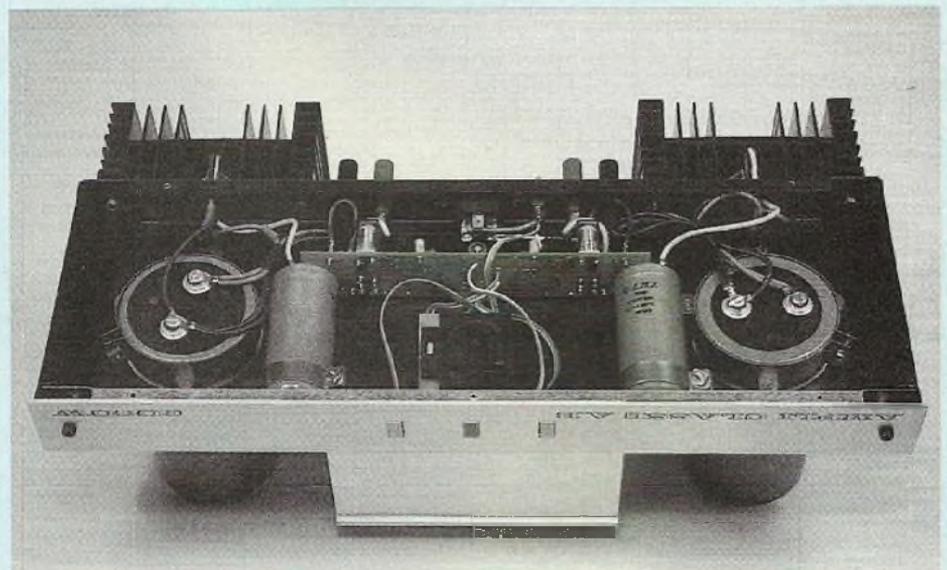
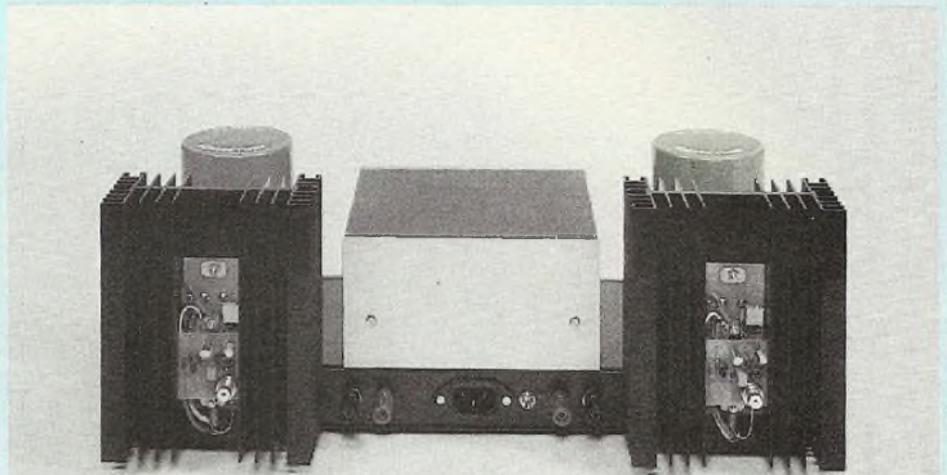
Relier les sorties H.P. de l'Amplificateur à une paire d'enceintes, tout en veillant à la mise en phase correcte de celles-ci.

Relier les deux prises CINCH à un Préamplificateur ou directement à un Compact si celui-ci dispose d'un contrôle de volume.

Mettre l'installation Hi-Fi sous tension et attendre que les deux relais de l'Amplificateur commutent. Si à ce moment, un ronflement se fait entendre dans les enceintes, straper les masses des CINCH des deux canaux en entrées, pour que tout rentre dans l'ordre.

Il ne vous reste plus qu'à sélectionner quelques uns de vos airs préférés pour profiter pleinement de votre dernière réalisation.

En l'absence de modulation, c'est le silence absolu. A peine un très léger souffle se fait entendre dans les



tweeters. Par contre, avec sa puissance de plus de $2 \times 55 \text{ W eff.}$, cet Amplificateur est prêt à faire exploser vos enceintes !

REMARQUE

Le schéma de principe de la figure 1 fait apparaître un condensateur non polarisé C6 de $4,7 \mu\text{F}$ en parallèle sur le condensateur électrochimique C5 de liaison ampli/HP. Celui-ci est destiné normalement à

améliorer la qualité d'écoute de l'Amplificateur aux hautes fréquences (aigu plus fin d'après des spécialistes critiques de matériels Hi-Fi). Essayez et donnez nous votre avis ! Le plan d'interconnexions de la figure 11 ne les fait pas apparaître ces condensateurs au polypropylène. Si vous êtes pour, il suffit de les souder aux bornes des $4\ 700 \mu\text{F}$.

D.B.

L A P A S S I O N D U H A U T - P A R L E U R

AUDAX

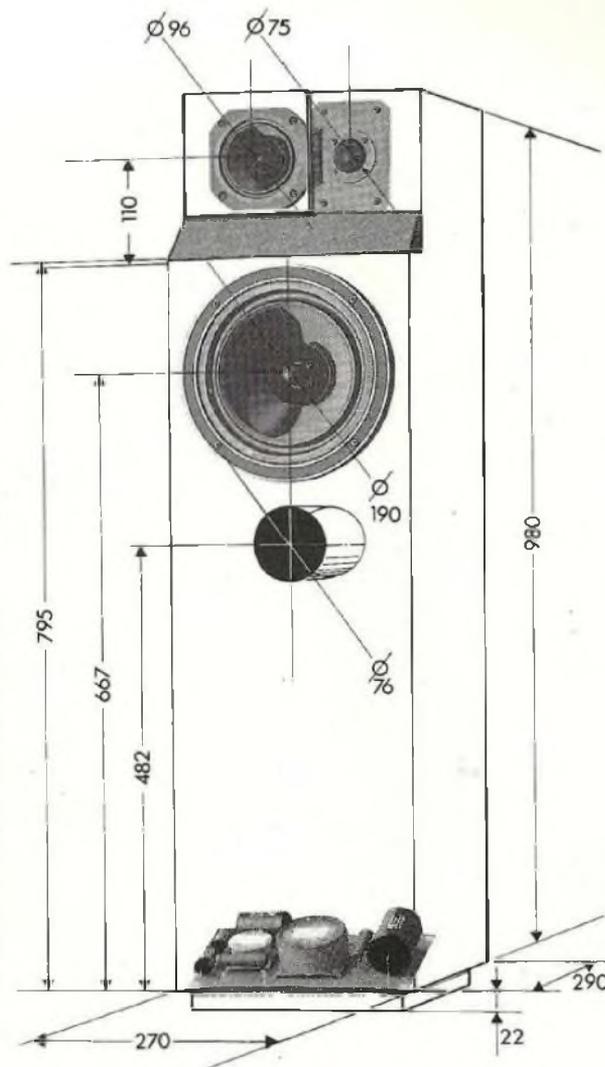
MTX 100

KIT OU DOUBLE

Ce slogan n'est pas simplement un clin d'œil, vous serez convaincu en écoutant le kit AUDAX MTX 100 de faire une économie de beaucoup plus de 50 % par rapport aux produits finis du marché.

De plus, pour cerner la personnalité de cet ensemble une fois monté, parlons de son parfait équilibre général obtenu par la forme "colonne", une disposition originale des haut-parleurs et la parfaite mise en phase de ces derniers.

Parlons également du grave et de l'extrême grave incroyablement rapide délivré par le 24 cm TPX, de l'ouverture et de la clarté hors du commun dû au célèbre médium MDA 100 emprunté à la série Prestige et du réel prodige en terme de richesse de timbres, de respiration et de justesse dans la hauteur

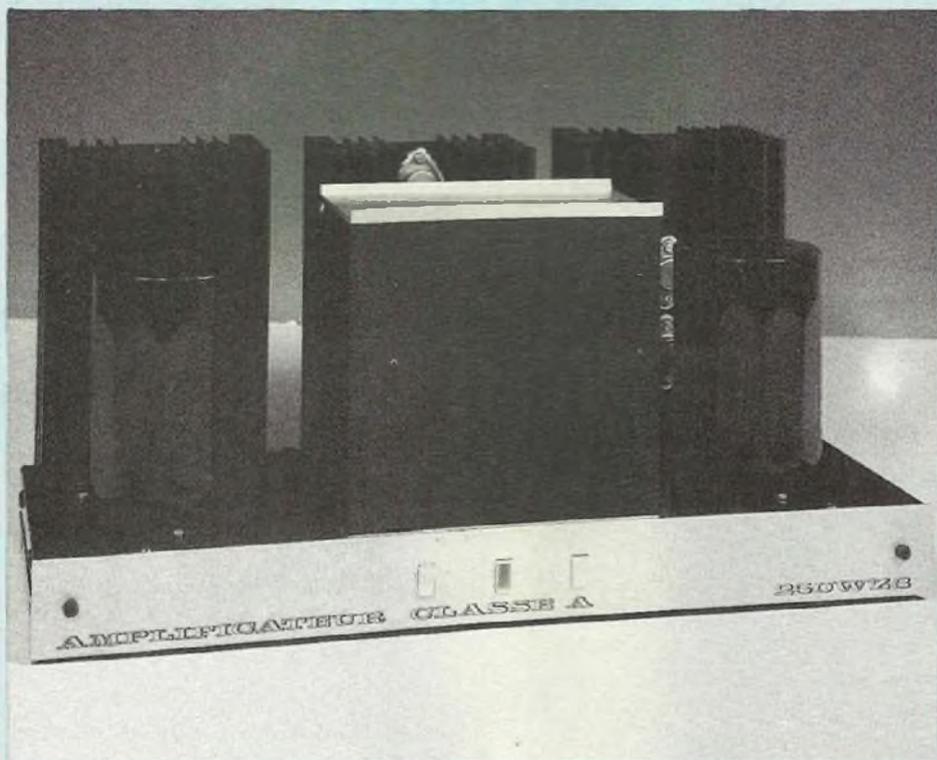


tonale. Là, c'est le tweeter TWH 104 qui en est le vecteur déterminant.

Et puis, bien sûr, vous connaîtrez la satisfaction de réaliser vous-même votre enceinte et celle de peaufiner deci-delà les derniers détails qui personnalisent votre création.

Outre l'architecture particulière de l'ébénisterie et la grande qualité des haut-parleurs nous utilisons pour le filtre, des composants irréprochables - selfs à air imprégnés et condensateurs polypropylène.

AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A 2 x 50 Weff.



Voilà déjà un peu plus d'un an que nous vous avons présenté notre Amplificateur pure classe A en version 2 x 35 Weff., appareil que vous avez été très nombreux à réaliser, soit par vos propres moyens, soit en prenant contact avec la Rédaction afin d'obtenir, ou la pochette de semiconducteurs, ou le kit complet. En plus de vingt années de carrière, c'est l'article qui nous a donné le plus de satisfactions, tant nous avons reçu de lettres et d'appels téléphoniques de félicitations de lecteurs enthousiasmés par l'écoute de leur prototype. Comme nous l'annoncions en début d'article, c'est du très haut de gamme à bon marché, ce qu'ont reconnu, après l'avoir testé et écouté, des oreilles expertes de revues spécialisées, telles que "La Nouvelle Revue du Son" et "Son Vidéo Magazine".....

Pour marquer ce quatrième Forum du Kit, nous n'allons pas vous présenter un autre produit révolutionnaire, mais un Amplificateur dérivé de cette première version et capable lui, de fournir 2 x 52 W eff. sur charges de 8 Ω .

L'éd n° 70 "Spécial Forum 89" étant épuisé, nous allons voir dans le détail encore, les aspects théoriques et pratiques de cet appareil (pour ceux qui ne connaissent pas déjà le produit).

SA STRUCTURE

Le schéma synoptique de la figure 1 nous donne toutes les indications concernant les différents étages d'une voie de l'Amplificateur.

Nous y voyons :

- un amplificateur en tension chargé de traiter le signal de faible amplitude en entrée ;
- un filtrage électronique de grande efficacité, chargé d'alimenter cet amplificateur en tension, tout en éliminant bruits et souffle ;
- un amplificateur en courant, notre classe A est gourmand de ce côté ;
- une alimentation +70 V musclée et énergiquement filtrée (22 000 μ F par canal) ;
- une alimentation annexe filtrée de +12 V ;
- un temporisateur chargé de faire patienter les enceintes à la mise sous tension, le temps que l'Amplificateur établisse ses potentiels de fonctionnement (charge des condensateurs de liaisons amplis/HP notamment). Mieux vaut un petit "clic" de relais qu'un grand "clac" de membranes.

L'ETAGE AMPLIFICATEUR

Le schéma de principe de la figure 2 dévoile l'évolution de notre électronique. Cette électronique ne subit pas, sur le schéma théorique, de modifications importantes, beaucoup moins que la partie mécanique, surtout au niveau

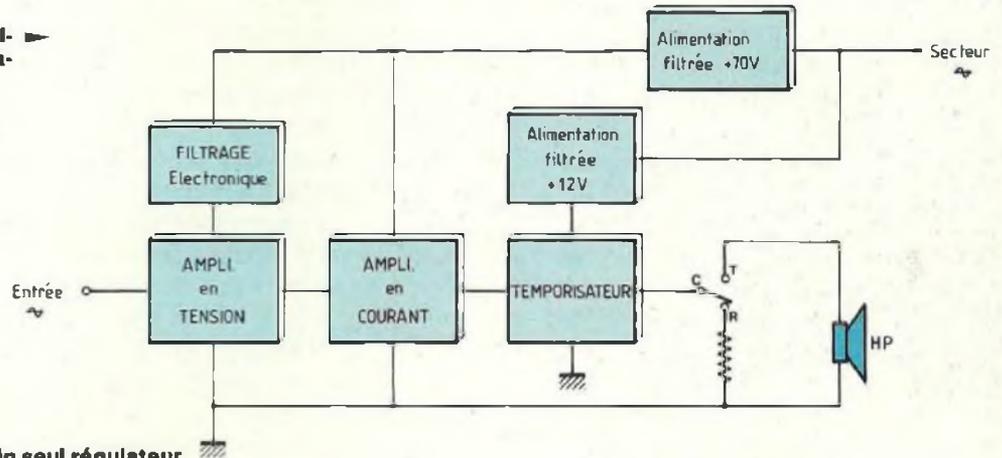
LE PREMIER DE LA CLASSE

de la dissipation thermique, comme nous le constaterons plus loin. Les lecteurs qui disposent en fait du 2 x 35 W eff. pourront très facilement accéder au 2 x 50 W eff., tous les composants actifs et passifs étant réutilisés à l'exception des deux dissipateurs et des MJ 15002 qu'il est plus prudent de remplacer par des MJ 15025. Cette figure 2 fait apparaître un régulateur supplémentaire ainsi qu'une commutation par relais au niveau des entrées (IN) de IC3 et IC4.

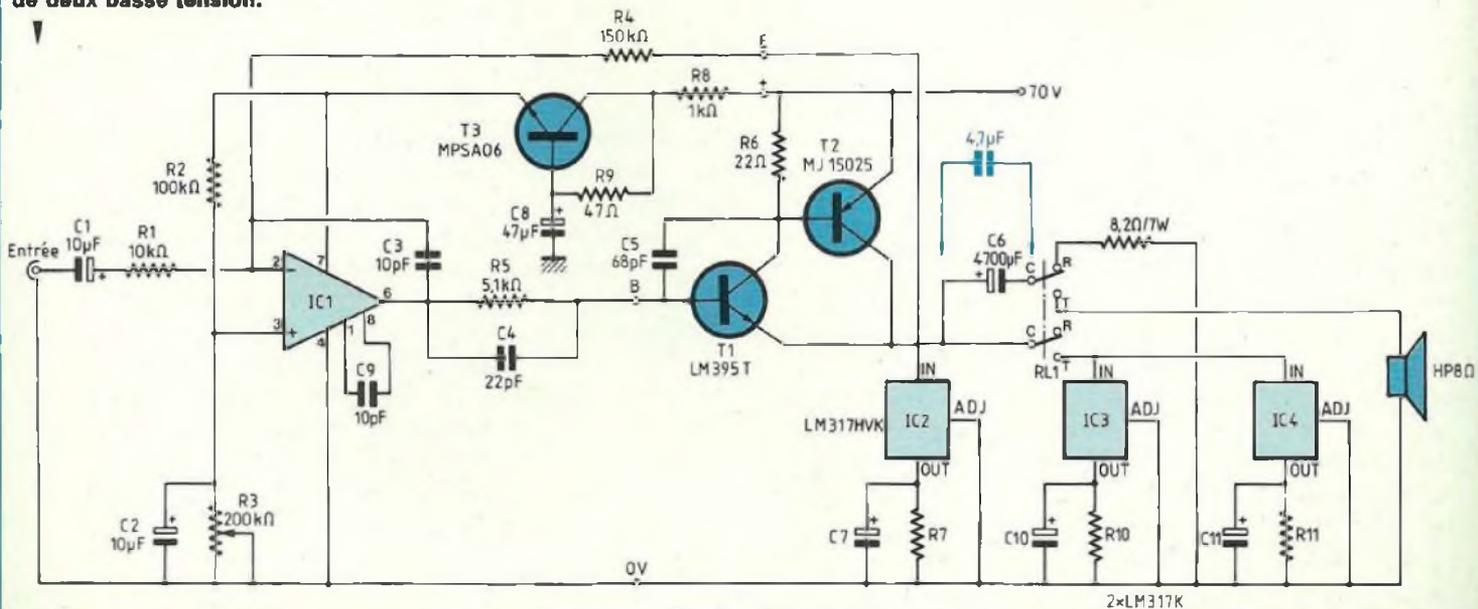
En fait, le petit 2 x 35 W est tout simplement bridé. Il dispose d'une double alimentation surdimensionnée de 250 VA par canal, fournissant des potentiels de +72 volts. Il suffit donc tout simplement d'augmenter son courant de repos pour en tirer une puissance plus importante : 52 W eff. par canal pour cette nouvelle version, sur charge de 8 Ω. Si électroniquement et sur le papier, cela semble aussi simple, mécaniquement, c'est moins évident, la classe A, la vraie, la pure, ça chauffe un maxi !

L'Amplificateur en classe A n'est pas le roi du rendement, c'est bien connu, c'est le roi de l'émotion musicale et pour nous, audiophiles, c'est l'essentiel. Pourquoi cette double commutation avec le relais RL1 ? Pour la partie supérieure, on connaît déjà. C'est la temporisation de démarrage de l'Amplificateur. A la mise sous tension, elle évite les "clacs" aux haut-parleurs. Au basculement de l'interrupteur M/A, le condensateur C6 étant vidé, déchar-

Fig. 1 : Structure du classe A. Ce synoptique permet d'identifier les différents étages pour une voie de l'Amplificateur.



Version 52 Weff de notre pure classe A. Un seul régulateur LM 317 haute tension par voie, mais utilisation de deux basse tension.



AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A

gé, il se comporte comme un court-circuit et bien évidemment, oublie de bloquer le courant continu pendant un bref instant. Ce bref instant est cependant suffisant pour que cette composante continue aille "chatouiller" les bobines mobiles des HP, ce qui fait sursauter les membranes de frayer.

Une résistance de $8,2 \Omega$, silencieuse, elle, permet d'obtenir les mêmes résultats. On attend 30 secondes environ que C6 soit "regonflé" et "clic" le relais bascule de (R) en (T), sans aucune protestation de l'enceinte.

Revenons à la mise sous tension.

A cette mise sous tension, le transformateur délivre ses tensions alternatives secondaires de $50 V_{\sim}$ (voir figure 3). Celles-ci sont redressées et filtrées par deux énormes réservoirs de $22\ 000 \mu F$, pouvant emmagasiner un courant de 18 ampères. Assez rapidement, ces condensateurs se retrouvent chacun avec une tension continue de $+72 V$ à leurs bornes. Ces potentiels de $72 V$ sont appliqués aux étages amplificateurs et c'est à ce moment précis, qu'il faut prendre ses précautions.

En effet, à la "mise à feu", on serait tenté de penser que seule la moitié de la tension d'alimentation, soit $+36 V$, se retrouve aux bornes du régulateur IC2, puisque c'est le point milieu de l'amplificateur. Il n'en est rien et pendant un bref instant, elle grimpe à plus de 65 volts !

Pour que le démarrage puisse donc s'effectuer sans destruction de l'appareil, il faut impérativement sélectionner un régulateur haute tension de la série HV (Hight Voltage). Des essais concluants ayant été menés avec le LM 317 HVK de National Semiconductor (N.S.), nous l'avons adopté, d'autant plus facilement, qu'il ne s'agit pas là d'un "mouton à cinq pattes".

Le paramètre du LM 317 HVK qui nous intéresse le plus (mais pas uniquement

lui) c'est sa tension $V_{IN} - V_{OUT}$. Elle est donnée pour $60 V$. Il accepte cependant une petite surcharge transitoire, ce qui est parfait.

Nous nous retrouvons également face à un autre problème, pas grave en soi, puisqu'uniquement financier.

En observant la courbe de fonctionnement du régulateur de la figure 4, nous constatons que le courant qu'il peut fournir est directement lié à la différence de tension $V_{IN} - V_{OUT}$ et pas question de tricher, la protection interne du LM 317 fonctionne à merveille !

Après l'étranglement rapide de IC2 à la "mise à feu", le potentiel du point milieu de l'amplificateur étant établi et stabilisé à environ $+36$ volts, nous le retrouvons à ses bornes. Dans ces conditions donc, en se reportant à nouveau à la figure 4, nous constatons que IC2 ne peut guère fournir un courant supérieur à $500 mA$, soit le tiers de notre consommation.

Connaissant le prix élevé du LM 317 HVK et surtout la nécessité d'en utiliser six en version stéréo de notre Amplificateur, nous avons contourné l'obstacle. Puisque le LM 317 haute tension n'est indispensable qu'un court instant à la mise en service, il n'y en aura qu'un seul par canal d'utilisé. Et c'est là qu'intervient l'autre moitié du relais RL1. Celui-ci devant déjà, comme nous venons de l'expliquer, commuter le condensateur de liaison C6 de la résistance de $8,2 \Omega$ vers le HP, il va se charger en même temps de connecter deux régulateurs ordinaires LM 317K, beaucoup moins onéreux, en parallèle sur IC2.

Le courant de repos I_0 est ainsi généré et nos $52 W$ eff. assurés.

L'économie réalisée est investie dans des transistors de puissance MJ 15025 en remplacement des MJ 15002 moins "costaud".

Le reste du schéma est identique à la précédente version, voyons-en rapide-

ment le fonctionnement en nous reportant à la figure 2.

La modulation est appliquée à l'entrée inverseuse de l'étage "amplificateur en tension" IC1 à travers la cellule R1-C1. C1, comme tout condensateur chargé, bloque toute éventuelle tension continue qui pourrait se présenter à la broche 2 et qui risquerait d'endommager IC1. Son rôle est de ne transmettre que le signal alternatif, la modulation BF en l'occurrence.

La résistance R1 charge l'entrée et en détermine la valeur : $R1 = R_{IN} = 10 k\Omega$. Cette cellule C1-R1 forme un filtre passe-haut qui va limiter la bande passante de l'amplificateur aux très basses fréquences, la fréquence de coupure F_0 à $-3 dB$ se déterminant par la formule :

$$F_0 = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} \# 1,6 \text{ Hz}$$

avec - R en Ohms
- C en Farads

La tension d'alimentation étant du type mono/tension $+U$, le pont résistif R2-R3 polarise l'entrée non inverseuse, broche 3 de IC1, de telle façon que sa sortie, broche 6, soit au potentiel $+U/2$ (R2 # R3).

Le condensateur C2 sert de découplage et élimine bruit et souffle. IC1 est toujours notre super ampli OP haute tension LM 344H, encapsulé dans un boîtier métallique et capable de supporter $+68$ volts sans défailir, entre ses broches 7 et 4.

Les petits condensateurs "céramique" C3 et C9 servent de compensation en fréquence et stabilisent le fonctionnement de IC1. Sans leur présence, ce serait l'entrée en oscillation immédiate du LM 344H d'assurée.

La structure interne de ce circuit intégré vous est dévoilée en figure 5, c'est fort complexe !

LE PREMIER DE LA CLASSE

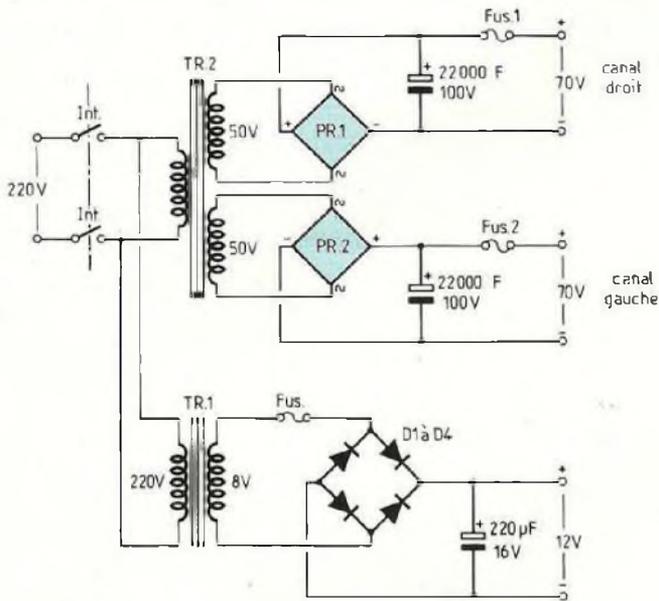


Fig. 3 : Alimentations de l'Amplificateur pure classe A.

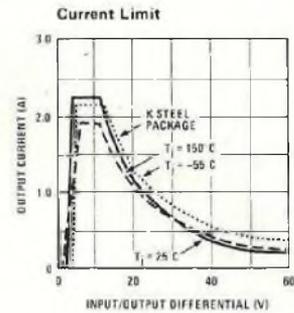
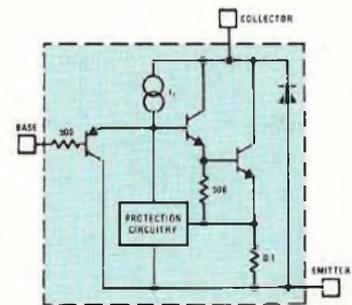
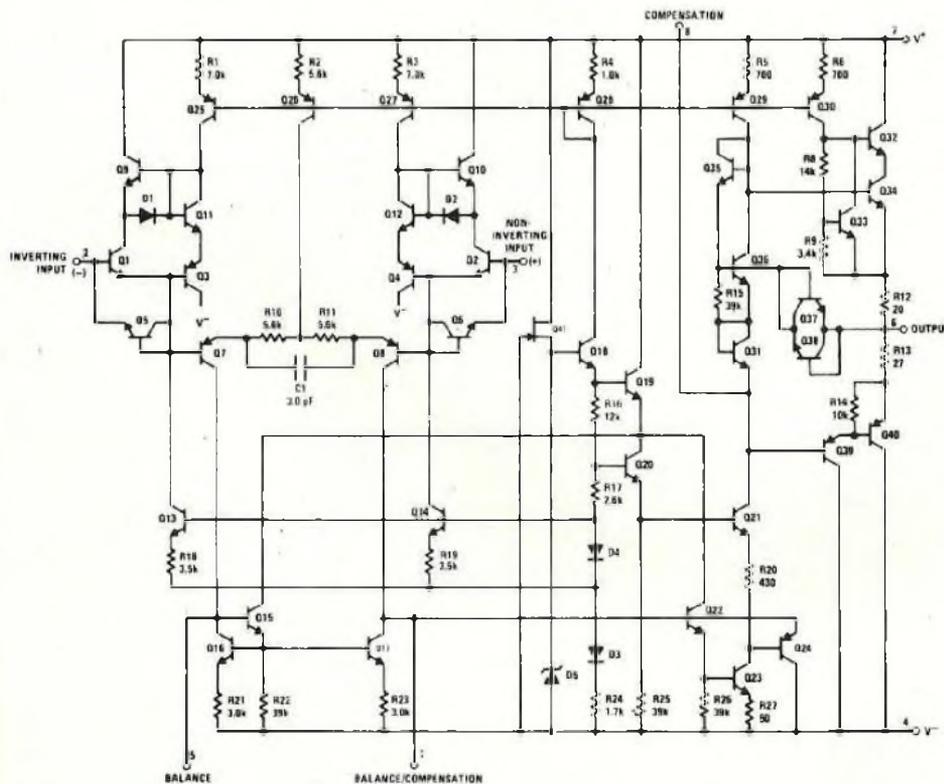


Fig. 4 : Courbe de fonctionnement du régulateur. Le courant max. débité dépend de la différence de tension $V_{IN} - V_{OUT}$.



Circuit simplifié du LM 395.

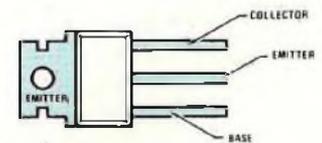


Fig. 6 : Version plastique en boîtier TO220 du LM 395. L'émetteur (patte centrale) se trouve relié à la semelle métallique.

Fig. 5 : Structure interne du LM 344 H, c'est complexe ! On remarquera l'absence de transistors FET.

AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A

L'alimentation de IC1 est assurée au travers d'une cellule de filtrage active (filtrage électronique) très efficace puisque pouvant être comparée ici à un condensateur de 9 400 μ F. En effet, ce condensateur "fantôme" de forte capacité, dont la valeur nominale est égale au produit de C8 par le β du transistor T3, équivaut bien (pour un β de 200 d'un MPSA 06) à $47.200 = 9\ 400$.

La résistance R8 limite la tension d'alimentation du LM 344H à +68 volts (valeur max. donnée dans le Databook NS).

La résistance R9 polarise la base du transistor T3.

Le réseau parallèle R5-C4 applique la modulation amplifiée par IC1 à la base du transistor driver T1. R5 sert de limitation en courant à T1, un LM 395T, le T indiquant qu'il s'agit de la version en boîtier plastique TO 220 (il existe également en 395K, 395H, 395P). Le brochage de ce transistor (émetteur au centre et relié au boîtier, voir figure 6) permet de le visser directement au collecteur du MJ 15025. Ce contact direct est fort intéressant et nous l'avons voulu ainsi, car le LM 395 dispose d'une protection thermique.

En cas de surchauffe du transistor de puissance T2, celui-ci élève inévitablement la température du driver qui, son seuil d'insécurité atteint, se coupe, mettant l'Amplificateur en veille, sans qu'il ne subisse de dommage, le temps du refroidissement.

T1 et T2 forment un faux darlington (voir le cours n° 19 du Led 79), T1 étant un NPN et T2 un PNP. Qui dit darlington, pense gain en courant (β) élevé, celui-ci étant égal, rappelons-le, au produit du β de chacun des transistors.

De la sorte, le courant de commande appliqué à la base de T1 est faible et compatible avec ce que peut offrir la sortie de IC1.

LA TEMPORISATION

Le schéma de principe de la figure 7

met en évidence la similitude avec le temporisateur du classe A-B, avec ici cependant, l'apparition d'un deuxième relais RL2.

Au niveau du fonctionnement, pas de changement. C'est toujours le blocage et le déblocage de T1 assurés par la charge du condensateur C2 avec une constante de temps déterminée par le produit R1.C2. Le temps de commutation du relais RL1 est fonction de la valeur ohmique de RV1.

Le relais RL1 est du type 2RT. Un premier RT commute résistance de charge \rightarrow enceinte (pas de changement avec le classe A-B), tandis que le deuxième RT s'occupe maintenant de relier en parallèle sur le régulateur haute tension IC2 les régulateurs basse tension IC3 et IC4 (entrées IN).

La commutation de RL1 (ou les commutations, puisqu'il y a deux canaux) n'est donc plus visible sur la face avant de l'Amplificateur avec la diode électroluminescente verte. Pour l'obtenir, nous faisons appel à un petit relais DIL dont la bobine est reliée en parallèle sur celle de RL1. L'ajustable RV2 permet d'obtenir la commutation de RL2 en même temps que celle de RL1, ce qui est impossible sans cette résistance série.

La tension d'alimentation de l'ordre de +12 volts étant "pratiquement" impossible à obtenir à partir du transformateur torique (donc à partir du +72 volts), nous utilisons un modèle moulé de faible puissance, délivrant une tension alternative secondaire de 8 V~, ce qu'indiquait la figure 3.

REALISATION DU CLASSE A : L'ELECTRONIQUE

LES CIRCUITS IMPRIMES

Comme pour toute réalisation électronique, il faut tout d'abord graver ou se faire graver, ou acheter les C.I. au Service "Circuits Imprimés de Led".

• L'amplification

Celle-ci nécessite l'utilisation de trois cartes par canal.

Les implantations sont proposées aux figures 8A, 8B et 8C, à l'échelle 1, pour vous en faciliter toute reproduction, si vous boudez notre Service C.I.

La carte 8A est identique à celle qui équipe notre "Pure Classe A en 2 x 35 W eff." c'est la section "ampli en tension".

La carte 8B regroupe les composants de "l'ampli en courant" avec le transistor de puissance et le régulateur haute tension, sans oublier le LM 395T.

La carte 8C effectue les interconnexions entre les deux régulateurs basse tension en boîtier TO3.

Notons au passage, et cela est intéressant de le souligner, que si vous voulez réaliser un Amplificateur pure classe A de moyenne puissance (de l'ordre de 10 W eff.) mais qui néanmoins possède absolument toutes les qualités d'écoute de son grand frère, le 52 W eff., il suffit d'ignorer cette carte 8C.

Nous avons toujours à l'esprit le filtrage actif que nous préférons et de très loin, au filtrage passif. Cette chaîne d'amplification en classe A peut être parfaite pour un ensemble 3 voies de très haut niveau, composée comme suit :

– Registre grave : Pure Classe A en 2 x 52 W eff.

– Registre médium : Pure Classe A en 2 x 35 W eff. (Led n° 70)

– Registre aigu : Pure Classe A en 2 x 10 W eff.

• La temporisation

Le circuit imprimé regroupant tous les composants pour les deux canaux de l'Amplificateur, est reproduit à la figure 9. Quand nous disons tous les composants, précisons, à l'exception du transformateur et d'un porte-fusible qui eux, sont soudés au C.I. implanté en figure 9B.

LES PLANS DE CABLAGE

Gravés, percés, découpés et peut-être

LE PREMIER DE LA CLASSE

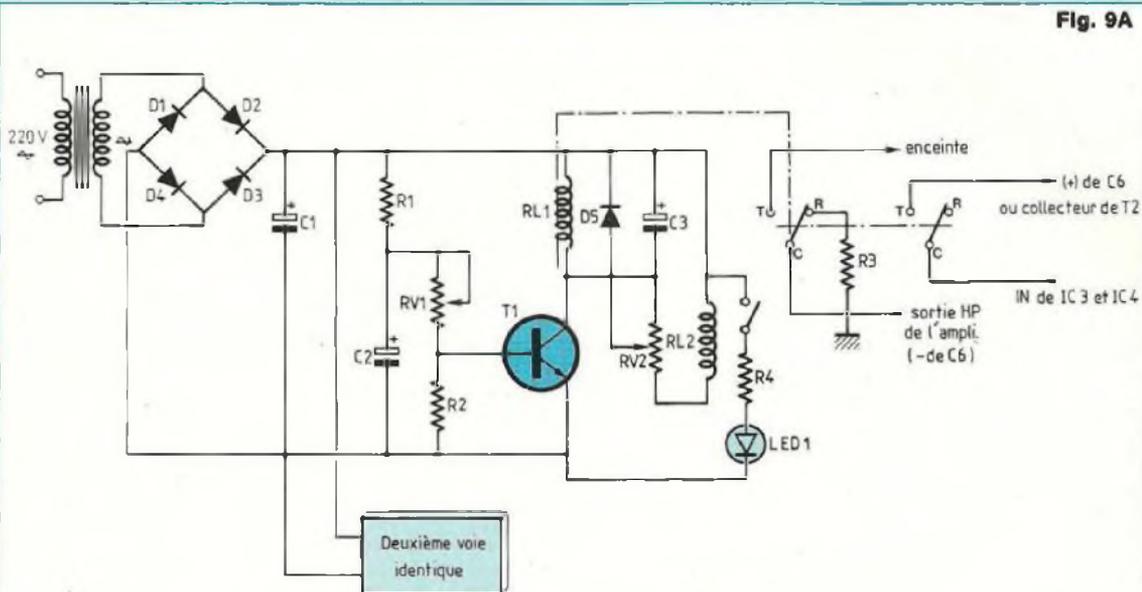


Fig. 9A

Fig. 7 : Système de temporisation à la mise sous tension de l'Amplificateur.

Les circuits imprimés fig. 8A, B, C sont à graver en deux exemplaires.

Fig. 8B

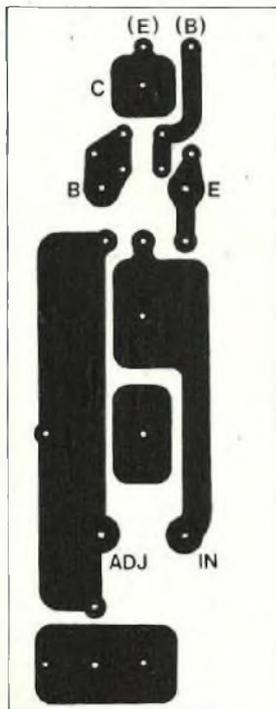


Fig. 8C

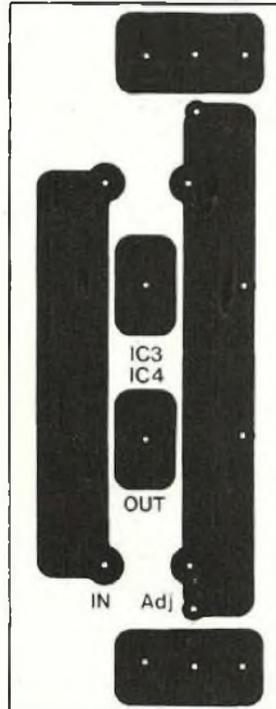


Fig. 8A

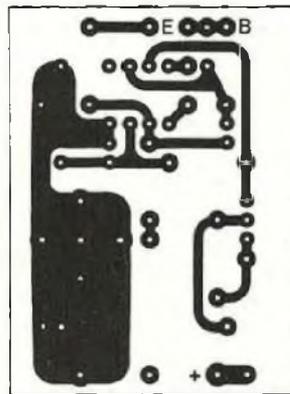
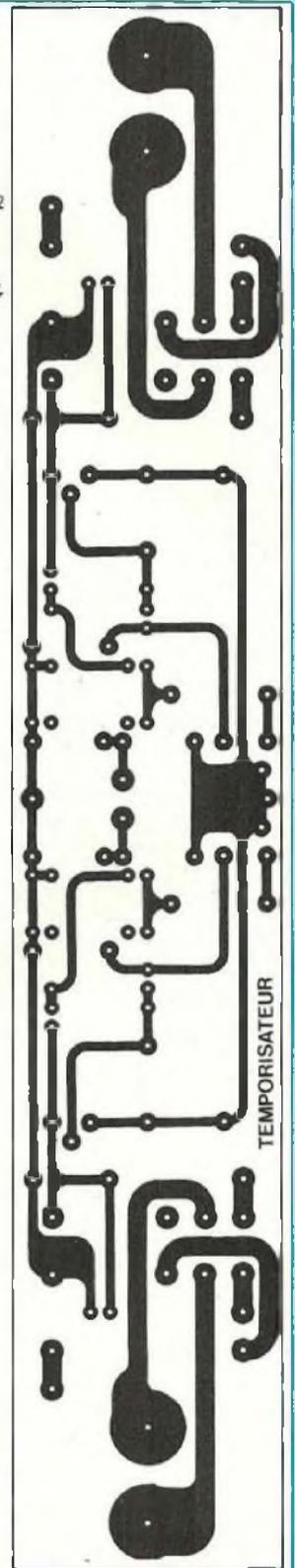
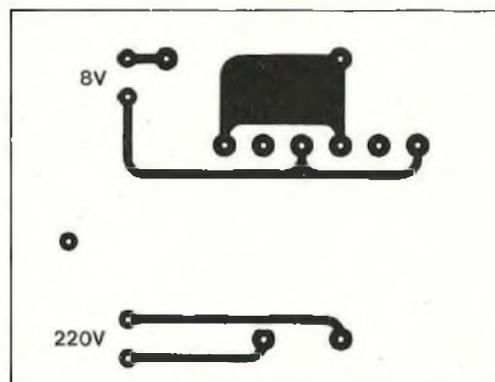
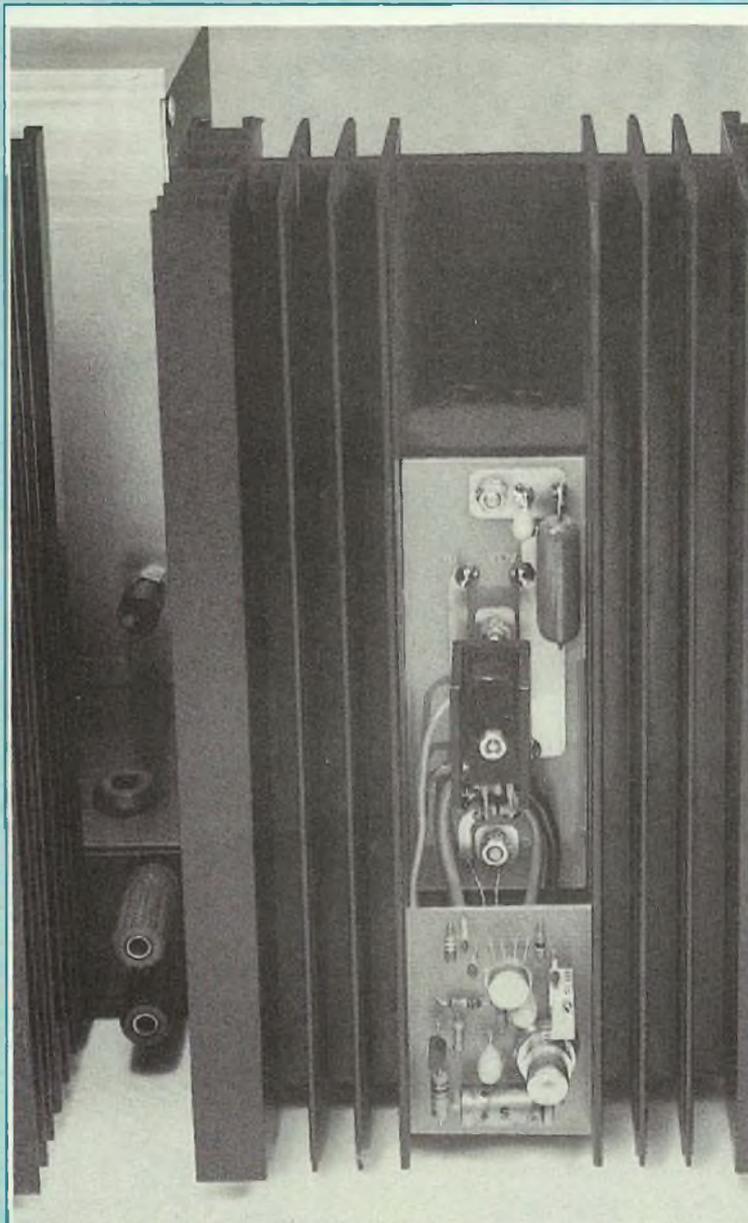


Fig. 9B



AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A



Un bloc de puissance de 52 Weff terminé.

même étamés, tous ces circuits imprimés doivent maintenant recevoir leurs composants.

• Amplificateur en tension

Son plan de câblage fait l'objet de la figure 10A. Tous les composants sont repérés pour plus de clarté, par leur symbole électrique R-C-T... Pour s'y

retrouver, il faut consulter la nomenclature qui donne pour R1 par exemple, sa valeur nominale, sa tolérance et sa puissance.

Attention à l'orientation des composants polarisés. Souder C1 à l'envers par exemple, c'est s'exposer à une panne très vicieuse de l'Amplificateur

lors de la première mise sous tension. Si celui-ci peut pourtant être réglé normalement (courant de repos correct, tension de polarisation au point milieu égale à $+U/2$), injecter de la modulation aux prises CINCH, ne peut que le laisser sans "voix". Précisons que ce condensateur C1 est soudé côté pistes

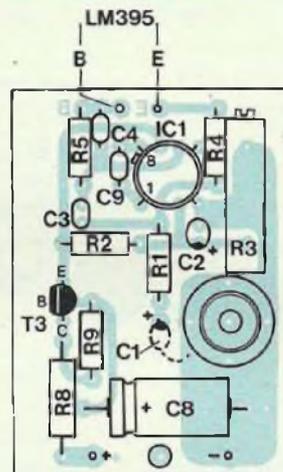
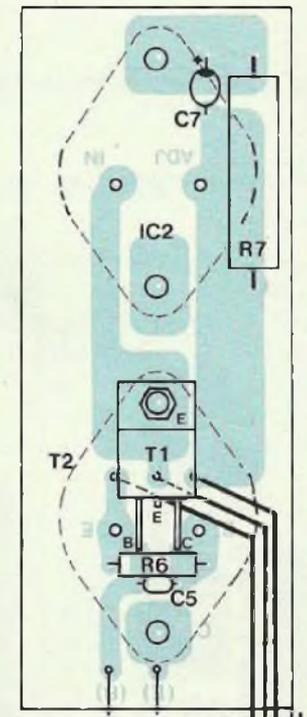
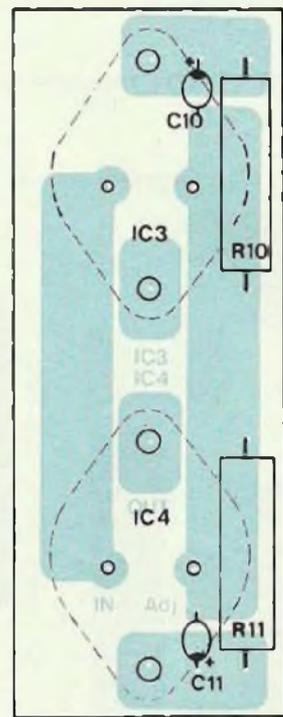


Fig. 10A, B, C : Plans de câblage d'un bloc de puissance de l'une des voies de l'Amplificateur.



LE PREMIER DE LA CLASSE

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

BLOC AMPLIFICATEUR

Composants pour une voie :

• Résistances couche métallique

± 1 % 1/4 W

R1 – 100 kΩ

R2 – 10 kΩ

R4 – 150 kΩ

R5 – 5,1 kΩ

R9 – 47 Ω

• Résistances couche métallique

± 5 % 1/2 W

R6 – 22 Ω

R8 – 1 kΩ

• Résistances bobinées 7 W

R7–R10–R11 – 0,82 Ω

• Ajustable multitours

R3 – 200 kΩ

• Condensateurs "lantai goutte"

C1–C2 – 10 μF/35 V

• Condensateurs "céramique"

C3–C9 – 10 pF

C4 – 22 pF

C5 – 68 pF

• Condensateurs "électrochimiques"

C6 – 4 700 μF/63 V/CO38

C8 – 47 μF/63 V

C7–C10–C11 – 33 μF/10 V

• Semiconducteurs

IC1 – LM 344H

IC2 – LM 317 HVK

IC3–IC4 – LM 317 K (ou LM 338 ou LM 350)

T1 – LM 395T

T2 – MJ 15025

T3 – MPSA06

• Divers

Prise CINCH vissable ou soudable (voir texte)

Dissipateur oxydé SEEM

Réf. : CO1161P – Longueur 200 mm

(+ 1/2 pour 2 régulateurs)

4 x mica isolant pour boîtier TO3

8 x canon isolant pour visserie de 3 mm

2 x cosse à souder ø 4,2 mm

(pour C6)

cuivrées et qu'il relie le point chaud de la prise à la résistance R1.

La prise CINCH peut être de deux modèles différents : soit soudable, soit vissable. La surface cuivrée du circuit imprimé en cet endroit (5 pastilles) doit être percée en fonction du modèle de prise adopté. La prise vissable ne nécessite que le perçage de la pastille centrale à un diamètre de 6,5 mm pour du standard ou de 8,5 mm pour du professionnel plaqué or (Monacor par exemple).

L'ergot du circuit intégré LM 344H est bien orienté vers la patte 8, faire très attention à ce niveau. Le boîtier étant rond et métallique, avec l'implantation du C.I. pastillée en boîtier Dual In Line 8 broches, vous devez, avec une pince à bec plat, séparer les fils de sorties du LM 344H en deux rangées de 4 fils, comme pour un vulgaire 741.

Les marques (B) et (E) permettent l'interconnexion de ce module à celui "amplificateur en courant", de même

pour les indications (+) et (-). Pour les points (B) et (E), utiliser les queues d'une résistance en les soudant côté pistes. Pour les pastilles (+) et (-), souder du fil de câblage de faible section (fils en nappe par exemple) d'une longueur d'environ 10 cm.

L'ajustable R3 sera réglé avant câblage à une valeur ohmique de 100 kΩ. C'est à peu près tout ce qu'il y a à dire concernant ce premier module qui sera pour terminer, débarrassé de la résine de la soudure au trichloréthylène.

Après une dernière vérification : composants bien implantés, absence de court-circuit entre pastilles ou bandes, pulvériser une couche de vernis protecteur anti-oxydation.

• Amplificateur en courant

Sautons maintenant au plan de câblage de la figure 10B.

Le circuit imprimé (figure 8B) reçoit peu de composants et se fixe par vissage aux boîtiers TO3 du MJ 15025 et du régulateur LM 317 HVK. Cependant,

avant toute chose, il doit servir de gabarit de perçages du dissipateur.

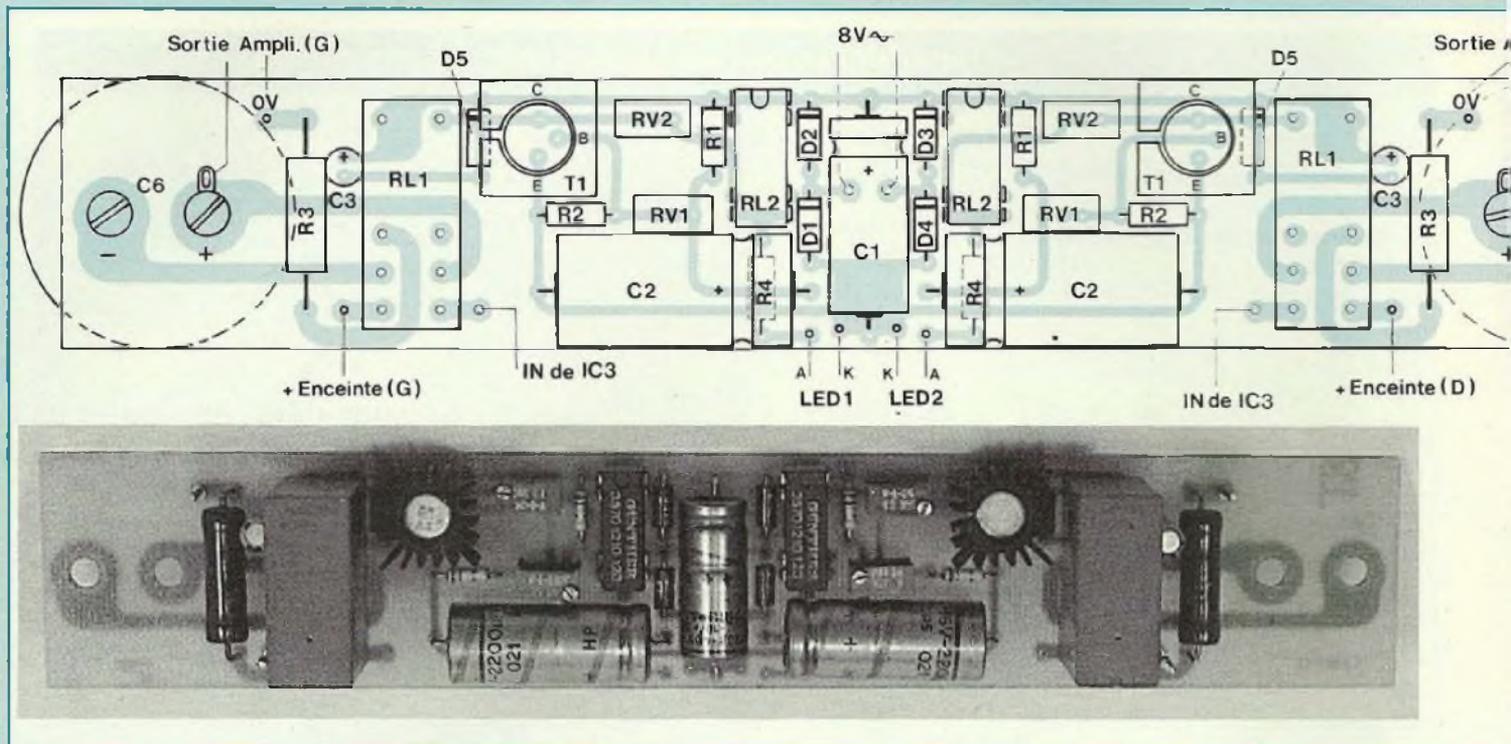
Précisons également et cela a toute son importance, avant de percer l'aluminium, que le circuit imprimé 8B se visse face cuivrée vers l'extérieur.

Sa position, plaqué au fond du dissipateur et par rapport au bas de celui-ci, prévoir une hauteur de 45 mm. Cette valeur positionne le boîtier du transistor de puissance au 1/3 de la longueur totale de la barre de refroidissement, qui fait pour cette version, 200 mm. C'est l'emplacement le plus favorable pour une dissipation optimale de la chaleur dégagée par le MJ 15025.

Scotcher donc le circuit 8B au fond du dissipateur à la hauteur de 45 mm, en ayant pris soin d'orienter correctement la barre d'aluminium, c'est-à-dire les rainures de fixation au châssis, du côté opposé au C.I.

Précisons, pour éviter toute erreur irréparable après forages, que c'est le transistor T2/MJ 15025 qui se trouve en

AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A



bas du dissipateur, les inscriptions sur le C.I. sont donc bien à l'envers.

Avec les forets adéquats, repérer avec précision les 8 trous nécessaires aux boîtiers TO3. Après avoir déscotché le circuit, forer tous les trous à un diamètre de 3,5 mm. Les ébavurer ensuite, avec un foret de \varnothing 6 mm par exemple, on ne doit pas, au toucher, sentir d'aspérités qui détruiraient les intercalaires en mica, lors du vissage des LM 317 HVK et MJ 15025.

On peut, à ce stade d'avancement, souder les rares composants sur le circuit imprimé et cela, chose inhabituelle, du côté pistes cuivrées ! Le plan de câblage de la figure 10B est là pour vous guider. Surélever de la plaquette, la résistance bobinée R7 de 2 à 3 mm ; c'est un composant qui chauffe beaucoup. Couper bien à ras du C.I., les pattes de ces éléments.

Mettre en place les deux TO3 en les isolant du dissipateur par des micas enduits sur les deux faces de graisse

au silicone. La viscosité de ce produit doit les plaquer contre l'aluminium en les pressant fortement.

Dans les 4 trous de fixation, passer de la visserie de 3 x 15 mm et 3 x 25 mm pour T1 (côté boîtiers). Sur l'autre face du radiateur, enfiler des canons en plastique. Il s'agit de bien isoler la visserie afin d'éviter de très fâcheux courts-circuits, lors de la mise sous tension de l'Amplificateur. Les gorges de ces canons doivent descendre dans les trous percés précédemment au \varnothing 3,5 mm.

Descendre également et plaquer le module 10B contre les canons isolants, il est ainsi surélevé du dissipateur de 1 mm environ. Les 4 pattes des boîtiers TO3 doivent traverser alors les pastilles du circuit imprimé. Reste à bloquer les vis au moyen de rondelles éventail et d'écrous afin d'établir les contacts électriques. Le module 10B est solidement tenu en place et on peut en terminer le câblage, tout d'abord en soudant 3 fils

de forte section et d'une longueur de 40 cm chacun environ, aux pastilles situées sous T1.

Choisir 3 couleurs différentes, ce qui minimise les risques d'éventuelles erreurs de câblage. Souder les pattes des boîtiers TO3.

Ensuite, mettre en place T1. Au préalable, couper la patte centrale (E) qui ne sert à rien dans notre utilisation de ce composant, puisque nous avons préféré visser directement l'émetteur de T1 (semelle métallique) au collecteur de T2. Plier à angle droit les deux autres pattes (B) et (C). T1 est prêt pour les interconnexions. On peut également visser contre le boîtier plastique de ce semiconducteur, un petit dissipateur.

• Raccordement des deux modules

Faire coulisser le module "amplificateur en tension" dans les rainures du dissipateur jusqu'à ce que les pastilles (B) et (E) soient positionnées face à face. Souder les queues de résistance.

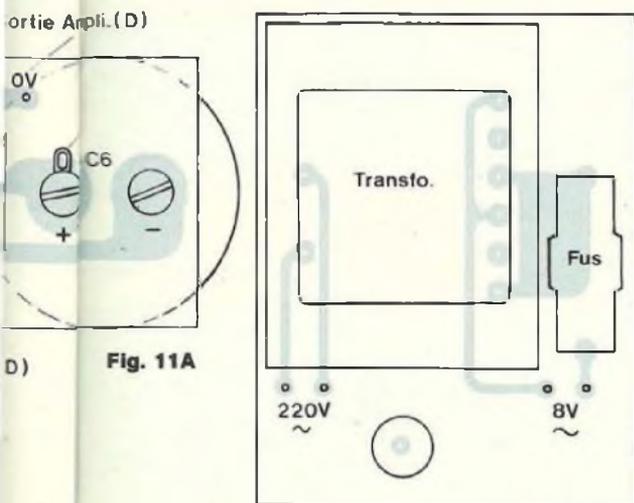


Fig. 11B

Câblage des composants de la temporisation.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

TEMPORISATEUR

Composants pour une voie :

• Résistances couche métallique

- R1 – 10 k Ω \pm 5 % 1/4 W
- R2 – 270 k Ω \pm 5 % 1/4 W
- R4 – 470 Ω \pm 5 % 1/2 W

• Résistance bobinée 7 W

- R3 – 8,2 Ω

• Ajustables multitours

- RV1 – 50 k Ω
- RV2 – 1 k Ω

• Condensateurs chimiques

- C1 – 220 μ F/40 V (pour les 2 voies)
- C2 – 2 200 μ F/16 V
- C3 – 10 μ F/25 V

• Semiconducteurs

- D1 à D4 – 1N 4001 (pour les 2 voies)
- D5 – 1N 4001
- 71 – BC 141

• Divers

- RL1 – Relais 12 V/5 A - 2 RT
- RL2 – Relais DIL 12 V - 1 RT
- Dissipateur pour boîtier TO5
- Transformateur moulé pour C.I. 220 V/ 2 x 8 V/2,5 VA
- Porte-fusible pour C.I.
- Fusible 250 mA
- Diode led rouge rectangulaire (7 x 15 mm)
- 2 x diode led verte rectangulaire (7 x 15 mm)

Souder les fils d'alimentation (+) et (-) aux pastilles +U et -U situées de part et d'autre de T1.

C'est enfin terminé pour ce premier canal. Maintenant que vous savez comment procéder, la stéréo est à votre portée.

Une information supplémentaire tout de même. Nous nous retrouvons avec un bloc de puissance duquel partent 3 fils de forte section. Ces trois fils devant se retrouver de l'autre côté du dissipateur pour être introduits dans le châssis par un passe-fil, prévoir un trou de \varnothing 6 à 8 mm au bas de celui-ci et à 1 cm du bord.

• Le dissipateur central

Il est destiné à recevoir les 4 régulateurs basse tension LM 317K (2 par canal). Le circuit imprimé, figure 8C, permet d'établir les interconnexions de la même façon que précédemment avec T2 et IC2. Ces interconnexions sont visibles en figure 10C.

Travailler le dissipateur central exacte-

ment comme pour la barre amplificatrice :

- Repérage des 16 trous, puis forage au \varnothing 3,5 mm ;
- Ebavurage ;
- Mise en place des régulateurs, deux par deux, en les isolant (toujours côté rainures de fixation du dissipateur) ;
- Fixation des régulateurs avec de la visserie de 3 x 15 mm ;
- Soudage des pattes de IC3 et IC4 au circuit imprimé ainsi que des résistances bobinées et des condensateurs ;
- Souder un fil de forte section et d'une longueur de 40 cm à la patte (IN) de l'un des régulateurs ;
- Même opération pour la patte (Adj) du même régulateur ;
- Même travail à effectuer pour l'autre canal (module identique) ;
- Passer les 4 fils (de couleurs différentes) dans le trou pratiqué au bas du dissipateur.

• La temporisation

Le plan de câblage est représenté en figure 11A. Il est précis et comme pour les autres modules, il faut se reporter à la nomenclature afin de connaître la valeur nominale de chacun des composants.

Les résistances R4 sont soudées côté pistes.

De même pour les condensateurs de liaison C6, leurs bornes (+) et (-) étant plaquées contre les pastilles cuivrées au moyen de leur visserie.

La figure 11B rappelle que transformateur et porte-fusible de la temporisation se soudent sur un autre circuit imprimé.

REALISATION DU

CLASSE A : LA MECANIQUE

On retrouve à nouveau nos deux coffrets ESM et ISKRA, travaillés un peu différemment de ceux du classe A-B. Le coffret ISKRA étant fixé verticalement et non plus horizontalement à cause du dissipateur central, le capot

AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A

supérieur du châssis ESM subit quelques modifications de cotations. Pour les mêmes raisons, la flasque arrière ne reçoit plus, ni l'interrupteur M/A, ni la prise secteur.

Un plan de découpes et perçages précis du coffret ESM complet, pensons-nous, est reproduit à la figure 12.

Le travail du coffret ISKRA est simple, l'arrière de ce boîtier en aluminium est percé de 4 trous, 2 x $\varnothing 4$ mm et 2 x $\varnothing 9$ mm.

Ces 4 trous doivent correspondre exactement à ceux situés sur le capot supérieur du ESM entre les deux ouvertures de $\varnothing 74$ mm destinées, elles, au passage des condensateurs de filtrage.

Le dessous du coffret est percé d'une part, au fond et à gauche, de deux trous. Un trou de $\varnothing 10$ mm recevra un passe-fil, il permettra d'introduire le cordon secteur. Un trou de $\varnothing 4,5$ à $\varnothing 6,5$ mm (selon l'interrupteur), permettra de l'y fixer. D'autre part, un trou central de $\varnothing 8$ mm servira au maintien du transformateur d'alimentation torique de 500 VA.

• Equipement du coffret ESM

Après avoir remonté en partie celui-ci (capot supérieur + côtés + flasque arrière + flasque avant) avec l'abondante visserie fournie, équiper la flasque arrière de ses bornes H.P. (4 x $\varnothing 8,5$) et

ce qui est facultatif, introduire des passe-fils dans les 3 trous de $\varnothing 9$.

Visser les porte-fusibles dans les trous de $\varnothing 13$ du capot supérieur et fixer les brides des condensateurs de filtrage (6 x $\varnothing 3$) à l'intérieur du coffret.

• Equipement du coffret ISKRA

Fixer les ponts redresseurs aux trous de $\varnothing 4$ (arrière du boîtier).

Mettre en place le transformateur avec ses coupelles et l'immobiliser avec la vis centrale.

Scier cette vis trop longue au ras de l'écrou.

Introduire le passe-fil dans le trou de $\varnothing 10$.

Visser l'interrupteur du type bipolaire. A l'exception du cordon secteur (par commodité), on peut tout de suite entreprendre les interconnexions des fils à l'intérieur de ce coffret.

Souder chacun des secondaires du torique à un pont redresseur aux cosses ~. Bien vérifier la couleur des fils afin qu'une tension alternative de 50 V soit appliquée à ces ponts moulés.

Souder des fils de forte section ($1,5 \text{ mm}^2$) aux deux autres cosses, un fil rouge de 30 cm de longueur pour la polarité (+), un bleu de même longueur pour la polarité (-).

Souder le primaire du transformateur

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

DIVERS

• Alimentation

Transformateur torique ISKRA
2 x 50 V/500 VA
2 x pont redresseur 200 V/10 A
2 x condensateur 22 000 $\mu\text{F}/100 \text{ V}$ - CO 38
2 x porte-fusible châssis
2 x fusible 2,5 A
Interrupteur bi-polaire 250 V/3 A
10 x cosse à souder $\varnothing 6,2$ mm

• Châssis et équipement

Coffret ISKRA - Réf. : 80 155
(80 x 155 x 150 mm)
Coffret ESM - Réf. : ER 48/04
(profondeur 150 mm)
5 x passe-fil $\varnothing 10$ mm
Cordon secteur
2 x prise châssis rouge
10 A $\varnothing 8,2$ mm
2 x prise châssis noire
10 A $\varnothing 8,2$ mm
Visserie de 4 mm.

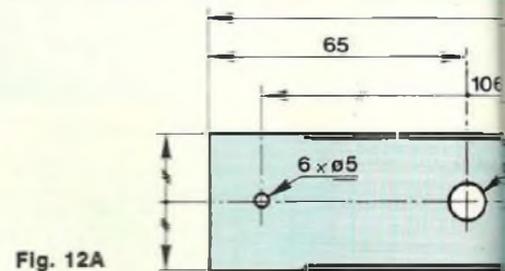


Fig. 12A

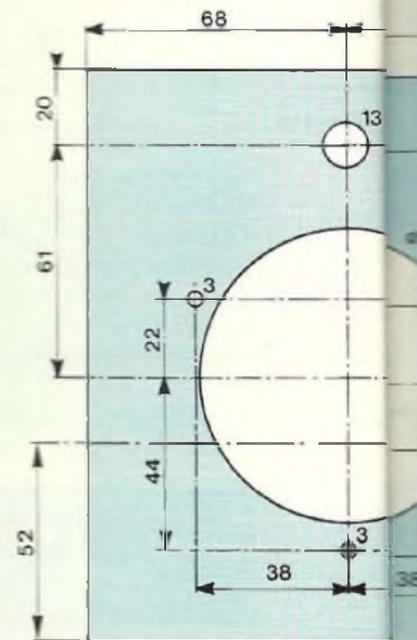
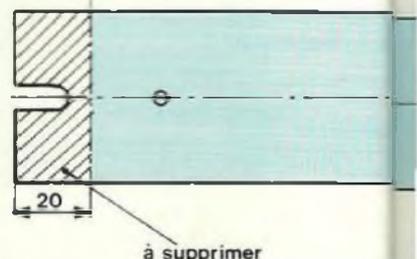


Fig. 12B

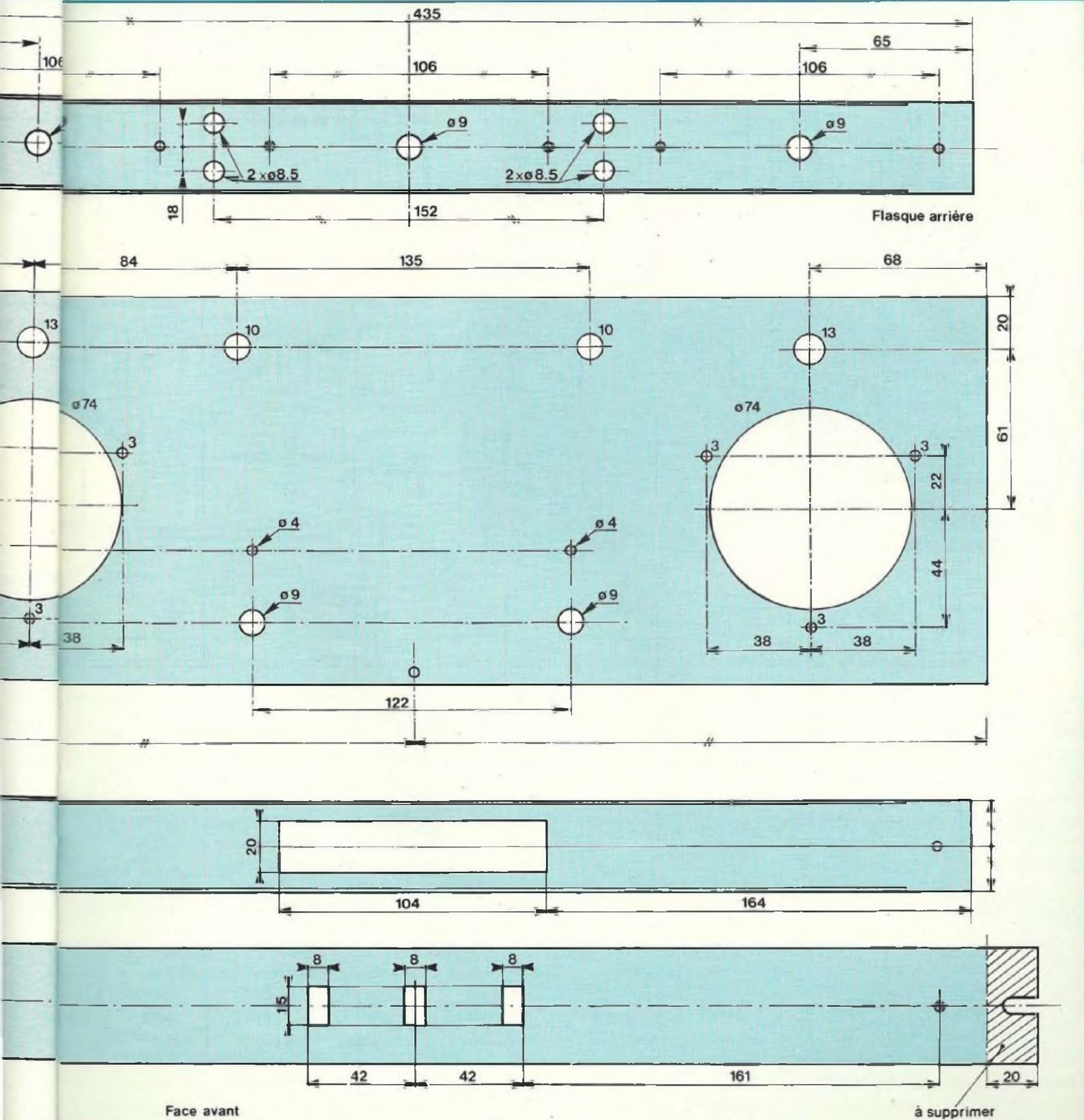
Capot supérieur

Flasque avant

Fig. 12C



LE PREMIER DE LA CLASSE



AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A

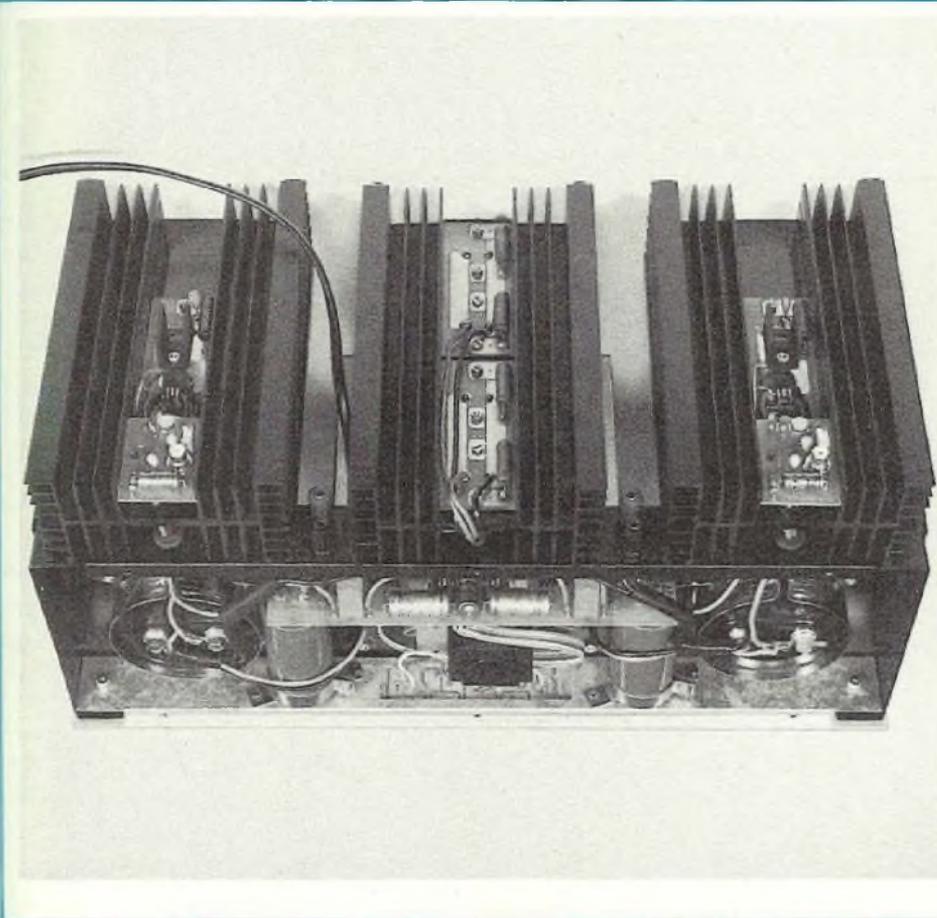
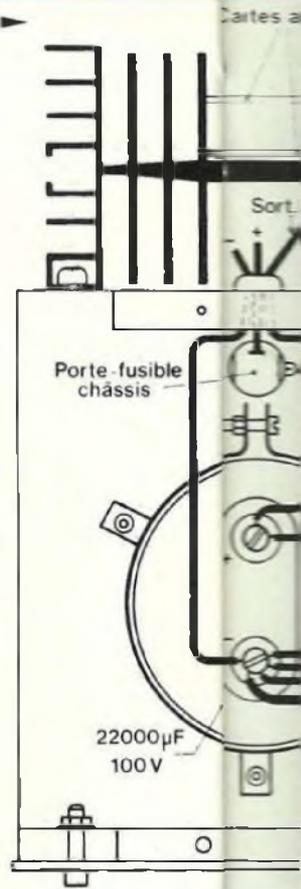
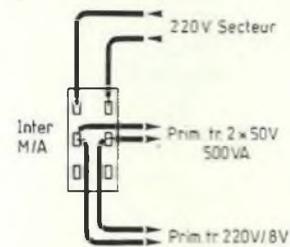


Fig. 14 : Interconnexions du classe A. Utiliser des fils de forte section et de différentes couleurs.

Fig. 13 : Câblage de l'interrupteur M/A.



comme indiqué en figure 13, aux cosses de l'interrupteur "double bipolaire". Egalement en parallèle sur ces deux cosses, souder des fils de faible section (fils en nappe) de 30 cm de longueur qui vont alimenter le primaire du transformateur moulé de la temporisation (TR1 - 220 V/8 V~).

• Fixation du module de temporisation

Il est tenu en place par les brides des deux condensateurs de liaison de 4 700 µF. Les deux brides sont vissées à la flasque avant, après en avoir repéré les 4 trous de fixation et effectué les perçages au \varnothing 3 mm.

• Fixation du coffret ISKRA au coffret ESM

Elle se fait au moyen des deux vis ser-

vant au maintien des ponts redresseurs (2 x \varnothing 4 mm).

Ce travail terminé, on en profite pour mettre en place le petit module de la temporisation, entre les deux condensateurs de liaison C6 et contre la flasque avant.

On perce un trou de \varnothing 3 mm qui traverse les deux coffrets. Ce module est surélevé de l'épaisseur d'un écrou afin d'éviter les court-circuits.

LES INTERCONNEXIONS

Avant de les entreprendre, il faut fixer les 3 dissipateurs à l'arrière du coffret ESM, au moyen de visserie de 4 ou mieux, de 5 mm. La visserie de 4 oblige à utiliser des rondelles plates, les têtes de vis n'étant pas tout à fait assez

larges pour les rainures des dissipateurs.

Enfiler également les condensateurs de filtrage de 22 000 µF dans leurs brides et bien les bloquer. Attention à ce que les têtes de vis des bornes (+) et (-) ne puissent pas toucher le fond du coffret lors de la pose de celui-ci, une fois le câblage terminé.

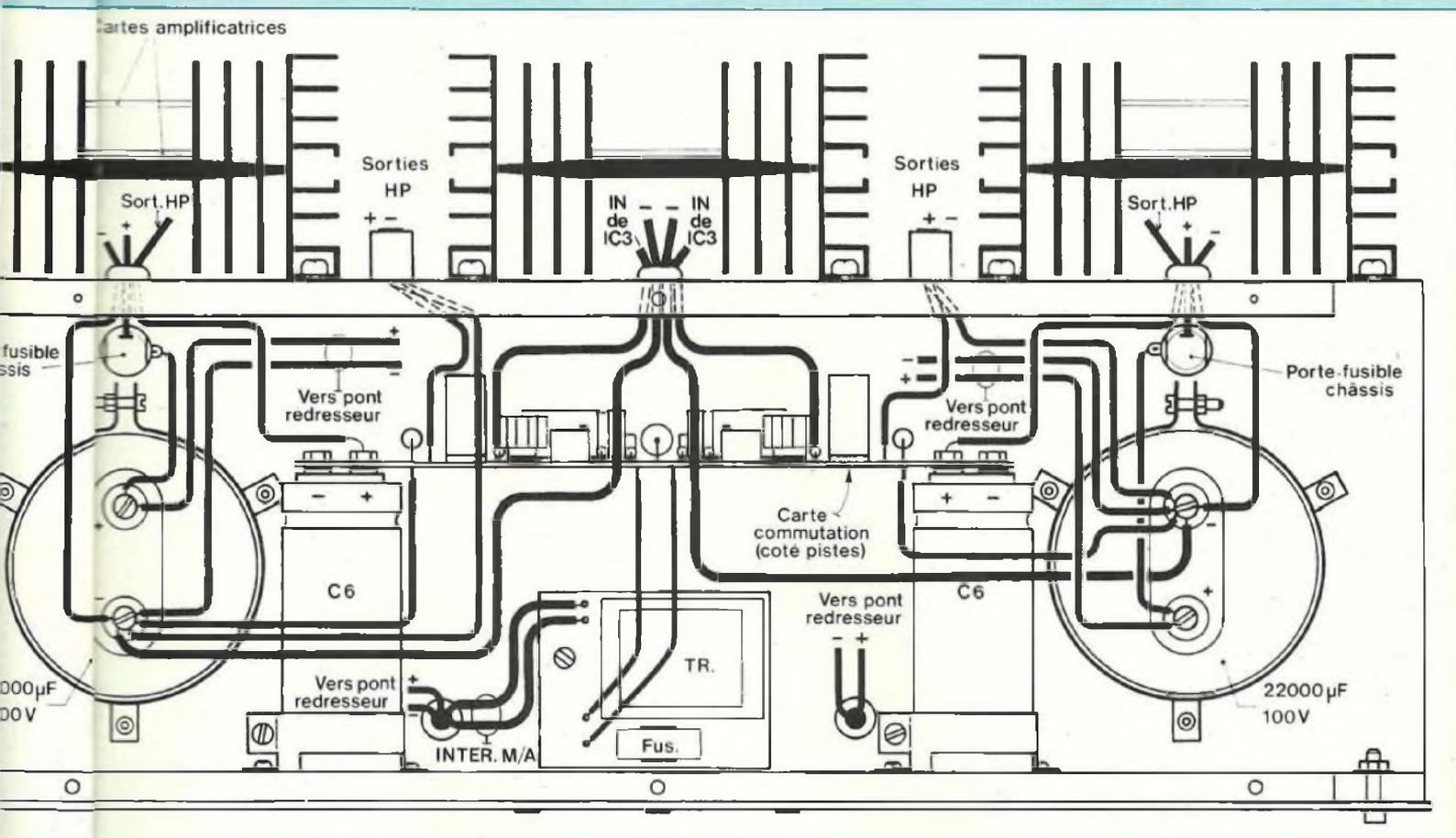
Un plan d'interconnexions représente clairement à la figure 14 les liaisons à réaliser avec tous ces fils, c'est relativement simple avec les différentes couleurs des câbles utilisés.

La figure 11A (module de temporisation) donne également des informations importantes pour ce câblage.

PREMIERS ESSAIS

Pour la première mise sous tension,

LE PREMIER DE LA CLASSE



enlever les fusibles qui alimentent les blocs de puissance. Nous allons tout d'abord nous occuper de la temporisation. Pour les réglages du temps de commutation, nous allons souder aux pastilles LED1 et LED2 du module 11A, deux diodes électroluminescentes ordinaires. Avec les ajustables RV1, faire en sorte d'obtenir des temps de commutation de l'ordre de 30 s pour les deux canaux. Plusieurs manoeuvres de l'interrupteur seront nécessaires. A l'extinction de l'Amplificateur, attendre que les condensateurs de "tempo." soient bien déchargés. Il faut, pour cette première étape, effectuer ces réglages à l'oreille, au "clic" des relais, car les diodes affichent n'importe quoi, les ajustables RV2 n'étant pas réglés.

Les 30 secondes obtenues (c'est un

ordre de grandeur), continuer la "manip." M/A, M/A... et régler les ajustables RV2 pour qu'aux "clics" des gros relais, corresponde l'allumage des deux leds. Il faut de la patience, mais ce sont les réglages les plus délicats sur cet Amplificateur Pure Classe A !

Vérifier les tensions aux bornes des condensateurs de filtrage, on doit trouver environ +72 volts.

Eteindre l'appareil.

Introduire un fusible de 2,5 A dans le porte-fusible châssis du canal gauche par exemple, et visser pour établir le contact.

Enlever le fusible de la temporisation par contre, pour que l'Amplificateur reste sur ses charges résistives internes (R3 - 8,2 Ω).

Relier entre la masse du canal gauche

et la cosse (+) du condensateur de liaison (ou le collecteur du transistor de puissance) un voltmètre en position 100 V. Mettre l'appareil sous tension, attendre quelques instants la stabilisation des afficheurs (ou de l'aiguille) et avec l'ajustable R3 de la carte "ampli en tension", régler à +36 V le potentiel du point milieu de l'amplificateur.

Effectuer le même réglage sur le canal droit et éteindre le classe A.

Remettre en place le fusible de la temporisation.

Relier un Préamplificateur (ou un Lecteur de Compact disposant d'un réglage de niveau) aux prises CINCH et une paire d'enceintes aux sorties H.P., en respectant la mise en phase.

Remettre le classe A sous tension, en profitant de l'attente du temps de com-

AMPLIFICATEUR PURE CLASSE A

mutation de 30 secondes, pour sélectionner un morceau dynamique. Le "clic" des relais doit se faire entendre, indiquant que les enceintes chargent dès lors l'Amplificateur. Par contre, le rapport signal/bruit du classe A est tel que les haut-parleurs restent muets si vous avez bien respecté les interconnexions de la figure 14.

Vous pouvez maintenant apprécier pleinement les qualités musicales de votre dernière réalisation qui n'est pourtant pas encore totalement terminée. La face avant est vide, il faut y installer les diodes électroluminescentes rectangulaires.

LA FINITION

Les 3 diodes électroluminescentes (1 rouge et 2 vertes) sont soudées pour plus de commodité à un petit circuit imprimé dont l'implantation ultra simple est proposée à la figure 15A. En 15B, nous voyons une résistance de limitation de 470 Ω pour la led rouge, le contrôle M/A.

Ce petit module se colle tout simplement contre la face avant à la colle araldite. Restent à y souder, 6 fils de faible section (fils en nappe) pour les interconnexions au module "Temporisateur". Visser la face avant au châssis et câbler les 6 liaisons en s'aidant de la figure 11A. La led rouge se connecte aux bornes du condensateur C1.

Dans ce chapitre "Finition", on peut y parler réglages, ces réglages que nous avons effectués avec les ajustables R3 de 200 k Ω , pour obtenir les potentiels de +36 V. Ceux-ci peuvent être figolés en disposant d'un générateur et d'un oscilloscope.

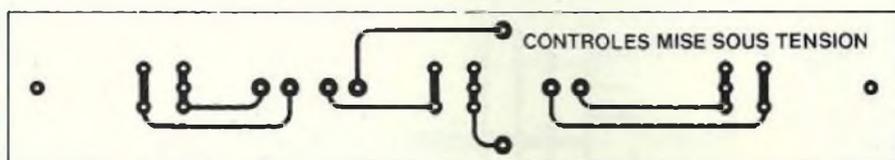


Fig. 15A

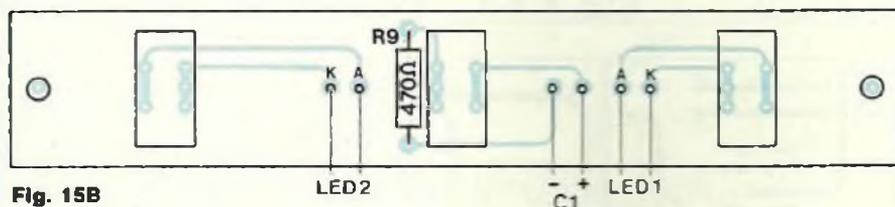


Fig. 15B

Charger les sorties H.P. de l'Amplificateur avec des résistances de puissance de 8 Ω /50 W. Relier les entrées de l'oscilloscope (si vous possédez un bicourbe) aux bornes de ces résistances, en respectant les masses. Injecter un signal à une fréquence de 1 kHz à l'une des entrées et augmenter l'amplitude jusqu'au raboutage de l'une des alternances. Avec l'ajustable R3, supprimer ce "plateau" en faisant en sorte que, finalement, ce soient les deux alternances qui saturent en même temps. On obtient alors la puissance maximale de ce canal, soit avec le prototype 52 W eff. Effectuer le même travail sur la deuxième voie.

Visser le capot inférieur du coffret ESM. c'est terminé. Votre classe A est prêt à vous démontrer maintenant, pendant de longues années, toutes ses nombreuses qualités musicales, à vous faire écouter des micro-informations gravées pourtant sur vos enregistrements, mais que vous n'avez encore

jamais entendues. Le nôtre nous donne satisfaction depuis près de deux ans maintenant et c'est toujours avec le même plaisir, la même émotion, que nous écoutons nos morceaux favoris, que ce soit du classique, ou des variétés.

UNE DERNIERE REMARQUE

Comme pour l'Amplificateur en classe A-B, il est possible de souder aux bornes des condensateurs de liaison de 4 700 μ F, des polypropylènes de 4,7 μ F. Les oreilles d'experts en écoutes de matériels Hi-Fi, entre autres, M. Jean HIRAGA de la Nouvelle Revue du Son (N.R.D.S.) ont constaté une très légère amélioration du registre dans l'extrême aigu. Condensateur... ou pas condensateur ! En tout cas, le prototype en est équipé depuis les dernières écoutes comparatives.

D.B.

EDITIONS PERIODES
1, boulevard Ney 75018 Paris
Tél. (16-1) 42.38.80.88 poste 7315

Vous avez réalisé des montages personnels que vous aimeriez publier dans notre revue, n'hésitez pas à nous joindre soit par téléphone, soit par courrier, afin d'obtenir les renseignements nécessaires pour une éventuelle collaboration à Led.

Extrait de nos principaux points de vente en région parisienne :

A.D.S.

16, rue d'Odessa
75014 Paris
43.21.56.94

EREL BOUTIQUE

6, rue Crozatier
75012 Paris
43.43.31.65

A.M.O. ELECTRONIQUE

1, rue Paul Bert
94800 Villejuif
47.26.35.62

KOMELEC

4, rue Yves Toudic
75010 Paris
42.08.54.07

AVENA

22, rue de l'Hôtel-Dieu
B.P. 94 95021 Pontoise Cedex
30.30.34.20

MAGNETIQUE FRANCE

11, place de la Nation
75011 Paris
43.79.39.88

BERIC

43, rue Victor Hugo
92240 Malakoff
46.57.68.33

MELUN ELECTRONIQUE

19, rue Ste Barthelemy
77000 Melun
64.39.90.60

B.H. ELECTRONIQUE

164-166, av. Aristide Briand
92200 Bagneux
46.64.21.59

RADIO BEAUGRENELLE

6, rue Beaugrenelle
75015 Paris
45.77.58.30

CAPELEC

43, rue Stephenson
75018 Paris
42.55.91.91

SARTROUVILLE COMPT'S

7, rue Voltaire
78500 Sartrouville
39.13.21.29

C.F.L.

45, bd de la Gribelette
91390 Morsang-sur-Orge
60.15.30.21

SONEL DIFFUSION

Ctré Cial Plateau du Moulin
78700 Conflans-Ste-Honorine
39.19.91.79

CIBOT ELECTRONIQUE

3, rue de Reuilly
75012 Paris
43.79.69.81

TECNI-TRONIC

68, av. Galliéni
93140 Bondy
48.48.16.57

CHELLES ELECTRONIQUE

16, av. du Maréchal Foch
77500 Chelles
64.26.38.07

TERAL

26 ter, rue Traversière
75012 Paris
43.07.87.74

E.G.B.

19, rue Jean Jaurès
94500 Champigny-s/Marne
48.81.78.81

VART

42, av. de St-Cloud
78000 Versailles
39.51.56.33



STEP CIRCUITS PRINTED BOARD

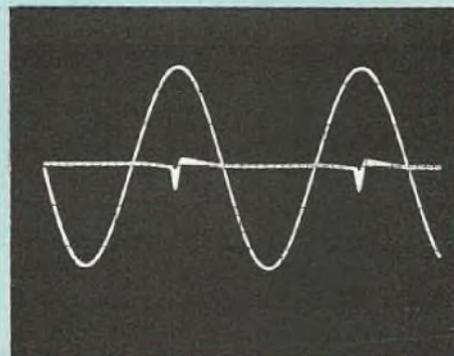
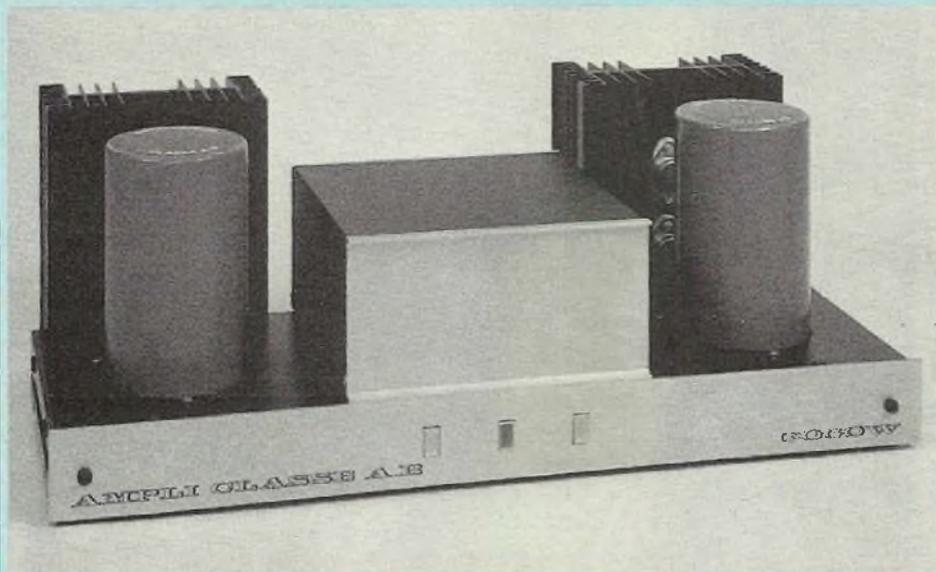
TOUT LE NECESSAIRE A LA REALISATION DES CIRCUITS IMPRIMES

La qualité professionnelle au service de l'amateur

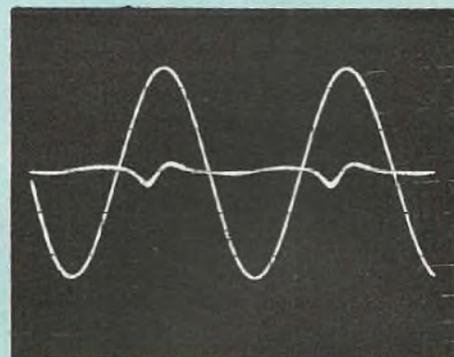
STEP Circuits sélectionne ses distributeurs afin de préserver son image de marque.

STEP CIRCUITS CCR Grand Sud 36-38, avenue de Fontainebleau
94270 Le Kremlin-Bicêtre - Tél. : 46.72.81.18 lignes groupées

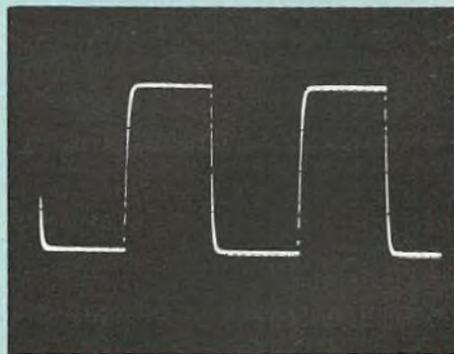
AMPLIFICATEUR CLASSE AB



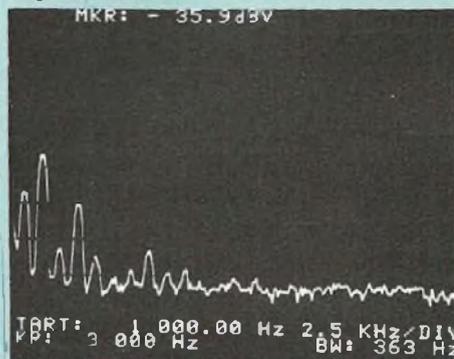
Ecrêtage à 1 kHz.



Ecrêtage à 20 kHz.



Signal carré à 20 kHz



Spectre de distorsion.

QUELQUES MESURES - 6060 W

Puissance

Sensibilité d'entrée

850 mV

850 mV

Les deux canaux en service
sur charge de 8 Ω

pour 0,3 % de distorsion par harmonique
à la limite de l'écrtage à 1 000 Hz,
tension d'alimentation nominale : 220 V

60 W

60 W

Distorsion

Par harmoniques

30 W à 40 Hz

0,0075 %

0,0078 %

30 W à 1 kHz

0,0064 %

0,0065 %

30 W à 20 kHz

0,080 %

0,082 %

15 W à 40 Hz

0,0071 %

0,0072 %

15 W à 1 kHz

0,0047 %

0,0047 %

15 W à 20 kHz

0,041 %

0,042 %

1 W à 40 Hz

0,0070 %

0,0072 %

1 W à 1 kHz

0,0065 %

0,0066 %

1 W à 20 kHz

0,025 %

0,026 %

Par intermodulation

Pour une combinaison de fréquences
dans un rapport de 4 à 1
(60 Hz/7 000 Hz R = 1/4)

30 W

0,021 %

0,021 %

15 W

0,014 %

0,015 %

1 W

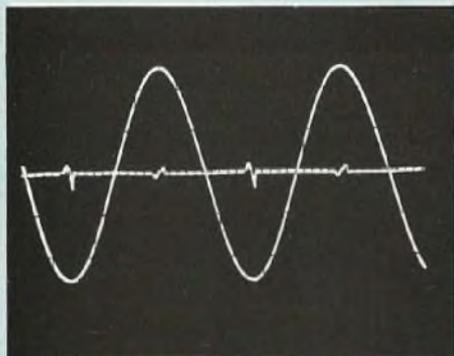
0,011 %

0,014 %

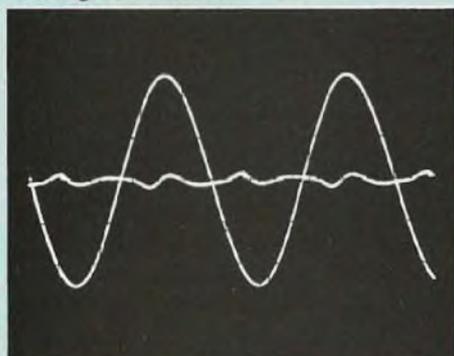
Temps de montée à 10 kHz

1,1 μ s

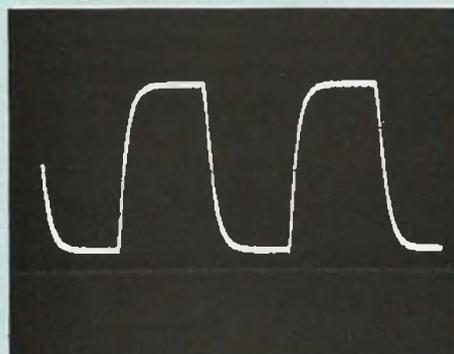
1,1 μ s



Ecrêtage à 1 kHz.



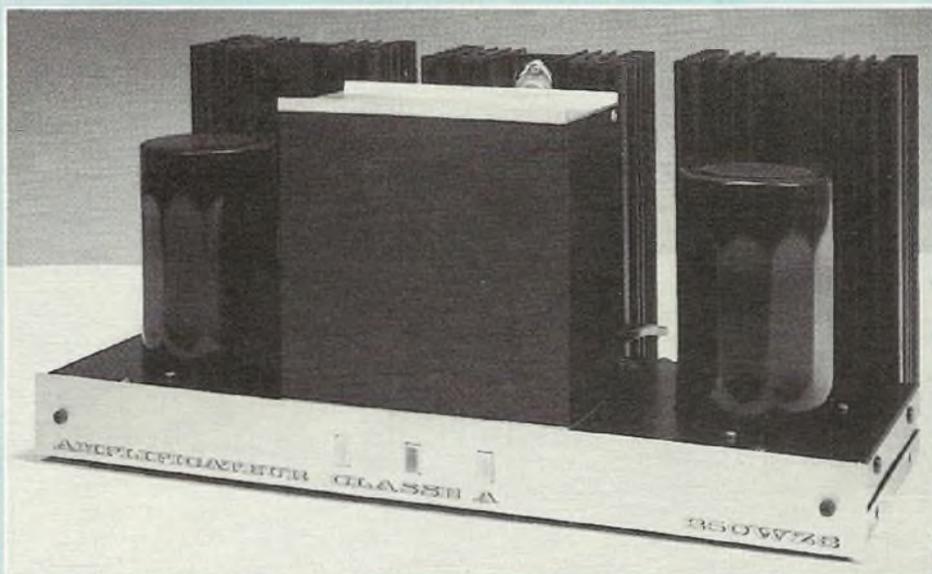
Ecrêtage à 20 kHz.



Signal carré à 20 kHz.



Spectre de distorsion.



QUELQUES MESURES - 250W Z8

Puissance

Sensibilité d'entrée

1,4 Veff

Les deux canaux en service

sur charge de 8 Ω

pour 0,3 % de distorsion par harmonique

à la limite de l'écrtage à 1 000 Hz,

tension d'alimentation nominale : 220 V

56 W

56 W

Distorsion

Par harmoniques

30 W à 40 Hz

0,0085 %

0,0088 %

30 W à 1 kHz

0,0071 %

0,0073 %

30 W à 20 kHz

0,037 %

0,039 %

15 W à 40 Hz

0,0042 %

0,0045 %

15 W à 1 kHz

0,0030 %

0,0037 %

15 W à 20 kHz

0,019 %

0,020 %

1 W à 40 Hz

0,011 %

0,011 %

1 W à 1 kHz

0,0065 %

0,0065 %

1 W à 20 kHz

0,03 %

0,03 %

Par intermodulation

Pour une combinaison de fréquences

dans un rapport de 4 à 1

(60 Hz/7 000 Hz R = 1/4)

30 W

0,018 %

0,018 %

15 W

0,0079 %

0,0081 %

1 W

0,0065 %

0,0066 %

Temps de montée à 10 kHz

4,5 μs

4,5 μs

AUDITEUR A LA NOUVELLE REVUE DU SON

ECOUTE DU CLASSE A

250W Z8

L'amplificateur 250W Z8, travaillant en classe A, a été écouté sur des enceintes acoustiques à haut rendement dont nous connaissions parfaitement l'équilibre subjectif, avec à la source, un lecteur CD de très haute définition.

Nous avons retrouvé instantanément les vertus de la classe A, à savoir : une grande douceur de restitution, une parfaite justesse des timbres sur toute l'étendue du spectre reproduit et un très beau son de la part des sources. De plus, le 250W Z8 procure un très beau grave bien charpenté, suffisamment dynamique, qui facilite beaucoup le suivi du rythme et les inflexions de niveau. Il en résulte un caractère "mélodieux" qui fait que la musique paraît couler d'elle-même sans heurter les oreilles par une quelconque agressivité, même dans le haut-médium aigu. Le pouvoir d'analyse est poussé : sur

les grandes formations orchestrales, on n'a pas le sentiment de confusion générale sur les "forte". Tout reste bien en place avec une bonne focalisation du soliste par rapport à l'orchestre, sans changement notable dans la taille géométrique des interprètes.

Cet amplificateur à monter soi-même peut rivaliser sans complexe avec des amplis de très haut de gamme tout finis. Il apporte sans contestation possible un grand raffinement d'écoute que la classe A seule sait procurer. Il peut attaquer sans problème aussi bien des enceintes à haut rendement qu'à rendement moyen en mettant en valeur beaucoup de détails sonores qui passent inaperçus avec d'autres électroniques.

ECOUTE DU 6060 W

Après quelques minutes de chauffe, cet ampli laisse apparaître toute sa dynamique, sa vivacité sur les transitoires, sa formidable rapidité dans le grave. On ne risque pas de s'ennuyer avec un tel ampli qui

redonne du tonus à la transcription. Il possède un médium et un haut-médium aigu d'une remarquable limpidité. De ce fait, on ne perd rien des ambiances sonores qui ont présidé à la prise de son, avec énormément d'informations sur la réverbération et les effets spéciaux. Sur de la musique de variété, on suit vraiment le rythme, les timbres sont éblouissants, tout est clair, net et précis. On retrouve ces mêmes caractéristiques subjectives sur du classique où la transcription prend un éclat nouveau qui vous fait vivre la partition. Vous êtes aux premiers rangs de la salle de concert et vous ne perdez rien des moindres subtilités sonores. Il faut remarquer que, même à très bas niveau d'écoute, cette clarté est conservée, ce qui est assez rare sur un amplificateur à transistors. De ce fait, avec des enceintes à haut rendement, on peut écouter relativement bas sans que cela tourne à la bouillie sonore.

Une très belle réalisation, à effectuer naturellement avec le plus grand soin, qui apporte un punch étourdissant à la musique.

AUDITEUR B L'AUDIOPHILE

ECOUTE DU CLASSE A

250W Z8

Il suffit de passer quelques instants en compagnie de l'amplificateur 250W Z8 pour trouver l'explication d'un succès parfaitement mérité. C'est l'exemple type de tout ce qu'un véritable amplificateur classe A peut offrir de mieux à l'écoute. Le 250W Z8 transcrit les grandes œuvres symphoniques en nous faisant redécouvrir les notions de liberté d'expression, de sensation d'ouverture et d'espace tridimensionnel. Les timbres sont, quel que soit leur nature, restitués avec une fidélité exemplaire, avec sensibilité, avec ce caractère fruité et riche que l'on ne rencontre guère que sur les quelques amplificateurs travaillant en vraie classe A dont le seul mais le plus gros défaut reste un prix pratiquement inaccessible. L'équilibre sonore est des plus réussis et les sonorités à tendance veloutée sont totalement absentes d'agressivité.

Les registres de grave, de bas-médium apparaissent comme légèrement plus présents que les autres registres, ce qui renforce l'effet d'ampleur et de profondeur mais sans aucune sensation de lourdeur. Les meilleurs résultats s'obtiennent après plusieurs dizaines de minutes de fonctionnement. Les radiateurs atteignent alors une température élevée, mais normale. Comme on le sait, ce type d'amplificateur doit être placé dans un endroit parfaitement ventilé si l'on veut éviter tout risque d'emballement thermique. La seule petite critique que l'on pourrait formuler à propos de ce montage original et performant concerne les bornes HP qui sont peu accessibles, mais à l'avantage de liaisons ultra-courtes.

ECOUTE DU 6060 W

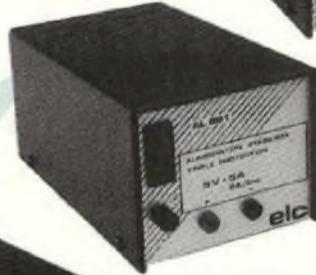
De grandes différences de personnalité sonore ont été ressenties entre l'amplificateur 250W Z8 et le 6060 W. Avec le 250W Z8, l'auditeur a l'impression de se trouver aux meilleures places dans une salle de concert réputée pour son acoustique. En

passant au 6060 W, le résultat est très différent. On a cette fois l'impression d'être placé beaucoup plus près de l'orchestre. Lorsqu'il s'agit d'un 250W Z8, l'orchestre forme un tout, une masse sonore parfaitement équilibrée, tridimensionnelle et entourée d'effets de réverbération réalistes. Le 6060 W, lui, procure une sensation semblable à un effet de loupe sur chaque instrument, ce qui se traduit globalement par une scène sonore plus proche, des solistes qui prennent position devant les enceintes. La balance tonale du 6060 W est différente de celle du 250W Z8. Léger, très rapide, le grave apparaît comme moins chaleureux que sur le 250W Z8 tandis qu'il a été remarqué une petite tendance de mise en avant du registre de médium-aigu. L'aigu est transmis avec beaucoup de détails, de netteté, de dynamique, ce qui s'oppose au caractère du 250W Z8 dans le même registre que lui, le met en valeur de façon subtile et avec plus de douceur. Les performances globales sont excellentes pour un prix très bien placé par rapport aux produits finis.

GENRAD



AL 891
5V - 5A **350F TTC**



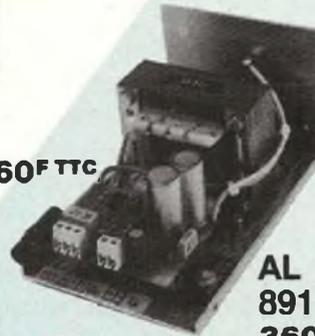
AL 892
12,5V - 3A **300F TTC**



AL 893
12,5V - 5A **360F TTC**



AL 896
24V - 3A **410F TTC**



AL 891 E
360F TTC
5V - 4A



AL 892 E
330F TTC
12,5V - 2,5A



AL 893 E
390F TTC
12,5V - 4A



AL 841 **205F TTC**
3 - 4.5 - 6 - 7.5 - 9 - 12V - 1A

AL 812 **790F TTC**
1 - 30V - 2A

AL 745 AX **700F TTC**
1 - 15V - 3A

AL 843 **1550F TTC**
6 - 12 - 10A = ~
24V - 5A = ~

AL 781 N **1900F TTC**
0 - 30V - 0 - 5A

AL 823 **3260F TTC**
2 x 0 - 30V 2 x 0 - 5A
ou 0 - 60V 0 - 5A



960 **3000F TTC**
GENERATEUR DE FONCTIONS
2 MHz - AFFICHAGE DIGITAL
MOD. D'AMPLITUDE...

346 **1995F TTC**
FREQUENCEMETRE
600 MHz

869 **3500F TTC**
GENE. DE
FONCTIONS 11 MHz

368 **1425F TTC**
GENE. FONCTIONS
200 kHz

689 **10700F TTC**
MIRE COULEUR
PAL/SECAM
UHF/VHF



MC 814
MESURE DE CHAMP
VHF - UHF
AFFICHAGE DIGITAL
DE LA FREQUENCE
ACCUS NiCd et chargeur

Prix HT **4089,38F**
Prix TTC **4850F**

AL 792 **920F TTC**
± 12 à 15V - 1A
+ 5V 5A - 5V - 1A

AL 813 **750F TTC**
13,8V - 10A

AL 821 **750F TTC**
24V - 5A



AL 896 E
430F TTC
24V - 2,5A

elc **GENRAD**

59, Av. des Romains 74000 ANNECY
Tél. : 50.57.30.46 Téléx : 309 463 F

En vente chez votre fournisseur de composants électroniques ou les spécialistes en appareils de mesure.
Documentation complète contre 5 timbres à 2 F 30 en précisant "SERVICE 104"

KIT AUDIO DYNAMIQUE LA CADETTE

Audio Dynamique présente avec cette colonne deux voies de dimensions 850 x 220 x 260, un kit dont les performances et les caractéristiques n'ont pas à rougir, face à des modèles plus encombrants et beaucoup plus onéreux..

Le haut-parleur de basse-médium utilisé est un modèle Focal de diamètre 17 cm, équipé d'une membrane papier, d'une suspension mousse et d'une bobine de 25 mm. Il est caractérisé par un bon rendement et une bonne réponse impulsionnelle. Le volume de charge associé est de 29 litres en basse réflex, l'amortissement interne y est primordial.

Le haut-parleur d'aigu est un modèle Audax à dôme polycarbonate de diamètre 14 mm, dont le rapport qualité/prix est probablement sans équivalent sur le marché français.

Le filtre passif du type Linkwitz, un 24 dB/octave, permet une excellente transition entre les deux haut-parleurs.

L'EBENISTERIE

La Cadette n'offre aucune difficulté de réalisation puisqu'il s'agit d'un simple parallélépipède de dimensions extérieures 850 x 220 x 260 mm. L'épaisseur des parois est de 22 mm, les planches pouvant être de l'aggloméré ou du médium.

Un tasseau de raidissement de 40 x 40 en bois dur, maintient les faces avant et arrière, il est placé à une hauteur de 348 mm du sol et décalé légèrement sur la gauche. Tasseau et planches de 22 mm donnent à l'ébénisterie une excellente rigidité, la mettant à l'abri des vibrations, même à niveau d'écoute élevé.

Des plans précis de montage des diffé-

rents panneaux sont proposés en figure 1, de même qu'une vue en perspective : on ne peut mieux faire.

Les deux haut-parleurs se fixent par l'avant (en quatre points pour le boomer/médium, trois points pour le tweeter) et directement plaqués contre la face avant de l'enceinte.

L'AMORTISSEMENT INTERNE

Il est très soigné et minutieusement étudié, comme l'indique la figure 2. Il fait appel à de la laine de verre de deux épaisseurs : 40 et 70 mm.

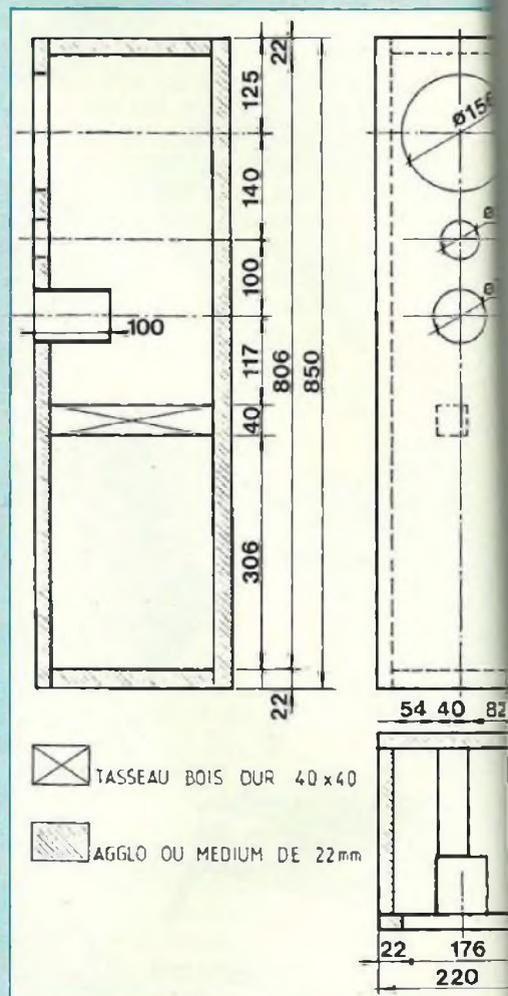
La moitié inférieure de l'enceinte est "semi-close", une épaisse couche de laine de verre de 70 mm, placée au-dessus du tasseau et posée sur celui-ci occupant toute la surface interne de la caisse.

Au-dessous du tasseau, de la laine de verre de 40 mm d'épaisseur cette fois-ci, disposée en croix, occupe tout le volume restant.

LE FILTRE PASSIF

Deux cellules "passe-haut et passe-bas" forment un filtre deux voies de qualité, donnant une pente d'atténuation intéressante de 24 dB/octave.

Le schéma théorique est reproduit en figure 3. La fréquence de coupure f_0 est fixée à 3 000 Hz par les réseaux L.R.C. Les valeurs des composants ne nous ont malheureusement pas été communiquées par le concepteur, dommage... Les quatre selfs composant ce filtre sont de bonne qualité. Contrairement à

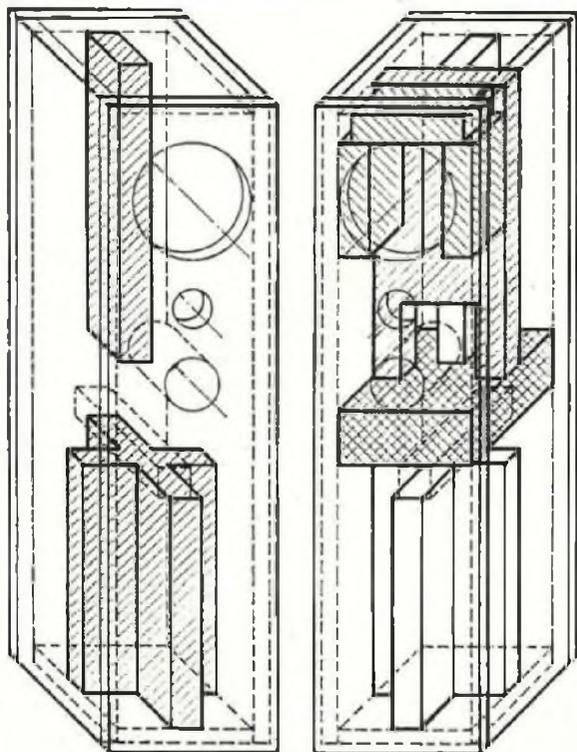


ce que l'on a l'habitude de rencontrer, ici, pas de circuit imprimé, les éléments L.R.C. sont soudés directement entre eux. Le plan de câblage de la figure 4 en montre la disposition. Il suffit tout bonnement de coller les selfs sur le fond de l'enceinte et d'y souder les résistances et les condensateurs. Les interconnexions du filtre, au nombre de six, entre le bornier et les deux haut-parleurs, se feront avec du fil de forte section, en veillant à bien respecter les polarités (+) et (-).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

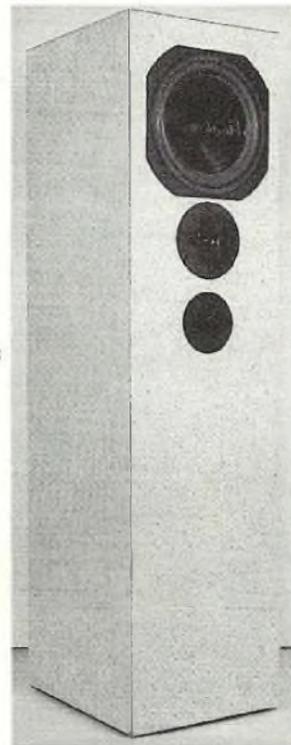
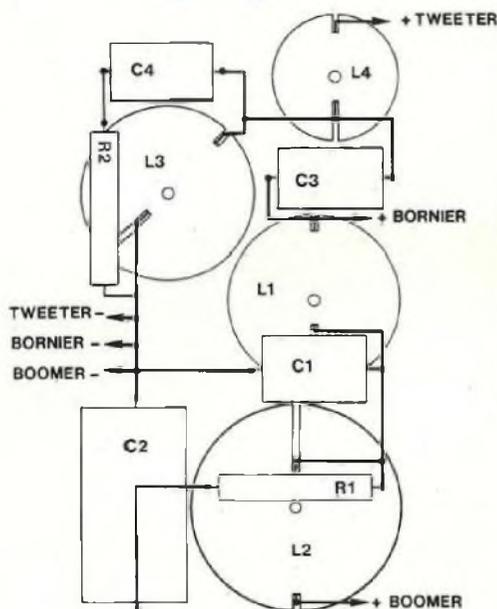
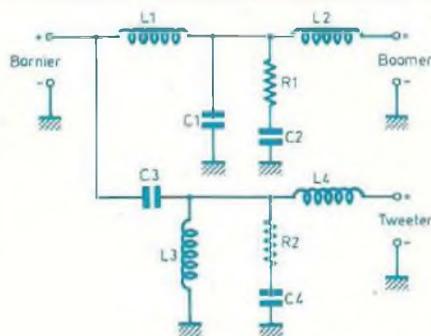
Bande passante : 53 Hz à 20 kHz
Puissance : 50 W eff.

UNE SIMPLICITE PAYANTE



 LAINE DE VERRE EPAISSEUR 40mm

 LAINE DE VERRE EPAISSEUR 70mm



Rendement : 91 dB/1 W/ 1 m
Fréquence de raccordement : 3 000 Hz
Pente d'atténuation : 24 dB/octave

POUR L'ECOUTE

Précisons que les enceintes ne reposent pas à même le sol (celles qui nous ont été prêtées en tout cas) mais sur une plaque de bois de 5 mm d'épaisseur.

Le raccordement à l'Amplificateur se fait au moyen d'un bornier-pression.

La meilleure écoute s'obtient avec le tweeter au niveau des oreilles. L'équilibre tonal est alors bon dans l'ensemble. La bande passante étant limitée dans le grave à 53 Hz, n'essayez pas de jouer avec votre correcteur pour

descendre plus bas dans le spectre. Le haut-parleur basse-médium Focal de 17 cm de diamètre ayant une suspension souple, la membrane ne pourrait que s'affoier et produire un grave ronflant.

CONCLUSION

L'année dernière, lors du Forum 89, nous avons été très surpris par les performances de la "Mini-Tri" d'Audio Dynamique. Cette année, la "Cadette" nous permettra d'écrire, pour terminer cet article, que la simplicité est encore payante et que l'association de deux haut-parleurs pourtant non révolutionnaires, permet parfois d'obtenir des résultats stupéfiants quand ils sont

chargés par une "caisse" bien étudiée et bien amortie.

Résultat, un rapport qualité/prix fort intéressant, le prix du kit étant de F. 680,- (évent compris).

Il est également possible d'obtenir le kit ébénisterie en médite de 22 pour F. 200,-.

D.B.

Audio Dynamique - distribué par la Maison du Haut-Parleur avec trois points de vente en France :

PARIS : 138, avenue Parmentier - 75011 - Tél. : 43 57 80 55

LYON : 46, rue Juliette Récamier - 69006 - Tél. : 72 74 15 18

TOULOUSE : 8, rue Ozenne - 31000 - Tél. : 61 52 69 61

LE KIT FOCAL CRISTAL 20

Après le kit CRISTAL 7 (décrit dans Led n° 70) FOCAL présente le dernier né de la gamme : le kit CRISTAL 20. Ce nouveau produit se situe au plus haut de la gamme des réalisations proposées au catalogue de ce constructeur. Ce système trois voies comporte quatre haut-parleurs dont deux boomers de 26 cm Polykevlar 10 K 617 dans le grave, un médium Polykevlar de 18 cm AUDIOM 7K et enfin le nouveau tweeter T 130 K.



La forme de l'ébénisterie de la CRISTAL 20 est trapézoïdale, flanquée des deux woofers de chaque côté.

Le médium monté dans un caisson se trouve perché au sommet de la colonne principale. Un autre petit caisson charge le tweeter à double amorce de pavillon. Ce dernier s'encastre dans une découpe de la colonne. Des plaques de mousse isolent efficacement entre eux ces trois différents modules.

Le style et les formes originales suscitent l'admiration. FOCAL présente des kits originaux, tant dans les formes que dans la technologie des composants. Une magnifique laque brillante décore l'ébénisterie. Rien n'est laissé au hasard chez FOCAL. Les productions de kits sont traitées comme les produits finis.

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Principe de la charge : bass-reflex
Nombre de voies : 3
Coupures : 400/4000 Hz
Pente du filtre : 24 dB/octave (High Slope)
Puissance : 300 W
Impédance nominale : 4 Ω
Efficacité : 96 dB 1 W/1 m
Volume pour le grave : 108 litres
Volume pour le médium : 19 litres

Dimensions hauteur : 1 225 mm
Largeur : 400 mm
Profondeur : 450 mm
Epaisseur du bois : 25 mm
Epaisseur de l'amortissement : 30 mm

LES HAUT-PARLEURS

LA TECHNOLOGIE POLYKEVLAR

Protégée par un brevet international, cette technique baptisée K2 et mise au point par FOCAL, est utilisée pour toutes les nouvelles membranes.

Il s'agit d'un sandwich très fin, ultra rigide et léger, constitué de deux couches de fibres de Kevlar et d'un composite micro-billes mélangé à de la résine. Le cône de couleur jaune voit son état de surface s'apparenter à celui du verre, tant il est lisse et poli. La propriété principale de cette famille de membranes est d'obtenir des vitesses très rapides de la propagation des ondes. De surcroît, avec cette technologie, FOCAL a atteint un excellent rapport rigidité / poids.

Armés de ces caractéristiques efficaces, ces cônes se comportent véritablement en piston dans les fréquences graves, tout en conservant un bon facteur d'amortissement interne, éliminant ainsi toute résonance parasite, traînage ou modification de timbre (coloration). Ce matériau moderne, issu de la recherche spatiale, s'utilise pour la fabrication de coques de voitures Formule 1, bateaux de compétition. On peut, sans prétention, parler de matériau noble puisque la firme Louis VUITTON propose une série de bagages et sacs KEVLAR.

LES WOOFERS 10 K 617

Comme toute la gamme des woofers 26 cm FOCAL, le 10 K 617 est animé par une bobine de 40 mm de diamètre. Le fil de cuivre en ruban plat est bobiné en deux couches sur un support KAPTON. Cette bobine longue assure un maintien parfait dans le champs sans

LE HAUT DE GAMME FOCAL

rupture de fonctionnement et sans déformation du cône.

Ce 26 cm appairé et tout spécialement étudié pour une charge bass-reflex, équipe donc chaque caisson de grave de ce kit CRISTAL 20. Une décompression efficace à l'arrière du moteur, libère la membrane des effets causés par un mauvais écoulement de l'air. Un aimant de 135 mm de diamètre, pièce maîtresse du moteur, actionne la bobine avec énergie. Tous ces paramètres permettent de reproduire des fréquences aussi basses que le 35 Hz à -3 dB.

CARACTERISTIQUES DU 10 K 617

Diamètre : 260 mm
Impédance nominale : 6 Ω
Impédance minimale : 6 Ω
Diamètre des bobines : 40 mm
Longueur de la bobine : 23 mm
Support de la bobine : Kapton
Type de fil : cuivre
Nombre de couches de fil : 2
Inductance : 1,8 mH
Diamètre de l'aimant : 135 mm
Champs B : 1,13 T
Volume de l'entrefer : 1,35 cm³
Membrane : Polykevlar
Suspension : Néoprène
Poids total du H.P. : 3,57 kgs
Rendement à 1 W/ 1 m : 92,6 dB
Puissance efficace max. : 250 W
Puissance programmée : 350 W
Fs : 22,2 Hz
Rsc : 5 Ω
Qms : 6,75
Qes : 0,19
Qts : 0,19
Mms : 0,046 K
Cms (mN⁻¹).10⁻³ : 1,12
Sd : 0,036 m²
Vas : 0,207 m³
Bl : (NA-1) : 13
r (mS -2 A-1) : 283
N : 0,8 %
Rms : 1,31 kg/s
LE MEDIUM AUDIOM 7 K
Faisant également partie de la famille

des Polykevlar, ce 17 cm se voit doté d'une ogive centrale de dispersion spatiale en aluminium. Une bobine de 40 mm de diamètre en fil d'aluminium plat bobiné autour d'un support Kapton, excite une membrane à profil exponentiel. La suspension en tissu traité à double rouleau assure un meilleur amortissement, même à des fréquences de résonances élevées. Cet artifice permet de couper le médium assez bas, facilitant le raccordement avec le grave. Le moteur de l'AUDIOM 7 K est actionné par un flux intense produit par une ferrite de 135 mm de diamètre.

Enfin, le rendement exceptionnel de 99 dB en fait le reproducteur de médium, s'accordant parfaitement avec le 26 cm 10 K 617.

CARACTERISTIQUES DE L'AUDIOM 7 K

Diamètre : 180 mm
Impédance nominale : 8 Ω
Impédance minimale : 7,5 Ω
Diamètre des bobines : 40 mm
Longueur de la bobine : 7 mm
Support de la bobine : Kapton
Type de fil : aluminium
Nombre de couches de fil : 1
Inductance : 0,26 mH
Diamètre de l'aimant : 135 mm
Champs B : 1,58 T
Volume de l'entrefer : 0,963 cm³
Membrane : Polykevlar
Suspension : Tissu enduit
Poids total du H.P. : 3,47 kgs
Rendement à 1 W/ 1 m : 97,4 dB
Puissance efficace max. : 70 W
Puissance programmée : 185 W
Fs : 118 Hz
Rsc : 6 Ω
Qms : 8,72
Qes : 0,359
Qts : 0,345
Mms : 0,0088 K
Cms (mN⁻¹).10⁻³ : 0,21
Sd : 0,0165 m²

Vas : 0,008 m³
Bl : (NA-1) : 10,38
r (mS -2 A-1) : 1184,37
N : 3,5 %
Rms : 0,74 kg/s

LE TWEETER T 130 K

Pour la reproduction des aigus, le choix s'est porté sur le modèle T 130 K de la famille des dômes inversés en fibre de Kevlar. Ce dernier de 30 mm de diamètre est couplé à une bobine mobile de 20 mm fixée en son centre. Cette technique originale garantit simultanément un excellent couplage mécanique et une bonne dispersion spatiale. Le constructeur nous précise que les tweeters de sa production possèdent une énergie acoustique quasi constante sur une demi-sphère de rayonnement et à toutes les fréquences.

En examinant la courbe de réponse du T 130 K, on constate que celle-ci demeure identique de 1 à 3 m de distance. Cette dernière caractéristique rend le dôme inversé supérieur aux dômes positifs.

La calotte de Kevlar tressé est suspendue par une mousse traitée, ultra légère, pour tendre à un découplage parfait du châssis.

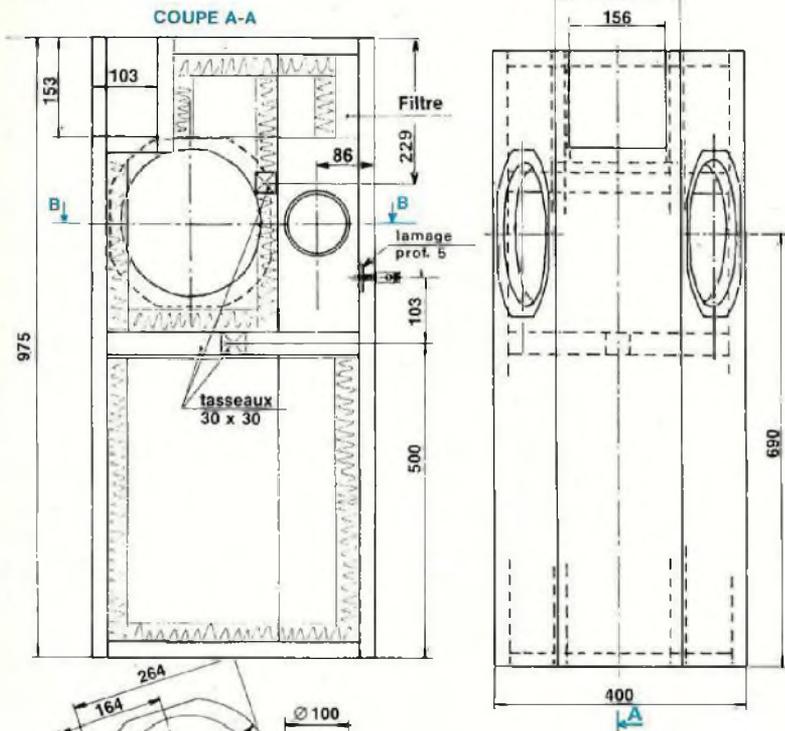
La face avant aussi sort des sentiers battus. En effet, usinée dans de la feuille synthétique de 4,5 mm d'épaisseur, son comportement anti-vibratoire est exemplaire. Le T 130 K dispose de cavités internes, décompressant efficacement le dôme. Ce système est associé à un second aimant à l'arrière et deux pièces de régulation d'impédance acoustique à l'avant, en forme de quart de sphère. Enfin, le rendement de 95 dB/octave et la linéarité de la courbe de réponse laissent augurer un résultat d'écoute surprenant.

CARACTERISTIQUES DU T 130 K

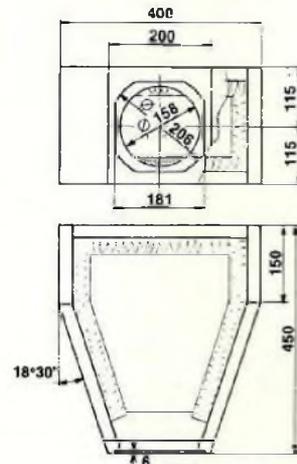
Diamètre : 30 mm
Impédance nominale : 8 Ω
Impédance minimale : 7,5 Ω

LE KIT CRISTAL 20

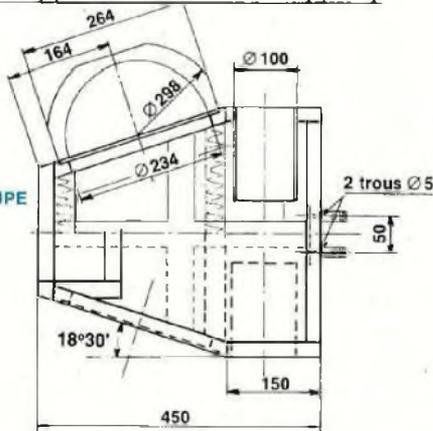
CAISSON BASSES



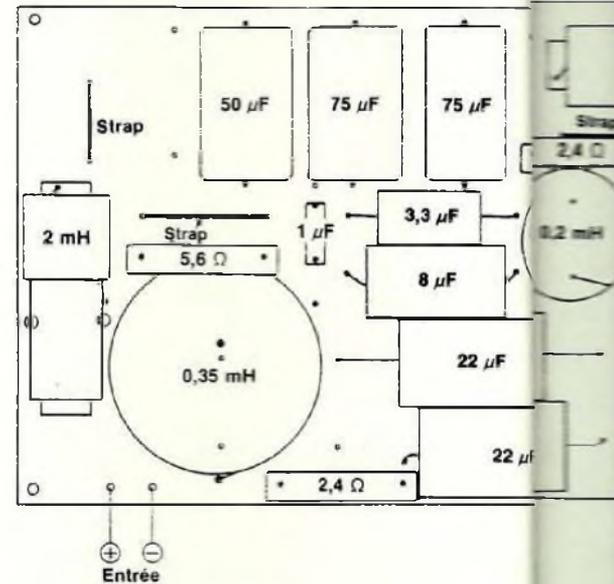
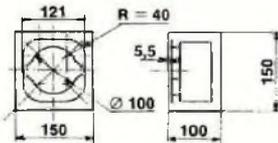
CAISSON MEDIUM



DEMIE COUPE B-B



CAISSON TWEETER



Diamètre des bobines : 20 mm
 Longueur de la bobine : 2,2 mm
 Support de la bobine : Aluminium
 Type de fil : Cuivre
 Nombre de couches de fil : 2
 Inductance : 0,09 mH
 Diamètre de l'aimant : 96 mm
 Champs B : 1,88 T
 Volume de l'entrefer : 0,084 cm³
 Membrane : Kevlar

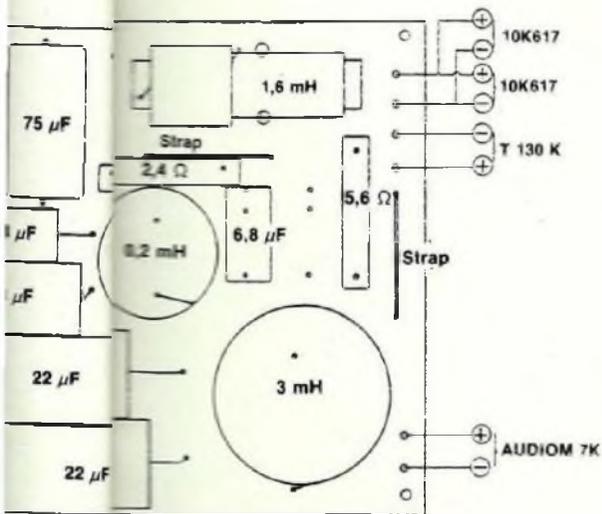
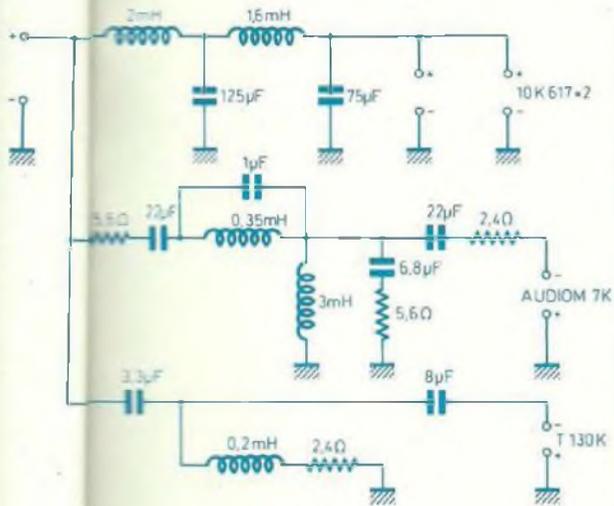
Poids total du H.P. : 1,85 kg
 Rendement à 1 W/ 1 m : 95 dB
 Puissance efficace max. : 10 W
 Puissance programmée : 100 W
 Fs : 600 Hz
 Rsc : 6 Ω
 Qms : 2,29
 Qes : 0,53
 Qts : 0,43
 Cms (mN⁻¹).10⁻³ : 0,27

r (mS -2 A-1) : 12590

LE FILTRE CRISTAL20

Toujours fidèles à leurs filtres "High Slope" à pente raide de 24 dB/octave, les concepteurs proposent un circuit de trois cellules. Ce type de circuit préserve les qualités transitoires du 6 db/octave, tout en réduisant efficacement la distorsion d'intermodulation, inhibant ainsi les restitutions

LE HAUT DE GAMME FOCAL



acides et agressives à l'écoute. Les coupures franches sont situées à 400 et à 4 000 Hz.

Le schéma dévoile la structure et les valeurs des composants. Il est impératif de ne rien changer sur ces valeurs, car le résultat final en subirait des conséquences désastreuses.

Des composants de qualité équipent le circuit imprimé.

L'EBENISTERIE

La forme originale du kit CRISTAL 20 demande un peu de dextérité quant à sa réalisation. Les panneaux d'aggloméré seront débités dans de la feuille de 25 mm d'épaisseur.

Comme le montrent les différents plans, des tasseaux croisés renforcent le caisson de grave.

Je conseille de placer et de fixer la laine de verre à l'intérieur du caisson avant de fermer complètement ce dernier. L'accessibilité sera meilleure. La disposition prescrite par FOCAL est à respecter scrupuleusement.

La réalisation des caissons de médium et d'aigu ne comporte pas de difficulté majeure. Les plans et explications fournis dans les kits aideront efficacement les amateurs.

Enfin, n'oublions pas la pose de la mousse acoustique, assurant l'isolation entre les trois caissons.

Les caissons montés sont disponibles en version brute ou laquée.

LISTE DES DEBITS POUR UNE ENCEINTE

Epaisseur : 25 mm

• Caisson de basses :

1 panneau de 336 mm x 350 mm (dessus)

1 panneau de 400 mm x 350 mm (dessous)

2 panneaux de 975 mm x 292 mm (côtés)

2 panneaux de 975 mm x 150 mm (côtés)

1 panneau de 975 mm x 350 mm (fond)

1 panneau de 975 mm x 216 mm (façade)

• Logement du tweeter dans le caisson basses :

2 panneaux de 103 mm x 178 mm (côtés)

1 panneau de 156 mm x 178 mm (fond)

1 panneau de 78 mm x 156 mm (dessous)

• Caisson de médium :

2 panneaux de 150 mm x 230 mm (côtés)

2 panneaux de 292 mm x 230 mm (côtés)

1 panneau de 216 mm x 230 mm (façade)

2 panneaux de 400 mm x 350 mm (dessus et dessous)

• Caisson du tweeter :

2 panneaux de 150 mm x 150 mm (façade et fond)

2 panneaux de 150 mm x 50 mm (côtés)

2 panneaux de 100 mm x 50 mm (dessus et dessous)

LE CABLAGE

Le câblage interne sera réalisé avec des fils de forte section, au moins 2,5 mm², tout en effectuant des liaisons les plus courtes possibles.

Le montage du circuit imprimé du filtre trouvera sa place dans le fond du caisson de basses.

CONCLUSION

Le kit CRISTAL 20 étonnera plus d'un mélomane. Il vient compléter la gamme déjà prestigieuse de la marque.

La maîtrise parfaite des technologies employées par FOCAL, son sérieux reconnu par tous et surtout par l'ensemble de la profession, sont autant de critères pour s'investir dans le haut de gamme de cette société.

Rien n'est laissé au hasard. Nous avons, une fois de plus, la preuve que Jacques MAHUL maîtrise parfaitement bien son métier, sa production et son image de marque. Avec de tels produits, FOCAL se trouve bien armé pour affronter avec sérénité le marché Européen.

Gabriel Kossmann

FOCAL

BP 201

42013 SAINT-ETIENNE CEDEX 2

Tél. : 77 32 46 44

LE KIT MV9 DE DAVIS ACOUSTICS

Cette dernière née du Laboratoire DAVIS ACOUSTICS brille par la sobriété de ses lignes. La forme colonne offre les avantages d'occuper au sol une surface réduite, tout en obtenant un volume important et d'aligner les haut-parleurs à la hauteur des oreilles des auditeurs...



Mais l'habit ne fait pas le moine car ce coffret bass-reflex se voit équipé de transducteurs de technologie moderne.

En effet, ces derniers sont pourvus de cônes à base de matériaux tels que le Kevlar et la fibre de carbone.

LE BOOMER 25 SCA 10 W

Ce reproducteur, issu de la famille carbone, possède une membrane moderne moulée à l'aide de fibres de carbone imprégnées de résine dure par l'arrière et un traitement de latex de butyl appliqué à l'avant. Tous ces traitements et opérations aboutissent à l'obtention d'une membrane d'un excellent rapport rigidité/masse.

Ces critères techniques prennent toute leur importance lorsque le cône travaille en piston, car l'amortissement de la membrane est excellent. La suspension en tissu imprégné assure un meilleur rappel.

Ce type de haut-parleur offre des possibilités intéressantes, à condition qu'il travaille dans les fréquences basses.

CARACTERISTIQUES ET PARAMETRES DU 25 GCA 10 W

Diamètre extérieur : 277 mm
Ouverture baffle : 246 mm
Puissance nominale (P.n.) : 100 W
Puissance programmée (P.p) : 140 W
Impédance électrique : 8 Ω

Résistance courant continu (Rcc) : 6,1 Ω
Fréquence de résonance (Fs) : 31 Hz
Volume équivalent à la suspension (Vas) : 87 litres
Coefficient de surtension (Qts) : 0,45
Compliance de la suspension (Cms) : 6,186 m.N⁻¹ E⁻⁰³
Masse mobile (Mmd) : 0,035 kg
Support bobine : Kapton
Nature de la bobine : Alu plat
Flux magnétique : 1,2 T
Diamètre de la ferrite : 135 mm
Facteur de force du moteur (Bl) : 8,22 NA⁻¹
Surface émissive de la membrane (Sd) : 0,028 m²
Niveau d'efficacité (N) : 91 dB
Diamètre de la bobine mobile (B.m.) : 38

LE MEDIUM 13 KLV 5 MA

DAVIS ACOUSTICS affirme son avance technologique sur cette famille de haut-parleurs. En effet, les transducteurs à membranes Kevlar tressé sont maintenant, sans conteste, des composants acoustiques de haute qualité. Le 13 KLV 5 MA possède une membrane légère, rigide et neutre. Ce genre de diaphragme offre des qualités intrinsèques, supérieures à celui moulé en cellulose ou avec des matières synthétiques. Les cônes réalisés avec des fibres de Kevlar tressées, se distinguent par l'absence de coloration du signal musical restitué. La suspension périphérique en caoutchouc synthétique à bord roulé, assure un déplacement linéaire et énergique du cône, effectuant ainsi, un excellent rappel. Un anneau de mousse synthétique couronnant le cône, absorbe les petits incidents de bord de membrane. Le circuit magnétique puissant fournit un flux de 1,2 Tesla, permettant ainsi d'activer la bobine mobile avec énergie et efficacité, assurant une excellente réponse transitoire.

LA SOBRIETE DES LIGNES

Le 13 KLV 5 MA assure une courbe de réponse montant très haut, sans incident (jusqu'à 10 000 Hz), favorisant ainsi le raccordement avec le tweeter dont chacun sait qu'il est particulièrement difficile de faire descendre la réponse en fréquence assez bas pour une bonne exploitation de ces petits haut-parleurs. Une ogive de forme assez spéciale, vient réguler et atténuer les turbulences souvent constatées au coeur de la membrane.

CARACTERISTIQUES ET PARAMETRES DU 13 KLV 5 MA

Diamètre extérieur : 130 mm
Ouverture baffle : 122 mm
Puissance nominale (P.n.) : 50 W
Puissance programmée (P.p) : 80 W
Impédance électrique : 8 Ω
Résistance courant continu (Rcc) : 6,2 Ω
Fréquence de résonance (Fs) : 60 Hz
Volume équivalent à la suspension (Vas) : 6,10 litres
Coefficient de surtension (Qts) : 0,34
Compliance de la suspension (Cms) : 0,67 m.N⁻¹ E⁻⁰³
Masse mobile (Mmd) : 0,0098kg
Support bobine : Nomex
Nature de la bobine : Alu
Flux magnétique : 1,4 T
Diamètre de la ferrite : 102 mm
Facteur de force du moteur (Bl) : 7,43 NA⁻¹
Surface émissive de la membrane (Sd) : 0,0785 m²
Niveau d'efficacité (N) : 90 dB
Poids (Pd) : 1,5 kg
Diamètre de la bobine mobile (B.m.) : 25
Ogive : oui

LE TWEETER TW 26 T

Ce tweeter, peu ordinaire, fait partie des nouveautés de la production DAVIS ACOUSTICS. Depuis longtemps, on attendait ce complément de reproducteur d'aigus.

Nous sortons enfin des sentiers battus des dômes. La membrane semi-exponentielle associée à un moteur puissant (1,7 Tesla), développe un rendement important de 96 dB, une ogive centrale en forme d'obus, régleme efficace les turbulences centrales et permet de se passer de l'éternel cache-noyau, producteur de colorations perceptibles et gênantes à l'oreille. La suspension en mousse polyuréthane est extrêmement tendue afin de maintenir le diaphragme bien centré. Cet artifice s'applique aisément sur les tweeters, car les déplacements de membrane demeurent faibles. La bobine en fil plat d'aluminium se trouve montée sur un mandrin de Nomex de 25 mm de diamètre. Ce procédé assure une bonne dissipation thermique, protégeant de surcroît, cette précieuse bobine du tweeter. Le circuit magnétique, composé de 2 ferrites de 102 mm de diamètre, développe un champ impressionnant de 1,7 Tesla. La face avant se voit tapissée d'une fine épaisseur de mousse acoustique, brisant ainsi les réflexions de bords.

Enfin, le choix judicieux d'utiliser la même technologie de membrane pour le haut-parleur de médium et le tweeter, rend plus homogène la restitution du signal sonore, sans ressentir une différence notoire de timbre.

CARACTERISTIQUES DU TWEETER TW 26 K2 F

Dimensions extérieures : 110 x 130 mm
Ouverture baffle : 105 mm
Puissance nominale (à 3 500 Hz) (P.n.) : 15 W
Puissance programmée (P.p) : 150 W
Impédance électrique : 8 Ω
Résistance courant continu (Rcc) : 5,7 Ω
Fréquence de résonance (Fs) : 1 300 Hz
Support bobine : Nomex
Nature de la bobine : Alu plat

Flux magnétique : 1,7 T
Diamètre de la ferrite : 2 x 102 mm
Niveau d'efficacité (N) : 96 dB
Poids (Pd) : 2,3 kg
Diamètre de la bobine mobile (B.m.) : 25
Ogive : Bullit

CARACTERISTIQUES DU KIT MV 9

Impédance nominale : 8 Ω
Nombre de voies : 3
Nombre de transducteurs : 3
Références des transducteurs :
Grave : 25 GA 10 W
Médium : 13 KLV 5 MA
Aigu : TW 26 K2 F
Filtrage : MV 9 500 à 3 cellules
Dimensions : 1000 x 358 x 300 mm

LE FILTRE MV 9

Le filtrage MV 9 en trois voies est constitué de trois cellules classiques. Le passe-bas de 12 dB/octave de pente (3 mH + 56 μ F) dirige les graves vers le 25 cm carbone. La cellule passe-bande de 12 dB/octave (0,8 mH, 27 μ F, 1,5 mH + 15 μ F, 22 mH) assure la sélection de la bande médium pour alimenter le 13 KLV 5 MA. Un réseau RC (8,2 μ F et 8,2 Ω) linéarise la courbe d'impédance. Quant au tweeter TW 26 K2 F, une troisième cellule en T à 18 dB/octave (6,8 μ F + 18 μ F avec une inductance de 0,15 mH) filtre efficacement les aigus et protège le tweeter des fréquences trop basses. Là aussi, un réseau RC (2,2 F + 10 Ω) de compensation d'impédance se trouve raccordé aux bornes du tweeter.

L'EBENISTERIE

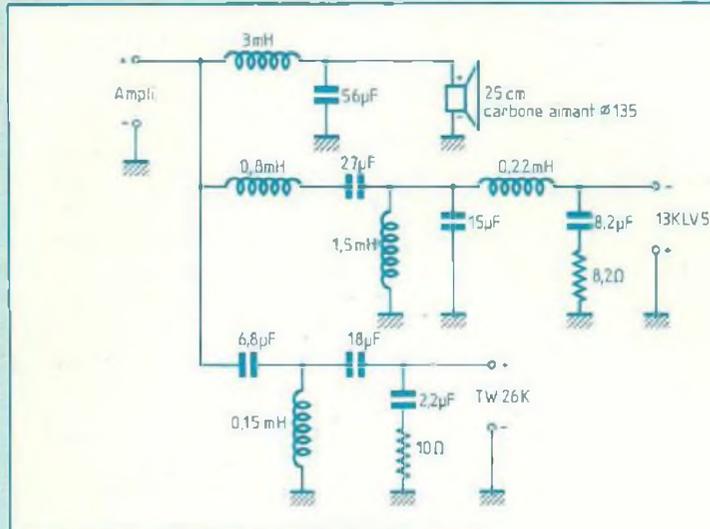
Le volume interne se compose de deux caissons : un, important de 70 litres chargeant le 25 GCA 10 W en bass-reflex et le deuxième plus modeste de 14 litres, accordant le 13 KLV 5 MA en coffret clos. L'accord bass-reflex se fait par un évent circulaire de 100 mm de diamètre. Des tasseaux de renfort inté-

LE KIT MV 9 DE DAVIS ACOUSTICS

rieur se croisent afin d'obtenir une rigidité exemplaire de la caisse. N'oublions pas que les panneaux plans des quatre côtés représentent une surface non négligeable. Les concepteurs ont apporté un soin particulier à l'ouverture du baffle pour le haut-parleur de médium, en usinant un chanfrein sur la face interne du panneau avant. Ceci aura pour effet de faciliter l'écoulement de l'air déplacé par la membrane à travers les ouvertures du saladier, sage précaution trop souvent oubliée. On remarquera que la face avant se compose de deux épaisseurs de panneaux d'aggloméré et de contreplaqué. Je pense que pour des raisons de commodité de fabrication, le Laboratoire DAVIS ACOUSTICS pratique cette technique afin de recouvrir les trous de têtes de vis servant aux fixations des tasseaux de renfort. Autre supposition, ceci permet aussi d'obtenir une feuillure assurant ainsi un encastrement propre des faces avant des trois transducteurs. Les amateurs disposent rarement d'outillage sophistiqué, donnant la possibilité d'usiner par fraisage des encastremets. En observant les plans, on remarque que les tasseaux de renfort sont disposés de manière asymétrique. Cette particularité a pour objectif de supporter l'important matelassage du matériau d'amortissement. Les concepteurs se sont attachés longuement à ce problème, dont la qualité des sons dépend au plus haut point. En consultant la planche prévue à cet effet, force est de constater la minutie avec laquelle cette étude fut menée. Il ne suffit pas de tapisser les parois d'un caisson pour dominer les problèmes complexes des ondes arrières réfléchies.

REALISATION DU SYSTEME

Cette opération est à la portée de tous, car l'enceinte de forme colonne présente un assemblage aisé. La boîte sera usinée de préférence dans du bois



aggloméré de haute densité de 22 mm d'épaisseur pour l'ensemble des panneaux, excepté celui de la face avant qui, lui, sera de 16 mm avec une feuille de contreplaqué le recouvrant en finition. Je rappelle que l'un des meilleurs matériaux actuellement disponible s'appelle le Médite ou Médium. Présenté en panneau de grande dimension, cet aggloméré de fibres de bois et de carton possède les propriétés recherchées par les acousticiens : insensibilité aux vibrations provoquant des effets de boîte et haute densité. Attention, le poids des caissons sera conséquent. Cette matière assez bon marché désormais, s'achète dans des supermarchés du bricolage. Sans citer de marque, je vous chuchote que CASTORAMA le propose et même le débite aux dimensions de votre choix.

Les plans aideront au calcul du débit des différentes pièces constituant les deux caissons.

L'assemblage des panneaux se fera avec de la bonne colle vinylique à bois. Des vis VBA spéciales pour aggloméré assureront le maintien des panneaux et tasseaux durant le séchage.

Après quelques heures de séchage, chargez les joints collés avec un cordon de colle supplémentaire, par l'inté-

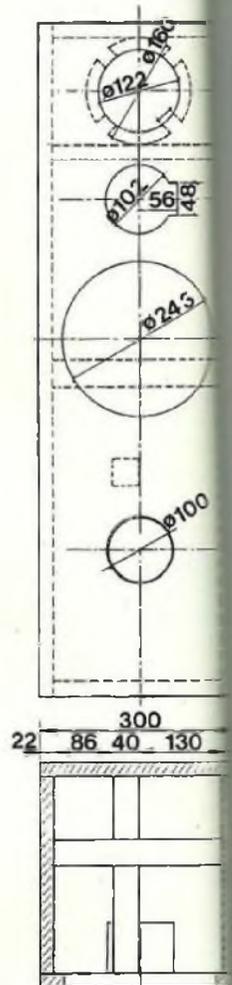
rieur, afin de colmater définitivement les éventuelles fuites.

LE CABLAGE

Lui non plus ne présente pas de difficulté majeure. Veiller aux différents branchements et raccordements des composants des filtres, des haut-parleurs et des bornes. Utiliser du fil d'assez forte section (1,5 mm² ou plus). Le filtre trouve sa place dans le caisson du boomer.

ECOUTE DU SYSTEME MV 9

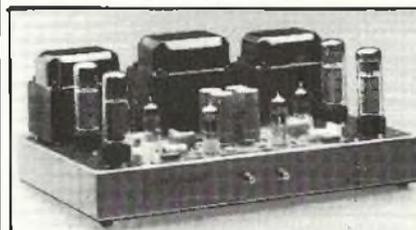
Les premiers instants d'écoute révèlent une bonne image globale. Le boomer à membrane carbone tressé se comporte



ELECTRONIQUES A TUBES

Y. COCHET

L'EXPERIENCE ET LA RECHERCHE



AMPLI A TUBES AL DEUX

2 x 40 watts
tubes EL 34 - transfo CHRETIEN
Kit complet : 4 950 F
Monté : 6 600 F

Nous acceptons les comparaisons
avec toutes les électroniques
quelqu'en soient leur prix
et leur origine.

Les comparaisons sont éloquentes.



PREAMPLI A TUBES P TROIS

Kit complet : 3 900 F
Monté : 5 400 F
Face avant chromée : 600 F

TOUS LES HAUT-PARLEURS ET ENCEINTES EN KIT

AUDAX, SIARE, DAVIS,
DYNAUDIO, SEAS, FOCAL,
FOSTEX, SUPRAVOX, BEYMA,
TRIANGLE, STRATEC, etc.

Plus de 30 modèles à l'écoute



ISO II
Isodynamique
kit : 9 400 F

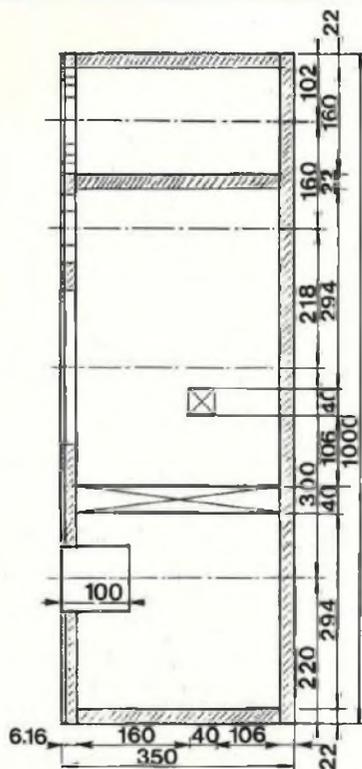
OPTIMA "PYRAMID"

Kit HP/filtre : 3 900 F
Ebenisterie : 2 000 F

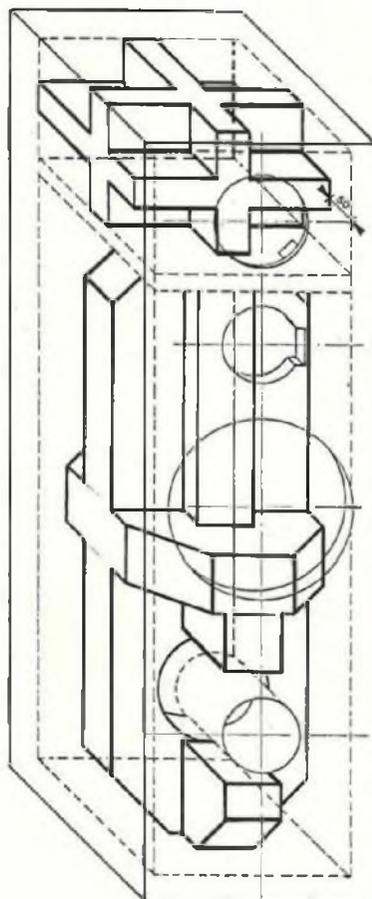
Catalogue 1991

Toutes les nouveautés 91
contre chèque ou mandat de 30 F
à l'ordre de S.A.I.
+ 2,30 F timbres et 6 timbres pour Outremer.
A expédier à **H.P. Systèmes**
35, rue Guy Môquet 75017 Paris
Tél. : 42.26.38.45

LA SOBRIETE DES LIGNES



- AGGLO OU MEDITE
- CONTRE-PLAQUE
- TASSEAU BOIS DUR



bien en piston et produit un grave ferme et ample. Le tweeter T 26 K2 F restitue des aigus clairs et précis. Le 13 cm se révèle être un reproducteur doué d'une excellente dynamique. Il règne une homogénéité des timbres certainement due au choix des membranes de même famille de matériaux.

Le bon rendement permet aux amplificateurs de petite et moyenne puissance, d'affirmer leurs qualités, tout en conservant une réserve d'énergie lors des attaques dynamiques.

La voix de Lucciano PAVAROTTI passe bien, sans agresser les tympans.

L'écoute de musique "Pop" révèle une capacité à maîtriser les agressions des instruments électroniques et des percussions super amplifiées.

L'audition du compact "HOROWITZ AT HOME", confirme les possibilités de ce système à reproduire fidèlement les effets de l'artiste sur son clavier.

Enfin, en écoutant un orchestre symphonique au complet, les détails subsistent, laissant l'auditeur apprécier chaque instrument.

Gabriel Kossmann

DAVIS ACOUSTICS
14, rue Béranger
94100 SAINT MAUR-DES FOSSES



vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :

LA HAUTE-FIDELITE

LES HAUT-PARLEURS



Par **Jean Hiraga**.
3^e édition 1989, 350 p.

E01 207 F TTC port compris

Un gros volume qui connaît un succès constant : bien plus qu'un traité, il s'agit d'une véritable encyclopédie reconnue dans le monde entier, alliant théorie, pratique et histoire, en une mine inépuisable d'informations.

Cet ouvrage retrace dans ses moindres détails, toute l'histoire du haut-parleur depuis son origine, à la fin du siècle dernier, jusqu'à nos jours : présentation et évolution des principes théoriques des technologies, des méthodes mises en œuvre pour sa réalisation.

Cent ans d'acoustique évolutive sont résumés sur ces 350 pages, des découvertes insolites ou utopiques aux réalisations industrielles récentes.

La 3^e édition s'étoffe de plus de trente pages. Les dernières innovations y sont traitées : haut-parleur à ruban large bande, nouveaux types d'aimants, système à image stéréophonique constante... Les chapitres consacrés au filtrage et à la présentation des enceintes acoustiques et des haut-parleurs du marché ont été eux aussi réactualisés.

L'OPTIMISATION DES HAUT-PARLEURS ET ENCEINTES ACOUSTIQUES



Par **Charles-Henry Delaleu**.
3^e édition 1988, 240 p.

E 04 172 F TTC port compris

Troisième édition améliorée d'un ouvrage fort attendu des passionnés d'électroacoustique. Ce livre permet aux amateurs et aux professionnels de se familiariser avec les rigoureuses techniques de modélisation des haut-parleurs et enceintes acoustiques et d'en mener à bien la réalisation.

Par la somme extraordinaire d'informations qu'il rassemble, cet ouvrage permet une réelle optimisation de l'enceinte acoustique, une présentation théorique et pratique de la mise en œuvre d'une réalisation exacte. La modélisation mathématique a été très largement détaillée et permet une analyse rigoureuse par tous.

Il est enfin possible à tout «amateur» d'avoir recours à des techniques réservées aux professionnels, de trouver dans le même ouvrage l'ensemble des bases modernes du haut-parleur et de l'enceinte acoustique.

INITIATION AUX AMPLIS A TRANSISTORS



Par **Gilles Le Doré**.
1986, 96 p.

P 24 142 F TTC port compris

Après un bref historique du transistor, cet ouvrage traite essentiellement de la conception des amplificateurs modernes à transistors. La théorie est décrite de manière simple et abordable, illustrée d'exemples de réalisations commerciales. Le but du livre est de donner à chacun la possibilité de réaliser soi-même son amplificateur, selon ses besoins, le degré de qualité nécessaire, parmi l'éventail de solutions qu'offrent les composants actuels.

INITIATION AUX AMPLIS A TUBES



Par **Jean Hiraga**.
1986, 160 p.
2^e édition 1989.

P 25 182 F TTC port compris

Complémentaires des «Amplis à transistors», les «Amplis à tubes» est une petite encyclopédie sur ce sujet : historique, mais aussi polémique, puisque les tubes sont encore d'actualité et parce que les arguments en faveur de cette technique et ses défenseurs sont encore nombreux.

Tout comme pour les «Haut-parleurs» son auteur a su collecter durant une vingtaine d'années ainsi qu'au cours de nombreux voyages sur les terres d'élection de la haute-fidélité (Angleterre, Japon, USA, France) une multitude de renseignements sur ce qui constitue la totalité du matériel d'amplification et de transmission durant la première moitié de notre siècle.

Mais là n'est pas l'essentiel : il a fallu rassembler ces connaissances, les ordonner selon leur valeur scientifique, leur portée et les replacer dans un contexte historique exact, au niveau international, tout en restant dans le cadre d'une initiation. Mission accomplie.

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

Bon de commande à retourner aux Editions Fréquences, 1 boulevard Ney, 75018 Paris.

Indiquez le ou les codes :

NOM PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

Ci-joint mon règlement par :

C.C.P. Chèque bancaire Mandat

CHELLES ELECTRONIQUES 77

16, av. du Maréchal Foch 77500 Chelles • Tél. 64.26.38.07
Télécopieur 60.08.00.33

Ouvert du mardi au samedi
de 9 h 30 à 12 h 15 et de 14 h 30 à 19 h

Nous acceptons les bons de l'Administration, conditions spéciales aux écoles,
centres de formation, clubs d'électronique, etc. **Pas de catalogue**



Distributeur des haut-parleurs AUDAX
(Toute la gamme Hi-Fi disponible)

VISATON

quelques références :

Boomers :

W 250
W S21 F
W 20 F
W 170

Tweeters :

DTW 86
DT 70 NG
DTS 10 AW

Médiums :

MR 130
DSM 15 AW

MONACOR

Boomers :

SP 250
SP 150
SP 90

MOTOROLA

Tweeters piézo :

KSN 1005
KSN 1016
KSN 1025
KSN 1078
KSN 1039

Filtres passifs **MONACOR** 2 et 3 voies 12 dB/octave :
30 W, 100 W, 200 W.

elc GENERAL



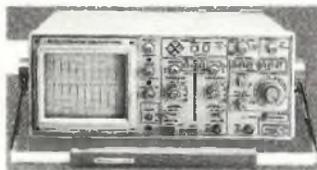
AL 841	205 F
3 - 4,5 - 6 - 7,5 - 9 - 12V/1A	
AL 812	790 F
1 à 30V/2A	
AL 745 AX	700 F
1 à 15V/3A	
AL 781 N	1 900 F
0 à 30V/0 à 5A	
AL 823	3 260 F
2 x 0 à 30V/2 x 0 à 5A ou 0 à 60V/0 à 5A	
AL 813	750 F
13,8V/10A	
AL 821	750 F
24V/5A	
AL 890	260 F
± 15V/0,4A	
AL 891	350 F
5V/5A	
AL 892	300 F
12,5V/3A	
AL 896	410 F
24V/3A	
AL 901	490 F
3 à 15V/4 A	



Beckman

9102 (2 x 20 MHz) 6190 F
9104 (2 x 40 MHz) 8740 F
- sensibilité maximum : 1 mV (x5)
- double base de temps avec balayage retardé
ajustable continuellement.
- déclenchement AC, AC-EF, TV, DC.

9202 (2 x 20 MHz) 6190 F
8204 (2 x 40 MHz) 7740 F
mêmes caractéristiques générales que le
9102, doté en plus de l'affichage numérique
des paramètres du signal à l'écran avec sélec-
tion par curseurs. Grandeurs affichées : ten-
sion, temps, fréquence, rapport cyclique,
phase.



9108 (3 x 80 MHz) 9180 F
- sensibilité maximum : 1 mV (x5)
- double base de temps (50 ms à 0,5 s/div en
base de temps A) avec balayage retardé conti-
nuellement ajustable.
- Commande de séparation des voies X qui
autorise l'affichage de huit traces à l'écran,
l'entrée externe considérée comme canal
d'entrée.



3 Multimètres à Fonctions Multiples



NOUVEAU

DM93
Toutes fonctions
standard de base
Prix TTC : 879 F



DM95
+ Fonction mémoire
+ Capacimètre
8 gammes
Prix TTC : 1095 F

Caractéristiques communes

- 4000 Points de Mesure
- Bargraph Rapide
- Sélection Auto/Manuelle
- Testeur de Transistors
- Extinction Automatique



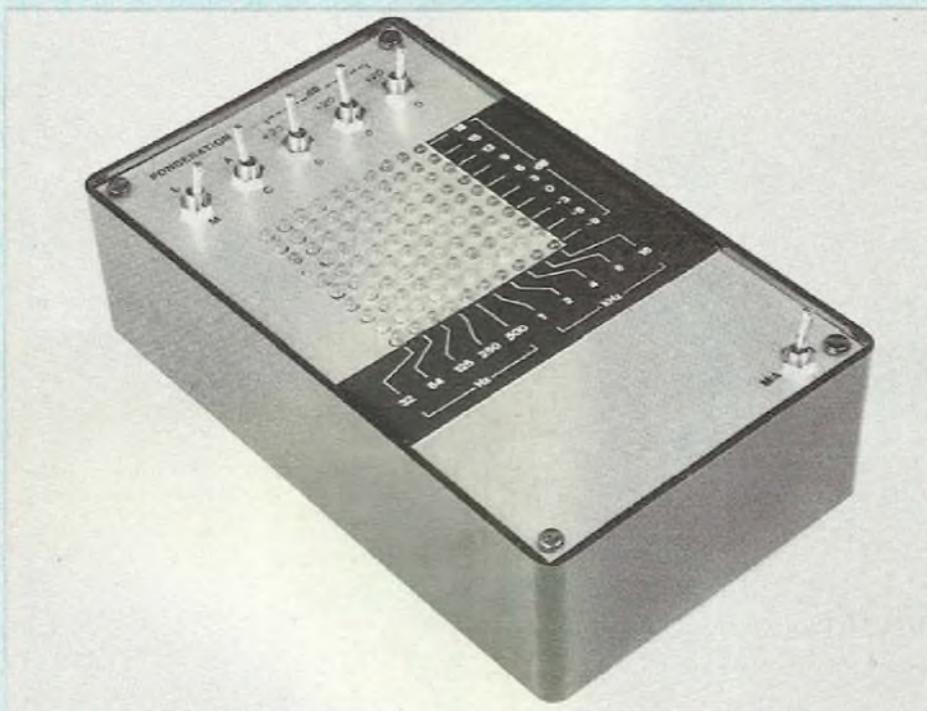
DM97
+ Fonction mémoire
+ Mini/Maxi/Peak
+ Capacimètre
8 gammes
+ Fréquence-mètre
4 gammes
Prix TTC : 1505 F

CONDITIONS DE VENTE : MINIMUM D'ENVOI 100 F.
PAR CORRESPONDANCE : RÉGLEMENT A LA COMMANDE PAR CHÉQUE OU MANDAT-LETTRE, AJOUTER LE FORFAIT DE PORT ET D'EMBALLAGE : 40 F.
CONTRE-REMBOURSEMENT : 55 F. AU DESSUS DE 3 KG (OSCILLOSCOPE, ALIMENTATION) EXPÉDITION PAR LA SERNAM. PORT : 100 F.

PAS DE CATALOGUE

NOM _____
ADRESSE _____
CODE _____ VILLE _____

ANALYSEUR DE SPECTRE A 10 CANAUX GENERATEUR DE BRUIT ROSE



L'approche du 4ème Forum du Kit Audio actualise un des principaux centres d'intérêt de nos lecteurs : celui de la haute fidélité. Il nous a donc semblé judicieux, dans ce numéro de rentrée, de proposer la réalisation d'un analyseur de spectre de qualité et de son indispensable complément, un générateur de bruit rose.

Ces appareils sont destinés au réglage précis et objectif, d'un correcteur de fréquence à 10 canaux. Nous en décrivons un modèle dans ce numéro spécial. Les visiteurs du Forum pourront voir et écouter cet ensemble sur le stand de Led.

ANALYSEUR DE SPECTRE ET CORRECTEUR DE FREQUENCE

Les procédés modernes d'enregistrement (bandes magnétiques, disques compacts) et de diffusion (émetteurs FM) du son, approchent la perfection. Le traitement électrique du

signal (lecteurs, préamplificateurs et amplificateurs, tuners) se montre aussi d'excellente qualité, pour les appareils aux normes Hi-Fi. Pourtant, l'écoute souffre encore d'altérations inévitables et souvent importantes, dues aux deux maillons terminaux : les enceintes et le local d'audition.

L'un de ces défauts – il en existe d'autres comme les traînages ou certaines réverbérations indésirables – se manifeste par la déformation de la réponse en fréquence. Les "simplistes" correcteurs de tonalité à deux canaux, graves et aigus, n'apportent que des remèdes beaucoup trop approximatifs. L'expérience montre que seul un correcteur (on dit parfois égaliseur) à 10 voies (soit 20 en stéréophonie) est capable de rétablir convenablement l'équilibre fréquentiel.

Toutefois, l'écoute seule d'un signal musical ne permet pas un réglage sérieux. Il faut un analyseur de spectre calé sur les mêmes 10 canaux, en progression par octaves de 32 Hz à 16 kHz et associé à un générateur de bruit rose.

QUELQUES RAPPELS SUR L'OREILLE

L'oreille humaine, même en parfait état, ne perçoit pas toutes les fréquences avec la même efficacité, comme le montre le diagramme de Fletcher de la Figure 1. Si on choisit comme référence 0 dB des puissances sonores, le seuil d'audibilité à 1000 Hz, la courbe inférieure traduit les variations de ce même seuil entre 20 Hz et 20 kHz. A l'autre extrémité, aux alentours de 120 dB, on atteint le seuil de douleur. L'intervalle entre ces courbes extrêmes constitue l'aire audible, d'une dynamique maximale de 120 dB. Nous y avons dessiné la réponse moyenne, à 60 dB au-dessus du seuil d'audibilité à 1 kHz.

10 FILTRES D'OCTAVES

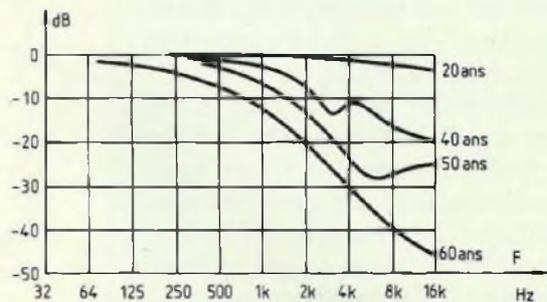
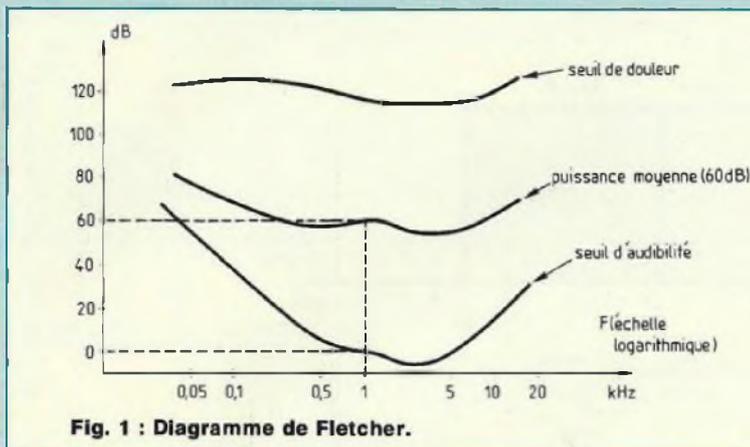


Fig. 2 : Perte relative de sensibilité auditive avec l'âge (valeurs moyennes).

Constatons dès maintenant, en nous reportant à la Figure 2, les déplorable ravages de l'âge. A 50 ans, l'individu moyen souffre d'une perte de près de 30 dB vers 6 kHz. A 60 ans, on peut considérer qu'il n'entend plus grand chose dans l'aigu. Nous aurons à y revenir pour le réglage des correcteurs.

L'analyseur de spectre, lorsqu'il fonctionne comme une oreille, c'est-à-dire en captant les sons par son micro, doit compenser la réponse de l'oreille normale, par une réponse identique : c'est la pondération A et les niveaux se mesurent en dBA.

LE PARTAGE EN OCTAVES

Chacun sait que deux sons sinusoïdaux dont les fréquences F_1 et F_2 sont dans un rapport 2 ($F_2 = 2F_1$) – cet intervalle s'appelle une octave – produisent l'accord perçu comme le plus simple. Dans la gamme conventionnellement inscrite entre 32 Hz et 16 kHz (à 0 dB), il apparaît donc logique de séparer des bandes régulièrement échelonnées d'octave en octave, donc centrées sur les fréquences : 32 Hz, 64 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz et 16 kHz.

L'analyseur de spectre, comme le correcteur de fréquence, comportera donc 10 filtres passe-bande centrés

sur ces mêmes fréquences et baptisés "filtres d'octaves".

BRUIT BLANC ET BRUIT ROSE

Il serait aussi fastidieux qu'incommode, d'analyser le spectre, fréquence par fréquence, de 22 Hz à 22 kHz (bande passante à -3 dB de l'analyseur) à l'aide d'un générateur sinusoïdal. On procède donc à une mesure globale, en envoyant toutes les fréquences à la fois. Un bruit, signal aléatoire complexe, répond à ce critère s'il est convenablement choisi. Nous aurons, ici, à distinguer le bruit blanc du bruit rose.

Soit V la tension efficace de bruit. Dans le cas du bruit blanc, toutes les fréquences sont présentes, dans la plage utile, avec cette même tension V . Si on l'applique aux bornes d'une résistance R ou de l'impédance Z d'un haut-parleur, supposée constante dans la gamme audible (!), la puissance délivrée est :

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

Considérons alors le diagramme de la Figure 3, où l'axe des abscisses est gradué linéairement en fréquences. Centrés sur diverses fréquences (1, 2, 3 et 4 kHz dans la figure), on prend des intervalles ayant tous la

même largeur ΔF . L'énergie, ou la puissance, que transportent ces différentes bandes, proportionnelle à la surface des rectangles colorés, est toujours la même et proportionnelle à ΔF .

Examinons maintenant la Figure 4. Chaque rectangle numéroté 1, 2, 3, correspond au filtre d'octave idéal (flancs verticaux) centré sur 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz. Mais les octaves successives y ont des largeurs ΔF croissant dans une progression géométrique de raison 2. Les énergies ou les puissances P_1 , P_2 , P_3 , s'échelonnent aussi dans les mêmes rapports : la puissance délivrée n'est pas du tout constante dans les 10 bandes de l'analyseur.

On revient à des puissances identiques dans tous les canaux, donc à des surfaces égales, en divisant la hauteur V par 2, d'une octave à la suivante (Figure 5). La tension de bruit V doit donc être divisée par $\sqrt{2}$: c'est le **bruit rose**, à tension efficace diminuant de 3 dB par octave et représenté en Figure 6, avec une échelle logarithmique pour les fréquences.

CONCEPTION DU GÉNÉRATEUR DE BRUIT ROSE

Le principe consiste à partir d'une source de bruit blanc, qu'on transfor-

ANALYSEUR DE SPECTRE / GENERATEUR DE BRUIT ROSE

me en bruit rose par filtrage. Deux types de sources de bruit blanc coexistent : les sources digitales et les sources analogiques.

Les premières, qui font appel à des générateurs pseudo-aléatoires, se montrent d'une mise en œuvre aisée et nous tentaient. Un circuit de chez NATIONAL SEMICONDUCTEUR, le MM 5837, était jadis largement employé. Il est malheureusement devenu obsolète et plus aucun distributeur n'en dispose. Comme il n'existe, à notre connaissance, aucun équivalent, nous avons dû nous rabattre sur une technique analogique.

A toute température, T supérieure au zéro absolu (voir notre étude de thermomètre dans le numéro 79 de la revue), les électrons libres d'un matériau conducteur sont soumis à des vibrations aléatoires, qui constituent l'agitation thermique. Ce bruit thermique, ou bruit de Johnson, s'observe dans tout composant passif ou actif.

Des considérations relevant de la thermodynamique statistique, permettent d'exprimer la distribution spectrale (c'est-à-dire en fonction de la fréquence F) de la puissance de bruit, qui s'exprime en W/Hz (watt par hertz). On trouve :

$$\varnothing(F) = \frac{1}{2} \frac{hF}{\exp\left(\frac{hF}{kT}\right) - 1} \text{ W/Hz}$$

où :

$h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s est la constante de Planck

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K est la constante de Boltzmann.

A la température ambiante ($T = 293$ K) et aux fréquences usuelles, hF est beaucoup plus petit que kT et la relation se simplifie

$$\varnothing(F) = \frac{1}{2kT} \text{ W/Hz}$$

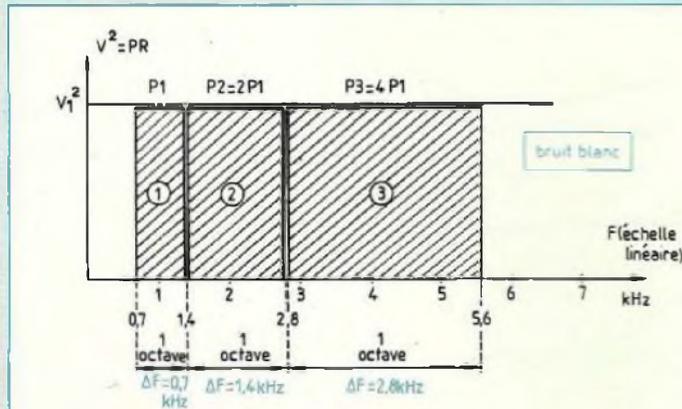
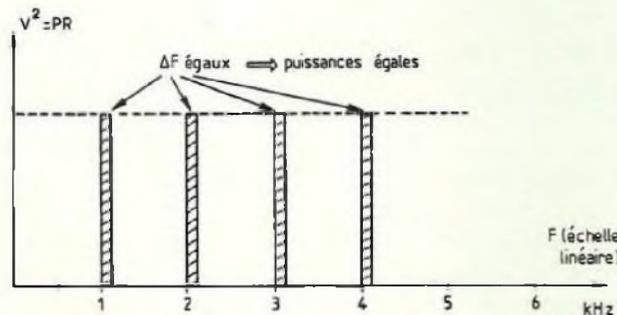


Fig. 4

Fig. 3



Le bruit thermique est donc un bruit blanc, de puissance également répartie dans toutes les bandes de fréquences de même largeur ΔF . Notre générateur de bruit blanc utilise une diode zener qui, convenablement polarisée, fournit une tension efficace de bruit de l'ordre de la centaine de microvolts. Il exige, évidemment, une très forte amplification, comme nous le verrons plus loin.

Derrière cette source, s'insère une cascade de filtres actifs passe-bas du premier ordre, dont chacun offre une pente de 6 dB par octave... car il n'est pas possible d'atténuer moins vite ! La Figure 7 montre la structure d'un tel élément de filtre, où les com-

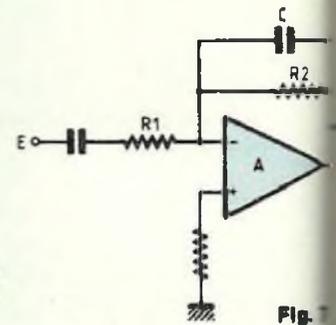


Fig. 7

posants $R1$, $R2$ et C déterminent la courbe de réponse, illustrée en Figure 8.

Aux basses fréquences, l'impédance de C , très grande, peut être négligée dans la contre-réaction vis-à-vis de $R2$; le gain, constant, vaut :

$$A = \frac{R2}{R1}$$

Aux fréquences élevées, C se comporte comme un court-circuit et le montage devient un simple suiveur, de gain unitaire (0 dB). Les fréquences de cassure qui limitent la zone d'atténuation ont pour expression :

$$F_1 = \frac{1}{2\pi R2 C}$$

10 FILTRES D'OCTAVES

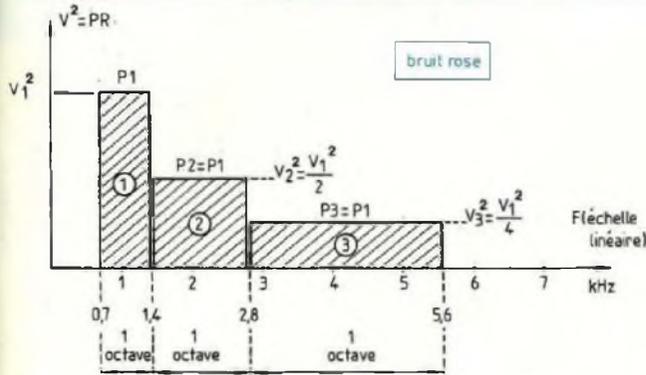


Fig. 5

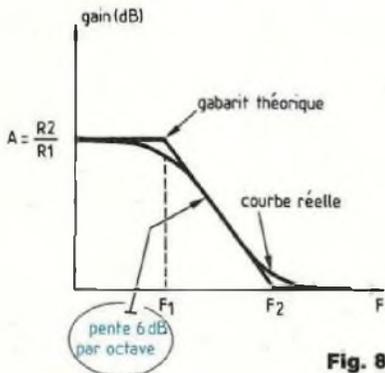


Fig. 8

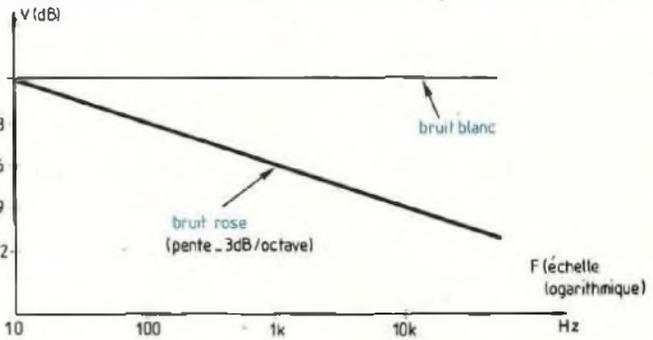


Fig. 6

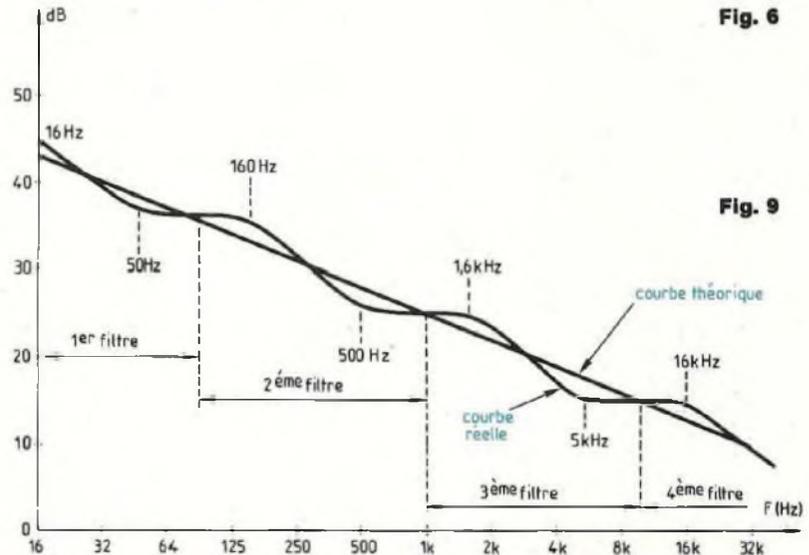


Fig. 9

$$F_2 = \frac{1}{2\pi R1 C}$$

Nous monterons ainsi quatre filtres en cascade, en choisissant les fréquences suivantes : $F_1 = 16 \text{ Hz}$, 160 Hz , $1,6 \text{ kHz}$ et 16 kHz ; $F_2 = 50 \text{ Hz}$, 500 Hz , 5 kHz et 50 kHz . Leurs courbes de réponse se raccordent alors conformément aux indications de la Figure 9. L'ensemble ne s'écarte jamais de plus de 2 dB de la courbe théorique souhaitée : c'est très suffisant, l'oreille ne percevant pratiquement pas des différences aussi faibles.

SCHEMA THEORIQUE DU GENERATEUR

Il est intégralement rassemblé dans

la Figure 10. La partie 10 a représenté les étages d'élaboration et d'amplification du bruit blanc. Elle est alimentée à part, entre 0 et +12 volts, afin d'éviter les risques d'accrochage dus au gain énorme des trois étages (environ 360 000).

Aux bornes de la zener DZ, le condensateur C1 élimine les fréquences élevées inutiles, au-delà de 25 kHz environ. Le reste, à travers C2, attaque l'amplificateur C11a, après un nouveau filtrage par C3. L'ensemble R2 R5 détermine le gain :

$$A_1 = - \frac{R5}{R2}$$

tandis que le diviseur R3 R4 polarise l'entrée non inverseuse. On retrouve

la même structure autour de C11b et de C12. En sortie, le bruit blanc atteint de 5 à 8 V crête à crête, selon les caractéristiques de la diode utilisée. C'est, dans tous les cas, très largement suffisant pour exciter les filtres de mise en forme du bruit rose. Ceux-ci s'articulent autour des quatre amplificateurs opérationnels rassemblés dans C13 et qui forment quatre étages conformes au schéma partiel de la Figure 7. En sortie, C16 transmet le bruit rose à l'étage suiveur C14, par l'intermédiaire du potentiomètre P servant à régler le niveau de sortie (Figure 10b).

C13 et C14 s'alimentent entre +15 volts et -15 volts. L'alimentation délivre donc ces deux tensions, sta-

ANALYSEUR DE SPECTRE / GENERATEUR DE BRUIT ROSE

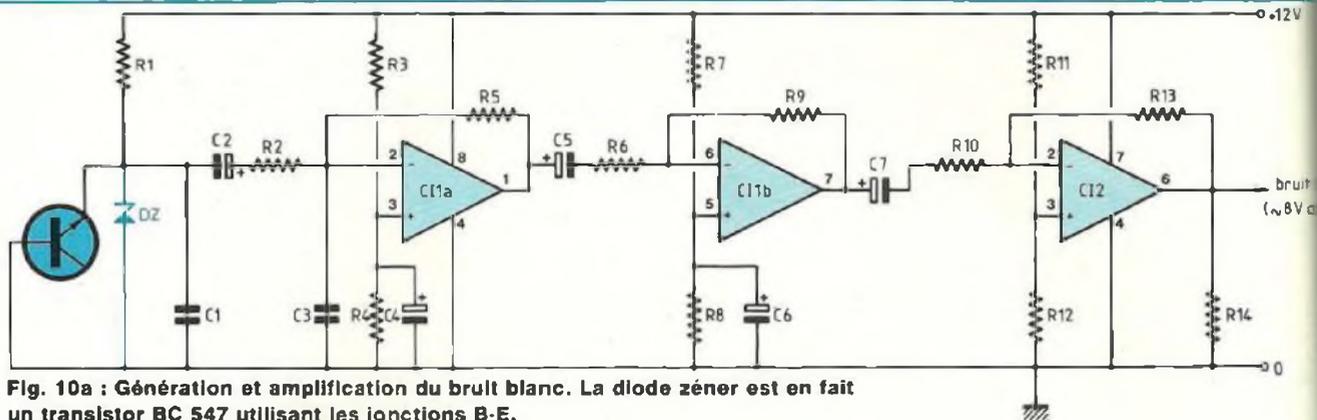


Fig. 10a : Génération et amplification du bruit blanc. La diode zéner est en fait un transistor BC 547 utilisant les jonctions B-E.

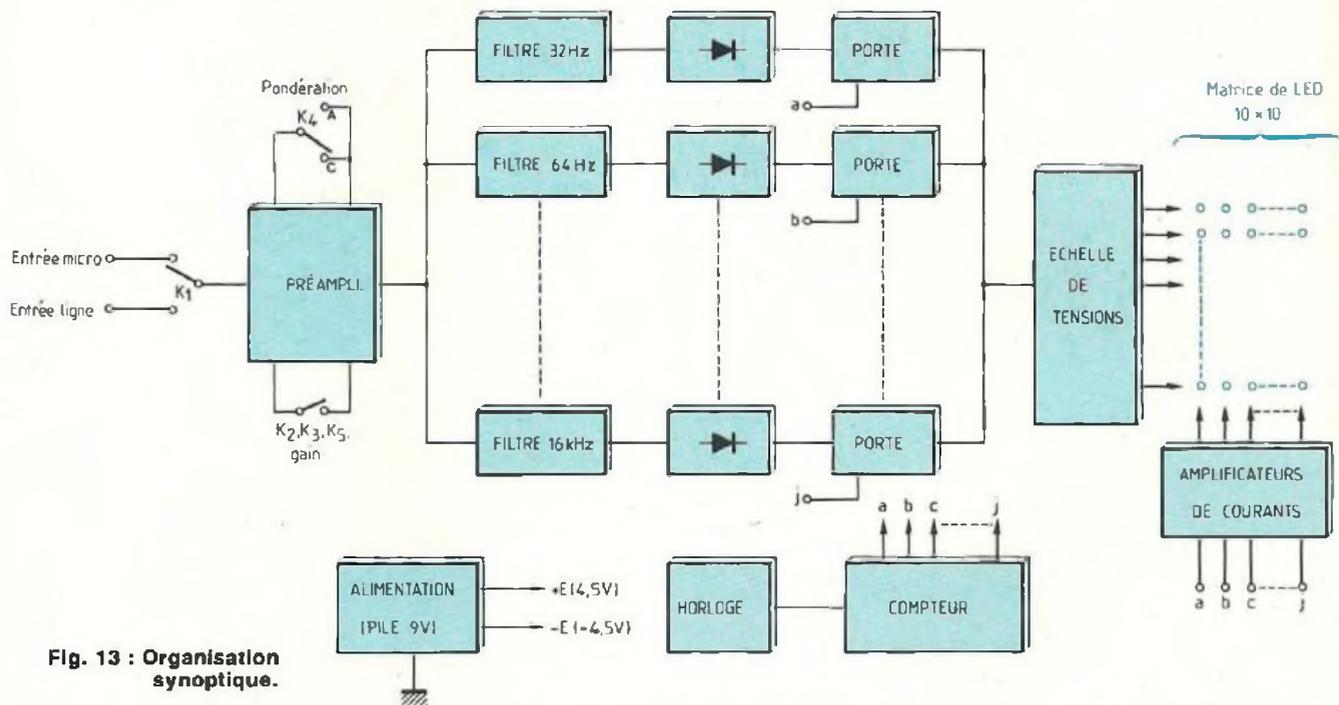


Fig. 13 : Organisation synoptique.

bilisées respectivement par CI5 et par CI7. Le régulateur CI6 construit, à part, les +12 volts du générateur de bruit blanc. Enfin, la diode électroluminescente LED sert de témoin de mise sous tension de l'appareil.

CONSTRUCTION DU GENERATEUR

La majeure partie des composants prend place sur le circuit imprimé

dessiné en Figure 11, conformément au schéma d'implantation de la Figure 12. On montera l'ensemble dans un petit coffret ESM, de référence EB 11/05 FP. Nos photographies suffisent à donner toutes les explications utiles.

La sortie pourra s'effectuer, par exemple, sur une prise CINCH, associée à un câble coaxial BF souple. Sauf erreur de câblage, l'appareil

fonctionne dès sa mise sous tension et ne demande aucun réglage. On pourra le vérifier, soit à l'oscilloscope, soit par écoute sur une chaîne.

CONCEPTION DE L'ANALYSEUR DE SPECTRE

La Figure 13 en résume synoptiquement l'organisation. Un premier commutateur K1 donne le choix entre deux entrées : soit une entrée

10 FILTRES D'OCTAVES

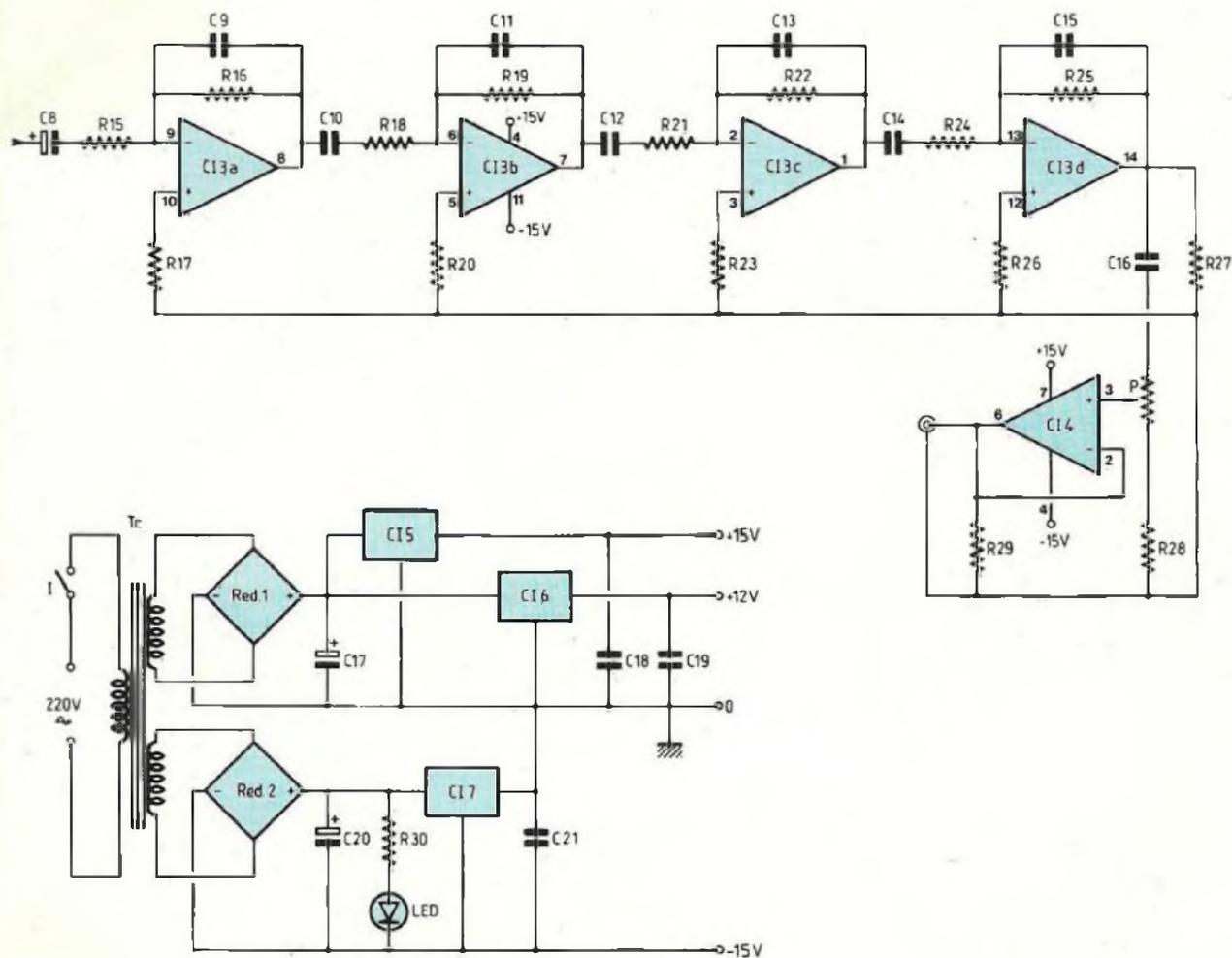


Fig. 10b : Alimentation du générateur.

ligne, pour un prélèvement direct du signal sur un préamplificateur ou un amplificateur ; soit une entrée à travers le micro électret incorporé. Dans ce dernier cas, l'analyseur capte les sons sur le lieu de l'écoute, tenant compte à la fois de la réponse des haut-parleurs et de celle du local. L'étage préamplificateur permet, par le jeu combiné de trois inverseurs K2, K3 et K5, de disposer de quatre

valeurs du gain, échelonnées de 20 en 20 dB. Il incorpore aussi le choix de la courbe de pondération, A ou C, par K4.

La sortie du préamplificateur attaque, en parallèle, les 10 filtres d'octave, suivis de 10 redresseurs parfaits (amplificateurs opérationnels). A la sortie de chacun d'eux, on dispose donc d'une tension continue proportionnelle à la puissance captée dans

chaque octave.

On pourrait songer à attaquer directement, avec ces 10 tensions, les entrées de circuits "bargraph", du type LM3915 par exemple, dont chacun commande logarithmiquement une échelle de diodes électroluminescentes. Une telle solution se révèle coûteuse en composants et grande consommatrice d'électricité, que nous devons économiser pour

ANALYSEUR DE SPECTRE / GENERATEUR DE BRUIT ROSE

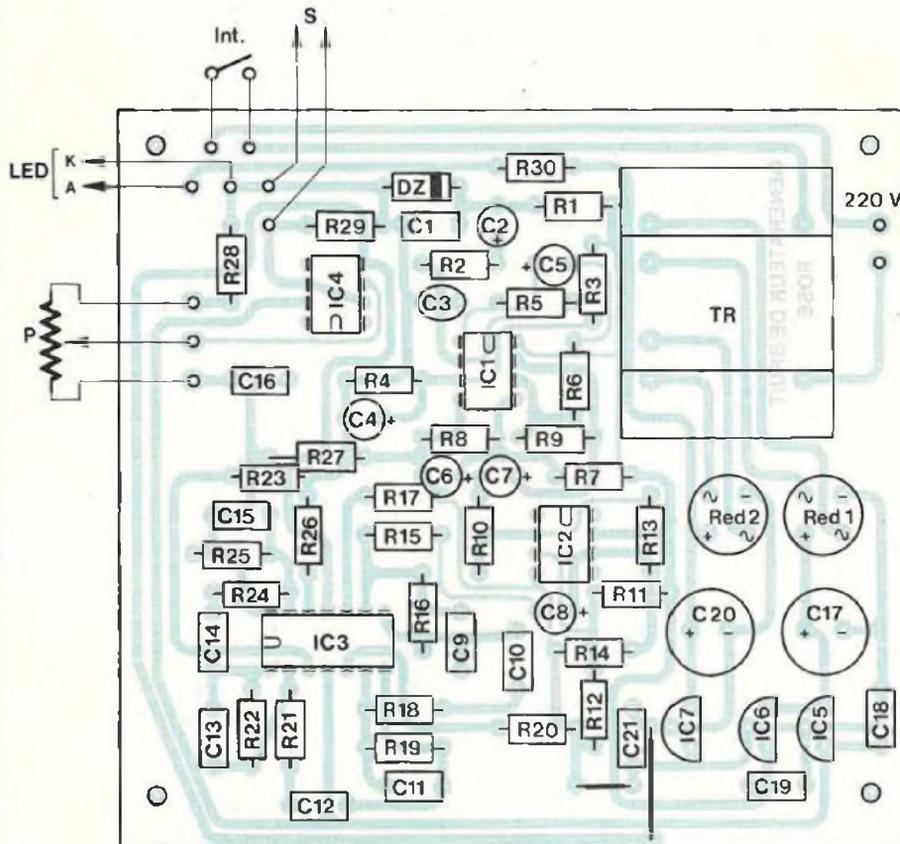


Fig. 12 : Implantation des composants.

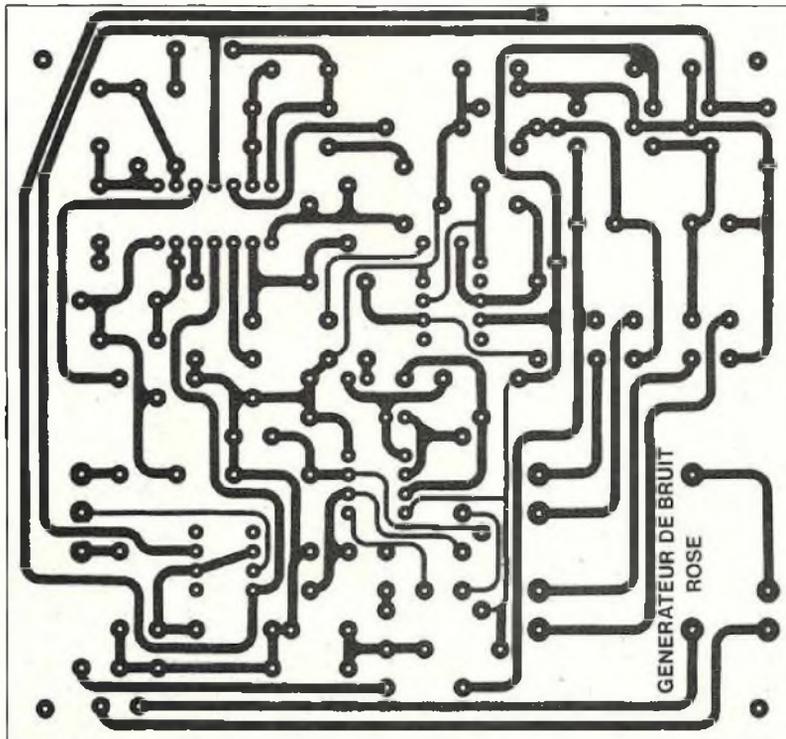
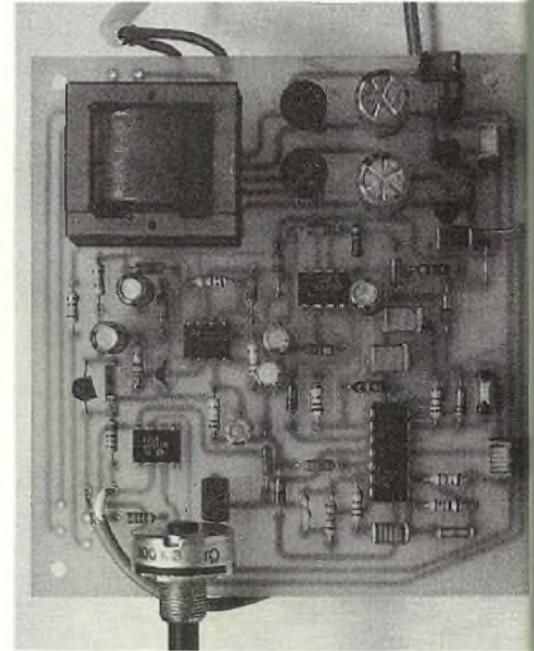


Fig. 11 : Circuit Imprimé à l'échelle 1.



NOMENCLATURE

COMPOSANTS DU GENERATEUR DE BRUIT ROSE

• Résistances 1/4 W à ± 5 %

R1 - 4,7 k Ω - R2 - 100 k Ω
 R3 - 15 k Ω - R4 - 15 k Ω
 R5 - 120 k Ω - R6 - 1,2 k Ω
 R7 - 15 k Ω - R8 - 15 k Ω
 R9 - 18 k Ω - R10 - 2,2 k Ω
 R11 - 27 k Ω - R12 - 27 k Ω
 R13 - 120 k Ω - R14 - 4,7 k Ω
 R15 - 6,8 k Ω - R16 - 22 k Ω
 R17 - 5,6 k Ω - R18 - 6,8 k Ω
 R19 - 22 k Ω - R20 - 5,6 k Ω
 R21 - 6,8 k Ω - R22 - 22 k Ω
 R23 - 5,6 k Ω - R24 - 6,8 k Ω
 R25 - 22 k Ω - R26 - 5,6 k Ω
 R27 - 4,7 k Ω - R28 - 270 Ω
 R29 - 3,3 k Ω - R30 - 1,8 k Ω

• Potentiomètre

P - 100 k Ω B (log.)

• Condensateurs MKH (100 volts)

C1 - 2,2 nF - C9 - 470 nF
 C10 - 470 nF - C11 - 2,2 nF
 C12 - 470 nF - C13 - 1 nF
 C14 - 470 nF - C16 - 470 nF
 C18 - 100 nF - C19 - 100 nF

10 FILTRES D'OCTAVES

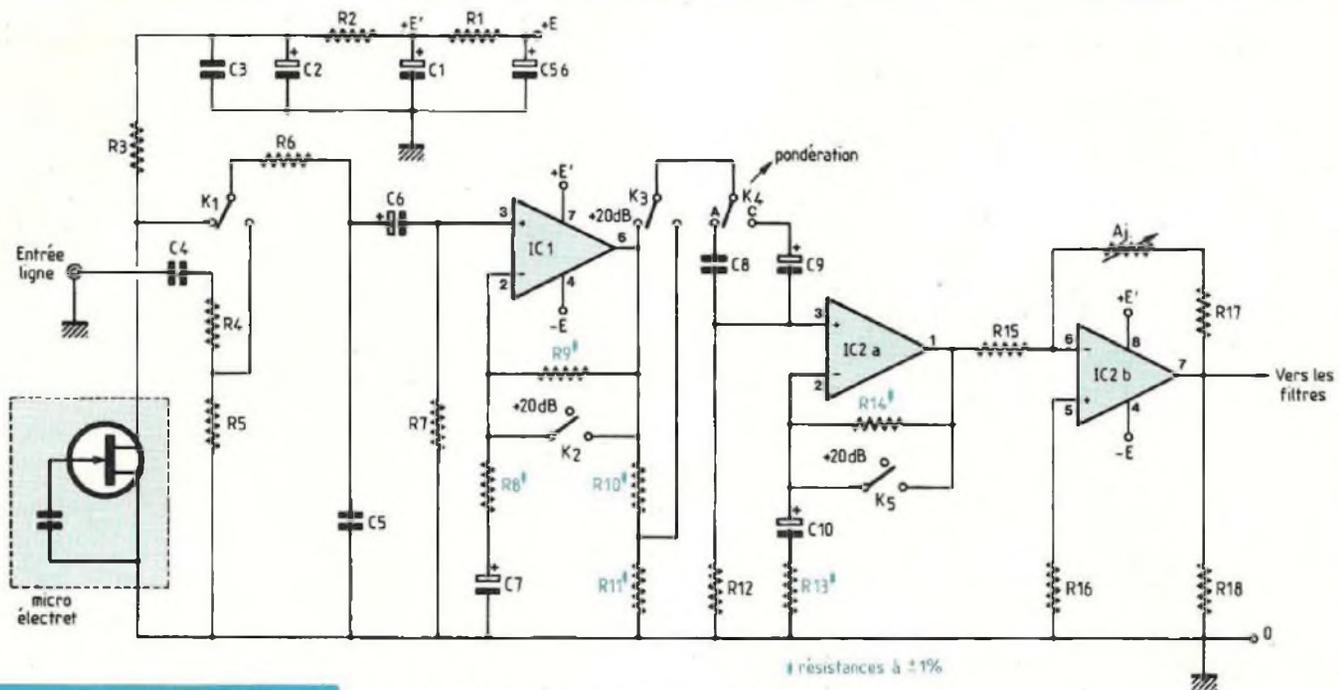


Fig. 14 : Préamplificateur d'entrée.

COMPOSANTS

C21 - 100 nF

• Condensateurs plaquettes

C3 - 10 pF - C15 - 470 pF

• Condensateurs électrolytiques

C2-C4-C5-C6-C7-C8 - 10 μ F

(16 V)

C17-C20 - 100 μ F (25 V)

• Semiconducteurs

DZ - Jonction E.B d'un BC 547

LED - diode électroluminescente

RED1 et RED2 - ponts redresseurs

50 V, 500 mA

C15-C17 - 78 L 15

C16 - 78 L 12

C11 - LF 353

C12 - TL 071 ou LF 356

C13 - LM 324

C14 - TL 081 ou LF 356

• Divers

Transformateur TR - 2 x 15 V, 3 VA,
pour CI

Interrupteur

Cordon secteur et prise

Coffret ESM EB 11 05 FP

une alimentation sur pile. Le remède consiste en un multiplexage. Une horloge, suivie d'un compteur décimal de type 4017, excite tour à tour les entrées de dix portes analogiques. Ainsi sont transmises séquentiellement, vers un unique circuit bargraph, les tensions redressées des filtres d'octaves. Les dix colonnes de dix diodes électroluminescentes (structure en matrice) fonctionnent tour à tour, par l'intermédiaire d'amplificateurs de courants montés en tampon avec les sorties a, b, ... j du compteur.

L'alimentation s'effectue à l'aide d'une pile miniature de 9 volts, ou d'une batterie cadmium/nickel équivalente, avec un dispositif de symétrisation délivrant deux potentiels de +4,5 volts et -4,5 volts.

LE PREAMPLIFICATEUR D'ENTREE

On trouvera son schéma à la Figure 14. L'entrée ligne met en jeu l'atténuateur résistif R4, R5, avec élimination de la composante continue par C4. Pour l'entrée micro, on utilise un électret, chargé dans son drain par la résistance R3. Cette partie du montage, traitant des signaux de faible amplitude (de l'ordre du millivolt), demande un filtrage extrêmement soigné : c'est ce qui justifie la cellule R1 C1 R2 C2 C3. On passe de l'une à l'autre entrée, comme nous l'avons vu, par l'inverseur K1.

L'amplificateur comporte trois étages, s'articulant chacun autour d'un amplificateur opérationnel.

ANALYSEUR / GENERATEUR

Examinons le premier, qui met en jeu IC1, et travaille en amplificateur non inverseur. Son gain, alors, est lié aux résistances R9 et R8 qui déterminent le taux de contre-réaction :

$$A = \frac{R8 + R9}{R8} = 10$$

soit 20 dB. La précision est celle des résistances, choisies à 1 %. Si on ferme K2, la contre-réaction devient totale, et le gain unitaire (0 dB).

Par l'intermédiaire de K3, on peut prélever, soit la totalité du signal de sortie, soit une fraction calibrée au dixième, par les résistances R10 R11. Voici donc un nouveau réglage (atténuation) de 20 dB.

La structure du deuxième étage, IC2a, reproduit celle du premier, à l'exception de l'atténuateur de sortie. On dispose, par K5, soit d'un gain de 10 (+20 dB), soit d'un gain unitaire (0 dB). En entrée, K4 donne le choix entre deux condensateurs de liaison. C9 de 10 μ F, n'atténue que très peu les basses fréquences : il correspond à la pondération C. Par contre, C8, de 22 nF, forme avec R12 un filtre passe-haut conduisant à la pondération A.

Notons que ces pondérations demandent aussi un affaiblissement des fréquences élevées (-10 dB à 20 kHz) que le schéma ne semble pas prévoir. Mais nous utilisons un micro électret et non un micro étalon, d'un coût exorbitant. C'est alors la réponse du micro qui se charge, assez convenablement, de réduire la bande passante supérieure.

Le troisième et dernier étage, IC2b, travaille en amplificateur inverseur,

$$A = \frac{R17 + AJ}{R15}$$

Grâce à AJ, on pourra, lors de la mise au point, calibrer le gain global de la chaîne d'amplification.

LES FILTRES D'OCTAVES

Nous avons adopté, pour chaque filtre passe-bande, la structure de Rauch, à contre-réaction complexe, illustrée en Figure 15. Elle permet, par le choix des composants R1, R2, R3, C1 et C2, de choisir la fréquence centrale de la bande, le gain et la largeur de bande, c'est-à-dire, le facteur de qualité. Le calcul d'un tel filtre est long et ne s'effectue commodément qu'avec l'assistance du calcul opérationnel. Nous l'épargnerons à nos lecteurs (et aux clavistes chargés de la composition !) pour n'en donner que les résultats, en sachant qu'on prend à chaque fois, pour des raisons de simplification :

$$C1 = C2 = C$$

La fréquence centrale F_0 est alors :

$$F_0 = \frac{1}{2 \pi C} \frac{R1 + R2}{R1 R2 R3}$$

Le facteur de qualité, qui exprime la largeur relative de bande à -3 dB, devient :

$$Q = \frac{F_0}{\Delta F} = \frac{1}{2} \frac{(R1 + R2) R3}{R1 R2}$$

Entin, le gain au sommet (F_0) est :

$$A = \frac{R3}{2R1}$$

Outre le choix des dix fréquences de résonance, il importe aussi de bien choisir le facteur de qualité Q, compromis entre une bonne séparation des bandes (Q élevé), et une réponse globale pas trop ondulée (Figure 16). Nous avons retenu la valeur $Q = \sqrt{2}$, qui correspond justement au cas de la Figure 16, où la réponse résultante apparaît en trait gras.

L'ensemble des dix filtres d'octave est rassemblé dans la Figure 17. Celle-ci comporte aussi les redresseurs, dont nous allons parler.

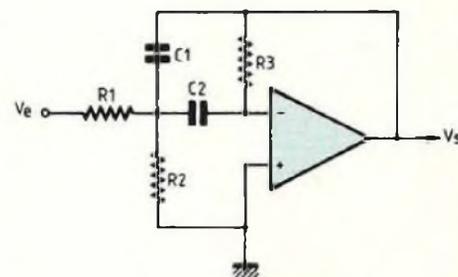


Fig. 15 : Filtre passe-bande à structure de Rauch.

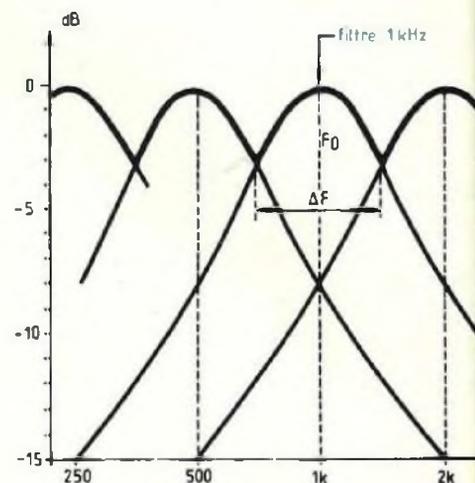


Fig. 16 : Réponse des filtres passe-bande.

LES REDRESSEURS PARFAITS

L'expression "redresseur parfait", qui n'a bien sûr pas grand sens, doit bien entendu se comprendre au sens de redresseur sans seuil. Chacun d'entre-eux répond au schéma classique de la Figure 18.

Avec l'orientation des diodes D1 et D2 et la configuration inverseuse de l'amplificateur opérationnel, on retrouve, en sortie, une tension continue positive proportionnelle aux valeurs négatives de crête du signal d'entrée, à condition de bien choisir la constante de temps de filtrage R3C (à laquelle il convient d'ajouter la charge constituée par la résistance d'entrée de l'étage suivant), qui vient se mettre en parallèle sur le condensateur. Le redresseur apporte un gain en tension, déterminé par les résistances R1 et R2 :

$$A = \frac{R2}{R1}$$

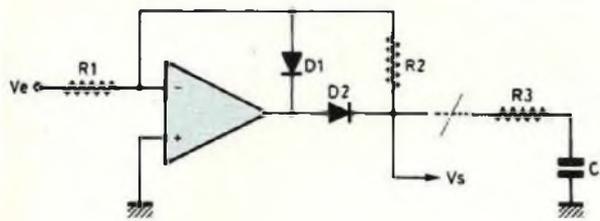


Fig. 18 : Redresseur sans seuil mono-alternance.



soit environ 3, ou +3 dB. Les valeurs changent légèrement sur les canaux 8 kHz et 16 kHz, afin de compenser le défaut de linéarité du redressement aux fréquences les plus élevées.

LE MULTIPLEXAGE DES CANAUX

Nous avons déjà signalé son intérêt : un seul circuit "bargraph" commande les dix colonnes de diodes électroluminescentes, ce qui permet une économie substantielle à la construction (environ F. 40 le circuit !) et réduit la consommation. La Figure 19 illustre cette partie de l'analyseur.

Une horloge, construite autour d'un circuit 555 (C18), délivre des créneaux positifs (amplitude de 3,5 à 4 volts), dont les éléments R79, R80 et C51 fixent la fréquence aux alentours de 3 kHz, valeur d'ailleurs non critique. Ces créneaux excitent l'entrée d'un compteur-diviseur par 10, C19, de type 4017. Chacune des

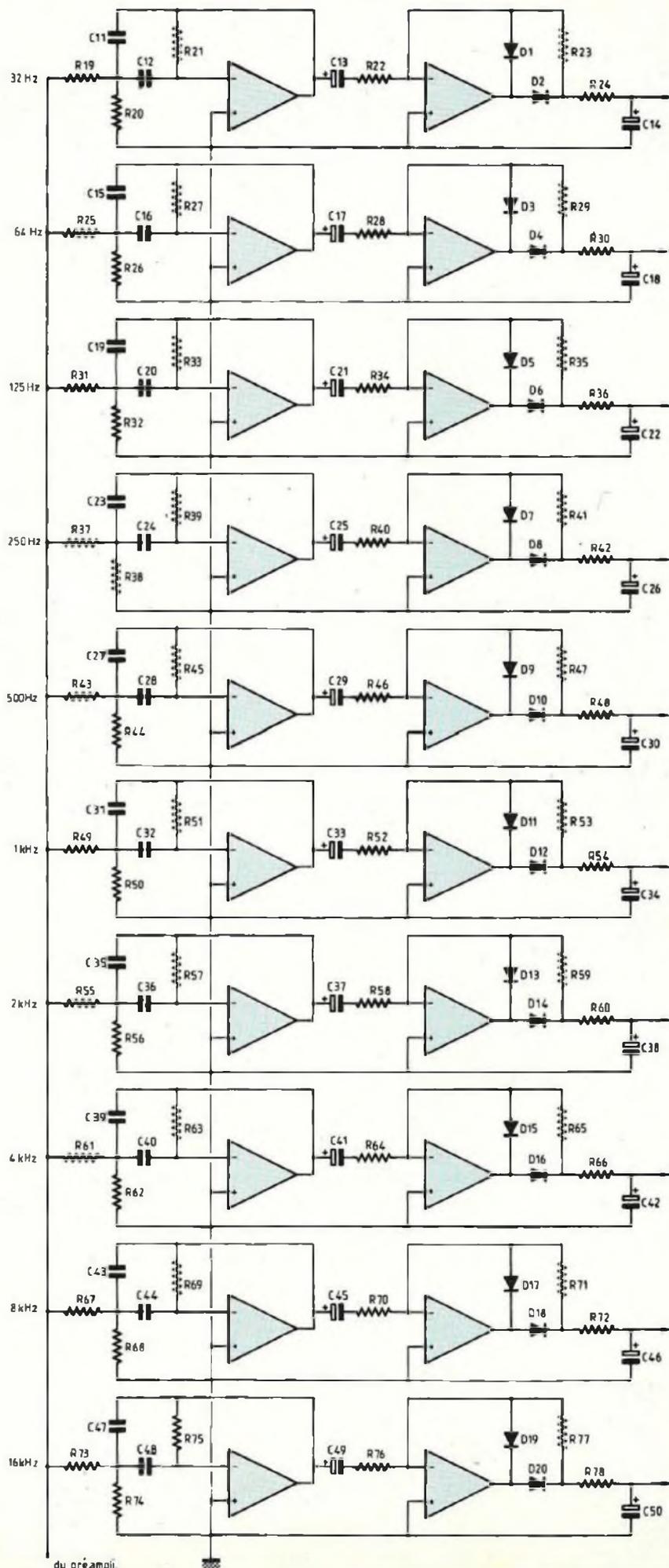
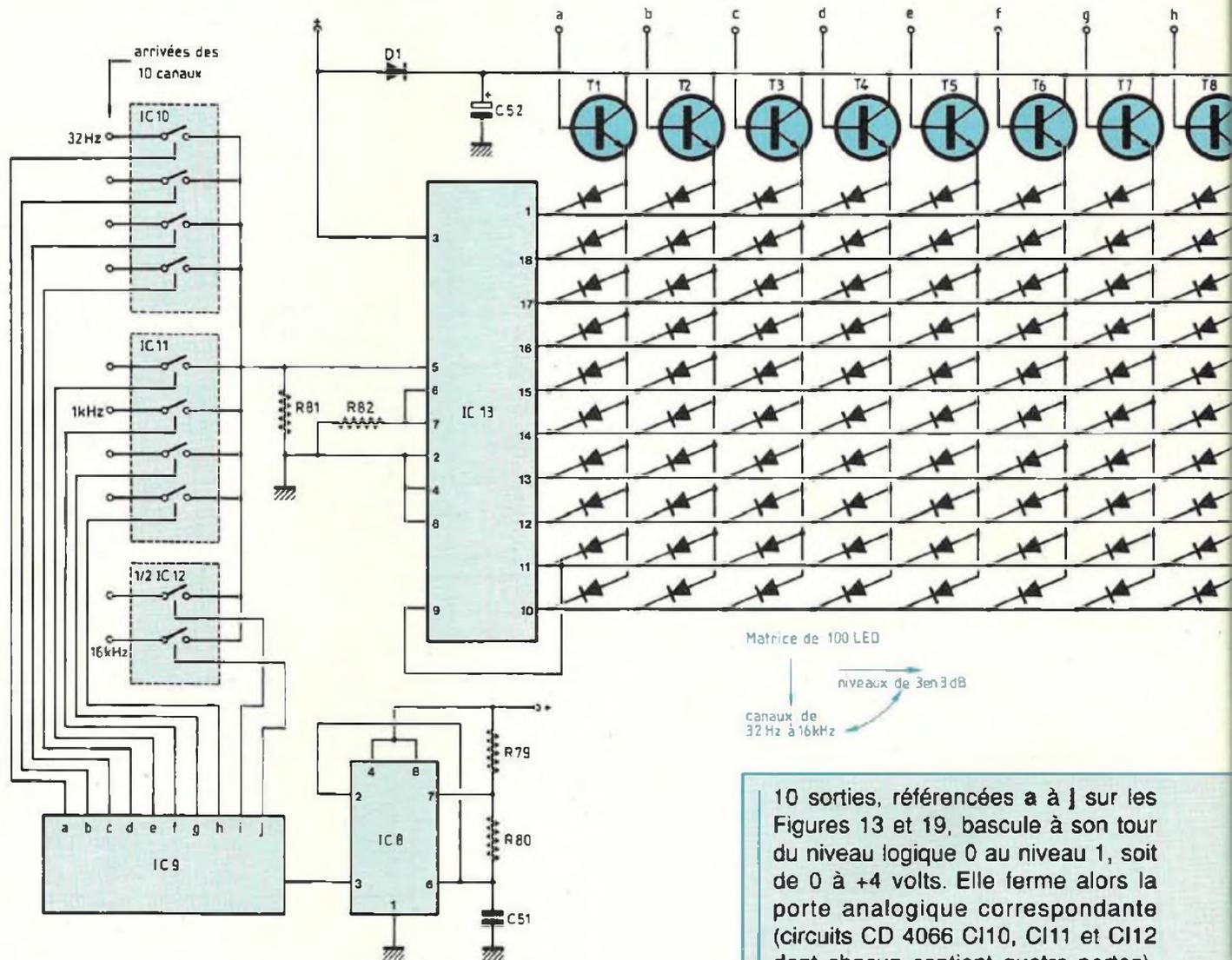


Fig. 17

du préampli.

ANALYSEUR DE SPECTRE / GENERATEUR DE BRUIT ROSE



Matrice de 100 LED
 ↓
 niveaux de 3en3dB
 canaux de 32 Hz à 16kHz

10 sorties, référencées a à j sur les Figures 13 et 19, bascule à son tour du niveau logique 0 au niveau 1, soit de 0 à +4 volts. Elle ferme alors la porte analogique correspondante (circuits CD 4066 C110, C111 et C112 dont chacun contient quatre portes), mettant en relation l'un des redresseurs sans seuil, donc l'un des canaux de l'analyseur, avec l'entrée du circuit bargraph LM 3915, C113. Version logarithmique du "driver" LM 3914, le LM 3915, présenté en boîtier DIL à 18 broches, comporte une échelle de 10 comparateurs dont les entrées "+" prélèvent leurs potentiels de référence sur une chaîne de diviseurs. Il réagit donc à une tension continue d'entrée, appliquée entre la broche 5 et la masse 2, en faisant

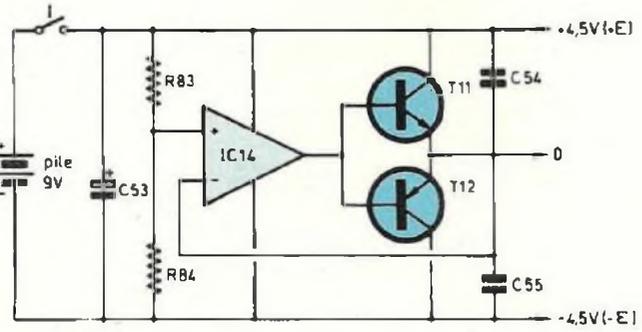
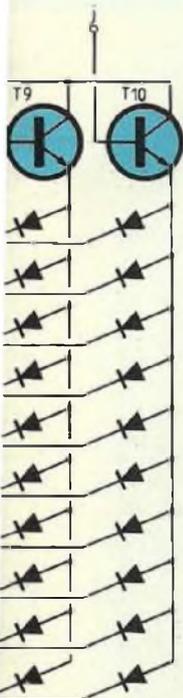


Fig. 20 : Alimentation.

10 FILTRES D'OCTAVES

Fig. 19 : Horloge Multiplexage Affichage.



basculer une ou plusieurs de ses sorties (broches 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 18) à l'état bas. Celles-ci consomment alors du courant et peuvent piloter une colonne de 10 diodes électroluminescentes. On peut d'ailleurs sélectionner deux modes de fonctionnement :

- dans le mode barre (anglais "bar"), lorsque la tension d'entrée croît, le nombre de sorties activées croît aussi. Une variation de la tension d'entrée se traduit donc par un allongement, ou un raccourcissement, de la colonne des diodes allumées.

- dans le mode point (anglais "dot"), une seule LED s'allume à la fois. On déplace donc, sur la colonne, l'unique point lumineux.

C'est ce dernier mode que nous

choisirons, afin d'économiser le courant de la pile ou de la batterie. On y parvient simplement en reliant la broche "mode" (n° 9) à la sortie n° 11.

L'intensité de sortie, régulée, est déterminée par le choix de la résistance (R82 dans la Figure 19) insérée entre la sortie de référence (broche 7, potentiel de 1,2 volt) et la masse et vaut :

$$I_{LED} = \frac{10 V_{ref}}{R82}$$

Nous adopterons une intensité de 6,6 mA environ, compromis acceptable entre la visibilité et la consommation. Nous avons d'ailleurs choisi des LED vertes, au rendement visuel supérieur à celui des rouges (maximum de sensibilité de l'oeil).

Revenons à la Figure 19, pour en terminer avec la matrice d'affichage. Sur le dessin, les 10 niveaux, échelonnés de 3 en 3 db, s'alignent sur chaque colonne verticale. Chaque LED d'une ligne horizontale correspond, elle, à l'un des filtres d'octaves. Le compteur 4017 ne pouvant débiter l'intensité exigée par les diodes, on interpose des amplificateurs de courant, sous la forme des transistors I1 à I10, saturés tour à tour par application d'un créneau positif sur les bases.

Notons, pour en finir avec cette partie du montage, que la résistance R81, en chargeant les condensateurs de filtrage, détermine la vitesse de décroissement de l'affichage. Là encore, nous avons choisi le compromis le plus satisfaisant pour l'oeil.

L'ALIMENTATION

Arrivé à ce stade de l'article, le lecteur comprendra qu'alimenter tous ces circuits à partir d'une simple pile miniature de 9 volts, voire d'une batterie au cadmium-nickel, relevait

de la gageure. Pourtant, cela marche parfaitement, au prix toutefois d'un sacrifice sur l'autonomie. L'usage prévu déterminera d'ailleurs le choix de la source de tension.

- l'amateur, appelé à régler sa chaîne personnelle et celle de quelques amis, n'utilisera l'analyseur que 10 à 15 minutes de temps à autres. Dans ces conditions, une pile alcaline fait merveille et autorisera une dizaine d'opérations avant son remplacement.

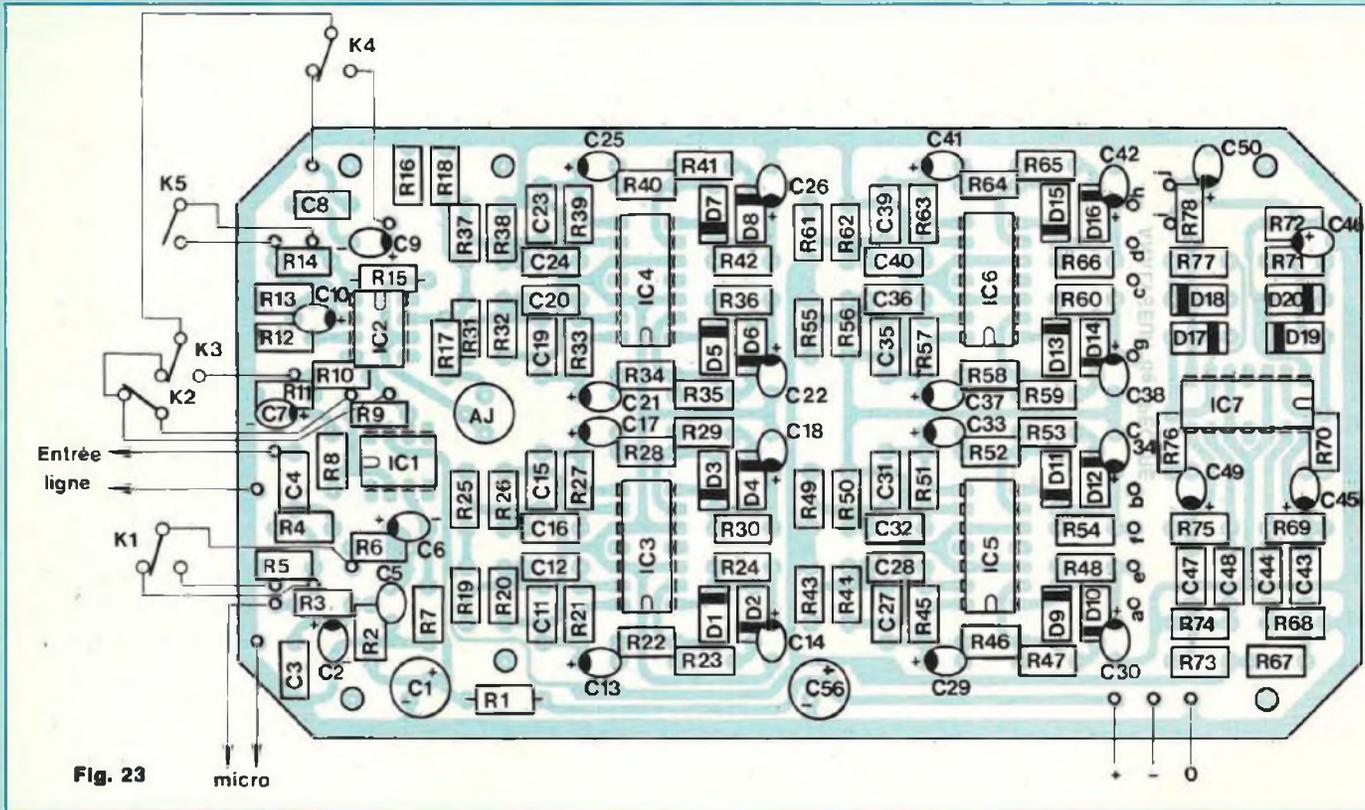
- pour un emploi intensif, cette solution deviendrait coûteuse et une batterie cadmium-nickel devient préférable. Attention : il faut impérativement choisir un modèle à 7 éléments, d'une F.e.m nominale de 8,4 volts. Avec les versions à 6 éléments (7,2 volts), l'analyseur ne fonctionne pas, ou mal.

La Figure 20 donne le schéma de cette alimentation, symétrique. Après l'interrupteur de mise sous tension I, un condensateur C53 assure un découplage énergique de la pile ou de la batterie. Il faut en effet se rappeler que celles-ci, en fin de vie ou de décharge, offrent une résistance interne non négligeable, capable d'engendrer des oscillations parasites. Polarisé à mi-tension (R83=R84) sur son entrée non inverseuse, l'amplificateur opérationnel IC14, monté en suiveur avec T11 et T12 qui en accroissent la sortance, crée un point milieu artificiel à basse impédance. On dispose donc, par rapport à celui-ci, des tensions symétriques +4,5 V et -4,5 V.

LES CIRCUITS IMPRIMÉS ET LE CABLAGE

Les composants de l'analyseur se répartissent sur deux circuits imprimés double face. Le premier, dessiné en Figures 21 et 22, reçoit

ANALYSEUR DE SPECTRE / GENERATEUR DE BRUIT ROSE



NOMENCLATURE

COMPOSANTS DE L'ANALYSEUR

• Résistances 1/4 watt à ± 5 %

R1 - 33 Ω - R2 - 470 Ω
 R3 - 1,5 kΩ - R4 - 100 kΩ
 R5 - 15 kΩ - R6 - 3,3 kΩ
 R7 - 68 kΩ - R12 - 100 kΩ
 R15 - 10 kΩ - R16 - 10 kΩ
 R17 - 47 kΩ - R18 - 33 kΩ
 R19 - 120 kΩ - R20 - 120 kΩ
 R21 - 470 kΩ - R22 - 120 kΩ
 R23 - 330 kΩ - R24 - 1,8 kΩ
 R25 - 120 kΩ - R26 - 120 kΩ
 R27 - 470 kΩ - R28 - 120 kΩ
 R29 - 330 kΩ - R30 - 1,8 kΩ
 R31 - 180 kΩ - R32 - 180 kΩ
 R33 - 510 kΩ - R34 - 120 kΩ
 R35 - 330 kΩ - R36 - 1,8 kΩ
 R37 - 120 kΩ - R38 - 120 kΩ

R39 - 470 kΩ - R40 - 120 kΩ
 R41 - 330 kΩ - R42 - 1,8 kΩ
 R43 - 120 kΩ - R44 - 120 kΩ
 R45 - 470 kΩ - R46 - 120 kΩ
 R47 - 330 kΩ - R48 - 1,8 kΩ
 R49 - 12 kΩ - R50 - 12 kΩ
 R51 - 47 kΩ - R52 - 120 kΩ
 R53 - 330 kΩ - R54 - 1,8 kΩ
 R55 - 12 kΩ - R56 - 12 kΩ
 R57 - 47 kΩ - R58 - 120 kΩ
 R59 - 330 kΩ - R60 - 1,8 kΩ
 R61 - 12 kΩ - R62 - 12 kΩ
 R63 - 47 kΩ - R64 - 120 kΩ
 R65 - 330 kΩ - R66 - 1,8 kΩ
 R67 - 12 kΩ - R68 - 12 kΩ
 R69 - 47 kΩ - R70 - 100 kΩ
 R71 - 330 kΩ - R72 - 1,8 kΩ
 R73 - 12 kΩ - R74 - 12 kΩ
 R75 - 47 kΩ - R76 - 82 kΩ

R77 - 330 kΩ - R78 - 1,8 kΩ
 R79 - 33 kΩ - R80 - 15 kΩ
 R81 - 33 kΩ - R82 - 1,8 kΩ
 R83 - 39 kΩ - R84 - 39 kΩ

• Résistances 1/4 watt à ± 1 %

R8 - R11 - R13 - 3,01 kΩ
 R9 - R10 - R14 - 27,4 kΩ

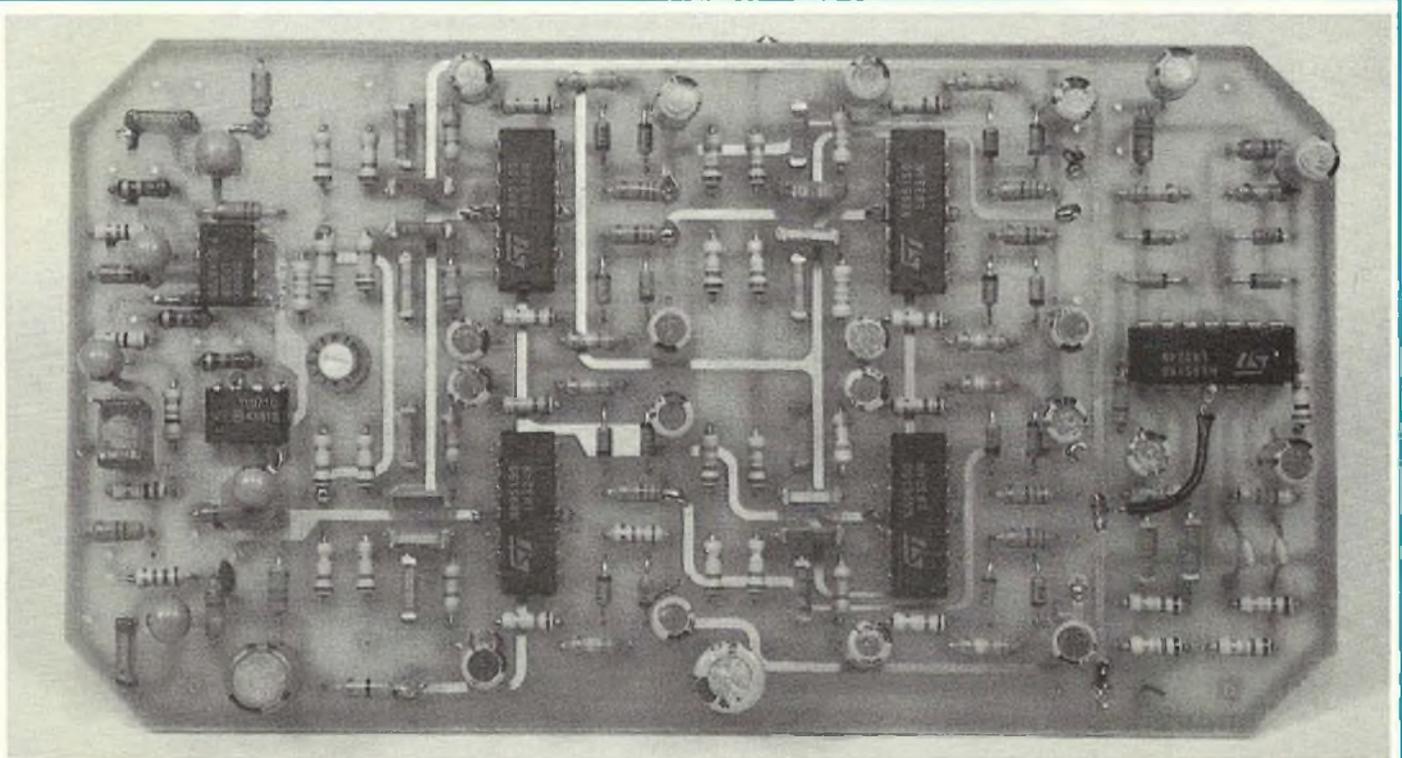
• Résistance ajustable

AJ - 100 kΩ miniature (Ø = 7 mm)
 cermet (SFERNICE T7Y)

• Condensateurs MKH

C3 - 22 nF - C4 - 470 nF
 C8 - 22 nF - C11-C12 - 27 nF
 C15-C16 - 15 nF
 C19-C20 - 4,7 nF
 C23-C24 - 3,9 nF

10 FILTRES D'OCTAVES



DES COMPOSANTS

C27-C28 - 1,8 nF
C31-C32 - 10 nF
C35-C36 - 4,7 nF
C39-C40 - 2,2 nF
C43-C44 - 1,2 nF
C51 - 10 nF
C54-C55 - 100 nF

• Condensateurs électrolytiques (tension minimale : 10 V)

Sorties radiales

C1 - 100 μ F
C13-C17-C21-C25-C29-C33-
C37-C41-C45-C49 - 2,2 μ F
C14-C18-C22-C26 - 47 μ F
C42-C46-C50 - 4,7 μ F
C30-C34-C38 - 22 μ F
C53 - 220 μ F - C56 - 220 μ F
C52 - 22 μ F

• Condensateurs céramique "plaquettes"

C5 - 100 pF
C47-C48 - 560 pF

• Condensateurs tantale "gouttes" (6/10 V)

C2 - 47 μ F - C6 - 10 μ F
C7 - 47 μ F - C9 - 10 μ F
C10 - 47 μ F

• Circuits intégrés

IC1 - TL 071 - IC2 - LF 353
IC3-IC4-IC5-IC6-IC7 - LM 324
IC8 - LM 555
IC9 - CD 4017
IC10-IC11-IC12 - CD 4016 ou
CD 4066
IC13 - LM 3915

IC14 - TL 071

• Diodes

D1 - 1N 4148
100 LED \varnothing 3 mm vertes

• Transistors

T1-T2-T3-T4-T5-T6-T7-T8-T9-
T10-T11 - 2N 2222
T12 - 2N 2907

• Divers

1 connecteur pour pile 9 V 6F22
6 inverseurs miniatures 1 circuit
2 positions
1 micro électret
1 jack femelle \varnothing 2,5 mm
Visserie, entretoises

ANALYSEUR DE SPECTRE / GENERATEUR DE BRUIT ROSE

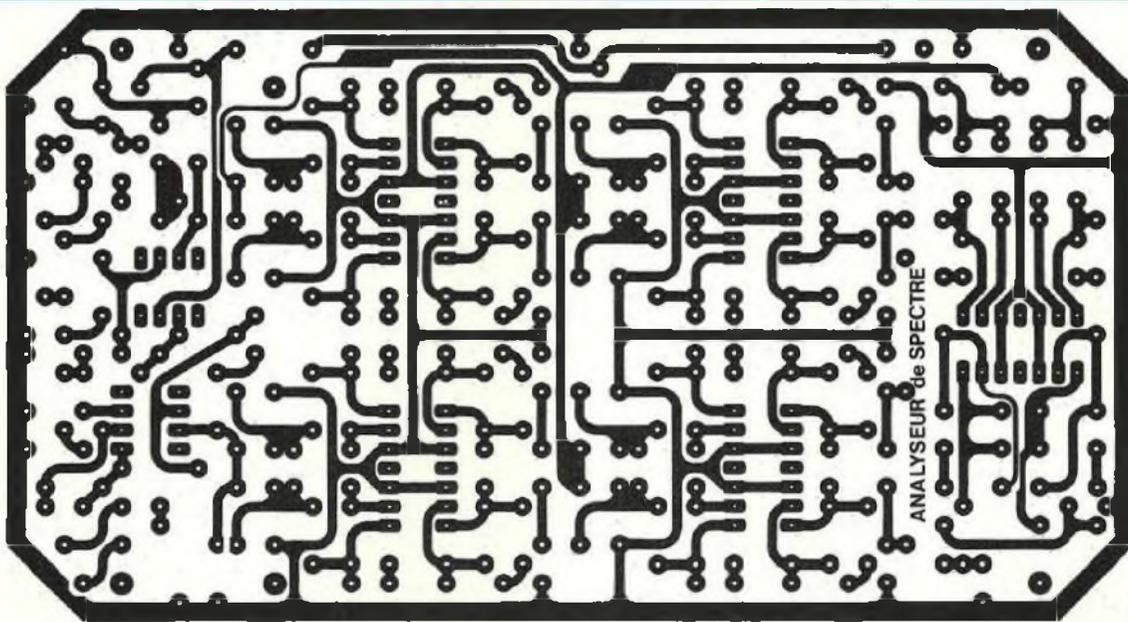


Fig. 21

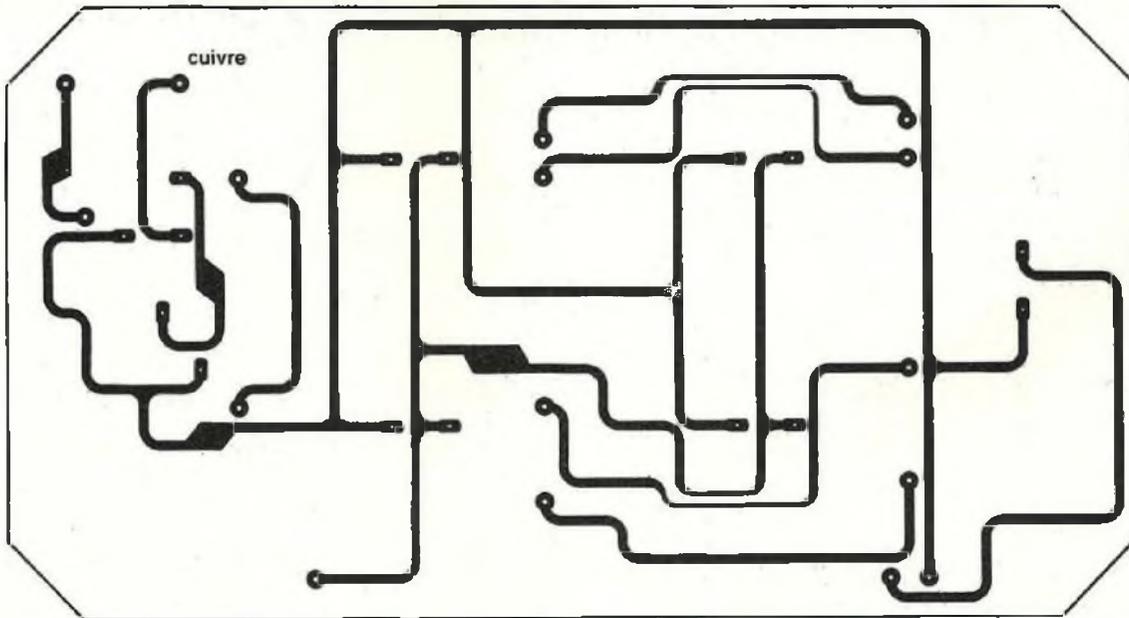


Fig. 22

l'amplificateur d'entrée, les filtres d'octaves et les redresseurs sans seuil. On le câblera selon le schéma d'implantation de la Figure 23.

Pour des raisons d'économie, nous avons écarté la technique coûteuse des trous métallisés. La continuité galvanique entre les pistes de l'une

et l'autre face, s'opère simplement à travers les queues des composants. Il importe donc, chaque fois qu'une piste comporte une pastille sur la face du côté des composants, de **déposer un point de soudure sur cette face**. On utilisera pour cela un fer de puissance modérée (pas plus

de 30 watts) et, surtout, à pointe très fine et très propre. Un contrôle final de toutes les soudures, à la loupe, constitue une précaution utile contre les pannes inexplicables.

à suivre...
René Rateau

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE DES EDITIONS FREQUENCES



vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :

— L'ELECTRONIQUE —

LES BASES DE L'ELECTRONIQUE



Par **Raymond Breton**.
1988 - 84 p.

P32 147 F TTC port compris

Ouvrage d'initiation par excellence, «Les bases de l'électronique» abordent, dans un langage compréhensible par tous, sans formules mathématiques, les divers aspects de l'électronique. De la résistance à l'amplificateur opérationnel en passant par les divers composants actifs, tous les éléments clés de l'électronique sont étudiés ainsi que leur mise en application. L'auteur, outre ses compétences en électronique, s'est occupé de formation dans l'industrie. Son sens de la communication, basé sur un langage pédagogique et compréhensible de tous donne à ce livre un attrait tout particulier. Le «sens physique» des phénomènes abordés est évident. Le but que s'était fixé l'auteur : pouvoir mettre en œuvre l'électronique en comprenant ce que l'on fait et sans outils mathématiques a donc parfaitement été atteint.

L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL



Par **Pierre Mayé**.
1988, 88 p.

P41 157 F TTC port compris

Composant-clé de l'électronique d'aujourd'hui, l'amplificateur opérationnel est à la base d'une multitude d'applications tant en linéaire qu'en commutation. L'auteur, agrégé de physique et professeur en BTS, a réalisé cet ouvrage tout simplement parce qu'il n'existait pas pour les besoins de son enseignement. Les principales applications de l'amplificateur opérationnel y sont décrites et classées par catégories. Pour chaque montage, le fonctionnement est analysé, les formules permettant le calcul des composants établies et les performances obtenues commentées. Des exemples de réalisation comportant toutes les données nécessaires sont fournis pour les principales fonctions. Ce livre à la fois précis et concis est très complet, il s'adresse aux enseignants certes mais également aux utilisateurs de l'électronique. C'est aussi un outil de travail pour professionnels et amateurs.

INITIATION A LA MESURE ELECTRONIQUE



Par **Michel Casabo**.
1986 - 120 p.

P23 152 F TTC port compris

Il n'existait pas, jusqu'à présent, un ouvrage couvrant de manière générale mais précise, l'ensemble des problèmes relatifs à l'instrumentation et à la méthodologie du laboratoire électronique. C'est chose faite aujourd'hui avec ce volume récemment paru.

LES MONTAGES ELECTRONIQUES



Par **Jean-Pierre Lemoine**.
1986 - 276 p.

P30 287 F TTC port compris.

Domaine en perpétuelle évolution, l'électronique ne cesse d'apporter des solutions nouvelles à de multiples secteurs. Il importe, pour tout passionné d'électronique, à quelque niveau que ce soit, de l'amateur au professionnel, d'acquies un savoir découlant de la mémorisation et aussi de la pratique du plus grand nombre de circuits de base. C'est ce que permet réellement ce livre. Organisé en trois grandes rubriques : Connaître, Pratiquer et Inventer, cet ouvrage guide le lecteur sur près de 300 pages avec près de 1 000 dessins et représentations, pour l'amener à ce qu'il soit à même de concevoir ses montages par lui-même. C'est aussi un outil de travail aidant à la sélection d'un composant, permettant de trouver un montage réalisant une fonction donnée... et bien d'autres détails d'ordre pratique.

La liste complète de nos ouvrages peut vous être expédiée gratuitement sur simple demande.

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

Bon de commande à retourner aux Editions Fréquences 1, boulevard Ney 75018 Paris.

Indiquez le ou les codes :

NOM PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

Ci-joint mon règlement par :

C.C.P.

Chèque bancaire

Mandat



STRASBOURG CARREFOUR DE L'EUROPE

ALSAKIT

En écoute permanente :
La **CRISTAL 7** et la **CRISTAL 20** de FOCAL
(La Cristal 7 a été décrite dans le n° 70 de Led)



Tous les kits
AUDAX, DAVIS, FOCAL, DYNAUDIO,
KEF, SEAS, PEERLESS, PREVOX,
SIARE, DEYMA, VISATON,
selfs et condensateurs
de qualité professionnelle.

Assistance technique
assurée.

Vente par correspondance.
Ecoute comparative
des kits présentés dans Led.

LE SPECIALISTE DU KIT HAUT DE GAMME
31, rue du Fossé-des-Treize
67000 Strasbourg
Tél. : 88.32.86.07

LA MAISON DU HAUT-PARLEUR LE SPECIALISTE DU KIT HAUT DE GAMME

KIT COMPLET MTX 100

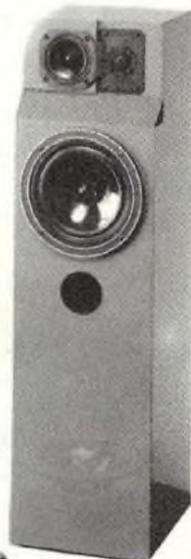
AUDAX

Kit haut de gamme aux restitu-
tions sonores exceptionnelles.

- Enceinte bass reflex de type
QB 3 OPTIMISEE • 3 voies
- Puissance nominale 70 W/8 Ω
- B.P. 38 Hz-20 KHz ±3 dB
- Efficacité 90 dB
- Dimensions : 980 x 270 x 285
- Boomer médium ø 21 cm (TPX)
- Médium ø 13 cm (TPX)
- Tweeter à dôme Ø 25 mm
- Filtre Borgnier Visserie
- Event mousse décorative
- Notice de montage détaillée
(20 pages)
- Kit d'ébénisterie en medit.

LE KIT COMPLET
KIT HP ELECTRONIQUE
et KIT EBENISTERIE

LE KIT
COMPLET **1990F**



LE PLUS GRAND STOCK DE HAUT-PARLEURS ET
PIECES DETACHEES POUR ENCEINTES ACOUSTIQUES



AUDIO DYNAMIQUE



LE MINI TRI LE PLUS PETIT SYSTEME
TRIPHONIQUE EN KIT.

Caractéristiques techniques :

Bande passante : 70 à 20.000 Hz ± 3 dB.

Puissance : 30 W RMS par canal.

Rendement : 88 dB / 1 W / 1 m par canal.

Dim. du caisson : H:310 mm, L:190 mm, P:220 mm

Dim. du satellite : H:205 mm, L:120 mm, P:145 mm.

LE SYSTEME
COMPLET

1730F

ETUDES ET REALISATIONS DE TOUS VOS SYSTEMES -
Composants hautes performances pour filtres,
selfs, condensateurs, résistances

LA MAISON DU HAUT-PARLEUR

- 75011 PARIS - Métro : GONCOURT
138, avenue Parmentier ☎ 43.57.80.55
- 69006 LYON
46, rue Juliette-Récamier ☎ 72.74.15.18
- 31000 TOULOUSE
8, rue Ozenne ☎ 61.52.69.61

DAVIS

ACOUSTICS

FABRICANT FRANÇAIS
UNE TECHNOLOGIE DE POINTE
AU SERVICE DE LA MUSIQUE



La musicalité des haut-parleurs DAVIS ACOUSTICS s'explique :

1. Ogive centrale, diminue la directivité, régularise la courbe de réponse, entraînant une meilleure diffusion spatiale du message sonore.
2. Membrane en Kevlar associant légèreté et rigidité tout en étant parfaitement amortie. A l'écoute, absence de coloration, timbre respecté, haute définition.
3. Bobine mobile sur support Kapton haute température, fil aluminium plat. Grande tenue en puissance, très grande capacité dynamique.
4. Saladier en alliage d'aluminium anti-résonnant, parfaite rigidité, dégagement arrière important, absence de résonance, très grande précision sur les attaques instrumentales.
5. Plaque de champ magnétique usinée avec précision. Parfaite linéarité de fonctionnement.
6. Aimant ferrite de baryum, lignes de force concentrées, fermeté des attaques, puissance, rendement, dynamique.
7. Noyau dirigé, bagué cuivre. Maintien de l'impédance constante, adaptation optimale avec les amplificateurs, parfait amortissement, réduction de la distorsion.

Demande de documentation à : **DAVIS ACOUSTICS**
14, RUE BERANGER 94100 SAINT-MAUR-DES-FOSSES
TEL. : 48.83.07.72

LES KITS "CRISTAL"

TECHNOLOGIE EXTREME ET SENS DU DETAIL



Aboutissement de plus de deux années de recherche, les cristal 7 et cristal 20 représentent une somme technologique exceptionnelle.

Évoluées jusque dans les plus extrêmes détails (membranes polykevlar, nouveaux procédés d'amortissement interne, régulation supplémentaire du champ magnétique, borniers plaqués or, caisson flottant) elles sont sans compromis.

Prix TTC constatés :

Cristal 7 : 1 395 F pièce sans le coffret.

Cristal 20 : 5 650 F pièce sans coffrets.

FOCAL

SYSTEMES

demande de documentation
Agence FOCAL
173, rue de Charenton - 75012 Paris

