

Figure 5. Vue plongeante dans les entrailles du mini-crescendo construit dans un boîtier de faible hauteur. Pour des raisons techniques (matériel d'exposition), la lampe de visualisation de mise sous tension et l'interrupteur marche/arrêt se trouvent à l'arrière de l'appareil.



# mini-crescendo

ampli haut  
de gamme  
de moyenne  
puissance

## Spécifications

Puissance en sortie:  
2 x 50 W dans 8 ohms  
2 x 70 W dans 4 ohms

Distorsion harmonique  
totale (THD) maximale  
0,03 %, de 20 Hz  
à 20 kHz

Puissance maximale:  
(par canal)  
70 W dans 8 ohms  
90 W dans 4 ohms

Sensibilité d'entrée:  
590 mV<sub>eff</sub> pour 50W  
dans 8 ohms  
490 mV<sub>eff</sub> pour 70W  
dans 4 ohms

Impédance d'entrée:  
30 kΩ // 1 nF

Largeur de la bande  
de puissance  
4 Hz... 55 kHz (-3dB)  
(pour résistance de  
source de 600 ohms)

Facteur d'atténuation:  
100

Tension de dérive présente  
en sortie:  
< 15 mV

L'amplificateur Hi-Fi 2 x 140 W décrit sous le nom de "Crescendo" dans le numéro de décembre 1982 a fait l'effet d'une bombe parmi les passionnés de construction audio. Les réactions nous confirment ce que nous avions supposé à l'époque: nombreux sont les amateurs d'électronique et d'audio qui aimeraient construire leur chaîne eux-mêmes. Le seul "reproche" que nous ayons eu à son sujet est son prix relativement élevé. De nombreuses voix se sont fait entendre, téléphoniquement ou épistolairement, réclamant une version plus économique qui aurait les mêmes qualités que Crescendo.

Nous nous sommes mis au travail et mini-crescendo est le résultat de nos efforts. Cette version "dégonflée" du Crescendo a cependant suffisamment de coffre pour insuffler la vie à pratiquement n'importe quel type d'enceinte. Ce montage est basé sur le concept de complémentarité utilisé pour son grand frère (soeur?), possède les mêmes qualités, fournit 2 x 50 (70) watts et coûte la moitié de ce dernier.

Que Crescendo soit un amplificateur de classe, personne n'en doute. Mais il est fréquent que qualité et prix aillent de pair. Nous ne pouvons prétendre qu'il s'agisse d'un ampli bon marché, du moins pas du point de vue du constructeur amateur, encore que si on le compare à un appareil grand public de la même

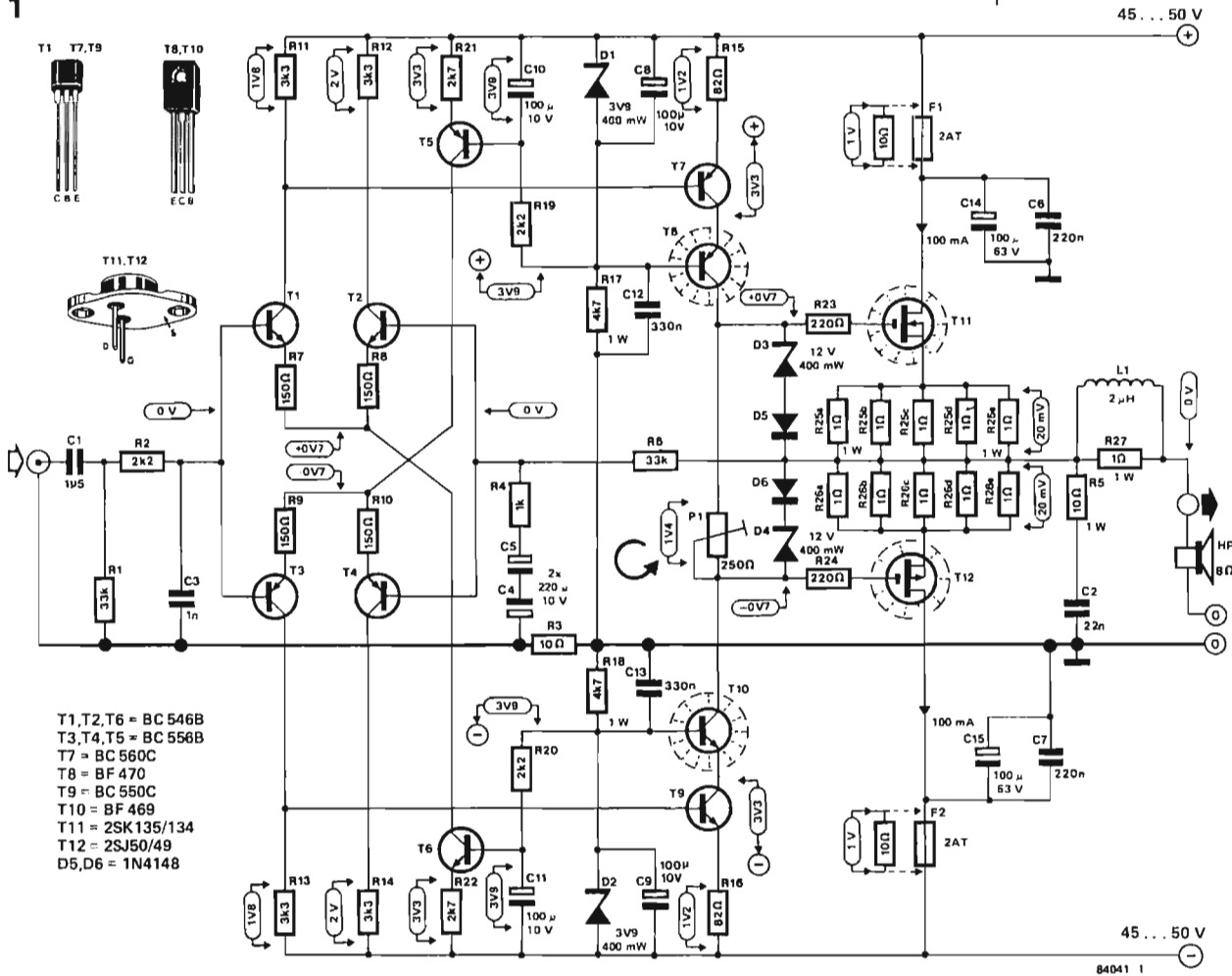
catégorie, 2 000 francs ne soit pas un prix trop exorbitant. Mais cela n'empêche pas que cette somme peut paraître à première vue élevée et quel est l'aspirant constructeur d'un montage de ce prix qui ne se demande pas s'il n'est pas possible de faire meilleur marché? Le Crescendo était étudié pour pouvoir fournir sa puissance nominale indéfiniment, mais combien d'entre nous ont besoin de 2 x 140 W (en notant d'ailleurs qu'il s'agit là de valeurs conservatrices, la plupart des Crescendo fournissent bien plus de 140 watts).

A moins que les enceintes choisies aient un rendement incroyablement faible (moins de 82 dB), la majorité des salles de séjour trouvera qu'une puissance de 50 à 60 watts par canal est plus que suffisante pour l'obtention de niveaux sonores "réalistes". Cette version de 50 à 60 watts peut aussi intéresser ceux de nos lecteurs qui envisagent un jour d'accoupler des enceintes actives à leur amplificateur. Doter chacune des 3 voies (basses, médium, aigus) d'une enceinte active d'un étage d'amplification de 140 watts est aussi hors de prix qu'inutile. Une variante quelque peu "dégonflée" du Crescendo intéressera sans doute également les "mordus des enceintes".

## Meilleur marché

Si on se penche quelques instants sur les raisons faisant le prix d'un Crescendo, on voit immédiatement quelles belles économies entraîne une réduction de la puissance.

Une puissance de sortie de 50 à 70 watts par canal permet de faire passer la tension d'alimentation de 2 x 70... 75 V à 2 x 45... 50 V. Le courant maximal diminue dans les mêmes proportions, ce qui permet de se contenter d'une alimentation moins lourde (et donc plus économique). Un seul transformateur de 2 x 35 V/4 A fait largement l'affaire pour une version stéréo du mini-crescendo. On peut également se contenter de condensateurs électrochi-



miques de capacité et tension de service moins élevées; résultat: une diminution notable du chiffre porté au bas de la facture. Une troisième raison de la diminution du prix de revient est qu'il n'est pas nécessaire de mettre plusieurs FET-MOS en parallèle pour atteindre une puissance de 50 à 70 watts. On divise ainsi par deux le nombre de ces composants que l'on ne peut pas qualifier de bon marché.

A la suite de cette réduction sensible de la puissance, la taille du radiateur nécessaire peut elle aussi prendre des dimensions plus modestes, l'ensemble du montage

tenant dans un coffret moins impressionnant. Le résultat de tout ceci est que, sans perdre de ses qualités, la version "mini" est environ deux fois moins chère que la grande, ce qui rend brusquement son prix très attrayant.

### Le schéma

Le schéma du Crescendo "slim line" est donné en figure 1. Au fait, pourquoi lui donner le sobriquet de "mini", 2 x 70 W (dans 4 ohms) ce n'est pas si mini que cela. Si vous comparez le schéma de la figure 1

Figure 1. Le schéma du mini-crescendo est très proche de celui du Crescendo (on s'en serait douté, c'est le moins que l'on puisse dire). Il en garde les qualités et possède une puissance de sortie moindre.

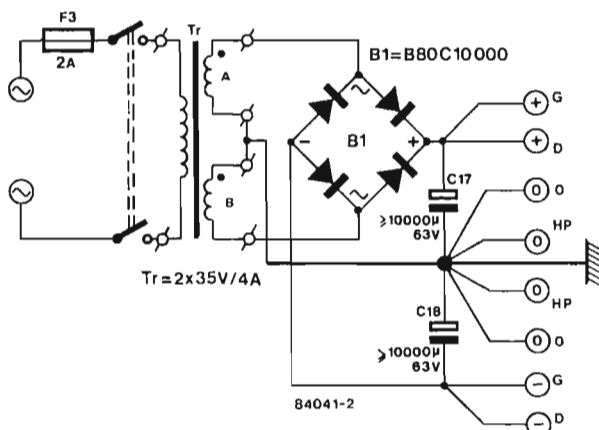


Figure 2. Une alimentation peu sophistiquée convient parfaitement dans le cas d'un amplificateur. Il est préférable de ne pas lésiner sur la taille du transformateur et des condensateurs électrochimiques. L'alimentation décrite ici est celle convenant à la version stéréo du mini-crescendo. Si vous construisez la version mono, un transformateur de 2A un fusible de 1A, et des condensateurs de 5 000μF sont suffisants.

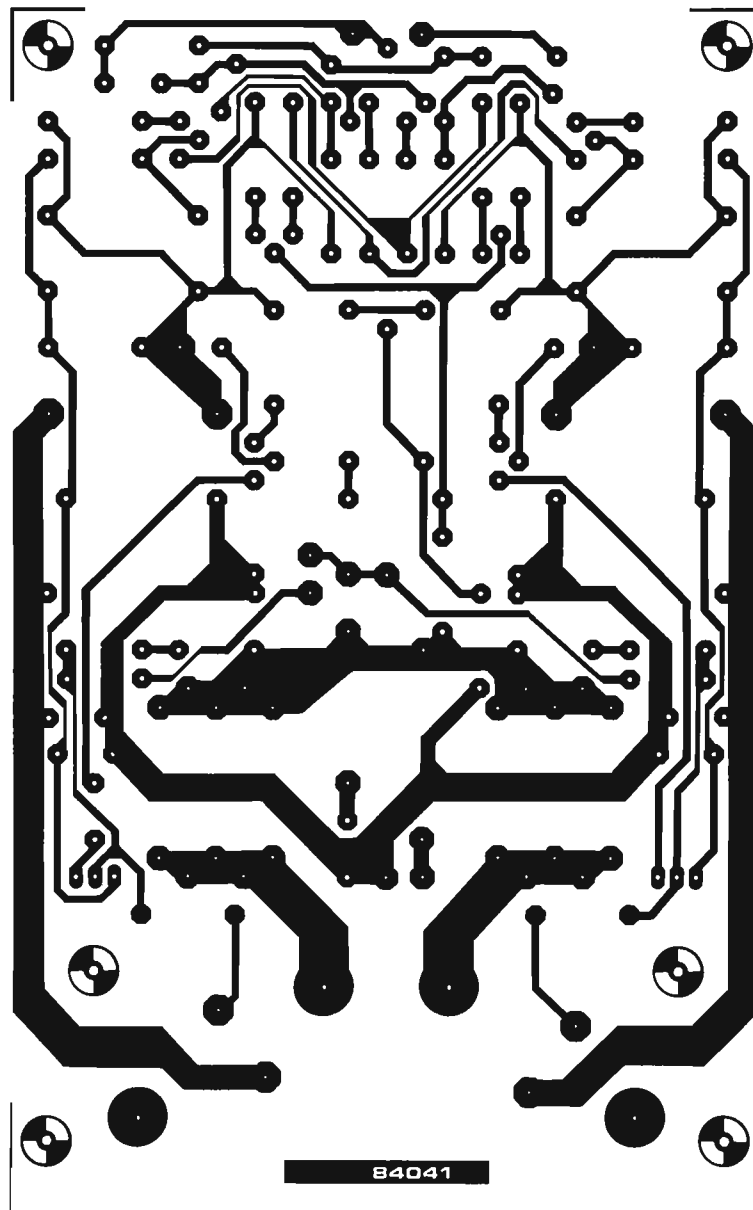


Figure 3. Représentation des dessins du circuit imprimé au format carte europe et implantation des composants.

au schéma du Crescendo, vous leur trouverez de très fortes similitudes. Superficiellement, on pourrait même s'y tromper. Nous retrouvons à l'entrée le double amplificateur différentiel (T1. . . T4) et les sources de courant associées (T5, T6), suivies des étages de commande montés en cascode (T7. . . T10) et, pour finir en beauté, la paire de FET-MOS (T11, T12). La partie de théorie consacrée au FET-MOS dans l'article sur le Crescendo reste d'actualité. Pour des raisons d'espace, nous n'allons pas la reprendre ici et vous renvoyons à l'article mentionné plus haut.

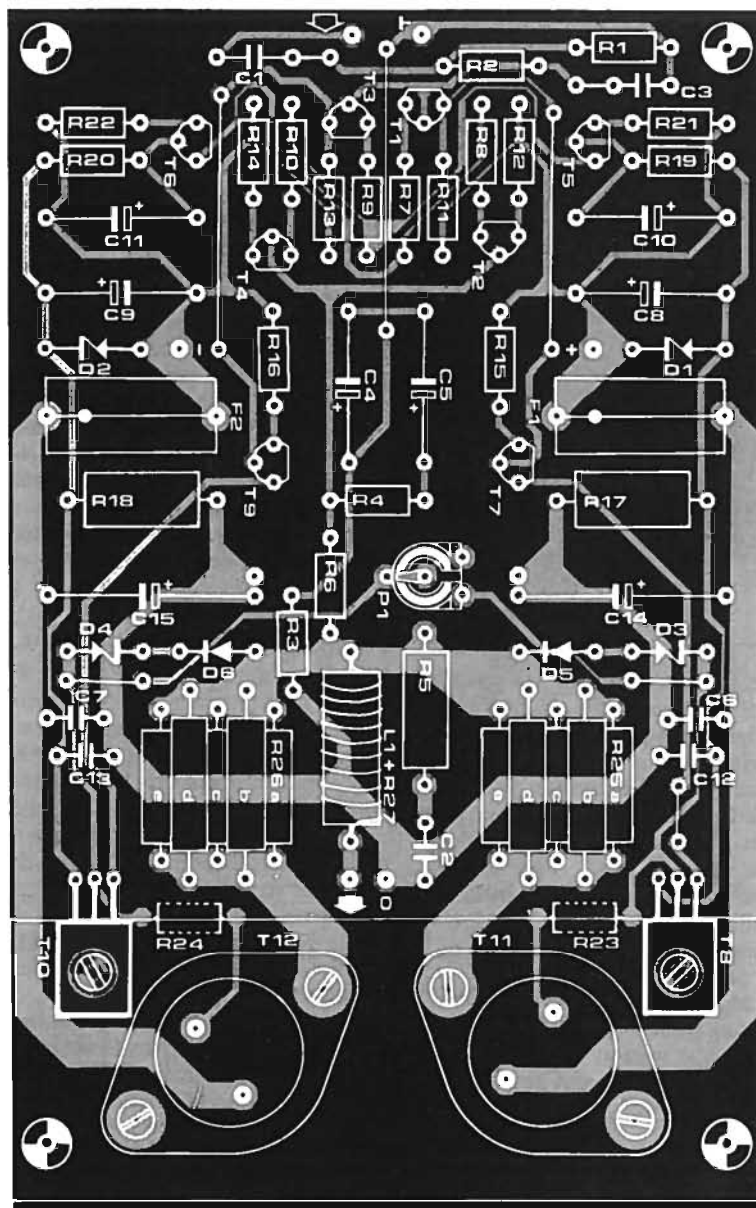
Venons-en au nouveau schéma. Il faut un examen approfondi pour se rendre compte des modifications apportées au schéma original: 2 FET-MOS ont disparu, la tension d'alimentation est descendue à  $2 \times 45 \dots 50$  V, certains composants ont vu leur valeur changer permettant ainsi au montage de "tourner sagement" à cette tension d'alimentation plus faible. La modification la plus visible est le remplacement des résistances de source bobinées R25 et R26 par deux ensembles de 5 résistances

ordinaires de 1 W au carbone montées en parallèle: cette disposition permet de construire une résistance de 5 W à très faible inductance (réduisant ainsi à néant le risque d'entrée en oscillation, phénomène redouté s'il en est!).

Les "mordus du C.C." seront sans doute étonnés de constater la présence à l'entrée de l'amplificateur d'un condensateur de couplage. Si l'entrée de l'amplificateur se voit appliquer un signal (provenant d'un préamplificateur) parfaitement exempt de composante continue (donc pourvu lui d'un condensateur de couplage), vous pouvez remplacer C1 du mini-crescendo par un pont de câblage.

L'une des parties les plus importantes de tout amplificateur (en raison de son effet sur la qualité finale de ce dernier) est l'alimentation. Le schéma de la figure 2 montre à quoi ressemble la version stéréo. Rien de bien sorcier: la classique association transformateur, pont de diodes, condensateurs électrochimiques. Le transformateur doit fournir une tension de sortie de  $2 \times 35$  V et un courant de 4 A. Un transformateur tori-





#### Liste des composants

##### Résistances:

R1, R6 = 33 k  
R2, R19, R20 = 2k2  
R3 = 10  $\Omega$   
R4 = 1 k  
R5 = 10  $\Omega$ /1 W carbone  
R7... R10 = 150  $\Omega$   
R11... R14 = 3k3  
R15, R16 = 82  $\Omega$   
R17, R18 = 4k7/1 W  
R21, R22 = 2k7  
R23, R24 = 220  $\Omega$   
R25 (a...e), R26 (a...e),  
R27 = 1  $\Omega$ /1 W carbone  
P1 = 250  $\Omega$  ajust.

##### Condensateurs:

C1 = 1  $\mu$ 5, MKM  
de préférence  
C2 = 22 n  
C3 = 1 n,  
styroflex de préférence  
C4, C5 = 220  $\mu$ /10 V  
C6, C7 = 220 n  
C8... C11 = 100  $\mu$ /10 V  
C12, C13 = 330 n  
C14, C15 = 100  $\mu$ /63 V

##### Semiconducteurs:

D1, D2 = diode zener  
3V9/400 mW  
D3, D4 = diode zener  
12 V/400 mW  
D5, D6 = 1N4148  
T1, T2, T6 = BC 546B  
T3... T5 = BC 556B  
T7 = BC 560C  
T8 = BF 470  
T9 = BC 550C  
T10 = BF 469  
T11 = 2SK134 ou 2SK135  
(Hitachi)  
T12 = 2SJ49 ou 2SJ50  
(Hitachi)

##### Divers:

F1, F2 = fusible 2A lent  
avec porte-fusible pour  
circuit imprimé  
L1 = 2  $\mu$ H, bobinée sur  
R27:  $\approx$  20 spires (en  
2 couches) de fil de  
cuivre émaillé de 1 mm  
de  $\varnothing$   
Radiateur commun à T8,  
T10, T11 et T12,  
1,25°C/W (avec petit  
matériel d'isolation)  
et équerre en aluminium  
(40 x 40 mm,  
20 cm de long)

#### Liste des composants pour l'alimentation (version stéréo)

Tr1 = transformateur  
2 x 35 V/4 A  
(Suprator ou ILP par  
ex.)  
B1 = pont de diodes  
B80C10000  
C17, C18 = 10 000  $\mu$ /63 V  
F3 = fusible 2A lent

que est bien évidemment la solution la plus esthétique (moins lourd, plus compact, arrêtons là la distribution de fleurs), mais en fait n'importe quel bon transformateur fait l'affaire. En ce qui concerne les électrochimiques C17 et C18, s'ils ont une capacité de 10 000  $\mu$ F chacun, cela convient parfaitement. Si vous pouvez trouver des électrochimiques de capacité plus importante, mais moins chers (si, si, cela arrive!) il n'y a pas de contre-indication, mais cela n'apporte rien de plus.

#### Le circuit imprimé

La réduction à 2 du nombre de FET-MOS nécessaires permet de diminuer sensiblement le format du circuit imprimé. Après moult tentatives, nous avons fini par atteindre un format du type carte europe. Le dessin du circuit imprimé et l'implantation des composants sont illustrés respectivement par les figures 3 et 4. L'implantation des composants ne devrait pas poser de problèmes, si on utilise la liste des composants comme fil d'Ariane. Les seuls

composants demandant quelques explications de mise en place sont les transistors de commande et les FET-MOS, mais nous y reviendrons. Vérifiez que L1 fait bien contact. La technique de montage des FET-MOS est la même que celle utilisée dans le cas du Crescendo. Le circuit imprimé est fixé au radiateur par l'intermédiaire d'une équerre en aluminium (dimensions 40 x 40 x 260 mm). Les FET-MOS sont eux-mêmes ensuite fixés sur l'équerre. En raison des faibles dimensions des circuits imprimés et de la faible dissipation des transistors de puissance, un unique radiateur est suffisant (100 x 200 mm, résistance thermique 1,25°C/W, SK42/00 par exemple). Les transistors de commande T8 et T10 sont eux aussi montés sur l'équerre de jonction; pour ce faire, on pliera avec douceur leurs pattes.

Les transistors de commande et les FET-MOS doivent être isolés électriquement du radiateur: utiliser un support mica ou céramique. N'oubliez pas que les vis de fixation aussi ne doivent pas être en contact électrique avec le radiateur; utiliser le maté-

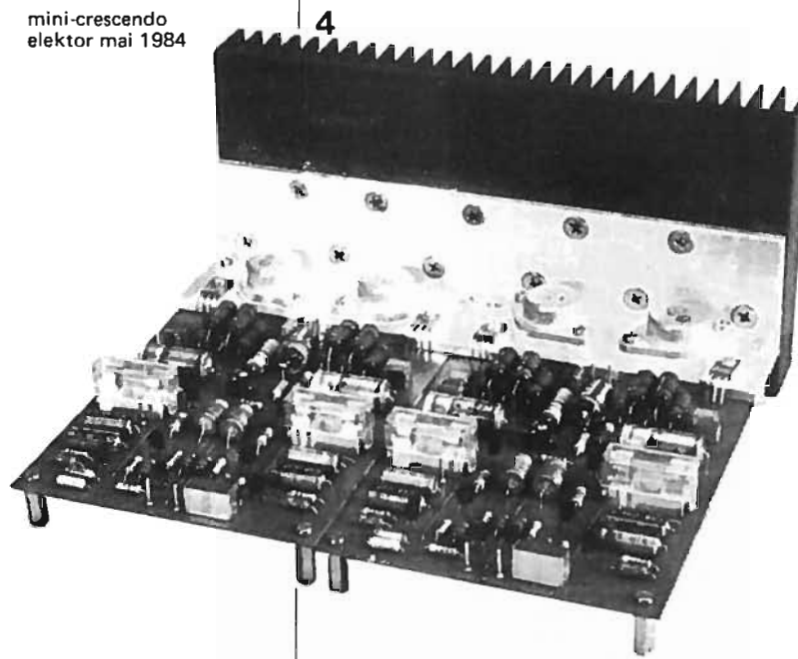


Figure 4. Version stéréo du mini-crescendo comprenant deux circuits imprimés fixés au radiateur à l'aide d'une équerre en aluminium.

riel d'isolation prévu à cet effet: on peut éventuellement envelopper les vis dans un morceau d'isolant thermorétractable. Il faut percer dans l'équerre les trous permettant la fixation des transistors et du radiateur. On peut utiliser le circuit imprimé comme gabarit pour déterminer la position des orifices de fixation de T8, T10, T11 et T12. La partie verticale de l'équerre est fixée au radiateur à l'aide d'un nombre de boulons adéquat (abondance de biens ne nuit pas). Ne pas hésiter à mettre de la pâte thermoconductrice entre le métal de l'équerre et le radiateur, le transfert thermique ne s'en fera que mieux; cette dernière mesure est impérative en ce qui concerne le montage des FET-MOS T8... T12 sur l'équerre.

### Câblage et boîtier

Si tout s'est passé comme prévu, vous disposez maintenant d'un ensemble compact comprenant les deux platines fixées au radiateur (figure 4). Vous devriez également avoir les composants de l'alimentation sous la main (figure 2). Comment interconnecter ces différents éléments d'un puzzle pour en faire un amplificateur fonctionnant correctement? Commençons par le boîtier. Vous avez toute latitude à son sujet, à condition qu'il soit solide et de dimensions convenables (un câblage inutilement long risque de causer des problèmes). Quelques instants de réflexion finiront par vous faire adopter une disposition pratique proche de celle illustrée par la figure 5. Rien de bien révolutionnaire: les circuits d'un côté, l'alimentation de l'autre. Le radiateur, les fiches de connexion, le câble secteur prennent place sur la face arrière, l'interrupteur marche/arrêt, le porte-fusible et l'ampoule de visualisation, sur la face-avant. Plus important que le choix du boîtier est la réalisation d'un câblage correct. Les règles à respecter sont, en gros, les mêmes que dans le cas du Crescendo: nous ne pouvons que vous recommander la lecture du paragraphe les donnant.

La figure 6 donne un exemple de câblage. Si vous le suivez à la lettre (et dans l'esprit), votre amplificateur ne peut que fonctionner parfaitement sans connaître de ronflement ou autres phénomènes gênants.

### Quelques points importants

Faire en sorte de disposer d'un point de masse de l'alimentation central, de préférence au point nodal des condensateurs électrochimiques de filtrage C17 et C18. Toutes les connexions de masse y seront reliées: les connexions de masse des circuits de l'amplificateur, celles des prises d'entrée (cinch), celles des sorties vers les enceintes. Cette masse centrale est ensuite reliée au boîtier métallique. Il faut veiller à ce que les fiches d'entrée soient parfaitement isolées. Les liaisons entre les fiches et les circuits imprimés se font par câble blindé. Règle générale: réduire au maximum la longueur des connexions.

### Test et réglage

Prendre quelques instants pour revérifier l'ensemble du montage de A à Z, avant de le mettre sous tension, peut vous éviter des surcharges désagréables. Attention aux condensateurs électrochimiques montés à l'envers: leur explosion peut être très dangereuse! Pour le test et le réglage de l'amplificateur, nous nous intéresserons successivement aux deux circuits imprimés. Il faudra de ce fait effectuer deux fois la suite des opérations décrites ci-dessous.

- Extraire les fusibles F1 et F2 et les remplacer par une petite résistance de 10 ohms/1/4 W.
  - Mettre P1 à sa résistance minimale en le tournant à fond dans le sens anti-horaire.
  - Mettre sous tension. Si les résistances se mettent à se consumer lentement, il vaut mieux arrêter les frais et rechercher l'erreur. Avant de recommencer, il faut l'avoir trouvée et éliminée.
  - Si les résistances ne se manifestent pas, connecter un multimètre sur une gamme tension continue faible (2... 5 V) en parallèle sur l'une d'entre elles (peu importe laquelle). Si tout va bien, le multimètre devrait indiquer zéro volt.
  - Agir (lentement) sur P1 dans le sens horaire jusqu'à ce que la tension aux bornes de la résistance de 10 ohms atteigne 1 V très exactement. Le courant de repos des FET-MOS est alors de 100 mA très précisément, ce qu'il nous faut.
  - Couper l'alimentation, enlever la résistance et remettre les fusibles en place. Après mise sous tension, le niveau de tension mesuré par rapport à la masse ne devrait pas dépasser 15 mV (approximativement) aux sorties.
- En principe tout fonctionne correctement maintenant. Aux incrédules de l'électronique, nous conseillons de vérifier la concordance des valeurs de tensions présentes sur leur appareil avec celles données en divers endroits du schéma de la figure 1.

### Petite remarque

Bien que les avantages d'un amplificateur symétrique complémentaire tel celui décrit ici soient très nombreux par rapport à ceux

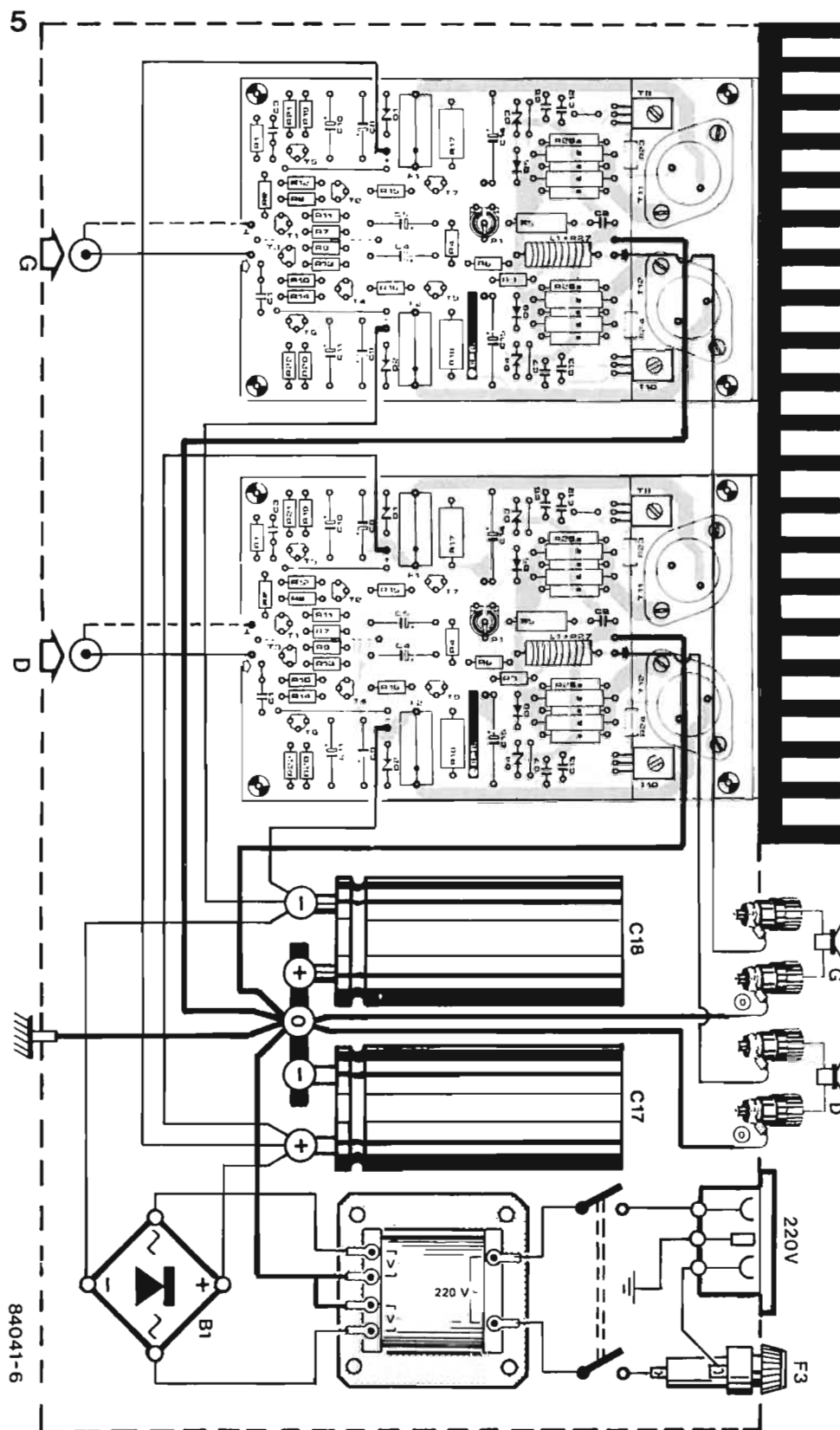


Figure 6. Un câblage effectué selon les règles de l'art (en étoile) met à l'abri de bien des mauvaises surprises.

d'un amplificateur de conception semicomplémentaire démodé, il serait malhonnête de ne pas signaler l'existence d'un inconvénient d'ordre pratique. L'absence de condensateur électrochimique en sortie peut, si l'amplificateur est défectueux, transmettre aux sorties allant vers les enceintes une tension continue avec les conséquences que l'on peut imaginer. Pour vous mettre à l'abri d'une mésaventure de cette sorte, nous vous

recommandons instamment de doter l'amplificateur d'un dispositif de "temporisation de mise en fonction des enceintes et de protection C.C." tel celui décrit en janvier 83. Ce circuit protège également les enceintes contre certains phénomènes audibles agaçants apparaissant lors de la connexion des enceintes (cloc et autres plops).

*Littérature:*

*Crescendo, Elektor décembre 1982.*