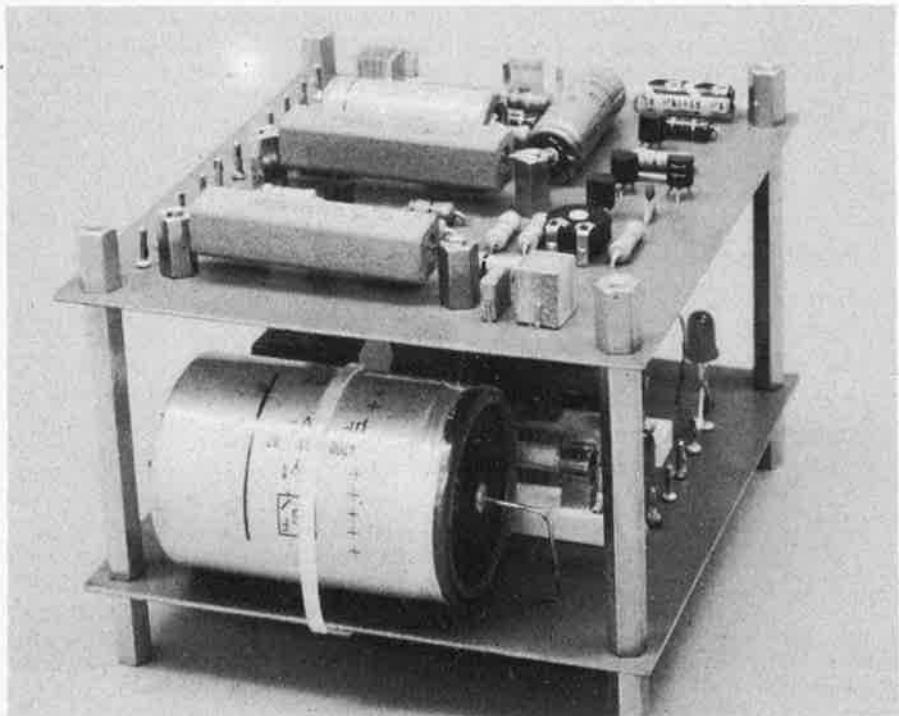


# ampli de 100W

## La robustesse de l'expérience

Ce qui fait la particularité de cet amplificateur est de ne pas être basé sur une technologie chère, ultra-moderne ou de pointe. Il ne se prétend pas être une révolution. Le montage que nous allons étudier tente d'optimiser au maximum les réponses aux exigences posées par certains de nos lecteurs: avoir une puissance et un rapport qualité/prix élevés, tout en maintenant aussi bas que possible le prix de revient, l'accent étant mis sur la fiabilité et sur la reproductibilité.

Pas de montage expérimental donc, mais pas de compromission non plus en ce qui concerne la puissance ou la distorsion. Un étage final qui réponde aux voeux de l'électronicien amateur, sans l'obliger à puiser trop profondément dans sa bourse, ni dans ses réserves de patience.



A quoi doit ressembler le nouvel amplificateur d'Elektor? La distillation de la pulpe de vos lettres à ce sujet nous permet d'en faire le portrait-robot:

Puissance de sortie de 100 W au minimum (en proposer plus n'est pas un mal);

Taux de distorsion à 100 W inférieur à 0,1 % (même à 20 kHz!);

Bandé passante étendue;

Protection interne en cas de court-circuit; Alimentation symétrique, ce qui permet de s'affranchir des énormes condensateurs électrochimiques de sortie;

Composants standards;

Montage simple et étalonnage aisés;

Reproductibilité élevée et haute fiabilité;

Prix de revient inversement proportionnel à la somme de ces dernières qualités; Instructions de montage aussi complètes que possible.

Tout compte fait, cette accumulation d'exigences peut paraître quelque peu irréaliste, sinon irréalisable. Mais une étude approfondie de ces données nous a permis de nous rendre compte que cela était techniquement possible et que le montage pourrait même fort bien s'accorder avec mini-mensurations. La réussite de cette "mission impossible" est due pour une grande part à l'utilisation de transistors darlington modernes. L'utilisation de circuits intégrés spéciaux et spécialisés ne se justifie pas lorsqu'il est possible d'atteindre les mêmes résultats avec des transistors faciles à trouver. Nous espérons, par ce montage, répondre à une question que se posent nombre de nos lecteurs:

Quel est l'amplificateur (d'Elektor) que je dois construire? L'EQUIN date un peu, sa puissance n'est plus suffisante (à cette époque caractérisée par la "toute-puissance" du "dieu" watt); reproche identique pour le Topamp; quant au Stentor, il fait trop de "bruit", c'est le cas de le dire, non pas tant en ce qui concerne la puissance qu'au point de vue distorsion (mais nous ne l'avons jamais appelé hi-fi!!). L'Elektornado ne fournit 100 watts que lorsque l'on fait un montage en pont. Quant à l'amplificateur 200 watts du numéro de février 1981, il semble être trop grand (d'une petite pointure) pour la majorité de nos lecteurs dont certains ne nous cachent pas qu'ils n'aiment guère la présence, qu'ils jugent "suspecte", des condensateurs électrochimiques à la sortie. C'est cette "brèche" que se propose de colmater notre nouvel amplificateur de 100 watts.

### Le circuit

La figure 1 montre l'ensemble du schéma de l'amplificateur. Il est ainsi relativement simple d'en décrire la conception.

On trouve à l'entrée un amplificateur différentiel discret, construit autour des transistors T1 et T2. À la suite de cet étage prend place un étage de commande (driver) basé sur T4, dont la ligne de collecteur comprend le transis-

1

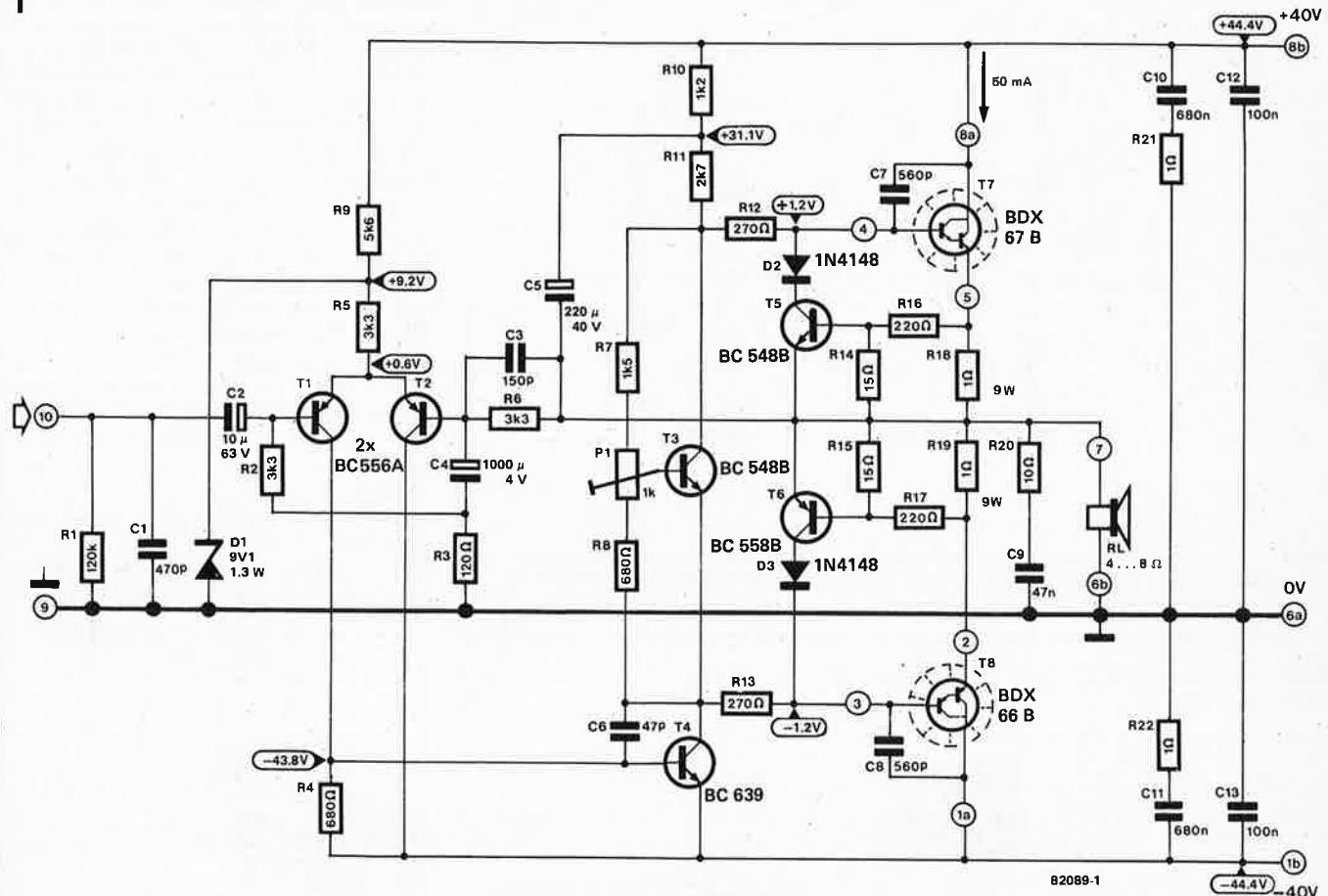


Figure 1. Schéma de l'amplificateur: une conception éprouvée permet d'assurer une reproductibilité aisée et d'obtenir un facteur de distorsion faible, même à puissance de sortie élevée.

tor T3 qui fait office de "diode-Z ajustable", ce qui permettra le réglage ultérieur du courant de repos. L'étage de commande est suivi d'un étage de sortie caractérisé par une complémentarité totale et qui comprend les transistors darlington T7 et T8. L'alimentation étant symétrique, le point milieu de l'étage de sortie se trouve au potentiel de la masse, ce qui rend inutile l'adjonction de condensateurs électrochimiques entre la sortie et le haut-parleur.

L'entrée de l'amplificateur, qui se caractérise par une impédance de  $100\text{ k}\Omega$ , peut être qualifiée de relativement haute impédance. Ce sont l'élévation (artificielle) de l'impédance ("bootstrapping") par l'action de la résistance R2 sur le condensateur C4 et la haute impédance de l'entrée de T1 lui-même qui sont responsables de cette impédance élevée. On retrouve à la base de T2, seconde entrée de l'amplificateur différentiel, le signal renvoyé depuis la sortie de l'amplificateur au travers de R6. Cette contre-réaction est efficace tant en tension alternative qu'en tension continue. La contre-réaction en tension continue fait en sorte de maintenir au potentiel de la masse la tension continue présente à la sortie. La contre-réaction en tension alternative, quant à elle, détermine le

facteur d'amplification et s'effectue par l'intermédiaire de R6, C4 et R3. Les valeurs des résistances utilisées sur le schéma permettent d'obtenir un facteur d'amplification (gain) en tension de:  $V_u/V_i = R_3 + R_6/R_3 = 3420/120 = 28,5$ . L'étage de commande de T4 est connecté au collecteur de T1. Cet étage de commande a plusieurs tâches à remplir: il lui faut amplifier la tension et fournir suffisamment de courant de commande (courant de base) aux transistors de sortie, T7 et T8. Comme ces transistors darlington, à fort facteur d'amplification de courant, n'ont besoin que d'un courant de base peu important, la puissance de dissipation du transistor de commande T4 reste limitée, ce qui rend superflu tout refroidissement, (inutile d'ajouter de radiateur). Le courant de repos de l'étage final est également déterminé par l'étage de commande, principalement par la tension qui règne entre les connexions des bases des transistors de l'étage final. Cette tension permet le passage d'un courant proportionnel à celle-ci au travers des résistances d'émetteur R18 et R19. Le transistor T3 est intercalé dans la ligne de collecteur de T4, de manière à rendre possible un réglage. Ce transistor (T3) entraîne une chute de tension stabilisée entre le collecteur et l'émetteur, chute

de tension que l'on peut ajuster à la valeur désirée à l'aide du potentiomètre P1.

Le condensateur C5 permet d'augmenter l'impédance créée artificiellement ("bootstrapping"); cette fois-ci, c'est pour augmenter la résistance au courant alternatif de R11, ce qui fera augmenter à son tour le facteur d'amplification de l'étage de commande.

Passons maintenant à l'étage terminal constitué par les deux transistors darlington, BDX 66 et BDX 67. Ces transistors sont de constitution particulièrement robuste: dans la version B, la tension collecteur-émetteur maximale admissible se situe à 100 V (elle est de 120 V maximum pour la version C); le courant maximal étant, lui, de 16 A; quant à la dissipation de puissance admissible, elle peut atteindre 150 W, à condition de maintenir à  $25^\circ\text{C}$  la température du boîtier. Mais voici le plus intéressant: lorsque le courant de collecteur atteint 10 A, le facteur d'amplification du courant continu est (contractuellement) garanti dépasser 1000! La tension de saturation atteint 2 V au maximum lorsque le courant atteint 10 A. Un courant de 5 A permet d'espérer un facteur d'amplification du courant continu de 4000 et une tension de saturation se trouvant entre 0,4

2

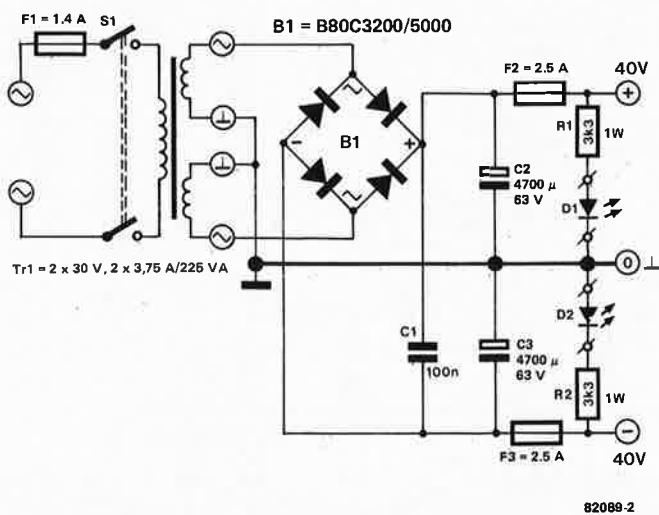


Figure 2. A condition d'utiliser un transformateur secteur de haute qualité, l'alimentation schématisée ci-dessus répondra à toutes les spécifications. Elle pourra fournir un courant de 2,5 A environ, à une tension de  $\pm 40$  V.

et 0,8 V. En résumé, l'idéal pour un amplificateur de puissance.

Un petit circuit de protection, qui prend la forme d'une limitation de courant, a été inclus dans le montage car même des transistors de ce calibre-là ont une capacité de charge limite. L'étage de limitation constitué par les transistors T5 et T6 repose sur un principe fort simple: dès que le courant de sortie atteint une valeur telle que la chute de tension aux bornes des résistances d'émetteur R18 et R19 commande l'ouverture des transistors T5 et T6, par l'intermédiaire des diviseurs de tension constitués respectivement par R16/R14 et R17/R15, ces transistors empêchent la poursuite de l'augmentation du courant de sortie, car ils réduisent la tension base-émetteur des darlington.

Quant à cette multitude de petits condensateurs, quelle est leur utilité? Ne vous inquiétez pas, nous allons y venir. Le condensateur C1 est destiné à limi-

3,4

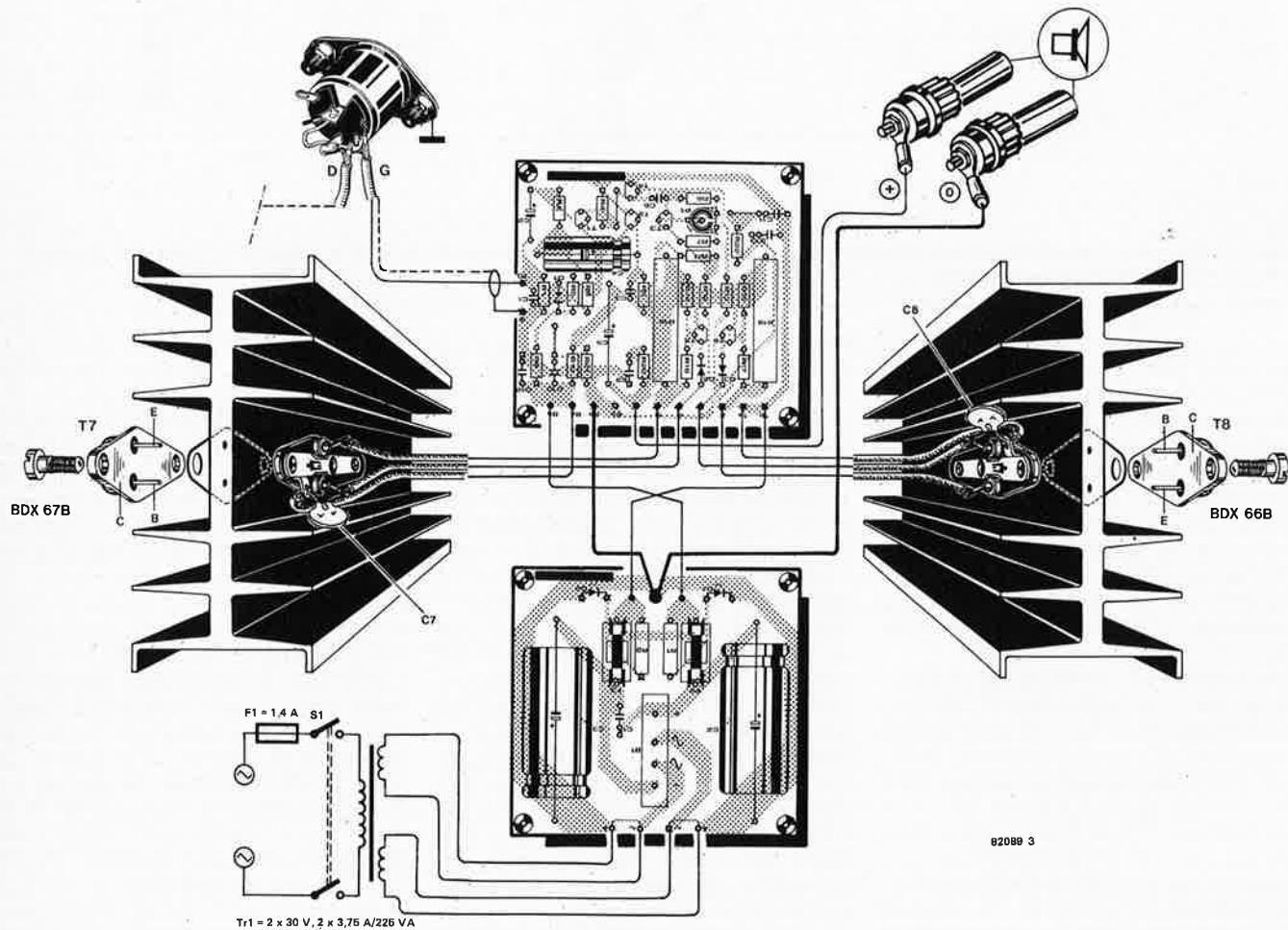


Figure 3. Une image en dit plus que mille mots (vieux proverbe chinois). Voici comment effectuer le montage d'un transistor darlington de puissance sur son radiateur. N'oubliez pas la pâte thermoconductrice!

Figure 4. Rien de tel qu'un plan de câblage précis pour faciliter la construction d'un bon amplificateur.

ter la largeur de bande passante à l'entrée, de manière à éviter que l'amplificateur ne "saute" sur le premier émetteur petites ondes qui lui tombe sous les "crocs". C3, quant à lui, limite la largeur de la bande passante de la partie amplification. Les hautes fréquences subissent une contre-réaction plus importante, la fréquence de coupure (-3 dB) dépassant les 100 kHz. Les condensateurs C6, C7 et C8 sont des "capacités de Miller", dont la fonction est d'augmenter la stabilité. C'est le même but que poursuit le réseau Boucherot qui se trouve à la sortie et qui constituent la résistance R20 et le condensateur C9. Les deux combinaisons triples C10, R21, C12 et C11, R22, C13 sont destinées à effectuer le découplage hautes fréquences des tensions d'alimentation. Comme vous pouvez le constater, nous n'avons lésiné ni sur nos efforts, ni sur le nombre de condensateurs, de façon à tuer dans l'œuf la moindre vélléité d'auto-oscillation.

lation de l'amplificateur.

### Qualités

Les attributs les plus "marquants" de cet amplificateur de puissance sont: d'une part une conception éprouvée par l'usage, d'autre part la robustesse et la fiabilité qui en découlent. Il ne devrait pas y avoir l'ombre d'un problème lors de sa construction. Ceci ne veut pas dire qu'il va falloir se contenter de caractéristiques techniques défavorables. Commençons par la puissance. Elle atteint 120 W dans une charge de 4 ohms, avec un taux de distorsion de 1 %. Ce taux de distorsion n'est que de 0,1 % lorsque la puissance est de 100 watts, ce qui devrait suffire largement à tous les enthousiastes de la Hi-Fi dont les oreilles délicates sont de plus en plus sollicitées par les fabricants. Si la charge passe à 8 ohms, il reste possible d'atteindre une puissance de 70 watts, valeur qui se situe moins de 3 dB en dessous de celle qu'il était possible d'atteindre sous 4 ohms. Cette valeur est largement suffisante, même pour des enceintes d'une impédance de 8 ohms.

Le tableau 1 vous propose un résumé des caractéristiques techniques, la courbe du taux de distorsion en fonction de la puissance se trouvant consignée, elle, sur les courbes de la figure 5. Nous n'avons pas laissé planer un voile pudique sur l'évolution du taux de distorsion aux basses (40 Hz) et hautes (20 kHz) fréquences. Suivre cette évolution vous rassurera si vous cherchez à savoir si "tout se passe bien" à 1 kHz. L'amplificateur atteint son rendement maximum pour une tension d'entrée de 0,775 V, valeur standard que tout pré-amplificateur doit pouvoir fournir. Si pour une raison ou une autre, le pré-amplificateur se caractérisait par un niveau de sortie plus élevé, il faudrait procéder à une adaptation des deux maillons de la chaîne l'un à l'autre en intercalant un potentiomètre ajustable de 10 kΩ entre le préampli et l'amplificateur.

Les enceintes doivent être capables de supporter la puissance fournie par l'amplificateur; si leur impédance est de 4 ohms, il faut que leur impédance nominale soit de 120 watts; des enceintes de 8 ohms doivent pouvoir "encaisser" 70 watts si elles sont destinées à être reliées à cet amplificateur.

Il est techniquement possible de remplacer une enceinte de 120 watts d'impédance 4 ohms par deux enceintes d'impédance 8 ohms capables de subir une puissance de 60 watts chacune, en les branchant en parallèle.

### L'alimentation

Un amplificateur de puissance ne vaut que ce que vaut son alimentation. Il arrive quelquefois que l'on ne pense pas suffisamment à cet aspect d'un montage ou d'un appareil. La tension nominale d'alimentation de notre amplificateur de

100 watts est de ± 40 V. L'alimentation doit pouvoir fournir à la tension que nous venons de donner un courant de 2,25 A environ, pour permettre à l'amplificateur de donner sa puissance de 120 watts. Si la puissance exigée tombe à 70 watts (enceintes de 8 ohms), un courant de 1,1 A sera suffisant. L'alimentation n'étant pas stabilisée, il faut veiller à ce que la tension à vide n'augmente pas trop. Les "pauvres" transistors de l'amplificateur ne supportent pas une tension supérieure à 100 V. Pour limiter les risques au maximum en cas d'absence de charge, l'alimentation a été calculée de manière à ce que la tension ne puisse pas dépasser ± 46 V. Ceci permet d'utiliser une alimentation de faible résistance interne, mais cet avantage ne peut être obtenu qu'à l'aide d'un transformateur de haute qualité. C'est la raison pour laquelle nous conseillons l'utilisation d'un transformateur torique qui se targue, à raison, de posséder un certain nombre d'avantages sur un transformateur à tôles conventionnel. Il est important que le transformateur réponde à ces diverses spécifications, car c'est de lui que dépendent les résultats finaux. Si le transformateur est de bonne qualité, la suite ne posera pas le moindre problème: il suffit d'ajouter un pont redresseur de capacité suffisante (en tension et en courant), des condensateurs électrochimiques répondant aux mêmes conditions et nous voici en présence de l'alimentation. La figure 2 illustre cette progression toute simple. Pour mettre le maximum de chances de notre côté, nous avons ajouté un fusible dans chacune des lignes de sortie du transformateur. On ne sait jamais, une fausse manœuvre est si vite arrivée. La mise en place de ces fusibles sur les deux lignes de tension de sortie est une sérieuse assurance-vie pour l'amplificateur. La limitation en courant qui assure l'étage final ne garantit pas une protection de durée illimitée contre les court-circuits, mais permet à l'amplificateur de survivre jusqu'à ce que les fusibles se soient "sacrifiés". Vous n'aurez pas le moindre problème pour détecter la destruction d'un fusible, grâce à l'extinction de la LED de signalisation correspondante (soit D1, soit D2). Remarquons au passage que rien n'empêche de surdimensionner quelque peu les électrochimiques, en prenant des 10 000 µF par exemple. Telle que décrite ci-dessus, l'alimentation ne pourra "nourrir" qu'un seul étage final, ce qui veut dire qu'il vous en faudra deux si vous voulez construire un amplificateur stéréo.

### Le montage

Quelle que soit la beauté d'un schéma, cela ne fait pas un amplificateur. En l'absence de petit mode de montage, nombreux seront les constructeurs potentiels qui auront l'impression de se trouver dans le bain, sans pouvoir profiter de la moindre bouée. Le premier

Tableau 1.

#### Caractéristiques techniques

Puissance de sortie 120 W ( $R_L = 4\Omega$ , d = 1 %)  
(signal 100 W ( $R_L = 4\Omega$ , d = 0,1 %)  
sinusoïdal) 70 W ( $R_L = 8\Omega$ , d = 0,1 %)

Largeur de bande de puissance < 10 Hz -> 20 kHz à 120 W et d = 1 %

Réponse en fréquence < 10 Hz -> 100 kHz (-3 dB)

Taux de distorsion < 0,1 % à 20 Hz - 20 kHz et 100 W

Distorsion d'intermodulation: 0,28%, mesurée à 40 Hz et 10 kHz, rapport d'amplitude 4 : 1,  $P_a = 100 W$   
Rapport signal/bruit - 70 dB ramenés à  $P_a = 100 W$  en cas d'entrée ouverte (sans charge)

Sensibilité d'entrée 0,775 V à volume maximal

Impédance d'entrée 100 kΩ

Impédance de sortie 0,052 Ω (à 1 kHz)

Facteur d'amortissement 75 environ

Résistance de charge minimale 4 Ω

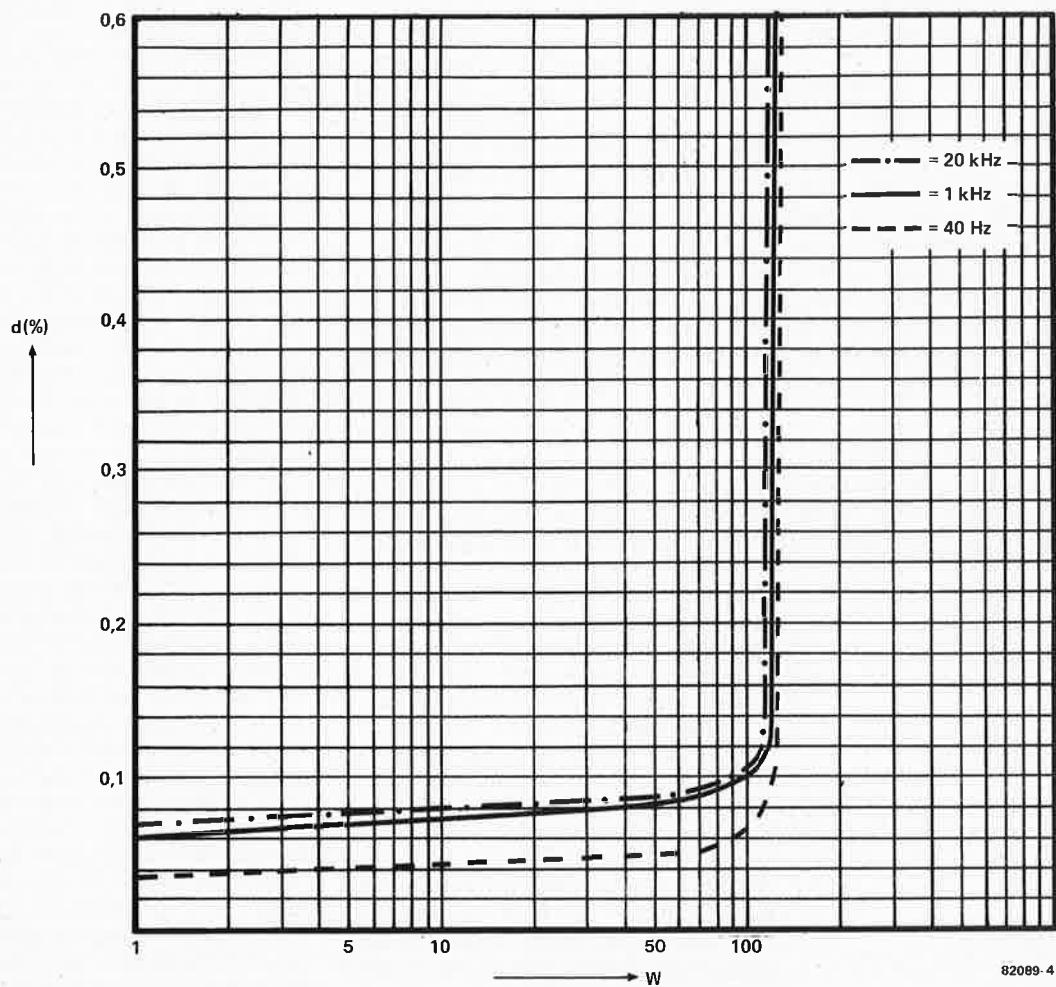
Tension d'alimentation 80 V symétrique (+ 40 V, 0, - 40 V)

Consommation de courant max. 2,25 A pour  $R_L = 4 \Omega$

Courant de repos du transistor final 50 mA

(Montage de classe AB)

5



82089-4

Figure 5. Voici des courbes qui n'ont rien à cacher. Le taux de distorsion reste inférieur à 0,1% même à 20 kHz ou à 100 watts.

pas sur l'épineux chemin de la construction d'un amplificateur est la possession d'un circuit imprimé, tel que celui représenté en figure 6. La construction de l'amplificateur ne devrait pas poser de problème, à condition de savoir mettre en place les composants et manier (un peu) le fer à souder. Pensez à vérifier que les "grosses" résistances d'émetteur, R18 et R19, ne reposent pas sur le circuit imprimé; il faut laisser un espace d'au-moins 5 mm de façon à ce que la dissipation de chaleur puisse se faire sans difficulté. Les transistors T7 et T8, ainsi que les condensateurs C7 et C8, ne trouvent pas leur place sur le circuit imprimé. Les figures 3 et 4 permettent de mieux saisir la manière d'effectuer leur montage et leur câblage. L'important, ici, est de monter chaque transistor, bien isolé, sur son propre radiateur de  $1,2^{\circ}\text{C}/\text{W}$  (un SK84, noir, de 100 mm de long par exemple). Si l'on utilise de la pâte thermoconductrice aux silicones (que l'on appliquera sur les deux côtés de la "rondelle" isolante de mica), des radiateurs de  $1,8^{\circ}\text{C}/\text{W}$  (tels

que des SK03, noirs, de 100 mm de longeur) feront parfaitement l'affaire. Si au contraire on veut monter les transistors sur le même radiateur, il faut diviser sa résistance thermique par le nombre de transistors. Prenons un exemple: si les transistors T7 et T8 se retrouvent sur le même radiateur, la résistance thermique de ce dernier devra être de  $0,6^{\circ}\text{C}/\text{W}$  ou de  $0,9^{\circ}\text{C}/\text{W}$  (avec pâte thermoconductrice).

Les boîtiers et les connexions des transistors de puissance ne doivent en aucune circonstance pouvoir entrer en contact galvanique avec le radiateur, car cela ne manquerait pas de nous mener tout droit au court-circuit. Signalons d'autre part que l'on trouve la tension de collecteur (40 V) sur le boîtier des transistors, cette tension n'étant pas totalement inoffensive ni pour les humains, ni pour les animaux domestiques, raison pour laquelle nous conseillons de mettre les célèbres capuchons protecteurs noirs sur les boîtiers des transistors.

La figure 4 montre nettement comment

mettre les condensateurs en place. Nous attirons votre attention sur la brièveté des connexions que l'on peut éventuellement recouvrir de gaine plastique isolante. Les autres liaisons indiquées sur cette même figure doivent être faites à l'aide de fil ou de câble ayant une section de  $0,5 \text{ mm}^2$  au moins. Garder les connexions aussi courtes que possible est un avantage, car il circule quelques ampères au travers de ces liaisons.

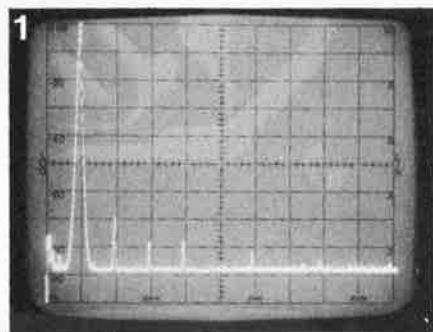
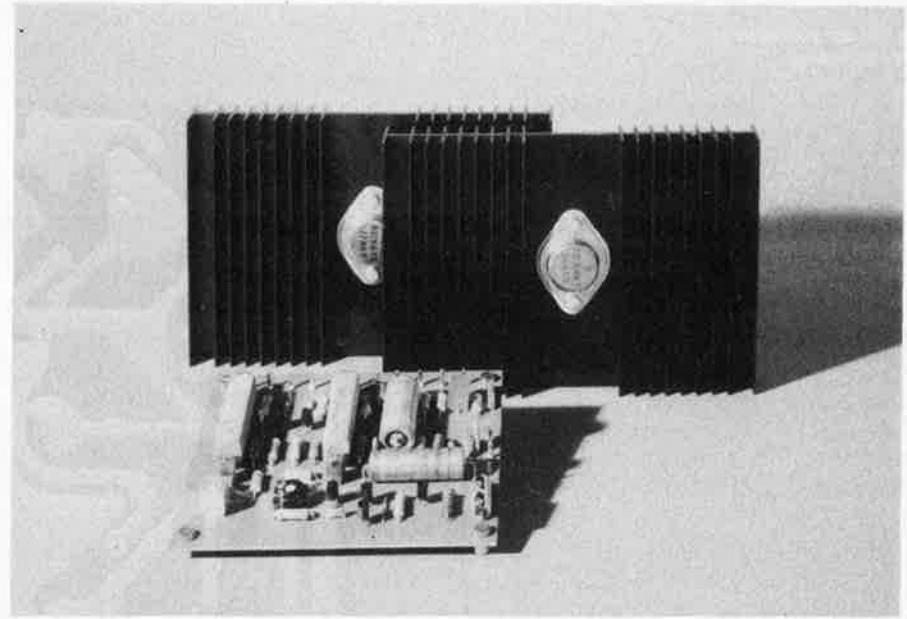
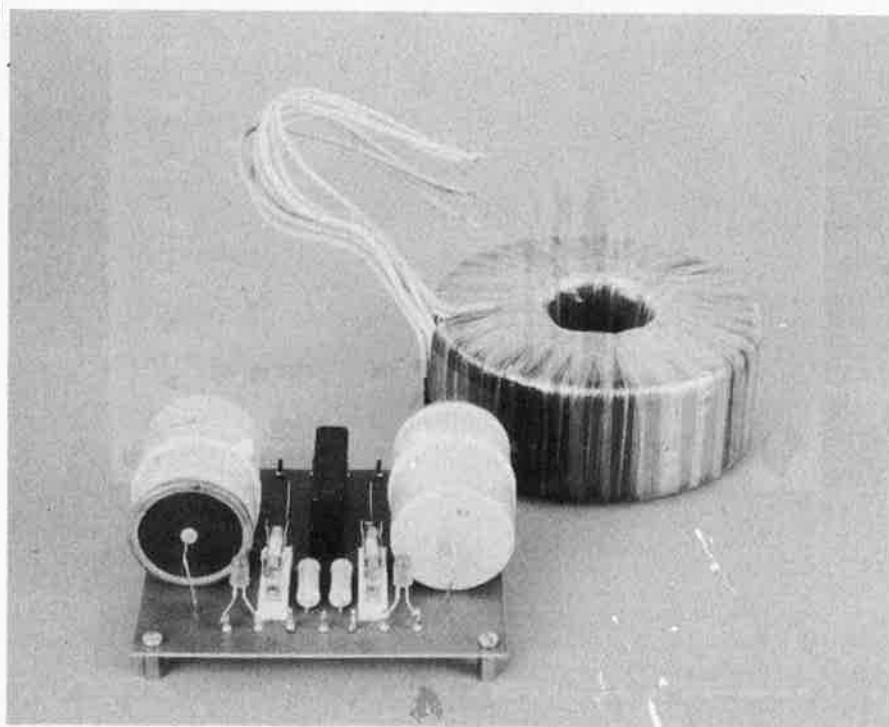
Pour effectuer la connexion des enceintes, il existe deux possibilités: soit utiliser des prises DIN, soit des prises extrême-orientales, (griffes made in Japan), mais dans ce dernier cas, il faudra faire attention à ne pas inverser la polarité, le rouge indiquant la sortie active, le noir la liaison de masse. Les liaisons entre les prises DIN et le circuit imprimé (telles que les montre la figure 4) doivent être faites à l'aide de câble blindé BF; le blindage étant, lui, relié à la masse du circuit imprimé. La connexion de masse de la prise d'entrée est le seul point de mise à la

masse de l'amplificateur, c'est le seul endroit auquel on puisse effectuer une liaison entre le boîtier (métallique) et la ligne de masse de l'amplificateur. Ce point est d'une importance capitale pour la réussite du montage.

L'endroit de montage de la prise d'entrée doit être le plus éloigné possible du transformateur secteur, des liaisons d'alimentation, de celles de sortie et du câble d'arrivée de la tension secteur, de façon à éviter, autant que faire se peut, une influence réciproque ou un phénomène de contre-réaction entre la sortie et l'entrée, ce qui pourrait donner naissance à des ronflements. On risque également d'assister à une contre-réaction entre les liaisons 40 V et l'entrée, si la distance séparant ces deux points n'est pas suffisante.

Lorsque l'on veut effectuer la liaison entre le transformateur torique et le circuit imprimé, on commence par se trouver devant un casse-tête. Prenons un transformateur torique symétrique. Nous lui trouvons quatre fils au secondaire: nous en déduisons que les secondaires sont séparés. Comment procéder dans ce cas-là? C'est très simple: commencez par relier deux fils n'appartenant pas au même secondaire, puis mesurez la tension existant entre les deux fils restants. Si la tension alternative mesurée est de 60 V environ, l'affaire est réglée: les deux fils qui ont été reliés l'un à l'autre seront connectés au point marqué d'un symbole de masse (↓) sur le circuit imprimé. Si au contraire la tension mesurée n'est pas de 60 V mais qu'elle est assez proche de 0 V, il faudra mettre en contact deux autres fils et recommencer les mesures. Vous allez sans aucun doute trouver cette fois-ci les 60 V recherchés.

Il est très fortement recommandé de fixer solidement les condensateurs



**Photo 1.** Reproduction de l'écran de l'analyseur de spectre qui permet de voir quelles sont les harmoniques contenues dans le taux de distorsion. Réglage: vertical 10 dB/division, horizontal 1 kHz/division, fréquence de mesure 1 kHz, puissance de sortie de 90 watts dans 4 ohms. La composante occasionnelle des harmoniques est de 0,04 %.

C2 et C3 de manière à se mettre à l'abri d'une rupture accidentelle des fils de connexion.

Il faudra veiller tout particulièrement à effectuer une liaison correcte entre le câble secteur et le transformateur. Un travail peu soigneux dans ce domaine pourrait fort bien transformer votre amplificateur en engin de mort.

Point 1: utiliser une fiche secteur avec borne de mise à la terre, ainsi qu'un câble secteur à trois brins.

Point 2: faire sortir le câble secteur du boîtier par l'intermédiaire d'un passe-fil et d'une bride anti-arrachement (en cas de traction sur le câble lui-même).

Point 3: effectuer une liaison conductrice correcte entre le brin de mise à la terre (boulon, œil de soudure, circlip, écrou) et le coffret de l'amplificateur.

Point 4: utiliser un interrupteur secteur bipolaire et des porte-fusibles isolés; penser à bien isoler tous les points de connexion (points de soudure).

Point 5: une remarque d'ordre général: tous les composants qui véhiculent la tension secteur doivent être impossibles à atteindre de l'extérieur et donc isolés en conséquence!

Ajoutons quelques conseils pour la mise en coffret. Il est facile de fixer les circuits imprimés, reproduits à l'échelle un, sur le fond du coffret à l'aide de boulons M3 et d'entretoises de 10 mm. Les dimensions de la platine de l'alimentation et de celle de l'amplificateur étant identiques, rien n'empêche de les monter l'une au-dessus de l'autre. Suivant la version que vous choisirez de construire, l'endroit le plus adéquat pour positionner le ou les radiateur(s) est différent. En version mono, le radiateur se trouve idéalement placé sur la face arrière du coffret de l'amplificateur; alors qu'en version stéréo, les radiateurs pourront prendre place symétriquement sur les deux faces latérales du coffret. Nous conseillons de les monter verticalement dans les deux cas, de manière à permettre une meilleure évacuation de la chaleur (effet de chemi-

**Liste des composants  
Amplificateur**

6

**Résistances:**

R1 = 120 k  
 R2,R5,R6 = 3k3  
 R3 = 120  $\Omega$   
 R4,R8 = 680  $\Omega$   
 R7 = 1k5  
 R9 = 5k6  
 R10 = 1k2  
 R11 = 2k7  
 R12,R13 = 270  $\Omega$   
 R14,R15 = 15  $\Omega$   
 R16,R17 = 220  $\Omega$   
 R18,R19 = 1 $\Omega$ /9 W  
 R20 = 10  $\Omega$   
 R21,R22 = 1  $\Omega$   
 P1 = 1 k ajustable

**Condensateurs:**

C1 = 470 p  
 C2 = 10  $\mu$ /63 V  
 C3 = 150 p  
 C4 = 1000  $\mu$ /4 V  
 C5 = 220  $\mu$ /40 V  
 C6 = 47 p  
 C7,C8 = 560 p  
 C9 = 47 n  
 C10,C11 = 680 n  
 C12,C13 = 100 n

**Semiconducteurs:**

T1,T2 = BC 556 A  
 T3,T5 = BC 547 B, BC 548 B  
 T4 = BC 639  
 T6 = BC 557 B, BC 558 B  
 T7 = BDX 67 B, BDX 67 C  
 T8 = BDX 66 B, BDX 66 C  
 D1 = Diode-Z 9V1/1,3 W  
 D2,D3 = 1N4148, 1N914, BAW 62

**Divers:**

2 x radiateurs 1,2° C/W ou  
 1,8° C/W (voir texte)  
 2 x rondelles d'isolation T03  
 2 socles pour transistors T03  
 Pour la fixation: boulons M3, écrous, circlips

**Liste des composants  
Alimentation**

**Résistances:**

R1,R2 = 3k3/1 W

**Condensateurs:**

C1 = 100 n  
 C2,C3 = 4700  $\mu$ /63 V

**Semiconducteurs:**

D1,D2 = LED  
 B1 = B80 C 3200/5000 (pont redresseur)

**Fusibles:**

F1 = 1,4 A lent  
 F2,F3 = 2,5 A rapide

**Divers:**

Transformateur secteur (torique)  
 sec. 2 x 30 V, 2 x 3,75 A, 225 VA  
 2 x porte-fusible pour circuit imprimé  
 1 x porte-fusible pour face avant  
 S1 = interrupteur secteur bipolaire

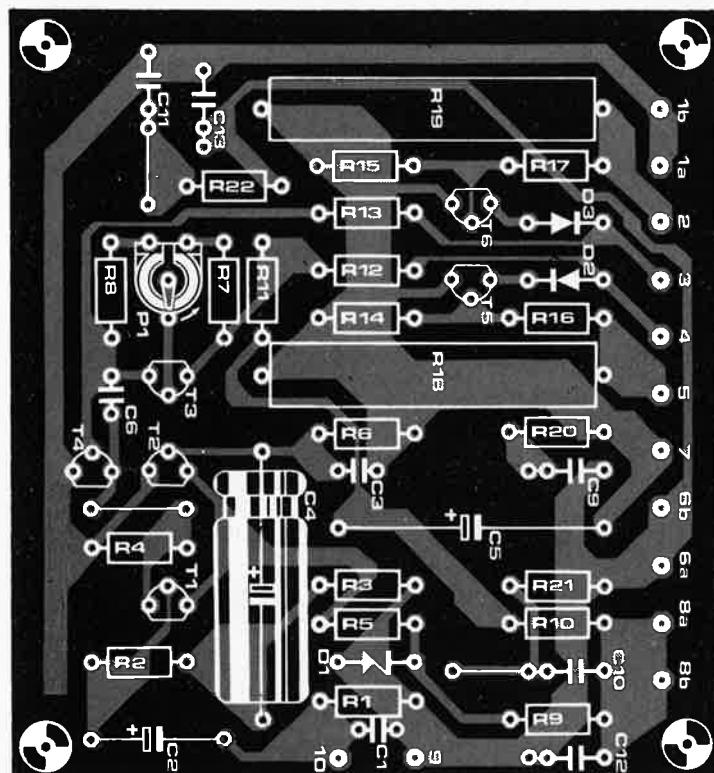
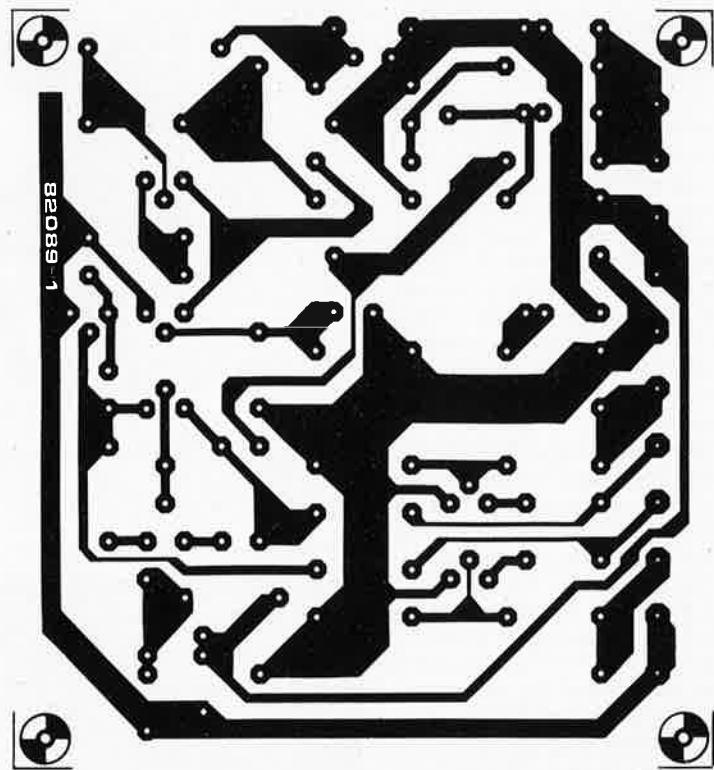


Figure 6. Représentation du circuit imprimé et implantation des composants de l'amplificateur.

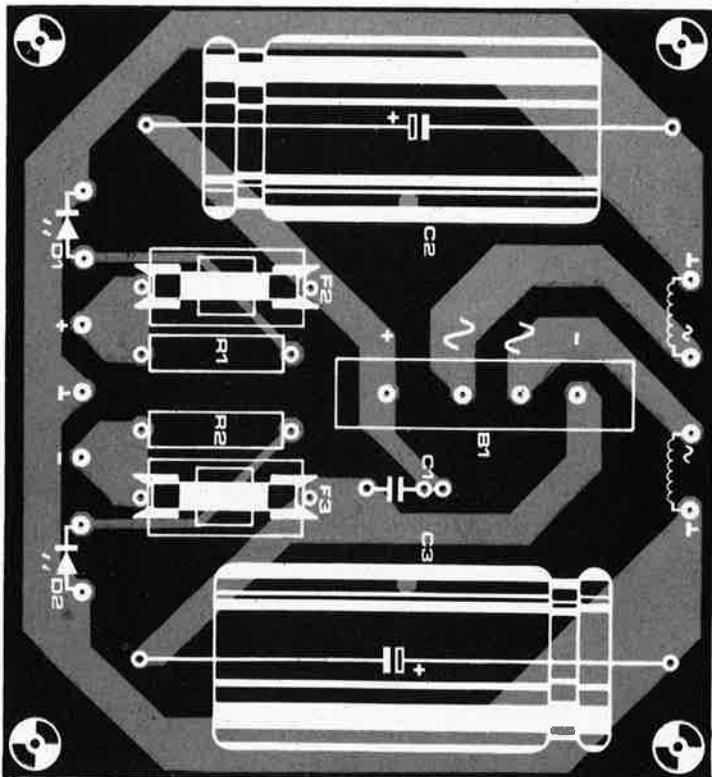
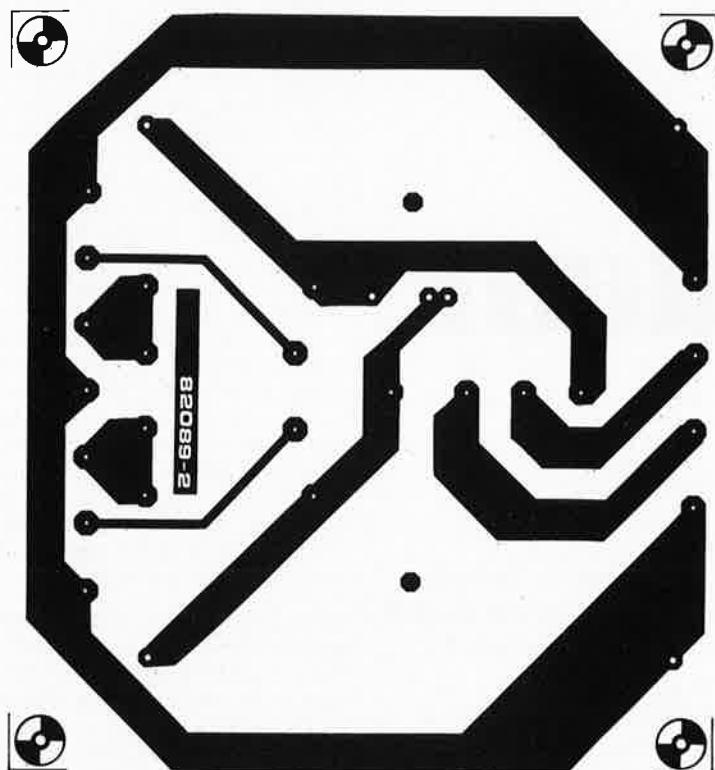


Figure 7. Représentation du circuit imprimé de l'alimentation et implantation de ses composants.

née). Les liaisons entre le circuit imprimé et les fiches de sortie vers les enceintes, peu importe que les prises soient DIN ou à griffes, doivent reposer sur le fond du coffret, de manière à permettre une évacuation galvanique des champs de rayonnement électromagnétique importants qui se produisent lorsque cette liaison est parcourue par un fort courant.

### Etalonnage et mise en fonction

**Important:** ne pas utiliser l'amplificateur avant d'avoir réglé P1.

Voici la manière de procéder: mettre les sorties en l'air, ne pas connecter d'enceinte, court-circuiter les entrées, extraire le fusible F2 de l'alimentation et brancher un multimètre en fonction ampèremètre, en gamme 1A, sur les deux griffes du porte-fusible (pointe de touche positive du multimètre reliée à la griffe du porte-fusible connectée au condensateur C2).

Amenez maintenant le curseur du potentiomètre ajustable P1 jusqu'en butée, dans le sens anti-horaire. Après avoir contrôlé une dernière fois l'implantation des composants et l'exactitude du câblage, vous pourrez brancher la fiche dans la prise secteur avec une très légère appréhension. Quelques instants après la mise sous tension, l'aiguille du multimètre ne devrait pas être très éloignée du zéro. Si tel n'est pas le cas, débranchez la fiche car il y a un défaut de construction. Si la consommation en courant est correcte, (de l'ordre de quelques mA), on pourra passer l'instrument en gamme 100 mA et agir sur P1 de façon à régler le courant à 80 mA. Le courant de repos qui traverse les transistors finaux est de l'ordre de 50 mA environ. Il faut maintenant laisser l'amplificateur branché pendant un certain temps de manière à le laisser chauffer et de pouvoir peaufiner ensuite le réglage si cela s'avérait nécessaire. Lorsque le réglage définitif est trouvé, il est recommandé de rendre impossible un éventuel dérèglement en bloquant le potentiomètre à l'aide d'une goutte de vernis à ongle. C'est ainsi que se termine la mise au point de l'amplificateur, il ne reste plus qu'à remettre le fusible en place (après avoir coupé l'alimentation!). Nous terminons notre montage en vous souhaitant une écoute agréable à l'ombre de votre amplificateur de 100 watts. Si vous deviez rencontrer un quelconque problème de mise au point, les diverses valeurs de tension indiquées sur le schéma devraient vous permettre de vous tirer d'affaire. Toutes les tensions indiquées sont prises sur un prototype dont le réglage est terminé, entrées court-circuitées et enceintes connectées.