

MIEUX QU'UNE 300B !

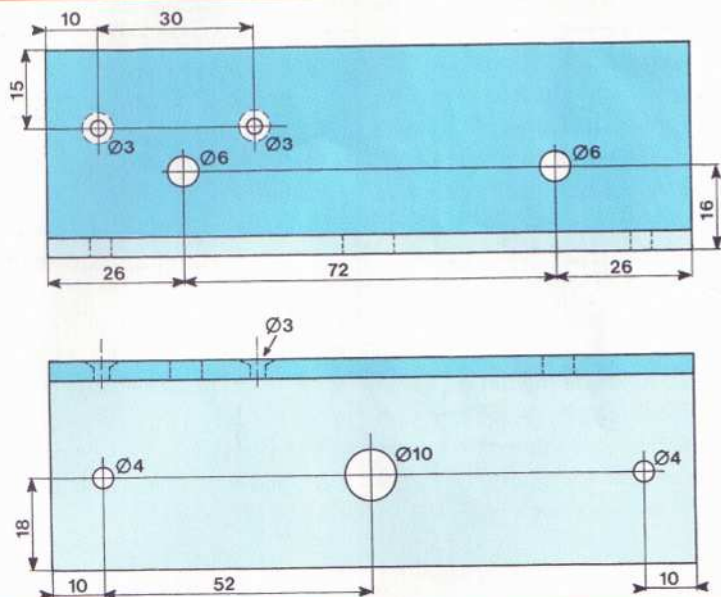


Figure 15

marquant avec un crayon à papier les autres forages à venir. Attention, les pastilles cuivrées doivent être plaquées contre le châssis.

Les différentes découpes seront facilitées si, comme nous, vous utilisez des emporte-pièces.

La préparation du châssis est toujours la partie la plus délicate à entreprendre pour la réalisation de nos amplificateurs.

L'ÉQUERRE DE DISSIPATION

Elle va servir de dissipateur aux 4 ponts «basse tension» ainsi qu'au maintien du potentiomètre de réglage de la tension négative -Ug.

La **figure 15** donne les indications nécessaires pour les différents perçages de cette équerre en aluminium de 40 x 40 x 125 mm (provenance Selectronic).

Ne pas oublier de fraiser les 2 trous de $\varnothing 3$ mm et de respecter la cote de 72 mm pour les forages à $\varnothing 6$ mm. Cet entre-axes va permettre de plaquer l'équerre au fond du châssis en se servant des vis de maintien du transformateur d'alimentation.

Le perçage à $\varnothing 10$ mm va permettre d'y introduire le canon du potentiomètre P2.

EQUIPEMENT DU CHÂSSIS

Le coffret percé suivant les indications données en figure 14 ou avec une petite variante si vous utilisez des transformateurs classiques en EI en lieu et place des nôtres, il est temps d'en entreprendre l'équipement en commençant par les borniers à l'arrière de l'appareil. Bien isoler les prises CINCH et les borniers HP (vérifier à l'ohmmètre).

Fixer ensuite les circuits imprimés de l'alimentation HT en utilisant de la visserie de 3 avec vis à tête fraisée. Intercaler entre époxy et écrou **avec cosse à «œil» de $\varnothing 3$ mm** et une rondelle «éventail». La cosse doit être soudée à la grosse pastille (-5) du circuit imprimé. Cette opération est à répéter 4 fois. Vérifier ensuite à l'ohmmètre que ces pastilles sont bien en contact avec le châssis (court circuit 0 Ω). Mettre en place les 4 supports 4 plots des 2A3 en utilisant de la visserie de 4. Faire de même avec les 2 supports OCTAL châssis de l'étage d'entrée de la façon suivante :

- Gratter la peinture autour des forages à $\varnothing 3$ mm.
- Intercaler entre le châssis et la bride de fixation du support une rondelle «éven-

tail» en respectant l'ordre : vis, rondelle «éventail», bride, cosse à «œil» de $\varnothing 3$ mm, rondelle «éventail», écrou de 3. Bien serrer l'ensemble et vérifier à l'ohmmètre que les cosses à «œil» sont en contact avec le châssis et la pastille (-5) des circuits imprimés. **Cette mise à la masse est très importante.**

Passons ensuite aux pattes de fixation des modules déphaseurs. Une patte est importante, celle située entre les supports des 2A3. Gratter la peinture autour du forage de $\varnothing 3$ mm.

On utilise pour ces pattes des entretoises métalliques filetées femelle / femelle M3 de 15 mm de hauteur. Lors de leurs fixations, prévoir entre le châssis et l'entretoise une rondelle «éventail».

Mettre en place les transformateurs, celui d'alimentation étant situé entre ceux de sortie.

• EQUIPEMENT DU DISSIPATEUR

Un regard sur les interconnexions de l'appareil vous renseigne tout de suite. L'équerre est située au centre de l'amplificateur, nous y remarquons :

- 2 ponts vissés au fond du châssis. Il faut utiliser des vis de 3 à tête fraisée, les têtes sont noyées dans l'épaisseur de l'aluminium.

- Le potentiomètre P2 vissé à la paroi verticale.

- Les modules de redressement / filtrage pour le chauffage en 6,3 V des triodes 6SN7 ainsi que l'obtention de la tension négative de grille -Ug. Les ponts sont plaqués contre le dissipateur par de la visserie de 4. Sur le prototype, nous avons inséré entre le CI et le pont une entretoise M4 femelle / femelle de 8 mm pour consolider l'ensemble.

Nous vous conseillons de câbler tout de suite le potentiomètre P2 aux picots du module comme indiqué en figure 11.

Pour en terminer, **relier la cosse de masse du potentiomètre à l'autre module**, piste 0 V évidemment.

On peut alors fixer l'équerre au fond du châssis en utilisant 2 des vis réservées au transformateur d'alimentation.

LES INTERCONNEXIONS

• LE TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION

Si comme nous vous avez choisi le transformateur en cuve, il y a une multitude de fils de toutes couleurs qui partent dans tous les sens. Nous allons nous en débarrasser au plus vite pour aérer le châssis. Procédez ainsi en soudant :

- le fil bleu à une cosse de la prise secteur.

- le fil rouge (ou orange suivant le secteur EDF) à une cosse de l'interrupteur M/A en utilisant l'excédent pour en repartir de l'autre cosse vers la prise secteur.

- les fils jaune/vert à une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm. Cette cosse sera bloquée au fond du châssis par une vis de fixation du transformateur. Gratter l'oxydation du châssis pour faire apparaître l'aluminium autour du forage à $\varnothing 6$ mm. Intercaler entre cosse et châssis une rondelle «éventail».

- le fil noir à une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm, cosse ensuite insérée sous la tête de l'une des vis de fixation du transformateur.

- les fils orange et jaune à un pont redresseur, pattes ~.

- les fils gris et blanc à l'autre pont redresseur, également aux pattes ~.

- les fils verts au pont redresseur du module redressement / filtrage => 6,3 V.

- les fils violets au pont redresseur du module redressement / filtrage => -UG.

- les fils jaunes aux anodes des diodes de redressement de la HT1, diodes D1 et D2 à commutation rapide de type BYW96E.

- le fil marron à une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm qui sera vissée au châssis au-dessus des condensateurs de 15 000 μF / 16 V.

- le fil noir (celui de forte section) idem à une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm qui sera également vissée au châssis au-dessus des autres condensateurs de 15 000 μF / 16 V, l'autre canal, celui de gauche. Cela fait déjà maintenant moins désordre.

• LES TRANSFORMATEURS DE SORTIE

Suivre cette procédure de câblage :

- le fil orange (ou marron suivant l'impédance choisie 4 Ω ou 8 Ω) au bornier (+) HP.

- le fil vert/jaune à une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm, cosse ensuite insérée sous une tête de vis de fixation du transformateur. Bien gratter le châssis à cet endroit et utiliser une rondelle «éventail» qui sera mise entre châssis et cosse pour s'incruster dans l'aluminium au serrage.

- le fil noir à une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm et qui sera ensuite plaquée au châssis au même endroit que le fil marron du transformateur d'alimentation. Avec l'excédent de fil, équiper celui-ci d'une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm à une extrémité, avec un même départ et une arrivée au bornier (-) HP.

- le fil bleu à la cosse d'anode du support de la 2A3, celui de droite (face avant de l'amplificateur vers soi).

- le fil violet à la cosse d'anode du support de l'autre 2A3.

Nous nous occuperons du rouge plus tard, en attendant faire strictement le même travail pour l'autre transformateur.

• L'ALIMENTATION HT

- Insérer les picots des condensateurs 470 μF / 400 V dans les pastilles des circuits imprimés puis souder. Vérifier à l'ohmmètre que les pastilles (+1) ne touchent pas le châssis, ce qui serait dramatique lors de la première mise sous tension de l'appareil.

- Souder les cathodes des diodes de commutation D1 et D2 à la pastille (+1) du circuit imprimé de gauche et ce sur le condensateur situé le plus près de la face arrière.

- De ce même endroit, souder un fil rouge qui va aller rejoindre la pastille (+1) du condensateur opposé. Sur le prototype, ce fil passe dans la gaine jaune qui maintient les 2 fils jaune/vert.

Relier deux à deux les condensateurs de 470 μF / 400 V par des résistances de 220 Ω / 11 W. Nous obtenons ainsi les hautes tensions HT2.

Cette haute tension HT2 va alimenter la cellule de filtrage de l'étage de sortie, le push-pull de 2A3, soit le point milieu

du transformateur de sortie, le fil rouge. Nous utilisons par canal une résistance bobinée/châssis de (220 Ω / 25 W) et un condensateur de filtrage de 220 μF / 400 V. Procéder ainsi :

- scier et limer une patte de fixation de la résistance bobinée afin que la tête de vis M5 puisse pénétrer au mieux dans la patte. Nous avons à l'origine un perçage à $\varnothing 3$ mm.

- Immobiliser la résistance au fond du châssis avec la vis qui maintient également le transformateur de sortie.

- Souder un fil rouge à la patte de la résistance située vers les supports des 2A3 et connecter l'autre extrémité à la pastille (+1) de la HT2.

- Souder un condensateur de 220 μF / 400 V à l'autre patte de la résistance, la polarité (+) évidemment, ainsi que le fil rouge du transformateur.

- Connecter la polarité (-) du condensateur, en utilisant un fil noir, au châssis de l'appareil, en équipant l'autre extrémité du fil d'une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm.

Procéder de la même façon pour l'autre canal de l'amplificateur.

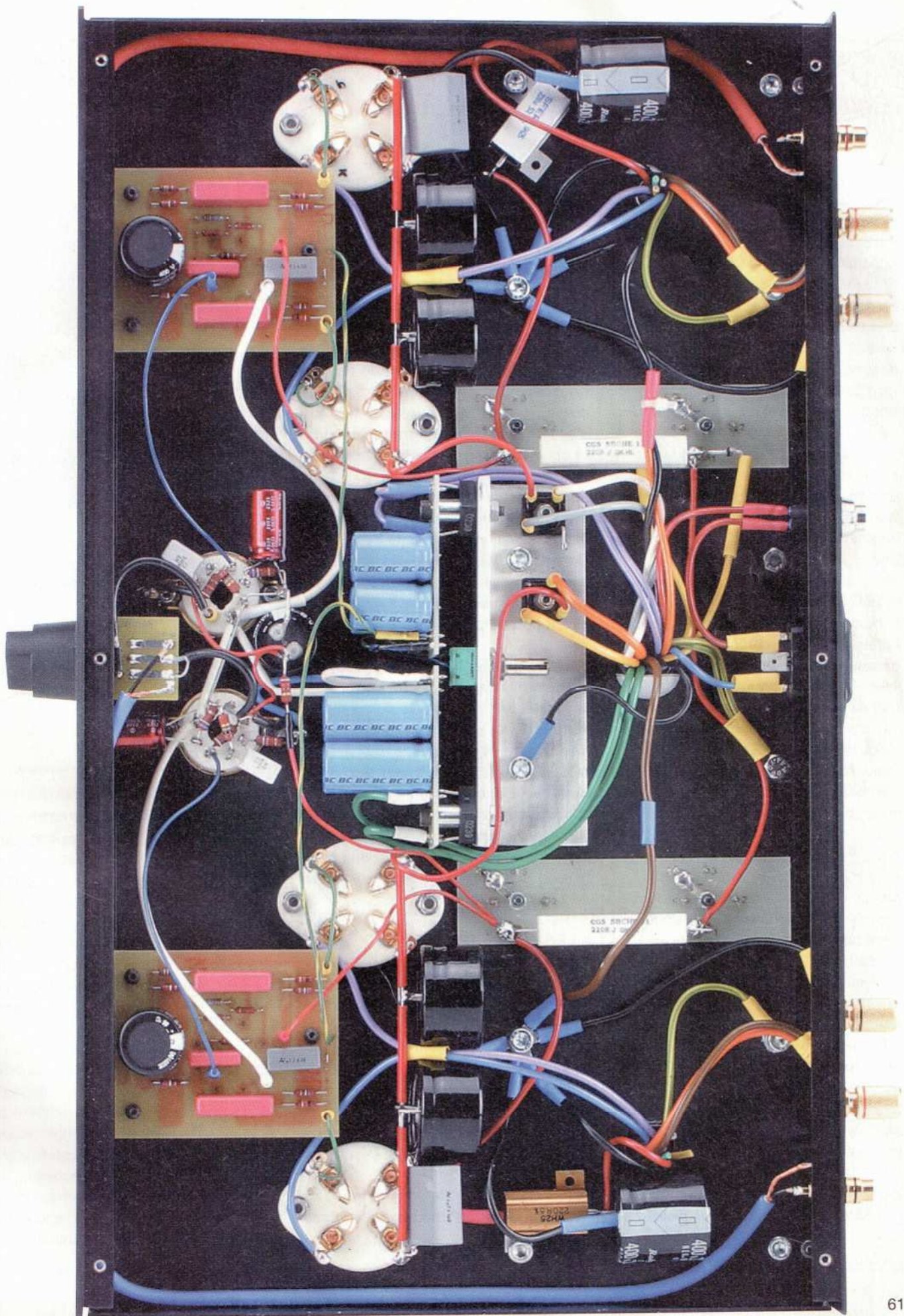
• LE CHAUFFAGE DES TRIODES 2A3

Avec du fil de cuivre étamé de 10/10° ou 12/10°, nous allons relier en parallèle les cosses des supports. On le fait sans précaution particulière pour les cosses situées «face à face».

Pour le strap des deux autres cosses, on gaine le cuivre étamé, celui qui va véhiculer le +2,5 V. Regardez bien la photo du prototype, le gainage (en rouge) se fait en 3 morceaux. Entre chaque morceau, nous allons souder les condensateurs de filtrage de 15 000 μF , les polarités (+) évidemment. Les polarités (-) sont soudées sur le «rail» inférieur.

Entre les condensateurs, sur le rail inférieur, le 0 V, souder un fil marron (excédent du câble du transformateur d'alimentation). A l'autre extrémité y souder une cosse à «œil» de $\varnothing 5$ mm.

Nous allons établir une masse en «étoile» au châssis en utilisant la vis de fixation du



PUSH-PULL DE TRIODES 2A3

transformateur de sortie. La peinture bien grattée, on doit sauf erreur immobiliser en cet endroit 5 cosses à «œil» en utilisant toujours une rondelle «éventail» insérée entre châssis et cosses qui va s'incruster dans l'aluminium au blocage de la vis.

Souder aux cosses du support de droite un condensateur de 4,7 μ F/160 V.

Souder à la cosse extrême gauche un fil rouge et relier à l'autre extrémité la patte (+) d'un pont redresseur.

Effectuer les mêmes opérations pour l'autre canal de l'amplificateur, par symétrie, ce qui donne le soudage du condensateur de 4,7 μ F/160 V sur le support de gauche et le soudage du fil rouge au (+) de l'autre pont redresseur en partant de la cosse extrême droite du support de la 2A3.

• LES MODULES DÉPHASEURS

Immobiliser les deux modules sur leurs pattes de fixation et bloquer les vis, surtout celles situées vers les supports des 2A3. Vérifier à l'ohmmètre que la tête de ces vis est bien en contact avec le châssis, ce qui relie la masse générale du module au 0 V de l'alimentation HT.

Avec du fil de faible section rouge, connecter le picot HT du module à la HT2, pastille (+1).

• LE PRÉAMPLIFICATEUR / ADAPTATEUR

Les composants sont câblés autour des cosses des 2 supports OCTAL conformément au plan de câblage de la figure 5.

Le condensateur de filtrage C7 peut être collé au fond du châssis pour un meilleur maintien.

Les cosses de masse doivent impérativement être bien reliées au châssis, revérifier à l'ohmmètre.

Sur notre prototype, nous avons employé des résistances de 2 W, pour plus de rigidité mécanique, cependant des éléments de 1 W suffisent.

Les câbles blindés sont connectés au petit module «volume» conformément à la figure 13, directement côté pistes cuivrées.

Avec un fil de faible section rouge, relier la résistance R5 à la pastille (+1) de la HT2.

Avec un fil de faible section bleu, interconnecter sortie du préamplificateur T1 et entrée du déphaseur T2 (picot E).

• LE CHAUFFAGE FILAMENTS EN +6,3 V

Connecter le picot +6,3 V du module concerné à la cosse concernée du support OCTAL. Ne vous trompez pas de cosse, l'une est déjà mise à la masse. Il s'agit de la cosse (8) du support de droite ou la cosse (7) du support de gauche (voir figure 5).

Partir de chacune de ces cosses (7) et (8) avec un fil blanc pour alimenter les modules déphaseurs (picots 6V3).

Connecter le picot 0 V du module redressement/filtrage à une masse châssis, celle la plus proche. Cousse à «œil» vissée au support de droite sur le prototype.

• LA TENSION NÉGATIVE (-U_G)

Avec des fils de faible section, de couleur jaune/vert sur notre appareil, connecter le picot (-U_G) du module de redressement/filtrage aux modules déphaseurs, picots (-U_G) T3/T4. **Utiliser un picot femelle.** Cette tension négative est appliquée à la pastille (-U_G) du circuit imprimé. Nous rappelons qu'il faut strapper entre elles 3 pastilles pour que cette tension soit appliquée aux résistances de 270 k Ω (figure 7).

• LES CINCH D'ENTRÉES

Avec du câble blindé, genre GOTHAM, relier les prises RCA au module «Volume», suivant les indications portées en figure 13.

Les interconnexions sont terminées.

Avant une première mise sous tension, vérifier à l'ohmmètre toutes les «mises» à la masse châssis.

MISE SOUS TENSION

Pour la première mise sous tension, on peut introduire les triodes 6SN7 dans leurs supports.

Le seul réglage à effectuer est celui de la tension négative (-U_G) qui doit être de -62 V.

Laisser sous tension l'appareil 2 à 3 mn avant d'intervenir sur P2.

Couper l'alimentation et laisser les condensateurs se décharger.

Introduire les triodes 2A3 dans leurs supports. L'amplificateur est opérationnel.

Nous avons relevé à partir d'un secteur EDF de 232 V~ :

- HT1 : +375 V

- HT2 : +350 V

- HT3 : +325 V

- HT4 : +340 V

- Tension négative de grille : -61,1 V

- Chauffage des filaments des triodes 6SN7 : +6,24 V après avoir remplacé la résistance R6 par un strap.

- Chauffage des filaments des triodes 2A3 : +2,4 V.

A la fréquence de 1 kHz, les signaux observés aux bornes des résistances de charges de 7,9 Ω sont de : 10,40 V et 10,01 V, soit des puissances de 13,69 W et 12,68 W.

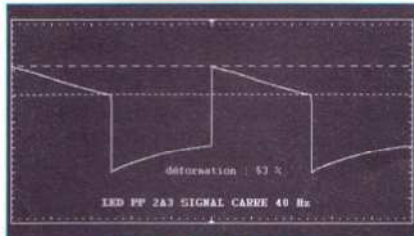
L'ÉCOUTE

Comme nous le disions en début d'article, il sort de cet amplificateur une image stéréophonique impressionnante avec une présence et une neutralité surprenantes. L'absence de contre-réaction doit y être pour beaucoup. Enormément de similitudes entre cette écoute et celle obtenue avec nos push-pull de 845. Rien à voir avec l'écoute d'une 300B. La chaleur de la 300B comme disent certains «hifistes» n'est autre en réalité qu'une «bosse» dans le médium par manque de graves.

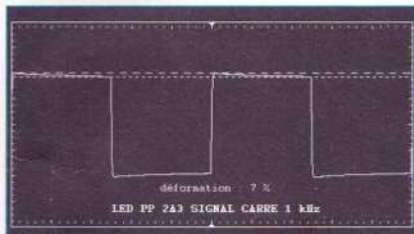
Bien que de petite puissance, ce push-pull a un tonus incroyable avec une descente dans l'extrême-grave qui impressionne, dommage que la 2A3 soit limitée en puissance (surtout en simple étage avec ses 3,5 Weff à 5 % de distorsion).

Ce push peut driver des enceintes de 92 dB de rendement dans un salon de 40 m² sans s'essouffler. Le choix est donc important pour l'acoustique.

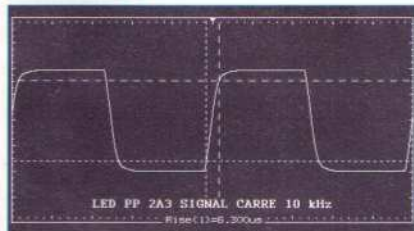
MIEUX QU'UNE 300B !



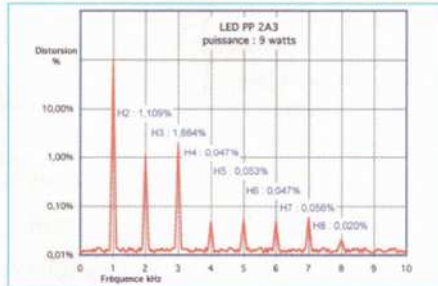
Signal carré à 40 Hz



Signal carré à 1 kHz



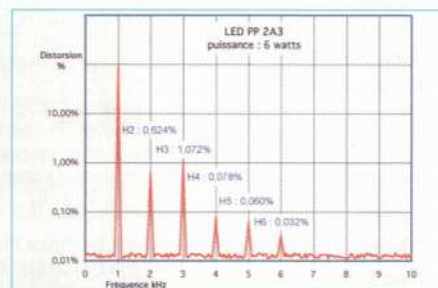
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive



Spectre de distorsion

Puissance efficace : 11,5 W
 Distorsion harmonique totale : 5 %
 Sensibilité d'entrée : 420 mV
 Puissance impulsionnelle : 14,3 W
 (Gain de 2,8 W ou 25 %)

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	9 W (- 1 dB)	6 W (- 3 dB)	3 W (- 6 dB)
100 Hz	2,8 %	1,7 %	0,7 %
1 kHz	2,5 %	1,4 %	0,6 %
10 kHz	2,7 %	1,5 %	0,8 %

Aux mesures, nous remarquons un beau dégradé harmonique, régulier et une absence totale de suroscillation sur char-

ge capacitive. A 3 W, la distorsion n'est que de 0,6 % contre 5 % en simple étage. Nous avons eu raison d'écouter nos lec-

teurs, la 2A3 est une triode qui mérite d'être utilisée, elle étonne.

Bernard Duval

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm
 Circuits professionnels Kappa Industries

	Qté	Circuits percés et étamés Prix en euro	Total
* Amplificateur MU-FOLLOWER - Polarisation du MOS - Stabilisation en température		1,60 € 1,90 €	
* Préamplificateur 6 entrées - Pré-Pré (double face) - Circuit R-L-C-		17,25 € 3,20 €	
* Push-Pull de 2A3 - Déphaseur - Filtrage HT - Alim 6,3 V et -UG		5,60 € 4,00 € 2,35 €	
* Caméra CCD - La tête CCD (CI à trous métallisés)		15,25 €	
Frais de port et emballage			1,60 €
Total à payer			€

NOM :
 PRÉNOM :
 N° : RUE

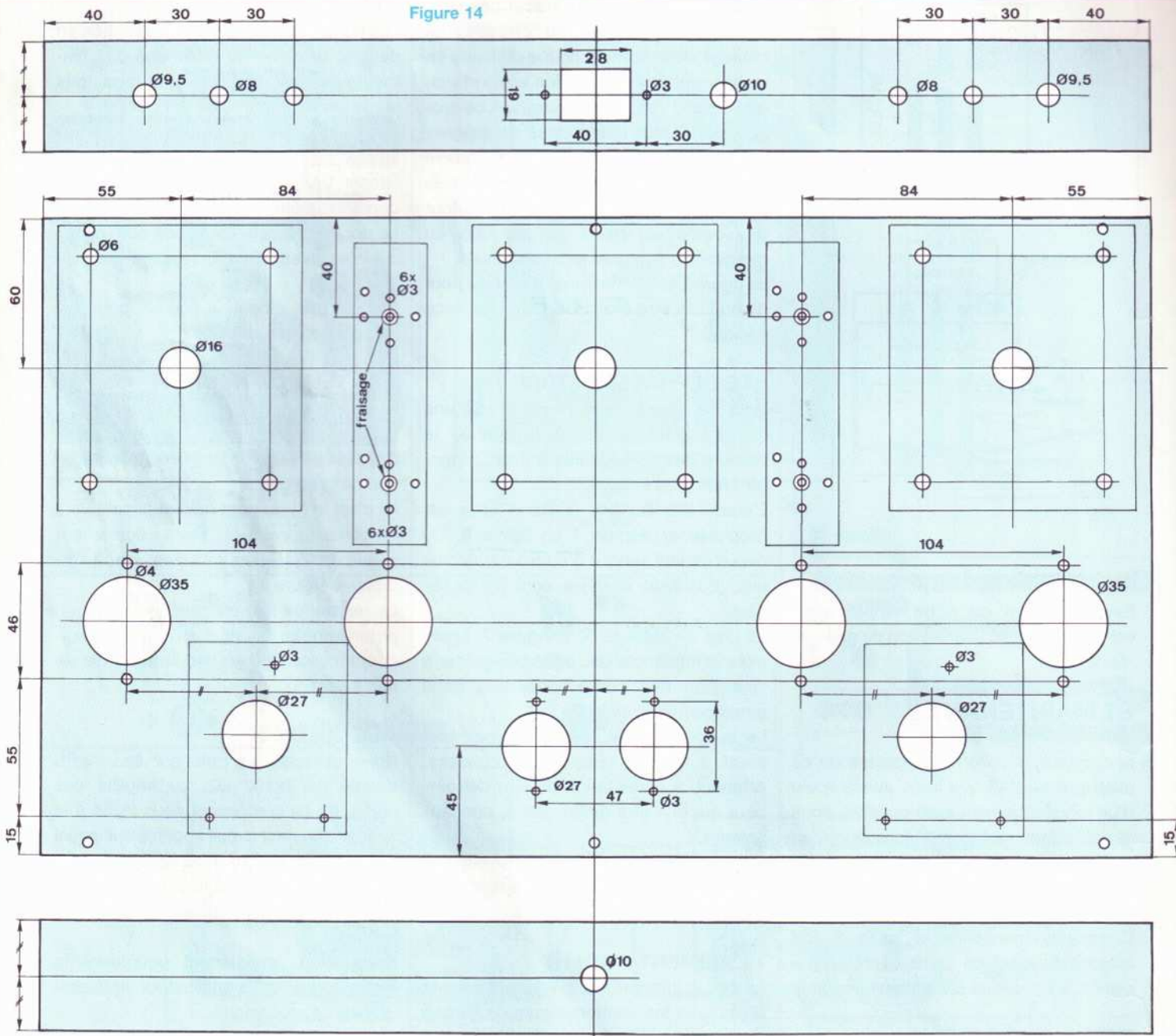
 CODE POSTAL :
 VILLE :

Paiement par CCP par chèque bancaire par mandat

libellé à l'ordre de
EDITIONS PÉRIODES
 5, boulevard Ney, 75018 Paris
 Tél. : 01 44 65 88 14

PUSH-PULL DE TRIODES 2A3

Figure 14



La **figure 14** indique le travail à effectuer sur 3 faces, le capot inférieur non représenté étant uniquement perforé aux 4 extrémités pour y fixer des pieds en caoutchouc.

Il n'y a que des trous à forer si, comme nous, vous optez pour des transformateurs en «cuve».

Le plus délicat reste le positionnement des modules déphaseurs entre les supports des triodes 2A3. A ce niveau nous ne donnons pas de cotations précises, pensant qu'il est préférable d'utiliser une photocopie du circuit imprimé pour bénéficier d'une bonne précision.

Le circuit imprimé est positionné par rap-

port à ses trous de fixation inférieurs à 15 mm du bord du châssis et au centre du forage à Ø27 mm.

Le repérage des 12 trous à Ø3 mm (ou Ø5 mm) entre les transformateurs se fait directement avec le circuit imprimé, la précision étant obtenue en vissant le CI au châssis (les 2 forages fraisés) puis en

PUSH-PULL DE TRIODES 2A3

2 x 12 Weff / 4 ET 8 Ω
SANS CONTRE-RÉACTION



La 2A3 est une triode à chauffage direct qui ressemble beaucoup à la 300B avec son enveloppe volumineuse et enflée, son embase à 4 broches.

Ne pouvant fournir qu'une puissance de 3,5 Weff avec 5 % de distorsion en simple étage, nous avons décidé de passer immédiatement au fonctionnement en push-pull pour bénéficier d'une puissance plus conséquente et ainsi pouvoir «driver» une paire d'enceintes au rendement moyen de 92 dB / 1 W / 1 m dans de bonnes conditions.

Mis à part quelques rares lecteurs qui nous en avaient dit du «bien» lors d'échanges téléphoniques pour en écouter régulièrement chez eux en simple étage, il y a peu de temps encore nous ne connaissions pas du tout ce tube.

Depuis que le prototype a «bousculé» nos enceintes Lyrr, à chaque écoute et cela dès la toute première, nous sommes en «arrêt» devant nos «caisses».

Un amplificateur qui décortique la modulation avec autant de précision, de nervosité et de profondeur, nous n'avions pas connu cela avant le push-pull de 845 !

La 2A3 montée en push-pull fait «exploser» les enceintes sur tout le spectre audio tant elle déborde de vitalité. Comment un amplificateur d'aussi faible

puissance peut-il fournir autant d'énergie ! Après tous ces éloges que nous ne faisons d'ordinaire qu'en fin d'article, intéressons-nous à l'étude et à la réalisation de cet appareil basé sur les triodes 2A3 et 6SN7.

LE TUBE

Son brochage est représenté en **figure 1**. Avec un culot 4 plots, celui-ci laisse tout juste la possibilité d'accéder aux électrodes.

Les gros plots sont reliés à la cathode, donc au chauffage, la 2A3 étant à chauffage direct.

L'anode est connectée au plot 2 et la grille de commande est accessible au plot 3.

L'embase est en bakélite avec l'envelop-

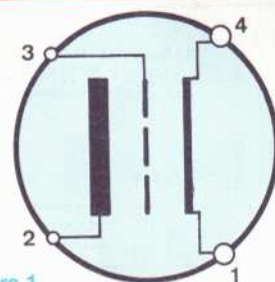


Figure 1

pe en verre scellée à celle-ci. Pour enlever une 2A3 de son support, ne jamais soulever celle-ci en la prenant par son enveloppe, mais uniquement par l'embase. Des forces de «traction» répétées peuvent desceller le verre, d'où infiltration d'air et mort instantanée de la 2A3.

• CARACTÉRISTIQUES

- Chauffage filament : 2,5 V
- Consommation filament : 2,5 A
- Capacité grille / anode : 16,5 pF
- Capacité grille / filament : 7,5 pF
- Capacité anode / filament : 5,5 pF
- Tension anodique (push-pull) : 300 V
- Tension anodique (single) : 250 V
- Résistance interne : 800 Ω
- Courant anodique (single) : 60 mA
- Courant anodique (push-pull) : 40 mA par tube
- Dissipation plaque max : 15 W
- Impédance de charge (single) : 2 500 Ω
- Impédance de charge (push) : 5 000 Ω (avec résistance de cathode de 780 Ω)
- Impédance de charge (push) : 3 000 Ω (polarisation fixe)

PUSH-PULL DE 2A3

Le schéma de notre étude vous est proposé en **figure 2**. Mis à part les triodes 2A3, nous remarquons également l'usage de triodes 6SN7 en préamplification et en déphasage.

• LA PRÉAMPLIFICATION

La première demi-triode en entrée est montée en adaptateur d'impédance, la grille étant chargée par le potentiomètre de volume P1. De ce fait, l'anode est directement reliée à la haute tension et la

MIEUX QU'UNE 300B !

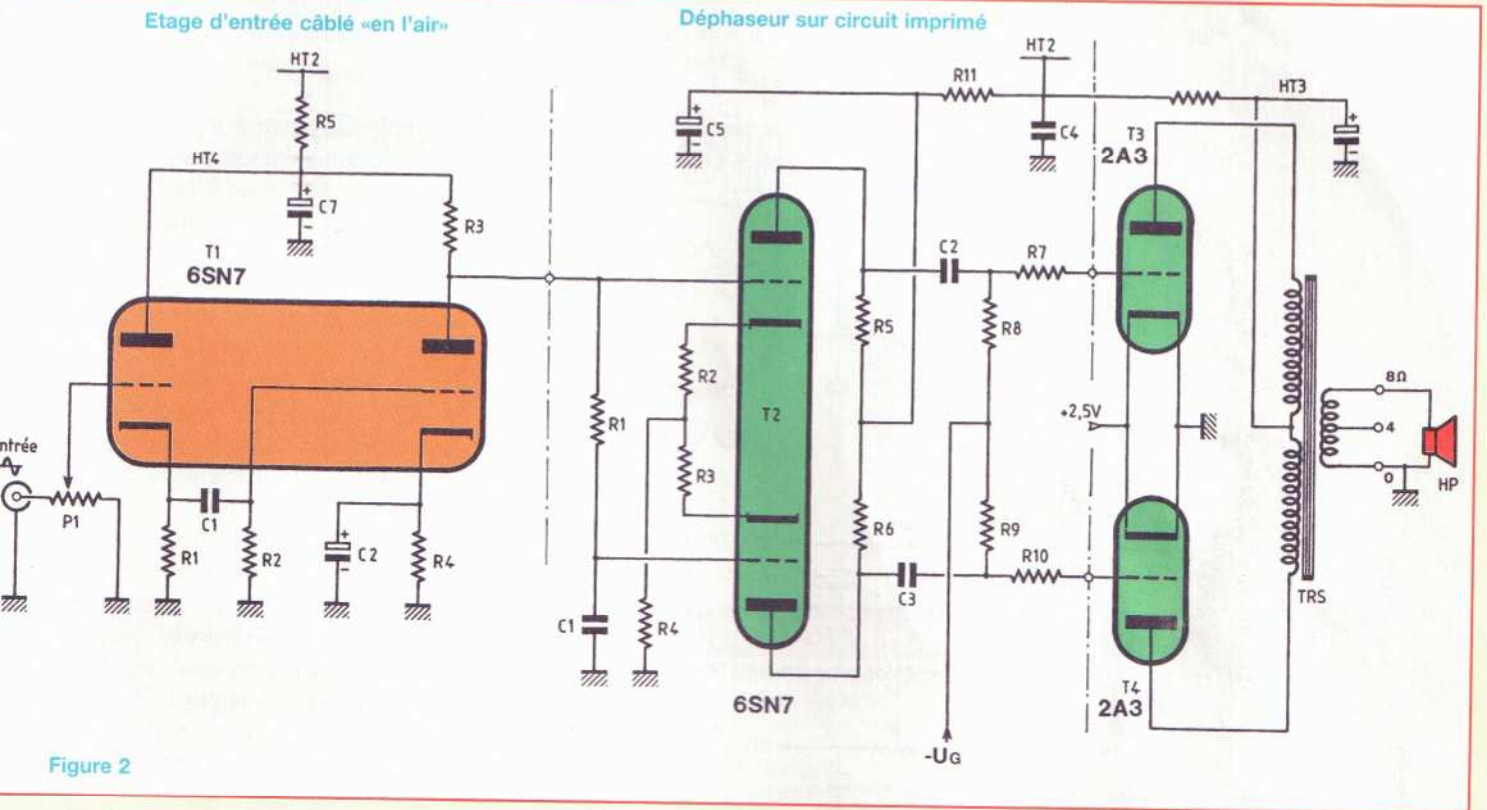


Figure 2

cathode chargée par une résistance R1 de forte valeur, ici une résistance de 18 k Ω .

La modulation est prélevée à basse impédance par le condensateur de liaison C1, de forte valeur (2,2 μ F), afin de ne pas altérer la reproduction des basses fréquences.

Cette modulation est appliquée à la grille de la deuxième triode du tube T1, laquelle présente une résistance de fuite R2 de 1 M Ω .

La constante de temps C1/R2 permet de transmettre des signaux vers le bas du spectre jusqu'à 0,07 Hz !

La résistance de charge d'anode R3 est portée à une valeur de 47 k Ω pour une résistance de cathode R4 de 680 Ω .

Cette résistance est découplée par un condensateur de bonne valeur C2/470 μ F toujours dans le but de ne pas altérer le bas du spectre. Le réseau R/C permet de s'effacer jusqu'à 0,4 Hz.

Le gain de cet étage préamplificateur / adaptateur est de 15,7.

• LE DÉPHASAGE

Il est confié au tube T2. Ce déphasage de type «Schmitt» présente l'avantage d'avoir des impédances de sorties sensiblement égales.

C'est un déphaseur intéressant car les tensions de sorties se trouvent sur deux électrodes au même potentiel continu.

La première demi-triode du tube T2 est attaquée par le signal amplifié par le tube T1, sur sa grille et ce en liaison directe. Sa charge est répartie entre anode et cathode.

Le signal de sortie apparaissant sur l'anode constitue une des tensions de sortie du déphaseur. L'autre partie apparaissant sur la cathode sert à attaquer, par la cathode, la seconde demi-triode fonctionnant avec sa grille à la masse.

Le signal apparaissant sur l'anode est donc la deuxième tension de sortie du déphaseur. Elle est en opposition de phase par rapport à la première mais de même amplitude (rôle des résistances de charges R5 et R6 de même valeur).

La figure 3 précise le fonctionnement du déphaseur par couplage des cathodes. Sur notre étage, nous remarquons 2 résistances complémentaires R2 et R3 dans les cathodes du tube T2. Ces résistances de faible valeur (220 Ω) servent à équilibrer le fonctionnement des deux triodes en compensant les disparités qu'il peut y avoir d'un élément à l'autre.

La résistance commune de cathode R4 a une valeur élevée de façon à ce que le recul de grille soit compatible avec la tension d'anode du tube préamplificateur T1. Elle est portée à 78 k Ω .

Les deux signaux déphasés de 180° sont prélevés sur les anodes de T2 par les condensateurs de liaisons C2 et C3. Ils servent de «tampon» entre le déphaseur et le push-pull de sortie avec un double rôle :

- transmettre la modulation (signaux alternatifs)
- bloquer les potentiels continus présents sur les anodes des triodes.

PUSH-PULL DE TRIODES 2A3

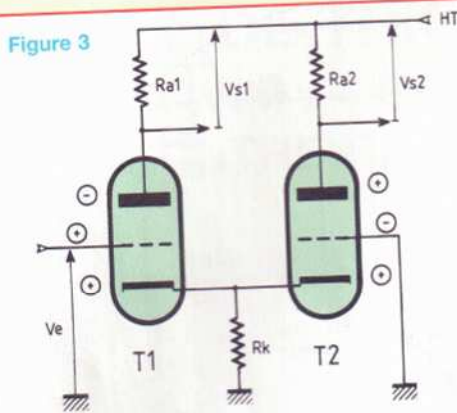
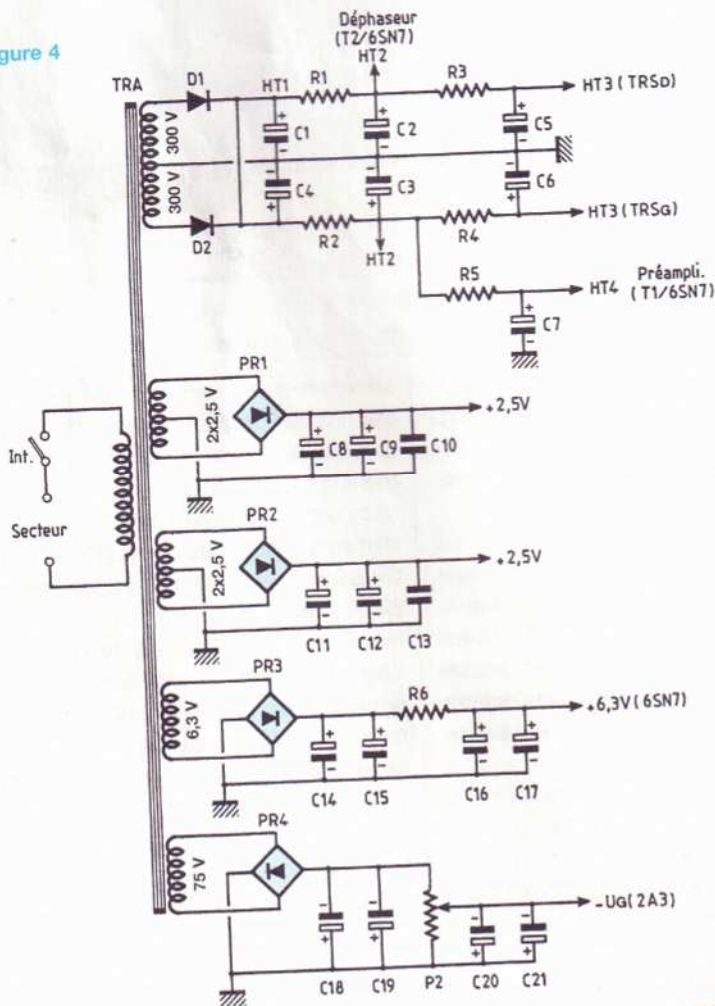


Figure 3

Figure 4



• LE PUSH-PULL

Les anodes des triodes 2A3 sont chargées par le primaire d'un transformateur d'impédance 3 k Ω (plaque à plaque).

Dans les grilles sont insérées des résistances de stabilisation R7 et R10 de 1 k Ω au travers desquelles est véhiculée la modulation en opposition de phase. Les

cathodes sont reliées entre elles. On y applique une tension continue de +2,5 V débarrassée de toute résiduelle alternative.

La triode 2A3 étant à chauffage direct, cette précaution nous paraît indispensable pour une écoute à bas niveau sur des enceintes à haut rendement.

Nous avons essayé l'alternatif, c'est catastrophique. Il est impossible de se débarrasser totalement du 50 Hz.

En continu, pour éliminer le 100 Hz, il faut porter le filtrage à une valeur minimale de 30 000 μ F. Avec une telle capacité, on peut écouter en toute tranquillité les pianissimos sortant d'enceintes à 98 dB de rendement.

Les résistances R8 et R9 sont les résistances de «fuite de grille». On y applique une tension négative (-Ug). Nous avons ici abandonné le traditionnel réseau R/C de cathode qui, bien que simplifiant la réalisation (pas de réglage), ne permet pas d'optimiser le montage avec autant de précision. Cette tension négative est portée à un potentiel de -62 V par rapport à la masse.

Le point milieu du primaire de TRS est porté à la haute tension HT3, celle-ci étant obtenue à travers la cellule de filtrage R/C qui isole l'étage de sortie de celui du déphasage.

Nous remarquons que la HT2 est commune à tous les étages, mais que chacun d'eux possède sa propre cellule de filtrage.

Le secondaire du transformateur TRS dispose de 2 sorties, ce qui permet de raccorder l'amplificateur à des enceintes de 4 ou 8 Ω .

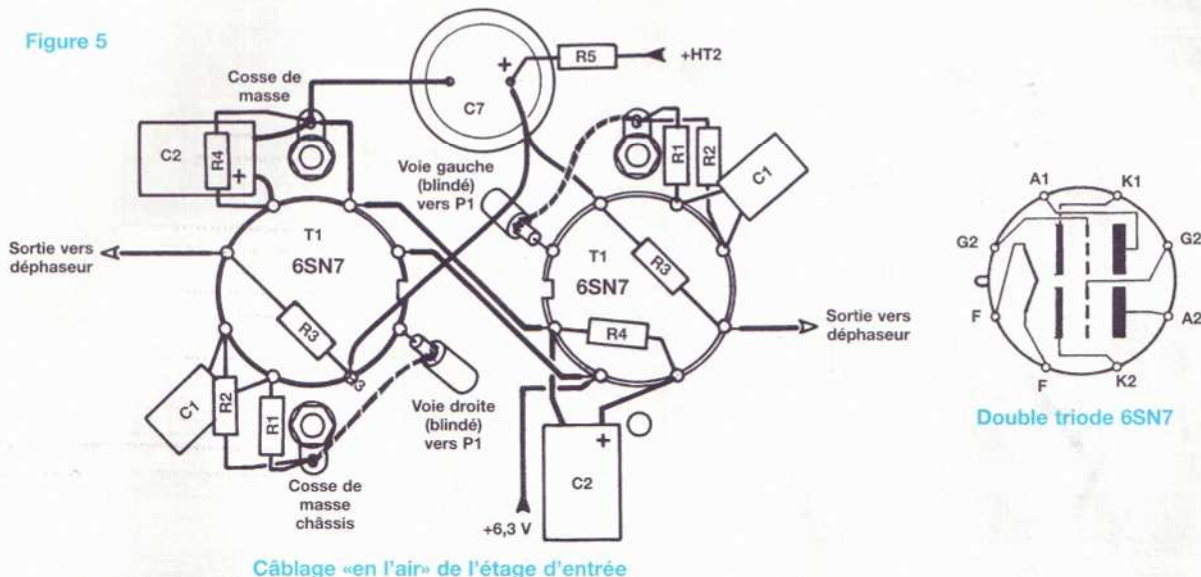
Il n'y a pas de contre-réaction, malgré cela, grâce à l'électronique et à l'excellent transformateur de sortie, le signal carré à 10 kHz est superbe, sans aucune suroscillation.

LES ALIMENTATIONS

Elles sont nombreuses comme l'indique la figure 4 entre hautes et basses tensions.

MIEUX QU'UNE 300B !

Figure 5



Câblage « en l'air » de l'étage d'entrée

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances $\pm 5\%$ / 1 W

R1 : 18 k Ω
 R2 : 1 M Ω
 R3 : 47 k Ω
 R4 : 680 Ω
 R5 : 820 Ω

• Potentiomètre

P1 : 2 x 100 k Ω ALPS

• Condensateurs

C1 : 2,2 μ F / 63 V
 C2 : 470 μ F / 35 V

C7 : 47 μ F / 400 V ou
 100 μ F / 400 V

• Divers

T1 : triode 6SN7 ou ECC83

2 supports OCTAL châssis
 8 broches
 Cosses à souder à «œil» de $\varnothing 3$ mm
 Visserie de 3 (vis + écrous + rondelles «éventail»)

• LES HAUTES TENSIONS

Un enroulement de 2x300 V est redressé par 2 diodes à commutation rapide D1 et D2.

Des cathodes de ces diodes est effectué un double filtrage par les condensateurs C1 et C4.

Nous allons ainsi alimenter séparément chaque canal de l'amplificateur à partir de la haute tension HT1. Les cellules en π C1/R1/C2 et C4/R2/C3 permettent d'obtenir les potentiels HT2. Cette tension va alimenter les modules déphaseurs et les étages d'entrées «préamplificateur/adaptateur». Le tube d'entrée T1 est isolé de la HT2 par une cellule de filtrage complémentaire R5/C7. Cette cellule est commune aux deux tubes (canaux droit + gauche) et permet d'obtenir la haute tension HT4.

L'étage de sortie est alimenté par la haute tension HT3 obtenue à partir des cellules de filtrage R3/C5 ou R4/C6. Le point milieu du transformateur de sortie est

donc isolé de la HT2 et les résistances R3 ou R4 chutent le potentiel HT2 à une valeur raisonnable pour ne pas endommager les «plaques» des triodes 2A3.

• LES BASSES TENSIONS

La triode 2A3 demande une tension de chauffage de 2,5 V. Cette tension relativement basse est fournie par le transformateur sous la forme de 2 enroulements de 2 x 2,5 V chacun, soit un enroulement par canal de l'amplificateur.

Les points milieux de ces enroulements sont mis à la masse, tandis que les extrémités sont reliées à un pont ! Bizarre penserez-vous, pourquoi un pont et non deux diodes comme pour la haute tension ! La réponse est d'ordre pratique, il est beaucoup plus facile de refroidir un pont par sa fixation au châssis de l'appareil que deux diodes séparées comme D1 et D2. Les consommations ne sont pas les mêmes, il ne faut pas perdre de vue que chaque 2A3 consomme 2,5 A.

Nous utilisons donc une moitié de pont (2 diodes sur 4) par enroulement du transformateur. Les tensions continues ainsi obtenues sont ensuite très énergiquement filtrées par les condensateurs C8/C9 ou C11/C12. Prévoir au minimum 30 000 μ F.

Passons maintenant au chauffage des filaments des 6SN7 en 6,3 V.

Un classique à partir d'un enroulement de 6,3 V, l'utilisation d'un pont «en pont» et une cellule de filtrage très énergique. Le rôle de R6 est de ramener la tension de chauffage aux environs de +6,3 V en charge (et non à vide !).

Un dernier enroulement, cette fois-ci de 75 V ~. Nous avons besoin d'une tension négative -UG pour polariser les grilles des triodes 2A3. Cette tension est disponible après redressement de l'enroulement de 75 V par un pont monté à l'envers (cathodes à la masse) et un excellent filtrage. Le potentiomètre P2 permet d'ajuster le potentiel négatif dans de très

PUSH-PULL DE TRIODES 2A3

Figure 6

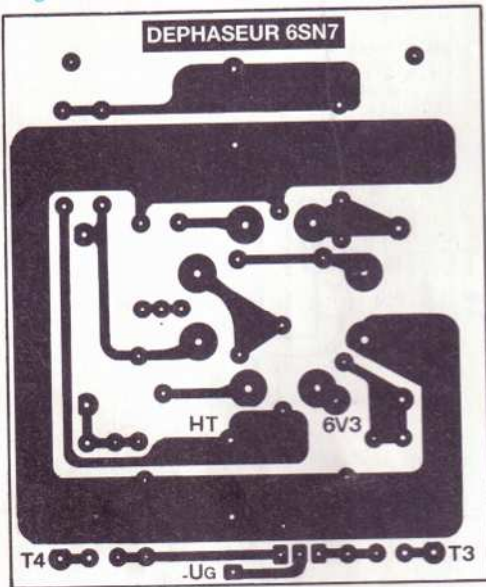
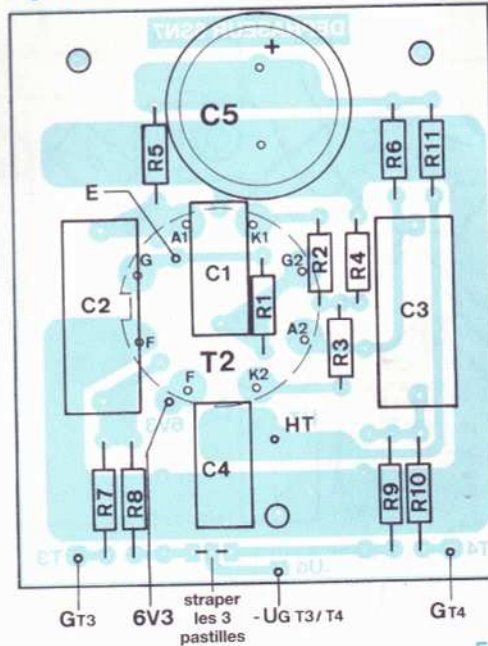


Figure 7



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances $\pm 5\%$ / 1 W

- R1 : 1 M Ω
- R2 : 220 Ω
- R3 : 220 Ω
- R4 : 78,6 k Ω (1 %)
- R5 : 120 k Ω
- R6 : 120 k Ω
- R7 : 1 k Ω
- R8 : 270 k Ω
- R9 : 270 k Ω
- R10 : 1 k Ω
- R11 : 15 k Ω

• Condensateurs

- C1 : 220 nF / 250 V
- C2, C3 : 470 nF / 400 V
- C4 : 0,1 μ F / 630 V $\times 1$ *100 nF*
- C5 : 100 μ F / 400 V

• Divers

- T2 : 6SN7
- Support OCTAL pour C1
- 6 picots à souder

Figure 8



Figure 9

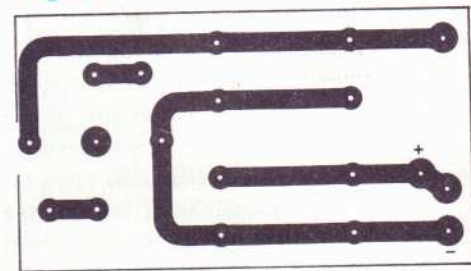


Figure 11

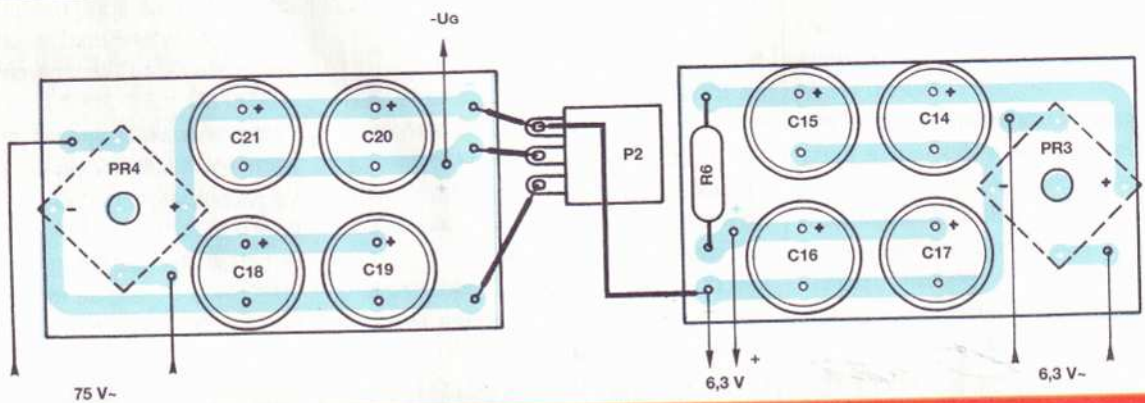


Figure 10

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIMENTATION 6,3 V

- PR3 : pont 8 A / 600 V (KBPC806)
- C14, C15, C16, C17 : 4 700 μ F / 16 V
- R6 : 0,47 Ω / 7 W

ALIMENTATION -Ug

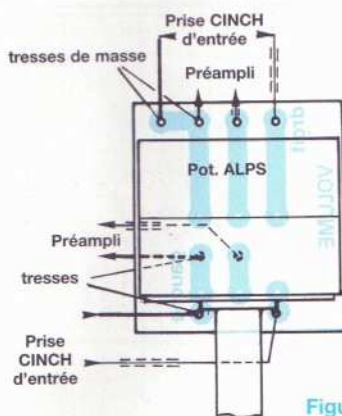
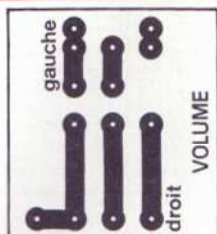
- PR4 : pont 8 A / 600 V (KBPC806)
- C18, C19, C20, C21 : 220 μ F / 100 V /
- P2 : pot lin 100 k Ω

ALIMENTATION HT2

- D1, D2 : diodes BYW96E
- C1, C2, C3, C4 : 470 μ F / 400 V
- R1, R2 : 220 Ω / 11 W

MIEUX QU'UNE 300B !

Figure 12



larges proportions. Nous verrons que le fonctionnement de notre amplificateur est optimisé avec une tension de grille de -62 V.

ET MAINTENANT

Après avoir dévoilé l'électronique de ce push-pull de 2A3 que nous avons voulu d'un fonctionnement irréprochable, nous allons entreprendre sa réalisation afin qu'il vous procure, comme cela a été pour nous, des sensations auditives inhabituelles.

Comme le mentionne la figure 2, cet amplificateur est en partie câblé à l'ancienne, c'est-à-dire sans circuit imprimé.

DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

• L'ÉTAGE D'ENTRÉE : TUBE T1

Ce premier étage T1 utilise une double 6SN7 par canal. Il est câblé «en l'air», c'est-à-dire que les composants sont reliés entre eux sans faire appel à un circuit imprimé.

Comme l'indique la figure 5, les élé-

ments R/C sont soudés autour des supports OCTAL vissés au châssis. Le câblage ne présente aucune difficulté en se servant des cosses des supports ou des cosses vissées au châssis. A ce propos, nous vous demandons de **soigner particulièrement la mise à la masse**

châssis des cosses en grattant bien la peinture du couvercle du coffret autour des perçages. Nous verrons cela au moment de l'équipement du châssis.

La figure 5 est suffisamment précise pour qu'aucune erreur ne soit commise à ce niveau.

• LE DÉPHASEUR : TUBE T2

Pour cet étage, nous avons étudié une implantation de circuit imprimé, le nombre des composants à interconnecter étant plus important.

L'étude des liaisons cuivrées vous est proposée à l'échelle 1 en figure 6. Ce circuit devant servir à d'autres futurs projets, quelques pastilles sont ici inutilisées.

Le plan de câblage de la figure 7, associé à la nomenclature, doit vous guider à l'insertion des composants aux bons emplacements sur le CI.

Le support OCTAL sera le dernier élément à souder côté pistes cuivrées. Attention à l'orientation de son détrompeur qui doit être dirigé vers le condensateur C2.

Pour les interconnexions, prévoir des picots à souder qui facilitent le raccordement des câbles.

• L'ALIMENTATION HT

Le circuit imprimé de la figure 8 permet d'y souder les condensateurs de filtrage de «tête» de 470 μ F / 400 V, soit : C1/C2 ou C3/C4, ainsi que les résistances de puissance R1 ou R2, formant de ce fait deux filtrages en π efficaces pour les deux canaux de l'amplificateur.

Ce procédé permet de prendre le châssis en sandwich et de plaquer fermement les condensateurs contre celui-ci, leur maintien étant obtenu par le soudage des 5 picots au circuit imprimé.

• LE CHAUFFAGE 6,3 V -

Les composants de cette alimentation en continu destinée au chauffage des filaments des triodes 6SN7 sont regroupés sur le circuit imprimé de la figure 9.

Sur l'autre face, les composants sont à insérer conformément à la figure 10 en faisant très attention aux polarités des condensateurs.

Le pont redresseur est soudé côté pistes cuivrées avec la patte (+) orientée vers l'extérieur.

Prévoir des picots à souder pour les interconnexions des câbles.

• LA TENSION NÉGATIVE -Ug

Nous reprenons le circuit imprimé de la figure 9 pour y souder les composants destinés à l'obtention de la tension négative de grille des triodes 2A3.

Ici c'est le (-) du pont qui est orienté vers l'extérieur, celui-ci étant également soudé côté pistes cuivrées, ce qu'indique la figure 11.

La résistance fixe est remplacée par un potentiomètre extérieur au module, celui-ci étant raccordé au circuit par 3 fils de faible section.

• LE VOLUME

Nous utilisons un potentiomètre ALPS double de 2x100 k Ω . La fragilité des pattes de ce composant nous incite à le souder à un petit circuit imprimé sur lequel seront effectuées les interconnexions.

La figure 12 présente le côté cuivre et la figure 13 le raccordement des câbles blindés.

Nous allons maintenant poursuivre la réalisation de cet amplificateur en faisant un peu de mécanique.

LE COFFRET

Comme pour nos deux dernières études, nous utilisons un coffret de Radiospares de référence 226-117 (code R.S), coffret «tout aluminium». Nous sommes très satisfaits de ce boîtier qui est parfaitement adapté pour servir de châssis à un amplificateur à tubes.