

AMPLIFICATEUR HI-FI STEREO A AVEC EL34 OU

Beaucoup se rappelleront que dans un temps lointain il existait de nombreuses firmes qui construisaient ce type de transformateurs, et lorsqu'on souhaitait une sonorité avec un bon timbre, il suffisait de se procurer le modèle HI-FI de chez GELOSO. Les plus exigeants qui ne voulaient pas d'un amplificateur pour écouter seulement de la musique, et désiraient de la haute fidélité, préféraient les transformateurs de sortie HI-FI construits par des industries américaines spécialisées dans ce secteur. Nous en avons trouvé une. Cette entreprise conseille d'utiliser, conjointement à leurs transformateurs de sortie, leur propre transformateur d'alimentation. Ces trois pièces, enfermées chacune dans un boîtier métallique robuste, arrivent d'outre Atlantique accompagnées d'un livret d'instructions sur lequel on peut puiser de précieuses informations. Il y est précisé que pour un amplificateur HI-FI, il est nécessaire d'utiliser des résistances stratifiées. On nous explique également comment disposer les trois transformateurs sur un même châssis pour éviter que le flux magnétique de l'un influence celui situé à proximité immédiate, et qu'il est nécessaire de relier leur boîtier à la masse.

Enfin, il est expliqué comment amener la tension alternative sur les filaments des tubes finaux et des tubes pilotes. Avec cette série de transformateurs, et toutes les instructions relevées sur le livret d'accompagnement, l'amplificateur se révélera tellement silencieux qu'on ne saura pas s'il est allumé ou éteint. Lorsqu'on fera tourner le disque sur la platine, on percevra immédiatement la sonorité spacieuse, agréable et raffinée que seul un amplificateur à tubes est capable de fournir. La différence de son entre les transformateurs américains et ceux de chez nous est si évidente que l'argumentaire des vendeurs devrait être: A celui qui apporte un gramophone à manivelle pour l'échanger contre un amplificateur à tubes, on peut lui en vendre un avec des transformateurs de sortie "made in Italy", mais celui qui possède déjà un amplificateur et qui veut l'échanger contre un meilleur pour écouter de la musique symphonique, on devra lui en proposer un avec des transformateurs "made in USA". Si nous avons décidé de présenter un amplificateur à tubes, cela signifie que nous avons réussi à nous procurer ces transformateurs spéciaux à un prix abordable. En effet, ces transformateurs à double enroulement, intérieurement blindés par un écran de cuivre, sont enroulés sur des carcasses lamellées à grains orientés, et enfin scellés

avec une résine dans une enveloppe métallique, pour éviter que la moindre vibration ne puisse être captée par la grille de contrôle de tube de pilotage ou des tubes finaux de puissance. L'approbation du lancement du projet de cet amplificateur n'est pas seulement liée au fait que nous ayons trouvé des transformateurs ayant des caractéristiques auxquelles on peut prétendre, mais aussi pour d'autres motivations: La première de toutes est le prix. Un amplificateur de puissance stéréo commercial dépassera 37 000 F, ce qui donne 18 000 F pour un simple amplificateur mono, chiffre absolument exagéré. Nous avons examiné quelques uns de ces amplificateurs, et nous nous sommes aperçus que les tubes finaux étaient polarisés pour fonctionner en classe AB2 au lieu de AB1. Un amplificateur de puissance en classe AB2 délivre plus de puissance de sortie avec moins de puissance de pilotage, (pour l'étage pilote il a été utilisé des triodes préamplificatrices pour signaux faibles, du type ECC 83 ou 12 AX 7), mais la distorsion est plus importante qu'avec un amplificateur en classe AB1. Un amplificateur de puissance en classe AB1 requiert, pour délivrer la même puissance qu'en AB2, une plus grande puissance de pilotage, ce qui nécessite d'utiliser des triodes plus puissantes telles que des ECC82 ou 12 AU 7, en échange on obtiendra

Réalisation pratique (suite...)

avant de le souder sur le circuit, de contrôler l'absence de court circuit à l'aide d'un Ohm-mètre, ou d'un testeur.

Cette parenthèse étant fermée, reprenons le cours de l'objet de ce chapitre.

□ Tous ces petits bouts de fil et de câble soudés sur le circuit imprimé, on pourra désormais fixer ce dernier sur la tôle d'aluminium supportant les socles des tubes, à l'aide d'entretoises métalliques, de vis et d'écrous. Puis, on raccordera les amorces des fils sur les broches respectives des supports de lampe. On commencera par le tube V1, celui de gauche, puis celui de droite. Le petit bout de câble blindé, dont une extrémité devra être raccordée à la broche 7, verra son âme raccordée et soudée sur la piste de jonction de R1-C1, et la tresse connectée et soudée sur la piste de masse voisine. (Voir Fig. 9). Les autres petits fils seront raccordés sur les broches respectives des supports de tube.

□ Sur le dessin de la Fig. 8, il n'a pas été représenté le cheminement des fils d'alimentation des filaments, aussi, précisons que ceux-ci se placent entre la platine métallique et le circuit imprimé. Le montage de cette platine étant terminé, occupons nous à présent de l'autre, référencée LX 1114, sur lequel devront être implantés le transformateur T3, les ponts redresseurs RS1 et RS2 ainsi que tous les potentiomètres ajustables de réglage de la tension négative pour les grilles des tubes finaux. On commencera par implanter et souder d'abord les résistances, les ajustables, les condensateurs polyester, et enfin le condensateur chimique C18.

□ En se référant au dessin de la Fig. 11, on continuera par l'implantation des trois borniers, puis par le pont redresseur RS2, en respectant les polarités, puis enfin le pont redresseur RS1, qu'on fixera sur la platine à l'aide d'une vis et d'un écrou.

Sur la partie haute de la platine, on implantera le transformateur T3, en faisant passer les pattes de sortie dans les trous correspondants du circuit imprimé, et on fixera le tout avec vis et écrous avant de souder les pattes.

□ Cette platine prendra place dans le coffret en face de T2, comme on peut le voir sur la Fig. 5, et fixée au châssis avec quatre écrous, en respectant une distance d'un demi centimètre entre le châssis et la platine. Toutes ces fixations terminées, on raccordera les deux fils noirs issus du transformateur T2, sur le bornier à deux bornes situé à gauche de T3 sur la platine alimentation. Sur le bornier à quatre bornes de droite, on raccordera l'alimentation secteur 220 Volts, issue de l'ensemble socle et interrupteur M/A, comme il est schématisé en Fig. 4, et détaillé en Fig. 15. Partant de ce bornier, on raccordera un fil de masse partant de la borne correspondante, jusqu'au pôle négatif de C17. La haute tension de 440 Volts, amenée par les fils oranges du transformateur T2, sera connectée sur les bornes "alternatives" du pont redresseur RS1, en utilisant deux cosses "Faston" femelles. Les sorties + et - du pont redresseur seront connectées respectivement au pôle positif de C16, et au pôle négatif de C17.

Comme l'indique la Fig. 11, on raccordera le pôle positif de C17 au pôle négatif de C16. Par la même occasion, on connectera aux bornes de chacun de ces condensateurs, une résistance de 100 000 Ohms/2W (R32-R33).

□ Tous les fils visibles en bas de

la Fig. 11, seront connectés à la platine LX 1113, de la manière indiquée en Fig. 9. C'est à dire:

Fils -V3 et -V4 canal A => sur les pistes correspondantes, à gauche sur le schéma pratique de la Fig. 9.

Fil HT => sur la borne 7 du bornier central à cinq bornes.

Fil de masse A => sur la piste correspondante, à gauche sur le schéma pratique de la Fig. 9.

Fil de masse B => sur la piste correspondante, à droite sur le schéma pratique de la Fig. 9.

Fils -V3 et -V4 canal B => sur les pistes correspondantes, à droite sur le schéma pratique de la Fig. 9.

□ Sur le pôle négatif de C17, on amènera les fils rouges venant du transformateur T2, qui sont, en pratique, les prises médianes des enroulements destinées à alimenter les filaments des tubes.

Il est très important de raccorder ces prises médianes sur le pôle négatif de C17, de manière à ne pas créer de boucle de masse, génératrice de ronflements et de souffle.

Montage dans le coffret

Le coffret métallique que nous préconisons pour cet amplificateur est composé de trois panneaux latéraux, d'un panneau arrière perforé pour recevoir toute la connectique, d'un panneau supérieur percé pour le passage des transformateurs et des tubes, et d'un panneau inférieur percé pour l'aération. L'assemblage de tous ces éléments se fait à l'aide de barres, de goujons et de goupilles de fixation.

□ Comme il est visible sur les photos, on fixera les transformateurs dans les orifices rectangulaires du panneau supérieur, avec T2 au milieu, et T1/A - T1/B sur les côtés. Le maintien en place sera assuré par vis et écrous.

Le noyau du transformateur d'alimentation est placé dans son boîtier de blindage de telle façon que son rayonnement magnétique n'influera pas les transformateurs de sortie T1.

□ Ces trois transformateurs étant fixés à leur place respective, on placera des entretoises métalliques de 8 mm de manière à éloigner quelque peu la platine d'aluminium du panneau supérieur. Sur les vis de fixation des transformateurs, on installera les 2 ailettes de refroidissement destinées à recevoir les résistances de puissance R28-R29. (**Voir Fig 13**).

Pour parfaire le blindage entre transformateurs, il est conseillé de mettre en place une liaison équipotentielle entre chaque boîtier de ceux-ci. (Voir également Fig. 13)

De cette façon, la masse de la platine d'alimentation sera automatiquement raccordée à la masse des transformateurs.

□ Sur les deux panneaux latéraux, on fixera les supports des condensateurs électrochimiques C16 et C17 (**Voir Fig. 5**). Toutes ces opérations effectuées, on pourra brancher tous les fils issus des transformateurs, en respectant rigoureusement les couleurs.

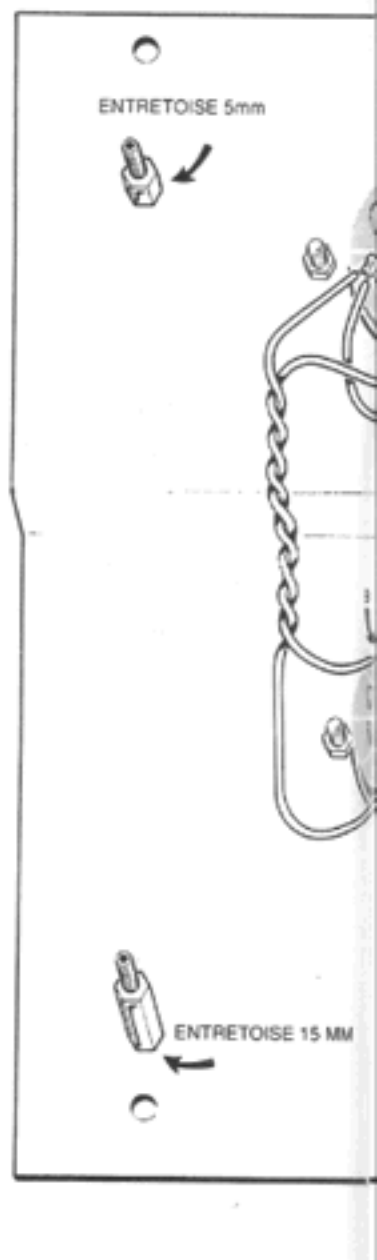
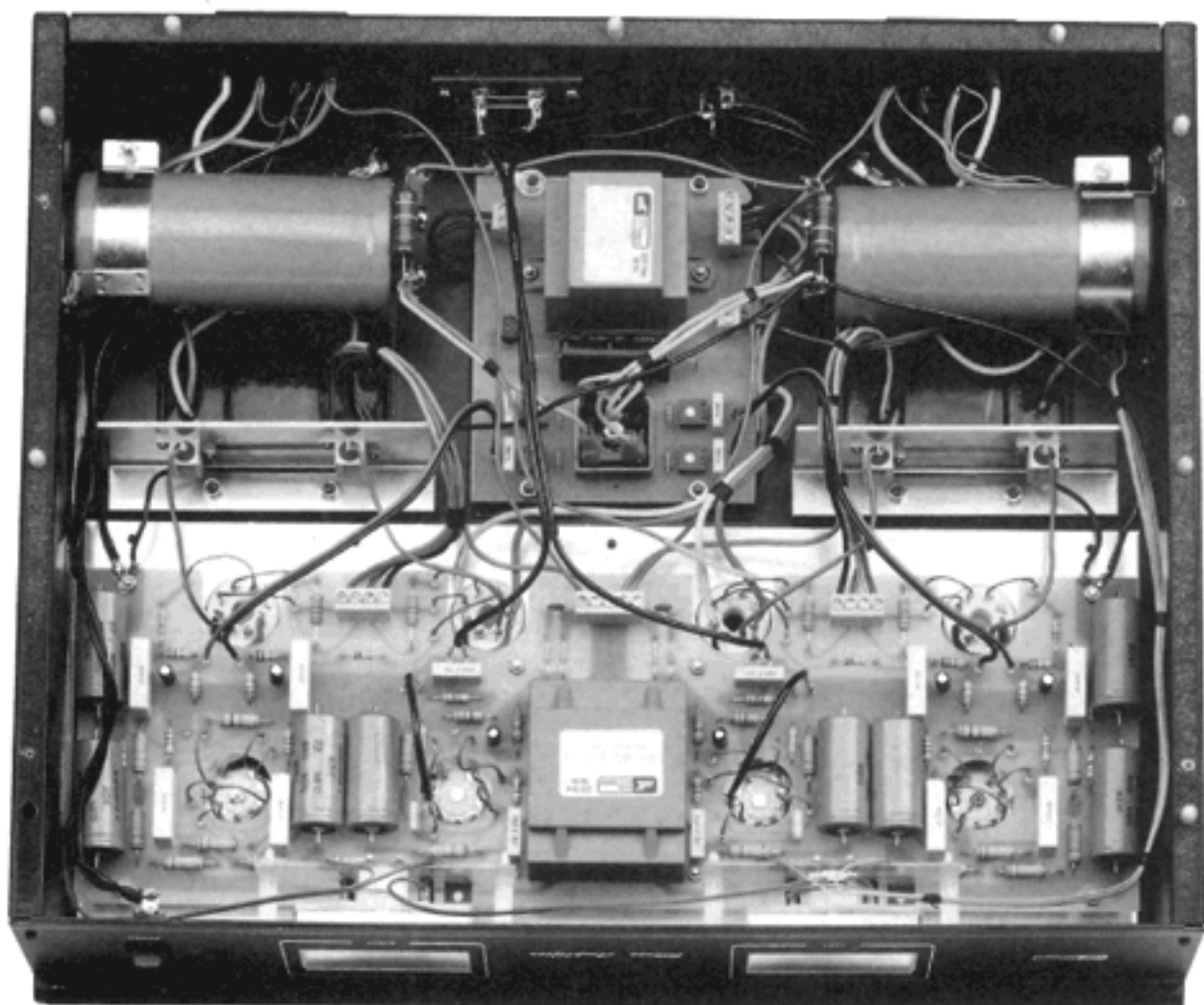


Fig 5 : Photo du coffret équipé des étages amplificateurs, et des deux alimentations. Il est conseillé d'effectuer un câblage ordonné. Les deux gros condensateurs de filtrage sont fixés sur les côtés du coffret en utilisant leur support

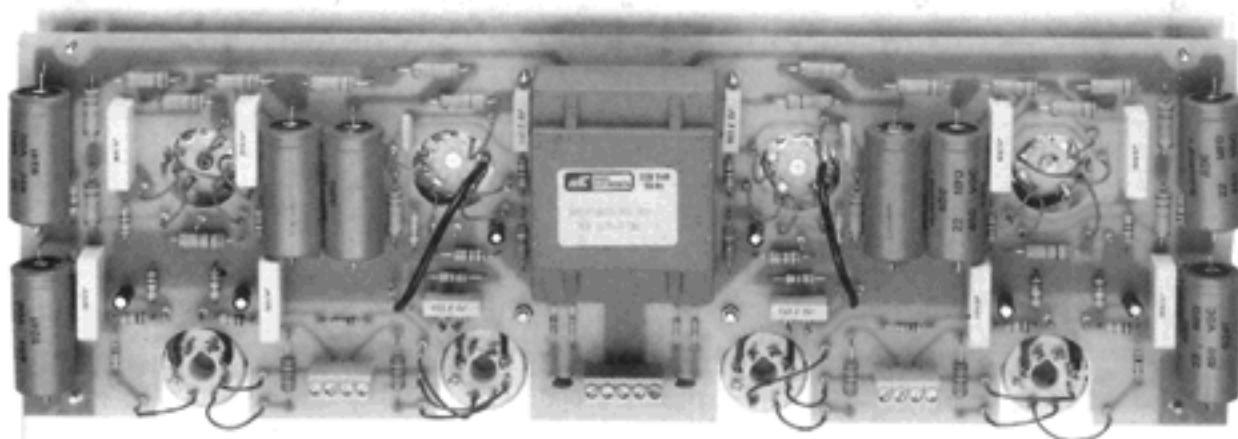


Fig 6 : Le circuit imprimé de l'amplificateur est fixé à une distance de 5mm sur une plaque d'aluminium servant d'écran, en plus de sa fonction support des socles des tubes. ...

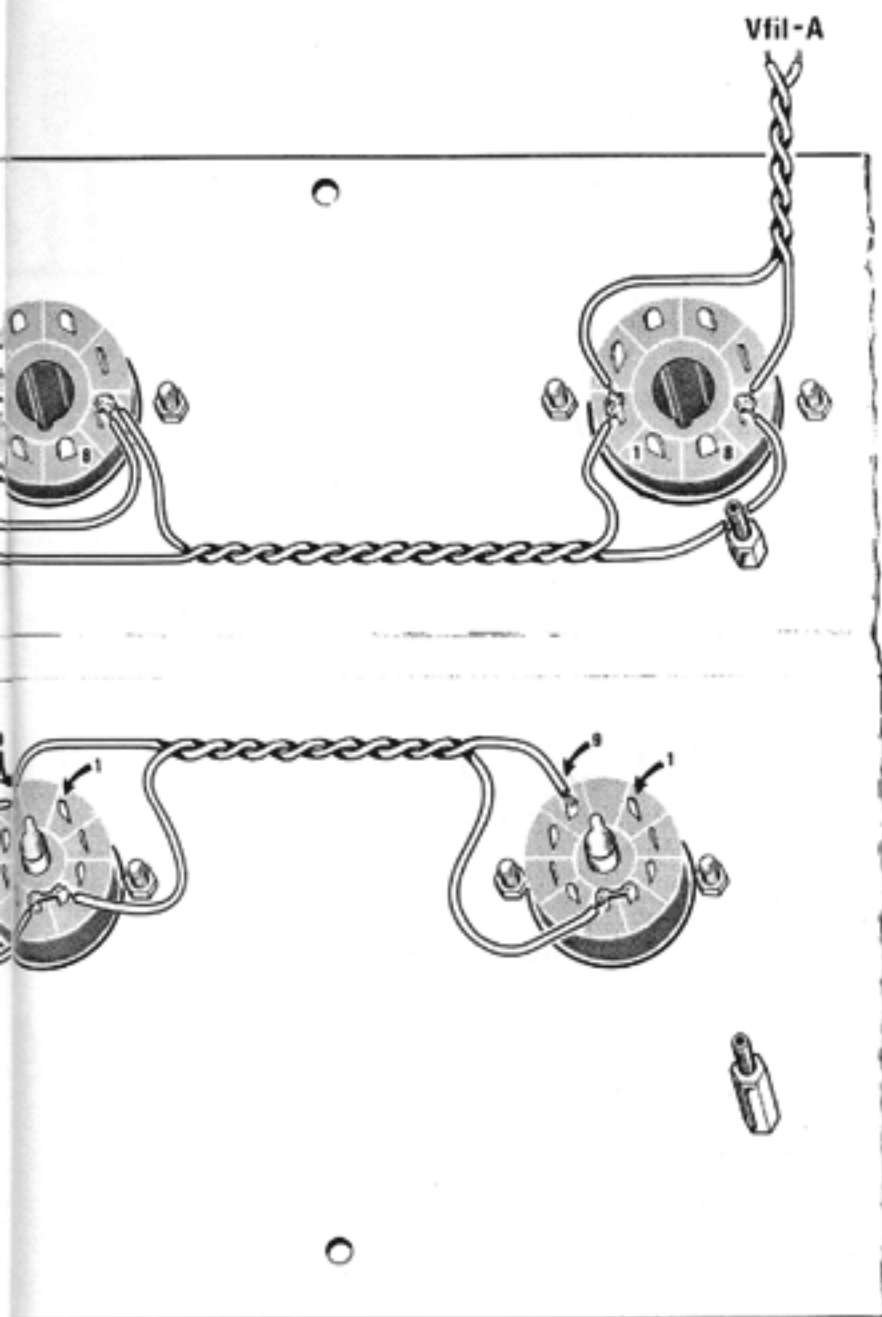
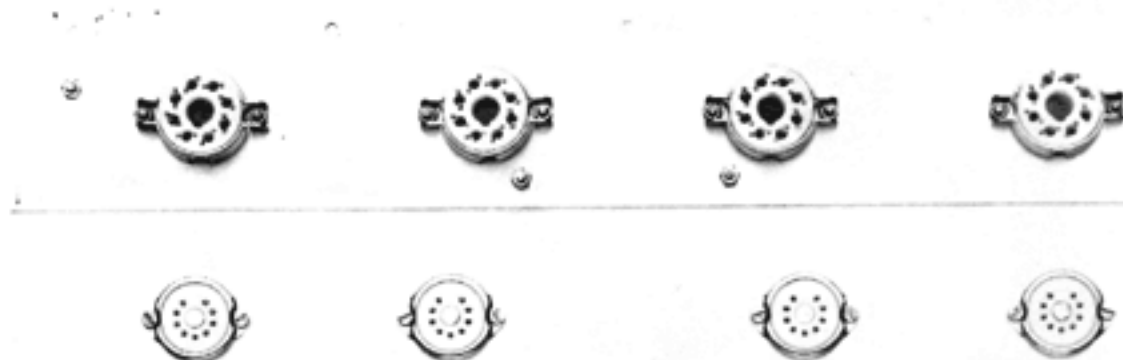


Fig 8 : Les supports étant fixés, les fils d'alimentation des filaments sont connectés aux broches correspondantes, en séparant bien ceux de la voie A, de ceux de la voie B. On remarque sur ce dessin, les entretoises métalliques de 5 et 10mm

Fig 7 : Les supports de tubes sont fixés sur une plaque d'aluminium profilé, servant également d'écran au circuit imprimé qui se fixe dessous.



TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION T2

2 fils NOIR	• Alimentation secteur 220 Volts
2 fils ORANGE	• Haute tension 440 Volts
Fils BLANC + BLEU	• 6,3 Volts filaments voie A
Fils BLANC + BLEU	• 6,3 Volts filaments voie B
2 fils ROUGES	• Masse des filaments

TRANSFORMATEUR DE SORTIE T1

Fil BLEU	• Plaque V3
Fil ORANGE	• Grille écran V3
Fil GRIS	• Prise médiane 470 Volts
Fil VIOLET	• Grille écran V4
Fil NOIR	• Plaque V4
Fil BLANC	• Haut parleur 4 Ohms
Fil ROUGE	• Haut parleur 8 Ohms
Fil GRIS/VERT	• Masse des haut parleurs

Comme première opération, on raccordera les fils d'alimentation du transformateur T2, comme indiqué sur la Fig. 11, en connectant l'interrupteur M/A et le socle de la prise secteur de type "Européen".

Puis on raccordera les autres fils sur les borniers en respectant les couleurs correspondantes, en se référant à la **Fig. 9**.

Il y aura lieu de ne pas oublier les fils qui rejoignent les circuits de contre-réaction aux bornes 5 et 9 du bornier central, partant respectivement des sorties 8 Ohms de chaque voie.

SORTIE CANAL A

ENTRÉE

CANAL A

8 ohm

AU VU-METRE
MASSE

8 ohm

JAUNE/VERT

ROUGE

T1/A

BLEU
ORANGE
VIOLET
NOIR
GRIS

DU + DE C16
+ HT

AU - DE C17
MASSE

-V₃/A

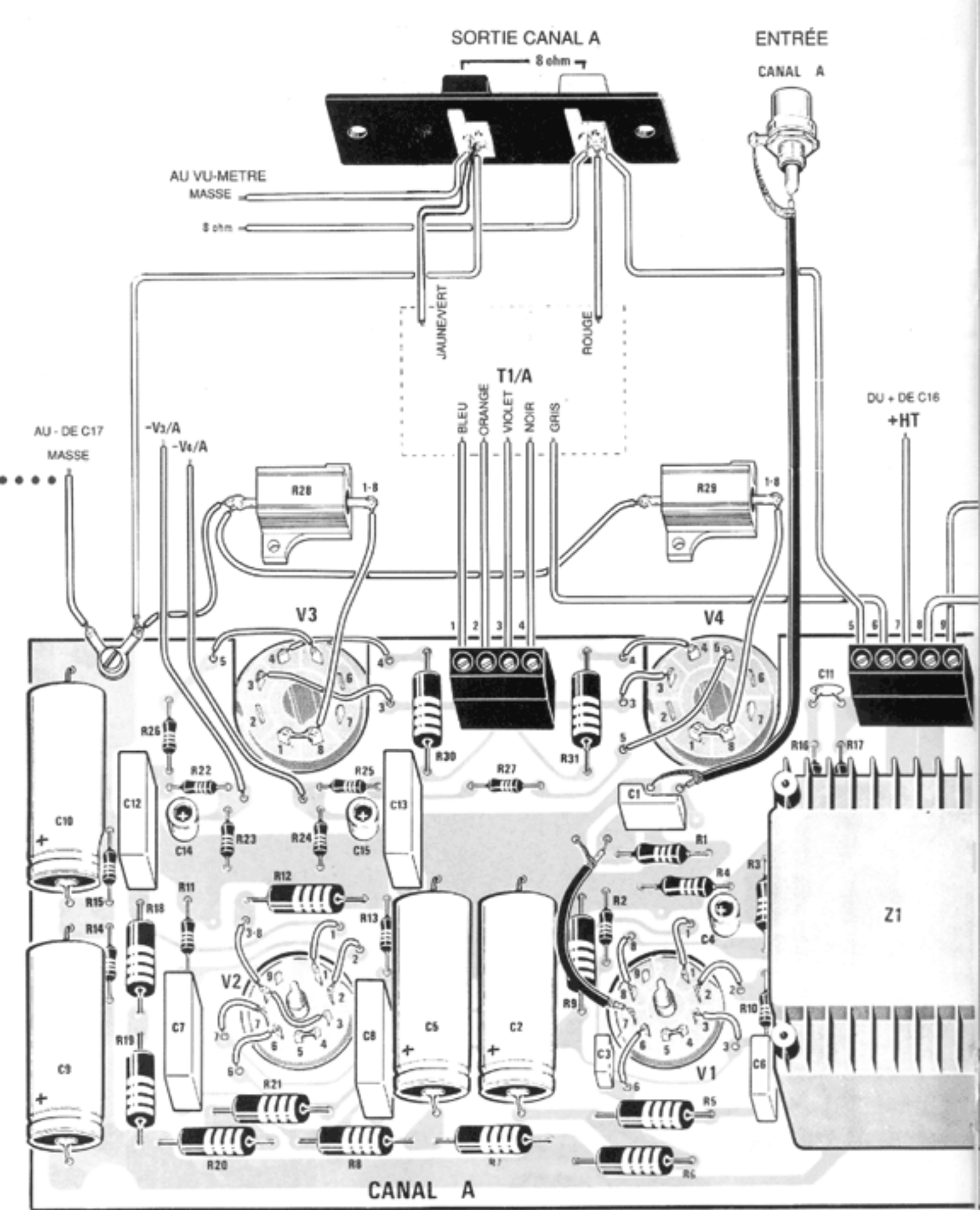
-V₄/A

V3

V4

Z1

CANAL A



ENTRÉE

SORTIE CANAL B

CANAL B

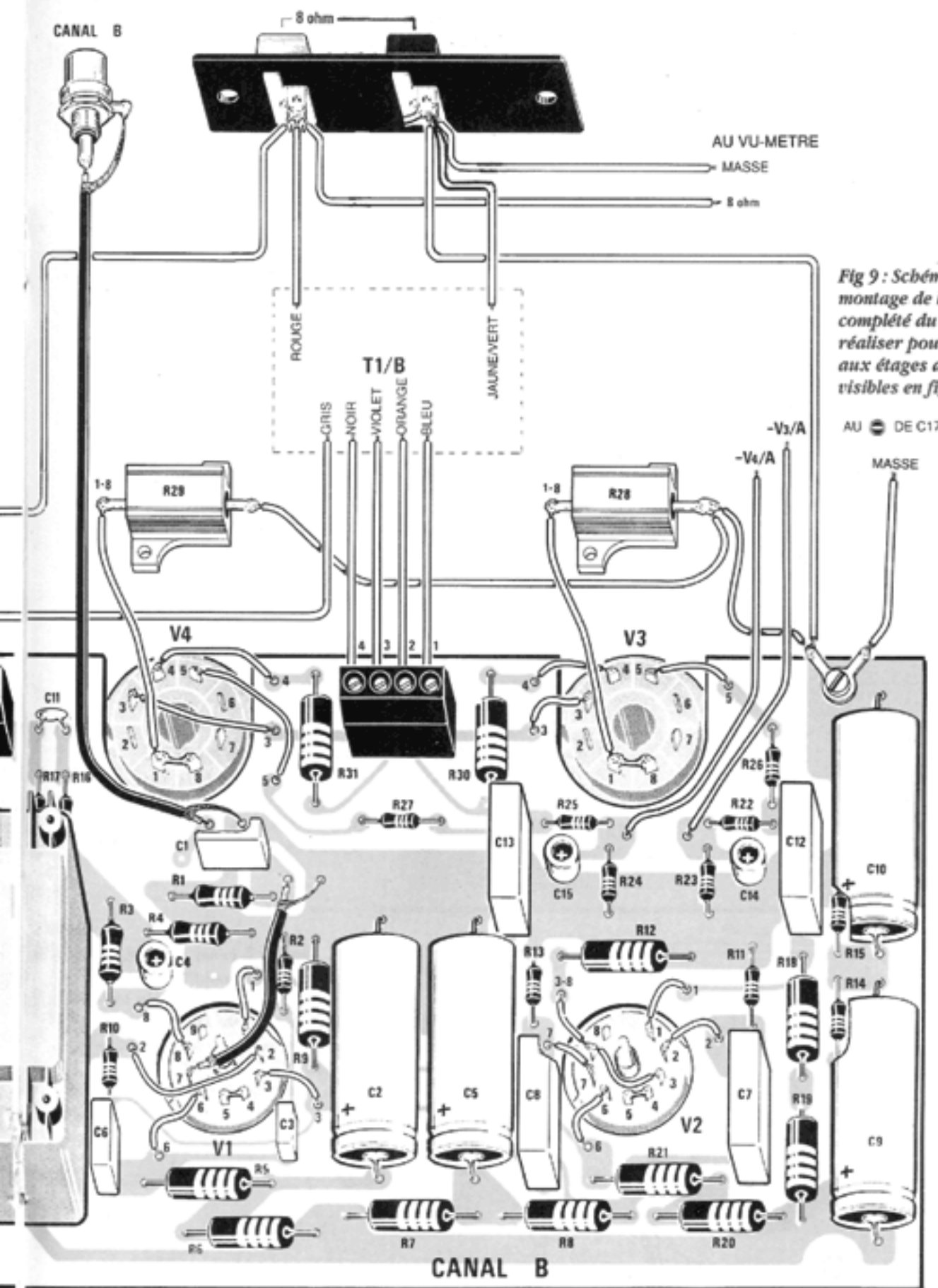


Fig 9 : Schéma pratique de montage de l'amplificateur, complété du câblage à réaliser pour le raccorder aux étages d'alimentation visibles en fig 10 & 11

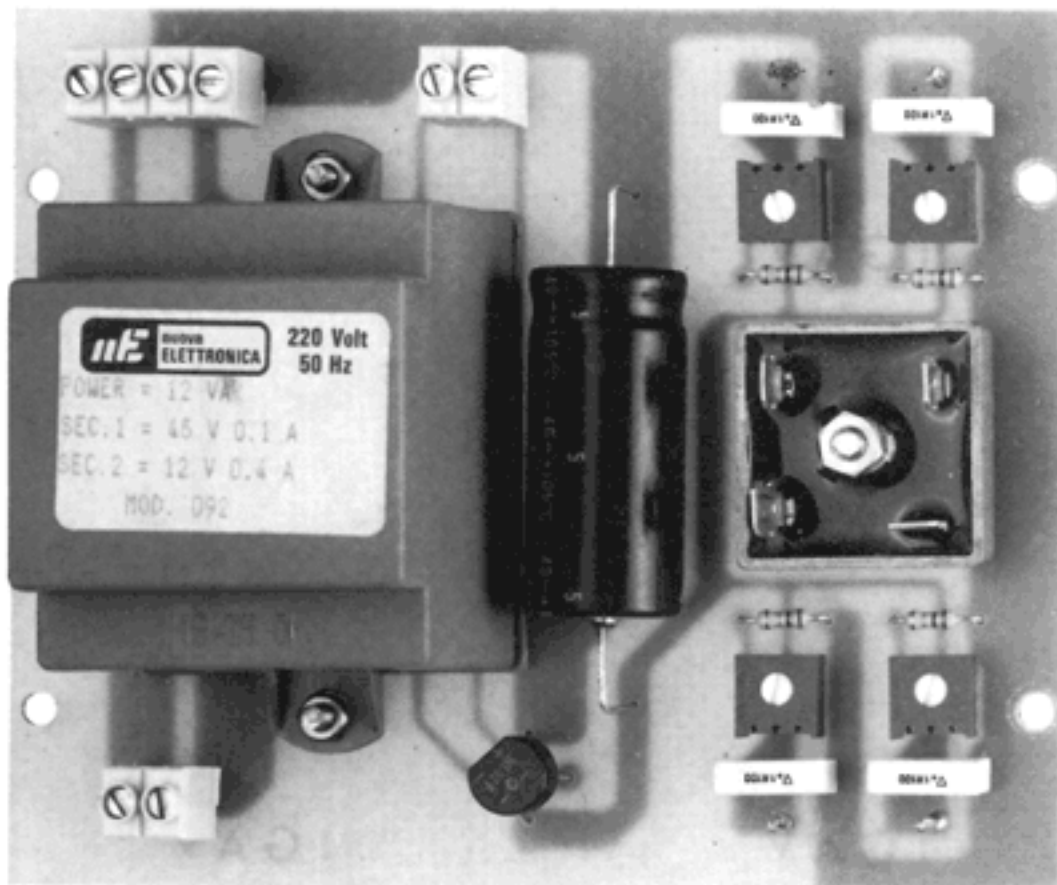


Fig 10 : Photo de l'étage d'alimentation LX1114. On notera que le pont redresseur RSI est directement fixé sur le circuit imprimé.

Fig 11 : Schéma pratique de montage d'alimentation LX1114. Sont reportés sur ce dessin, tous les raccordements à effectuer entre celui-ci et les condensateurs C16-C17 d'une part, et le circuit représenté en fig 9 d'autre part.

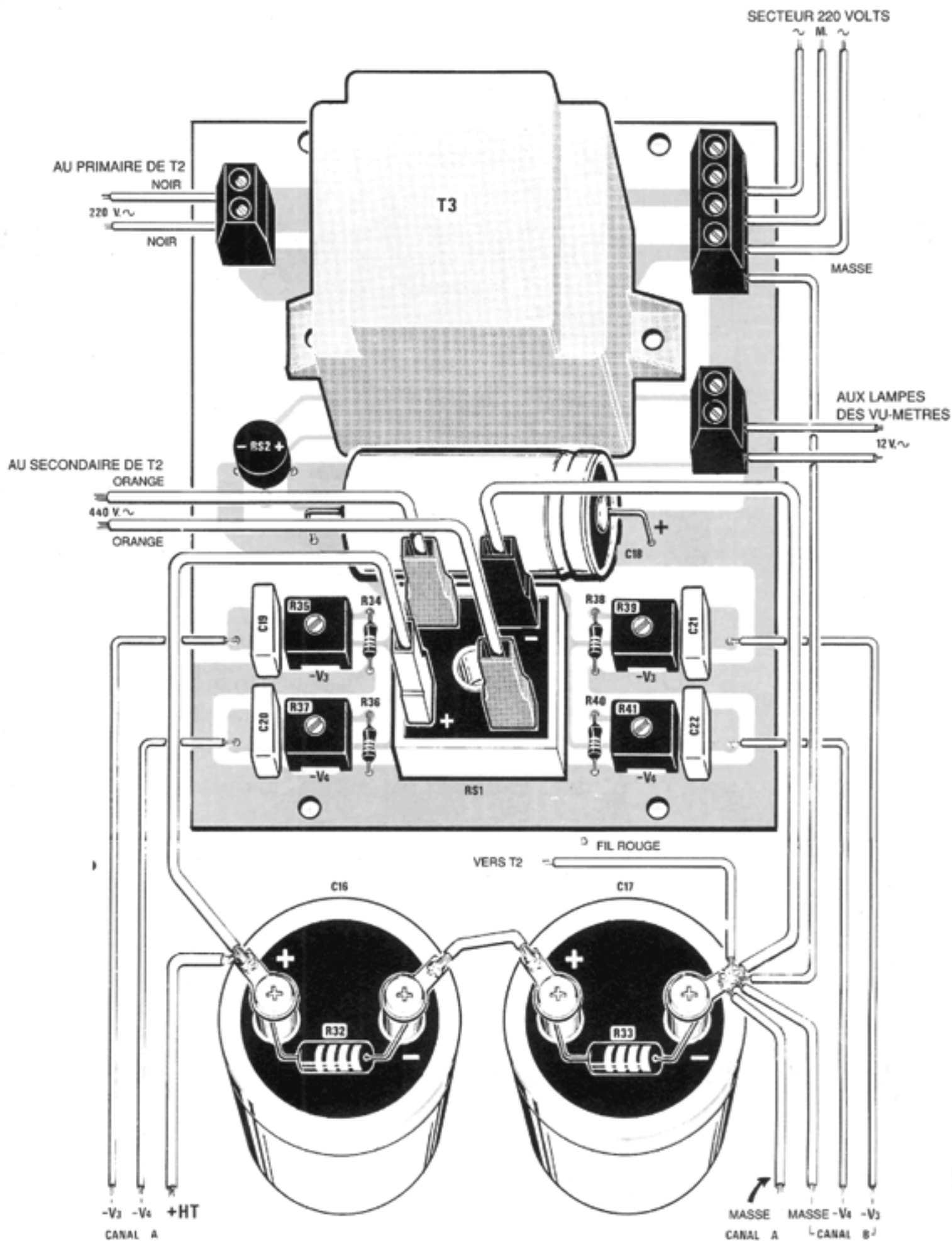


Fig 12 : Les résistances de puissance R28-R29 seront fixées sur deux équerres en aluminium, lesquelles prendront appui sur les vis de fixation des transformateurs T1/A et T1/B (voir fig 13), le fil de masse de ces résistances sera branché comme indiqué en fig 9.

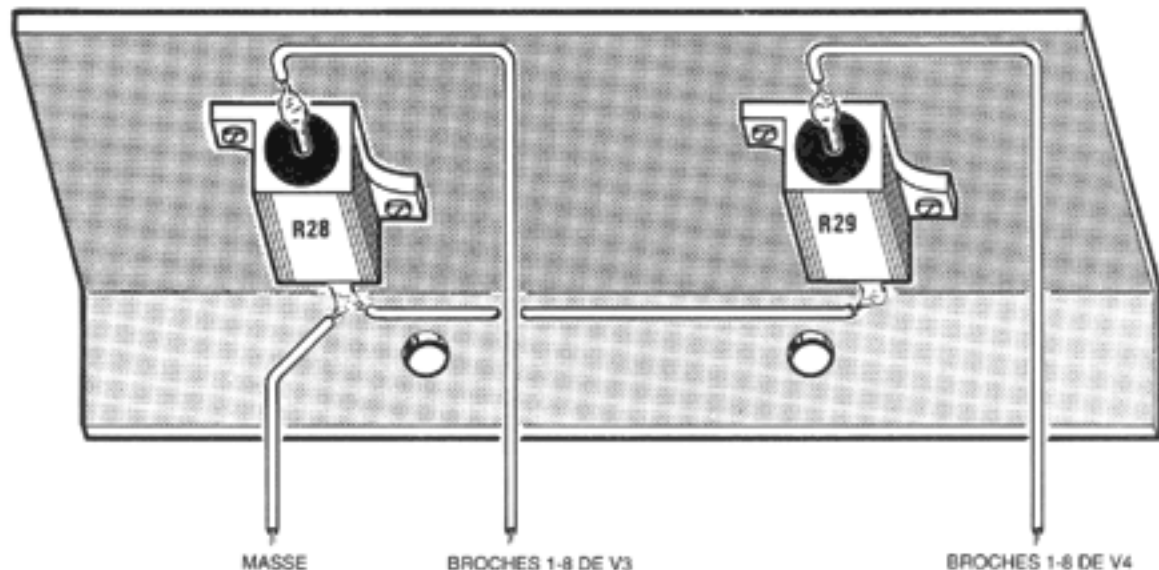
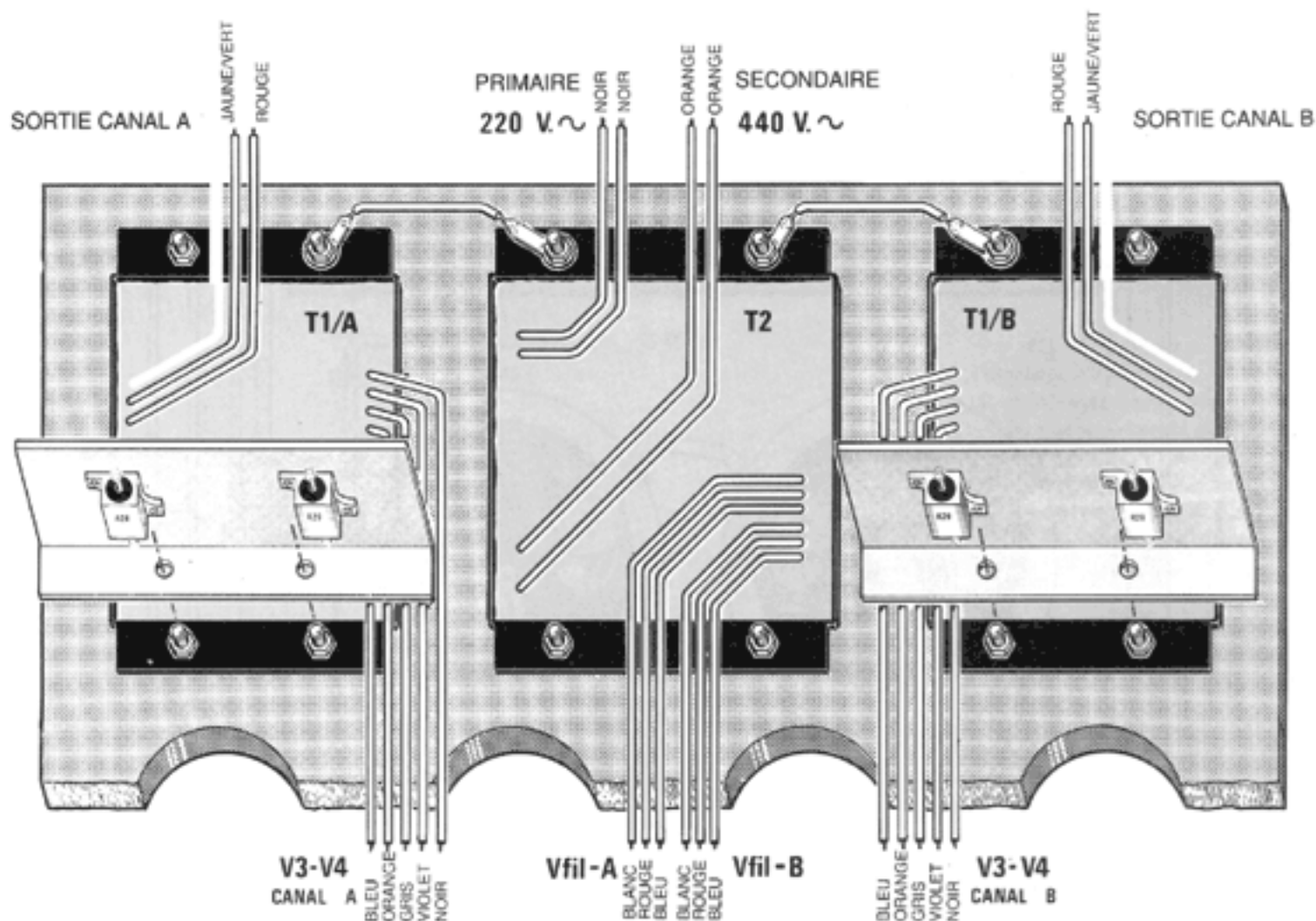


Fig 13 : Les trois transformateurs T1/A, T2, T1/B sont introduits dans leurs ouvertures respectives par l'intérieur du panneau supérieur du coffret, et fixés chacun par quatre petits boulons sur lesquels prendront appui les équerres de support des résistances de puissance visibles en fig 12.

Au moment de raccorder les fils issus des transformateurs, il faudra respecter rigoureusement les couleurs des fils. Ne pas oublier de raccorder les boîtiers des transformateurs entre eux.



Sans changer les valeurs

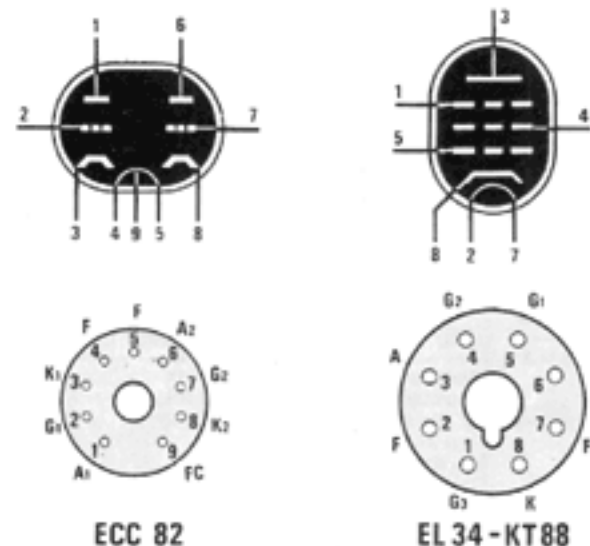


Fig. 14 Brochage, vu de dessous, des supports de tubes utilisés dans cet amplificateur. Les numéros de broches sont reportés sur les symboles respectifs.

Le schéma est étudié avec des valeurs qui permettent d'obtenir une puissance moyenne de manière à prolonger la durée de vie des tubes.

□ Si on dispose d'un oscilloscope et d'un bon générateur BF, on pourra reprendre les valeurs du circuit de contre-réaction, mais cela nécessite beaucoup d'attention.

□ Si on n'a pas trop d'expérience, mieux vaudra ne pas essayer de modifier ce circuit, car on risque de réduire le gain de l'ensemble sur les aigus, et avoir un amplificateur qui aura tendance à auto-osciller sur les aigus et les médiums.

□ Si on respecte tous les points de masse tels qu'ils sont expliqués dans le texte, l'amplificateur fonctionnera dans de bonnes conditions et sans problème.

On pourra utiliser des tubes EL 34 ou bien des KT 88, mais il faudra cependant et seulement faire varier les tensions de polarisation de grille, en se reportant aux paragraphes correspondants aux ré-

glages de chacun de ces tubes.

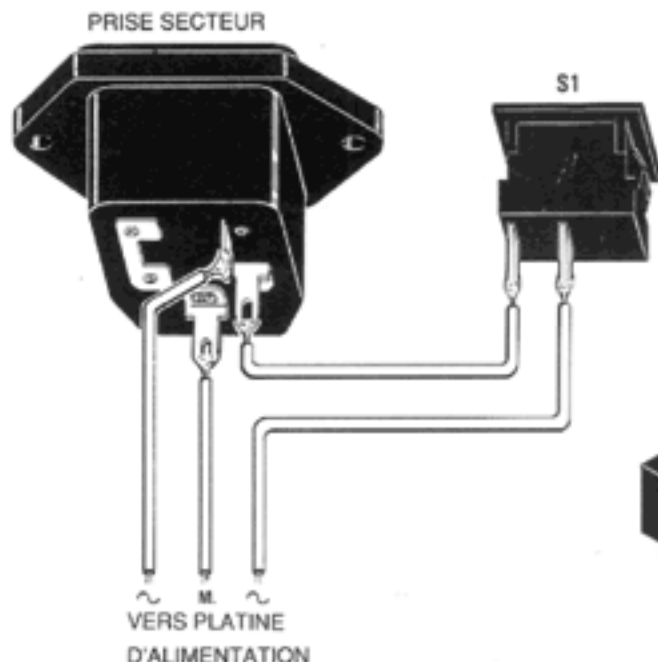
On remarquera que la plaque du tube KT 88 en fonctionnement, rouille légèrement, et que ce phénomène est normal. Cependant, si celle-ci rouille franchement, il y aura lieu de reprendre le réglage de la valeur de la tension négative sur le potentiomètre correspondant, en diminution.

□ Si en sortie, on n'arrive pas à obtenir la puissance requise, cela voudra probablement dire que le signal fourni à l'entrée par le préamplificateur est trop bas. A l'inverse, si on se trouve en présence de distorsions, cela indiquera que le signal d'entrée est trop haut, chose qu'on pourra corriger par le potentiomètre du volume.

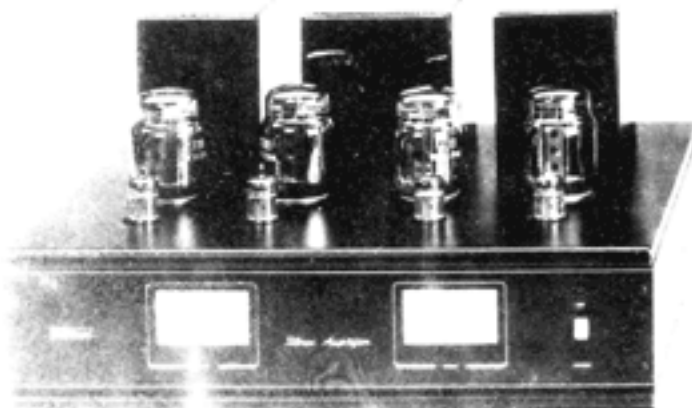
□ Pour terminer, nous rappellerons que les signaux d'entrée de cet amplificateur devront être fournis par un préamplificateur extérieur, doté de ses possibilités de contrôle du volume et de la tonalité.

Ceci fera l'objet d'un autre article

Fig. 15 Connexions à effectuer sur le socle de prise "Europe" d'alimentation secteur, et sur l'interrupteur M/A S1. Le fil marqué "M" est raccordé au bornier de droite de la Fig. 11. Noter au passage que le socle de prise "Europe" d'alimentation secteur est doté d'un fusible incorporé.



FINAL TUBES KT88



une distorsion plus faible. Pour les deux tubes finaux, nous avons inséré deux résistances ajustables, qui, en modifiant la tension négative de polarisation, servent à corriger la tolérance du gain des deux tubes identiques, mais aussi pour pouvoir substituer une EL 34 par une KT88, sans apporter d'autres modifications sur le schéma.

..... CARACTERISTIQUES GENERALES

<i>Réponse en fréquence</i>	• 15-20 000Hz
<i>Amplitude maxi. du signal d'entrée</i>	• 5 volts crête à crête
<i>Puissance musicale avec EL34</i>	• 55 + 55 Watts
<i>Puissance musicale avec KT88</i>	• 80 + 80 Watts
<i>Indépendance de sortie</i>	• 4 et 8 Ohms
<i>Distorsion</i>	• 0,1% à 1 000 Hz
<i>Rapport signal/bruit</i>	• -100 dB
<i>Tension anodique sur le push-pull</i>	• 470 Volts

... NOTE IMPORTANTE

La majeure partie des constructeurs affichent, dans les caractéristiques des amplificateurs, la puissance de sortie en Watts, sans préciser s'il s'agit de Watts musicaux ou de Watts crête à crête. Sur le tableau des caractéristiques de notre amplificateur, l'indication de puissance est bien mise en évidence et les Watts déclarés sont ceux qu'on pourra obtenir tout en maintenant la distorsion d'intermodulation à une valeur très basse. En pratique, cet amplificateur est capable de délivrer une puissance supérieure, mais dans ce cas le pourcentage de distorsion sera augmenté. Puisque beaucoup de débutants ne savent pas encore quelle différence il y a entre les Watts efficaces ou Watts RMS, les Watts musicaux et les Watts crête à crête, nous allons expliquer comment passer d'une valeur de puissance à l'autre:

Les Watts musicaux seront convertis en Watts RMS en les divisant par 2.

Les Watts crête à crête seront convertis en Watts RMS en les divisant par 8.

Quand un amplificateur est déclaré pour 100 Watts sans autre précision, les résultats pourront être différents, à savoir:

12,5 Watts RMS, s'il s'agit de Watts crête à crête
50 Watts RMS, s'il s'agit de Watts musicaux.

Celui qui acquiert un amplificateur de 100 Watts, sans savoir de quels Watts il s'agit, ne devra pas être étonné que celui-ci ne puisse délivrer qu'une puissance inférieure à 15 Watts RMS.

REGLAGES POUR EL 34

Pour commencer ces réglages, on ne mettra seulement en place que les tubes V1, à l'exclusion des autres tubes. On raccordera à chacune des sorties, une enceinte acoustique de caractéristiques ad hoc, ou mieux, une charge résistive de 8 Ohms/100 W. La première opération consistera à régler les potentiomètres ajustables R35-R37-R39-R41, de manière à obtenir une tension négative de 50-55 Volts sur les broches 5 des supports de V3 - V4.

Ensuite, il faudra débrancher le fil +HT du bornier 7 et insérer un multimètre commuté en milliampèremètre courant continu, sur l'échelle 100 mA, entre le fil +HT et le bornier 7. Prendre garde au fait qu'on manipule de la haute

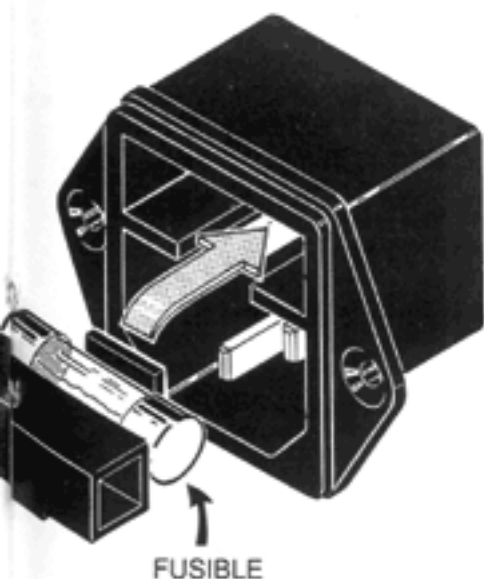
tension. A partir de là, on placera le tube V3/A sur son support, et on attendra que le filament rougisse normalement. Après quelques instants, le tube prendra sa température normale, et on réglera l'ajustable R35, de manière à obtenir une valeur de l'ordre de 75 mA sur le multimètre. Ceci fait on pourra enlever le tube, avec un chiffon pour éviter de se brûler la main.

□ On répètera la même opération pour les autres tubes, en prenant soin "d'affecter" un tube à son support, ceci afin de ne pas avoir à reprendre ultérieurement les réglages suite à inversion des tubes. En effet, les caractéristiques ne sont pas rigoureusement identiques de l'un à l'autre des tubes. Ceci explique cela.

(A titre indicatif, lorsque V3 et V4 seront en place, le courant total ne sera pas de $75 + 75 = 150$ mA, mais légèrement moindre, c'est à dire de l'ordre de 138-140 mA.)

□ Si on règle le courant de repos de chaque tube vers 80-82 mA au lieu des 75 mA conseillés, l'amplificateur délivrera une puissance supérieure, mais les plaques se mettront à rougir.

Si on règle le courant de repos de chaque tube en dessous des 75 mA conseillés, l'amplificateur délivrera une puissance inférieure à celle escomptée.



(suite page 52)

REGLAGES POUR KT88

La procédure de réglage pour les tubes KT 88 est pratiquement identique à celle des tubes EL 34.

Les courants de repos seront réglés cette fois à 97-99 mA, à l'aide des ajustables R35-R37-R39-R41.

La même précaution "d'affectation" des tubes à leurs supports respectifs sera à observer.

Les valeurs de réglages du courant de repos, inférieures ou supérieures à celles préconisées entraîneront les mêmes inconvénients que dans le chapitre précédent. □

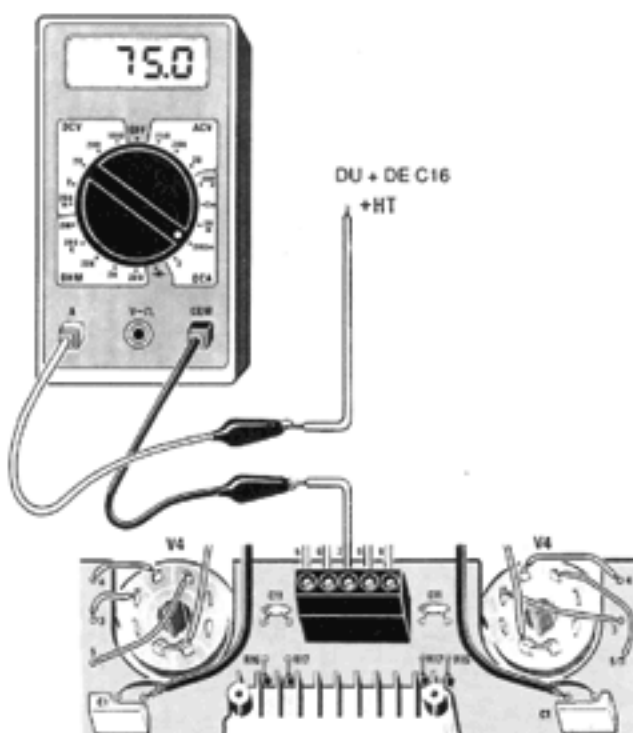


Fig: 16 Pour régler les ajustables R35-R37-R39-R41 sur la platine représentée en Fig: 11, un multimètre commuté en position milliampèremètre C C, sur l'échelle 100 mA, est inséré dans le circuit d'alimentation en +HT des plaques. On se reportera aux indications dans le texte pour effectuer ces réglages.



Fig: 17 Ci-dessus les tubes utilisés : à gauche le KT 88, et à droite l'EL 34.

accompagnée de notes diverses telles que MI-SI-FA#, donneront un son inharmonieux et plus désagréable. On pourra prendre exemple avec d'autres notes et leurs fréquences correspondantes pour revérifier le phénomène, en multipliant la fréquence par deux puis par trois, et remettre en évidence les harmoniques paires qui généreront des notes identiques sur des octaves supérieures, et les harmoniques impaires qui généreront des notes qui n'ont rien à voir avec la fondamentale.

□ Ce dernier exemple prendra la note DO à la fréquence de 261,6 Hz. Les harmoniques paires générées par un amplificateur à tubes seront :

$$\begin{aligned} 261,6 \times 2 &= 523,2 \text{ Hz} = \text{DO} \\ 523,2 \times 2 &= 1\,046,4 \text{ Hz} = \text{DO} \\ 1\,046,4 \times 2 &= 2\,092,8 \text{ Hz} = \text{DO} \end{aligned}$$

Les harmoniques impaires de cette même note DO, générées par un amplificateur à transistors seront :

$$\begin{aligned} 261,6 \times 3 &= 784,8 \text{ Hz} = \\ &\text{SOL désaccordé} \\ 784,8 \times 3 &= 2\,354,4 \text{ Hz} = \\ &\text{RE désaccordé} \\ 2\,354,4 \times 3 &= 7\,063,2 \text{ Hz} = \\ &\text{LA désaccordé} \end{aligned}$$

□ Avec ces exemples chiffrés on pourra comprendre finalement pourquoi notre oreille fait la différence entre le son d'un amplificateur à tubes et le son d'un amplificateur à transistors. Cette brève mais nécessaire parenthèse étant fermée, passons à présent à la description du schéma électrique. ▀



Schéma électrique

Puisque l'amplificateur que nous vous présentons est stéréo, nous ne traiterons le schéma électrique que d'un seul canal, l'autre voie étant strictement identique.

□ Sur le schéma de la Fig. 3 on ne trouvera que quatre tubes, mais lorsqu'on passera à la réalisation, on traitera l'ensemble avec huit tubes. Pour la description de ce schéma, on partira de la prise d'entrée, sur laquelle sera appliqué un signal BF issu d'un préamplificateur extérieur, contrôlé en volume et en tonalité. Le signal sera dirigé directement, avec un condensateur de découplage C1, à la grille de la première triode de préamplification, c'est à dire la 1/2 double triode ECC 82, marquée V1 sur le schéma.

De la plaque de cette triode, le signal sera acheminé à travers le condensateur C6 par la grille de la seconde triode de V1, utilisée ici en amplificateur inverseur.

De la plaque et de la cathode de cette seconde triode, on prélèvera deux signaux BF d'amplitude identique mais dé-

phasé de 90°, qu'on appliquera sur chacune des grilles de la double triode V2, laquelle sera utilisée ici comme étage pilote.

Comme les deux tubes finaux V3-V4 devront travailler en classe AB1, il a été plus judicieux d'utiliser une ECC 82, (équivalente à une 12 AU 7), qui délivrera une puissance plus appropriée, plutôt qu'une ECC 83.

On pourra se reporter au TABLEAU 1, pour confronter les caractéristiques des tubes ECC 82, ECC 83 et des EL 34, KT 88.

Le signal BF, prélevé sur les plaques de la double triode V2, sera appliqué sur la grille de contrôle de chacun des tubes finaux V3-V4, à travers des condensateurs de liaison C12-C13. On pourra choisir à souhait des EL 34 ou des KT 88 pour équiper ces étages de sortie.

□ Ceci dit, le schéma a été étudié de façon à recevoir indifféremment l'un ou l'autre de ces types de tubes, sans avoir pour autant à modifier physiquement quoi que ce soit dans le reste du circuit.

Fig 2 : Photo de l'amplificateur complet, doté de tubes EL34, capable de générer une puissance de 55+55 Watts musicaux. Ce même amplificateur doté de tubes KT88 est capable de générer une puissance de 80+80 Watts musicaux (voir photo en tête d'article).

CARACTERISTIQUES ECC 82

Double triode de pilotage

Tension plaque	•	250 Volts
Tension grille	•	8-10 Volts négatifs
Courant plaque	•	10,5 mA
Pente	•	2,2 mA/V
Impédance de sortie	•	7 700 Ohms
Facteur d'amplification	•	17
Puissance maximum	•	2,75 Watts

CARACTERISTIQUES ECC 83

Double triode de pilotage

Tension plaque	•	250 Volts
Tension grille	•	2-3 Volts négatifs
Courant plaque	•	1,2 mA
Pente	•	1,6 mA/V
Impédance de sortie	•	62 500 Ohms
Facteur d'amplification	•	100
Puissance maximum	•	1 Watts

CARACTERISTIQUES EL34 (Classe AB1)

Pentode finale de puissance

Tension plaque	•	560 Volts
Tension grille G1	•	35-39 Volts négatifs
Courant plaque de repos	•	150 mA
Courant plaque maxi	•	240 mA
Puissance maximum	•	70 Watts musicaux

CARACTERISTIQUES KT88 (Classe AB1)

Pentode finale de puissance

Tension plaque	•	560 Volts
Tension grille G1	•	48-52 Volts négatifs
Courant plaque de repos	•	190 mA
Courant plaque maxi	•	290 mA
Puissance maximum	•	108 Watts musicaux

TABLEAU N°1

• Schéma électrique (suite...)

En utilisant des EL 34, le coût sera moindre car ces tubes coûtent en moyenne 65.00 F pièce, mais on n'obtiendra qu'une puissance maximale de 55 + 55 Watts musicaux.

En utilisant des KT 88, le coût sera supérieur car ces tubes coûtent en moyenne 180.00 F pièce, mais on pourra obtenir une puissance maximale de 80 + 80 Watts musicaux.

Les grilles de contrôle (broche 5) des deux tubes finaux de puissance seront polarisées séparément par une tension négative provenant de deux résistances ajustables R35-R37 pour le circuit de la voie A, et R39-R41 pour le circuit de la voie B. (Voir Fig. 4)

□ La grille écran de chacun de ces deux tubes finaux, (voir broche 4, sur Fig. 3) sera alimentée par une prise intermédiaire sur l'enroulement primaire du transformateur de sortie T1, à travers une résistance (Voir

R30-R31), pour améliorer la stabilité et pour réduire la distorsion. Sur le secondaire du transformateur T1/A on disposera d'une sortie pour un haut parleur de 4 Ohms, et une autre pour un haut parleur de 8 Ohms.

Sur la sortie 8 Ohms, on trouvera le départ d'un circuit de contre-réaction constitué par deux résistances R16-R17, et un condensateur C11. Quand on branchera ce transformateur, on prendra grand soin de repérer les couleurs des fils, pour éviter toute inversion qui entraînerait le non-fonctionnement de l'amplificateur. *z*

• • •

L'étage d'Alimentation

L'étage d'alimentation, encore considéré peu important par certains, devra bénéficier d'un très grand soin, car s'il est mal étudié, cela risque d'être préjudiciable pour les caractéristiques d'un amplificateur HI-FI digne de ce nom. Une bonne alimentation doit disposer d'une grande réserve d'énergie pour remplir cette condition, par conséquent il faut

utiliser une batterie de condensateurs à capacité élevée.

□ Si on utilise une capacité élevée, il est tout aussi nécessaire d'avoir recours à un pont redresseur robuste car il devra délivrer instantanément un fort courant pendant la charge des condensateurs.

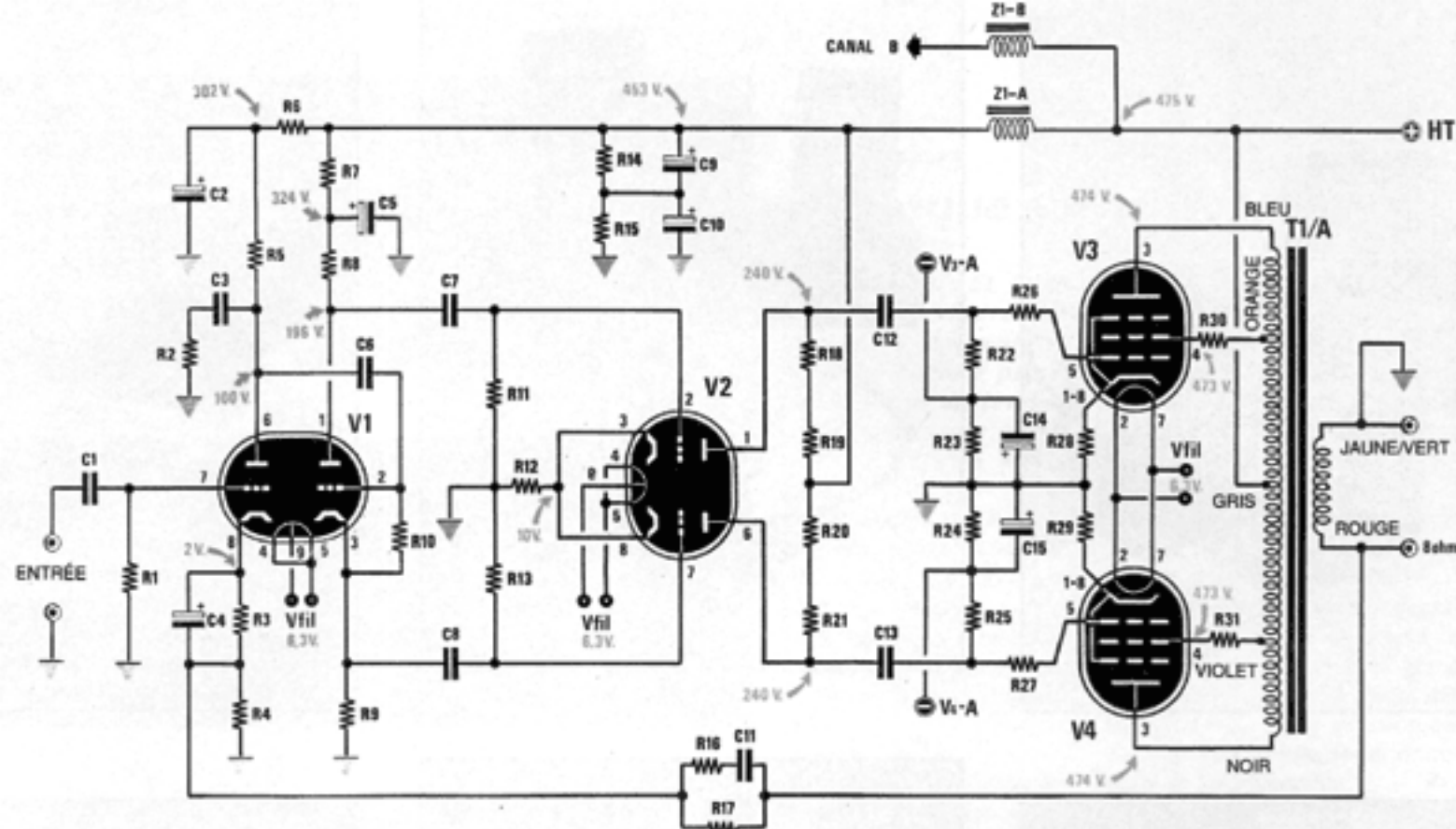


Fig 3 : Schéma électrique de l'amplificateur.

Dans le cas d'utilisation de tubes KT88, en lieu et place des EL34, il y aura lieu seulement de reprendre les réglages des ajustables R35-R37-R39-R41. Les valeurs en couleur portées sur ce schéma sont celles pour les EL34.

R1	1 Mégohms 1/2 W
R2	6 800 Ohms 1/2 W
R3	390 Ohms 1W
R4	68 Ohms 1W
R5	47 000 Ohms 2 W
R6	33 000 Ohms 2 W
R7	22 000 Ohms 2 W
R8	22 000 Ohms 2 W
R9	22 000 Ohms 2 W
R10	1 Mégohms 1/2 W
R11	1 Mégohms 1/2 W
R12	1 000 Ohms 2 W
R13	1 Mégohms 1/2 W
R14	100 000 Ohms 1/2 W
R15	100 000 Ohms 1/2 W
R16	1 500 Ohms 1/4 W
R17	2 700 Ohms 1/4 W
R18	22 000 Ohms 2 W
R19	22 000 Ohms 2 W
R20	22 000 Ohms 2 W
R21	22 000 Ohms 2 W
R22	100 000 Ohms 1/2 W
R23	100 000 Ohms 1/2 W
R24	100 000 Ohms 1/2 W
R25	100 000 Ohms 1/2 W
R26	100 000 Ohms 1/2 W
R27	100 000 Ohms 1/2 W

R28	22 Ohms 10 W
R29	22 Ohms 10 W
R30	270 Ohms 10 W 2 W
R31	270 Ohms 10 W 2 W
R32	100 000 Ohms 2 W
R33	100 000 Ohms 2 W
R34	10 000 Ohms 1/4 W
R35	22 000 Ohms ajustable
R36	10 000 Ohms 1/4 W
R37	22 000 Ohms ajustable
R38	10 000 Ohms 1/4 W
R39	22 000 Ohms ajustable
R40	10 000 Ohms 1/4 W
R41	22 000 Ohms ajustable

C1	12 000 pF polyester
C2	22 uF électrolytique 450 V
C3	5 600 pF polyester 450 V
C4	1 uF électrolytique 63 V
C5	22 uF électrolytique 450 V
C6	120 000 pF polyester 250 V
C7	150 000 pF polyester 630 V
C8	150 000 pF polyester 630 V
C9	22 uF électrolytique 450 V
C10	22 uF électrolytique 450 V
C11	1 000 pF disque céramique
C12	150 000 pF polyester 630 V
C13	150 000 pF polyester 630 V

C14	10 uF électrolytique 63 V
C15	10 uF électrolytique 63 V
C16	1 000 uF électrolytique 400 V
C17	1 000 uF électrolytique 400 V
C18	470 uF électrolytique 100 V
C19	100 000 pF polyester 100 V
C20	100 000 pF polyester 100 V
C21	100 000 pF polyester 100 V
C22	100 000 pF polyester 100 V

RS1	Pont redresseur 400 V/35 A
RS2	Pont redresseur 100 V/1 A

V1	Tube ECC 82
V2	Tube ECC 82
V3	Tube EL 34 OU KT88
V4	Tube EL 34 OU KT88

Z1	Indépendance de filtrage type TA 30
T1	Transformateur de sortie type TA 110: - Impédance au primaire 2000 + 2000 Ohms - Sortie compensée 4 à 8 Ohms - Puissance admise par le noyau 170 Watts - Linéarité (bande passante) 20 Hz à 60 KHz - 2 x 4 enroulement à couches entrelacées - Noyaux au silicium à grains orientés
T2	Transformateur d'alimentation type TA : 250 Prim/ 220V, Sec: 40V - 6.3 + 6.3 V
T3	Transformateur d'alimentation type T 010.01 Prim/ 220V, Sec: 45V - 12 V 12 VA
S1	Interrupteur
F1	Fusible 1A

L'étage d'alimentation (suite...)

Le secondaire haute tension du transformateur T2 délivre une tension alternative de 350 Volts à l'entrée du pont redresseur RS1, lequel restitue à sa sortie une tension redressée qui est filtrée par deux condensateurs électrolytiques C16-C17, de 1000 μ F branchés en série. Nous avons dû nécessairement prévoir le montage en série car la tension de service des condensateurs utilisés est de 400 Volts, ce qui nous permet de disposer d'une capacité de 500 μ F/800 Volts.

Les deux résistances R32-R33 servent à l'équilibrage de tension aux bornes des condensateurs d'une part, et à la décharge de ces mêmes condensateurs après la mise hors tension de l'amplificateur, d'autre part.

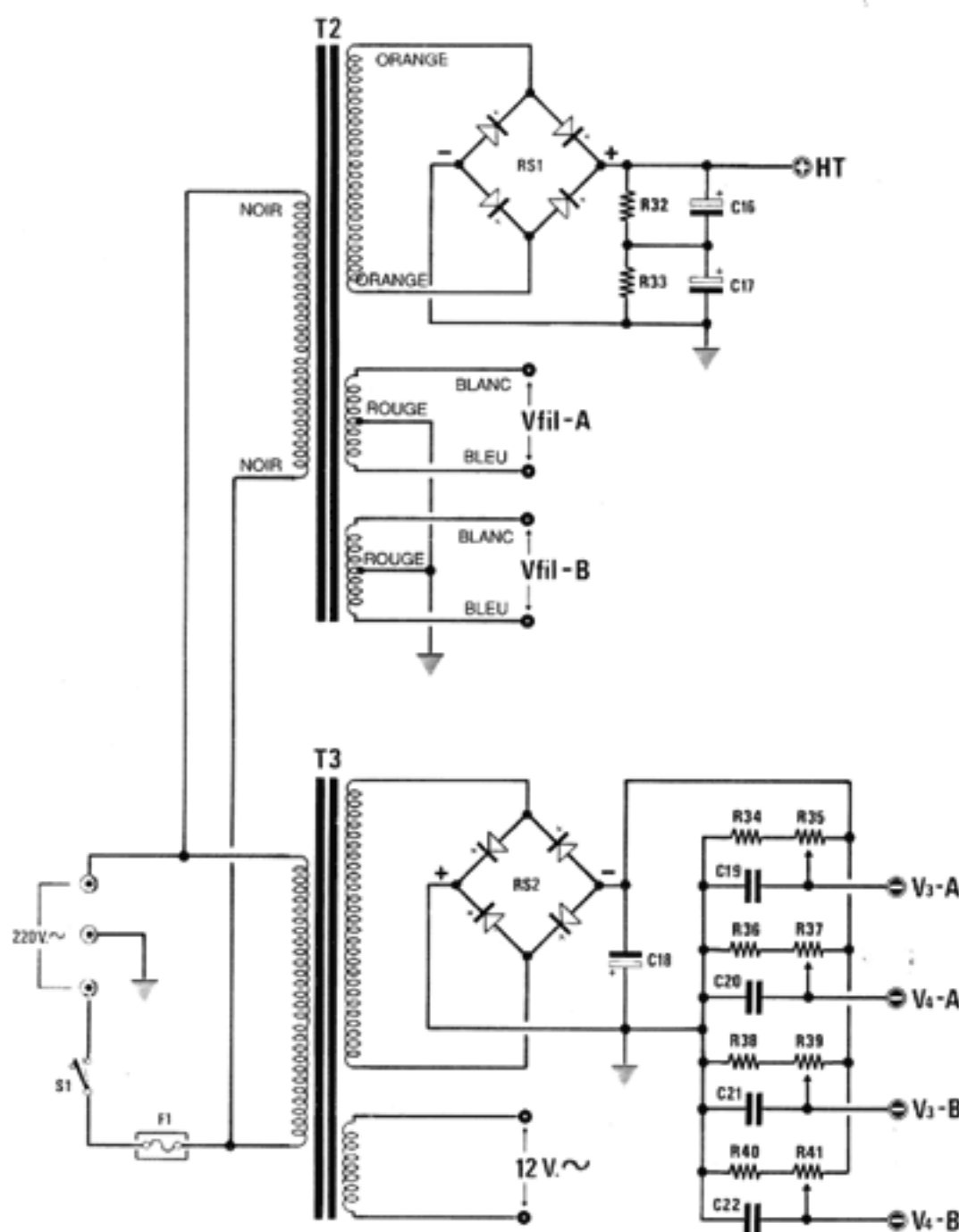


Fig 4 : Schéma des deux étapes d'alimentation. Le transformateur T3 a pour tâche de délivrer la tension négative de polarisation grille, et la tension pour alimenter les lampes d'éclairage des Vu-mètres. **NOTA :** Tous les composants repérés d'un astérisque sur la liste sont montés sur cet étage d'alimentation.

□ Pour éliminer le moindre ronflement dû au courant alternatif de 6,3 Volts, alimentant les filaments des tubes, la prise médiane de chaque enroulement destiné à cet effet sera obligatoirement connectée au négatif du condensateur C17, comme indiqué en **Fig. 11**.

L'enroulement repéré Vfil/A servira à alimenter les filaments des tubes de la voie A, alors que l'enroulement repéré Vfil/B servira à alimenter les filaments des tubes de la voie B.

□ Les étages d'entrée et pilotes (V1-V2 de **Fig. 3**) de la voie A et de la voie B devraient être alimentés séparément en haute tension bien filtrée, et pour ce faire, les alimentations transiteront chacune par une self de lissage Z1/A (et Z1/B) (pour information, les deux selfs sont enfermées toutes les deux dans un seul boîtier plastique).

suite page 36

L'étage d'alimentation

(suite...)

Le second transformateur T3, représenté sur la Fig. 4, assure avec l'aide du pont redresseur RS2 et la capacité de filtrage C18, la fourniture de la tension négative de polarisation des tubes finaux V3-V4, ainsi qu'une tension alternative de 12 Volts pour alimenter les petites lampes d'éclairage des Vu-mètres de façade.

□ Les quatre résistances ajustables R35-R37-R39-R41 seront réglées selon les indications données dans le chapitre "Réglages".

A
V
E
R
T
I
S
S
E
M
E
N
T

Avant de passer à la réalisation pratique, nous devons adresser une sévère mise en garde à tous ceux qui n'ont jusqu'à présent réalisé que des montages à transistors ou autres semiconducteurs. En regardant le schéma de la Fig. 3, on se rendra compte qu'il est mis en oeuvre des hautes tensions qu'on se gardera bien de toucher avec les doigts lorsque l'amplificateur est sous tension. Il faudra bien garder à l'esprit que certaines résistances, certaines broches de tube, certains condensateurs sont soumis à des potentiels compris entre 240 et 475 Volts.

□ Il y aura lieu de se méfier des condensateurs qui seraient enco-

re en charge malgré la mise hors tension de l'amplificateur. Avant toute intervention pressée sur les circuits de cette réalisation, il sera bon de court-circuiter les bornes des condensateurs à travers une résistance comprise entre 100 et 470 Ohms / 2W, isolée électriquement par rapport aux doigts, cela va de soi...

Un autre objet de mise en garde est la température de fonctionnement des tubes électroniques. Il n'est pas anormal que l'ampoule de verre d'un tube soit portée à une température avoisinant les 100° C. Par conséquent, il y aura lieu de prendre quelques précautions afin d'éviter de se brûler les doigts lors de l'enlèvement d'un tube de son support, tout comme on le ferait pour enlever une lampe d'éclairage qu'on vient d'éteindre. 

Réalisation pratique

Dans un montage à tubes, on utilise rarement de circuit imprimé, car généralement les broches des socles de lampes servent de support pour la majorité des composants. Des connecteurs métalliques connectés à la masse pour raccorder au châssis toutes les extrémités des composants sont utilisés alors que des barettes isolées sont utilisées pour les composants devant être reliés aux tensions positives d'alimentation. Exécuter ce type de montage semble apparemment facile, mais les tubes "travaillent" en haute impédance, et il faut respecter rigoureusement les points de masse, et les points de prise de tension positive pour alimenter chaque étage.

Si on connecte une enveloppe d'un condensateur ou d'une résistance de puissance sur un mauvais point de masse, ou bien si on mélange les points de ponction de tensions positives d'alimentation, on risque d'essuyer des déboires avec la présence d'auto-oscillations ou de bruit de fond, qu'il sera très difficile d'éliminer par la suite. Ainsi, un condensateur de liaison ou un condensateur électrolytique de filtrage non raccordé à un point précis peut causer certaines difficultés. Pour éviter tous ces inconvénients, nous avons pris le parti d'étudier la réalisation de ce montage sur un circuit imprimé. De cette façon, tous les composants seront obligatoirement implantés à des positions prédéterminées. Comme on peut le voir sur la Fig. 9, la masse de la voie de droite est séparée de celle de la voie de gauche, et sur ces points de masse, on branchera les deux résistances de puissance R28-R29, puis ces deux points de masse seront raccordés séparément à la borne négative du condensateur C17.

Il est absolument nécessaire que les fils issus des points de masse du circuit rejoignent séparément la borne négative du condensateur C17, laquelle est réputée être le point commun principal de masse. Il ne faudra pas commettre l'erreur de relier les masses des deux voies et de rallier ensuite le négatif de C17 avec un seul fil.

Toutes ces précautions auront l'avantage d'éviter les auto-oscillations et de réduire au minimum les ronflements et le souffle.

Les petits câblages externes pourraient causer quelques difficultés, mais si on suit attentivement tous les conseils qui sont donnés, on sera assuré que cet amplificateur fonctionnera sans problème, pour

autant qu'aucune soudure n'ait été oubliée ou ne soit sèche, et qu'il n'y ait pas d'erreur d'implantation ou de valeur de composant.

Pour commencer, il est conseillé de monter les huit supports de tube sur le châssis en aluminium, en disposant les supports de type octal à huit broches, du diamètre le plus grand sur la partie supérieure, et en prenant soin de diriger la rainure de repère vers le bas (voir la Fig. 8) ; alors que les supports plus petits, de type noval, à neuf broches donc, seront placés sur la partie inférieure, en dirigeant les broches 1-9 vers le haut.

Sur le dessin de la Fig. 8 n'a été représenté que le côté gauche, (voie A), sachant que le côté droit, (voie B) est similaire.

Avec du fil conducteur isolé de 1,5 mm de diamètre, on assurera l'alimentation de tous les filaments, comme indiqué en Fig. 8, en laissant une amorce de fils destinés à être reliés à l'enroulement correspondant de T2.

La consommation des filaments des tubes finaux étant de 1,6 A, et celle des tubes préamplificateurs et de pilotage étant seulement de 0,3 A, il sera préférable de relier les fils venant du transformateur, sur les broches des filaments ayant une plus grande consommation.

Cette tâche terminée, on prendra le circuit imprimé référencé LX 1113, pour y implanter tous les composants tels qu'ils sont représentés en Fig. 9. On pourra commencer par les résistances, puis on montera tous les condensateurs céramique et polyester, puis les condensateurs électrochimiques, ensuite les borniers, et pour finir, l'impédance Z1, qui sera implantée à l'opposé comme indiqué.

Tout autour des supports de tubes on soudera des petits morceaux

de fils qui serviront par la suite à relier les pistes du circuit imprimé aux broches respectives des supports des tubes.

Au voisinage des V3, on repèrera les points de connexion -V3/A, -V4/A et -V4/B, -V3/B qui recevront les fils d'alimentation en tension négative issus des curseurs des potentiomètres ajustables R35-R37-R39-R41 situés sur le circuit imprimé référencé LX 1114. (Voir Fig. 11)

Une fois tous les composants montés sur ce circuit imprimé, avant de fixer la platine sur la plaque d'aluminium, on soudera des morceaux de fil d'environ 4 à 5 cm, sur les points de connexion indiqués plus haut, autour des supports de tube. Pour les deux tubes V1, on raccordera un petit morceau de câble blindé avec la tresse soudée sur la piste de masse du circuit imprimé, sans la raccorder à l'autre bout.

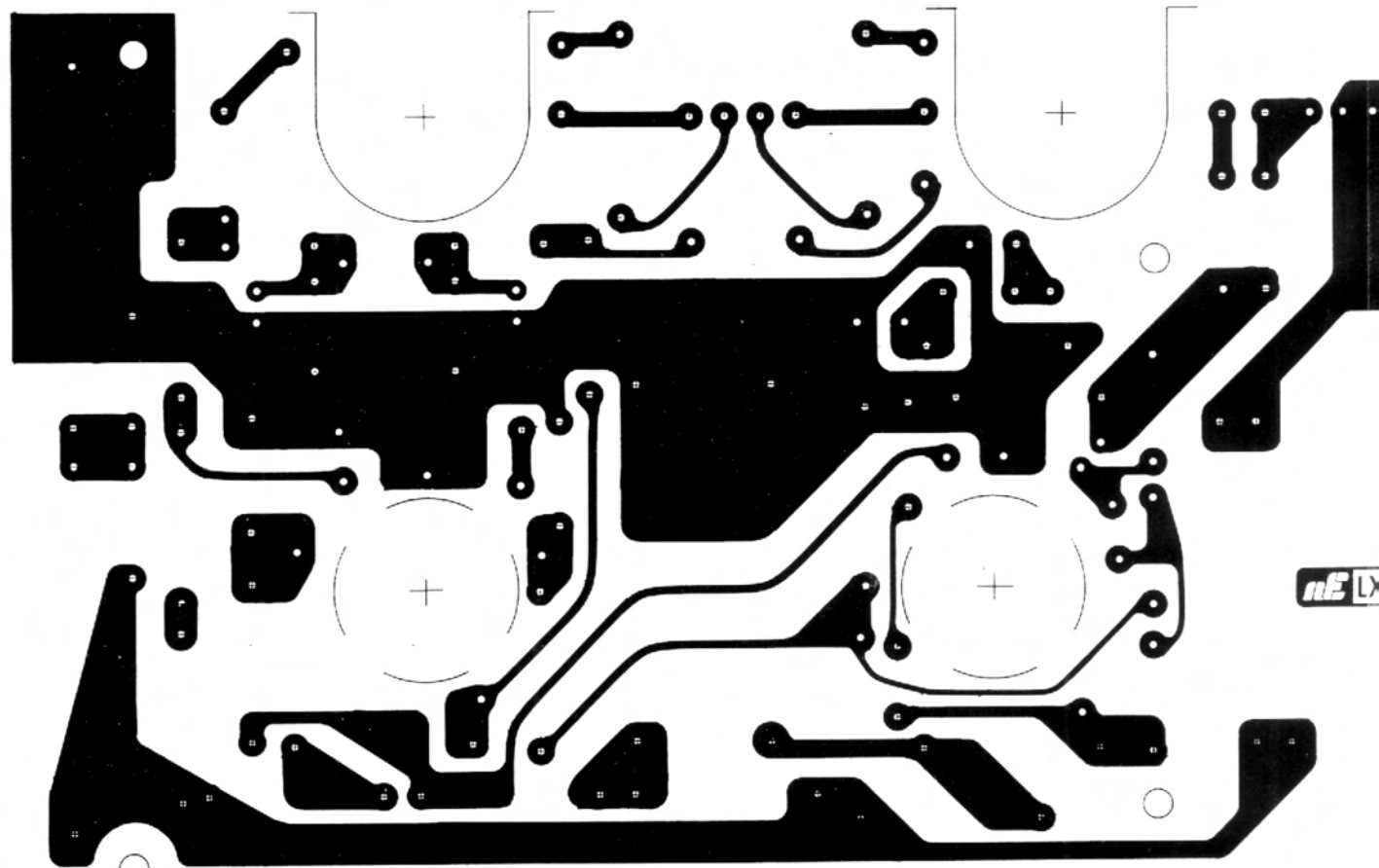
(Voir détail Fig. 9)

On s'arrêtera un instant pour détailler la méthode de confection et de branchement de ces petits câbles blindés, ceci essentiellement pour éviter une erreur banale. Dans le domaine qui nous préoccupe à présent, nous avons constaté un jour que la cause d'un non-fonctionnement d'un montage était dû tout simplement à un minuscule fil de la tresse d'un câble blindé soudé avec l'âme. Ce petit fil, presque invisible à l'œil nu, avait provoqué, bien sûr, un court circuit. Pour éviter ce genre de désagrément, nous conseillons de dénuder le câble sur environ 1 cm, et séparer soigneusement la tresse de l'âme, de la torsader pour rassembler tous les fils, et

suite page 38

ms LX 1'114





NEC

LX 1.113

