

LE PACIFIC

amplificateur hybride

C

et amplificateur est original à plus d'un titre. Hybride, il utilise une technologie mixte transistors-tubes. Très simple puisqu'il n'est constitué que de deux étages, il possède toutefois un gain total important, sa sensibilité d'entrée est également élevée, ce qui autorise une attaque directe des sources haut niveau sans avoir recours à un préamplificateur. Pour cela, nous lui avons adjoint un réglage de volume-balance ainsi qu'un sélecteur de source et un monitoring.



Sa puissance de 2×16 W lui permettra de s'adapter parfaitement à une grande variété d'enceintes de moyen ou de haut rendement. Cela avec des performances d'écoute de très haut niveau. Sa réalisation est d'une grande simplicité et ne nécessite pas de mise au point particulière.

Cet article vient compléter l'introduction de l'amplificateur Pacific qui a été publiée dans le n° 43 de L'Audiophile.

Cet amplificateur a subi en quelques mois plusieurs petites évolutions, notamment au niveau de son alimentation.

Étage d'entrée

La version définitive s'apparente de très près à la version publiée à la page 12 du n° 43 de L'Audiophile. A noter que le schéma publié comportait une erreur, la gate (ou grille) du 2SK 170 BL inférieur n'étant pas reliée à l'entrée mais retombant à la masse à travers une résistance de 109 Ω .

Les transistors d'entrée sont des versions à effet de champ canal N portant la référence 2SK 240. Le 2SK 240 est une version double constitué de deux transistors (proches du 2SK 170) coiffés d'un petit capot métallique assurant un bon couplage thermique. Le 2SK 240, tout comme le 2SK 170 est fabriqué par Toshiba sous plusieurs lots répartissant ceux-ci dans des plages de I_{DSS} déterminées, soit :

Y = 1 à 3 mA
OR ou GR = 2,6 à 6,5 mA
BL = 6 à 12 mA
V = 10 à 20 mA.

Sur la version définitive, on remarquera la mise en parallèle des deux éléments du transistor à effet de champ 2SK 240. Les deux éléments étant parfaitement appariés, l'incidence sur la qualité sonore peut être considérée comme négligeable. Le modèle utilisé portait le suffixe GR, la valeur de son I_{DSS} étant de 2,9 mA. Cette valeur peut se vérifier facilement à l'aide d'une pile 9 V et d'un milliampèremètre placé en série entre le drain et le + de la pile, le - de cette dernière étant relié à la source et à la gate. On pourrait éventuellement remplacer ces deux éléments en parallèle par un seul, le 2SK 170, à condition de disposer d'une version portant le suffixe BL. La

tension de polarisation V_{GS} a été fixée à $-0,1$ V. C'est la valeur pour laquelle la capacité parasite d'entrée est la plus faible dans la configuration choisie.

L'étage cascode, composé du 2SK 240 GR et du 2SD 756 (ce transistor NPN d'origine Hitachi, réputé pour ses excellentes performances subjectives a déjà été utilisé sur l'étage driver du montage amplificateur baptisé « Le Monstre ») fonctionne avec un courant de repos de 4,4 mA, la tolérance acceptable pouvant être de +2,5 mA. La tension continue obtenue aux bornes de la résistance de charge doit être voisine de 50 V. Le montage étant de type cascode différentiel, il est important d'effectuer si possible un tri des transistors de façon à pouvoir utiliser des paires.

Le jeu des deux résistances formant un diviseur de tension assurant la polarisation correcte de la base des transistors 2SD 756 a été modifié, ses valeurs d'origine (108 k Ω et 2,64 k Ω) passant à 2 k Ω et 82 k Ω .

Un des défauts que l'on pourrait reprocher aux montages cascodes est l'incidence des fluctuations de l'alimentation sur le circuit de polarisation, le phénomène de bouclage des causes et des effets produisant (en particulier sur des montages cascodes montés en série) une sensation de flou et d'instabilité de l'effet stéréophonique. Pour des raisons de simplicité on s'est contenté de découpler la résistance de 2 k Ω par un condensateur de 1 000 μ F. Vu que la tension aux bornes de cette résistance n'est que de l'ordre de 2 % de la tension totale admise à l'entrée du diviseur, le condensateur apporte une grande stabilité, ceci quelles que soient les conditions de fonctionnement. D'autres méthodes de polarisation de cet étage cascode auraient pu être envisagées, dont celle de Malcolm Hawksford (Journal de l'AES, avril 1988) ou bien encore

celle dérivée d'un circuit cascode croisé baptisé Crosscode, ces deux circuits permettant d'arriver au but recherché, ceci avec l'avantage d'un taux de distortion harmonique plus réduit. En effet, il passe respectivement d'une valeur moyenne de 0,6 % à 0,01 % et à 0,0001 %, l'inconvénient étant une plus grande complexité du circuit et l'utilisation de diodes zénères.

Dans la première partie de cet article, il avait été question de placer entre l'alimentation symétrique et le premier étage un circuit de régulation. Les meilleurs résultats ont été obtenus à partir de régulateurs « ballast » classiques, référencés par des diodes zénères de 86 V ($43 \text{ V} \times 2$) découplées par des condensateurs de 22 μ F. A noter que les diodes zéner ont certaines tolérances et qu'il est important de faire fonctionner le circuit à partir d'une alimentation bien symétrique.

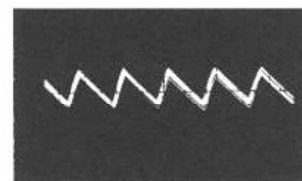


Fig. 1a : Résidu de filtrage de l'alimentation ± 96 V avant les régulateurs ballast. Echelle verticale 200 mV/div. L'épaisseur des dents de scie (résidus de redressement) est dû aux fluctuations de la tension secteur se retrouvant sur le signal redressé.

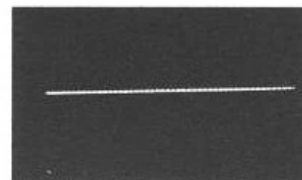


Fig. 1b : Résidu alternatif obtenu après passage à travers les régulateurs, l'amplificateur étant soumis à un signal carré de 1 kHz à pleine puissance. Echelle verticale 20 mV/div.

été réajustées de façon à obtenir un écrêtage symétrique pour une puissance de 2×16 W sous 8Ω et à 1 kHz. Le transformateur d'alimentation possède les caractéristiques suivantes :

Primaire 220 V (prises éventuelles à 210 V, 230 et 240 V).
 Secondaire :

- 6,3 V 5 A
- 2×260 V 260 mA
- 2×80 V 30 mA

La self de filtrage utilisée est une version 5 H/300 mA, avec résistance en continu de l'enroulement de 50Ω .

Le redressement en double alternance de la haute tension est assuré par des diodes du genre 1N 4007. Pour l'alimentation symétrique ± 86 V, on utilise un pont constitué de diodes suivi d'un filtrage par deux condensateurs de $1\ 000 \mu\text{F}/100$ V.

Sur la version décrite dans cet article, le filtrage en pi de la haute tension redressée utilise un premier condensateur de $47 \mu\text{F}/500$ V, la self de filtrage étant suivie d'un condensateur de très forte valeur, soit $2\ 700 \mu\text{F}/400$ V-450 V. La présence de celui-ci améliore très sensiblement la qualité subjective (dynamique, sons graves soutenus, réponse transitoire, puissance subjective). On pourra, bien entendu se contenter sur une version « économique » de 100 ou de $200 \mu\text{F}/500$ V. N'oublions surtout pas qu'un condensateur de valeur aussi élevée que $2\ 700 \mu\text{F}/400$ V stocke une grande énergie capable d'être restituée instantanément. Les plus grandes précautions sont donc à prendre tant au niveau de sa qualité, de son branchement (bornes + et -) que lors des mesures, toute électrocution n'étant pas dangereuse mais létale. Renouvelons les conseils qui avaient déjà été données à l'occasion de la description de circuits du genre S.R.P.P. (voir les premiers numéros de L'Audiophile) :

— La haute tension peut subsister un certain temps après avoir débranché la prise secteur de l'amplificateur.

— Se munir de préférence de gants de caoutchouc lors des mesures.

— Effectuer les mesures de haute tension à l'aide d'une seule main, à l'aide d'une pointe de touche de longueur suffisante et parfaitement isolée.

— Eviter les court-circuits des condensateurs de filtrage.

— Ne pas oublier que lorsque les tubes de puissance sont retirés, la haute tension peut subsister très longtemps et que sa présence ou non doit être vérifiée avant toute manipulation.

La tension plaque réelle des tubes (tension cathode plaque) ne doit pas dépasser 310 à 315 V, le courant plaque au repos ne devant être supérieur à 42 mA. Au-delà de ces valeurs et selon l'origine des tubes peut apparaître un rougissement des plaques signalant que l'on dépasse la valeur de dissipation plaque

maximale fixée à 12 W. On pourra éventuellement utiliser la version 7189 A si l'on souhaite travailler sous une tension plaque un peu plus élevée (330 V environ) permettant d'obtenir 18 W en sortie. La version utilisée (EL 84, origine RTC, marquée ORTF) s'est toutefois révélée particulièrement satisfaisante.

Transformateur de sortie

La qualité de celui-ci déterminera les performances subjectives et objectives de l'ensemble. Les caractéristiques du modèle utilisé sur le Pacific ont été décrites dans le précédent article. Rappelons seulement qu'il s'agit de la version japonaise CRD-8 de puissance nominale 20 W qui est équipé d'un enroulement primaire plaque à plaque de $8 \text{ k}\Omega$.

Le circuit étant très simple et la contre-réaction de faible taux, il est possible de remplacer le CRD-8 par un modèle de qualité

équivalente mais d'une autre origine, le primaire devant être de même valeur. Le montage en push-pull parallèle ne pose aucune difficulté. Il suffit d'ajouter sur le circuit imprimé une seconde rangée de tubes ayant chacun un circuit de polarisation automatique individuel, les autres électrodes devant être reliées de façon à former un push-pull parallèle. Le transformateur de sortie devra dans ce cas posséder un enroulement primaire de 4 à 4,5 $\text{k}\Omega$ plaque à plaque et une puissance nominale de 40 à 50 W. Sur l'alimentation, le secondaire H.T. devra être de 2×260 V (400 mA à 500 mA) et le secondaire filament de 6,3 V 10 A. Moyennant quoi il doit être possible d'obtenir une puissance de 35 W sur 8Ω .

Le montage ne nécessite aucune mise au point délicate, ceci même au niveau du trimmer de 100Ω qui doit rester en position centrale si le courant passant dans les charges de $12 \text{ k}\Omega$ est le même.

Montage

Le montage est réalisé sur quatre circuits imprimés, en verre époxy simple face. Le circuit imprimé principal mesure $13,5 \times 24$ cm. Les supports des quatre tubes, des versions en stéatite pour circuit imprimé se soutient du côté pistes. Les avantages de ce mode de fixation sont les suivants :

- aération du câblage du côté composants,
- effet de blindage obtenu grâce au côté pistes placé face au châssis,
- composants apparents,
- circuit imprimé placé sous le châssis.

Ce circuit imprimé est fixé à l'aide de 5 entretoises de 10 mm de hauteur.

Une second circuit imprimé, de dimensions $4,5 \times 18$ cm simplifie le câblage en recevant :

- 6 paires de prises Cinch (pour circuit imprimé),
- 2 sélecteurs (3 circuits 4 posi-

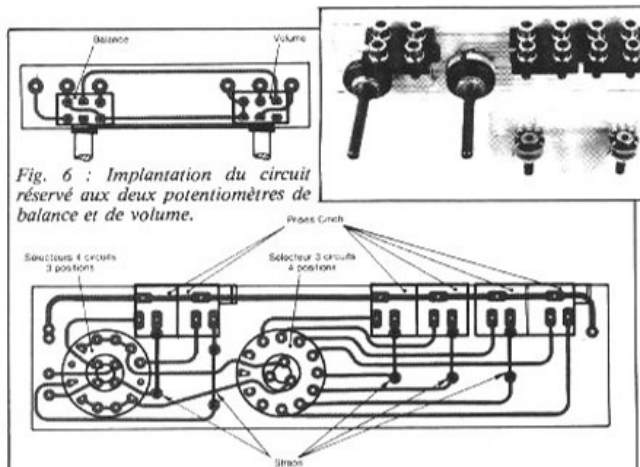


Fig. 6 : Implantation du circuit réservé aux deux potentiomètres de balance et de volume.

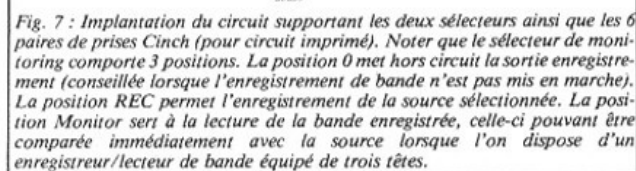


Fig. 7 : Implantation du circuit supportant les deux sélecteurs ainsi que les 6 paires de prises Cinch (pour circuit imprimé). Noter que le sélecteur de monitoring comporte 3 positions. La position 0 met hors circuit la sortie enregistrement (conseillée lorsque l'enregistrement de bande n'est pas mis en marche). La position REC permet l'enregistrement de la source sélectionnée. La position Monitor sert à la lecture de la bande enregistrée, celle-ci pouvant être comparée immédiatement avec la source lorsque l'on dispose d'un enregistreur/lecteur de bande équipé de trois têtes.

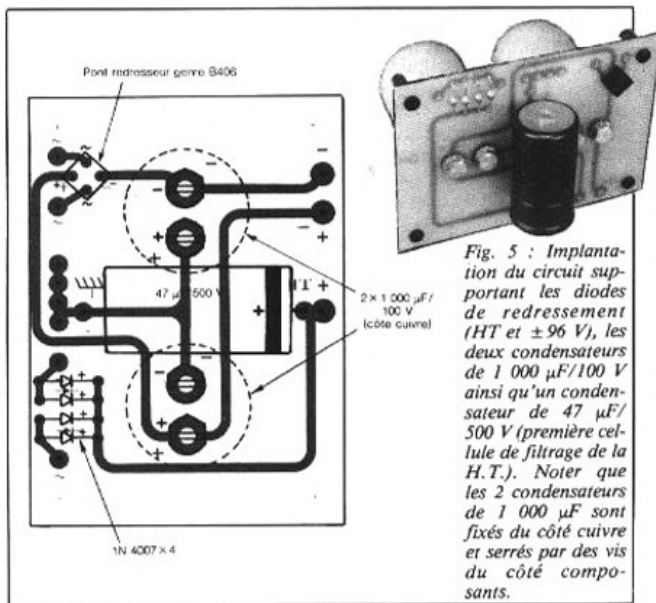


Fig. 5 : Implantation du circuit supportant les diodes de redressement (HT et ± 96 V), les deux condensateurs de $1\ 000 \mu\text{F}/100$ V ainsi qu'un condensateur de $47 \mu\text{F}/500$ V (première cellule de filtrage de la H.T.). Noter que les 2 condensateurs de $1\ 000 \mu\text{F}$ sont fixés du côté cuivre et serrés par des vis du côté composants.

tions et 4 circuits 3 positions).

Les prises Cinch pour circuits imprimés sont d'origine japonaise SMK, les deux sélecteurs étant d'origine britannique Lorlin (ils se trouvent facilement chez les revendeurs de pièces détachées). Ce circuit imprimé prend place verticalement à l'arrière du châssis. Deux câbles blindés (genre Prefer MGK 18) ainsi qu'un fil de masse séparé relie celui-ci à un autre petit circuit imprimé supportant les deux potentiomètres de balance et de volume. Ces deux potentiomètres sont d'origine japonaise Noble. Ils ont été sélectionnés pour des raisons d'excellents rapports qualités subjectives/prix ainsi que pour leur excellente fiabilité. La commande de balance, avec repère mécanique central est composée de deux pistes comportant chacune deux demi-sections conductrices, de façon à éviter une perte d'insertion en position centrale. La commande de volume ($2 \times$

$100 \text{ k}\Omega$ log.) comporte des plots (11 positions, positionnements intermédiaires possibles). Ce petit circuit imprimé mesure 2×9 cm. Un quatrième et dernier circuit imprimé est consacré à l'alimentation. Sur celui-ci viennent se fixer les deux condensateurs de filtrage de $1\ 000 \mu\text{F}/100$ V (fixés du côté pistes, dépassant de 4,1 cm sur le dessus du châssis), 4 diodes de redressement 1N 4007 ainsi que le pont redresseur (genre B 40C) de l'alimentation ± 86 V. Ce circuit prend place entre le transformateur d'alimentation et le circuit imprimé principal. Les deux condensateurs de $1\ 000 \mu\text{F}/100$ V sont d'origine Rifa, de type « Elyt Long Life » PEM 169 PA4 100 Q.

Le condensateur de filtrage de $2\ 700 \mu\text{F}/400$ -450 V est d'origine Sic Safco, de diamètre 76 mm et de hauteur 140 mm. Son collier de serrage est placé sous le châssis. Les connexions sur celui-ci s'effectuent à l'aide de cosses (au nombre de 5). Un condensateur

de 0,47 $\mu\text{F}/630\text{ V}$, d'origine Philips est placé aux bornes de ce condensateur.

Les écrans des 4 tubes EL 84 sont alimentés par une tension de 300 V, laquelle est obtenue à partir de la H.T. principale, après filtrage $390\ \Omega\ 2\text{ W}/47\ \mu\text{F}\ 500\text{ V}$, ces composants étant placés près du condensateur de 2 700 μF .

Les commandes de monitoring, de sélection des entrées, de balance et de volume sont placées à gauche, sur la face avant du châssis. Ces quatre commandes sont espacées de 55 mm. La liaison mécanique entre les deux sélecteurs et les commandes situées sur la face avant s'effectuent par l'intermédiaire de deux prolongateurs d'axe de longueur 22 cm et de diamètre 6 mm. Ces prolongateurs passent environ 11 mm au-dessus du circuit imprimé principal.

Châssis et câblage

Le châssis est réalisé en aluminium de 2,5 mm d'épaisseur. Ses dimensions sont de 450 mm (largeur), 285 mm (profondeur), la hauteur du châssis étant de 50 mm.

Le câblage est réalisé en fil extra-souple (genre Lily) de 2,5 mm de diamètre, en trois couleurs (rouge, bleu et noir). Toutes les masses partent du centre du circuit imprimé principal, la liaison au châssis s'effectuant près de la commande de volume, au niveau d'une entretoise de fixation du circuit imprimé principal.

Les liaisons à faire au niveau du circuit imprimé principal sont les suivantes :

- 6 masses
- Alimentation symétrique $\pm 96\text{ V}$ (soit $\pm 86\text{ V}$ après régulation)
- 6,3 V
- 2 écrans EL 84
- 2 plaques EL 84
- 2 résistances de 15 k Ω (contre-réaction)
- 2 entrées

Les liaisons de haute tension et d'écran s'effectuent à partir des

condensateurs de 2 700 μF et 47 μF (une liaison par canal).

A noter que les liaisons des plaques des EL 84 avec celles du transformateur CRD8 (P_1 et P_2) sont croisées et que sur chaque transformateur il faut relier B_1 et B_2 pour constituer le point milieu de l'enroulement primaire.

Les bornes de sortie H.P. sont reliées aux bornes 0 et 8 Ω des secondaires, les bornes 16 Ω étant reliées aux résistances de 15 k Ω (les autres extrémités de celles-ci étant reliées aux entrées inverseuses du différentiel d'entrée).

L'enroulement de chauffage 6,3 V des EL 84 est référencé à la masse par l'intermédiaire de deux résistances de 47 Ω . On remarquera, sur le schéma théorique, la présence d'un condensateur de 27 pF placé en parallèle sur la résistance série d'entrée de 1,2 k Ω . Celle-ci, facultative, a été ajustée de façon à obtenir la meilleure forme de signal carré à 20 kHz, correspondant à la plus grande linéarité niveau/fréquence pouvant être obtenue en associant le circuit amplificateur au transformateur de sortie Tango CRD-8. Dans le cas du remplacement du CRD-8 par une autre version, cette valeur sera à

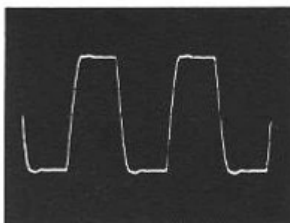


Fig. 8a : Signal carré à 20 kHz.

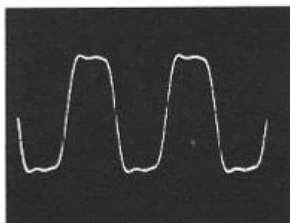


Fig. 8b : Signal carré à 20 kHz sur charge capacitive 8 Ω + 0,47 μF .

retoucher éventuellement, de même que les résistances d'arrêt, placées en entrée et en série avant les grilles des EL 84, les résistances de 15 k Ω (contre-réaction) pouvant être découplées par un condensateur. Toutes ces valeurs ne peuvent être ajustées qu'à l'aide des mesures. Sur la version définitive, les résultats de mesure sont identiques à ceux qui ont été

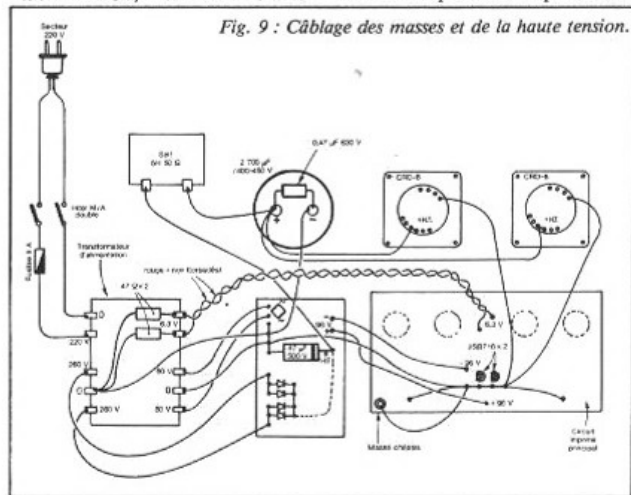
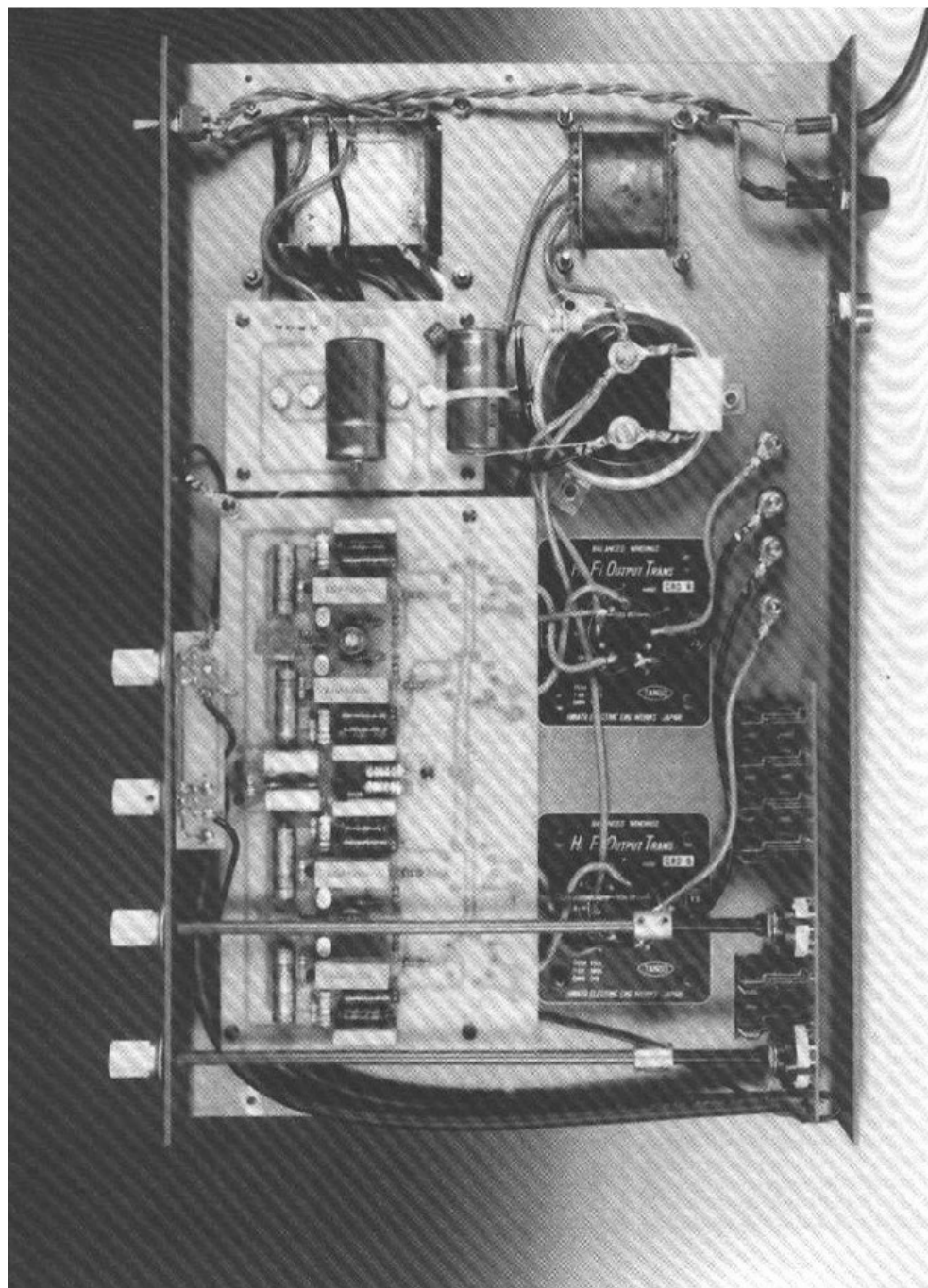


Fig. 9 : Câblage des masses et de la haute tension.



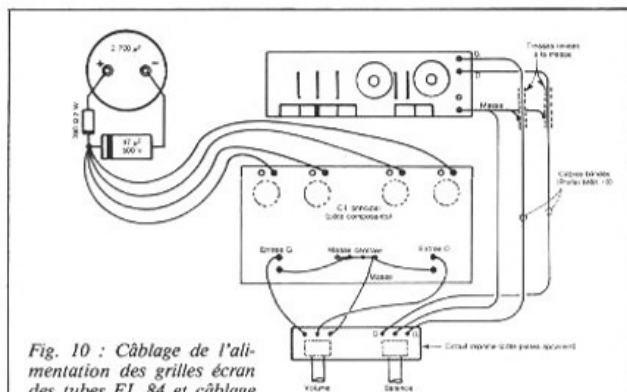


Fig. 10 : Câblage de l'alimentation des grilles écran des tubes EL 84 et câblage des circuits d'entrée.

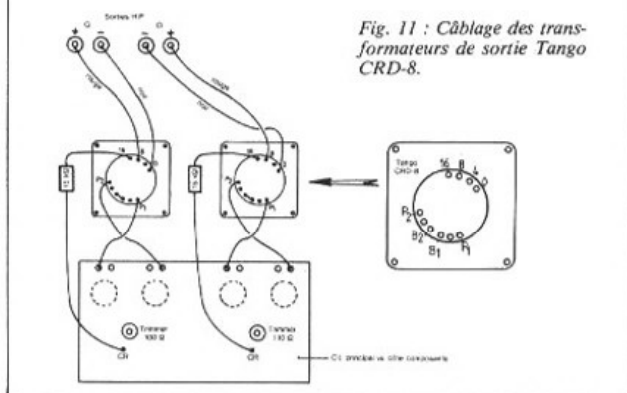


Fig. 11 : Câblage des transformateurs de sortie Tango CRD-8.

obtenus sur la première version et publiés dans le précédent article. La courbe de réponse niveau/fréquence obtenue à 1 W atteint celle permise par le transformateur de sortie, soit 10 Hz-60 Hz à -1 dB près, la puissance maximale obtenue à l'écrêtage étant de 16 W. Le point fort du Pacific est la quasi-stabilité du taux de distorsion et du spectre harmonique de celle-ci à 40 Hz, 1 kHz ou à 15 kHz. Le taux de distorsion décroît progressivement à toutes les fréquences lorsque la puissance de sortie diminue, ce qui sera avantageux à l'écoute.

Ecoute

Le Pacific marque un pas en avant sur les critères de rapport signal/bruit et de pouvoir analytique. Les amplificateurs ayant une sensibilité d'entrée aussi grande que 200 mV sont très rares, le Pacific permettant de son côté d'obtenir un niveau sonore suffisant à partir d'enregistrements effectués à très faible niveau, tels que les premières plages du disque test Toshiba « The Pulse ». Sur la majorité des autres enregistrements sur compact-disc, un niveau d'écoute confortable a été

obtenu avec la commande de volume placée en début de course. Le gain élevé, la suppression de l'étage ligne du préamplificateur et la configuration ultrasimple à deux étages conduisent à une sensation de rapport signal/bruit très élevé permettant de découvrir des informations de faible niveau masquées normalement par le bruit (ou par le manque de définition de circuits plus complexes). Si, à titre de comparaison, le JH 50 n'est pas un amplificateur au son « tube » traditionnel, le Pacific ne pourrait s'apparenter ni au « Monstre » ni aux amplificateurs 20 W et 30 W classe A décrits dans les précédents numéros de L'Audiophile. Les plus belles qualités du Monstre (médium et aigu) se retrouvent sur le Pacific mais avec des capacités dynamiques nettement supérieures et avec un registre grave beaucoup plus ferme, plus expressif et nuancé. Neutre et équilibré, le Pacific est l'un des rares amplificateurs qui s'est avéré capable de transcrire sans dureté, sans adoucissement du médium et avec autant de naturel des enregistrements très complexes tels que des chœurs avec orchestre d'instruments anciens en fortissimi (Messie de Haendel, Oiseau-Lyre 400 086-2) ou bien encore la redoutable « Histoire du soldat » de Stravinski (Reference Recording RR 17 CD) sur lequel les crêtes de niveau ne sont que très rarement transcrites sans pointe de dureté, sauf sur de rares matériels d'exception de prix inabordable.

La réserve de puissance subjective du Pacific est impressionnante. Seule une écoute comparative permettrait de définir subjectivement le Pacific. Le point le plus surprenant de cet amplificateur est très certainement l'aisance, la facilité avec laquelle il peut accepter et transcrire n'importe quel type de message sonore, informations proches du silence comprises.