

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 187

Leed

COURS N° 14 : ET SI ON PARLAIT : « TUBES »

LES ALIMENTATIONS - LE FILTRAGE

PUSH-PULL ULTRA-LINÉAIRE DE 2 x 40 Weff

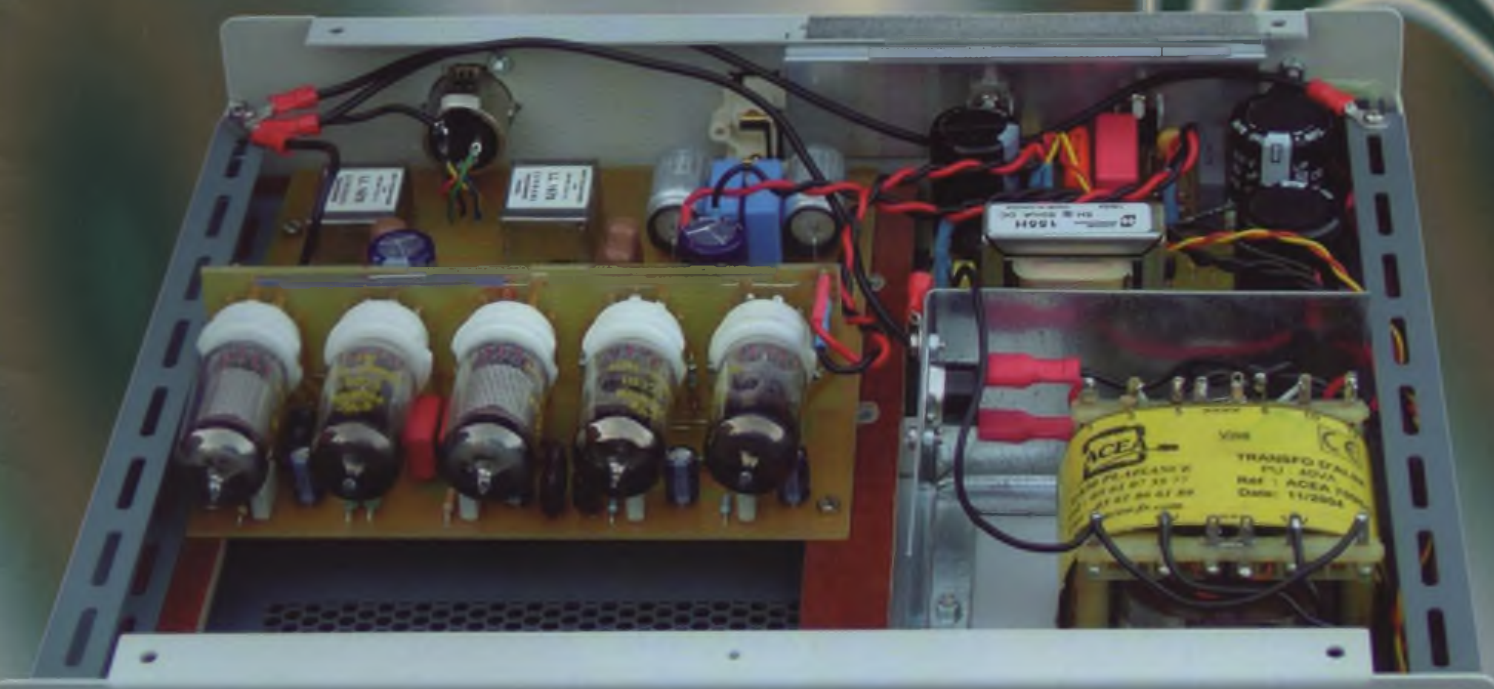
EN TÉTRODES 807

PRÉAMPLIFICATEUR RIAA SANS COMPROMIS

POUR CELLULES À AIMANT OU BOBINE MOBILE



**PUSH-PULL
DE
TÉTRODES
807
2 x 40 Weff**



PRÉAMPLIFICATEUR RIAA à 0,2 dB

M 01226 - 187 - F: 4,50 € - RD



Quoi de Neuf chez Selectronic ...

Kits AUDIOPHILES

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE



Kit Triphon II Série GRAND MOS

C'est l'évolution ultime du filtre actif 3 voies TRIPHON

Section FILTRE ACTIF

- Cellules R-C à pente 6 dB cascadeables • 3 voies configurables en 6 ou 12 dB • En 12 dB : filtre LINKWITZ-RILEY vrai • Voie Médium : configurable en passe haut ou passe bande • Fréquences de coupure : au choix • Câblage réduit au strict minimum.

Section AMPLIFICATEURS

- Alimentations totalement séparées pour les voies droites et gauches • 4x16 W RMS / 8 ohms, pure classe A • Technologie MOS-FET.

L'ensemble **COMPLET** Filtre + Ampli
115L.4250-2 ~~1828,00€~~ **PROMO 1650,00 € TTC**

Divers

- Connectique Argentée - Isolant PTFE (Téflon) • Circuits imprimés Verre-Téflon pour les cartes filtres et amplificateurs • Utilisation de transistors soigneusement triés par paires complémentaires • Coffrets reprenant l'esthétique du GRAND MOS, pour réaliser un ensemble harmonieux (face avant massive de 10mm et radiateurs latéraux).

Bancs d'essai publiés dans :
AudioXpress - Août 2004 et Nouvelle
Revue du Son n° 285 - Mai 2004

Filtre actif
Le kit **COMPLET**
115L.4250 **979,00 € TTC**

Amplificateur
Le kit **COMPLET**
115L.4180 **849,00 € TTC**

Kit BASIC Préamp



Basique
mais tout
ce qu'il y a de plus audiophile !

- Préamplificateur présenté en configuration minimum : 2 entrées commutables bénéficiant des meilleurs étages audiophiles disponibles • Entièrement à composants discrets, condensateurs haut de gamme (Styroflex, BLACKGATE), potentiomètre ALPS • Pourvu d'une entrée RIAA de très haute qualité ce préampli est idéal dans une installation simple, et / ou pour les personnes désireuses d'écouter ou graver leur disques vinyli sur PC.

Le kit **COMPLET**
115L.6200 **199,00 € TTC**

Kit Préampli Nouveau



Série GRAND MOS

- Etages **Classe A** à FETs et MOS-FETs
- 7 entrées dont une RIAA et 1 symétrique
- 3 sorties dont 1 symétrique
- Télécommande IR • Etc.

Le kit **COMPLET** avec coffret
115L.8500 **1540,00 € TTC**

Kit Préampli PHONO

Pour cellule MC ou MD

- Impédance d'entrée adaptable
- Taux de distorsion : < 0,001%
- Respect de la courbe RIAA : < ±0,2 dB
- Circuit imprimé Verre / TÉFLON (PTFE)
- Alimentation séparée
- Condensateurs STYROFLEX, BLACKGATE, etc...

Le kit **COMPLET** (avec boîtiers non percés)
115L.4000 **160,00 € TTC**

Kit Symétriseur de Ligne

- Sortie 600 Ω sur XLR Neutrik • Alimentations séparées

Le kit **COMPLET** (avec boîtiers non percés) 115L.1950-1 **149,00 € TTC**

Kit Désymétriseur de Ligne

- Sorties sur prises RCA argentées • Alimentations séparées

Le kit **COMPLET** (avec boîtiers non percés) 115L.1950-2 **149,00 € TTC**



Haut-parleurs

- Haut-parleurs HI-FI large-bande et pour système multi-voies • Précision et qualité japonaise

FOSTEX



Toute la gamme
→ en stock
chez Selectronic



Guide de sélection
EN FRANÇAIS
sur simple demande

À PARIS : CICE
79, rue d'Amsterdam 75008
Tél. : 01.48.78.03.61

Composants Audiophiles

- Condensateurs BLACKGATE, ELNA, Styroflex de précision, MICA argenté 1%
- Transformateur type "R" - Selfs audio JANTZEN



ProFet

Notre **NOUVEL** amplificateur **AUDIOPHILE**

Nouveau



- Transparence et musicalité hors du commun
- Conception simple et intelligente
- Qualité de fabrication et fiabilité exceptionnelles
- 2 versions : 2 x 15 W stéréo et Bloc mono 60 W
- Entrée symétrique ou asymétrique

Le kit **COMPLET** Version **Bloc MONO** Brigdé 60W

115L.7480-M **660,00 € TTC**

Le kit **COMPLET** Version **STÉRÉO 2x15W**

115L.7480-S **660,00 € TTC**

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Nouvelle adresse : B.P 10050 59891 LILLE Cedex 9

Tél. 0 328 550 328 - Fax : 0 328 550 329

www.selectronic.fr



Catalogue Général 2005

Envoi contre 5,00€
(10 timbres-poste de 0,50€)

NOS MAGASINS :

PARIS : 11 Place de la Nation
75011 (Métro Nation)
Tél. 01.55.25.88.00
Fax : 01.55.25.88.01

LILLE (Ronchin) :

NOUVELLE ADRESSE : ZAC de l'Orée du Golf
16, rue Jules Verne 59790 RONCHIN



Conditions générales de vente : Règlement à la commande • frais de port et d'emballage 5,00€, FRANCO à partir de 130,00€. Contre-remboursement : +10,00€. Livraison par transporteur : supplément de port de 13,00€. Tous nos prix sont TTC

Led

Société éditrice :

Editions Périodes

Siège social :

2-12 rue de Bellevue,
75019 Paris

SARL au capital de 7 774 €
Directeur de la publication :
Bernard Duval

Led

Bimestriel : 4,50 €

Commission paritaire : 64949

Tous droits de reproduction réservés
textes et photos pour tous pays.
LED est une marque déposée
ISSN 0753-7409

Services :

Rédaction - Abonnements :

01 44 84 88 28

2-12 rue de Bellevue
75019 Paris

Ont collaboré à ce numéro :

Rinaldo Bassi

René Cariou

André Cochetoux

Jean-Louis Vandersleyen

Abonnements :

6 numéros par an :

France : 19 €

Etranger : 27 €

(Ajouter 8 € pour les expéditions
par avion)

Publicité :

Bernard Duval

Réalisation :

Transocéanic SAS

Dessinateur :

Pascal Mercier

Impression :

Berger Levraut - Toul

Imprimé en France

4

L'ÉLECTRONIQUE À TUBES LES ALIMENTATIONS - LE FILTRAGE (COURS N° 14)

Filter est une opération incontournable après le redressement d'une tension alternative. Cette opération est beaucoup plus délicate lorsqu'il s'agit d'alimenter une électronique destinée à l'audio, tout simplement parce que toute perturbation, quelle qu'elle soit, introduite par l'alimentation, va inévitablement être injectée dans le circuit et aura une incidence non négligeable sur le résultat final. Ceci est valable pour toutes les électroniques destinées à l'audio, qu'elles utilisent des tubes ou des semi-conducteurs.

14

PUSH-PULL ULTRA-LINÉAIRE DE TÉTRODES 807 DE 2 x 40 Weff



Dans la série d'amplificateurs à tubes parue dans *Led* ces dernières années, quelques lampes restent encore un peu dans l'ombre. C'est le cas, par exemple, de la tétrode 807 qui nous intéresse aujourd'hui. Cette tétrode était utilisée sur des amplificateurs connus, en particulier sur l'amplificateur de Williamson dans sa première version. Citons également la société Bouyer dont on disait volontiers à l'époque que ses amplificateurs étaient « increvables ».



28

PRÉAMPLI RIAA AU-DESSUS DE TOUT SOUPÇON



Nombre d'audiophiles possèdent encore une précieuse collection de « Galettes noires ». Le CD et ses autres supports numériques associés, bien que présentant des avantages certains, n'ont pas encore relégué définitivement le disque vinyle au placard de la technologie. On ne balaye pas quatre-vingts ans de bons services aussi facilement.

41

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

42

ALIMENTATION HAUTE TENSION STABILISÉE

Il s'agit sans conteste d'une nette amélioration du produit par rapport au projet présenté dans notre précédent numéro. Si la tension de sortie n'est plus réglable, la stabilisation de celle-ci est excellente, avec une chute de moins de 1 V en sortie pour des variations du secteur comprises entre 215 V et 250 V, cela pour des débits variant de quelques milliampères à 500 mA.

47

PETITES ANNONCES GRATUITES

DROITS D'AUTEUR

Les circuits, dessins, procédés et techniques publiés par les auteurs dans *Led* sont et restent leur propriété. L'exploitation commerciale ou industrielle de tout ou partie de ceux-ci, la reproduction des circuits ou la formation de kits partiels ou complets, voire de produits montés, nécessitent leur accord écrit et sont soumis aux droits d'auteurs. Les contrevenants s'exposent à des poursuites judiciaires avec dommages-intérêts.

DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE LES ALIMENTATIONS LE FILTRAGE

S'agissant d'un cours destiné à l'utilisation des tubes en audio, nous aurions pu, par paresse, évoquer succinctement les problèmes de l'alimentation de nos montages électroniques, tels qu'ils sont habituellement développés dans les trois quarts des ouvrages spécialisés. Sans critiquer les travaux de nos petits camarades, il faut bien constater que les deux ou trois pages habituellement consacrées aux alimentations passent sous silence un grand nombre de phénomènes dont la méconnaissance peut entraîner des résultats catastrophiques en audio.

Si vous désirez réaliser un chargeur de batteries, une alarme, un circuit numérique, un circuit vidéo destiné uniquement à l'image et, en règle générale, tout circuit électronique non destiné à la reproduction fidèle du son, vous pouvez vous contenter des quelques formules élémentaires habituellement utilisées sans trop vous poser des questions. En faisant suivre l'alimentation de base par des circuits régulateurs et stabilisateurs de nos jours faciles à manipuler, vous obtiendrez des résultats parfaits... sauf en audio ! Pourquoi ? Tout simplement parce que toute perturbation, quelle

qu'elle soit, introduite par l'alimentation, va inmanquablement être injectée dans votre circuit et aura une incidence non négligeable sur le résultat final. Ceci est valable pour toutes les électroniques destinées à l'audio, qu'elles utilisent des tubes ou des semi-conducteurs. C'est pour cette raison que tout au long de l'étude et l'analyse du filtrage, nous vous signalerons les perturbations typiques qu'il vous faudra éviter comme la peste... Vous êtes prêts ? Allons-y !

POURQUOI FILTRER ?

Si vous vous reportez à notre précédent cours (*Led* n°186), vous constaterez que, quel que soit le procédé de redressement utilisé (simple alternance, double alternance, avec transformateur à point milieu ou en pont), le courant qui circule dans la charge sera un courant continu pulsatoire. Il donnera naissance, aux bornes de ladite charge, à une tension continue pulsée dont la valeur est la valeur moyenne de la tension (lire *Led* n°185) et dont seule la fréquence passera du simple au double en fonction du type de redressement choisi. En Europe, le secteur fournissant une tension alternative de 50 Hz, la tension pulsée sera de 50 Hz en mono alternance et de 100 Hz en redressement double alternance.

Nous verrons plus loin qu'il est plus aisé de filtrer une tension à 100 Hz qu'une tension à 50 Hz. Plus la fréquence est élevée, plus le filtrage en est facilité. En aviation, la fréquence utilisée atteint 400 Hz. Dans une alimentation dite « à découpage » (terme souvent impropre), la fréquence à filtrer peut atteindre plusieurs kilohertz.

L'ALIMENTATION EN AUDIO

Il est évidemment exclu d'utiliser telle quelle cette tension pulsée. Par exemple, une alimentation haute tension qui fournirait une tension continue affectée d'une ondulation de 10 % (soit, par exemple, 25 volts pour une haute tension de 250 volts) serait parfaitement intolérable en terme de « ronflement » en utilisation audio.

On définira la pureté d'une alimentation par le terme « facteur d'ondulation ». Ce facteur d'ondulation (*ripple factor* en anglais) sera le rapport entre la tension effective de l'ondulation et la valeur moyenne de la tension continue utilisable, ce qui s'écrit :

$$\text{Facteur d'ondulation} = \frac{U_{\text{effective de la composante alternative}}}{U_{\text{continue moyenne}}}$$

Ce facteur d'ondulation s'exprime souvent en pourcentage de la tension continue utilisable :

$$\eta \% = \text{facteur d'ondulation} \times 100$$

La valeur effective de la tension d'ondulation est difficile à calculer. Elle fait appel à ce que les mathématiciens appellent les « séries de Fourier ».

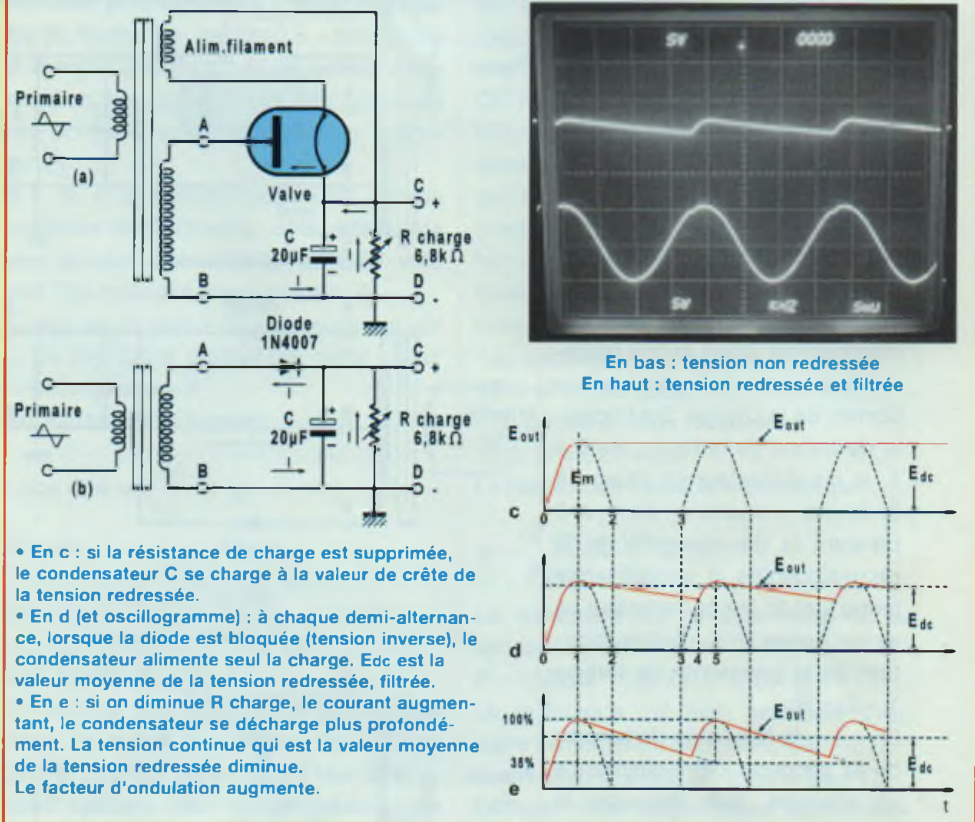
À titre indicatif, sachez que le pourcentage d'ondulation sans filtrage d'un redressement simple alternance est d'environ 121 % (voir figure 1, cours n°13, *Led* n°186). Pour un redressement double alternances, il est d'environ 48 % (voir figure 2, *ibid.*).

Rassurez-vous, nous apprendrons à calculer le facteur d'ondulation dans les pages suivantes en fonction du courant qui doit être fourni par l'alimentation, ce qui est très simple.

Il est bien évident que 121 % d'ondulation, voire 48 %, seraient absolument intolérables pour l'alimentation de nos délicats circuits audio et surtout nos délicates oreilles. C'est pourquoi nous allons filtrer. Nous étudierons les quatre types de filtrages couramment utilisés :

- 1) Filtrage par simple capacité.
- 2) Filtrage par résistance et capacité.
- 3) Filtrage avec condensateur en tête (filtrage en π).

Figure 1 : Filtrage d'une tension redressée simple alternance



4) Filtrage avec self en tête.

Commençons par le premier, le plus simple, le plus répandu et malheureusement celui qui engendrera le plus de problèmes !

FILTRAGE PAR SIMPLE CAPACITÉ

En figure 1, nous avons reproduit le schéma de base d'un redresseur simple alternance, auquel nous avons connecté un condensateur C en parallèle sur la charge. Pour l'instant, nous allons supposer qu'il s'agit d'un circuit idéal, c'est-à-dire que nous considérons les résistances internes du transformateur et de la diode comme négligeables.

La résistance de charge étant la résistance équivalente du circuit que vous avez à alimenter, on définira l'efficacité de ce type de filtrage de la façon suivante :

- elle dépend de la constante de temps de la décharge du condensateur dans la

charge R qui est égale au produit de :

$$T = C \times R_c$$

(C en farads, R en ohms, T en secondes).

Tout d'abord, déconnectons la charge R_c du circuit, seul le condensateur reste en fonction. Le figure 1c représente le phénomène. Comme nous avons supposé un circuit idéal, non résistif, le condensateur va se charger au maximum de tension dès la première alternance.

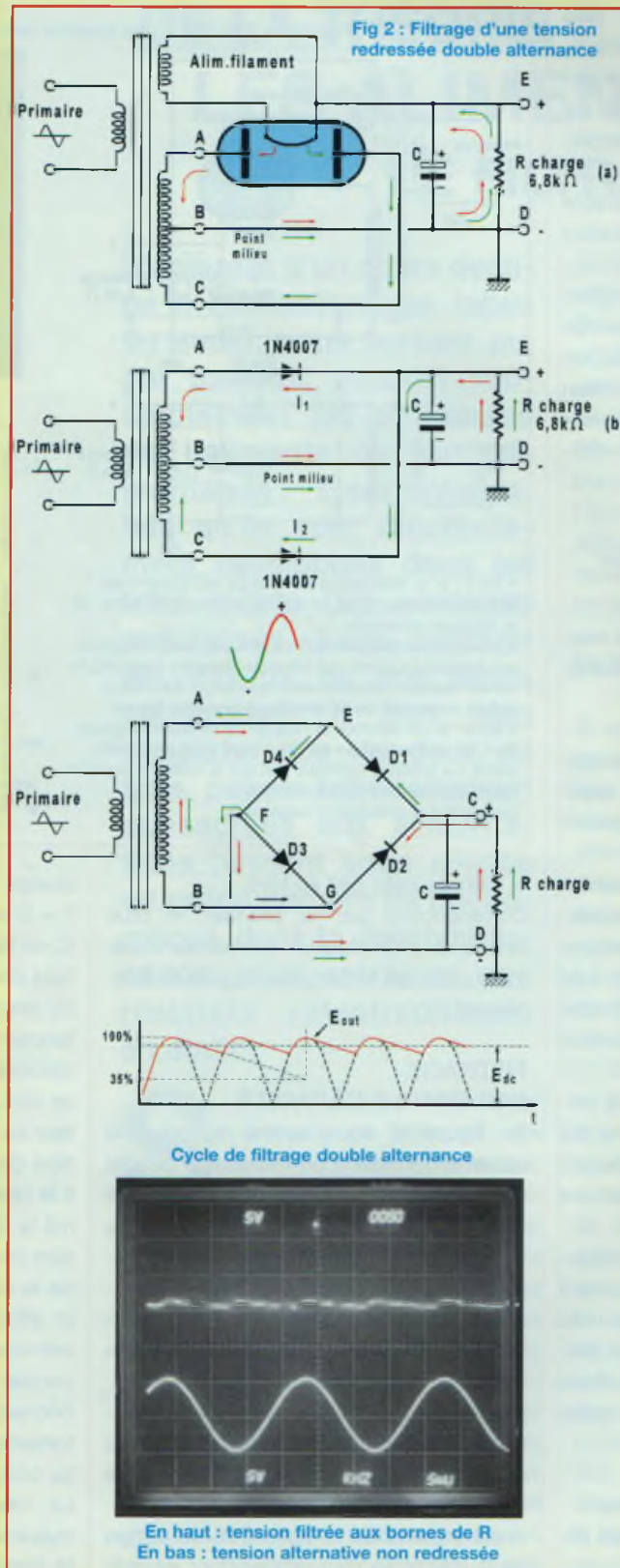
Il le restera. Puisque nous avons supprimé la charge, il n'y a aucun débit, la tension continue se fixe à la valeur de crête de la tension redressée. La charge étant en effet infinie, la constante de temps est infiniment grande. D'autre part, le condensateur ne peut en aucun cas se décharger à travers la diode et le transformateur, la diode étant un barrage total au courant inverse. C'est le filtrage idéal. La valeur de la tension continue est maximale, le facteur d'ondulation est nul, la tension est vraiment continue. Sauf

LE FILTRAGE

qu'elle ne sert strictement à rien puisqu'elle ne débite pas... sauf dans un cas : la polarisation en tension continue sans aucun débit des grilles de commande des tubes dans certains circuits que nous étudierons ultérieurement. Si nous connectons la résistance de charge, le courant va circuler dans le circuit... et tout va changer.

En « d » de la figure 1 et sur l'oscillogramme, nous avons représenté la forme de la tension aux bornes de la charge. Sur l'échelle de temps de la figure, de 0 à 1, le condensateur se charge à la tension maximale, de 1 à 3 pendant la décroissance de la demi-sinusoïde et son absence (entre 2 et 3), le condensateur va se décharger lentement en fonction de la constante de temps $T = C \times R_c$.

En « 4 », la remontée de tension de la seconde demi-alternance va atteindre, puis dépasser la tension stockée par le condensateur. Ce dernier va se recharger entre 4 et 5, puis le cycle recommencera. Il est important de savoir, qu'entre 1 et 4, c'est le condensateur **seul** qui alimentera la source en courant. Le transformateur et le redresseur ne fourniront du courant **qu'entre 4 et 5 pour recharger le condensateur et alimenter R_c** . Nous verrons plus loin que ceci est la cause de bien des déboires et des catastrophes ! Si le courant dans la charge augmente (pour ce faire, diminuons la valeur de la charge), le condensateur se déchargera plus rapidement (courbe e). En effet, la constante de temps $T = C \times R_c$ diminuera, la tension continue E_{dc} (valeur moyenne) diminuera d'autant et le facteur d'ondulation augmentera.



En première conclusion, on observera que, **plus** le courant dans la charge augmente, **moins** le filtrage est efficace. **Plus** le facteur d'ondulation s'accroît et **moins** la valeur moyenne de la tension continue est importante. Le fait d'utiliser un redressement double alternance minimise ces effets sans les supprimer. Les avantages sont les suivants : les alternances étant doubles, le condensateur se recharge deux fois plus rapidement, le facteur d'ondulation est réduit d'autant et la composante continue est beaucoup plus élevée (**figure 2**). On utilisera le redressement simple alternance avec condensateur dans le cas de débits faibles ou nuls. Le redressement double alternance en pont avec condensateur est, de nos jours, le procédé de filtrage le plus utilisé. Le condensateur est souvent appelé « condensateur réservoir » par analogie hydraulique.

FILTRAGE AVEC CONDENSATEUR

Ce qui nous importe est de :

- Conserver une tension continue la plus élevée possible en fonction du courant consommé par la charge.
- Garder une tension d'ondulation la plus faible possible malgré la consommation de courant puisque nous venons de constater que la tension d'ondulation augmente avec le courant consommé par la charge.

Le raisonnement mathématique prend en compte le temps de décharge du condensateur dans le circuit et la valeur de la différence de tension durant ce temps « t ». La formule finale extra simple qui vous permet de calculer la valeur crête à crête de l'ondulation est la suivante :

$$V_{cc \text{ ond}} = \frac{I_{ch}}{f.C}$$

$V_{cc \text{ ond}}$: Tension d'ondulation crête à crête en volts.

I_{ch} : Courant continu dans la charge en ampères;

f : Fréquence d'ondulation en Hertz.

C : Capacité en Farads.

Attention aux unités !

Comme vous pouvez le constater, la tension d'ondulation ne dépend **que de la valeur du condensateur**, du courant consommé par la charge, de la fréquence de la tension redressée (100 Hz en double alternance et 50 Hz en simple alternance pour une alimentation secteur). Cette tension est **absolument indépendante de la tension continue**.

Supposez une alimentation continue de 1 000 volts (dangereux !) alimentant une charge consommant, disons, 200 mA. Nous avons calculé la valeur du condensateur et nous obtenons une tension d'ondulation de 10 volts, ce qui représente une ondulation de 1 %. Nous gardons la même valeur de condensateur pour une alimentation de 100 volts avec une charge consommant, elle aussi, 200 mA. Eh bien, **la tension d'ondulation sera exactement la même**, soit 10 volts. Ce qui représentera une ondulation cette fois de 10 %... Le moins que l'on puisse dire, c'est que « cela va ronfler » !

Pour éclaircir le problème, choisissons un exemple.

Nous devons alimenter un amplificateur sous 250 V, sachant que ce dernier consomme au maximum 300 mA et que l'on dispose d'un condensateur de 220 μ F. Quelle sera la tension d'ondulation ? Nous employons un redressement double alternance tel le pont de la figure 2. La tension d'ondulation sera de :

$$V_{cc \text{ ond}} = \frac{I_{ch}}{f.C} = \frac{0,300}{100.0,000220} = 13,63 \text{ V}$$

Soit un pourcentage d'ondulation de :

$$\frac{V_{cc \text{ ond}}}{U_{\text{continu}}} \cdot 100 = \frac{13,63}{250} \cdot 100 = 5,45\%$$

Bon, c'est vrai, quelque 13,63 volts d'ondulation sont excessifs ! Vous qui êtes perfectionnistes, me direz : « Moi, je ne tolère pas plus de 0,1 % de facteur d'ondulation pour mes montages ! ». Toutes les opinions étant respectables, calculons !

0,1 % d'ondulation pour une tension continue de 250 volts, cela représente une tension d'ondulation de 0,25 volt, soit 250 millivolts (c'est très peu !).

Quelle est la valeur du condensateur qui nous permettra d'atteindre cette valeur « remarquable » ?

En partant de la formule :

$$V_{cc \text{ ond}} = \frac{I_{ch}}{f.C}$$

Il vient :

$$C = \frac{I_{ch}}{f.V_{cc \text{ ond}}} = \frac{0,300}{100.0,25} = 0,012 \text{ F}$$

Soit 12000 μ F... Aïe !

On connaît des fous qui se sont lancés dans ce genre d'aventure, ils ne sont plus là pour en parler, paix à leur âme...

Une batterie de condensateurs de 12 000 μ F chargés sous 250 volts, cela vous tue un bison sans hésitation !

Trêve de plaisanteries, vous avez réduit vos prétentions et comme vous avez dégotté un condensateur de 2200 μ F isolé à 350 volts que vous avez, par ailleurs, payé très cher (c'est gros, lourd et encombrant !), vous décidez d'en équiper votre alimentation.

La tension d'ondulation sera de :

$$V_{cc \text{ ond}} = \frac{0,300}{100.2200.10^{-6}} = 1,36 \text{ V}$$

Soit un pourcentage d'ondulation de :

$$\eta = \frac{1,36}{250} \cdot 100 = 0,54\%$$

Vous êtes satisfait, vous êtes « bien filé », votre gros condensateur est rassurant, plein d'énergie... Je suis désolé, mais vous avez tout faux !

Votre amplificateur sonnera comme une vieille savate molassonne, car vous n'avez pas respecté la courbe enveloppe

du signal audio (lire *Led* n°185).

En effet, jusqu'à présent, nous avons toujours supposé que notre transformateur et nos redresseurs étaient parfaits. Ce n'est malheureusement pas le cas. Nous avons utilisé un pont de diodes au silicium. Nous pouvons, c'est vrai, négliger leurs résistances internes, mais ce n'est pas le cas pour le transformateur, loin de là ! (*Led* n°185).

Mesurons la résistance de notre transformateur :

- au secondaire, nous avons :

50 Ω ($V = 180$ volts)

- au primaire, nous mesurons :

10 Ω ($V = 220$ volts).

Le rapport de transformation est de :

$$\eta = \frac{V_{\text{sec}}}{V_{\text{prim}}} = \frac{180}{220} = 0,8$$

La résistance du primaire ramenée au secondaire est de :

$R = n^2.R_p = 10 \Omega \times 0,8^2 = 6,4 \Omega$

La résistance qui sera en série avec notre alimentation sera donc de :

$R_{eq} = R_s + n^2.R_p = 50 + 6,4 = 56,4 \Omega$

Lorsque notre amplificateur demandera une impulsion de courant de 300 mA (ce pourquoi nous avons calculé l'alimentation) correspondant, par exemple, à une attaque de piano, notre condensateur réservoir de 2200 μ F fournira instantanément le courant nécessaire... en perdant une partie de sa charge. Il lui faudra donc se recharger rapidement (en moins de 15 millisecondes, lire *Led* n°185).

Or, la résistance de 56 Ω du transformateur, montée en série dans l'alimentation, va intervenir et freiner la recharge.

La durée de cette recharge est appelée la « constante de temps de l'ensemble résistance/condensateur ».

Cette constante de temps est égale au produit de la résistance par la capacité et s'exprime en secondes.

Dans notre cas, un condensateur de 2200 μ F et une résistance de 56,4 Ω (C en farads)

$T_{(s)} = R_{(\Omega)}.C_{(F)} = 56,4 \times 2200.10^{-6} = 0,124 \text{ s}$

Soit 124 millisecondes !

C'est purement catastrophique.

LE FILTRAGE

En règle générale, on estime que la constante de temps d'un ensemble transformateur, redresseurs et condensateur réservoir destiné à l'audio doit être **de l'ordre de 10 millisecondes**.

Une constante de temps trop longue (ce qui est le cas ici) va soumettre les circuits actifs à des variations de tension intolérables à l'extrême. Dans le cas de constantes de temps très longues, on constatera un phénomène d'étouffement du son après une forte impulsion, accompagné d'un pompage de l'alimentation...

LA SOLUTION ?

La solution existe, elle est logique en fonction de ce que nous venons d'étudier : **réduire la résistance interne** de la source d'alimentation, autrement dit l'ensemble transformateur et diodes.

Pour les diodes, c'est relativement simple lorsqu'il s'agit de diodes au silicium, car leur résistance en fonction du courant débité dans le sens direct peut être considérée comme négligeable (de l'ordre de 0,5 à 2 Ω avec 4 diodes de puissance généralement utilisées en audio). Il n'en va pas du tout ainsi dans le cas de valves de redressement couramment utilisées en audio où la résistance série est de l'ordre de 100 Ω à 250 Ω en fonction du type de valve utilisée (*Lecl n°176*).

C'est une des raisons pour laquelle, dans les anciens amplificateurs, le condensateur ou « tête de filtrage » n'excédait jamais 100 μF . Attention ! Ce n'est pas la seule raison, nous verrons plus loin pourquoi.

À la grande époque des tubes, lorsqu'on demandait des filtres importants, on utilisait des valves à vapeur de mercure dont la résistance interne était à peu près équivalente à celle des diodes au silicium utilisées de nos jours.

Pour le transformateur, on peut réduire sa résistance interne en augmentant le diamètre des fils des bobinages le constituant. Parallèlement, on est dans l'obligation d'accroître le volume des

tôles utilisées. On arrive ainsi à des transformateurs de très grandes tailles et de poids monstrueux !

On jouera aussi sur la qualité des tôles. Tout cela est la « cuisine » des fabricants de transformateurs.

Nous, ce qui nous intéresse est d'avoir un transformateur à la résistance interne la plus faible possible, d'un volume et d'un poids raisonnables, qu'il ne chauffe ni ne vibre ! C'est souvent un vœu pieux ! Avant de passer à la suite du programme, nous effectuerons quelques (petits !) calculs afin de définir les paramètres qui nous seront nécessaires à un avant-projet pour une alimentation imaginaire.

Fixons tout d'abord notre cahier des charges :

- Tension continue demandée : 350 volts
- Courant maximum : 300 mA
- Pourcentage d'ondulation : 1 %, soit 3,5 volts
- Redressement double alternance : fréquence 100 Hertz.

Nous commencerons par calculer la valeur du condensateur réservoir pour obtenir une ondulation de 1 %, soit 3,5 volts effective.

Nous appliquons la formule :

$$C_{(F)} = \frac{I_{(A)}}{f_{(Hz)} \cdot V_{CC}} = \frac{0,300}{100,3,5} = 8,57 \cdot 10^{-4} \text{ F}$$

Soit **857 μF**

Résistance maximale du transformateur ($R = n^2 \cdot R_p + R_s$) pour respecter une constante de temps de 10 millisecondes, soit 0,010 sec.

$T(s) = R_{(\Omega)} \cdot C_{(F)}$, ou :

$$R_{(\Omega)} = \frac{T(s)}{C_{(F)}} = \frac{0,010}{0,000857} = \mathbf{11,6 \Omega}$$

Pour le moment, ne vous préoccupez pas des valeurs non normalisées. Nous apprendrons, à la fin de ces chapitres, à interpréter les chiffres en fonction des tolérances des composants. Le calcul ci-dessus est un calcul théorique destiné à vous familiariser à la manipulation des unités.

Donc, pour respecter la courbe enveloppe du signal audio, notre transformateur

doit présenter une résistance équivalente de l'ordre de 11,6 Ω . C'est faisable, mais il s'agira d'un transformateur de grande qualité, encombrant et lourd ! C'est ce que l'on trouve dans certaines électroniques audio de très haut de gamme. Il convient ici de préciser que certains constructeurs de transformateurs utilisent des tôles dites à « haute densité de flux » afin de réduire les dimensions et le poids du transformateur... D'où une augmentation en flèche du prix ! On ne peut pas tout avoir...

Pour alimenter les autres étages de notre amplificateur théorique, nous étudierons bientôt comment faire suivre par différentes cellules de filtrage le condensateur réservoir afin de réduire, dans des proportions considérables, le résidu d'ondulation.

Tout va donc pour le mieux. Vous avez tout compris. Vous êtes prêt à vous lancer dans l'aventure... Hélas ! Il nous faut maintenant vous parler d'un phénomène horrible, dramatique en audio car source de bruits divers extrêmement difficiles à éliminer et cause bien souvent d'accidents destructifs, tuant sans pitié diodes et transformateur. J'ai nommé les courants transitoires de surcharges.

COURANTS TRANSITOIRES DE SURCHARGES

Combien d'amplificateurs et de préamplificateurs rendent l'âme sans crier gare à cause de ce phénomène rarement évoqué... Et pourtant !

Quand on parle de courant de surcharge, il y a souvent confusion entre deux phénomènes. Le premier est connu et classique. Lorsque le condensateur réservoir est entièrement déchargé au repos et que l'on met sous tension le transformateur de l'appareil, le condensateur déchargé est un véritable court-circuit. Le courant dans le transformateur et le redresseur atteint alors une valeur considérable, uniquement limitée par la résistance ohmique du transformateur et celle des diodes.

L'ALIMENTATION EN AUDIO

Dans le pire des cas, au moment de la fermeture de l'interrupteur, l'alternance (positive ou négative) du secteur est à sa valeur maximale.

Le transformateur délivrera donc aux redresseurs et au condensateur sa tension maximale $V_{\text{crête}}$.

Le courant instantané de surcharge sera :

$$I_{\text{max}} = \frac{V_{\text{crête}}}{R}$$

Dans le cas de l'exemple que nous avons choisi précédemment, la résistance ohmique équivalente du transformateur était de $11,6 \Omega$ et la tension théorique de crête de 350 volts (« théorique », car nous avons omis plusieurs facteurs).

Le courant instantané de surcharge sera :

$$I = \frac{350}{11,6} = 30,17 \text{ A}$$

Ceci pendant un temps extrêmement court, rassurez-vous, car dès que le condensateur se chargera, ce courant diminuera, le transformateur et les diodes étant dimensionnés pour supporter ce courant pendant un temps très court. La période d'un redressement double alternance (100 Hz) est de :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100} = 10 \text{ millisecondes}$$

Comme par hasard (!) afin de respecter la courbe enveloppe du signal audio, nous avons fixé notre constante de temps à 10 ms. Ce qui signifie que **si l'appareil ne débite pas**, notre condensateur sera pleinement chargé en 10 millisecondes. Nous précisons bien : « **si l'appareil ne débite pas** ». C'est essentiellement **pour cette raison**, et non pas pour protéger les tubes qui sont bien plus solides qu'on ne le pense, **que l'on temporise l'application de la haute tension** aux circuits. Car, si l'appareil débite, le condensateur ne pourra se charger qu'après plusieurs cycles et le courant sera si longtemps intense que les redresseurs, le transformateur et le condensateur lui-même (dont l'électrolyte entrera en ébullition) seront détruits.

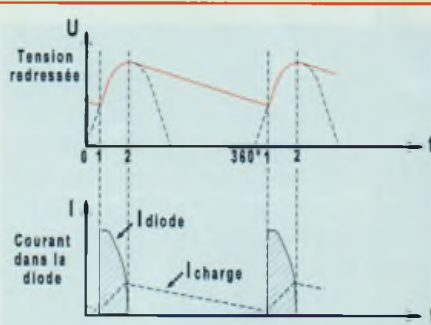


Figure 3 : Oscillogramme correspondant au schéma de la figure 1 (simple alternance). Condensateur C : $20 \mu\text{F}$. R charge : $6,8 \text{ k}\Omega$. $U_c = 70 \text{ V}$. Ondulation $\approx 7 \text{ V}$ (10 %). Courant dans la charge : $70/6800 = 10,2 \text{ mA}$. Courant impulsif : 140 mA . (Echelle du courant en haut : $100 \text{ mA}/\text{carreau}$).

C'est aussi pour cette raison que les coupures accidentelles de courant, suivies d'un rétablissement immédiat de la tension, sont aussi dangereuses pour les appareils mal protégés.

Classiquement, on installe au primaire du transformateur un fusible dit « à fusion retardée » (*slow blow* en anglais) qui peut supporter, sans fondre et en fonction des modèles, jusqu'à dix fois son intensité nominale pendant une durée spécifiée par le fabricant.

Il s'agissait, jusqu'à présent, du courant instantané de surcharge, universellement connu, mais nous allons maintenant évoquer un phénomène autrement plus complexe : le courant **transitoire** de surcharge.

De quoi s'agit-il ? Comme nous l'avons déjà précisé dans le cas d'un filtrage par condensateur, c'est le condensateur **seul** qui alimente votre circuit en courant, sauf pendant le temps très court où il se recharge (figures 1 et 2).

Pendant ce temps très court, la source d'alimentation, c'est-à-dire l'ensemble transformateur et diodes, va fournir le courant nécessaire à la recharge du condensateur et en plus le courant consommé par le circuit.

Il ne faut pas être polytechnicien pour comprendre que, si l'alimentation ne doit fournir du courant que pendant un temps court et être au repos durant le reste du cycle, ce courant est une **impulsion**.

La source d'alimentation ne fournit donc

pas un courant constant égal au courant consommé par votre circuit, mais **une suite d'impulsions de courant** à la fréquence de la tension redressée, c'est-à-dire 50 Hz (dans le cas d'un redressement simple alternance) et 100 Hz (dans le cas d'un redressement double alternance). Sur la **figure 3**, nous avons représenté ce phénomène que nous avons illustré par un oscillogramme en situation réelle.

Supposons que nous ayons installé un condensateur de $20 \mu\text{F}$ sur le schéma de la figure 1. En vous reportant à la figure 3, le **redresseur** va commencer à conduire à l'instant $t = 1$, car la tension redressée devient supérieure à la charge du condensateur.

Comme il s'agit d'une charge capacitive, le courant de charge atteint rapidement un maximum, puis décroît jusqu'à zéro à l'instant $t = 2$. Car, à cet instant, la tension aux bornes du condensateur est égale à la tension redressée. Le condensateur va alors fournir du courant à la charge. Puis le cycle va recommencer.

Ce phénomène est parfaitement illustré par l'oscillogramme de la figure 3 :

- en bas : la tension alternative au secondaire du transformateur,
- au milieu : la forme de la tension filtrée aux bornes du condensateur,
- en haut : à l'aide d'une sonde de courant, nous avons visualisé l'impulsion de courant traversant la diode.

Vous constaterez que, pour un courant

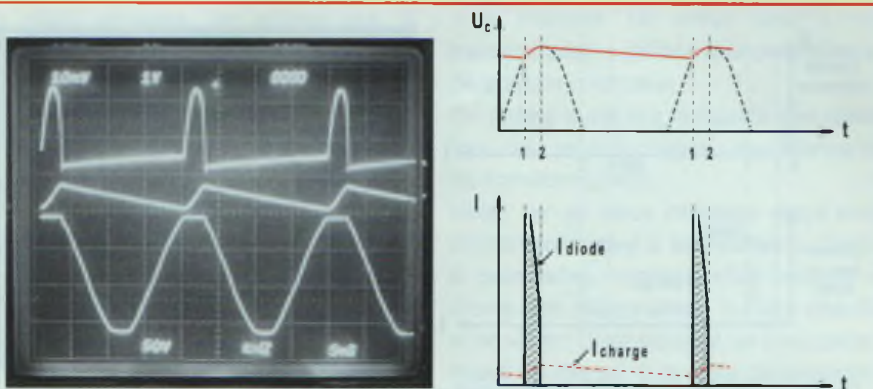


Figure 4 : Installation d'un condensateur de 330 µF à la place du condensateur de 20 µF de la figure 3. Attention : l'échelle de la tension redressée a changé (1 V/carreau au lieu de 10 V/carreau). Condensateur C : 330 µF. R charge : 6,8 kΩ. $U_c = 70$ V. Ondulation $\approx 0,8$ V (1 %). Courant dans la charge : $70/6800 = 10,2$ mA. Courant impulsionnel : 220 mA.

consommé par la charge de 10,2 mA, l'impulsion de courant que doit fournir l'alimentation est de 140mA ! Ceci avec un simple condensateur de filtrage de 20 µF et un facteur d'ondulation de 10 %. Ce facteur d'ondulation de 10 % étant trop important, nous décidons d'installer un condensateur de 330 µF à la place du 20 µF (figure 4). Le taux d'ondulation tombe environ à 1 % pour le même courant circulant dans la charge. Si vous observez le dessin théorique du fonctionnement, vous constaterez que le temps de recharge entre 1 et 2 est beaucoup plus court que celui de la figure 3. L'impulsion de courant est nettement plus importante, ce qui est visible sur l'oscillogramme (attention, les échelles sont différentes !).

Ici, on enregistre pour un courant dans la charge de 10,2 mA, une impulsion de courant de 220 mA ! Ce qui est énorme et pourtant inférieur au dessin théorique qui suppose un **circuit idéal** sans résistance interne. Ce qui n'est pas le cas de notre circuit d'essai dont le transformateur accuse une résistance équivalente de 56 Ω.

Dans le cas idéal, on démontre mathématiquement que la surface de l'impulsion (hachure sur la figure) est égale à la surface délimitée par le courant dans la charge (sur le dessin, délimité par la

courbe en traits interrompus et l'axe t). Si l'on suppose que le circuit de redressement est parfait, c'est-à-dire sans résistance (ce qui serait le cas si vous alimentiez directement votre montage sur le secteur, car je ne pense pas que la résistance de la centrale nucléaire intervienne dans ces extrêmes), on peut considérer ces surfaces comme des rectangles représentant la valeur moyenne du courant consommé par la charge. Vous pouvez constater que, pour rendre la surface du rectangle représentant l'impulsion égale à celle représentant le courant consommé par la charge, plus la distance entre t1 et t2 est petite (petit côté du rectangle), plus le grand côté du rectangle doit être important, donc la valeur du courant « I » de l'impulsion. Mathématiquement, on parle d'angle de conduction de la diode. Un cycle complet étant égal à 360 ° (Led n°195), on peut diviser le cycle de filtrage (figure 3) entre 0° et 360° en tranches de 10° par exemple. La formule de calcul approximative du courant de l'impulsion est alors simple :

$$I_{\text{imp}} = \frac{360 \cdot I_{\text{charge}}}{\text{Nb de degrés de conduction}}$$

En se reportant aux oscillogrammes 3 et 4, on trouve **très approximativement** (après grossissement) un angle de

conduction de l'ordre de 25° pour la figure 3 et de 15° pour la figure 4 (attention les échelles ne sont pas identiques).

Ce qui nous donne :

- pour 20 µF et un courant de 10,2 mA

$$I_{\text{imp}} = \frac{360 \cdot 10,2}{25} = 146,88 \text{ mA}$$

- pour 330 µF et un courant de 10,2 mA

$$I_{\text{imp}} = \frac{360 \cdot 10,2}{15} = 244,8 \text{ mA}$$

Tout ceci est très proche des valeurs mesurées.

En figure 5, vous trouverez deux oscillogrammes : l'un avec un filtrage de 20 µF et l'autre avec 330 µF pour le même courant dans la charge, soit 10,2 mA, mais avec un redressement double alternance. Les courants impulsionnels sont moitié moins importants, soit environ 70 mA avec 20 µF et quelque 110 mA pour 330 µF. Ce qui est logique, l'angle de conduction étant moitié moins important en cas de redressement double alternance et le cycle de décharge plus court.

EFFETS SUR LA « SANTÉ » DE L'ALIMENTATION

Tout d'abord, nous traiterons des effets sur les redresseurs. Dans le cours n°13 (Led n°186), nous avons défini la tension inverse maximale que devait supporter un redresseur. De ce côté-là, rien de changé. En revanche, la valeur du condensateur de filtrage, si vous adoptez ce type de circuit, va déterminer le **courant maximum** que devra supporter le redresseur, et ceci n'a rien à voir avec le courant consommé par votre circuit.

Pour vous fixer les idées, supposons que nous voulions utiliser une bonne vieille valve biplaque en redressement double alternance pour notre ampli imaginaire. Dans le précédent chapitre, nous avons calculé la valeur d'un condensateur de 857 µF pour obtenir une ondulation de 1 %, soit 3,5 volts pour notre haute tension de 350 volts et un courant de

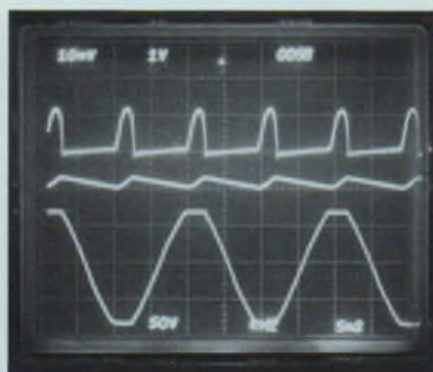


Figure 5 : Filtrage après redressement double alternance. A gauche : condensateur de 20 µF. A droite : condensateur de 330 µF. Courant impulsionnel pour une charge de 10,2 mA. Environ 70 mA avec 20 µF et environ 110 mA avec 330 µF.

Figure 6 : Spectre de la tension redressée à 100 Hz

300 mA. Nous cherchons dans les catalogues et nous décidons d'employer une valve super solide, la 5U4, couramment utilisée de nos jours sur beaucoup d'amplificateurs dits « ésotériques ».

Les caractéristiques de notre 5U4 sont les suivantes :

- Tension inverse de plaque : 1 700 volts (on est au large).
- Courant redressé sous 350 volts : 350 mA (suffisant).
- Courant impulsionnel maximum : 5 ampères (important).

Et pourtant, si nous montons un condensateur de filtrage de 857 µF derrière cette malheureuse valve, elle rendra l'âme en quelques minutes.

Pourquoi ? Tout simplement parce que notre condensateur de 857 µF ne sera rechargé que pendant un temps très court à chaque alternance. L'angle de conduction de la diode sera de l'ordre de 10°. Si nous appliquons la formule :

$$I_{imp} = \frac{360 \cdot I_{charge}}{Nb \text{ de degrés de conduction}}$$

Nous obtenons :

$$I_{imp} = \frac{360 \cdot 0,300}{10} = 10,8 \text{ A}$$

Cela, tous les centièmes de seconde. Votre tube va virer au rouge vif, malgré un courant consommé par le circuit de seulement 300 mA ! C'est pour cette raison,

et non à cause de la tension inverse (légende reprise maintes fois dans un grand nombre d'ouvrages), que les fabricants de valves indiquent toujours la capacité maximale à installer derrière le tube :

- 5U4 : 75 µF max
- GZ32 : 40 µF max
- GZ34 : 60 µF max
- EZ80 : 50 µF max, etc.

C'est aussi pour cette raison que dans la plupart des électroniques à tubes, aujourd'hui équipées de monstrueuses batteries de condensateurs de filtrage, on utilise des diodes au silicium ou des ponts de diodes souvent surdimensionnés, aptes à supporter des courants de plusieurs dizaines d'ampères. Cela au détriment de la constante de temps ! Mais c'est une autre histoire (lire plus haut)... Voyons maintenant les **effets sur les circuits**.

LES EFFETS SUR LES CIRCUITS

En **figure 6**, nous avons photographié le spectre harmonique de la tension filtrée, après redressement double alternance de la figure 5.

Comme vous pouvez le constater, ce résidu de filtrage est très riche en harmoniques impairs de la tension à 100 Hz (soit 300, 500, 700 Hz, etc.). Bien que d'un niveau faible par rapport à la tension continue à laquelle il est superposé, ce résidu va circuler dans tout le circuit

audio. C'est une pollution insidieuse dont les effets sont parfois inattendus : résonances et interférences avec le signal audio dans certains circuits sensibles dont les transformateurs, les circuits différentiels et, de nos jours, les circuits à tubes utilisant des sources de courant à Mos Fet.

Pour s'affranchir de ces problèmes, on s'est précipité sur les alimentations stabilisées dont les résultats, à moins d'une parfaite maîtrise, sont souvent pires que le mal.

Nous verrons, dans les prochains chapitres, que des solutions simples existent, du moins en électronique **audio à tubes**.

En amont du filtrage, le problème est particulièrement perturbant puisque les impulsions de courant intenses provoquées par le filtrage vont circuler dans le câblage, le secondaire du transformateur et, ce que l'on oublie trop souvent, son primaire.

C'est une source de rayonnements parasites très désagréable et difficile à éliminer. Cela se traduira dans les haut-parleurs par une sorte de « crrrr » très énervant. Car, ici, il s'agit de **courant** qui circule dans des conducteurs.

La solution : des connexions hyper courtes entre les transformateurs, le ou les redresseurs et le condensateur réservoir. Quant au transformateur, s'il est « mal fichu », il va vibrer. Il est inutile de resser-

LE FILTRAGE

rer les tôles... Changez de transformateur ! Ce rayonnement par le câblage est, lui aussi, très riche en harmoniques car il s'agit d'impulsions. N'oubliez pas que le courant pulsé circule aussi dans le primaire (figure 7). Il suffit parfois d'un interrupteur mal placé pour polluer tout un amplificateur.

À ce propos, le courant pulsé circule aussi dans le câble de liaison de votre amplificateur vers la prise de courant. Il arrive que certains câbles secteurs, vendus soi-disant pour « améliorer » le secteur EDF, donnent certains résultats positifs. Or, ce n'est point le secteur qui est en cause, mais bien les impulsions de courant qui traversent le câble d'alimentation. Lesquelles peuvent atteindre plusieurs ampères sur des durées de l'ordre de 1 à 2 millisecondes. Ces impul-



Figure 7 : En haut, courant pulsé absorbé par le transformateur d'alimentation. Ce courant va circuler partout et rayonner, y compris dans les murs de votre living, jusqu'au compteur ! En bas, tension au secondaire, les méplats sur la sinusoïde correspondent à la saturation du circuit magnétique à chaque impulsion.

sions sont particulièrement riches en harmoniques et joyeusement rayonnantes. Ces câbles magiques amortissent les impulsions avec parfois des résultats positifs.

Si vous construisez un amplificateur à transistors, vous êtes condamnés à un énorme condensateur de filtrage.

En effet, les courants mis en œuvre ne permettent pas d'utiliser les procédés que nous étudierons lors de notre prochaine causerie.

Pour les tubes, en revanche, il convient de se débarrasser des mauvaises habitudes que nous avons contractées avec les électroniques à semi-conducteurs et revenir à une utilisation raisonnable des condensateurs de filtrage.

À bientôt
R. Bassi

Et si on parlait « tubes » ... 11 COURS

Led

25 €

Fichiers PDF
94 pages

Et si on parlait tubes...

En 11 cours,
apprenez à connaître
et à maîtriser
le fonctionnement des tubes
électroniques

Émission thermoïonique, électron-volt,
charge d'espace...

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si on parlait tubes... »

France : 25 € Union européenne : 25 € + 2 € frais de port Autres pays : nous consulter

Nom : _____ Prénom : _____
N° : _____ Rue : _____
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire CCP mandat - Union européenne : règlement uniquement par mandat postal
A retourner accompagné de votre règlement à : EDITIONS PÉRIODES 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris Tél. : 01 44 84 88 28

TÉTRODE 807

PUSH-PULL ULTRA LINÉAIRE 2 x 40 W



Dans la série d'amplificateurs à tubes parue dans *Led ces dernières années*, un certain nombre de lampes restent encore à ce jour un peu dans l'ombre. Leur vocation de « bonnes à tout faire », c'est-à-dire de l'audiofréquence et de la radiofréquence, ne conduisait pas à porter sur elles l'attention qu'elles auraient méritée, encore que les 845 servaient également l'audio et la radio.

Le tube qui nous intéresse aujourd'hui est la tétrode 807. Laquelle était utilisée sur des amplificateurs connus, en particulier sur celui de Williamson dans sa première version. Monté en push-pull et en pseudo triode, cet amplificateur délivrait de l'ordre de 18 watts. On trouve également un autre schéma de David Sarser & Melvin C. Sprinkle, datant de novembre 1949, toujours en montage pseudo triode. Un graveur de disques Westrex, conçu aux Etats-Unis et très renommé, était partiellement conçu avec ces tubes utilisés en mode tétrode. Il faut

dire que les courbes obtenues en pseudo triode sont particulièrement intéressantes. La société Bouyer a également utilisé ce tube dans ses amplificateurs, dont on disait volontiers à l'époque qu'ils étaient « incroyables ». Ceci pour rappeler que les réalisations à base de 807 sont particulièrement nombreuses.

L'amplificateur que nous vous proposons est basé sur cette tétrode 807. À la différence des modèles précités, nous avons ici réalisé un montage dit « ultra linéaire ». Il permet d'obtenir une puissance de 40 watts au lieu des 15 à 18 watts délivrés en pseudo triode mais avec égale-

ment une charge de plaque moindre (6 k Ω , au lieu des 10 k Ω à 11 k Ω), tout en ayant moins de distorsion.

Ce montage est également plus simple puisqu'il permet de s'affranchir de la limite des 300 volts de la tension de grille. Pour ne rien vous cacher, nous avons inséré un interrupteur pour passer du montage tétrode ultra linéaire au montage pseudo triode. De toute évidence, l'écoute en pseudo triode n'a pas avantage de façon significative la qualité musicale de l'amplificateur, nous n'avons donc pas poursuivi dans cette voie. Toutefois, si le cœur vous en dit, rien ne vous empêche d'essayer, pour comparer. Par ailleurs, nous n'avons pas cherché à obtenir des signaux carrés qui auraient pu faire pâlir d'autres réalisations. Nous avons tout simplement « écouté » la musicalité de l'appareil... « Que c'est beau ! ».

Nous l'avons également fait écouter à des amis qui ont été étonnés par la qualité du message musical reproduit. Ces tubes « sonnent » très bien, sans doute « le plus beau son » dans la série des tétrodes. Ce sentiment nous a été confirmé par Rinaldo Bassi, collaborateur connaisseur et passionné de notre revue, qui n'ignore rien de ce tube. Le premier sentiment de l'oreille était donc le bon : avec ce 807, on sort de l'ordinaire des tétrodes.

LES TUBES D'ENTRÉE ET DÉPHASEUR

Pour l'entrée et le déphaseur, nous utilisons deux tubes connus : le 6SL7 et le 6SN7. Les caractéristiques du premier peuvent être comparées à celles de l'ECC83, et le second à celles de l'ECC82.

L'intérêt des premiers tubes « OCTAL » sur les seconds « NOVAL » se porte sur la dimension des plaques. On peut ainsi espérer de meilleurs échanges à l'intérieur du tube.

Leur brochage est identique. Il est indiqué sur le schéma en **figure 1**.

UNE MUSIQUE FINE ET ANALYTIQUE

CARACTERISTIQUES DE LA 6SL7

Vf : 6,3 V
 If : 0,3 A
 Va/max : 300 V
 Pa/max : 1 W
 R int : 44.000 Ω
 Pente : 1,6
 Gain : 70

CARACTERISTIQUES DE LA 6SN7

Vf : 6,3 V
 If : 0,6 A
 Va/max : 300 V
 Pa/max : 2,5 W
 R int : 7 700 Ω
 Pente : 2,6
 Gain : 20

Le brochage des tubes est vu de dessous.

Dans le sens horaire, tel qu'il est indiqué sur le schéma, nous avons :

- 1 : Grille de commande (G1)
- 2 : Anode (A1)
- 3 : Cathode (K1)
- 4 : Grille de commande (G2)
- 5 : Anode (A2)
- 6 : Cathode (K2)
- 7 : Chauffage 6,3 V
- 8 : Chauffage 6,3 V

LA TETRODE 807

Un gros bulbe en verre, surmonté d'un téton, repose sur un culot UX5 à cinq broches que l'on trouve parfois sur les tubes anciens (**photo A**).

Le bulbe est de la taille des anciens 6L6, dont au demeurant les caractéristiques du 807 se rapprochent.

Les limites d'emploi sont les suivantes :

- Tension anodique max : 600 V
- Tension grille max : 300 V
- Puissance anodique max : 25 W
- Puissance de grille max : 2,5 W
- Chauffage : 6,3 V/0,9 A

Le téton, avec sa broche en stéatite, permet d'alimenter le tube en haute tension (**photo B**). Les composants récents et sécurisés permettent de travailler avec des sécurités optimales.

Le tube 807 est extrêmement résistant.

Le brochage UX5 vu de dessous est

Photo B : Téton en stéatite pour l'alimentation en haute tension



Photo A : Gros bulbe en verre surmonté d'un téton



Photo C : Support 5 broches en stéatite

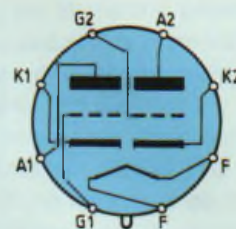
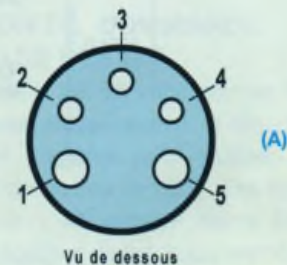


Figure 1 : Brochage des tubes 6SL7 et 6SN7



Vu de dessous

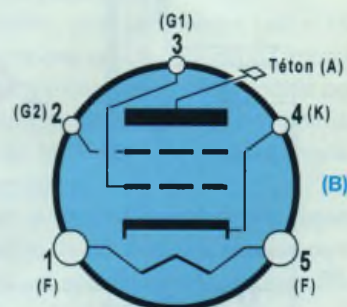


Figure 2 (A) et (B) : Brochage de la tétrode 807

repérable de la façon suivante, en tournant dans le sens horaire (**figure 2**) :

- 1 et 5 : Filament 6,3 V
- 2 : Grille d'arrêt (G2)
- 3 : Grille de commande (G1)
- 4 : Cathode (K)

Le tube est alimenté en haute tension par le téton situé au-dessus de l'enveloppe, ce qui correspond à l'anode de la 807.

La **photo C** montre le support 5 broches.

LE SCHEMA DU PUSH-PULL

Pour ne pas abandonner les éléments qui donnent de bons résultats, j'ai repris l'idée utilisée avec le double push-pull de 6AS7G (*Led* n°176), c'est-à-dire une double triode 6SL7 en entrée qui permet de préamplifier le signal pour chaque

PUSH-PULL ULTRA LINÉAIRE 2 x 40 W

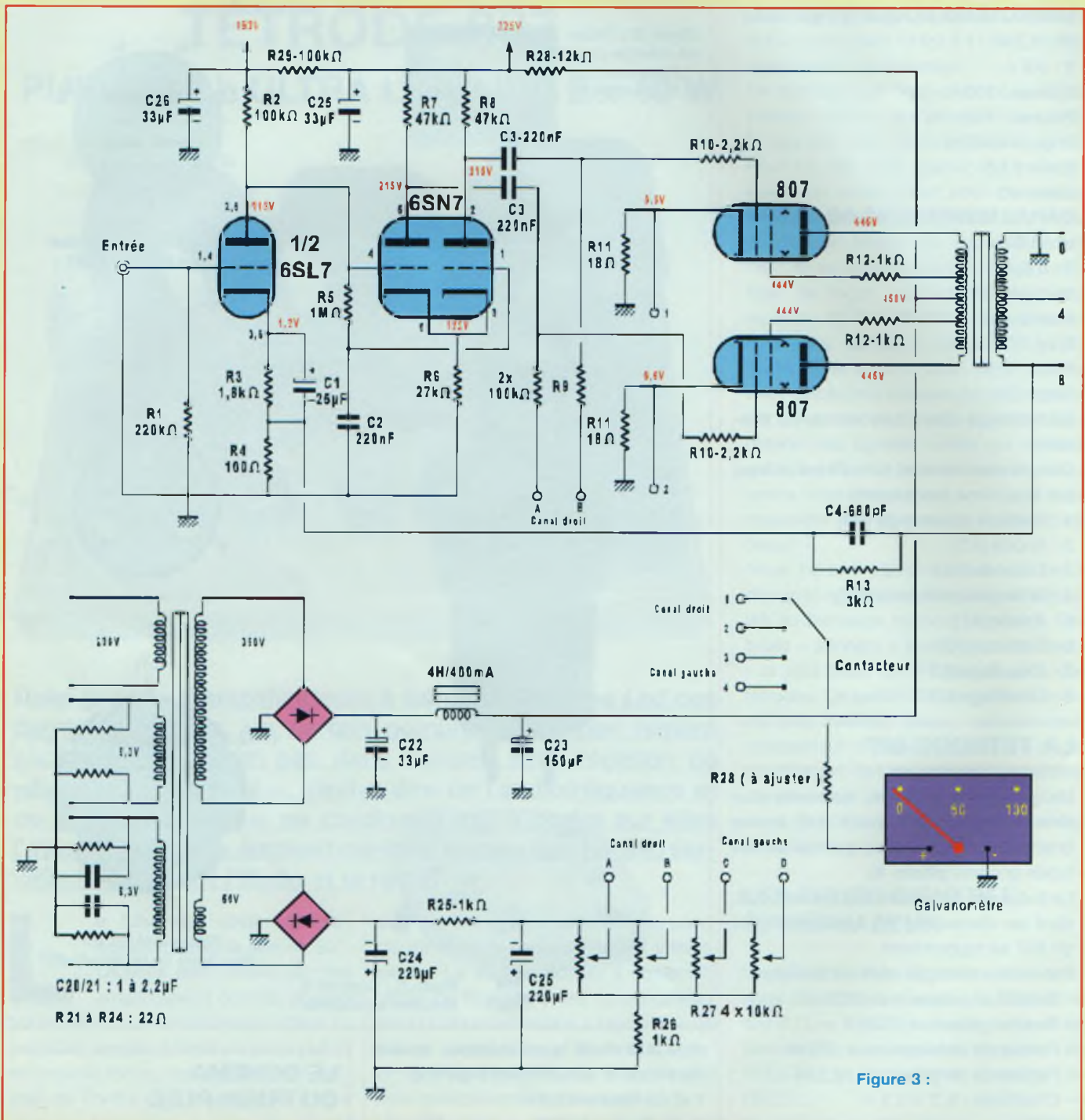


Figure 3 :

canal et une 6SN7 comme déphaseur de ce signal.

Comme les caractéristiques du 6SL7 sont très proches de l'ECC83 et celles du 6SN7 considérées comme identiques à celles de l'ECC82, vous pourrez, si vous

le souhaitez, utiliser les tubes de votre choix sans modification du schéma ou des valeurs des composants.

Le déphaseur attaque ensuite l'étage de puissance constitué d'un push-pull de 807 chargé par un transformateur de sor-

tie, en mode ultra linéaire (figure 3).

Sur notre prototype, nous avons effectué un câblage « en l'air », parce que nous trouvons cela intéressant et pratique. Nous n'entrerons pas dans la polémique de ceux qui le trouvent meilleur que le

UNE MUSIQUE FINE ET ANALYTIQUE

câblage sur circuit imprimé, il faudrait tout simplement pouvoir comparer. Pour ceux d'entre vous que cela rebuterait, nous proposons un circuit imprimé, ce qui simplifiera le travail.

LE PREAMPLIFICATEUR

Le tube d'entrée est une demi-triode 6SL7 dont le gain important permet donc d'amplifier le signal. Sa résistance de plaque est portée à 100 k Ω , alors que la grille est chargée par une résistance de 220 k Ω . La cathode est polarisée par une résistance de 1,8 k Ω , découplée par un condensateur de 25 μ F/10 V. Ce schéma, que nous réutilisons souvent, permet de supprimer le condensateur de liaison entre l'étage d'entrée et le déphaseur. C'est plus simple ainsi, avec en moins le risque de « colorer » le son, ce qu'un condensateur fait toujours..... Pour le meilleur ou pour le pire.

LE DEPHASEUR

Le déphaseur de type Schmitt est réalisé par une double triode 6SN7. La liaison avec la triode préamplificatrice étant directe, elle assure par là même la polarisation de la grille de commande du déphaseur. Cela simplifie le schéma et supprime un condensateur de liaison. Les cathodes sont polarisées par une résistance commune de 27 k Ω , tandis que les anodes sont chargées par des résistances de 47 k Ω . Par rapport à la masse, le signal se trouve en opposition de phase sur une cathode par rapport à l'autre. C'est le but recherché pour pouvoir « driver » le push-pull. Les condensateurs de 220 nF/400 V vont transmettre les signaux de commande alternatifs sur les grilles des 807. Ces signaux seront de même amplitude, mais déphasés de 180°.

L'ETAGE DE PUISSANCE

Le signal alternatif symétrique, après avoir traversé les condensateurs de liaisons et les résistances de 2,2 k Ω , arrive sur les grilles des 807 qui sont polarisées négativement par une tension continue

réglée à - 44 volts. Ce réglage sera, par la suite, affiné pour tenir compte des paramètres particuliers des tubes.

L'étage de puissance est constitué de deux tubes 807 montés en push-pull ultra linéaire, avec charge de plaque de 6 k Ω et prises écrans à 43 %. La tension arrivant au point milieu du primaire du transformateur de sortie est de 450 volts. Pour éviter que la tension sur la grille de la 807 ne soit plus élevée que celle sur la plaque, on insère une résistance de 1k Ω /2 W entre la prise écran du transformateur et la grille.

Chaque tube de puissance comporte une résistance de cathode de 18 Ω ... uniquement parce que nous avons cette valeur en stock. Vous pouvez aussi bien mettre 10 Ω et si vos fonds de tiroirs cachent des 5,6 Ω , elles feront l'affaire. Le tout est de prévoir un point de mesure pour le galvanomètre. Des éléments d'une puissance de 3 watts sont suffisants.

L'ALIMENTATION DU PUSH-PULL

LA HAUTE TENSION

Le schéma complet est reproduit en figure 3. La haute tension est obtenue à partir d'une tension alternative de 360 volts au secondaire du transformateur.

En sortie du pont de diodes, cette tension redressée est filtrée par un premier condensateur de 33 μ F/500 V. Un excellent filtrage L/C est obtenu avec une self de 4 H/400 mA, suivie d'un condensateur de 150 μ F/500 V. Cette cellule est suffisante pour filtrer la HT et attaquer les tubes de puissance. Sur le point milieu du primaire du transformateur de sortie, la tension est de 450 volts.

Le filtrage L/C est le meilleur que l'on puisse réaliser. Il faut toutefois veiller à ne pas utiliser une self de valeur trop élevée (élément dans lequel le courant est en retard sur la tension). Une trop forte valeur pourrait freiner un peu la dynamique de l'amplificateur, ce qui n'est pas l'objectif recherché.

Les condensateurs de fortes capacités disponibles sur le marché peuvent être utilisés avec une self de faible valeur, par exemple 1 H, ce avec un pouvoir de filtrage efficace.

Cette tension traverse par la suite deux autres cellules de filtrage R/C : l'une composée d'une résistance de 12 k Ω et d'un condensateur de 33 μ F/400 V qui alimente les déphaseurs des voies droite et gauche (6SN7), l'autre constituée d'une résistance de 100 k Ω et d'un condensateur de 33 μ F/400 V utilisée pour l'étage d'entrée (6SL7). Cet ensemble constitue un filtrage parfait.

LA TENSION DE COMMANDE DES GRILLES DES 807

Un enroulement de 50 volts permet de générer, après redressement et filtrage, une tension négative pour assurer la polarisation des grilles des 807. Elle sera de l'ordre de - 44 volts et devra être réglée pour égaliser de façon convenable le fonctionnement de l'ensemble des tubes de puissance.

Ce schéma, déjà utilisé dans *Led* n°150, est transposé sur un petit circuit imprimé que nous avons légèrement modifié pour tenir compte de la présence de l'enroulement de 50 V sur notre transformateur d'alimentation.

Le pont de diodes transforme la tension alternative de 50 V en une tension continue qui est ensuite filtrée par une cellule R/C en π de 1000 Ω / 220 μ F pour être distribuée sur les quatre résistances ajustables de 10 k Ω . Ce filtrage peut paraître léger, mais suffit amplement dans cette fonction.

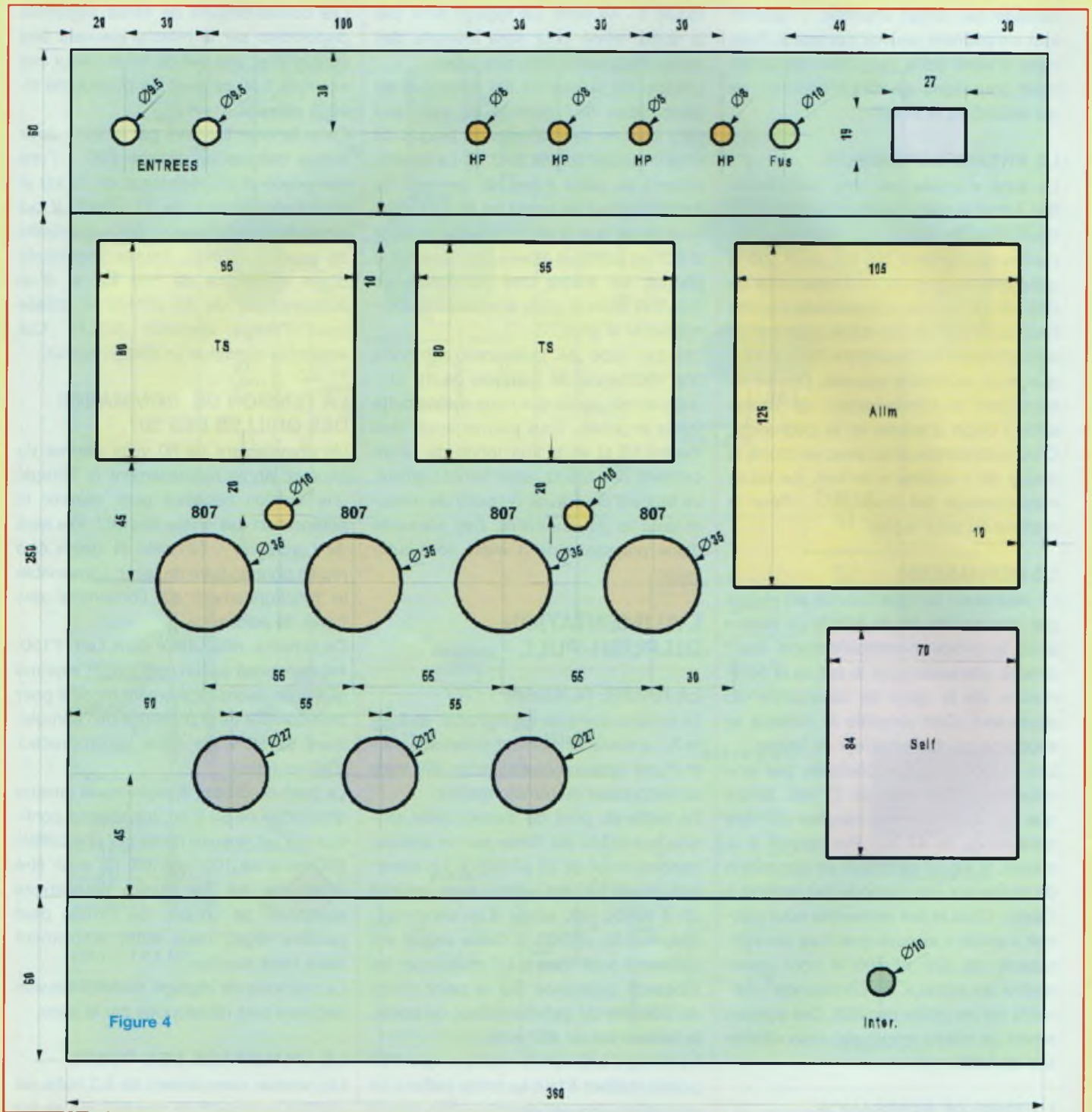
La méthode de réglage de cette tension négative sera développée par la suite.

LE CHAUFFAGE DES TUBES

Un premier enroulement de 6,3 volts est destiné au chauffage des 807 qui se fait en alternatif. Un point milieu fictif est créé à l'aide de deux résistances de 22 Ω dans le dessein de réduire la composante résiduelle de 50 Hz (ronflette).

Deux condensateurs sont également

PUSH-PULL ULTRA LINÉAIRE 2 x 40 W



insérés pour assurer un lissage de cette tension alternative. Les tubes de puissance consomment 3,6 ampères. Il faut impérativement torsader les fils, ce qui a pour effet d'éviter le rayonnement du

50 Hz et, par conséquent, d'atténuer fortement le bruit.

Le chauffage des filaments des tubes d'entrée s'effectue également en alternatif « à l'ancienne ». Si elle est bien suivie,

cette méthode ne constitue pas une source de bruit.

Ce second enroulement de 6,3 volts comporte le même principe de « point milieu fictif » que pour celui des tubes de

UNE MUSIQUE FINE ET ANALYTIQUE

puissance, mais ne dispose pas d'élément de lissage de la tension. Rien ne vous empêche de l'ajouter. Les tubes d'entrée consomment, au total, 1,5 ampère.

Ces deux procédés de câblage sont dits en « montage flottant » car ils ne sont pas reliés à la masse de l'amplificateur.

LE CHÂSSIS

Pour réaliser le châssis, il vous faut disposer d'une plaque en aluminium (AG5) de 36 cm de longueur x 25 cm de largeur et 6 cm de hauteur (selon que vous utilisez une plaque repliée en U ou une plaque avec un cadre en bois). Ce sont les dimensions minimales. Prévoir une épaisseur de métal de 2 mm au minimum, mais il n'est pas nécessaire d'aller au-delà de 3 mm. Les enchâssements des transformateurs peuvent être effectués avec une scie sauteuse, tandis que les trous des culots des tubes seront obtenus avec des scies « cloches ».

Pour scier, couper ou percer, mettez un peu d'huile de coupe ou « 3 huiles en 1 », le travail en sera facilité.

Le schéma des découpes avec les cotations fait l'objet de la **figure 4**. Rien ne vous empêche de travailler sur un châssis plus grand. Vous veillerez aux passages des quatre câbles d'alimentation des plaques des 807. Ils pourront sortir par paires au travers de deux trous qui seront impérativement munis de passe-fils en caoutchouc ou en téflon (pour des raisons élémentaires mais indispensables de sécurité).

Dimensions des transformateurs utilisés :

- Alimentation 126 x 105 mm
- Sortie 95 x 80 mm
- Self 84 x 70 mm

Pour les perçages des socles, embase d'alimentation, galvanomètre, fusible et interrupteur, cinch, HP, attendez d'avoir rassemblé tous ces éléments avant d'entreprendre les perçages. Si, comme nous, vous utilisez un cadre en bois, les axes de perçages se font avec une mèche de 4 millimètres.

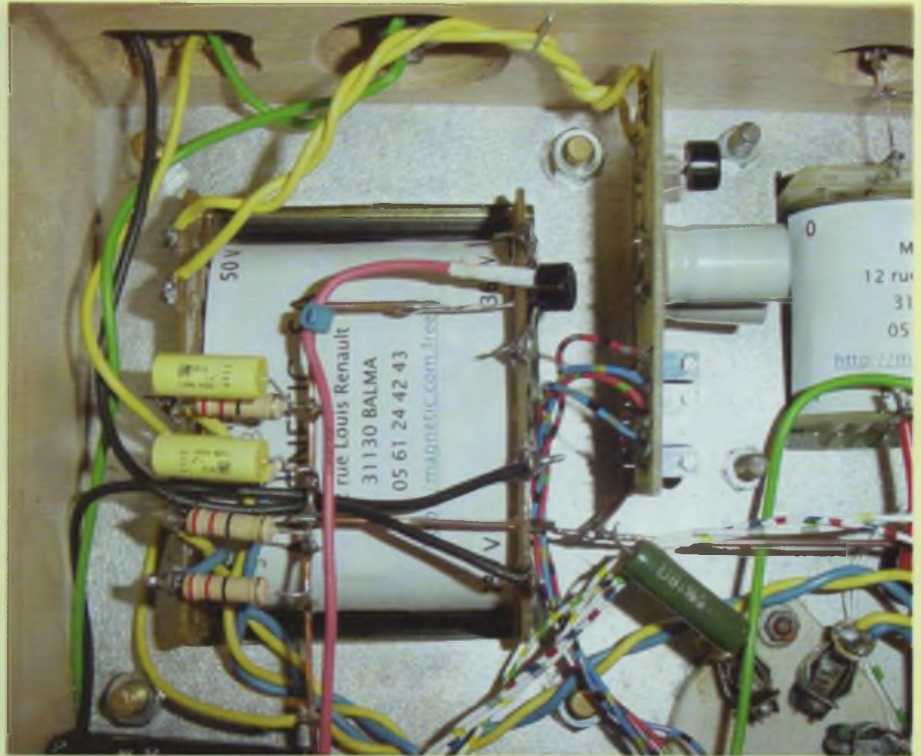


Photo D : Câblage du transformateur d'alimentation

Ensuite agrandir avec des mèches plates adéquates, sans oublier de calculer la profondeur du trou afin de tenir compte de la hauteur du filetage des prises, interrupteur et cosses utilisés.

Pour le reste, il suffit d'observer une bonne symétrie afin d'obtenir un « joli coup d'œil » lorsque votre appareil sera terminé.

LE CÂBLAGE

Pour câbler cet amplificateur, je me suis inspiré des techniques anciennes. Alors comment s'y prendre ? Eh bien, c'est un peu comme une maison, on commence par les fondations (le châssis), du bon sens quoi !

CÂBLAGE « EN L'AIR »

Une fois le châssis percé, découpé et peint, commencer par implanter les transformateurs et la self. Suivent les supports UX5, au nombre de quatre, enfin les trois supports de type octal des tubes d'entrée. Serrer les vis en faisant

attention toutefois aux UX5 en porcelaine, le serrage ne doit pas être forcé outre mesure, la matière est cassante.

Souder les fils d'alimentation du 6,3 volts en les torsadant fortement pour éviter le rayonnement de l'alternatif. Passer d'un culot à l'autre, autant pour ce qui concerne les tubes d'entrée (fil de 1 mm²) que pour les tubes de puissance (fil de 1,5 mm²). Souvenez-vous qu'un fil coupé à la bonne longueur se révèle souvent trop court (fils jaunes et bleus sur les photos). Souder enfin ces fils sur les cosses du transformateur d'alimentation, en même temps que les résistances de « point milieu » et les condensateurs de filtrage de 1 ou 2,2 µF/160 V (**photo D**).

Vous allez ensuite placer un fil de masse, dit de « courants forts ». Il sera disposé, d'un côté, au centre du transformateur d'alimentation et irriguera le négatif de la HT (qui est le (-) du pont redresseur - photo D), les résistances de point milieu de 22 Ω, les condensateurs de « lissage » de 1 µF du 6,3 volts.

La masse passe près de la self de filtrage

PUSH-PULL ULTRA LINÉAIRE 2 x 40 W

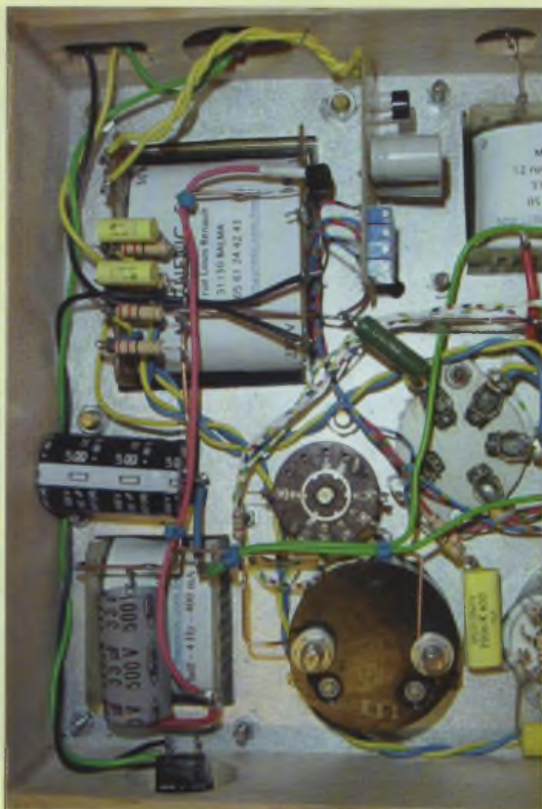
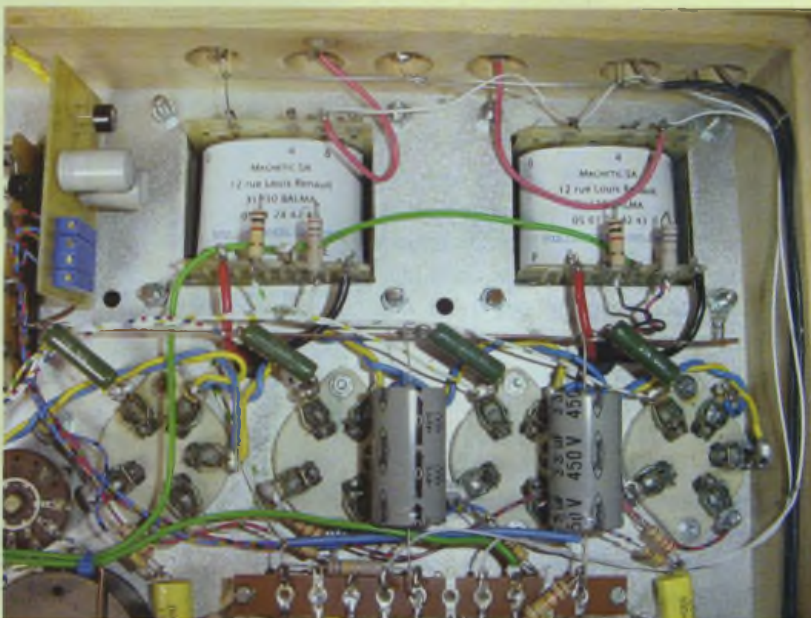


Photo E : La masse (fil de cuivre émaillé de 10/10*) part du (-) du pont redresseur, passe près de la self de filtrage et vient se souder sur une cosse non utilisée de celle-ci

Photo F : La masse traverse le châssis pour câbler les deux condensateurs de filtrage du tube d'entrée, les déphaseurs et les résistances de cathodes des 807



et vient se souder sur une cosse non utilisée de celle-ci (**photo E**). Elle reçoit les bornes négatives des deux condensateurs de filtrage HT. Elle part ensuite à l'opposé du châssis pour câbler les deux condensateurs de filtrage du tube d'entrée et des déphaseurs, ainsi que les résistances de cathodes des 807 (**photo F**).

Ce fil de masse sera fixé au châssis par une cosse. Il achève sa course à l'opposé du transformateur d'alimentation, sur l'un des écrous du transformateur de sortie.

En observant la **photo G**, vous constaterez l'existence d'un second fil de masse, dit de « courants faibles ». Il va réunir toutes les masses du préamplificateur et des déphaseurs, que les tensions soient alternatives (celles des signaux d'entrée) ou continues.

Dans cette configuration, le fil de cuivre est relié en un point du châssis à l'opposé du transformateur d'alimentation. Une vis de serrage du culot octal peut convenir d'un côté, alors que de l'autre, le fil de masse

est isolé du châssis par une entretoise en matière plastique (en bas, à droite).

Un câblage des masses, fait de cette façon, en deux points, élimine très facilement les ronflettes résiduelles.

Poursuivre en soudant les résistances de cathodes de 27 k Ω des deux 6SN7. L'une des queues sert à court-circuiter les deux broches (3 et 6) du culot, l'autre vient se souder sur la masse d'entrée, celle des courants faibles.

Souder la résistance de 1 M Ω entre les broches (4 et 1) des 6SN7. La broche 1 est celle sur laquelle on soude également une patte du condensateur de 220 nF/400 V, l'autre allant à la masse.

Préformer les queues des condensateurs de liaisons aux extrémités desquels il faut ajouter en série les résistances de 2,2 k Ω . Ces condensateurs partent des broches 2 et 5 des plaques des 6SN7 pour relier les bornes 3 des grilles des 807. Du côté des 6SN7, on soude en même temps les résistances de plaques de 47 k Ω (broches 2 et 5) en coupant les

queues à la bonne longueur. Ces résistances seront soudées ensuite sur la barrette « relais » qui distribue la haute tension aux tubes d'entrée et de déphasage. En partant des grilles des 6SN7 (cosses 4), établir les liaisons entre ces grilles et les plaques du 6SL7 (cosses 2 et 5). En profiter pour souder les résistances de plaque de 100 k Ω aux cosses 2 et 5, puis celles de grille de 220 k Ω entre les cosses 1 et 4 et la masse. Enfin, souder celles de cathode entre les cosses 3 et 6 et la masse. La résistance de 1,8 k Ω est reliée à la cathode, puis est shuntée par un condensateur de 25 μ F/10 V.

Son autre extrémité est reliée à une résistance de 100 Ω qui rejoint la masse.

Toutes les résistances de plaques (les quatre de 47 k Ω , les deux de 100 k Ω) sont soudées à une barrette relais de dix cosses. Elles seront desservies en tension par les filtres RC dont le détail est donné en photo G.

Ce câblage terminé, il est possible de souder les fils blindés venant des prises

UNE MUSIQUE FINE ET ANALYTIQUE

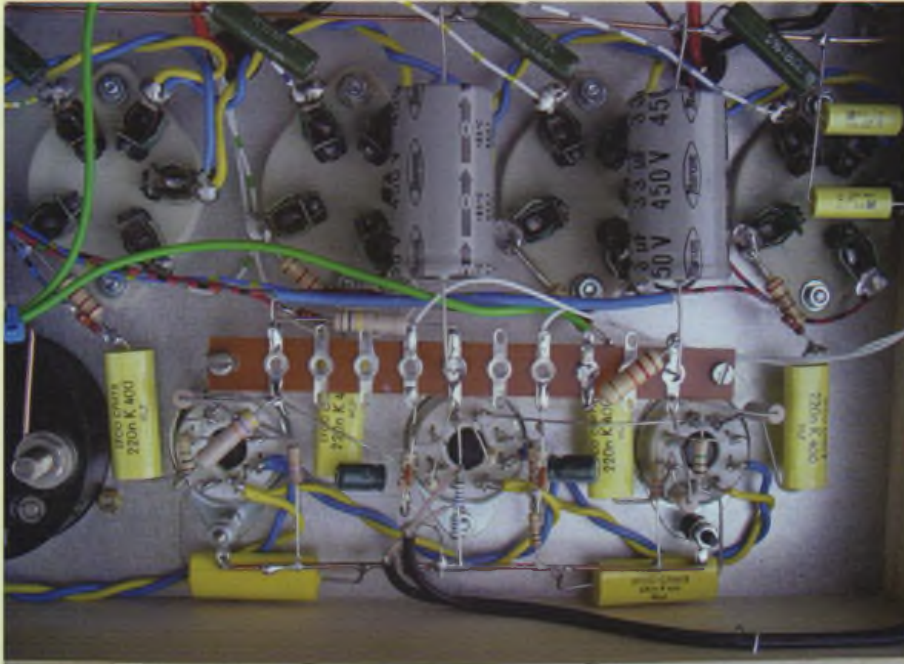


Photo G : Sans circuit imprimé, le préamplificateur se câble sur une barrette à cosses

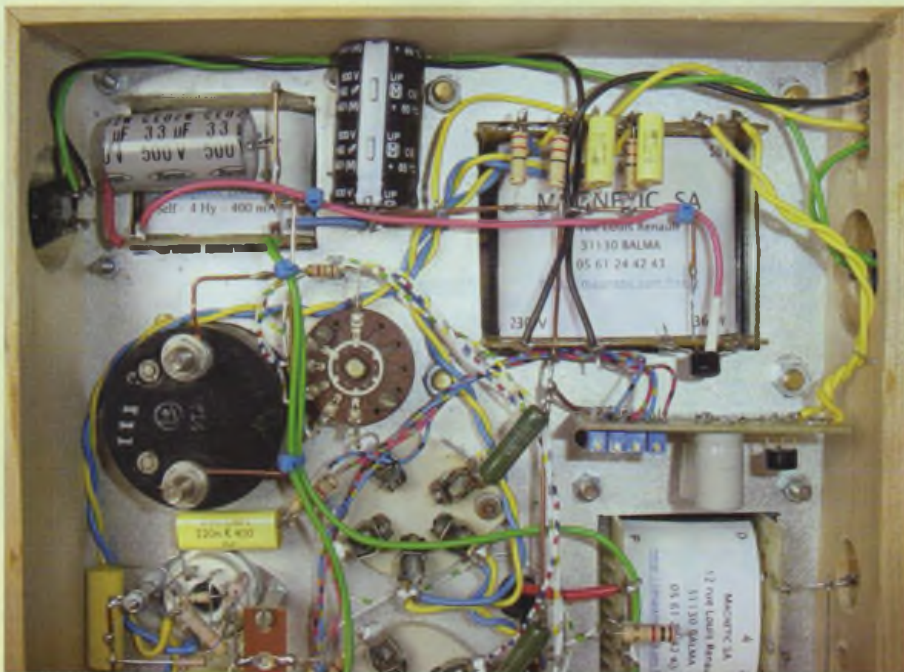


Photo H : Module « alimentation négative » raccordé aux grilles des 807

cinch, l'âme centrale est soudée sur la queue de la résistance de grille de 220 k Ω du 6SL7, côté tube. Le blindage est raccordé côté masse. En faisant cette opération, on vient également de

mettre à la masse les entrées et les 0 des secondaires des transformateurs de sortie, toutes ces cosses étant reliées entre elles par du fil de cuivre étamé (photo F). Il reste les deux fils de la contre-réaction

qui sont reliés aux résistances de CR de 3 k Ω et aux condensateurs de 680 pF. Ces deux éléments sont ensuite soudés sur les résistances de cathode (entre celle de 1,8 k Ω et celle de 100 Ω).

Sur la photo G, on voit parfaitement ces réseaux RC soudés en parallèle et qui sont fixés aux cosses 4 et 7 de la barrette relais.

Des fils de faible section partent ensuite vers les transformateurs de sorties.

Enfin, sur la barrette relais, il faut amener la haute tension sortant de la self vers la résistance de 12 k Ω (fil vert et cosse 8) et mettre en série cette résistance avec celle de 100 k Ω (fil bleu et cosses 1 et 10) ainsi que les deux condensateurs de 33 μ F/400 V placés l'un et l'autre, après chaque résistance pour obtenir les deux filtres RC desservant les premiers étages. On peut maintenant installer le circuit imprimé des commandes des grilles dont un côté est relié aux 50 volts du transformateur, les quatre fils sortant allant chacun vers le point de câblage situé entre les condensateurs de liaisons de 220 nF et les résistances de 2,2 k Ω . On intercale entre les curseurs des ajustables de 10 k Ω et les réseaux R/C des grilles des tétrodes 807 des résistances de 100 k Ω (A-B-C-D). La masse « positive » du module est reliée à la ligne de masse des courants « forts » (voir photo H).

Les figures 5A et 5B donnent le dessin des pistes cuivrées du circuit imprimé et le positionnement des composants.

La photo I d'ensemble doit vous permettre de bien maîtriser ce mode de câblage. Lorsque l'ensemble est achevé, vérifier l'état des soudures et l'écartement des divers composants entre eux. Nous venons de réaliser un câblage de circuit à l'ancienne, c'est du simple bon sens.

Pour ne rien oublier, chaque fois que vous effectuez une interconnexion, il suffit de l'indiquer au crayon sur le schéma de principe de la figure 3. Les interconnexions relieront cette partie à l'ensemble du châssis.

PUSH-PULL ULTRA LINÉAIRE 2 x 40 W

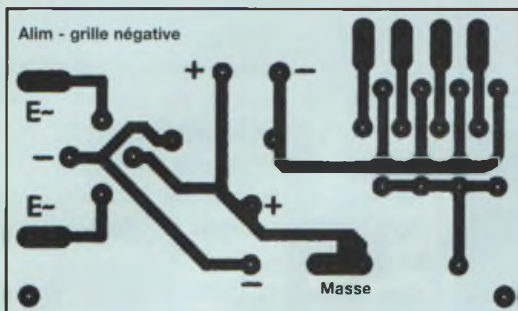


Figure 5A

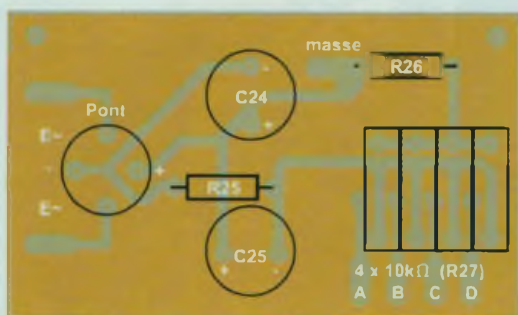


Figure 5B

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances à couche ±5 %

R1 : 220 kΩ/0,5 W
 R2, R9 : 100 kΩ/1 W
 R3 : 1,8 kΩ/0,5 W
 R4 : 100 Ω/0,5 W
 R5 : 1 MΩ/0,5 W
 R6 : 27 kΩ/1 W
 R7, R8 : 47 kΩ/1 W
 R10 : 2,2 kΩ/1 W
 R11 : 18 Ω/3 W
 R12 : 1 kΩ/2 W
 R13 : 3 kΩ/0,5 W
 R21 à 24 : 22 Ω/2 W
 R25, R26 : 1 kΩ/2 W
 R27 : 10 kΩ
 R28 : à ajuster (voir texte)

• Condensateurs

C1 : 25 µF/16 V
 C2 : 220 nF/160 V
 C3 : 220 nF/400 V
 C4 : 680 pF/63 V
 C20, C21 : 1 à 2,2 µF/60 V
 C22 : 33 µF/500 V
 C23 : 150 µF/500 V
 C24, C25 : 100 µF/100 V

• Transformateurs

Transformateur de sortie
 Primaire : 6 kΩ plaque à plaque
 Prises « écran » à 43 %
 Secondaire : 0 - 4 Ω et 8 Ω

Self

4 H/400 mA

Transformateur d'alimentation

Secondaires :

360 volts

50 volts

6,3 volts

6,3 volts

• Divers

Interrupteur M/A

4 x Prise HP

2 x Prise Cinch

Fusible 2AT

2 x Passe fil ø10 mm

Visserie

Entretoises

Prise secteur avec « terre »

3 x Socle octal (circuit imprimé)

4 x Socle UX5 (châssis)

4 x Téton pour plaque 807

Commutateur 3 circuits/4positions

(facultatif)

Galvanomètre gradué de 0 à 100

(facultatif)

2 x Pont redresseur : 600 V/1,5 A

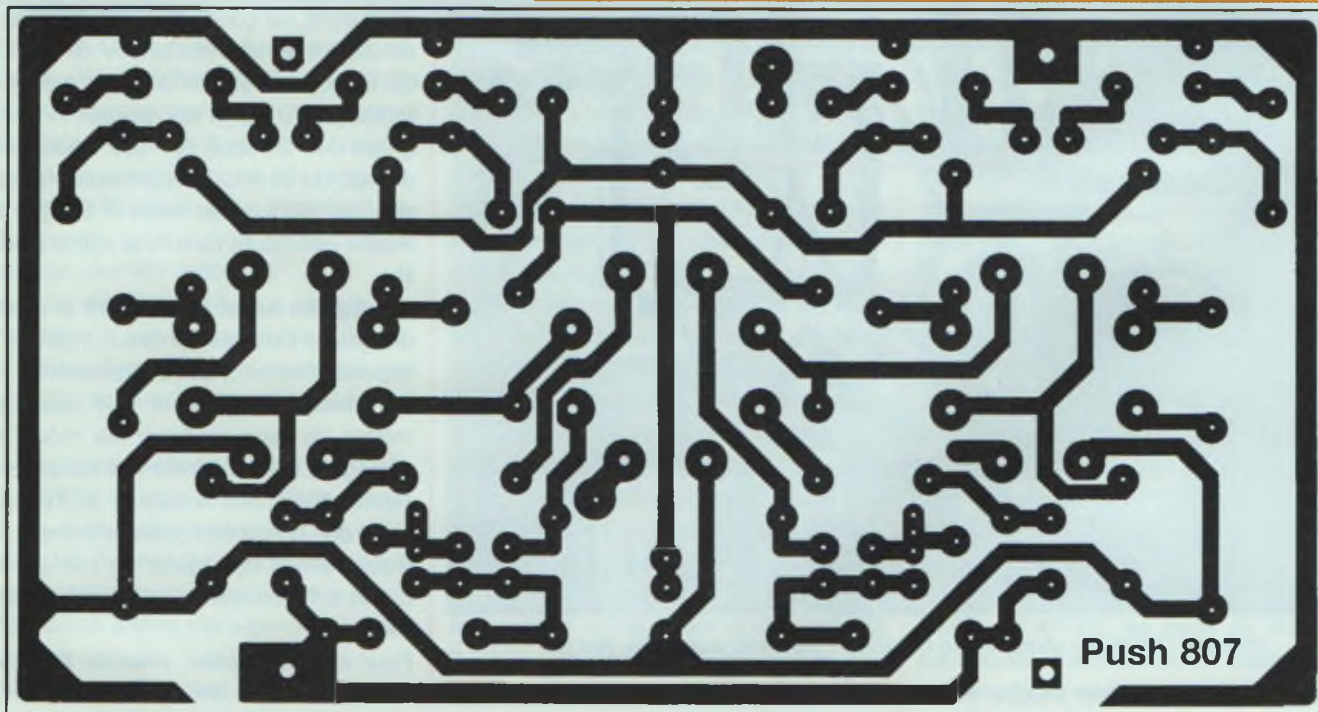
• Tubes

1 x 6SL7

2 x 6SN7

4 x 807

Figure 6A



CÂBLAGE SUR CIRCUIT IMPRIMÉ

Le circuit imprimé supporte la partie audio « entrée et déphaseur ». La pose

des composants et le câblage sont plus aisés pour ceux d'entre vous qui auraient quelques difficultés à « câbler en l'air ».

Le circuit et l'implantation des composants sont proposés en figures 6A et 6B. Il conviendra simplement de ne pas

UNE MUSIQUE FINE ET ANALYTIQUE

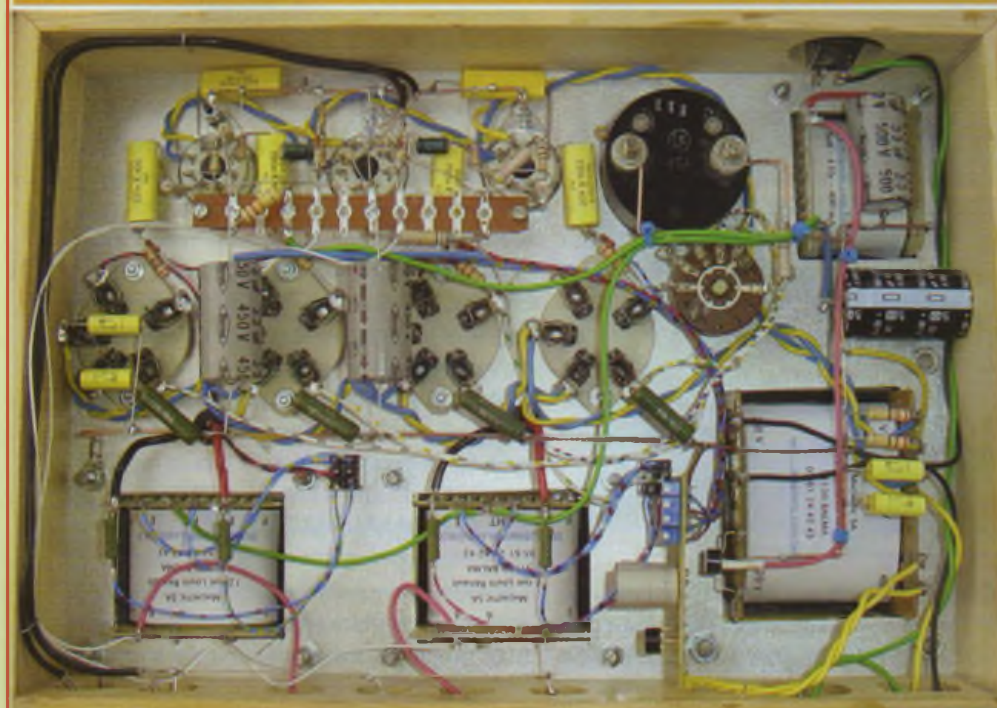
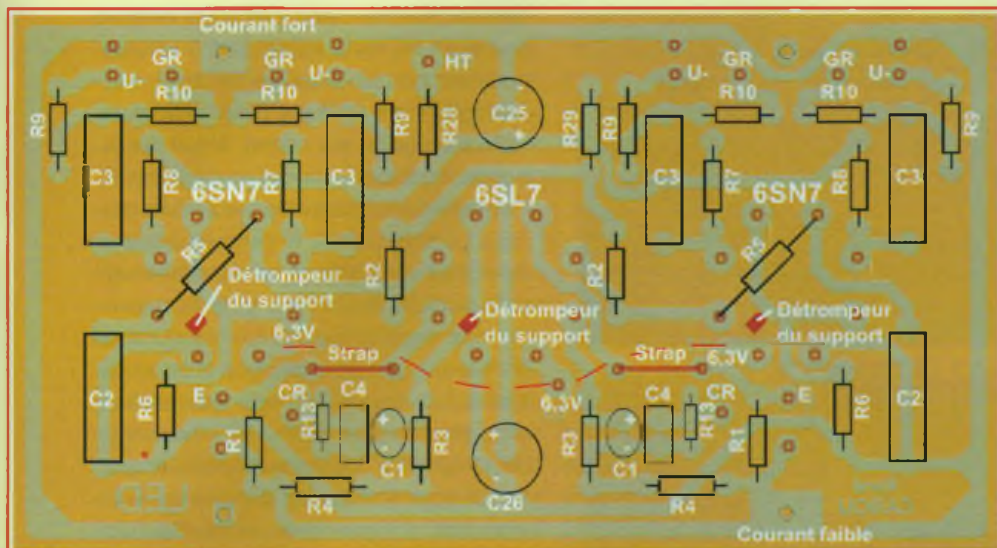


Figure 6B (en haut) :
Câblage du module
préamplificateur et déphaseur

Photo I (ci-dessus) :
Interconnexions du push-pull
de tétrodes 807

Photo J (ci-contre) :
Positionnement des supports
OCTAL par rapport à la face avant.
Les détrompeurs forment
un angle de 135°



se tromper sur la position des encoches des supports des tubes d'entrée. Vu du côté circuit imprimé, les encoches sont à 135° (photo J).

Le schéma de câblage publié doit vous permettre d'arriver à vos fins sans difficulté. Vous pouvez prévoir des picots à souder aux pastilles de HT, pour le 6,3 V, le signal d'entrée et sa masse, la CR, les tensions négatives des commandes de grilles des 807, les liaisons avec les grilles « écran ».

Le circuit imprimé est surélevé du châssis par des entretoises en nylon de 20 mm. Cette carte dispose de deux points de masses, l'un des « courants faibles » relié directement au châssis avec la visserie, l'autre des « courants forts » qui doit être relié à cette ligne déjà installée.

Il ne faut pas que cette ligne de masse soit reliée au châssis par la visserie de fixation du module.

Pour positionner le circuit imprimé sur le châssis avec précision (selon l'emplacement que vous aurez déterminé), le plus simple est de photocopier le circuit, tracer les axes de perçages, les pointer, puis percer. Apportez beaucoup de soin à cette opération.

LES INTERCONNEXIONS

CIRCUIT PRIMAIRE

Pour établir le circuit primaire de l'alimentation, nous allons utiliser du fil de 10/10°. Partant du socle d'entrée 230 V, souder ou visser selon le cas :

- un fil allant vers le fusible et repartant de ce dernier vers une cosse du primaire du transformateur d'alimentation;
- un second fil qui ira vers l'interrupteur M/A et reviendra vers la 2^{ème} cosse du primaire du transformateur d'alimentation;
- un fil jaune/vert de masse qui sera, à l'autre extrémité, soudé sur le fil de masse des « courants forts ».

Un fusible temporisé de 2 A suffit.

CHAUFFAGE ALTERNATIF

À partir de l'enroulement 6,3 V du chauffage des socles des tubes de puissance,

PUSH-PULL ULTRA LINÉAIRE 2 x 40 W

établir la ligne de chauffage en fils de 15/10° pour les quatre tubes reliés en parallèle. Pour cela, utiliser deux fils de couleurs différentes et alterner les couleurs sur les broches des socles UX5 des 807. Ce n'est pas sans incidence sur le bruit dans le cas d'un fonctionnement en push-pull. Ces fils viennent ensuite se souder au transformateur d'alimentation avec le dispositif du point milieu et du filtrage tel que décrit précédemment.

Effectuer la même opération pour les tubes d'entrée avec du fil de 10/10°.

HAUTE TENSION

Sur les cosses HT du transformateur d'alimentation, on soude directement le pont de diodes. La patte négative (-) du pont va se connecter sur la ligne de masse des courants forts et le (+) va sur la cosse d'entrée de la self. On y soudera le condensateur de 33 μ F/500 volts.

En sortie de self, souder le condensateur de sortie et deux fils. L'un desservira les bornes HT des transformateurs de sortie, l'autre l'alimentation des étages d'entrée. Utiliser du fil de 10/10°. Les sorties négatives de ces condensateurs sont reliées à la masse des « courants forts ».

Relier ensuite les cosses dites « plaques » des transformateurs de sortie aux broches correspondantes sur les socles UX5. Faire la même opération avec les fils des grilles « écran » en n'oubliant pas d'insérer les quatre résistances de 1000 Ω . Placer enfin la résistance de cathode entre la broche n°4 et la ligne de masse des « courants forts ».

LIAISONS AUDIO

Sur les cosses 0 des transfos de sortie, c'est-à-dire les bornes noires des sorties HP et les masses des prises d'entrée cinch, établir une ligne de masse commune qui sera reliée à la ligne de masse des « courants faibles » par l'intermédiaire des blindages des câbles des prises cinch puisque ces liaisons aboutissent directement sur les grilles des tubes d'entrée.

Enfin, souder deux fils sur les prises 8 Ω des transformateurs : l'un servant à ali-

menter la borne rouge des HP, l'autre pour le retour de la contre-réaction. Rappelons que toutes ces prises sont à isoler du châssis s'il est métallique, le problème ne se pose pas sur un cadre support en bois.

LA HAUTE TENSION ET QUELQUES PRÉCAUTIONS

Attention : DANGER. Toutes les tensions sont dangereuses et quelques précautions élémentaires mettent à l'abri des risques. Ne travaillez pas inutilement avec un appareil sous tension ou alors enfiler des gants de travaux ménagers en caoutchouc. Ne mettez qu'une main à la fois dans l'appareil, l'autre étant, comme aux temps anciens, dans la poche. Faites attention aux condensateurs qui restent chargés quelques minutes après que l'amplificateur ait été éteint. Travaillez dans un endroit sec, isolé du sol par un tapis ou une planche de bois, sinon portez des chaussures à semelles isolantes.

Pour vous et votre entourage, en particulier si vous avez des enfants, ne laissez pas vos appareils à portée des petites mains, ni même d'ailleurs des vôtres quand les bulbes atteignent des températures très élevées.

SOUS TENSION

Au préalable, le galvanomètre n'est pas branché. La séquence des réglages interviendra après. Avant de mettre sous tension, il convient de bien vérifier le câblage et les connexions. Mettre les tubes d'entrée dans leurs supports, mais pas tout de suite ceux de puissance. Mettre sous tension.

Régler la tension négative à - 50 volts. Éteindre l'appareil, placer les tubes de puissance dans leurs supports UX5 et enfin les tétons de haute tension. Contrôler qu'ils sont bien enfoncés. Remettre l'amplificateur sous tension, attendre une dizaine de minutes et ajuster les tensions des grilles pour obtenir,

sans signal d'entrée, - 44 volts entre la masse et les résistances de 2,2 k Ω soudées sur les plots des culots UX5.

Le réglage d'un tube n'étant pas insensible au réglage d'un autre, il faut procéder par itérations pour avoir un résultat fin. Contrôler ensuite que les tensions mesurées correspondent à celles indiquées. Quelques volts d'écart sont parfaitement admissibles. Rappelons qu'à l'occasion de ces essais, les transformateurs de sorties doivent être chargés chacun par une résistance de 8 Ω que vous obtiendrez en reliant en série des résistances de 4,7 Ω et de 3,3 Ω , de 25 watts chacune. Si vous n'avez pas d'instruments de mesures et que vous vous fiez aux valeurs des tensions indiquées, un vieux haut-parleur de 8 Ω fera l'affaire.

Les quatre tubes sont comparativement identiques. Si tel n'est pas le cas, le tube qui a une activité anodique plus élevée que la norme verra sa plaque rougir. Dans ce cas, arrêter l'amplificateur, attendre quelques instants et retirer les tubes de puissance (attention, ils sont chauds !). Remettre sous tension et modifier le réglage de grille de l'élément concerné pour obtenir environ - 55 volts, voire davantage pour que la plaque ne rougisse plus. Vous pouvez maintenant calibrer le galvanomètre.

LE GALVANOMETRE

Lorsque l'on choisit de commander la grille par une polarisation ajustable, il est plus simple de lire le résultat sur un galvanomètre. Vous pouvez choisir un milli-ampèremètre ayant une graduation de 0 à 100. Parfois le cadran donne des indications de valeur du galvanomètre, ce n'est pas toujours le cas, et la question « Comment effectuer le réglage ? » vient tout naturellement à l'esprit. Pour cela, il faut avoir procédé aux ajustements de tensions des tubes, tel que cela a été indiqué à partir d'un tube dont les paramètres de fonctionnement, en première analyse, sont bons.

Il y a deux opérations à effectuer. La pre-

UNE MUSIQUE FINE ET ANALYTIQUE

mière consiste à déterminer la consommation d'un tube, le point de mesure se faisant aux bornes de la résistance de cathode. Vous allez trouver une faible tension (de l'ordre de 0,6 volt) lorsque l'ampli est au repos, un peu plus ou un peu moins selon la véritable valeur de la résistance.

Ensuite avec la formule $I = U/R$, vous aurez la consommation du tube. Dans notre cas, 0,6 volt aux bornes d'une résistance de 18Ω donne environ 34 mA. La seconde opération consiste à tarer le galvanomètre. Il faut, au préalable, avoir un potentiomètre très ordinaire de $1 M\Omega$ (par précaution) qui servira de résistance ajustable, c'est-à-dire ayant une cosse extrême de libre et les deux cosses restantes reliées entre-elles. Tourner l'axe pour obtenir la plus grande valeur, soit $1 M\Omega$. Ensuite, relier le galvanomètre à la masse d'un côté, à la résistance ajustable de l'autre, tandis que la seconde cosse de cet ajustable sera soudée sur la résistance de cathode (côté tube, bien sûr). Tourner lentement la résistance ajustable pour lire sur le galvanomètre la valeur obtenue par le calcul. Mettre hors service l'ampli, mesurer la valeur de la résistance ajustable et la remplacer par une résistance de valeur fixe.

Dans le cas où l'aiguille partirait dans le mauvais sens, il faut simplement inverser les deux fils du galvanomètre. Si la valeur élevée du potentiomètre de tarage ne permet pas de mesurer « finement », il conviendra de choisir une valeur un peu supérieure à celle mesurée.

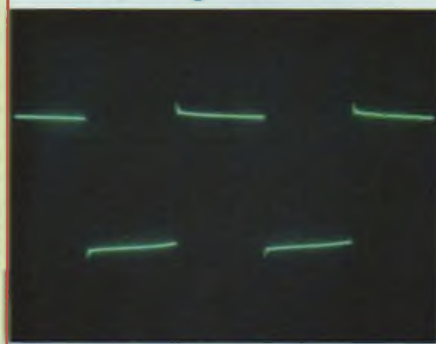
Cette opération terminée, nous allons pouvoir obtenir précisément la polarisation désirée par la lecture du galvanomètre soit, tel que l'amplificateur est élaboré, 35 mA. Là encore, il faudra procéder par itérations pour obtenir un résultat aussi fin que possible.

Lorsque l'ampli délivre une puissance de 40 watts, les pointes de consommation ne doivent pas excéder 90 mA.

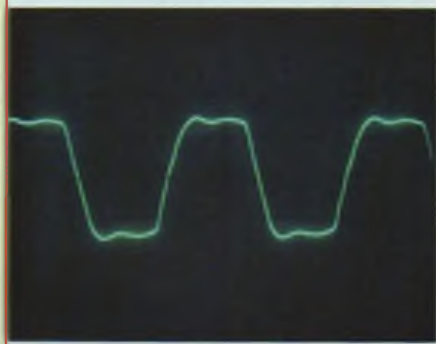
Vous pouvez maintenant procéder au réglage des quatre tubes selon la méthode indiquée précédemment.



Superbe signal carré à 40 Hz



Apparition d'une petite suroscillation à 1 kHz



Signal carré à 10 kHz

LA PUISSANCE, QUELQUES MESURES ET CONSIDERATIONS

Avec une sensibilité d'entrée de 0,6 V et une résistance de grille portée à sa valeur maximale en polarisation ajustable, c'est-à-dire $100 k\Omega$, l'ampli délivre 40 watts.

Avec une résistance de grille de $10 k\Omega$ et un courant de repos de 60 mA, il délivre 25 watts.

Enfin, il délivre un peu plus de 30 watts avec une résistance de grille de $47 k\Omega$ et un courant de repos de 50 mA.

Les distorsions totales mesurées donnent les résultats suivants :

Fréq./Puis.	1 W	5 W	40 W
40 Hz	0,8%	0,9%	1%
100 Hz	0,3%	0,5%	0,4%
1 000 Hz	0,1%	0,3%	0,4%
10 000 Hz	0,3%	0,5%	0,8%

Ces résultats correspondent à ceux fournis dans le document technique STC-807. STC fabriquait des tubes dont le fameux 300B

Les signaux carrés sont relevés alors que l'amplificateur délivre 40 watts pour des fréquences de 40 Hz, 1 kHz et 10 kHz.

Quoi qu'il en soit, avec ses 40 watts, cet amplificateur est en mesure d'attaquer toutes les enceintes du marché. Il est probable qu'il vaut mieux l'atteler à des enceintes « vives et neutres » ayant un rendement supérieur à 89 dB.

Nous recommandons également aux internautes qui ne connaîtraient pas la 807, le site <http://tdsl.duncanamps.com>. Ils y trouveront TOUT sur les tubes, en particulier ceux utilisés dans cet ampli.

Sachez encore que le 807 a un tube, je ne dirai pas jumeau, car ils ne se ressemblent pas, mais de caractéristiques très proches, pour ne pas dire identiques, c'est le 5933. Lequel était surtout utilisé en radiofréquence. On le trouve sous des marques américaines avec une grosse embase. Cependant, il existe un modèle français de CSF Thomson. Ce 5933, que nous avons essayé, donne de très bons résultats musicaux.

LA MUSICALITE

Le son que procure un push-pull de 807 est de toute beauté, un vrai son « tubes », celui des tétrodes tel que nos mélomanes d'antan ont pu écouter. Il faut reconnaître que ce tube a quelque chose de différent des autres. Il ne manque ni de grave, ni d'aigu et le médium est superbe. La musique est très fine et analytique. Bonne écoute.

René Cariou

FREQUENCE TUBES

La passion des tubes

LUNDI ET MARDI : 14H00 - 18H00
JEUDI ET VENDREDI : 10H00-18H00
SAMEDI SUR RENDEZ-VOUS

TOUS NOS TUBES
SONT TRIÉS ET
APPARIÉS PAR
QUANTITÉ SUR
BANC DYNAMIQUE

METTEZ EN VALEUR
VOS ÉLECTRONIQUES :
précision, assise
et transparence avec



CONSULTEZ-NOUS
POUR TOUTES VOS
DEMANDES SPÉCIALES
NOUS FABRIQUONS SELON
VOS SPÉCIFICATIONS

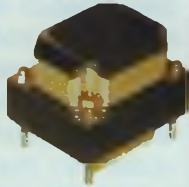
TRANSFORMATEURS

site : magnetic.com.free.fr

Tôles grains orientés M6X recuites
Cuivre OFC
Imprégnation étuve pour les capots
Résine epoxy pour les cuves

Cuve peinture au four
Transfo moule résine

Capot nickelé poli



LED N°169/181	TRANSFO ALIM :	122,00 €
PUSH PULL 845	TRANSFO SORTIE :	91,00 €
	INDUCTANCE :	55,00 €
	INTERETAGE :	67,00 €

Transformateurs audio

(Fabrication française : MAGNETIC SA)

TYPE	Z	CAPOT	CUVE
PUSH EL84	8000	43,00 €	59,00 €
PUSH EL34	3800	60,00 €	72,00 €
300B	3000	75,00 €	94,00 €
300B	3000	PRESTIGE	200,00 €
PUSH 6C33	3000	TORIQUE	60,00 €
211/845SE	9000		136,00 €
PUSH 6550	3800	75,00 €	95,00 €
SELF	5HY03A	30,00 €	43,00 €
SELF	10HY03A	35,00 €	48,00 €
SELF	10HY05A	44,00 €	60,00 €
ALIM	150VA	51,00 €	60,00 €
ALIM	250VA	62,00 €	76,00 €
ALIM	350VA	74,00 €	90,00 €
ALIM	500VA	95,00 €	123,00 €

N° LED	CAPOT	CUVE
143-145	75,00 €	T4 95,00 € C4
151	43,00 €	T2 59,00 € C2
157	75,00 €	T4 95,00 € C4
159	60,00 €	T3 72,00 € C3
161-162		136,00 € C4
165	75,00 €	T4 95,00 € C4
166	60,00 €	T3 72,00 € C3
169	75,00 €	T4 95,00 € C4
170	60,00 €	T3 72,00 € C3
171	60,00 €	T3 72,00 € C3
172-173		95,00 € C4
175		
175	60,00 €	72,00 €
177		102,00 €
183	43,00 €	59,00 €
183		PRÉAMPLI HOME CINÉMA
184		AMPLI CASQUE

Sortie

PLUS DE 1200 REF.
DE TUBES EN STOCK.

RÉPARATION ET RESTAURATION
DE TOUTES LES ÉLECTRONIQUES :
TUBES ET TRANSISTORS
TOUTES MARQUES

Promo Tubes

12AT7WA/ECC81 RTC les 5 : 25,00 €
12AU7A/ECC82 RTC les 5 : 25,00 €



ELECTRO-HARMONIX
GENERAL ELECTRIC
JJ / TESLA
MULLARD
RTC/PHILIPS/SOVTEK
SYLVANIA
TELEFUNKEN

Tubes ELECTRO HARMONIX

Assortiment complet des références de tubes audio
munies de leur suffixe E.H., symbole de haute fiabilité
et de tenue des spécifications

300 B	E.H.	165,00 €
6550	E.H.	46,00 €
EL 34	E.H.	22,00 €
6CA7	E.H.	29,00 €
6L6GC	E.H.	26,00 €
6V6GT	E.H.	17,00 €
12AX7	E.H.	20,00 €
7591	E.H.	35,00 €
6CG7	E.H.	22,00 €
6SN7	E.H.	23,00 €
12AY7	E.H.	22,00 €
12BH7	E.H.	22,00 €
12AU7	E.H.	21,00 €
12AT7	E.H.	20,00 €
KT88	E.H.	57,00 €
5U4GB	E.H.	22,00 €
EL84	E.H.	16,00 €
6922	E.H.	23,00 €
KT90	E.H.	70,00 €
7868	NOUVEAU E.H.	54,00 €
6CA4/EZ81 PRO	E.H.	23,00 €

Tubes ELECTRO HARMONIX gold

2A3	E.H.	98,00 €
6C45PI	E.H.	48,00 €
6CG7	E.H.	32,00 €
6H30PI	E.H.	48,00 €
6SN7	E.H.	35,00 €
12AT7	E.H.	31,00 €
12AX7	E.H.	31,00 €
12AU7	E.H.	32,00 €
12BH7	E.H.	32,00 €
300B	E.H.	196,00 €
5751	E.H.	32,00 €
6922	E.H.	32,00 €

Alimentation

APOT	CUVE
62,00 €	T4 76,00 € C4
62,00 €	T2 76,00 € C4
74,00 €	T5 90,00 € C5
62,00 €	T4 76,00 € C4
	123,00 € C6
74,00 €	T5 90,00 € C5
62,00 €	T4 76,00 € C4
74,00 €	T5 90,00 € C5
62,00 €	T4 76,00 € C4
62,00 €	T4 76,00 € C4
	123,00 € C6
42,00 €	52,00 €
70,00 €	90,00 €
	83,00 €
62,00 €	76,00 €
TORIQUE	40,00 €
TORIQUE	45,00 €

TUBES ÉLECTRONIQUES



SOVTEK

2A3	SOVTEK	50,00 €
5881	SOVTEK	22,00 €
6922	SOVTEK	20,00 €
6C45PI	promo SOVTEK	22,18 €
6EU7	SOVTEK	29,00 €
6H30PI	promo SOVTEK	23,41 €
6SL7	SOVTEK	12,00 €
6SN7	SOVTEK	14,00 €
7591XYZ	SOVTEK	23,00 €
12AX7LPS	SOVTEK	20,00 €
EL84M7189	SOVTEK	23,00 €
5U4G	SOVTEK	22,00 €
6C19PI	SOVTEK	19,00 €
6PI45C/EL509	SOVTEK	38,00 €
EM80	SOVTEK	16,00 €
5AR4/GZ34	SOVTEK	23,00 €
6CW4	Nuvistor SOVTEK	22,00 €
6C33C-B	SOVTEK	64,00 €
6N7	SOVTEK	14,00 €
EF86/6267	SOVTEK	20,00 €
KT66	SOVTEK	45,00 €

DIVERS

6N1P	SVETLANA	18,00 €
5963/12AU7A	RCA	16,00 €
6528	TUNGSOLO	45,00 €
EZ81 PRO	EUROPE	24,00 €
6005	EUROPE	8,00 €
6AU6	EUROPE	11,00 €
845	CHINO	75,00 €
807	EUROPE	25,00 €
EF86	EUROPE	13,00 €
ECL82	EUROPE	12,00 €
PCL86	EUROPE	8,00 €
EL86F	EUROPE	11,00 €
EL183	EUROPE	9,00 €
EL34	JJ/TESLA	22,00 €
12 DW7/ECC832	JJ/TESLA	18,00 €
ECC 99	JJ/TESLA	30,00 €
300B	JJ/TESLA	160,00 €

USA - Military JAN tubes

6AS7G	JAN	18,00 €
6AV6	JAN	11,00 €
6C4WA	JAN	17,94 €
6U8A/ECF82	JAN	13,00 €
6X4 WA	JAN	10,00 €
829B/3E29	JAN	64,00 €
5814 A/12AU7	JAN	15,00 €
6080 WC	JAN	22,00 €
OA2	JAN	8,00 €
OB2	JAN	8,00 €
6AN8	JAN	17,94 €
5842/417A	JAN	17,00 €
6AQ8/ECC85	JAN	24,00 €
684G	JAN	68,30 €
12AZ7	JAN	20,00 €
5670W	JAN	15,55 €
7199	JAN	51,00 €
6336A	JAN	95,00 €
5R4WGA CHATHAM	JAN	28,00 €
5R4GYB RCA	JAN	15,00 €

Supports tubes

NOVAL CI	2,90 €
NOVAL CHASSIS OR	6,10 €
NOVAL CHASSIS BLINDE	4,00 €
OCTAL CI	2,90 €
OCTAL CHASSIS USA	4,60 €
MAGNOVAL	5,00 €
JUMBO (845) OR	19,00 €
5 broches (807) USA	8,37 €
Miniature 7 br CI	2,90 €
Capuchon (807)	3,15 €
7 broches 6C33C-B/829B	8,40 €
Miniature 7 br CHASSIS BLINDE	3,50 €

TOUS LES PRODUITS PRÉSENTÉS PERMETTENT LA RÉNOVATION DE MATÉRIELS ANCIENS AVEC DES COMPOSANTS D'ORIGINE.

CONDENSATEURS

Condensateurs LCR

(Made in England)

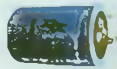
16 + 16 µF	/ 450 v	24,00 €
200 µF	/ 500 v	35,00 €
200 + 200 µF	/ 500 v	55,00 €



Condensateurs F&T

(Made in Germany)

32 + 32 µF	/ 500 v	18,00 €
50 + 50 µF	/ 500 v	20,00 €
100 + 100 µF	/ 500 v	33,00 €



Condensateurs "JJ"

32 + 32 µF	/ 500 v	14,04 €
50 + 50 µF	/ 500 v	15,06 €
100 + 100 µF	/ 500 v	22,72 €
40 + 20 + 20 + 20	/ 500 v	38,03 €



Condensateurs mica-argenté

10 pF	/ 500 v	0,92 €
22 pF	/ 500 v	0,92 €
33 pF	/ 500 v	0,92 €
47 pF	/ 500 v	0,92 €
68 pF	/ 500 v	0,92 €
100 pF	/ 500 v	0,92 €
120 pF	/ 500 v	0,95 €
150 pF	/ 500 v	1,00 €
220 pF	/ 500 v	1,05 €
250 pF	/ 500 v	1,10 €
390 pF	/ 500 v	1,23 €
500 pF	/ 500 v	1,33 €
680 pF	/ 500 v	1,33 €
1 nF	/ 500 v	1,33 €



Sprague "ATOM" standard

(USA)

10 µF	/ 500 v	8,00 €
20 µF	/ 500 v	8,50 €
40 µF	/ 500 v	12,50 €
80 µF	/ 450 v	12,00 €



Condensateurs

(Made in Japan) "Illinois"

22 µF	/ 500 v	6,00 €
47 µF	/ 500 v	12,00 €
100 µF	/ 450 v	10,00 €



Potentiomètre PIHER

axe métal, de 100 Ω à 10 MΩ - mono/stéréo - lin/log
simple 9,15 €
double 13,72 €



Condensateurs "XICON"

(Made in Japan) - polypropylène

1 nF	/ 630 v	0,77 €
2,2 nF	/ 630 v	0,77 €
4,7 nF	/ 630 v	0,77 €
10 nF	/ 630 v	0,77 €
22 nF	/ 630 v	0,90 €
47 nF	/ 630 v	1,07 €
100 nF	/ 630 v	1,17 €
220 nF	/ 630 v	1,61 €
470 nF	/ 630 v	3,10 €



Condensateurs Sprague "orange Drops"

715 polypropylène

1 nF	/ 600 v	1,15 €
1,5 nF	/ 600 v	1,17 €
2,2 nF	/ 600 v	1,20 €
3,3 nF	/ 600 v	1,23 €
4,7 nF	/ 600 v	1,25 €
10 nF	/ 600 v	1,28 €
15 nF	/ 600 v	1,66 €
22 nF	/ 600 v	1,74 €
47 nF	/ 600 v	2,04 €
68 nF	/ 600 v	2,43 €
100 nF	/ 600 v	2,68 €
150 nF	/ 600 v	3,57 €
220 nF	/ 600 v	4,85 €
470 nF	/ 400 v	4,72 €



Condensateurs Sprague "orange Drops"

série 716 très haute performance

1 nF	/ 600 v	1,71 €
2,2 nF	/ 600 v	1,79 €
3,3 nF	/ 600 v	1,82 €
4,7 nF	/ 600 v	1,86 €
6,8 nF	/ 600 v	1,89 €
10 nF	/ 600 v	1,91 €
22 nF	/ 600 v	2,60 €
33 nF	/ 600 v	2,82 €
47 nF	/ 600 v	3,01 €
100 nF	/ 600 v	3,83 €
220 nF	/ 600 v	5,36 €
470 nF	/ 400 v	5,54 €



Condensateurs F&T

(Made in Germany)

22 µF	/ 500 v	6,76 €
47 µF	/ 500 v	10,85 €
80 µF	/ 450 v	12,51 €
100 µF	/ 450 v	15,06 €
220 µF	/ 450 v	20,05 €



NOUVEAU

Châssis Tub'Ox

Châssis percé standard pour réalisation Led

(PP EL34 - PP 6CA7 - PP 6550 - PP KT88 - PP KT90)

Noir mat 170,00 €

Inox miroir 250,00 €

LED N°180	Kit transformateurs :	95,00 €
LAMPÈMÈTRE	Kit Galvas + commutateurs :	100,00 €
	KIT COMPLET :	580,00 €

Filtres Secteurs Magnetic SA

Composition : transformateur hyper-isolation

suivi de 2, 4, 6 filtres (cellule double double Pi)

Fréquence de coupure : 1000 Hz

CL2	/ 1200 W	520,00 €
CL4	/ 2000 W	670,00 €
CL6	/ 2500 W	880,00 €

Condensateurs "Audience Auricaps"

polypropylène - très haute performance

100 nF	/ 450 v	14,81 €
220 nF	/ 450 v	17,61 €
330 nF	/ 450 v	18,38 €
470 nF	/ 450 v	20,68 €
680 nF	/ 450 v	22,21 €
1 µF	/ 450 v	23,48 €
2,2 µF	/ 450 v	26,80 €
10 nF	/ 600 v	13,91 €
22 nF	/ 600 v	14,93 €
47 nF	/ 600 v	16,21 €
100 nF	/ 600 v	19,14 €
220 nF	/ 600 v	20,17 €
470 nF	/ 600 v	24,25 €
1 µF	/ 600 v	49,78 €



Série Standard

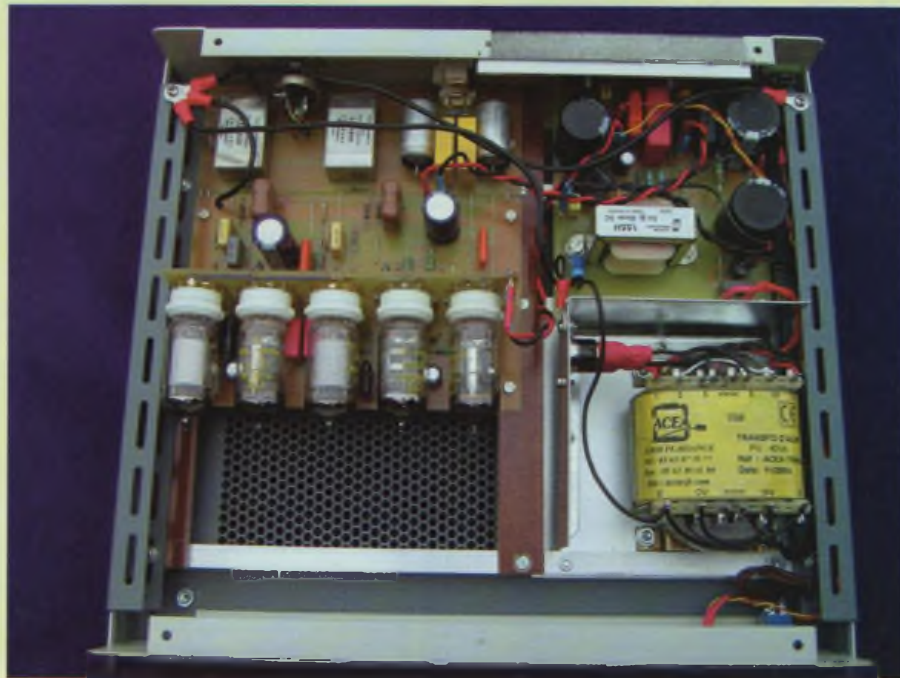
2,2 µF	/ 350 v	0,60 €
10 µF	/ 450 v	1,50 €
47 µF	/ 360 v	2,20 €
47 µF	/ 450 v	2,50 €
100 µF	/ 400 v	4,50 €
220 µF	/ 385 v	6,50 €
220 µF	/ 400 v	6,70 €
470 µF	/ 400 v	13,90 €
1000 µF	/ 250 v	10,30 €

Condensateurs "ERO" MKT

10 nF	/ 630 v	2,27 €
22 nF	/ 630 v	2,39 €
47 nF	/ 630 v	2,56 €
68 nF	/ 630 v	3,01 €
100 nF	/ 630 v	4,60 €
220 nF	/ 1000 v	5,61 €
470 nF	/ 630 v	6,80 €

CONDITIONS DE VENTE
RÈGLEMENT PAR CHEQUE JOINT À LA COMMANDE
PORT TUBE : 1 À 4 - 6,10 € AU-DELA 9,15 €
PORT TRANSFOS : COLISSIMO RECOMMANDÉ (NOUS JOINDRE)
PORT COMPOSANTS : FORFAIT 6,10 €
PAYS DE DESTINATION DE LA FACILITATION

UN PRÉAMPLIFICATEUR RIAA AU-DESSUS DE TOUT SOUPÇON



Nombre d'audiophiles possèdent encore une précieuse collection de « Galettes noires ». Le CD et ses autres supports numériques associés, bien que présentant des avantages certains, n'ont pas encore relégué définitivement le disque vinyle au placard de la technologie. On ne balaye pas 80 ans de bons services aussi facilement.

Nous avons voulu pour cette réalisation ne laisser place à aucun compromis. Un rapide coup d'œil sur les spécifications en fin d'article est édifiant, l'écart par rapport à la norme RIAA ne dépasse pas 0,2 dB, la distorsion harmonique totale est inférieure à 0,1 %. Les autres caractéristiques sont à la hauteur des ambitions de départ.

LA NORME RIAA

Dès les débuts de la gravure sur disque plat, le 78 tours a été introduit par la « Victor Talking Machine Company ».

En 1901, les ingénieurs ont été confrontés à deux contraintes : une restitution fidèle du signal gravé exigeait de descendre suffisamment bas dans le grave et monter assez haut dans l'aigu. Or la gravure des fréquences basses exigeait une excursion du sillon incompatible avec la place disponible sur le support. Quant aux fréquences hautes, le problème résidait à la reproduction, la majorité des premiers systèmes de lecture limitant la restitution de l'aigu. Il faut savoir que jusqu'en 1925 l'enregistrement était purement « acoustique », le grave se limitait à 150 Hz et l'aigu à 3000 Hz... Après 1925, et dans les vingt années qui

ont suivi, la gravure et la restitution électronique ont permis d'élargir le spectre de 10 Hz à 15 kHz.

Les problèmes déjà rencontrés à la gravure acoustique n'en devinrent que plus complexes. Pendant cette période, les constructeurs mirent alors au point différents modes de gravures sensés palier le manque de fidélité à la restitution, à savoir une combinaison de gravure à vitesse constante et à amplitude constante du stilet à différents seuils de fréquences.

Mais l'explication de ces diverses techniques est trop longue à aborder dans ces pages. Je vous renvoie par conséquent à l'excellent exposé (treize pages) de Gary A. Galo intitulé *Disc Recording Equalization Demystified*. Vous le trouverez sur le site Internet à l'adresse suivante :

<http://www.smartdev.com/chpt14.pdf>

Également très instructive, la publication (en français !) de l'Université de Fribourg de *Caractéristiques matérielles des disques phonographiques*, à lire sur le site Internet : <http://www.eif.ch/visualaudio/publications/disquesphonos/DIUF03.pdf>

En cas de difficultés, je peux vous les envoyer par e-mail (jl.vandersleyen@skynet.be)

Très grossièrement résumées, les techniques visaient à désaccentuer à la gravure les fréquences basses et à accentuer les fréquences hautes. Mais ceci s'est effectué dans un joyeux désordre, chaque maison de disques utilisait sa propre courbe d'égalisation : sept normes d'égalisation différentes pour les 78 T et cinq pour les 33 T.

En 1956, la Recording Industry Association of America (RIAA) a imposé le standard appliqué par RCA et Victor depuis 1953 (figure 1). À savoir :

- au-dessous de 50 Hz : gravure à vitesse constante du stilet.
- de 50 Hz à 500 Hz : gravure à amplitude constante du stilet.
- de 500 Hz à 2122 Hz : gravure à vitesse constante du stilet.
- au-dessus de 2122 Hz : gravure à

UNE ÉTUDE SANS COMPROMIS

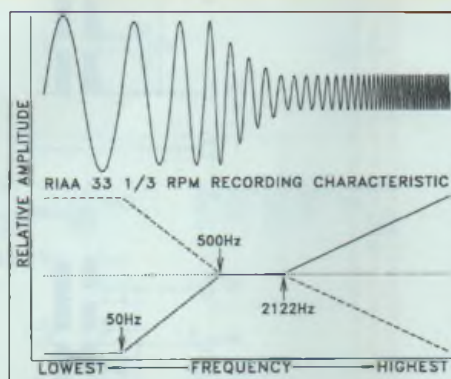


Figure 1 : Extrait de « Disc Recording Equalization Demystified » de G.A.Galo

Frequency	Ref: 1KHz	Y2=318µs	Y2=318µs	Y1=3180µs	Y1=3180µs	Y3=75µs	Y3=75µs
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
5	19,9	0,0	0,00	0,04	0,00		
10	19,7	-0,2	0,00	0,17	0,00		
15	19,5	-0,4	0,00	0,37	0,00		
20	19,3	-0,6	0,01	0,64	0,00		
30	18,6	-1,3	0,02	1,33	0,00		
40	17,8	-2,1	0,03	2,15	0,00		
50	17,0	-3,0	0,04	3,00	0,00		
60	16,1	-3,8	0,06	3,87	0,00		
80	14,5	-5,4	0,11	5,51	0,01		
100	13,1	-6,8	0,17	6,98	0,01		
150	10,3	-9,5	0,37	9,98	0,02		
200	8,2	-11,7	0,64	12,30	0,04		
300	5,5	-14,4	1,33	15,67	0,09		
400	3,8	-16,1	2,15	18,12	0,15		
500	2,6	-17,3	3,00	20,03	0,23		
800	0,8	-19,2	5,51	24,09	0,58		
1000	0,0	-19,9	6,98	26,02	0,87		
1500	-1,4	-21,3	9,99	29,54	1,76		
2000	-2,6	-22,5	12,30	32,04	2,76		
2120	-2,9	-22,8	12,77	32,54	3,00		
3000	-4,7	-24,7	15,67	35,56	4,77		
4000	-6,6	-26,5	18,12	38,05	6,58		
5000	-8,2	-28,1	20,03	39,99	8,16		
6000	-9,6	-29,5	21,61	41,58	9,54		
8000	-11,9	-31,8	24,09	44,07	11,82		
10000	-13,7	-33,6	26,02	46,01	13,66		
15000	-17,2	-37,1	29,54	49,53	17,07		
20000	-19,6	-39,5	32,04	52,03	19,53		
25000	-21,5	-41,5	33,97	53,97	21,45		
30000	-23,1	-43,0	35,56	55,55	23,03		
35000	-24,5	-44,4	36,89	56,89	24,36		
40000	-25,6	-45,5	38,05	58,05	25,52		
50000	-27,5	-47,5	39,99	59,99	27,45		
60000	-29,1	-49,0	41,58	61,58	29,03		

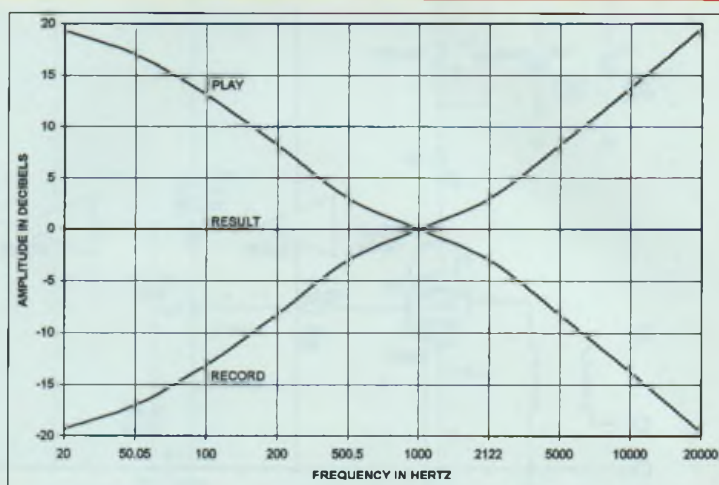


Figure 2 : Courbe RIAA - Extrait de « Disc Recording Equalization Demystified » de G.A.Galo

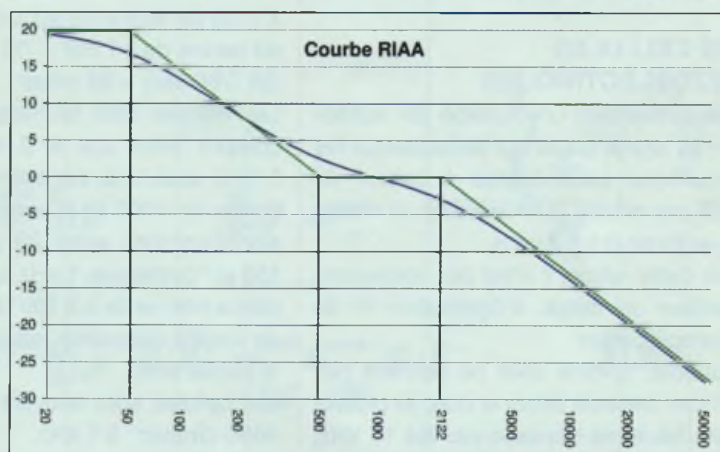


Figure 4 : Courbe de réponse RIAA

Figure 3 : Tableau des valeurs

amplitude constante du stylet.

Ce qui se traduit à la restitution par la nécessité d'appliquer une égalisation inverse. C'est notre fameuse courbe RIAA (figure 2).

En pratique, le signal sera soumis à un filtre comportant trois seuils fréquentiels : 50 Hz ou 3180 µs, 500 Hz ou 318 µs et 2122 Hz ou 75 µs.

A l'enregistrement, vu du côté de la restitution, les fréquences en dessous de 500 Hz sont atténuées de 6 dB par octave jusqu'à 50 Hz. Au-dessus de 2122 Hz, elles sont accentuées de 6 dB par octa-

ve jusqu'à 50 kHz. En dessous de 50 Hz et entre 500 et 2122 Hz, il n'y a pas d'atténuation du niveau d'enregistrement.

La courbe de restitution répond à la fonction de transfert suivante (équation 1) :

$$V = \frac{(1+Pt_2)}{(1+Pt_1) \times (1+Pt_3)}$$

Les constantes étant :

- T1 = 3180 µs
- T2 = 318 µs
- T3 = 75 µs

Ce qui, après deux pages de calculs (envoi par mail sur demande), nous

donne l'équation suivante de la courbe de réponse à laquelle doit répondre notre préamplificateur (équation 2) :

$$V(\text{dB}) = 10 \log(1+\omega^2.t_2^2) - 10 \log(1+\omega^2.t_1^2) - 10 \log(1+\omega^2.t_3^2)$$

Dans laquelle $\omega = 2\pi.F$

Nous reviendrons à cette équation pour la définition des valeurs des composants des filtres.

Le calcul des valeurs d'atténuation, en fonction de la fréquence et des trois constantes, nous donne le tableau reproduit en figure 3 et la courbe représentée en figure 4.

PRÉAMPLIFICATEUR RIAA POUR CELLULES MC OU MM

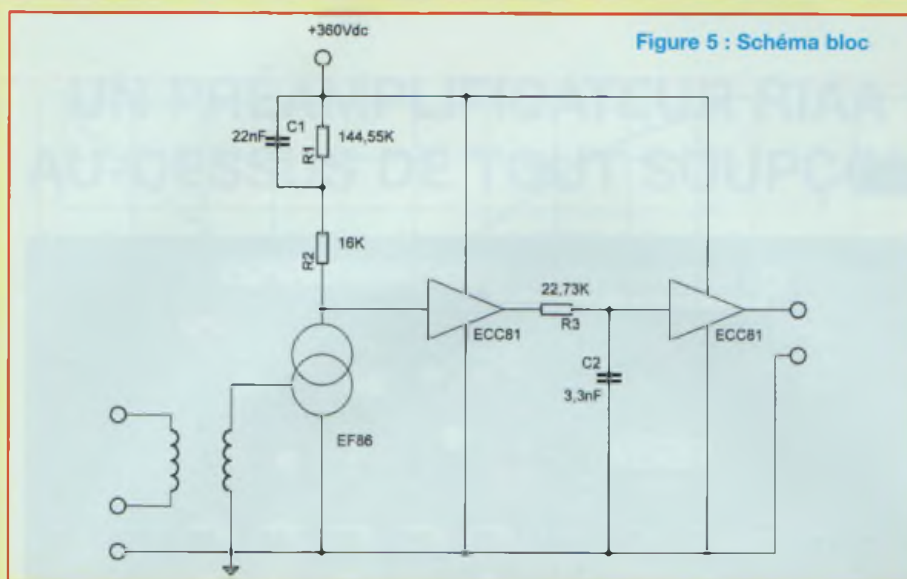


Figure 5 : Schéma bloc

LES CELLULES

LES CELLULES PIÉZOÉLECTRIQUES

Elles présentent une courbe de restitution du signal gravé qui désaccentue les fréquences ascendantes à raison de 6 dB par octave et fournissent un niveau de sortie de 0,5 à 2 volts.

Pour cette raison, il n'est pas nécessaire d'utiliser un circuit d'égalisation ni de préamplificateur.

Toutefois, comme elles ne tiennent pas compte des trois seuils et que, de plus, la limite haute ne dépasse pas les 15 kHz, elles ne peuvent pas restituer le signal fidèlement.

Ce sont ces cellules qui ont été utilisées entre 1930 et 1950, corrigeant par la même occasion les diverses égalisations avec plus ou moins de bonheur. Les meilleures cellules restituèrent une courbe de 20 Hz à 15 kHz dans une limite de 3 dB, au prix d'une pression de lecture de 5 à 10 g.

LES CELLULES MAGNÉTIQUES

Elles présentent une courbe de restitution linéaire du signal gravé.

Les deux types courants sont la cellule à aimant mobile (MM - Moving Magnet) et la cellule à bobine mobile (MC - Moving Coil). Leur sensibilité est définie en mV/cm/sec¹ à 1 kHz.

Ainsi, une cellule spécifiée à 1 mV/cm/sec¹ restituera un signal gravé à 1000 Hz à 0 dB de référence sur un 33 T à 10 cm du centre de : 1 mV x (10 cm x 2 x π) x (33 T/60 sec) = 35 mVac.

Les cellules MM fournissent un signal compris entre 0,5 et 2 mV/cm/sec¹ à 1 kHz sous une impédance interne de l'ordre de 1000 Ω et les cellules MC un signal compris entre 20 μV/cm/sec¹ et 150 μV/cm/sec¹ à 1 kHz sous une impédance interne de 5 à 100 Ω, soit un signal de vingt à cinquante fois plus faible que la cellule MM.

Les cellules sont souvent spécifiées en mV/5 cm/sec¹ à 1 kHz.

Les cellules MM ont une fréquence de coupure qui peut atteindre 25 kHz à -3dB, les cellules MC présentent une gamme de fréquence qui s'étend de 5 Hz à 50 kHz à -3 dB (+/-1 dB de 20 Hz à 20 kHz), la pression de lecture ne dépassant jamais 2 g.

Ces dernières équipent le matériel professionnel et le haut de gamme.

Elles affichent une grande variété d'impédances et de tensions de sortie, dépendant directement du petit nombre de spires (10 à 25 tours !) de la bobine mobile. Nous verrons comment adapter le préamplificateur aux différentes cellules.

Comme la restitution du signal gravé est linéaire, il y a lieu de corriger la réponse en fréquence selon la courbe RIAA.

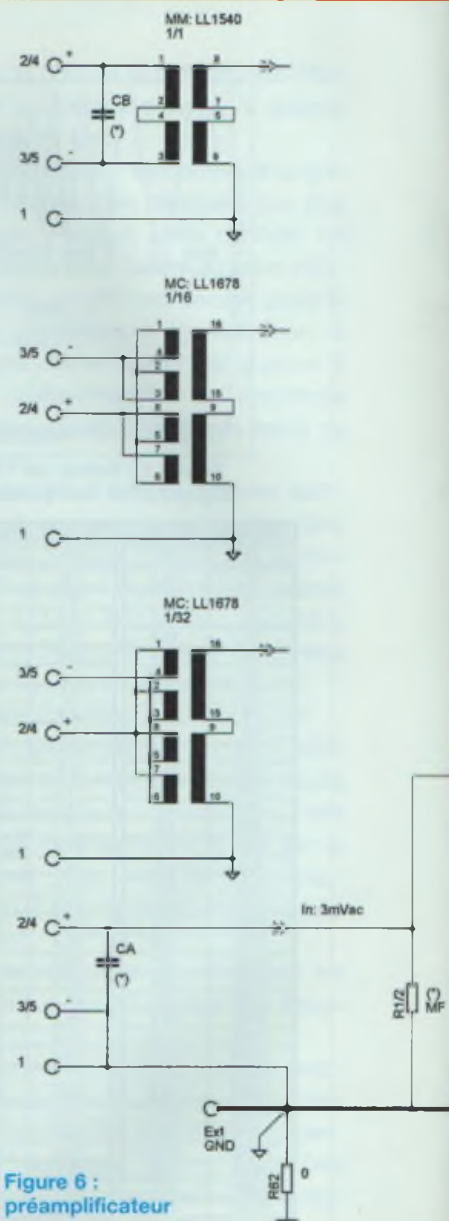


Figure 6 : Circuit préamplificateur

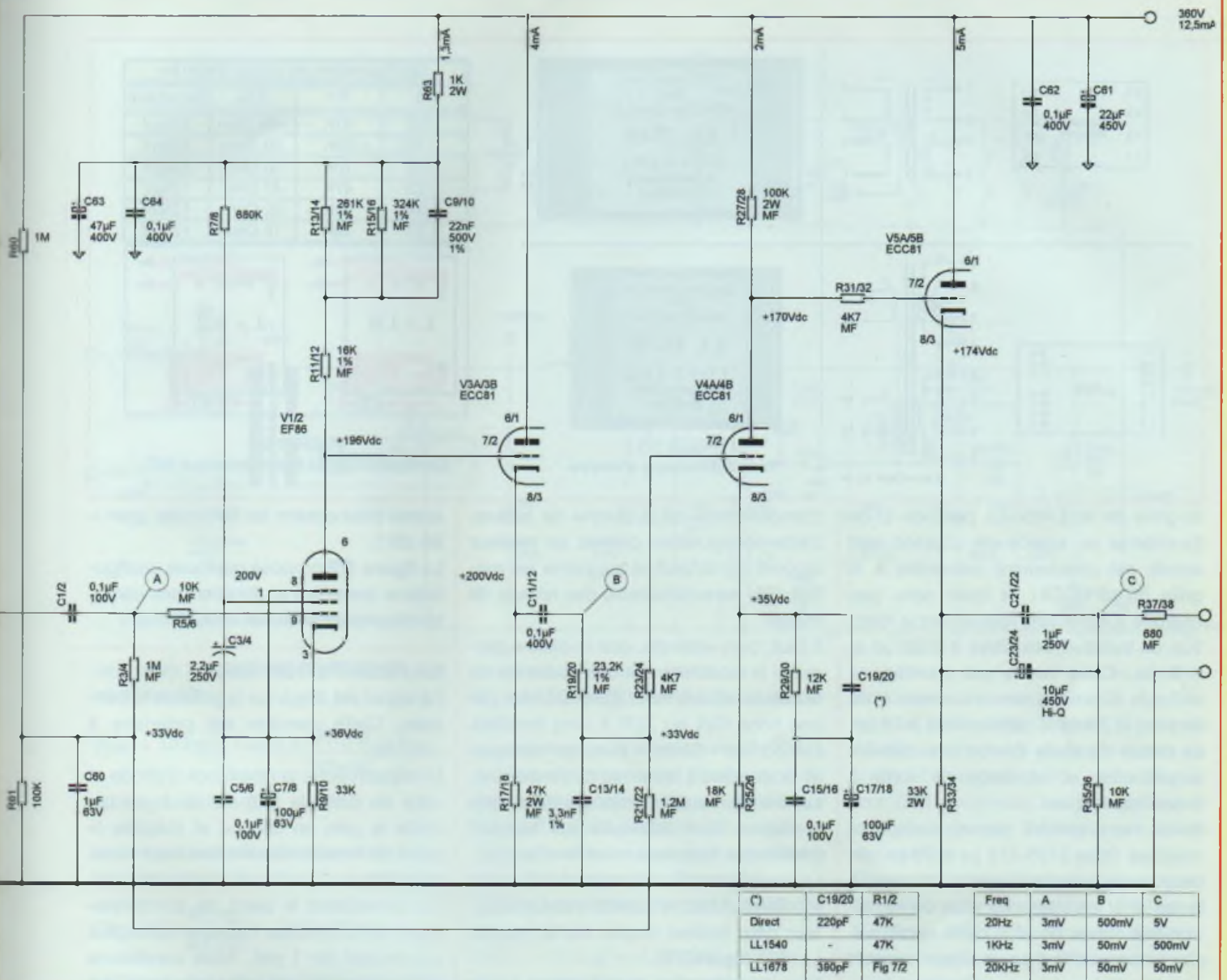
LE PREAMPLIFICATEUR

Au vu de ce qui précède, nous venons de définir les spécifications de notre réalisation.

Nous en proposerons trois versions qui toutes concernent le circuit d'entrée.

1. Version MM à entrée asymétrique directe 47 kΩ.
 2. Version MM à entrée isolée 47 kΩ.
 3. Version MC à entrée isolée 10 à 150 Ω.
- Les bruits de fond et ronflements propres du préampli doivent être inférieurs de

UNE ÉTUDE SANS COMPROMIS



60 dB par rapport au signal le plus faible. À 20 Hz, le signal moyen après transformateur est de l'ordre de 2,4 mV (signal à 20 Hz d'une cellule MM à 1 mV/cm/sec² à 7 cm du centre du disque 33 T). Les bruits reportés à l'entrée du premier tube seront inférieurs à 2,4 µV ! En pratique, vu la désaccentuation de 6 dB par octave à partir de 50 Hz, le résiduel de souffle ne pose que peu de problèmes. Par contre, les bruits de ronflements doivent être particulièrement maîtrisés. Ce bruit est issu du 100 Hz de l'alimentation et de l'environnement à 50 Hz.

Les maîtres mots sont : une alimentation exempte de ronflement, un blindage correct, pas de boucle de retour de masse, un circuit d'entrée isolé, un transformateur d'alimentation à faible rayonnement, aucun signal à 50 ou 100 Hz circulant à proximité des circuits.

Choix des composants critiques :

- Les transformateurs d'entrée sont fabriqués par la firme suédoise Lundahl.
- L'EF86 réputé pour son faible bruit en BF sera le tube d'entrée.
- Les cellules de filtrage sont réalisées avec des composants à 1 %.

- Le transformateur d'alimentation est à « circuit en C » (fabrication ACEA).

- Les résistances véhiculant le signal sont à couche métallique.

- Les supports Noval des deux tubes d'entrée sont « plaqués or ».

SCHÉMA BLOC

Le circuit d'entrée est complètement isolé par un transformateur d'entrée de rapport 1/1 pour la version MM ou 1/16 et 1/32 pour la version MC (figure 5).

Pour la version à entrée asymétrique, le signal MM est appliqué directement sur

PRÉAMPLIFICATEUR RIAA POUR CELLULES MC OU MM

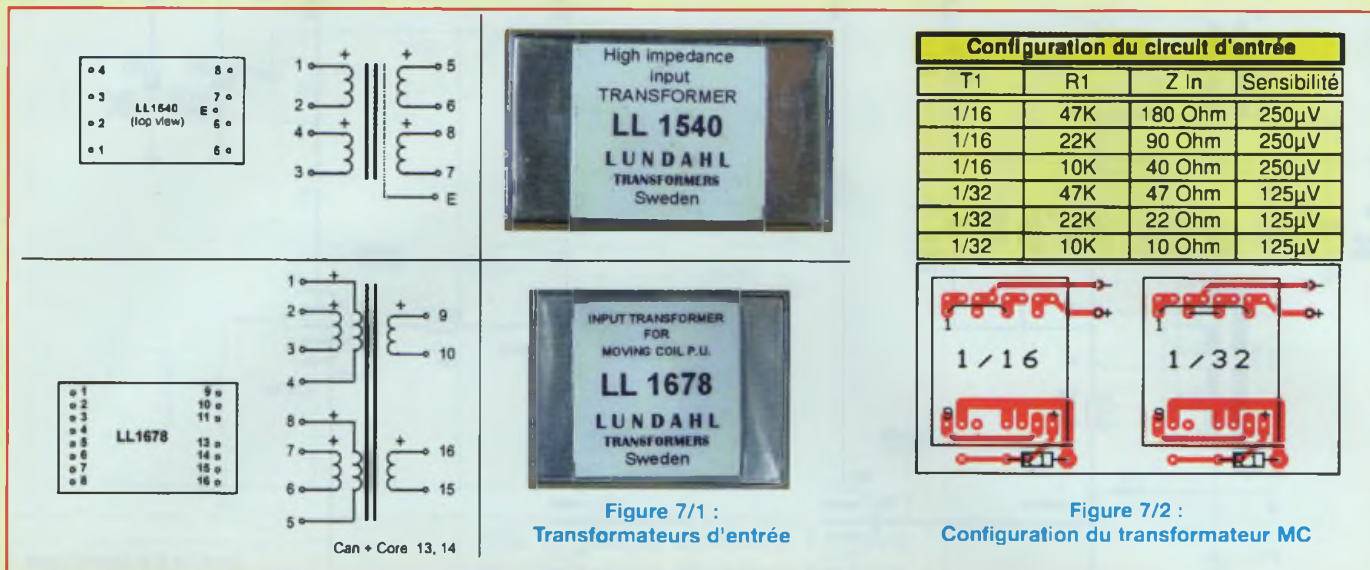


Figure 7/1 : Transformateurs d'entrée

Figure 7/2 : Configuration du transformateur MC

la grille de la EF86. La pentode EF86 fonctionne en source de courant, son anode est directement raccordée à la grille de la ECC81 et n'est donc pas chargée. Ceci réalise idéalement la fonction de transfert des filtres à 3180 µs et 318 µs. Cette triode est montée en cathode suiveuse, donc en source de tension et pilote le dernier filtre à 75 µs. Le circuit de sortie prévoit une dernière amplification et un étage de sortie à basse impédance.

Nous avons préféré séparer complètement les filtres 3180-318 µs et 75 µs afin de pouvoir les traiter individuellement et éviter ainsi les interactions de combinaison des filtres, de plus cette configuration nous donne le meilleur rapport signal/bruit.

CIRCUIT PRÉAMPLIFICATEUR

Le circuit d'entrée de la EF86 est à haute impédance (R3 = 1 MΩ). Une résistance de charge (R1) placée à l'entrée du signal fixe l'impédance (figure 6).

Pour les cellules MM, une capacité « CA/CB », dont la valeur (200 à 400 pF) est spécifiée par le fabricant de la platine, est placée en entrée sur la carte interface.

L'attaque du tube est soit directe dans le cas d'une entrée asymétrique, soit via un transformateur qui isole l'installation

d'amplification de la platine de lecture. Cette configuration permet un meilleur rapport signal/bruit et supprime les ronflements caractéristiques des retours de masse.

Il faut, bien entendu, que la platine permette le raccordement des quatre fils de la cellule séparément, généralement par une fiche DIN ou XLR à cinq broches. Les sorties « Cinch » sont asymétriques et raccordées à la masse de l'ensemble. Les transformateurs proposés dans cette réalisation sont fabriqués par Lundahl (références fournisseurs en fin d'article). Le transformateur de rapport 1/1 est le modèle LL1540, le transformateur élévateur pour bobine mobile est le modèle LL1678 (figure 7/1).

Vous trouverez les spécifications sur le site : <http://www.lundahl.se/>

Dans le cas du transformateur élévateur pour cellule MC, l'impédance rapportée au primaire peut être fixée à une valeur comprise entre 10 et 180 Ω.

Pour notre réalisation, l'impédance d'entrée a été fixée à 10 Ω.

Notre cellule MC est une Ortofon MC20 MK-II de 5 Ω d'impédance de sortie pour 125 µV/5 cm/sec¹ à 1 kHz. C'est en fait la configuration la plus difficile sous le rapport de l'adaptation de l'impédance et de l'immunité au bruit. En effet, à 20 Hz, il suffit d'un signal de 15 µVac en

entrée pour obtenir les 500 mVac (gain = 90 dB !).

La figure 7/2 propose quelques configurations possibles en fonction des caractéristiques de la cellule choisie.

LA RESTITUTION RIAA

Le signal est dirigé sur la grille de la pentode. Cette dernière est polarisée à +35 Vdc.

Le rapport entre la résistance d'anode et celle de cathode (R9) est de 5, ce qui limite le gain en continu et stabilise le point de fonctionnement des deux tubes V1 et V3.

En considérant le point de fonctionnement de la EF86 sur l'abaque Ia/Va pour un courant de 1 mA, nous constatons que ce courant ne varie pas pour une tension d'anode de 100 à 500 V. Nous pouvons, dès lors, assimiler notre EF86 à une source à courant constant.

Dans le circuit d'anode, se trouve le réseau qui donnera les deux premiers seuils d'inflexions à 50 Hz et 500 Hz (figure 5).

Le gain de cet étage est donné par :

$$A = G_m (Z_1 + R_2)$$

Z1 est l'impédance du circuit parallèle R1//C1, donc $Z_1 = R_1 \times Z_{c1} / (R_1 + Z_{c1})$

Dans laquelle l'impédance de Zc1 vaut $1/j\omega C$

Après calculs (envoi par mail sur deman-

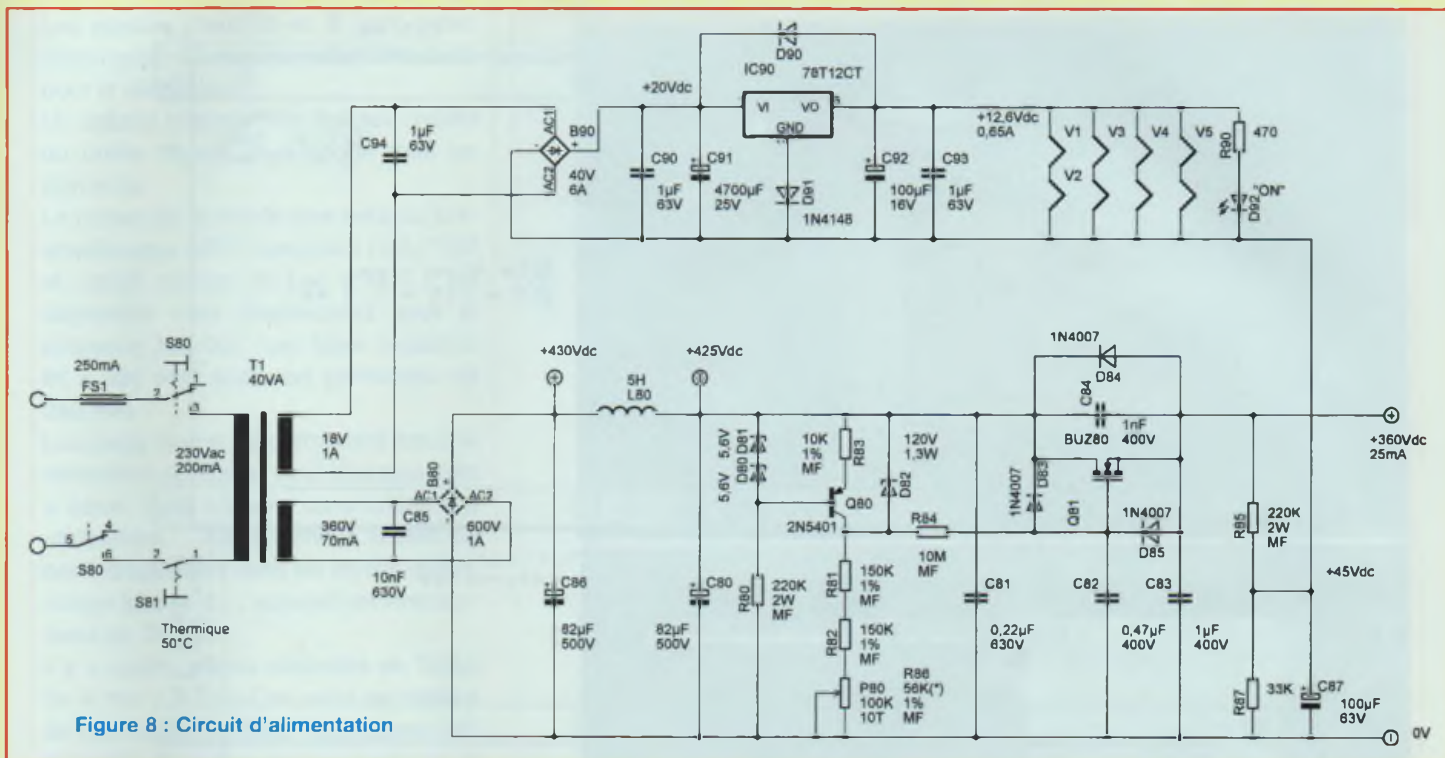


Figure 8 : Circuit d'alimentation

de), nous obtenons la formule du gain relatif en dB :

$$V(\text{dB}) = 10 \log \left[1 + \omega^2 (C1 \cdot \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2})^2 \right]$$

$$-10 \log(1 + \omega^2 \cdot R1^2 \cdot C1^2)$$

La comparaison directe avec notre équation précédente (équation 2) nous donne :

$$T2 = C1 \cdot \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \quad \text{et} \quad T1 = R1 \cdot C1$$

L'inflexion de la courbe à 50 Hz est générée par le circuit R1.C1.

Pour ce pôle à 50 Hz, ($T1 = 3180 \mu\text{s}$), nous fixons arbitrairement $C1 = 22 \text{ nF}$ ($C9$ dans le circuit), une valeur standard à 1 %. La valeur de $R1$ vaudra :

$$(3180 \times 10^{-6}) / (22 \times 10^{-9}) = 144\,545 \Omega$$

Cette valeur sera réalisée par la mise en parallèle de deux résistances ($R13$, $R15$) de $324 \text{ k}\Omega$ et $261 \text{ k}\Omega$ à 1 %.

Nous ne laissons pas notre courbe descendre de 6 dB par octave indéfiniment car, à 500 Hz, nous avons un deuxième point d'inflexion qui stabilise l'amplitude sans limite de fréquence.

Le calcul de $R2$ nous donne :

$$R2 = 16\,060 \Omega \quad (R11 = 16 \text{ k}\Omega \text{ dans le circuit}).$$

Le troisième point d'inflexion à 2122 Hz, qui fera replonger notre courbe de 6 dB par octave (indéfiniment), est généré par le circuit suivant. La triode $V3$ montée en cathode suiveuse peut être assimilée à une source de tension (figure 5).

Le calcul de l'atténuation nous est donné par la formule :

$$V(\text{dB}) = -10 \log(1 + \omega^2 \cdot R3^2 \cdot C2^2)$$

De la comparaison avec l'équation 2, nous déduisons encore que $T3 = R3 \cdot C2$.

Nous fixons arbitrairement $C2$ ($C13$ dans le circuit) = $3,3 \text{ nF}$. Nous calculons pour $T3 = 75 \mu\text{s}$ une valeur de $R3 = 22\,727 \Omega$.

Cette valeur n'existant pas, nous choisissons une valeur de $R3$ ($R19$ dans le circuit) = $23,2 \text{ k}\Omega$ à 1 %, à laquelle vient s'ajouter en parallèle la résistance de polarisation $R21$ de $1,2 \text{ M}\Omega$.

Le circuit $R19$, $C13$, $R21$ réalise le pôle à 2122 Hz.

Le signal ainsi filtré est amplifié par la triode $V4$. La résistance $R29$ de $12 \text{ k}\Omega$ fixe le gain de cet étage à 20 dB. Il est

possible de changer ce gain en choisissant une autre valeur de $R29$. Le gain minimal (sans $R29$, $C15$ et $C17$) est de 12 dB. La triode $V5$ réalise le circuit de sortie à basse impédance. Le condensateur $C19$ compense les pertes dans le haut de la bande. Sa valeur est définie aux essais.

Choix des tubes d'entrée : quatre types de EF86 ont été testés : Philips et Siemens (NOS), Svetlana et Chelmer. Après rodage, aucune différence notable n'est constatée.

LE CIRCUIT D'ALIMENTATION

Comme déjà dit, le succès de cette réalisation est directement conditionné par la qualité de son alimentation décrite en figure 8.

Le transformateur d'alimentation est fabriqué sur spécifications par ACEA (annonce dans nos pages). Il porte la référence 7095/C (photo A).

Une première tension redressée de 20 Vdc est appliquée à un régulateur

PRÉAMPLIFICATEUR RIAA POUR CELLULES MC OU MM

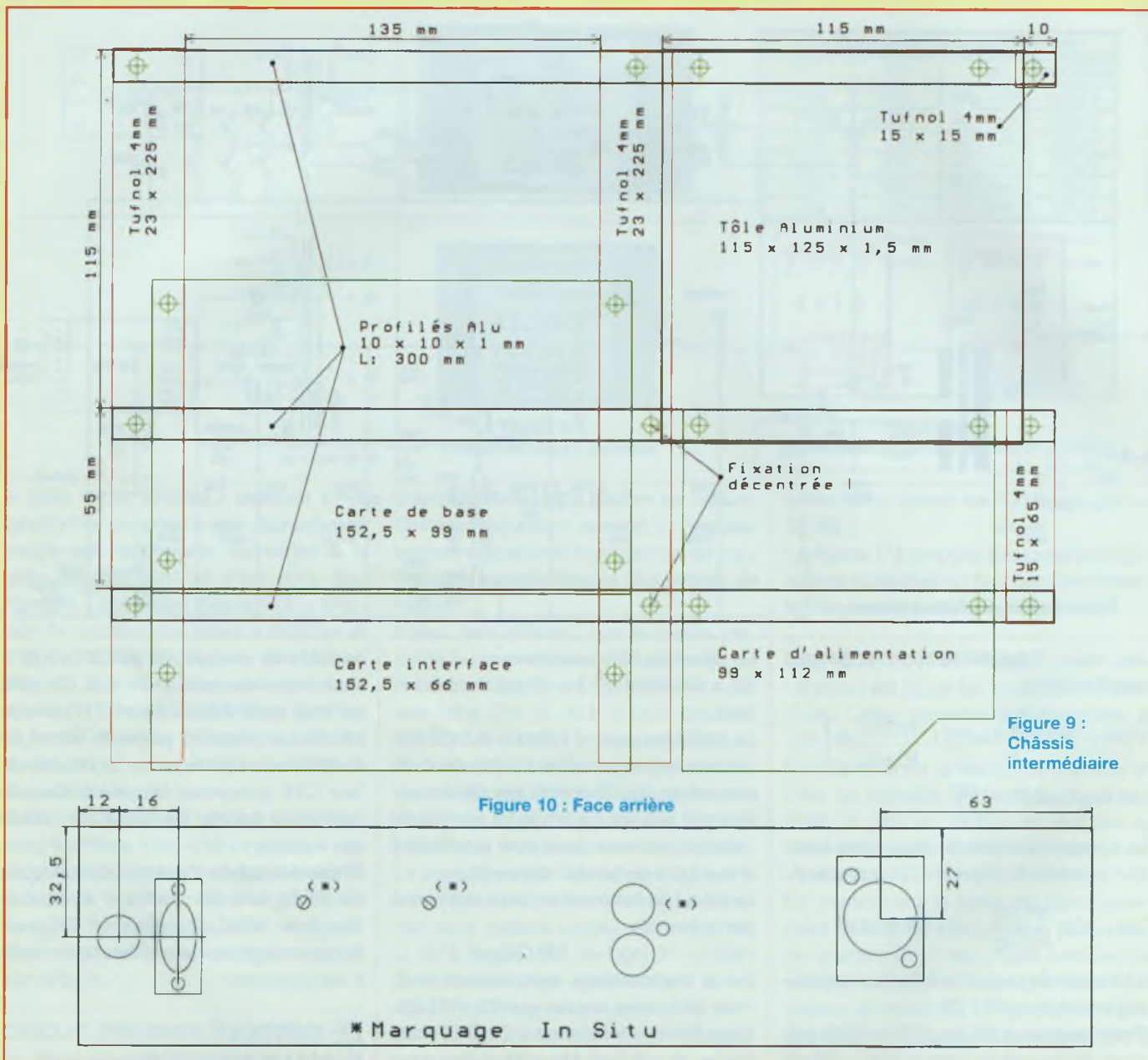


Figure 9 : Châssis intermédiaire

Figure 10 : Face arrière

12 V. La diode D91 ajoute un offset de 0,6 V, ce qui nous donne les + 12,6 Vdc de chauffage des tubes. La mesure du ronflement de cette alimentation est inférieure à 100 μ Vac. De plus, l'alimentation des filaments est portée à un potentiel de + 45 Vdc (R85/R87) afin d'éviter toute influence thermoïonique des filaments vers la cathode des deux tubes d'entrée. La deuxième tension redressée de + 430 Vdc est appliquée à une self de fil-

trage de 5 H avant de traverser notre circuit de stabilisation.

Ce circuit a déjà été décrit plusieurs fois dans nos pages. La résistance R84 a été portée à 10 M Ω de manière à réaliser avec C82 une constante de temps de vingt secondes.

La montée en tension est progressive et se stabilise après une minute. A noter que la résistance de gate du SIPMOS est quasiment « infinie » (Typ : I_G = 10 nA).

Le niveau de bruit et de ronflement du + 360 Vdc est inférieur à 10 μ Vac, et non mesurable aux bornes de C61 qui alimente les tubes d'entrée.

MISE EN ŒUVRE

LA MECANIQUE

Il est plus facile de réaliser en premier lieu la partie mécanique en se servant des cartes imprimées non câblées.

UNE ÉTUDE SANS COMPROMIS

Les photos d'entrée et B sont assez didactiques et vous serviront de guide pour la réalisation.

Un châssis intermédiaire fixé aux oreilles du boîtier (figure 9) supporte tous les éléments.

Le boîtier est le même que celui du pré-amplificateur SRPP paru dans *Led* n°180 et l'ampli casque de *Led* n°184. Il est disponible chez Radiospares sous la référence 224-004. Les faces mesurent 65 x 300 mm, avec une profondeur de 280 mm.

Les pieds fournis ne permettent pas une ventilation suffisante pour des appareils à tubes. Nous utilisons dans toutes nos réalisations... des bouchons d'arrêt de porte disponibles dans les rayons du bricolage (photo C). L'appareil est ainsi sur-élevé de 20 mm.

Il y a quatre pièces distinctes en Tufnol de 4 mm. Le Tufnol se vend par plaque de 285 x 590 mm chez Radiospares (réf. 374-418). C'est la matière qui convient le mieux à cette application.

Une plaque d'aluminium de 1,5 mm supporte le transformateur. Bien que celui-ci soit à faible rayonnement, nous avons prévu un écran supplémentaire en tôle de 1 mm en fer doux.

Le thermique est fixé sur cet écran (photo A).

Le tout est fixé d'équerre sur trois profils en aluminium de 10 x 10 x 1 mm.

Tous ces matériaux sont disponibles dans les rayons du bricolage.

L'ensemble est fixé aux oreilles du boîtier par trois vis M3 situées de chaque côté du châssis.

Vous trouverez figure 10 l'emplacement des composants situés en face arrière.

La face avant ne reçoit que le switch et le voyant de mise sous tension.

Afin d'éviter les déconvenues, nous nous abstenons de donner certaines cotes de perçages. Il est plus sûr d'effectuer le marquage des trous *in situ*, lorsque tous les éléments sont disponibles, et en utilisant les cartes nues.

Il est d'ailleurs conseillé de vérifier également les cotes qui sont publiées.

Photo A



Photo B

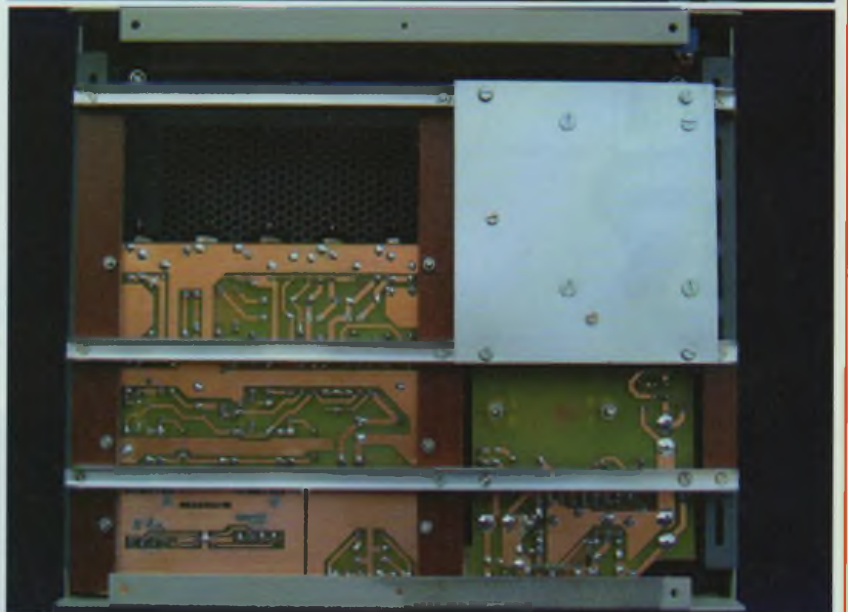
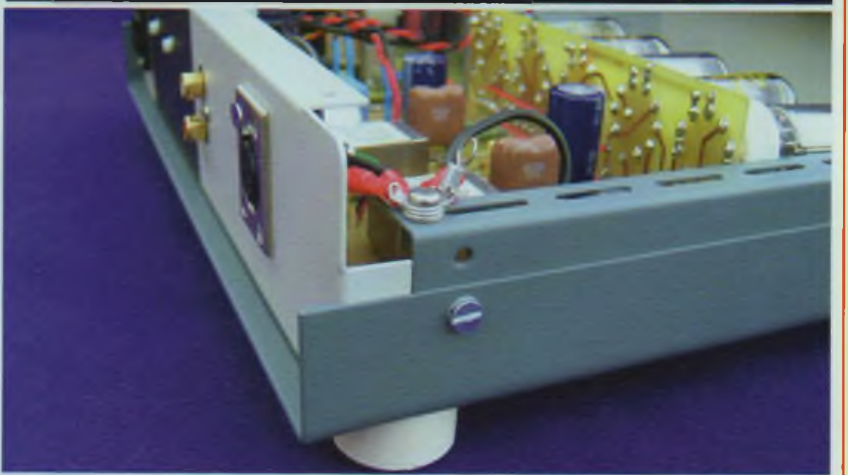


Photo C



PRÉAMPLIFICATEUR RIAA POUR CELLULES MC OU MM

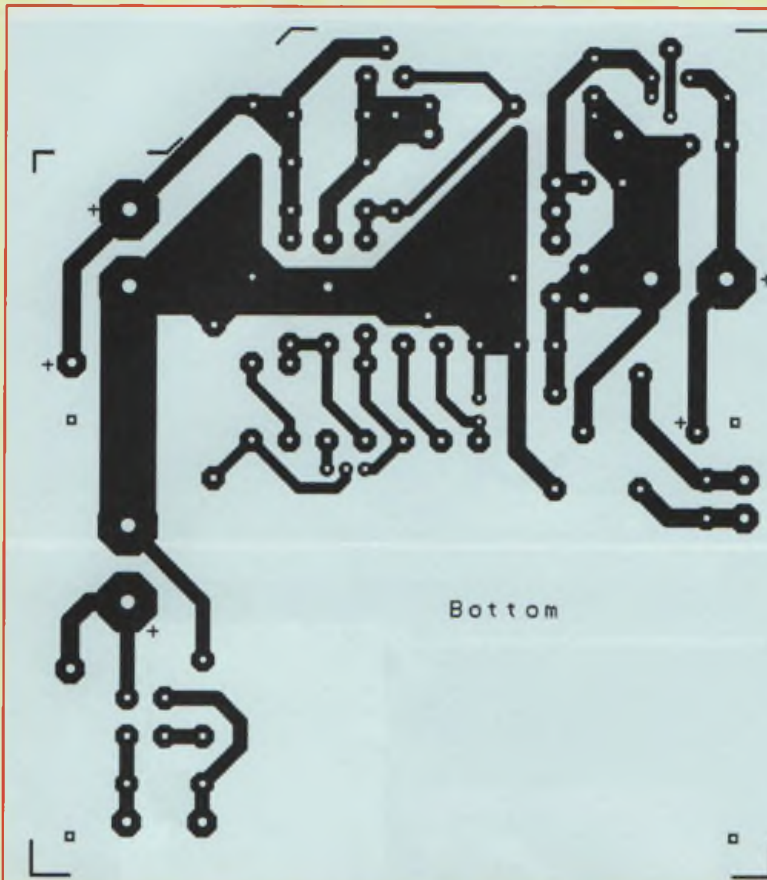
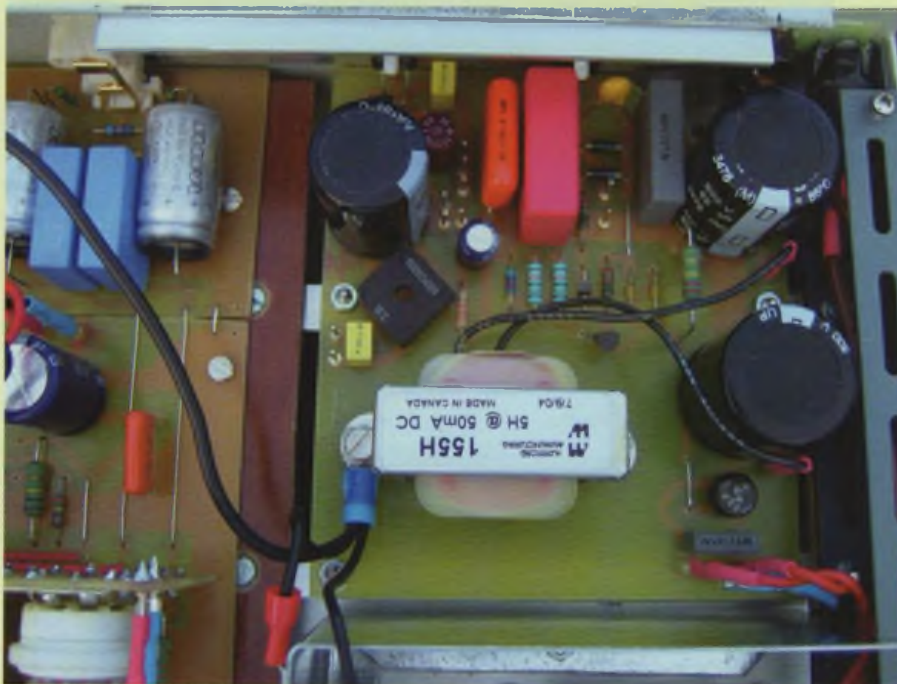


Figure 11 :
Carte alimentation
Circuit imprimé vu côté
pistes cuivrées

Circuit alimentation

2	C80, C86
1	C81
1	C82
1	C83
1	C84
1	C85
1	C87
3	C90, C93, C94
1	C91
1	C92
1	B80
1	B90
2	D80, D81
1	D82
4	D83, D84, D85, D90
1	D91
1	D92
1	FS1
1	IC90
1	L80
1	Q80
1	Q81
1	P80 (ou R86)
	R86 (Selection - voir texte)
2	R80, R85
2	R81, R82
1	R83
1	R84
1	R87
1	R90
1	TR1

Photo E : Alimentation câblée et fixée au châssis



En effet, les composants fournis peuvent être légèrement différents.

La mise en place des cartes est délicate. En effet, elles sont solidaires de la face arrière par le connecteur RCA et les deux régulateurs ballasts. L'idéal est de réaliser cette opération avec les cartes nues équipées du seul connecteur RCA pour la carte de base et des régulateurs ballasts pour l'alimentation.

Il faut veiller à ce qu'en aucun endroit, le cuivre des cartes ne soit en contact électrique avec une quelconque pièce du châssis.

Après s'être assuré que tous les ensembles trouveront leur place, nous pouvons passer au montage des divers composants sur les quatre circuits imprimés.

LES CIRCUITS IMPRIMÉS

Cette réalisation comprend quatre circuits imprimés : la carte d'alimentation,

UNE ÉTUDE SANS COMPROMIS

Valeur	Volt/Puis.	Tol/Type	Pas (mm)
82µF	500V	Radial	10
0,22µF	630V	Radial	22,5
0,47µF	400V	Radial	22,4
1µF	400V	Radial	27,5
1nF	630V	Radial	10
10nF	630V	Radial	10
100µF	63V	Radial	5
1µF	63V	Radial	5
4700µF	25V	Radial	10
100µF	16V	Radial	5
600V	1A	Pont	
40V	1,5A	Pont	
5,6V	400mW	Zener	
120V	1,3W	Zener	
1N4007			
1N4148			
Led		Verte	
250mA		Retardé (T)	
7812CT	12V / 1,5A		
5H	50mA	Photo 5/2	
2N5401			
BUZ80			
100K		10T	
56K	0,66W	1% MF	
220K	2W	5% MO	Metal Oxyde
150K	0,66W	1% MF	
10K	0,5W	1% MF	
10M	0,5W	1% MF	
33K	0,5W	5%	
470	0,5W	5%	
		Voir texte	

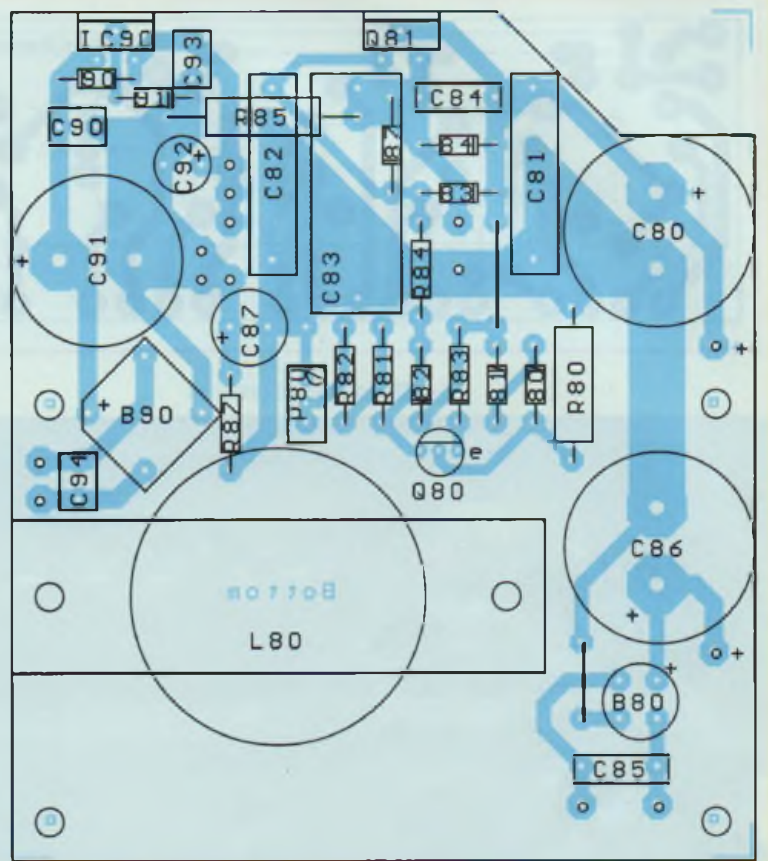


Figure 12 :
Carte alimentation
Emplacement des composants

la carte de base sur laquelle s'enfiche la carte des tubes et la carte interface.

La carte d'alimentation

Le circuit imprimé de 99 x 112 mm regroupe tous les composants de la régulation des 12,6 V et 360 Vdc (figure 11).

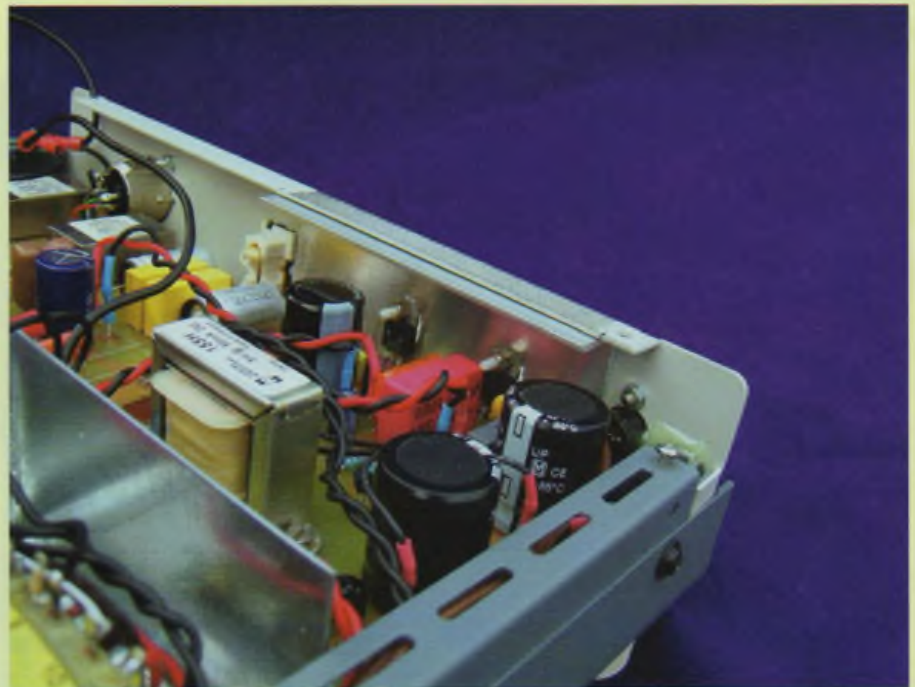
Le câblage des composants sera conforme au plan d'insertions de la figure 12 et à la photo E.

Fixation de la carte au châssis et au panneau arrière (photo F).

- Souder IC90 et Q81 de manière à ce que le sabot des boîtiers soit aligné sur le bord de la carte et que le trou de fixation se trouve à 20 mm de la surface.

- Placer provisoirement une épaisseur de 2 mm sur le panneau arrière, à l'endroit où se fixeront les boîtiers T0220. La carte d'alimentation équipée des seuls ballasts est placée sur les deux cornières alu en « U » contre l'épaisseur de 2 mm. Les quatre trous de fixation (M3) sont mar-

Photo F : Fixation de la carte alimentation au panneau arrière



PRÉAMPLIFICATEUR RIAA POUR CELLULES MC OU MM

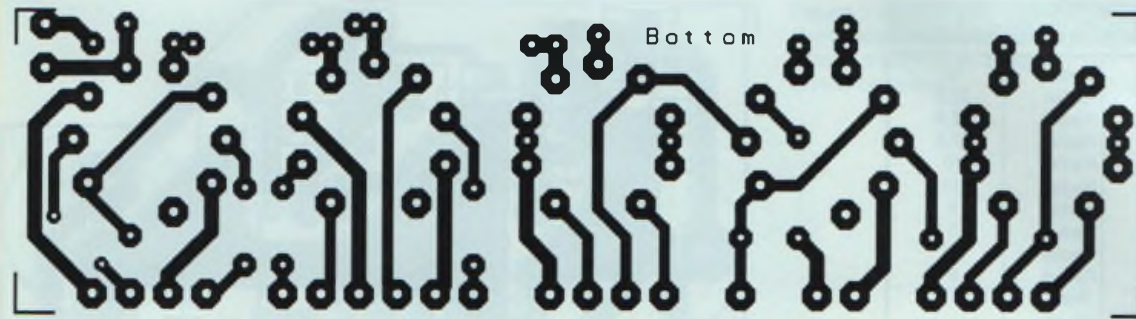


Figure 13 :
Carte des tubes
Circuit imprimé

Photo D : Vue arrière

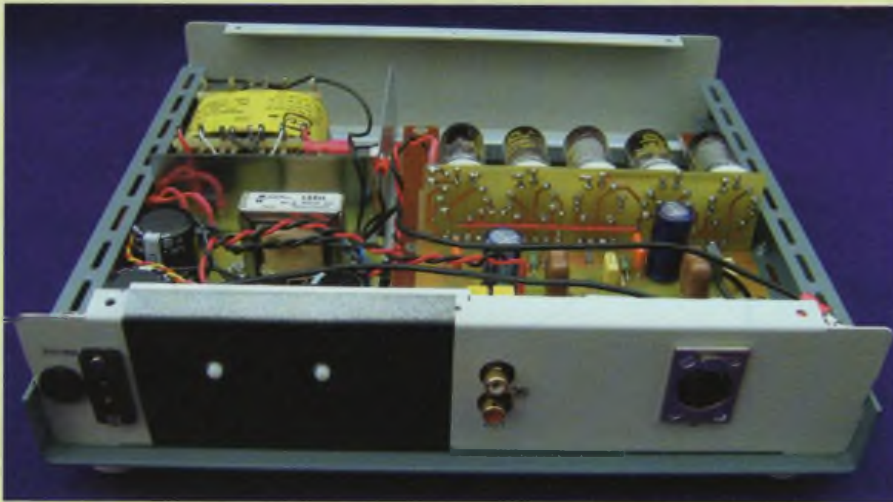
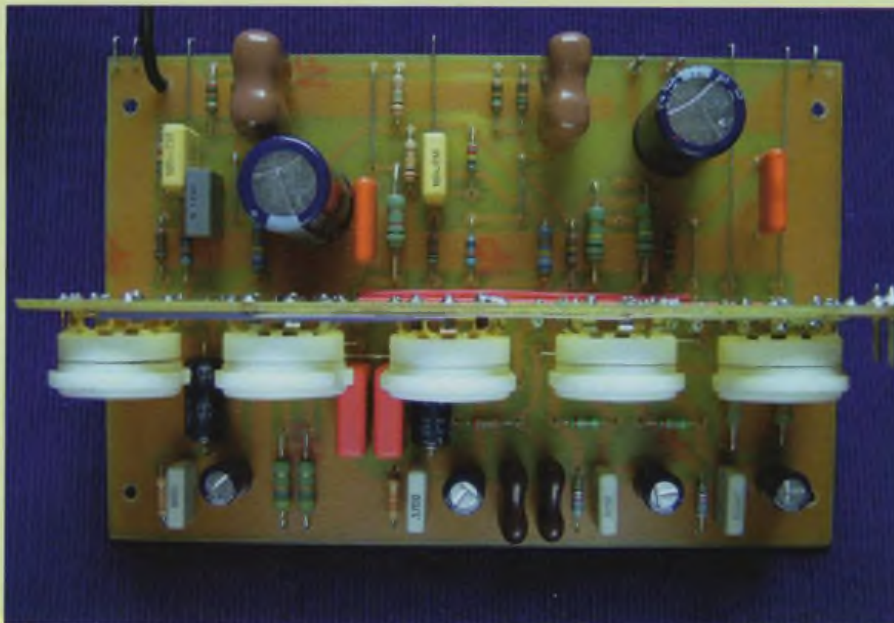


Photo G : Les supports de V1 et V2 sont « plaqués or ».
C'est une précaution indispensable si l'on veut éviter les bruits de craquements.



qués et percés avec précision dans les deux profilés. La position latérale de la carte n'est pas critique, il suffit de la centrer.

Fixer la carte d'alimentation avec quatre entretoises (M3) M-F de 5 mm aux deux profilés alu en « U ». Une cornière en alu de 40 x 20 x 2 mm de 120 mm de long, fait office de refroidisseur. Elle est placée entre les boîtiers T0220 et la face arrière. Il y a lieu de marquer avec précision son emplacement sur le bord de la face arrière.

Après pointage des trous de fixation de Q81 et IC90, les trous sont percés avec grande précision dans la cornière et la face arrière. Bien ébavurer afin d'éviter les courts-circuits entre le sabot et la cornière.

Ultérieurement, les deux ballasts seront isolés par un mica de 1/10^e de mm et fixés par une vis nylon M3. Il est préférable d'utiliser une entretoise M3 F-F de 5 mm comme écrou (photo F). L'arrière du panneau a été peint en noir pour mieux évacuer la chaleur (photo D), mais ce n'est pas indispensable.

Après s'être assurés que les fixations de la carte ne posent plus de problème, nous pouvons procéder au montage des composants (figure 12, photos B à F)

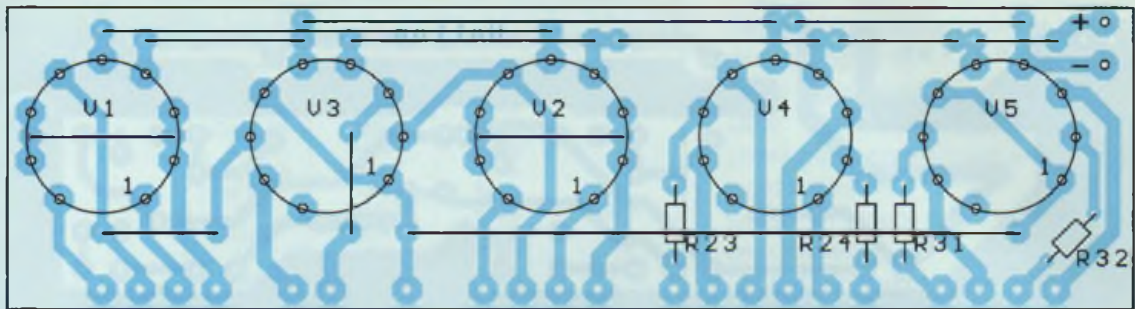
Points particuliers

La résistance R80 (220 k Ω /2 W) est montée à +/- 10 mm de la surface (photo E). La résistance R85 (220 k Ω /2 W) et la diode D87 sont montées sous la carte (photo B).

La carte peut être équipée d'un ajustable de 100 k Ω /10 tours (P80) pour régler la

UNE ÉTUDE SANS COMPROMIS

Figure 14 :
Carte des tubes
Emplacement
des composants



haute tension. Mais une résistance (R86) MF à 1 % de 0,66 W sera plus fiable. Dans le prototype, nous avons utilisé une 56 k Ω . La self de filtrage est fixée par deux vis M4 sur la carte même. Toutes les connexions se font par cosses et picots de 1,3 mm, la carte est ainsi libre de fils. Tous les fils de liaisons sont torsadés « serré » afin de réduire au minimum leur rayonnement.

La carte des tubes

Cette carte de 150 x 40 mm reçoit les cinq tubes (figure 13). Les supports de V1 et V2 sont « plaqués or » (photo G). C'est une précaution indispensable si l'on veut éviter les bruits de craquements dus aux micro-variations de contact des broches.

Les pontages situés sous les supports Noval (V1, V2, V3) sont soudés avant placement de ceux-ci (figure 14).

Le pontage reliant la broche 1 de V3 à la broche 1 de V5 (+ 360 Vdc) est isolé et placé à l'arrière de la carte (photo D). Le pontage reliant les broches 5 de V1 et V2 est isolé (photo H). Cette carte sera enfilée sur la carte de base en fin de montage de cette dernière.

La carte de base

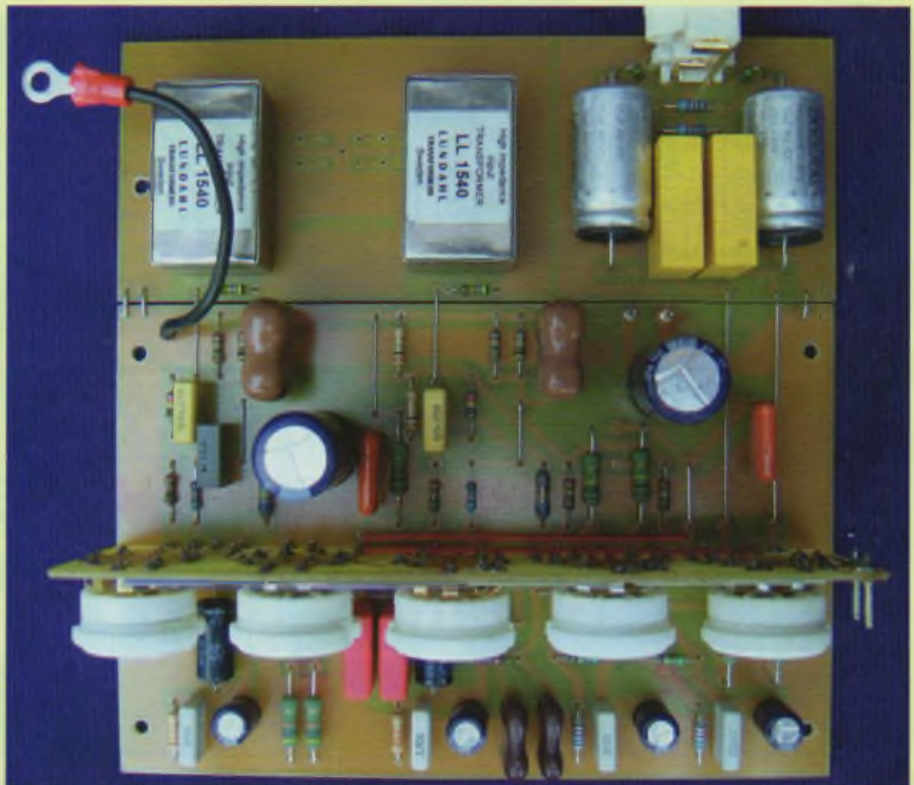
La photo G présente la carte de base assemblée.

La carte de base de la figure 15 (152,5 x 99 mm) est solidaire de la carte interface (152,5 x 56 mm) par le raccordement de 8 fils : 4 masses, 2 entrées et 2 sorties (photo I). Le marquage des 6 trous de positionnement (4 dans la base, 2 dans

Photo H : Carte des tubes



Photo I : Couplage de la carte interface



PRÉAMPLIFICATEUR RIAA POUR CELLULES MC OU MM

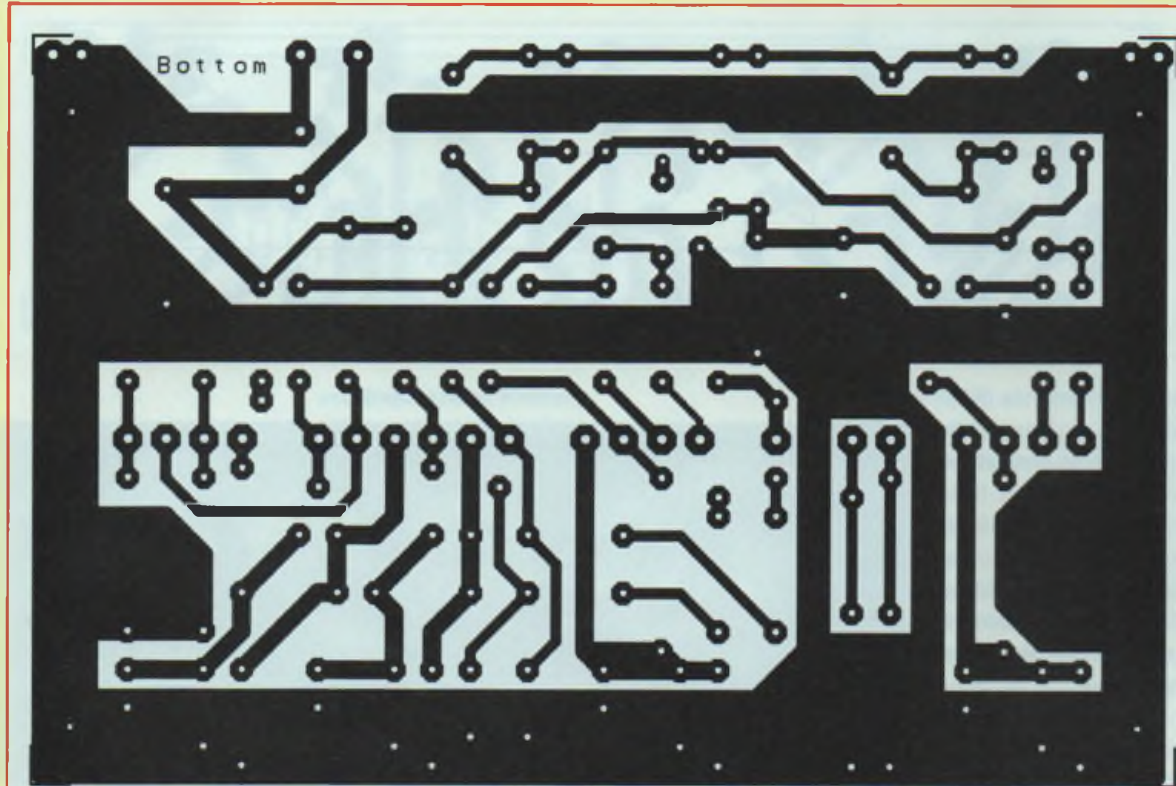


Figure 15 :
Carte de base
Circuit imprimé

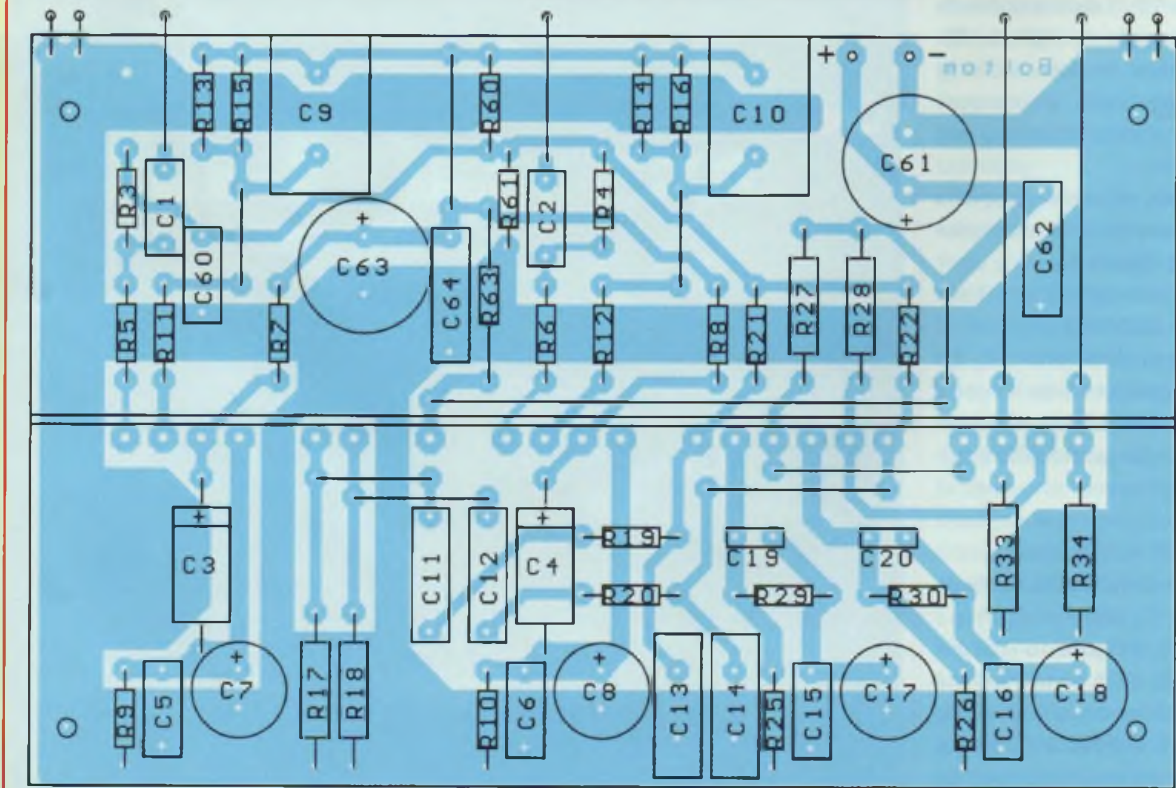


Figure 16 :
Carte de base
Emplacements
des
composants

UNE ÉTUDE SANS COMPROMIS

Circuit amplificateur	Valeur	Volt/Puis.	Tol/Type	Pas (mm)
6 C1,C2,C5,C6,C15,C16	0,1µF	100V	Radial	10
2 C3,C4	2,2µF	250V	Axial	
4 C7,C8,C17,C18	100µF	63V	Radial	5
2 C9,C10	22nF / 1%	500V	Radial	10,8
4 C11,C12,C62,C64	0,1µF	400V	Radial	15
2 C13,C14	3,3nF / 1%	500V	Axial	8,8
2 C19,C20	Voir texte	100V	Radial	5
2 C21,C22	1µF	250V	Radial	22,5
2 C22,C24	10µF	450V	Axial	
1 C60	1µF	63V	Radial	10
1 C61	22µF	450V	Radial	7,5
1 C63	47µF	400V	Radial	7,5
2 R1,R2	Voir texte	0,5W	1% MF	Metal Film
3 R3,R4,R60	1M	0,5W	1% MF	
4 R5,R6,R35,R36	10K	0,5W	1% MF	
2 R7,R8	680K	0,5W	5%	
2 R9,R10	33K	0,5W	5%	
2 R11,R12	16K	0,5W	1% MF	
2 R13,R14	261K	0,5W	1% MF	
2 R15,R16	324K	0,5W	1% MF	
2 R17,R18	47K	2W	5% MO	Metal Oxyde
2 R19,R20	23,2K	0,5W	1% MF	
2 R21,R22	1,2M	0,5W	1% MF	
4 R23,R24,R31,R32	4,7K	0,5W	1% MF	
2 R25,R26	18K	0,5W	1% MF	
2 R27,R28	100K	2W	5% MO	
2 R29,R30	12K	0,5W	1% MF	
2 R33,R34	33K	2W	5% MO	
2 R37,R38	680	0,5W	1% MF	
1 R61	100K	0,5W	5%	
1 R62	0			
1 R63	1K	2W	5% MO	
2 TR1,TR2	Voir texte			
2 V1,V2	EF86			
3 V3,V4,V5	ECC81			

l'interface) dans les deux languettes en Tufnol se fait avant le montage des composants (figure 9).

Après avoir soudé le socle RCA sur la carte interface, solidariser les deux cartes provisoirement par les deux pontages extérieurs.

Laisser un espace de +/- 1 mm entre les deux cartes.

Centrer l'ensemble sur les languettes et marquer avec précision sur le panneau arrière les deux trous du connecteur RCA. Après perçage de ceux-ci, marquer et percer le trou de fixation de ce connecteur.

Fixer l'ensemble au panneau arrière par ce connecteur, marquer et percer les six trous (M3) dans les languettes en Tufnol. Après s'être assuré du positionnement correct, désolidariser les deux cartes pour procéder au montage des composants (figure 16).

L'assemblage de la carte de base ne pose pas de problème particulier.

A suivre
JL Vandersleyen

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

Circuits professionnels Kappa Industries

	Qté	Circuits percés et étamés Prix	Total
* Préamplificateur RIAA			
- Carte alimentation		13,50 €	
- Carte des tubes		7,30 €	
- Carte de base		18,30 €	
* Push-Pull Tétrodes 807			
- Carte préampli/déphaseur		20,00 €	
- Carte alimentation négative		3,40 €	
* Amplificateur 50 W/8Ω			
- Carte amplificatrice		38,00 €	
- Carte alimentation stabilisée		16,00 €	
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

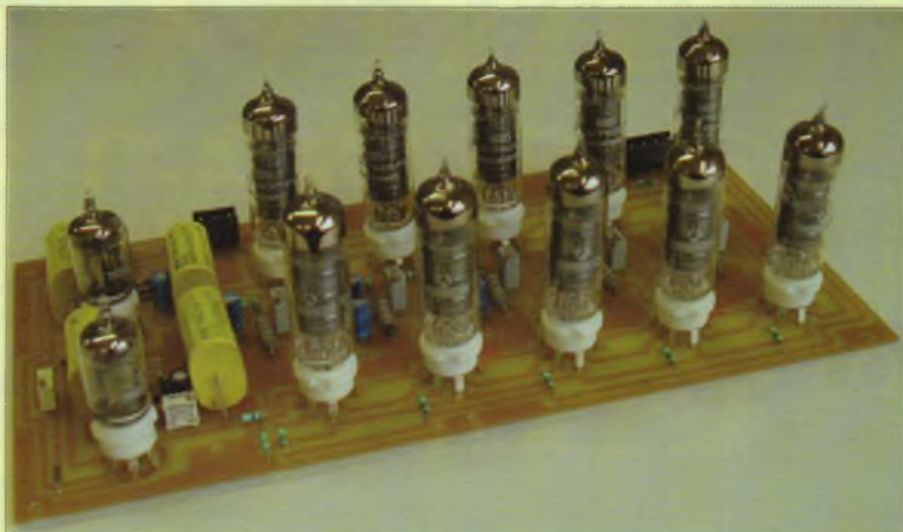
2-12 rue de Bellevue 75019 Paris

Tél. : 01 44 84 88 28

ENSEMBLE HOME CINEMA

Modulaire et de qualité audiophile

RETOUR SUR L'ALIMENTATION



Comme pour chacune de mes descriptions, l'alimentation décrite dans Led n°186 (figure 8) a été soumise aux habituelles séances de torture : fonctionnement en continu en charge maximale pendant plusieurs jours, arrêt/mise en route aléatoire, fonctionnement sur charge de 500 Ω/100 W en régime impulsif commandé par un générateur de tone burst.

Le résultat ne s'est pas fait attendre. A ma grande honte, l'alimentation a montré des défaillances :

- Instabilité à la mise en route et à l'arrêt avec rupture aléatoire du BUZ41 ou du BC 556.
 - Tendance à l'accrochage à une fréquence de l'ordre du hertz sur certaines valeurs de charges.
 - Tension de sortie insuffisamment stabilisée en fonction du débit à fournir.
 - Montée en tension trop rapide pour un usage avec des tubes.
- C'est pourquoi j'ai remis l'ouvrage sur le métier.

LE CIRCUIT D'ALIMENTATION

Le nouveau circuit est décrit **figure 8bis**. Le pont de diodes reste à l'identique, C22 est inchangé. Q2 (BC556 ou 557) est remplacé par un BF463 qui présente un V_{ce} de 250V. La jonction est protégée par D6, une zener de 75 V. Ce transistor est monté en générateur de courant de 1 mA. De ce fait, le courant de 1 mA traversant R38 (portée à 300 kΩ) génère à ses bornes une tension de 300 V environ. RV9 est supprimé, ce qui rend impossible le réglage de la ten-

sion de sortie, mais augmente la fiabilité. Cette tension, volontairement remontée à environ 300 V, attaque C24 par l'intermédiaire de R4. La constante de temps $R4/C24$ détermine le temps de montée en tension de l'alimentation, tandis que l'ondulation résiduelle encore réduite par le filtrage $R4/C24$, détermine le niveau de bruit en sortie.

Pour ces deux raisons, R4 passe de 100 kΩ à 220 kΩ, et C24 de 0,47 μF à 47 μF. Le temps de montée passe de moins de 1 seconde à environ 25 secondes.

La tension aux bornes de C24 était appliquée sur la « Gate » de Q1 et déterminait la valeur de la tension de sortie. La régulation de cette tension étant insuffisante, il en résultait une variation de la tension de sortie en fonction du débit, supérieure à 10 volts.

Désormais, entre C24 et la « Gate » de Q1, on intercale R39, les zeners D12/D13/D14 et C27 en parallèle sur les trois zeners. La tension au point de jonction de R39-C27-Zeners est portée à 250 V par le choix et le tri judicieux des valeurs de D12-D13-D14. Les tensions de « zener » étant données à 10 %, il y a lieu de faire un tri. De plus, en jouant sur trois zeners connectées en série, il est plus facile de trouver la bonne tension. Le choix 75 + 75 + 100 est théorique. On pourra préférer d'autres valeurs (120 + 120 + 10). On prendra des zeners de 300 mW qui consomment moins.

Le Mos Fet sera monté sur un dissipateur SP38 plus volumineux que le ML97, lequel est insuffisant en régime permanent 500 mA avec les MOS BUZ41/60 et 92.

Une résistance R40 de 100 kΩ est montée en parallèle sur C17 pour décharger lentement le condensateur lors des arrêts de l'alimentation. R6 passe de 10 kΩ à 2 kΩ.

Le déphaseur étant alimenté en 230V sous quelques milliampères, deux zeners en série, D10 et D11 ajustent la tension à 230 V en partant des 250 V stabilisés de l'amplificateur. Les condensateurs C25

BLOC AMPLIFICATEUR 50 W

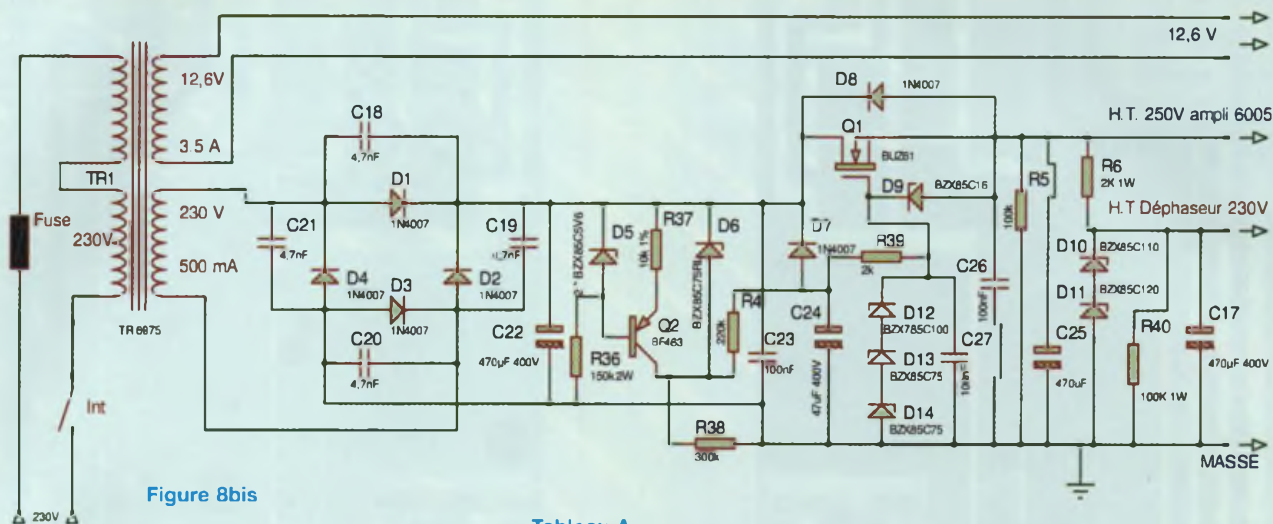


Figure 8bis

Tableau A

	A vide			A 350 mA			A 500 mA			
	200	230	250	230	200	230	250	200	230	250
Tension Primaire de TR1	200	230	250	230	200	230	250	200	230	250
Tension Secondaire	205	236	256	223	203	223	243	203	223	243
V HT sur C22	281	322	350	296	241	279	309	241	279	309
V sur R38	262	303	330	277	222	260	290	222	260	290
V sur la Gate de Q1	243	246	249	246	218	246	246	218	246	246
Tension de sortie	239	242	243	242	212	242	242	212	242	242

Tableau B

SIPMOS	RDS en Ohms	VDS en Volts	Ip en Ampères	Fabricants	Package
BUZ41A	1.5	500	4.5	SIEMENS	TO 220 AB
BUZ60	1	400	5.5	SIEMENS	TO 220 AB
BUZ61	0.4	400	12.5	SIEMENS	TO 220 AB
BUZ91A	0.9	600	8	SIEMENS	TO 220 AB
BUZ92	3	600	3.3	SIEMENS	TO 220 AB
BUK455-200A	0.23	200	14	PHILIPS	TO 220 AB
IRF40	0.55	400	10	SGS-THOMSON	TO 220 AB

et C17 servent de réservoirs lors des appels de courant et favorisent la stabilisation générale.

Toutes ces modifications ont eu pour effet d'obtenir une excellente stabilisation de la tension de sortie et une chute de moins de 1 V pour des variations de la tension secteur comprises entre 215 V et 250 V et des variations du débit en sortie comprises entre quelques milliampères et 500 mA.

On notera qu'avec une tension secteur inférieure à 215 V, la stabilisation est insuffisante.

A la mise sous tension, la montée graduelle de celle-ci (de l'ordre de 25 secondes) devient compatible avec le temps de chauffage des tubes. Le niveau de bruit est encore amélioré, l'ondulation résiduelle étant invisible à l'oscilloscope. De plus, la stabilité et la fiabilité s'en trouvent renforcées.

Désormais, l'alimentation passe notre test éprouvant de fiabilité.

RESULTATS DES MESURES

Le tableau A fournit quelques chiffres sur le comportement de l'alimentation, du débit et de la tension secondaire fournie par le transformateur TR1.

LE MODULE

Le circuit imprimé simple face mesure 220 x 70 mm (figure 9A bis).

Ce circuit est très simple à câbler et cette alimentation pourra être utilisée pour bien d'autres usages.

On notera que le circuit permet l'utilisation de condensateurs de différentes tailles, ce qui peut faciliter l'approvisionnement (figure 9B bis).

LE CHOIX DU SIP MOS

Initialement, le choix s'était porté sur le BUZ41, déjà utilisé dans l'alimentation décrite dans Led n°183. Le tableau B donne les valeurs caractéristiques pour les MOS courants.

Les IRF fabriqués en Chine se sont révé-

lés impropres à cette utilisation, avec une tendance à l'accrochage impossible à maîtriser. Notre choix définitif s'est porté sur le BUZ61 ou le BUK455-200.

Enfin, si D8 n'est pas obligatoire, car normalement incluse dans le SIPMOS, il est fortement conseillé de la souder sur le circuit imprimé.

Dans le prochain article, nous passerons aux amplis de 30 et 10 watts, puis aux montages et aux mesures.

Entre-temps, je vous souhaite à tous une très bonne année, pleines de réalisations audiophiles.

A. Cocheteux
info@isasarl.com

www.isasarl.com, section « hi-fi »

Sur le site, section « Forum », un forum de discussions est ouvert à tous. N'hésitez pas à poser vos questions et à discuter des éventuelles difficultés que vous pourriez rencontrer. Merci également de m'indiquer vos rapports d'écoutes. Ils sont toujours intéressants.

RETOUR SUR L'ALIMENTATION STABILISÉE

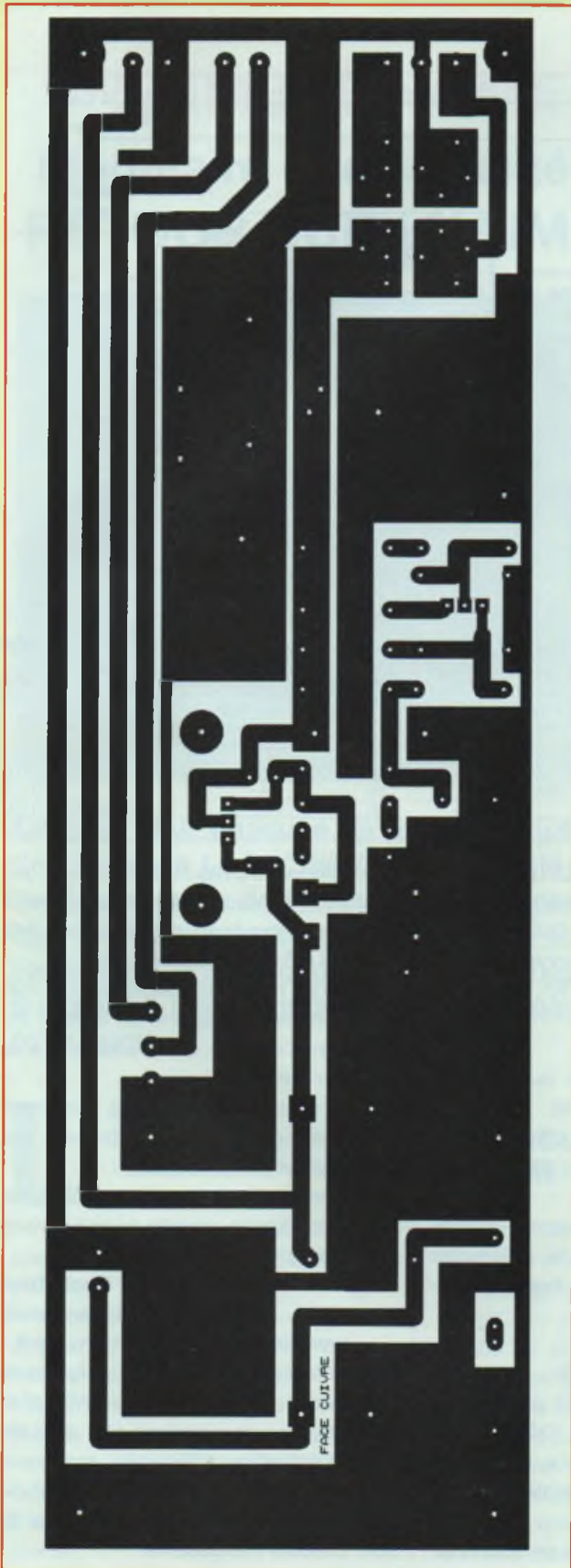


Figure 9A bis

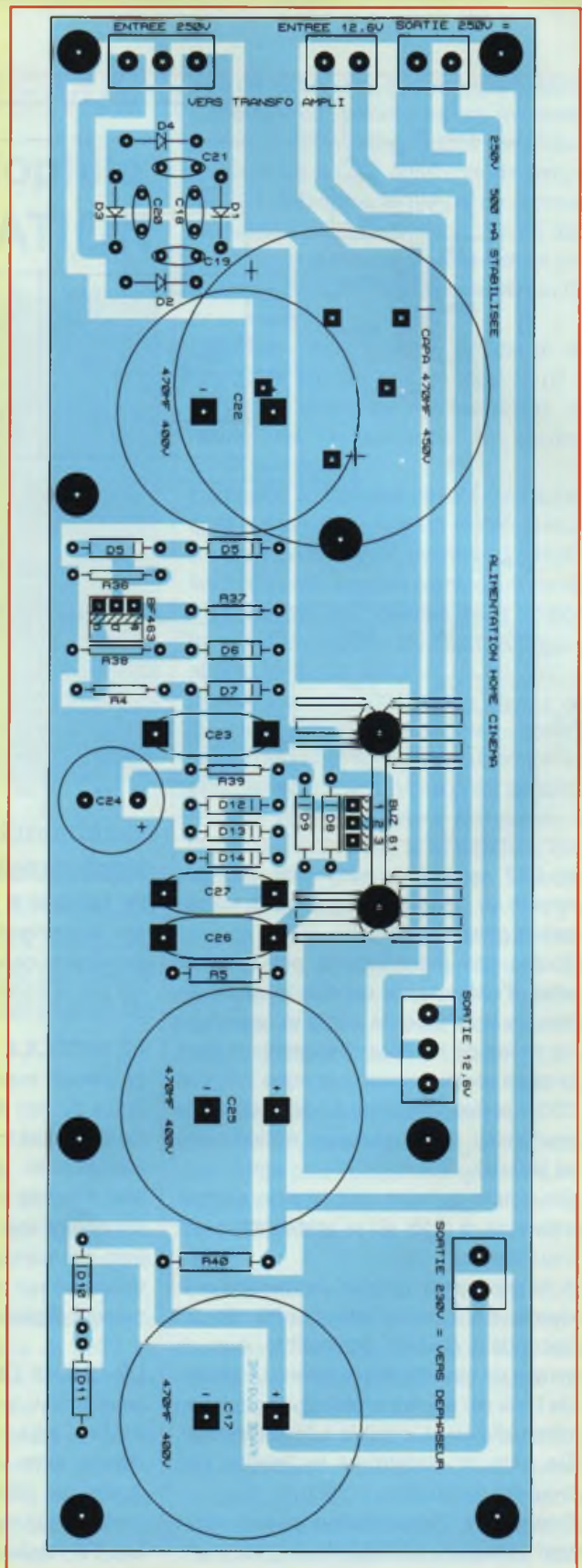


Figure 9B bis

TRANSFO DE SORTIE POUR AMPLI A TUBE CAPOT NOIR

Enroulements multi couches tôles à grains orienté sortie
8 ohms pour tous les modèles - montage single
Pour 1 EL34 6L6 5998 classe A 30W
Primaire multi impédance
2100 2400 2700 temps de montée 3,8µs 60 Euros
Pour 1 6C41 classe A 100W 700ohms
Temps de montée 3,5µs 115 Euros
Pour 1 6C33 classe A 100W 300 ohms
Temps de montée 2µs en cuve 210 Euros
Pour 1 300B KT 88 6550 classe A 100W
2500 ohms temps de montée 3,5µs 140 Euros
Montage PUSCH PULL
Pour 2X EL84 OU 2X6V6 22W
2X4500 ohms tôles en C 38 Euros
Pour 2XELC 82 OU 2XELC86 22W
2X3500 ohms tôles en C 38 Euros
Pour 2XEL 84 OU 2X 6V6 30W 2
2X4500 ohms prise ultra linéaire
Temps de montée 4µs 62 Euros
Pour 2XEL 34 OU 2X6L6 OU 2X KT 88
2X6550 2XKT 66 OU 2X KT 90 90W
2X2400 ohms prise ultra linéaire
Temps de montée 4,5µs tôles en C 90 Euros
Pour 4XEL 34 OU 4X6L6 OU 4 KT 88
4X6550 OU 4X KT 66 OU 4 KT 90 200W
2X1300ohms
Temps de montée 5 µ 210 Euros
Transfo pour maquettes ou dépannage
ECL 82 ECL 86 fixa étrier 7 Euros
Pour 1 EL 84 fixa étrier 11 Euros

TRANSFO D'ENTREE POUR PREAMPLI PASSIF

GAIN 12 DB 20 HZ ±0,5 Db 90 Euros
TRANSFO DRIVER AMPLIFICATEUR R/4 90 Euros
TRANSFO ENTREE SYM.SORTIE ASY R/4 90 Euros
TRANSFO ENTREE ASY SORTIE SYM R/4 90 Euros
TRANSFO D ALIMENTATION CAPOTE
Primaire 230v ou spécification
Secondaire 300v 300ma 6,3v 4A 43 Euros
Secondaire 400v 500ma 6,3v 4A 74 Euros

TRANSFO TORIQUE PRIMAIRE 230V

200VA SEC 220+220V/ 0,3A 60+80/0,2A
6,3V 3A + 6,3V 3A 73 Euros
120VA SEC 155V+104V+51V 0,285A
6,3V 3A + 6,3V 3A 120V 0,02 A 58 Euros
120 VA 168V + 35V + 35 V/ 0,6A 120V 0,04 A
6,3V 3,6A 70 Euros
115V+115V SEC 25V 0,5A+70V0,1 A
9V+9V 0,7A 25 Euros
400VA 150V+70V 6,3V 2A 26 Euros
100VA 250V 0,3 A + 20V 0,3 A 6,3V 3,5A
40 Euros
115V+115V SEC 300V+300V 0,08 A
6,3V 6,5 A 41 Euros
120VA 230V+15V 0,8 A 6,3V 3,5 A Blindé 52 Euros
180VA 360V+360V 0,15A +5V3A+5V 3A+
16V 3,3V 3A 75 Euros
80VA P 115V+115V SEC 250V+20V 0,18A
6,3V 3,6A 38 Euros
TRANSFO BARRAGE TENSION 70 références

SUPPORTS TUBES

7 broches à cosses stéatite 2
8 broches à cosses stéatite 3
9 broches à cosses bk 2
9 broches à picots Cl 1,5
9 broches stéatite pour blindage 5
Octal stéatite à cosses 8
Octal stéatite à picots Cl 6
Octal bk à cosses 3
Pour 6C41 ou 6C33 stéatite 7,5

CONNECTIQUES

RCA chassis lamella dorée rouge 3
RCA chassis lamella dorée noire 3
Prise banane HP blanc rouge 3
Prise banane HP doré noire 3
RCA doré Mâle pour câble rouge 3
RCA doré Mâle pour câble blanc 3

TUBES + DE 1500 références en stock

Quelques prix
ECC 83 PH GE 24
ECC 83 WA EST 8
ECC 88 US 22
E188 CC TESLA 15
EC 86 PH 10
ECC 81 PH 24
ECC 82 EST 8
EL 33 ZAERIX 20
EL 84 EST 10
EL 34 EST 22
KT 88 EST 32
6550 EST 33
KT 90 EST 62
300B EST 75
ECL 82 SIEM 15
ECL 86 MAZ 14
6L6 GC EST 22
EZ80 PH 10
GZ32 PH 15
5R4 PH 18
5U4 MAZ 18
5Y3 GB PH 15
6AS7G RCA 16
6V6G MAZ 10
6F6GRCA 18
6N7 RCA 15
6SN7RCA 20
6SL7 RCA 21
6S41 EST 33
6c33 CB 60

CONDENSATEUR HAUTE TENSION

Radial à picots
10µf 400v 2
22µf 385v 2
33µf 250v 3
47µf 400v 3
68µf 385v 3,5
100µf 385v 3,8
100µf 400v 4
220µf 385v 6
220µf 400v 7,5
AXIAL
8µf 350v 1,5
10µf 350v 2
22µf 350v 2,5

CONDENSATEUR TYPE BOUTEILLE

470µF 350V 15
2400µF 200V 22
3200µf 350v 24
3300µf 400v 30
4700µf 100v 9
4700µf 63v 8
8800µf 63v 11

CONDENSATEUR POLYPROPYLENE

AXIAL
1NF 630V 0,5
3NF 1200V 2
4,7NF 1600V 1
7,5NF 1200V 1
10NF 630V 1
15NF 1600V 1,3
22NF 1600V 2
33NF 400V 2
68NF 400V 2
220NF 630V 2,5
470NF 630V 2,7
1µF 250V MKT 0,8
1,5µf 400v MKT 1
1,5µf 250v MKP 2
3µf 250v MKT 2,5
4,7µf 160v MKP 2,7

RADIAL POLYPROPYLENE

88nf 200v 2
33nf 200v 2,2
39nf 200v 1,5
48nf 200v 2
88nf 400v 1
100nf 200v 0,8
270nf 250v 0,9
470nf 200v 0,9
820nf 400v 1

MASCOTTE

Ampli 10watts mono

Entrée réglable par

potentiomètre ALPS.

Sortie sur banane femelle

Ampli en kit 120euros

Ampli monté 170euros

Options coffret 20euros



Le Dinosaur



2x15watts - 4 6V6 tétrodes

en kit sans coffret.....450

en kit avec coffret.....650

Produit fini.....850

Version 2x20watts 4 EL33 tétrodes

en kit sans coffret.....500

en kit avec coffret.....700

Produit fini.....900

Ce préamplificateur fait trembler le monde du silence



Préampli Haute Gamme - Classe A - avec ou sans Télécommande

Banc d'essai "Revue du Son" Mai 2002 - Sono Musique N°30

Banc d'essai "Haute Fidélité" Septembre 2002

Prix revendeur 2140 €

Prix version Télécommande, A/A - sélection des canaux, potentiomètre motorisé, diodes de fonction 8330 €

UNIQUE AU MONDE

Le Cristal inédit par sa conception

Amplificateur sans aucun composant précédant le tube final.

Ce qui augmente la transparence,

la profondeur de scène,

précision médium aigu,

dynamique exceptionnelle,

rapidité surprenante dans

le grave. 8 Triodes en parallèle

8 watts. Bloc mono chassis haut chromé



Monté prix 1490€

En kit 950€

Auditorium

TSM 151 rue Michel Carré
95100 Argenteuil

Vente par correspondance
forfait + 8 euros de port

ABONNEZ-VOUS

AU MAGAZINE DE RÉFÉRENCE EN ÉLECTRONIQUE

ELECTRONIQUE PRATIQUE
4,50€
290 JANVIER 2005 www.electroniquepratique.com

MAÎTRISEZ LES ROBOTS

- ▶ Commande vocale
- ▶ Télécommande améliorée
- ▶ Module bi-cephale

Éclairage redondant

Automate programmable

Commande des moteurs

RETROUVEZ AUSS :

- ▷ Salon "carte"
- ▷ Les capteurs dans la robotique

FRANCE : 4,50 € + DOM Adh. : 5,70 €
BEL. : 5 € + CR : 7,50 €
CAN. : 9,50 \$ CAN + RP* : 4,50 €
GR. : 4,50 € + TRV : 6,7 \$
MEX. : 5 \$
MAR. : 50 Dh + PORT CONT. : 4,00 €
DOM SURF : 4,00 €

T 02437 395 F 450 €

1 AN D'ABONNEMENT À
ELECTRONIQUE PRATIQUE

11 NUMÉROS *
38,50 €

au lieu de 49,50 €

ÉCONOMISEZ : 11 €

* 11 numéros d'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE
prix kiosque : 4,50 €

+ VOTRE
CADEAU

Un
multimètre
de poche



OUI, je profite de votre offre EXCEPTIONNELLE
et je retourne vite mon coupon à l'adresse suivante :

ELECTRONIQUE PRATIQUE service abonnements - 18/24 quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19
Tél. : 01 44 84 85 16 Fax : 01 42 00 56 92 - Internet : www.electroniquepratique.com

1 AN : 11 numéros
d'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE
au prix de **38,50 €**

DOM par avion : 42,90 € - TOM par avion : 51,70 €
Belgique, Suisse : 44,00 € - Autres pays nous consulter

Je bénéficie d'une petite annonce gratuite

VOTRE CADEAU un multimètre de poche
3 1/2 digit, pratique et utile !

18 pages de mesure - Indication automatique de la polarité.
Livré avec pile d'alimentation, cordons de test et doc en français.
(environ 3 semaines pour la livraison à domicile)

Ci-joint mon règlement par :

Chèque bancaire ou postal Carte Bancaire

N° : _____ Date d'exp. : _____

Signature (obligatoire) : _____

M Mme Mlle Nom/Prenom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Illustration : Jean-Louis Baudry - Photo : J. L. Baudry - Photo : J. L. Baudry - Photo : J. L. Baudry

Petites annonces gratuites

Vds 4 HP Audax WFR24 : 170 €, ampli Thorens PR24 : 550 €, TD125 : 200 €, 2 tweeters Beyma CP21 F : 150 €, 2 tweeters Audax dôme D25 : 60 €, TD160 : 80 €, caisse Beweridge : 380 €, labo photo-couleur : 160 €. Tél. 06 19 05 89 24

Vds lecteur enregistreur Sony TC-D5M, état neuf, peu servi : 650 €. Magnéto K7 Tandberg 3034, révisé (sur facture) : 150 €. Chambres de compression Western Electric 555 + membranes de rechange : 3 900 €. Raccords en fonte pavillon 15A : 1 500 € la paire. Tél. : 06 12 25 18 05.

Vds 5 Cl Led du préampli audiophile à tubes 7308 (n°175 à 178) avec 2 Cl doubleur Latour : 43 € (port compris). Tél. : 06 84 53 12 50.

Rech. Led n°140 ou article concernant ampli classe A 2 x 20 W à tubes EL84. Tél. : 02 40 43 71 02.

Vds tubes audio neufs (90 références) et redresseurs (10 références) de 1930 à 1970. Rare : condos Mica moulés 50 nF et 0,1 µF/2000 V. Liste détaillée sur demande. Tél./Fax : 01 34 66 34 93 (rép.).

Rech. doc et tuner FM à détection de comptage années 60. Numéros de Hobbytronic-HBN et n° 33, 36, 41, 43 et 44 de L'Audiophile. Rech. emploi technicien hifi (Orléans). Tél. : 06 86 82 27 79.

Vds lecteur de laserdiscs Philips CDV486 + 25 films : 110 €. Platine de salon enregistreuse de minidiscs (MD) Sony MDS JE 500 + 36 MD : 100 €. Platine cassette Pioneer CT 339 (dolby B/C/Hx Pro + cali-

bration K7) : 45 €. Stéréo equalizer + analyseur ADC Soundshaper 200 : 30 €. Unique dessin d'art en 60 x 30 cm à l'effigie du tube pentode EL84, à encadrer : 20 €. Frais de port en sus. Tél. : 01 39 43 50 17 ou 06 60 61 56 43.

Vds matériel destiné à l'enregistrement : 2 microphones AKG D125 équipés de prises Canon dans coffret original. 2 câbles (blindés) env. 8 m, équipés, d'un côté, de fiches Canon et, de l'autre, de jacks mono 1/4". 1 pied chromé de hauteur ajustable sur trépied fonte équipé de raccord M12 à 3/8. 1 barre (fixe) pour montage de 4 micros (équipée en 3/8). 1 barre (articulée) pour montage de 2 micros (équipée en 3/8). Pincettes porte-micros diverses. Adaptateurs de filetage (3/8, 5/8 et M12 1,75 ISO, système français). Pied Velbon VS 3. Tél. : 04 42 23 50 99.

Rech. Led n°169 pour compléter ma collection. Tél. : 03 85 89 01 01.

Vds 8 W Hiraga pure classe A, alim séparée : 250 €. A déb. Tél. : 02 98 02 61 33

Vds enc. JBL L36, HP neufs : 450 €. Ampli Audio Research C60 : 1 900 €. Tubes divers (liste sur demande). Tél. : 06 86 84 66 46 (Nord)

Vds CEC TL5100 : 500 €. Préampli Transcendent Sound GG : 390 €. Pot. Dact. 10K : 80 €. 50 µF ASC bain huile 30 €, câble HP hifi câble Puretrans 3M : 60 €. Tél. : 04 66 84 02 68.

Vds RCL-Meter Sefelec numérique programmable 0,01 nano à 0,01 micro. Alimentations simples et doubles. Oscillo

numérique OX750. Télééquipement mémoire DM64 2 x 100 MHz Tektronix à mémoire 7623. Transfos variables 6 A, 12 A, 20 A. Tél. 02 48 64 68 48.

Vds ampli paru dans Led n° 166, 6V6 2 x 12 W en écoute : 380 €. A débattre. Tél. : 01 42 92 56 44 (bureau), 01 46 48 86 83 (dom.).

Ach. pavillons multicellulaires 8, 10 ou 15 cellules : Altec, Vitavox, Philips ou Onken. Pav. Le Dauphin. Adaptateurs moteurs JBL/Altec. Membranes Fenolites pour IPC/Altec 288. Moteurs 2 pouces Philips, IPLCU. Haut-parleurs Altec 515A/IPC LU 1081. Vitavox S2. Ampli 300B Legacy, Mc Intosh MC240, préampli Mc Intosh C11 ou C22. Tél. 03 22 43 11 46.

Ach. Filtre passif Maison de l'audiophile. Cellule DL103. Transfos MDA pour DL103. Platine vinyie EMT 930. Membranes pour tweeters JBL 2402. Moteurs LMT. Copie Pultech PL10. Pavillon grand Sato. Transfos 110-220 V. Tél. 03 22 43 11 46.

Vds 3 transfos BF ACEA 4000/8Ω avec CR linéaire pour Push EL84, EL34 : 160 €. Transfo alimentation 160 V.A. (EL34) : 80 €. Transfo BF Hexacom pour Push triode 3000/8Ω : 140 €. Tél. 01 47 00 33 61.

Vds ampli NAD 2150 2 x 50 W : 400 €. Ampli Scientelec Elysée 40 à EL34, 2 x 40 W : 400 €. Tuner Luxman T-2L : 300 €. Préampli Luxman L222 : 250 €. Egaliseur Nec : 250 €. HP 38 cm Altec 421 : 300 € les deux. HP 46 cm Celestion : 350 € les deux. HP 285 Supravox T285 : 350 € les deux.

Lampemètre. Analyseur distorsion. Tél. : 04 94 91 22 13 (soir).

Vds oscillo. 2 x 60 MHz Tektronic, Hameg : 80 €. Fréq. 1,2 GHz : 70 €. Ampli en panne Pioneer Prologic DTS. Tél. : 06 89 36 57 69 (Rouen).

Vds tubes à vide GZ32, 6V6GT, EL41, GZ40. Tubes miniatures 6AQ5. Rech. tubes à vide 6BA6. Tél. : 03 81 52 66 65.

Vds Supravox 21 cm (T215) : 200 € la paire. Ampli Comelec Classe A, 2 x 20 W, IGBT : 150 €. Tél. : 06 18 14 30 78, e-mail : ptence@chello.fr

Rech. amplis cinéma A116, A123, 26B, 26C, 27B, MI 60, MI 200, Westrex, Mc Intosh. Préamplis C22 et C20, très bon état. Moteur et trompe Altec 806 A16H 811B, 515 Hollywood. Tél. : 06 70 17 67 56.

Vds 2 blocs stéréo Téléwatt SB 280/2 2 x 200 W chacun, 600 € pièce. Ampli et préampli Luxman M383, C383, état neuf : 1150 €. 2 blocs Filson à lampe, très bon état : 1200 €. Préampli Quad C22 : 200 €. Tél. : 06 70 17 67 56.

Vds 2 TS Cuve Magnetic P : 3800 Ω/S : 4-8-16 Ω : 70 €. 2TS capot Ampliton 5000, P : 3800 Ω/S : 4-8-16 Ω : 100 €. TD Garrard 401, très bon état, nue : 200 €. Tél. : 06 73 37 71 13.

Vds lecteur DVD/SACD Sony S9000ES : 870 €. Tél. : 06 07 75 48 35.

Vds câble mod. RCA Audio Quest coral : 120 €. Câble HP Link Monitor argent 2 x 220 cm : 150 €. Tél. : 01 39 79 98 75.

ABONNEZ-VOUS À

6 numéros par an

Led



FRANCE, BELGIQUE, SUISSE, LUXEMBOURG : 19 € AUTRES* : 27 €

NOM : _____

PRÉNOM : _____

N° : _____ RUE _____

CODE POSTAL : _____ VILLE : _____

Le premier numéro que je désire recevoir est le n° _____

* Pour les expéditions «par avion», ajoutez 8 € au montant de votre abonnement.

Ci-joint mon règlement à l'ordre des Editions Périodes : chèque bancaire CCP mandat

A retourner accompagné de votre règlement à :

EDITIONS PÉRIODES, Service abonnements, 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris Tél. : 01 44 84 88 28

VENTE AU NUMÉRO

à adresser aux ÉDITIONS PÉRIODES, Service abonnements, 2 à 12 rue de Bellevue 75019 Paris

N° 158

- Commande d'un moteur Pas à Pas bipolaire avec le kit de développement 68HC11
- Préamplificateur bas niveaux à tubes ECC83/ECC81 pour platines vinyls ou microphones
- Enceinte deux voies Euridia 2000
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (3^{ème} partie)

N° 159

- Commande d'un moteur Pas à Pas Unipolaire avec le kit de développement 68HC11
- Enceinte deux voies Euridia 2000 (2^{ème} partie)
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur l'Anti-Barkhausen (4^{ème} partie)
- Le single : amplificateur de 2 x 8 Weff en classe A

N° 160

- Caméra Kitty : l'interface 12 bits (8^{ème} partie)
- Les Tubes KT88 / KT90 : un push-pull en ultra-linéaire classe AB1 de 2 x 50 Weff
- BC Acoustique/SEAS : kits d'enceintes pour le HC
- Le Single II : amplificateur de 2 x 11 Weff en classe A avec tétrodes 6550

N° 161

- Caméra CCD d'instrumentation : programmation de la carte 12 bits (9^{ème} partie)
- La Coaxiale : mini enceinte de 5 litres
- Le Triode 845 : amplificateur de 2 x 18 Weff en Single End sans contre-réaction (1^{ère} partie)

N° 162

- Boîte de mesure secteur
- GBF Synthétisé 0,1 Hz - 102,4 kHz (1^{ère} partie)
- Horloge murale avec fonction Thermomètre : une application du kit de développement 68HC11
- Le Triode 845 : amplificateur de 2 x 18 Weff en Single End sans contre-réaction (2^{ème} partie)

N° 163

- Filtre actif 2 voies à triodes ECC83, pente d'atténuation de 12 dB/octave
- GBF synthétisé 0,1 Hz - 102,4 kHz : 2 sorties multifonctions à déphasage programmé ou sinus vobulé avec marqueur (2^{ème} partie)
- Le Triode 845 (3^{ème} partie)
- Milli-Ohmmètre de précision

N° 168

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Préampli haut niveau à tubes : ECC83 / ECC81 4 entrées / 2 sorties à basse impédance
 - Un bloc amplificateur mono de très forte puissance : 280 Weff/8 Ω avec des LM3886 (1^{ère} partie)

N° 169

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Amplificateur de 2 x 60 Weff : un push-pull de tétrodes 6550 avec déphaseur 6SN7
 - Préampli à tubes ECC83/ECC81. Complément d'informations du haut niveau au bas niveau (2^{ème} partie)
 - Un bloc amplificateur mono de très forte puissance : 280 Weff/8 Ω avec des LM3886 (2^{ème} partie)

N° 170

- Correcteur d'acoustique 10 voies à amplis OP à FET OPA-604AP
- Le MICROCONTROLEUR SX28 (Scénix). Réalisation d'un chrono de précision (3^{ème} partie)
- Filtre actif triphonique de 24 dB/Octave. Aiguillage à 100 Hz
- Amplificateur classe A de 2 x 15 Weff avec tétrodes 6V6

N° 172

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Push-Pull de 845 : Bloc mono 40 Weff (1^{ère} partie)

N° 173

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Push-Pull de 845 : bloc mono 40 Weff (2^{ème} partie)
 - Les alim. HT pour amplis à tubes (1^{ère} partie)

N° 174

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Et si on parlait de «tubes»? Remontons en arrière voulez-vous? (Cours n°1)
 - Compte rendu d'écoute du push-pull 845
 - Amplificateur en classe A Single-End avec MOS-FET 2SK1058, sans contre réaction
 - Dispositif d'alimentation pour le rétro-éclairage des modules LCD
 - Les alim. HT pour amplis à tubes (2^{ème} partie)

N° 175

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- La clé de l'électronique à tubes. (Cours n°2)
 - Single End en quatuor avec tubes 7189 ou EL84M
 - Filtre actif 2 voies butterworth ordre 6 36 dB/octave
 - Préamplificateur audiophile de très haute performance (1^{ère} partie)

N° 176

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- La clé de l'électronique à tubes. (Cours n° 3)
 - SRPP et bêta-follower
 - Réalisation pratique du Préamplificateur audiophile (2^{ème} partie)
 - Amplificateur stéréophonique double Push-Pull de triodes 6AS7-G ou 6080 : 2 x 18 Weff

N° 177

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- La clé de l'électronique à tubes. (Cours n° 4)
 - Mu-Follower de puissance mono-tube (1^{ère} partie)
 - Préamplificateur audiophile 6 entrées (3^{ème} partie)
 - K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : la tête optique (1^{ère} partie)
 - Push-pull de 2A3 : 2 x 12 Weff / 4 et 8 Ω sans contre-réaction

N° 179

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 6)
 - Amplificateur Push-Pull d'EL84 2 x 12 Weff

N° 180

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 7)
 - Alimentation haute tension à très faible bruit

N° 181

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 8)
- L'amplificateur multicanal GK Five (1^{ère} partie)
- L'enceinte Euphonie/Vifa « Double six »
- Le push-pull de triodes 845
- Alimentation haute tension à très faible bruit (2^{ème} partie)

N° 182

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 9)
- De la théorie à un (petit) peu de pratique
- Lampemètre professionnel (3^{ème} partie)
- Préamplificateur tous tubes pour Home Cinéma (1^{ère} partie)
- L'amplificateur multicanal GK Five (2^{ème} partie)

N° 183

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 10)
- De la théorie à un (petit) peu de pratique
- Ampli intégré à 4 entrées (push-pull ECL86)
- Préamplificateur tous tubes pour Home Cinéma (2^{ème} partie)
- L'amplificateur multicanal GK Five (3^{ème} partie)
- Amplificateur de mesure à faible bruit
- Afficheur bargraph pour analyseur audio (1^{ère} partie)

N° 184

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 11)
- De la triode à la pentode
- Amplificateur « single end » à triode/pentode ECL86
- Analyseur audio 16 voies (2^{ème} partie)
- Amplificateur pour écoute au casque à tubes
- L'amplificateur multicanal GK Five (4^{ème} partie)
- Préamplificateur tous tubes pour Home Cinéma (3^{ème} partie)

N° 185

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 12)
- De la théorie à la pratique : les alimentations
- Analyseur de distorsion harmonique
- Amplificateur pour écoute au casque à transistors
- Préamplificateur tous tubes pour Home Cinéma (4^{ème} partie)
- Alimentation haute tension de laboratoire réglable de 50 V à 450 V sous un courant de 500 mA

N° 186

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 13)
- De la théorie à la pratique : les alimentations - Le redressement
- Alimentation haute tension de laboratoire réglable de 50 V à 450 V sous un courant de 500 mA (2^{ème} partie)
- Préampli mu-follower à ECL86
- Tout savoir sur le surround
- Amplificateur Home Cinéma module 50 W/8 Ω à tétrodes 6005 (5^{ème} partie)

Je vous fais parvenir ci-joint le montant de €

par CCP chèque bancaire mandat

4,60 € le numéro (ou la photocopie d'article)
(frais de port compris)

Je désire :

...n° 158 ...n° 162 ...n° 182 ...n° 186

...n° 159 ...n° 163 ...n° 183

...n° 160 ...n° 170 ...n° 184

...n° 161 ...n° 181 ...n° 185

NOM : PRÉNOM :

N° : RUE :

CODE POSTAL : VILLE :

Photocopies d'articles

**PRÉCISER NUMÉRO DU MAGAZINE
ET TITRE DE L'ARTICLE**

NOUVEAU NOUVEAU NOUVEAU

Fini les découpes ardues sur un coin de table, les erreurs d'implantation, les outils coûteux ...

Grâce aux châssis pré-perçés, **TUB'OX**, monter votre propre ampli à tubes devient un jeu d'enfant.

N'hésitez plus !!!



Modèles génériques ou étudiés pour les CI du magazine LED. Finitions acier brut, noir mat (peinture four) ou Inox miroir

Tous nos ensembles châssis comprennent :

1. Une plaque supérieure prédécoupée (modèle au choix)
2. Une ceinture face avant et côtés (3 trous de 10mm dont un sélecteur 4 entrées avec diodes Led (compatible CI du push pull ECL86 LED n° 183), une face arrière comportant une réservation pour socle secteur, 2 rangées de 4 trous pour les RCA d'entrée (compatible CI du push pull ECL86 n° 183), 4 trous pour les sorties HP), une plaque de fond aérée.
3. Un sachet de quincaillerie assorti à la finition et 4 pieds noirs.

Le Best of de LED : Push de 6550 (LED n° 169) : réf : GM-6550-LED

disponible

Grand modèle livré avec plaque perforée pour : Transfo d'alimentation, 2 transfos de sortie, 1 self, 4 découpes support octal (push-pull de 6550, KT 88 ou EL 34), 2 découpes supports octal (déphaseurs 6SN7) et 2 découpes noval (préamplificateurs EF86).
Dim : 370 x 270 x 50mm (L x P x H). Compatible avec les Circuits Imprimés de LED.

Le Générique : Push EL34, 6L6, 6AS7 etc.. « câblage en l'air » : réf GM-OCT-GENE

disponible

Grand modèle livré avec plaque perforée pour : Transfo alimentation, 2 transfos de sortie, condensateur de filtrage, 4 supports octal pour les push-pull, 2 supports octal (déphaseurs 6SN7) et 2 supports noval (EF86, ECCxx). Toutes les découpes sont prévues pour support de lampes à visser. 4 trous supplémentaires de 3mm pour fixation d'une barrette à cosses transversale (afin de faciliter le câblage en l'air). Dim : 370 x 270 x 50 mm (L x P x H). **Accessoires** : Ensemble : barrette à cosses double rangée L = 330mm pré-perçée, entretoises de fixation et 6 barrettes de câblage 5 cosses. réf : BC-OCT-GENE : 15 Euros

**Réservez les
dès aujourd'hui**

Push Pull ECL86 (LED n° 183) : Première série de 30 pièces disponible en mars 2005 (Attention: nombreuses demandes !)

Réf : PM-ECL86-LED

Petit modèle livré avec plaque perforée pour : Transfo d'alimentation, 2 transfos de sortie, 4 supports noval (2 push-pull de ECL 86), un condensateur de filtrage. Toutes les découpes sont prévues pour les circuits imprimés du LED n° 183.

Autres modèles en préparation :

Bloc mono push-pull 845 LED réf : GM-845-PP

Tarifs	GM : Tôle brute (à peindre) : 150 Euros	Finition noir mat : 170 Euros	Finition luxe Inox miroir : 250 Euros
	PM : Tôle brute (à peindre) : 110 Euros	Finition noir mat : 130 Euros	Finition luxe Inox miroir : 200 Euros

Conditions de vente : Tarifs TTC

Règlement par chèque joint à la commande, port et emballage en sus.

Colissimo France métropolitaine pour un châssis GM : 13 Euros

Les châssis **TUB'OX** sont commercialisés par TUBOX Le Bourg 01540

Perrex. Renseignements **06 82 19 24 03** ou tubox@wanadoo.fr.

Distributeur : (voir annonces dans la revue)

Fréquence Tubes (01 40 16 45 51) **ACEA (05 61 07 55 77)**

Important : un modèle particulier vous intéresse : faites en part à tubox@wanadoo.fr

Nous lancerons l'étude d'un modèle en priorité s'il est très demandé.

**Distributeurs :
Contactez-nous**

elc

la qualité au sommet

Montez en **puissance** avec les nouvelles alimentations

- + Ventilation contrôlée
- + Véritable troisième voie
- + Série ou parallèle avec lecture directe

NOUVEAU!

AL 936N

la nouvelle référence professionnelle



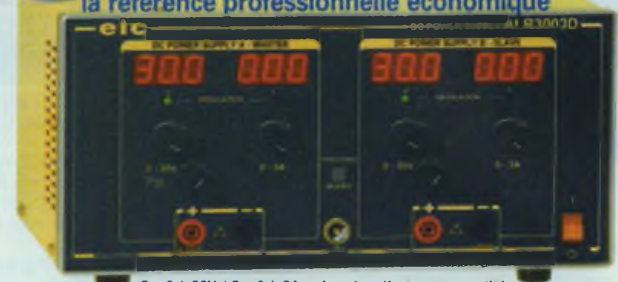
Voies principales
 2 x 0 à 30 V / 2 x 0 à 3 A
 ou 1 x 0 à 30 V / 0 à 3 A
 ou 1 x 0 à 30 V / 0 à 6 A
 ou 1 x 0 à 60 V / 0 à 3 A

Sortie auxiliaire
 séparé 2 à 5,5 V / 3 A
 tracking 5,5 V à 15 V / 1 A
 lecture U ou I
 série **592,02 €**

NOUVEAU!

ALR3003D

la référence professionnelle économique



2 x 0 à 30 V / 2 x 0 à 3 A
 ou 1 x 0 à 30 V / 0 à 3 A tracking
 ou 1 x 0 à 60 V / 0 à 3 A
 ou 1 x 0 à 30 V / 0 à 6 A

séparé (*mise en parallèle
 extérieure possible
 par l'utilisateur)
 série **502,32 €**

Prix TTC

AL 934A



0 à 30V / 0 à 10A **416,21 €**

AL 942



0 à 30V / 0 à 2A et chargeur de batterie au Pb. **149,50 €**

AL 781NX



0 à 30V / 0 à 5A **321,72 €**

AL 843A



6 ou 12V / 10A = et - ou 24V / 5A = et - **238,00 €**

AL 941



0 à 15V / 0 à 3A et chargeur de batterie au Pb. **145,91 €**

NOUVEAU!

ALF1205M



6V et 12V / 5A **155,48 €**

NOUVEAU!

ALF1201M



6V et 12V / 1A **83,72 €**

AL 923A



1,5 à 30V / 5A à 30V et 1,5A à 1,5V **155,48 €**

AL 901A



1 à 15V / 4A à 15V et 1A à 1V **102,86 €**

- + Trois voies simultanées
- + Mémorisation des réglages
- + Logiciel fourni

AL 901S



interface RS 232
 ±0 à 15V / 1A ou 0 à 30V / 1A
 2 à 5,5V / 3A
 -15 à +15V / 200mA **238,00 €**

AL 925



6 ou 12V / 5A = et - **130,36 €**

AL 841B



3V 4,5V 6V 7,5V 9V / 12V / 1A **40,66 €**

AL 890N



+ et -15V / 400mA **49,04 €**

elc

59, avenue des Romains - 74000 Annecy
 Tél. 33 (0)4 50 57 30 46 - Fax 33 (0)4 50 57 45 19

En vente chez votre fournisseur de composants électroniques
 ou les spécialistes en appareils de mesure

Je souhaite recevoir une documentation sur :

Nom

Adresse

Ville Code postal

ACEA FÊTE SES 30 ANS (1975-2005)

LA QUALITÉ AÉRONAUTIQUE MILITAIRE ET SPATIALE AU SERVICE DE L'AUDIOPHILE

PUSH-PULL de 6550

Led N°169



Kit comprenant :

- Le transformateur d'alimentation	103,70 €
- 2 transfos de sortie 3 800 Ω	207,30 €
- 1 self 10 H	53,40 €
- 4 capots nickelés	73,20 €
- 4 OCTAL châssis	18,40 €
- 2 OCTAL CI	9,20 €
- 2 NOVAL CI	6,70 €
- 2 tubes EF86	40,00 €
- 2 tubes 6SN7GT	43,60 €
- 4 tubes 6550 (Electro-Harmonix)	186,80 €
- 1 condensateur 470 µF/500 V	30,00 €
Frais de port	25,90 €
Total :	798,20 €
Remise sur kit	- 78,20 €
Total TTC	720 €

Total avec boîtier finition noir mat voir Led n°187 page 49 **890 €**
 Total avec boîtier finition inox miroir **970 €**

PROMOS

Valables pour toute commande reçue avant le 31/03/2005

PUSH PULL ECL86

2 x 12 W Led N°183



Kit comprenant :

- Le transformateur d'alimentation	70,00 €
- 2 TS 9000 Ω (tôle 80 x 96)	130,00 €
- 1 self de filtrage	26,00 €
- 1 condo 1500 µF/350 V	27,40 €
- 4 tubes ECL86 Philips	70,00 €
- 4 supports NOVAL CI	18,40 €
- 3 capots nickelés	54,90 €
- 1 cordon alimentation	5,00 €
Frais de port	25,91 €
Total :	427,61 €
Remise sur kit	- 62,61 €
Total TTC	365 €

Total avec boîtier finition noir mat voir Led n°187 page 49 **495 €**
 Total avec boîtier finition inox miroir **565 €**

PRÉAMPLI RIAA

Led N°187



- 1 Transfo alim réf. ACEA 7095/C	45,00 €
- 2 tubes EF86 + 3 tubes ECC81	97,85 €
+ 4 supports Noval	
Frais de port	22,11 €
Total :	164,96 €
Remise sur kit	- 14,96 €
Total TTC	150 €

AMPLI HOME CINÉMA 50W

Led N°186

- 1 Transfo alim réf. ACEA 6975	85,00 €
- 1 transfo de sortie 2 000 Ω/50W	103,60 €
- 10 tubes 6005 + supports CI	140,00 €
- 2 tubes 5725 CSF + supports CI	16,80 €
- 1 condensateur - 470 µF/450V (C22 - 5 picots)	16,00 €
Frais de port	21,80 €
Total :	383,20 €
Remise sur kit	- 33,20 €
Total TTC unitaire	350 €

Photos non contractuelles. IMPORTANT : sur la commande de matériel, joindre le règlement et indiquer votre numéro de téléphone



6 rue François Verdier - 31830 PLAISANCE DU TOUCH (près de TOULOUSE)

Tél. : 05 61 07 55 77 / Fax : 05 61 86 61 89

Site : acea-fr.com / email : bernard.tonlatil@acea-fr.com

TRANSFORMATEURS DE SORTIES

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Prix TTC Euros
136-154-166	4000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	97,60
138	5000 Ω	4/8 Ω	5 W	50,30
140-170-175	1250 Ω	8 Ω	Single 20 W	80,00
143-167	2000 Ω	4/8 Ω	100 W	103,60
146	625 Ω	4/8 Ω	Single 40 W	103,60
146-150	6600 Ω	4/8 Ω	50 W	103,60
183	9000 Ω	4/8 Ω		83,80
152	2,3/2,8/3,5 kΩ	4/8/16 Ω	30 w circuit C en cuve	213,40
155	8000 Ω	4/8/16 Ω	20 W	94,50
157/160/169	3800 Ω	4/8/16 Ω	80 w	103,60
159-171-173	3500 Ω	4/8 Ω	15 W Circuit C en Cuve	141,80
161-162	Circuit C. Modèle en Cuve pour Single tube 845 (impéd. 4/8 Ω)			248,20
187	2000 Ω	4/8 Ω		103,60
172-173	Circuit C. Modèle en Cuve pour Push-Pull 845 (impéd. 4/8 Ω)			259,20

A compter du 15 septembre, boîtiers disponibles. Nous consulter.

SELFS

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Prix TTC Euros
146-152	EI / 10 H	53,40	161-162 Circuit C / 7H	44,20
151-170	Circuit C / 3 H	44,20	175 Torique	28,00

LAMPES PRIX A L'UNITÉ

Pré-amplifications + Valves		Tubes de puissance			
5725 CSF + sup. 8,40 € (par 10 et +)					
ECC81	13,70	6SN7GT	21,80	6C33C B Sovtek	52,00
ECC82	9,10			EL34 Testa	24,20
ECC83	12,20	EZ80	16,60	KT88 Testa	46,70
ECC82	10,70			845 Chine	74,00
EF86	20,00	G232	15,20	KT90	60,00
				2A3 Sovtek	48,00
				EL84 E.H.	12,00
				6550 E.H.	46,00
				6L6 E.H.	26,00
				6V8 E.H.	15,00
				300B E.H.	196,00

Port pour les lampes de 1 à 4 : 7,62 € et de 5 à 10 : 9,91 €
 (gratuit avec achat d'un jeu de 3 transfos).

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

faible induction 1 Tesla - capoté - primaire 230 V avec écran

LED N°	Secondaires	Prix TTC Euros					
136-140	2 x 225 V - 2 x 6,3 V	79,30					
138	2 x 300 V - 2 x 6,3 V	64,00					
142	2 x 300 V - 2 x 6,3 V tôle (PR001)	57,20					
143-145	2 x 230/240 V - 12 V	90,70					
146-150	2 x 380 - 2 x 6,3 V - 5 V	90,70					
147-148	PREAMPLI TUBES circuits "C"	74,70					
149-158	ALIM H.T. / Préampli tubes 2 x300 V - 2 x 6,3 V	77,80					
152	Prim 230 V - Ecran - Sec 2 x 300 V - 2 x 6,3 V	97,60					
154-159-160	Prim 230 V - Ecran - Sec 2 x 380 V-5 V-6,3 V	88,40					
155	Prim 230 V - Ecran - Sec 2 x 230 V ou 2 x 330 V + 12 V	79,30					
157-160	Prim 230 V - Ecran - 380 V + 6,3 V + 4 x 3,15 V	90,00					
161-162-163	Prim 220 V / 230 V - Ecran - 2 x 330 V - 6,3 V en cuve	174,45					
172-173	Prim 230 V - Sec : 2 x 12 V - Ecran 53,36 € avec capot et 81,00 € en cuve						
163	Prim 230 V - Sec 2 x 240 V + 12 V - Ecran (Filtre Actif)	53,40					
166/170	Prim 230 V - Ecran - Sec 2 x 230 V + 6,3 V + 6,3 V - 4,5 A	85,40					
KIT LED 168 ou 169 comprenant 2 Transfos d'alim, 3 Supports, 3 Tubes (port compris)		95,00					
167/169	Prim 230 V - Ecran - Sec 400 V + 6,3 V + 4 x 3,15 V + 7,5 V	103,70					
171	Prim 230 V - Ecran - 2 x 360 V - 6,3 V / 2 A + 6,3 V / 5 A	88,40					
KIT LED 176 - PRE-AMPLI TRANSFO DOUBLE "C" + 1 SELF en "C" (port compris)		104,00					
Avec en plus 2 selfs 45 mH et 2 selfs 1,7 H		153,00					
SUPPORTS DE TUBES							
Noval C.I.	3,35	OCTAL C.I.	4,60	4 coses "300B"	9,90	capot nickelé	18,30
Noval Châssis	4,60	OCTAL Châssis	4,60	Jumbo (845) arg	18,00	Noval C.I. 7 broches	3,30
CONDENSATEURS							
1 500 µF / 350 V	27,40	470 µF / 450 V	16,00	150 000 µF / 16 V	33,50		
2 200 µF / 450 V	53,40	470 µF / 500 V	30,00	47 000 µF / 16 V	15,00		

CONDITIONS DE VENTE : France métropole : Règlement par chèque, dint à la commande.

PORT : 12,20 € le premier transfo, 4,57 € en plus par transfo supplémentaire.

Minimum de facturation TTC : 50 € (port non compris) Si inférieur, frais de traitement 6,40 € en sus



79, rue d'Amsterdam
75008 Paris
Tél. : 01 48 78 03 61
Fax : 01 40 23 95 66
cice.industrie@wanadoo.fr

**Réparation Haut Parleur
et vente de pièces détachées d'origines :**
TAD - RADIAN - JBL - FOSTEX - SELENIUM -
B&C - SOLTON - ALTEC
L'ensemble de ces produits est disponible en neuf
ainsi que leurs accessoires et leurs complémentaires,
permettant d'élaborer des systèmes audio



COMPRESSION HAUT DE GAMME



Ces compressions sont équipées de diaphragmes en alliage d'aluminium spécial et de suspensions en mylar, ce qui donne à ces drivers une linéarité surprenante et un rendement élevé du fait de la légèreté de l'équipage mobile. Ces composants sont disponibles en 8 et 16 Ω.

Compressions drivers

450 PB :	1 pouce	25 W	800 Hz à 20 kHz	105 dB	162 € ttc
465 PB :	1 pouce	40 W	800 Hz à 20 kHz	107 dB	217 € ttc
475 PB :	1 pouce	50 W	800 Hz à 21 kHz	109 dB	253 € ttc
636 PB :	1,4 pouce	50 W	500 Hz à 20 kHz	110 dB	272 € ttc
745 PB :	1,4 pouce	65 W	500 Hz à 20 kHz	111 dB	360 € ttc
835 PB :	1,4 pouce	75 W	500 Hz à 20 kHz	113 dB	490 € ttc
651 PB :	2 pouces	50 W	500 Hz à 20 kHz	110 dB	272 € ttc
760 PB :	2 pouces	60 W	500 Hz à 20 kHz	111 dB	360 € ttc
850 PB :	2 pouces	75 W	500 Hz à 20 kHz	113 dB	490 € ttc
950 PB :	2 pouces	100 W	500 Hz à 20 kHz	111 dB Neodin	780 € ttc

bobine 4 pouces.

Haut-parleurs

2208B :	8 pouces	200 W	58 Hz à 4,5 kHz	95 dB à 100 Hz	168 € ttc
2212B :	12 pouces	300 W	52 Hz à 3,5 kHz	93 dB	223 € ttc
2312 :	12 pouces	400 W	48 Hz à 3,5 kHz	96 dB	358 € ttc
2215B :	15 pouces	500 W	45 Hz à 2,5 kHz	97 dB	360 € ttc
2216 :	15 pouces	600 W	45 Hz à 3,5 kHz	96 dB	368 € ttc
2218 :	18 pouces	600 W	26 Hz à 280 Hz	95 dB	420 € ttc

Haut-parleurs coaxiaux

365 :	6,5 pouces	75 W	60 Hz à 18 kHz	92 dB	95 € ttc
365 T :	6,5 pouces	75 W	60 Hz à 18 kHz, ligne 100 V	92 dB	136 € ttc
508/2B :	8 pouces	200 W	55 Hz à 20 kHz HF 1P	95 dB	313 € ttc
5208 B :	8 pouces	200 W	55 Hz à 20 kHz HF 1P	96 dB	366 € ttc
5212 B :	12 pouces	300 W	55 Hz à 20 kHz HF 1P	94 dB	382 € ttc
5312 :	12 pouces	500 W	60 Hz à 20 kHz HF 2P	96 dB	642 € ttc
5215 B :	15 pouces	500 W	45 Hz à 20 kHz HF 2P	97 dB	740 € ttc



FOSTEX

DISTRIBUTEUR FOSTEX
Toute la gamme disponible en stock
Pièces détachées d'origine

SYSTÈMES HAUT RENDEMENT en démonstration permanente.
Équipement : RADIAN / TAD / ELECTRO VOICE et production
CICE Industrie, Haut Parleur et compressions.
Réalisation : en 2, 3, et 4 Voies : Actif ou Passif.
Pavillons : Bois ou Métal.
Amplification : à Transistors ELECTRO VOICE /
DYNACORD ou Tubes, VERDIER ou Réalisation LED.
Nos Kits sont fournis avec plan complet, et conseils de
réalisation pour petits et gros systèmes.



HAUT PARLEUR RADIAN.

Toute la nouvelle gamme en présentation et développement des
systèmes coaxiaux de tous diamètres.



Pavillon bois massif



2208B

950PB



2216

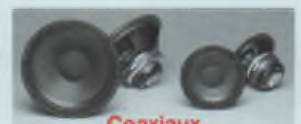
Encintes finies
RADIAN de
type RCX utilisant
les Coaxiaux, et une
gamme très complète
de composants acoustiques
vous permettant de réaliser toute
configuration HiFi et Home Cinéma.



Sortez des sentiers battus et ne vous laissez plus abuser par des légendes obsolètes qui n'ont plus
lieu d'être, souvent de fabrication douteuse, et n'hésitez pas à découvrir des produits modernes qui
bénéficient des dernières technologies que vous utilisez dans la vie de tous les jours.

**RÉPARATION ENCEINTES
HIFI ET PROFESSIONNELLES
RECONDITIONNEMENT ET RÉFECTION**

**OPTIMISATION DES SYSTEMES ACOUSTIQUES
SONORISATION
INSTRUMENTATION - HIFI**



Coaxiaux

SYSTEME d'amplification et de filtrage numérique DYNACORD

Station technique : Electro Voice - RADIAN - JBL - Reconditionnement et optimisation de tous systèmes.

Distributeur officiel : DYNACORD - Haut Parleurs Electro Voice - Composants et enceintes RADIAN.

Horaires : Lundi 14H00 - 18H00

Mardi au Vendredi : 10H00 - 18H30

Samedi : 10h00 - 18H00