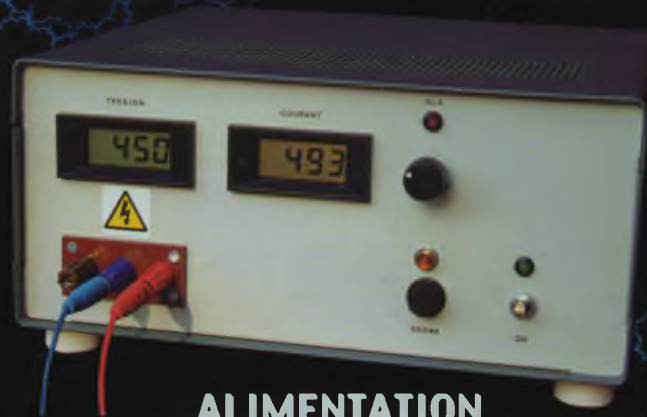
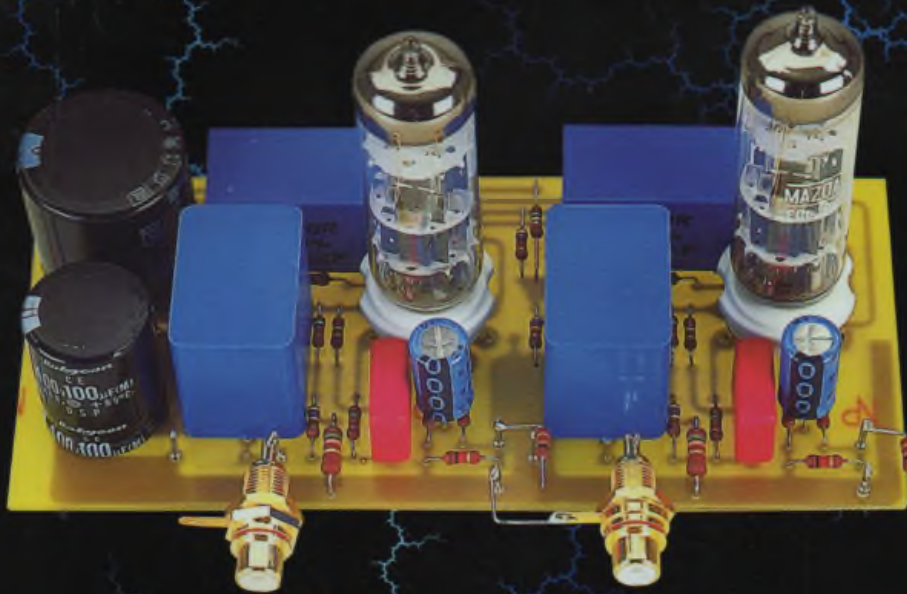


# Leed

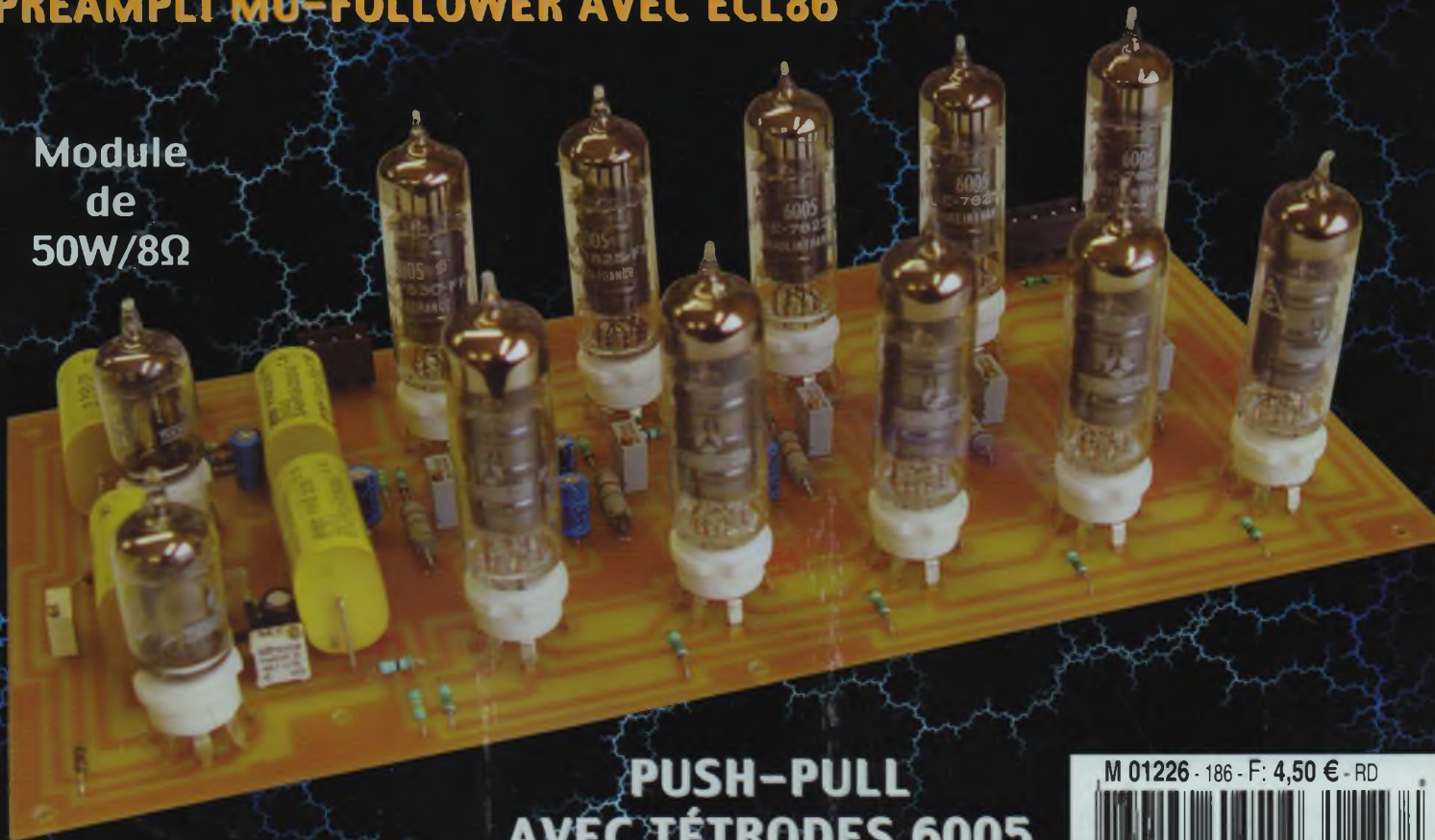
COURS N° 13 : ET SI ON PARLAIT : « TUBES »  
LES ALIMENTATIONS - LE REDRESSEMENT  
ALIMENTATION H.T. DE LABO 50/450 V-500 mA  
PRÉAMPLI MU-FOLLOWER AVEC ECL86  
TOUT SAVOIR SUR LE SURROUND  
PUSH-PULL 50 W/8 Ω AVEC TÉTRODES 6005



**ALIMENTATION  
HAUTE TENSION DE LABORATOIRE  
50/450 V-500 mA**

## PRÉAMPLI MU-FOLLOWER AVEC ECL86

**Module  
de  
50W/8Ω**



**PUSH-PULL  
AVEC TÉTRODES 6005**



# Quoi de Neuf chez Selectronic ...

## Kits AUDIOPHILES

**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE



### Section FILTRE ACTIF

• Cellules R-C à pente 6 dB cascades • 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.

### 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).

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

## Kit Triphon II

### Série GRAND MOS

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



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 vinyl 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



# Led

**Société éditrice :****Editions Périodes**

Siège social :

2-12 rue de Bellevue,  
75019 ParisSARL 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

André Cocheteux

Bernard Duval

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****6**

## L'ÉLECTRONIQUE À TUBES LES ALIMENTATIONS - LE REDRESSEMENT (COURS N° 13)

On peut affirmer, sans se tromper, que la moitié des performances des appareils audio, qu'ils soient à tubes ou à transistors, est due aux qualités de leurs alimentations. Des principes de base bien compris peuvent éviter bien des errements.

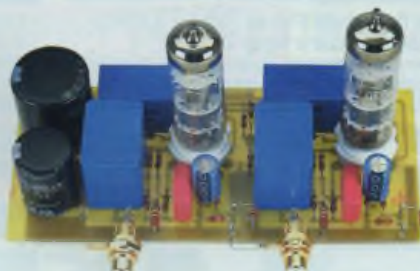
**14**

## ALIMENTATION HAUTE TENSION DE LABORATOIRE (2<sup>E</sup> PARTIE)

La première partie de l'alimentation haute tension ayant surtout été consacrée au fonctionnement théorique des trois cartes (circuits de commande, de pré-régulation et de régulation), voyons maintenant l'assemblage des modules ainsi que leurs interconnexions dans le boîtier.

**22**

## PRÉAMPLI MU-FOLLOWER À ECL 86



Vous êtes très nombreux à apprécier les qualités exceptionnelles d'écoutes des étages Mu-follower. Pour ces raisons, nous avons appliqué ce principe à la triode/pentode de puissance ECL 86.

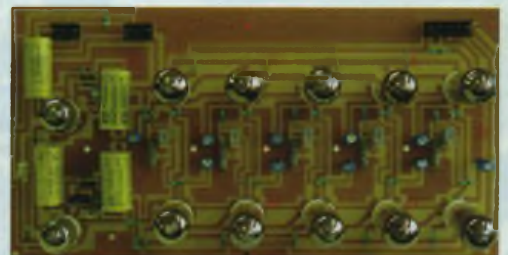
**28**

## TOUT SUR LE SURROUND

1877... 2004... Il a fallu 127 ans pour qu'enfin on y arrive !... 127 ans entre les premiers sons enregistrés par Edison et le son multicanal à la portée de tous... On a enfin réussi à faire « sortir le son de la boîte » !...

**38**

## AMPLIFICATEUR HOME CINÉMA MODULE 50W/8Ω À TÉTRODES 6005 (5<sup>E</sup> PARTIE)



Le module amplificateur proposé est un quintuple Push-Pull de tétrodes 6005 qui peut fournir une puissance de 50 W eff. L'étage de puissance est « drivé » par un déphaseur bi-cathodes, ce qui n'est pas commun. Ce déphaseur est construit autour de pentodes 5725 utilisées ici en triodes. Son alimentation haute tension est stabilisée par un transistor Mosfet BUZ 41.

**48**

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

**49**

## 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.

# 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<sup>ème</sup> partie)

## N° 159

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

## N° 160

- Caméra Kitty : l'interface 12 bits (8<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> partie)
- La Coaxiale : mini enceinte de 5 litres
- Le Triode 845 : amplificateur de 2 x 18 Weff en Single End sans contre-réaction (1<sup>ère</sup> partie)

## N° 162

- Boîte de mesure secteur
- GBF Synthétisé 0,1 Hz - 102,4 kHz (1<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> partie)
- Le Triode 845 (3<sup>ème</sup> 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<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> partie)
- Un bloc amplificateur mono de très forte puissance : 280 Weff/8 Ω avec des LM3886 (2<sup>ème</sup> partie)

## N° 170

- Correcteur d'acoustique 10 voies à amplis OP à FET OPA-604AP
- Le MICROCONTROLEUR SX28 (Scénix). Réalisation d'un chronomètre de précision (3<sup>ème</sup> 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 de 40 Weff (1<sup>ère</sup> partie)

## N° 173

**Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :**

- Push-Pull de 845 : bloc mono de 40 Weff (2<sup>ème</sup> partie)
- Les alimentations H.T. pour amplificateurs à tubes (1<sup>ère</sup> partie)

## N° 174

**Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :**

- Et si on parlait : « 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 alimentations pour amplificateurs à tubes (2<sup>ème</sup> 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 buttherworth ordre 6 36 dB/octave
- Préamplificateur audiophile de très haute performance (1<sup>ère</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>ère</sup> partie)
- Préamplificateur audiophile 6 entrées (3<sup>ème</sup> partie)
- K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : la tête optique (1<sup>ère</sup> partie)
- Push-pull de 2A3 : 2 x 12 Weff / 4 et 8 Ω sans contre-réaction

## N° 179

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 6)
- Lampemètre professionnel (1<sup>ère</sup> partie)
- K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : l'interface 12 bits (3<sup>ème</sup> partie)
- Amplificateur Push-Pull d'EL84 en ultra linéaire : 2 x 12 watts efficaces

## N° 180

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 7)
- Lampemètre professionnel (2<sup>e</sup> partie)
- K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : le programme d'acquisition Kool (4<sup>e</sup> partie)
- Préamplificateur SRPP : 5 entrées
- 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<sup>ère</sup> partie)
- L'enceinte Euphonie/Vifa « Double six »
- Le push-pull de triodes 845
- Alimentation haute tension à très faible bruit (2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> partie)
- Préamplificateur tous tubes pour Home Cinéma (1<sup>ère</sup> partie)
- L'amplificateur multicanal GK Five (2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> partie)
- L'amplificateur multicanal GK Five (3<sup>e</sup> partie)
- Amplificateur de mesure à faible bruit
- Afficheur bargraph pour analyseur audio (1<sup>ère</sup> 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<sup>e</sup> partie)
- Amplificateur pour écoute au casque à tubes
- L'amplificateur multicanal GK Five (4<sup>e</sup> partie)
- Préamplificateur tous tubes pour Home Cinéma (3<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> partie)
- Alimentation haute tension de laboratoire réglable de 50 V à 450 V sous un courant de 500 mA

Je vous fais parvenir ci-joint le montant de ..... €

Je désire :

par CCP  chèque bancaire  mandat

...n° 158  ...n° 162  ...n° 180  ...n° 184   
 ...n° 159  ...n° 163  ...n° 181  ...n° 185   
 ...n° 160  ...n° 170  ...n° 182   
 ...n° 161  ...n° 179  ...n° 183

**4,60 € le numéro (ou la photocopie d'article)**

(frais de port compris)

NOM : ..... PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

CODE POSTAL : ..... VILLE : .....

**Photocopies d'articles**

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



## DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE LES ALIMENTATIONS LE REDRESSEMENT

On peut affirmer, sans se tromper, que la moitié des performances des appareils audio, qu'ils soient à tubes ou à transistors, est due aux qualités de leurs alimentations. De très nombreux montages, au demeurant parfaitement optimisés, sont « nourris » par une alimentation déficiente, mal calculée ou, à l'inverse, par une « usine à gaz » surdimensionnée en condensateurs de filtrage, souvent affublée d'une stabilisation mal « fagotée », source de sur-oscillations, d'intermodulations transitoires et autres perturbations.

**C**es dysfonctionnements ont souvent pour cause une méconnaissance des principes de base qui, lorsqu'ils sont bien compris, peuvent éviter bien des errements. De gros condensateurs de filtrage ? Pourquoi pas ! Mais avez-vous pensé au transformateur et aux redresseurs placés en amont ? Avez-vous songé aux constantes de temps de la courbe enveloppe (lire Cours n°12, Led n°185), aux crêtes de sur-intensité, aux harmoniques « secteur » engendrés par le redressement et la saturation des tôles du transformateur à chaque alternance de la tension d'alimentation (ce phénomène entraîne un « crrrrr »... très désagréable dans les haut-parleurs).

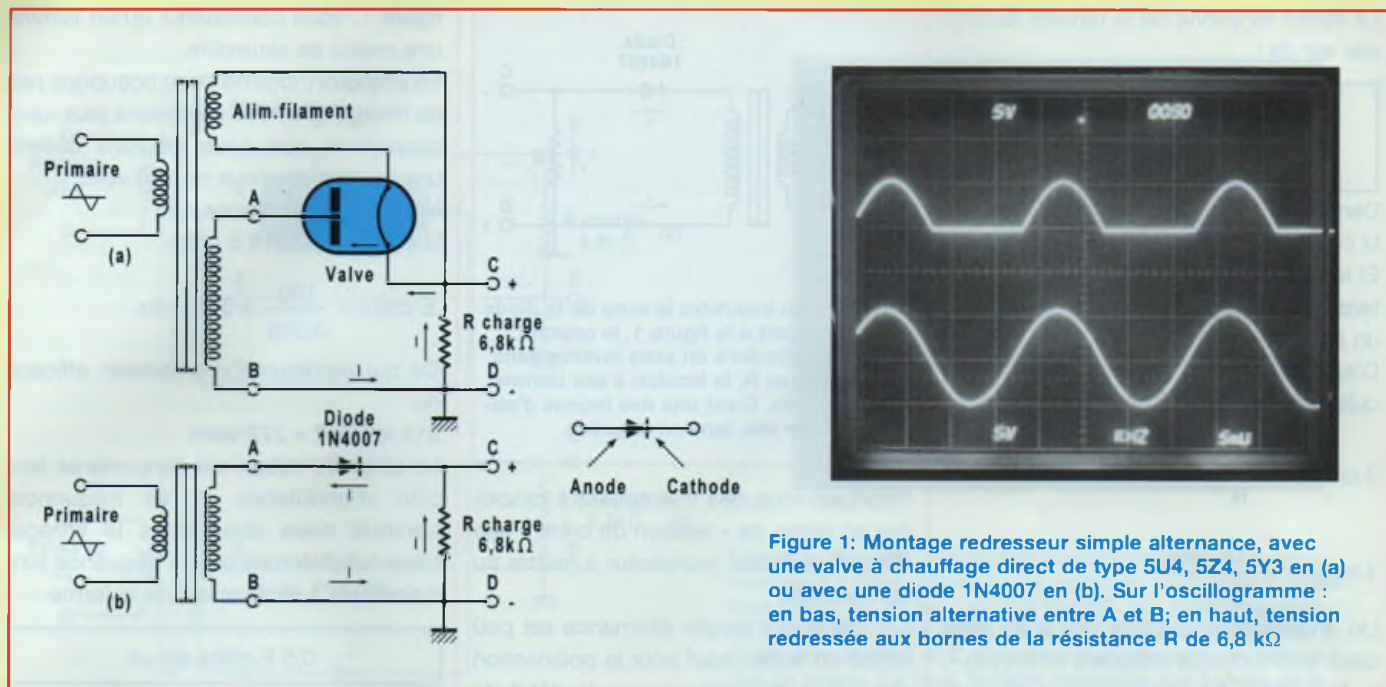
Une alimentation stabilisée ? Pourquoi pas ! Mais avez-vous pensé à sa stabilité ? Avez-vous songé que vous alliez reporter sur cette dernière tous les problèmes posés par le circuit que vous alimenterez et que, pour vous en sortir, l'alimentation deviendra plus complexe (et plus coûteuse !) que le circuit lui-même ?

Attention, ne me faites pas dire ce que je ne veux pas dire... Il existe beaucoup de circuits parfaitement étudiés qui fonctionnent remarquablement bien avec d'énormes condensateurs ou avec des alimentations stabilisées extraordinaires. La clef du succès réside dans le « parfaitement étudiés ». L'alimentation d'un appareil, surtout en audio, fait partie d'un tout indissociable, voilà ce qu'il faut retenir. Une alimentation donnée ne fonctionnera correctement que pour le circuit pour lequel elle a été créée.

L'alimentation universelle n'existe pas, du moins en audio. Ceux qui utilisent des alimentations stabilisées de laboratoire le savent bien, le passage du circuit d'essais à la maquette comportant sa propre alimentation provoque souvent de sacrées surprises ! Il faut donc bien comprendre les phénomènes mis en jeu. Une fois les principes saisis, les problèmes sont résolus ! Sauf imprévus... Et les imprévus existent ! Mais inutile de vous décourager avant d'avoir commencé, plongeons-nous allègrement dans les arcanes du redressement et du filtrage...

### DU COURANT ALTERNATIF AU COURANT REDRESSÉ

On emploie ici le terme « courant » car, pour qu'il y ait redressement d'une tension alternative, il faut qu'un courant circule dans le (ou les) élément(s) redres-



seur(s). On parlera de « tensions continues » lorsque, plus loin, nous étudierons le filtrage. Pour le moment, nous parlerons de « courant redressé ». En ce qui concerne les tensions, nous nous intéresserons essentiellement aux tensions de « crête », ce qui nous sera fort utile pour l'étude du « filtrage ».

Quel sera notre élément redresseur ? Puisque nous parlons tubes, nous pourrions utiliser une « valve » ou « diode à vide ».

Aujourd'hui, l'utilisation de diodes au silicium est universellement adoptée pour le redressement des courants alternatifs. Nous examinerons plus tard les avantages et inconvénients comparatifs de ces deux types de composants. Si vous vous reportez à *Led* n°176, vous vous souviendrez qu'une « valve » ne laisse circuler le courant que dans un seul sens, de la cathode vers l'anode. Une diode à semi-conducteur se comportera exactement de la même façon, à l'exception d'un infime courant inverse, à peine mesurable sur des diodes modernes (ce qui n'était pas le cas il y a une quarantaine d'années, comme le temps passe !). Dans une diode à vide, le courant s'éta-

blit dès qu'une tension positive est appliquée sur l'anode. Dans le cas d'une diode au silicium, il existe une tension dite de « seuil » en dessous de laquelle la diode ne conduit pas. Cette tension est de 0,7 volt en moyenne. Cette tension de seuil ne pose problème que si l'on désire redresser de très faibles tensions alternatives, ce qui est le cas en détection radio. Pour nous qui allons redresser des tensions relativement élevées, il nous sera possible de négliger ce 0,7 volt. Aussi, emploierons-nous indifféremment le terme « diode » pour notre étude du redressement et du filtrage.

## LE REDRESSEMENT SIMPLE ALTERNANCE

Il faut bien comprendre ce type de redressement avant de passer à plus complexe. Nous avons représenté en **figure 1** le montage qui permet d'effectuer ce type de redressement, indifféremment avec une diode à vide ou une diode à semi-conducteur. Le fonctionnement est des plus simples à appréhender. Si vous observez la photo de la figure 1, vous constaterez qu'à chaque fois que la

tension alternative (courbe du bas) fournie par le transformateur devient négative, le redresseur se bloque et ne laisse plus passer aucun courant. La tension (courbe du haut) que l'on mesure aux bornes de la résistance est le reflet exact de ce phénomène. Le courant qui circule dans la résistance est donc « pulsé ». Les électrons se déplacent dans le même sens, on parle de « courant continu pulsatoire ». Il est évident que nous n'utiliserons pas ce courant tel quel pour alimenter nos « engins » électroniques. Ce que nous désirerons, c'est du vrai courant continu. Ce sera la mission du « filtrage ».

En examinant la photo de la figure 1, vous pouvez remarquer que la tension alternative fournie par le transformateur affiche une tension crête à crête de 10 volts (deux carreaux). Au-dessus, la tension redressée ne conserve plus qu'une demi-alternance, la tension de crête restante sera donc de 5 volts. Si vous connectez votre voltmètre « continu » aux bornes de la résistance, **il vous indiquera la valeur « moyenne » de la tension**, n'oubliez jamais cela ! (voir *Led* n°185).

# LE REDRESSEMENT

La valeur moyenne de la tension redressée est de :

$$U_{\text{continu}} = \frac{U_{\text{crête}}}{\pi}$$

ou  $0,318 E_{\text{crête}}$

Dans notre exemple,  $E_{\text{crête}} = 5$  volts

$U_{\text{continu}} = 0,318 \times 5 = 1,59$  volt.

Et le courant ? Il suit bien évidemment la tension. Il y aura un courant de crête et un courant moyen.

D'après la loi d'Ohm, le courant qui circulera dans la résistance R sera de :

$$I_{\text{crête}} = \frac{E_{\text{crête}}}{R}$$

$$I_{\text{moyen}} = \frac{U_{\text{continu}}}{R}$$

Un ampèremètre continu placé en série dans le circuit vous indiquera « I moyen ». Il faut bien vous imprégner de ces notions : valeur de crête et valeur moyenne. Cette approche, qui doit devenir instinctive, vous évitera bien des erreurs dans la conception de vos alimentations. Négliger le courant de crête peut être fatal à un transformateur ou à une diode. On verra plus loin que le problème est loin d'être simplifié avec le filtrage... Bien au contraire !

Quant à la tension de crête, elle est fondamentale dès maintenant pour la raison suivante : lorsque la diode est bloquée, c'est-à-dire quand la tension alternative s'inverse, la **totalité** de la tension inverse de crête se retrouve appliquée aux bornes de la diode. Or, si vous vous souvenez de notre cours (*Led n°176*), vous aurez retenu qu'une diode à vide ne peut supporter qu'une tension inverse bien déterminée par construction.

Au-delà, il y a « claquage » et destruction du tube accompagnée d'étincelles bruyantes et d'une lueur bleue du plus bel effet... Le claquage d'une diode au silicium est plus discret, mais tout aussi destructeur. Nous verrons par la suite que le filtrage avec condensateur en tête n'arrange pas les choses, bien au contraire.

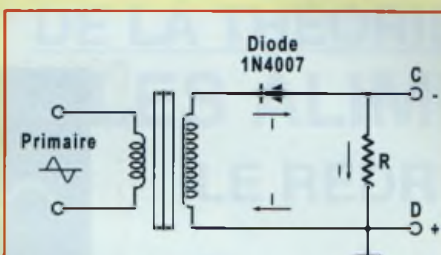


Figure 2 : En inversant le sens de la diode par rapport à la figure 1, le courant redressé circulera en sens inverse dans la résistance R, la tension à ses bornes sera inversée. C'est une des façons d'obtenir une tension négative.

Habituez-vous dès maintenant à raisonner en terme de « tension de crête » afin de choisir le bon redresseur à mettre au bon endroit.

Le redresseur simple alternance est peu utilisé en audio, sauf pour la polarisation des tubes de puissance où le débit de courant est pratiquement nul (après filtrage).

Mais entraînez-vous, réalisez le petit montage de la figure 1, mesurez les tensions et les courants.

Si vous possédez un oscilloscope, apprenez à visualiser les tensions en divers points du circuit afin de vous familiariser aux diverses manipulations de cet appareil indispensable. Une dernière chose avant de passer à la suite : si vous inversez le sens de branchement de la diode, vous « redresserez » la portion négative de la tension alternative. Vous pourrez donc, de cette manière, obtenir une tension négative aux bornes de la résistance, le courant circulant en sens inverse (**figure 2**).

## LE REDRESSEMENT DOUBLE ALTERNANCE

Le redressement mono alternance que nous avons pris pour exemple afin de bien comprendre le mécanisme de redressement est peu utilisé car il présente deux inconvénients majeurs.

Tout d'abord, son redressement qui est faible. En effet, en vous reportant à la

figure 1, vous constaterez qu'on élimine une moitié de sinusoïde.

En pratique (nous ne nous occupons pas du filtrage que nous étudierons plus loin), supposons que nous désirons obtenir une tension continue de 100 volts.

Nous nous souvenons que :

$U_{\text{continu}} = 0,318 E_{\text{crête}}$

$$E_{\text{crête}} = \frac{100}{0,318} = 314 \text{ volts}$$

Ce qui représente une tension efficace de

$314 \times 0,707 = 222$  volts

La seconde raison est l'importante tension d'ondulation et sa fréquence. Lorsque nous aborderons le filtrage, nous constaterons que la fréquence fondamentale à éliminer est de la forme :

$$0,5 E_{\text{crête}} \cdot \sin \omega t$$

suivie de son train d'harmoniques pairs. Ne vous effrayez pas, vous n'entrerez jamais dans ce type de calcul, mais vous pourrez constater que cette tension d'ondulation est beaucoup plus importante que la valeur de la tension continue qui n'est que de **0,318 E crête**.

De plus, cette fréquence fondamentale dans le cas du secteur à 50 Hz est, elle aussi, de 50 Hz, ce qui va bougrement compliquer les problèmes de filtrage.

C'est pourquoi a été imaginé le redressement double alternance (figure 3).

Dans ce dessein, on va doubler le nombre de tours de l'enroulement secondaire et créer un point milieu qui servira de point de référence aux deux enroulements. En pratique, cela signifie que l'on obtiendra deux tensions alternatives identiques, mais en opposition de phase par rapport au point milieu.

En disposant une diode dans chaque demi-enroulement, on obtiendra deux redressements « simple alternance » qui fonctionneront l'un pour la demi-alternance positive, l'autre pour la demi-alternance négative.

En refermant le circuit à travers la résistance de charge R, celle-ci sera parcouru-



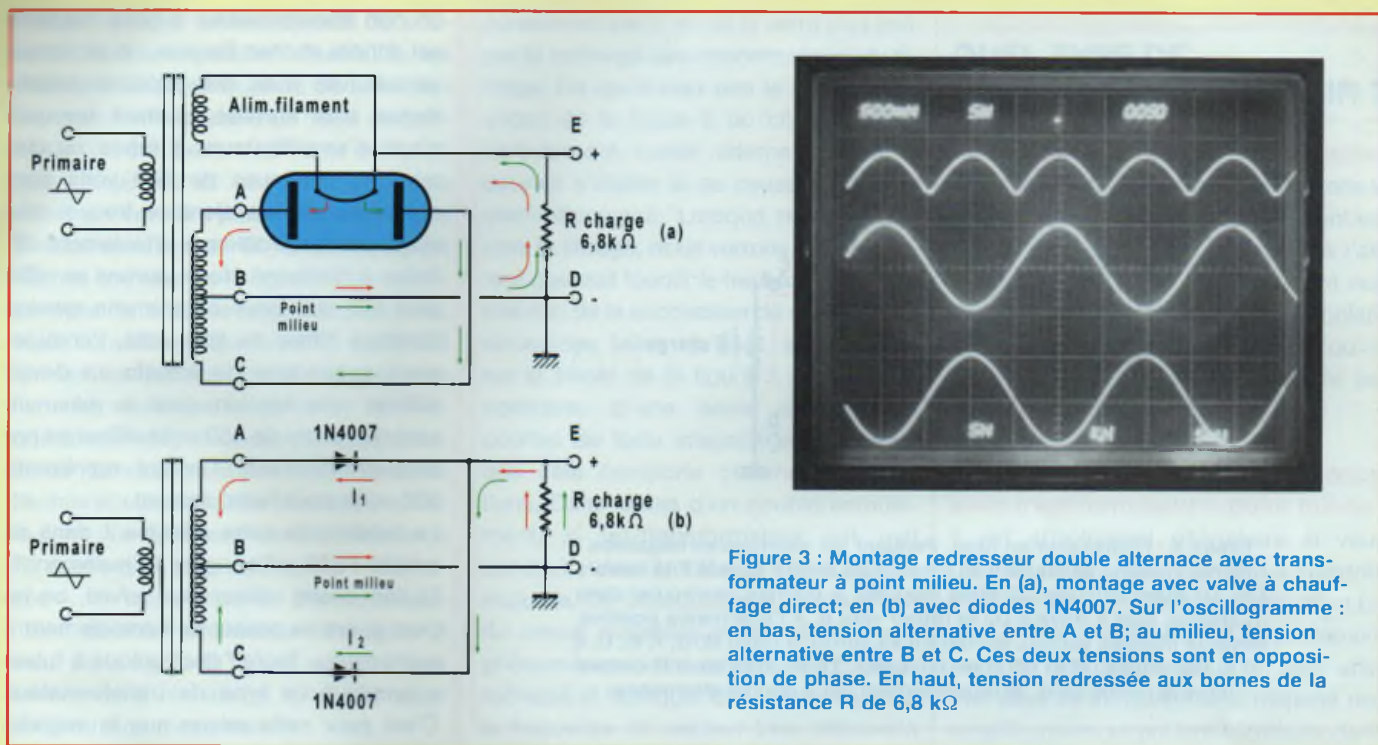


Figure 3 : Montage redresseur double alternance avec transformateur à point milieu. En (a), montage avec valve à chauffage direct; en (b) avec diodes 1N4007. Sur l'oscillogramme : en bas, tension alternative entre A et B; au milieu, tension alternative entre B et C. Ces deux tensions sont en opposition de phase. En haut, tension redressée aux bornes de la résistance R de 6,8 kΩ

rué par un courant pulsé dont la fréquence sera le double de la fréquence de chaque demi-secondaire (pour une fréquence secteur de 50 Hz, le courant pulsé aura une fréquence de 100 Hz).

Ce courant, pulsé toujours dans le même sens, sera donc bien un « courant continu pulsatoire ».

En observant l'oscillogramme de la figure 3, où nous avons conservé à dessein les mêmes valeurs de tensions que pour le redressement simple alternance mais en doublant l'enroulement secondaire, nous constatons que les tensions alternatives d'attaque des deux diodes sont bien en opposition de phase, leur valeur de crête étant de 5 volts (10 volts crête à crête).

La tension redressée a, elle aussi, une valeur de crête de 5 volts.

Mais comme nous redressons deux alternances, nous pouvons imaginer d'instinct que la valeur moyenne de la tension va, elle aussi, doubler par rapport au redressement simple alternance. Bravo ! Votre instinct ne vous a pas trompé et sans entrer dans la démonstration

mathématique, sachez que la valeur moyenne de la tension que vous lirez sur votre voltmètre continu sera de :

$$\frac{2 E_{\text{crête}}}{\pi} \text{ soit } 0,636 E_{\text{crête}}$$

Dans notre cas, avec une tension de crête de 5 volts

$$U_{\text{continu}} = 0,636 \times 5 = 3,18 \text{ volts}$$

Soit exactement le double de la tension que nous avons mesurée en redressement simple alternance. Retenez bien ce nombre : **0,636**. Il vous sera utile lorsque vous calculerez une cellule de filtrage avec self en tête.

### Quels sont les avantages du redressement double alternance ?

Tout d'abord, le courant qui traverse les diodes.

Dans la charge R (figure 3), le courant moyen se calcule de la même façon qu'en simple alternance si le courant de crête est identique, la tension de crête étant la même (5 volts dans notre exemple).

$$I_{\text{crête}} = \frac{E_{\text{crête}}}{R}$$

Le courant moyen, lui, sera doublé car U continu a doublé :

$$I_{\text{moyen}} = \frac{U_{\text{continu}}}{R}$$

Mais ce qui est intéressant, c'est que les diodes ne vont être parcourues que par la moitié de ce courant, car chaque diode ne conduit que pendant une demi-alternance.

Ensuite, la fréquence. Celle-ci ayant doublé (100 Hz pour un secteur à 50 Hz), la fondamentale à éliminer par filtrage sera plus facile à traiter (fondamentale de la forme  $0,425 E_{\text{crête}} \cos 2 \omega t$ , suivie de son train d'harmoniques pairs). En double alternance, la tension d'ondulation est inférieure à la tension continue, contrairement au redressement simple alternance.

Du côté des inconvénients, il faut constater que si, en simple alternance, la tension inverse était égale à la tension de crête du signal alternatif à redresser, en redressement double alternance, les

## LE REDRESSEMENT

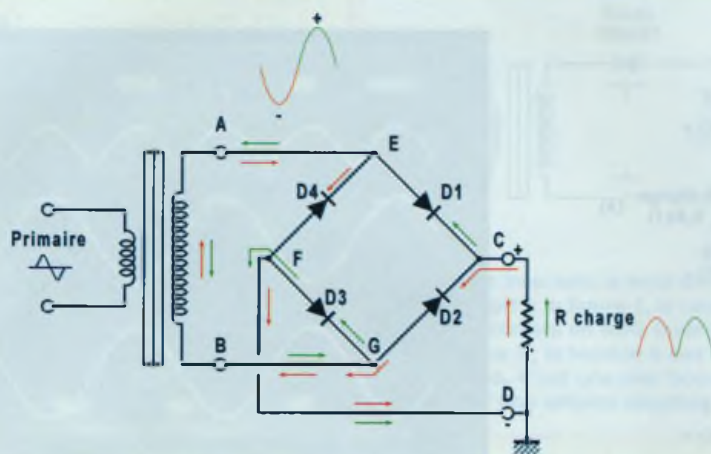


Figure 4 : Redresseur en pont. Pendant les alternances négatives (flèches rouges), le courant va circuler de A vers E, puis F (à travers D4), D1 étant bloquée. D3 étant bloquée, le courant va circuler dans R charge, puis à travers D2 et retour vers B. A l'alternance positive suivante (flèches vertes), le courant va suivre le trajet B, G, F, D, C, E et A, les diodes D4 et D2 étant bloquées. Le courant dans R circule dans le même sens, le redressement est à double alternance.

redresseurs sont soumis au double de cette tension, soit à la valeur crête à crête de la tension alternative. En effet, la diode du haut qui est bloquée « voit » la crête de tension positive au point E (figure 3), ainsi que la crête de tension négative de « son » enroulement au point A. À l'alternance suivante, la diode du haut devient conductrice et la diode du bas se bloque. C'est au tour de cette dernière de voir une crête positive en E et la crête négative de son enroulement en C. Attention donc, dans le cas d'un redressement double alternance avec transformateur à point milieu, on doit tenir compte de la tension crête à crête d'un demi-enroulement ou, ce qui est plus simple, la tension de crête de la totalité de l'enroulement.

À titre d'exemple, si vous disposez d'un transformateur à point milieu pour alimenter un amplificateur, mesurez la tension entre les deux extrémités de l'enroulement.

Si le transformateur possède deux demi-enroulements aptes à délivrer 300 volts chacun, vous mesurez 600 volts entre les extrémités.

Vous calculerez la tension de crête :

$$V_c = V_{\text{efficace}} \times 1,414 = 600 \times 1,414 = 848,4 \text{ volts}$$

Vous choisirez des diodes dont la tension inverse maximale sera supérieure à 850 volts. Par sécurité, vous adopterez une valve ou des diodes à tension inverse égale ou supérieure à 1000 volts.

À titre indicatif, voici la tension inverse maximale des valves courantes :

GZ32/5Y3 : 1400 volts

GZ34/5U4 : 1500 volts

EZ80 : 1000 volts

6X4 : 1250 volts

EZ81 : 1300 volts

Pour les diodes à semi-conducteur les plus utilisées :

1N4004 : 400 volts

1N4007 : 1000 volts

1N4007KH : 1600 volts

BY255 : 1300 volts

BY269 : 1600 volts

Deuxième inconvénient du redresseur double alternance : le transformateur. Les deux enroulements doivent être rigoureusement symétriques. Fabriquer

un bon transformateur à prise médiane est difficile et cher. De plus, on se retrouve très vite avec des tensions secondaires très élevées, surtout lorsqu'il s'agit d'amplificateurs à tubes où des tensions continues de 650 volts sont courantes. On va alors se trouver très vite avec des problèmes d'isolement difficiles à résoudre. Nous verrons en effet plus loin que pour obtenir une tension continue filtrée de 650 volts, l'enroulement secondaire du transfo va devoir délivrer une tension dont le minimum sera de l'ordre de 450 volts efficaces par demi-enroulement. Ce qui représente 900 volts pour l'enroulement.

La tension de crête atteignant dans sa totalité 1270 volts... gare à l'isolement !

Si l'on désire utiliser des valves, on ne peut guère se passer de l'enroulement à point milieu. Toute l'électronique à tubes a employé ce type de transformateur. C'est pour cette raison que la majorité des valves de redressement sont des « doubles valves » comportant deux anodes et une cathode commune. C'est l'avènement des diodes au silicium qui a détrôné ce type d'alimentation au profit du redresseur en pont.

### LE REDRESSEUR EN PONT

Il pourrait être envisageable de le réaliser avec des valves à chauffage indirect, mais cette complication (croyez-moi !) n'apporterait pas de bénéfices, bien au contraire. On verra lors de l'étude du filtrage, que le défaut majeur des valves de redressement est leur résistance interne élevée et le courant maximum relativement faible qu'elles peuvent supporter.

Reportez-vous à la figure 4. Nous avons représenté un pont classique équipé de diodes au silicium (1N4007 ou autres). Les flèches sont représentées dans le sens réel du courant, c'est-à-dire du pôle « moins » vers le pôle « plus », afin de vous habituer à raisonner ainsi lorsque nous aborderons plus tard les circuits à tubes. Ce qui est ennuyeux avec les diodes, c'est que la flèche

# L'ALIMENTATION EN AUDIO

indique le sens conventionnel du courant. C'est une question d'habitude, les électrons circulent toujours de la cathode vers l'anode dans un tube électronique. Or, ces petites bêtes ne sont pas des girouettes et circulent aussi du « moins » vers le « plus » dans une diode à semi-conducteur. Si vous suivez les flèches colorées de la figure en commençant par l'alternance négative au point A, vous constaterez que c'est la diode D4 qui est conductrice (de la cathode vers l'anode), alors que la diode D1 est bloquée, les électrons ne pouvant pas circuler de l'anode vers la cathode. Suivez les flèches et constatez que le courant circule dans le même sens dans la résistance R, quelle que soit l'alternance « redressée ». Il s'agit donc bien d'un redressement **double alternance** identique à celui de la figure 3. On va retrouver aux bornes de la résistance la même valeur de la tension moyenne :

$$U_{cc} = 0,636 E \text{ crête}$$

Ucc pour « tension continue »

Quel intérêt me demanderez-vous ? Il y a deux avantages de taille dans ce type de montage.

Tout d'abord, le transformateur. Ici, plus de point milieu et surtout, pour obtenir une tension continue Ucc aux bornes de R égale à celle de la figure 3, la tension alternative totale à obtenir entre A et B est la **moitié** de celle nécessaire entre A et C de la figure 2. Les conséquences ? Un enroulement secondaire moins encombrant, une tension d'isolement moitié moins élevée et surtout une résistance interne de l'enroulement secondaire moitié plus faible. Ce qui présentera un avantage certain lors du calcul des constantes de temps nécessaires au respect de la courbe enveloppe du signal audio. Nous l'évoquerons lorsque nous étudierons le **filtrage**.

L'autre conséquence pour la santé du transformateur est la suivante : l'enroulement haute tension entre A et B voit en permanence la totalité du courant

consommé par R et, on le verra plus loin, par la recharge des condensateurs du filtrage. Ce qui n'était pas le cas dans le circuit de la figure 2 où chaque demi-enroulement voyait alternativement le courant s'établir et se couper à chaque demi-alternance. Lorsque nous étudierons le filtrage, nous verrons que le courant que doit fournir le transformateur est très loin de la succession de sages demisinusoïdes telles qu'elles apparaissent sur la photo de la figure 3. Il s'agit, au contraire, d'une série d'impulsions courtes de forte intensité avec tout ce que cela comporte comme perturbations. Dans le cas d'un double enroulement, si le transformateur est mal construit, des problèmes d'inductance mutuelle, de déséquilibre à la saturation du circuit magnétique et bien d'autres phénomènes vont altérer le courant redressé et fabriquer des harmoniques à la fréquence du secteur très difficiles à éliminer par le filtrage et qui se dilueront dans les circuits, altérant la pureté du signal audio.

L'autre avantage du pont concerne directement les diodes. Si vous examinez la figure 4, vous constaterez, en suivant les flèches rouges, que lors du redressement de l'alternance négative, les diodes D4 et D2 fonctionnent en série (D4 → R → D2). À l'alternance positive, D3 et D1 sont aussi montées en série (D3 → R → D1).

Si le courant total qui traverse les diodes est le même, il en va tout autrement en ce qui concerne la tension inverse aux bornes de ces diodes. Elle est égale à la **moitié** de la tension crête à crête de la tension alternative.

Comme dans le redressement simple alternance (figure 1), on dimensionnera les diodes en considérant que :

$$E \text{ inverse max} = E \text{ crête}$$

Alors que dans le redressement double alternance de la figure 3, la tension inverse aux bornes des diodes était du double.

## QUEL TYPE DE REDRESSEMENT CHOISIR ?

### Le redressement simple alternance

Nous verrons, lorsque nous étudierons le filtrage, que ce type de redressement est utilisé lorsque le débit demandé à l'alimentation est nul ou pratiquement nul. C'est le cas des alimentations de polarisation des tubes de puissance où la consommation de courant est nulle par principe (pas toujours !).

### Le redressement double alternance avec transformateur à point milieu

Il est absolument obligatoire si vous désirez utiliser des valves. La majorité d'entre elles, en utilisation audio, sont biplaques et ont été créées spécialement pour ce type d'utilisation. On peut affirmer sans se tromper que la majorité des amplificateurs et préamplificateurs de la grande époque du tube étaient alimentés de cette manière. À l'arrivée des diodes au silicium dans les années soixante, on continua à utiliser le redresseur double alternance avec transformateur à point milieu par habitude et aussi pour des raisons de prix de revient. À cette époque, une paire de diodes coûtait bien plus cher que les valves classiques. C'est de cette période que date la mauvaise réputation des diodes en audio. Il faut bien avouer que ces composants étaient bien moins robustes que les tubes. Leur courant inverse était relativement important, ce qui était une source de bruit. Quant à la tension inverse qu'elles pouvaient supporter, elle était bien inférieure à celle des valves, d'où une multitude de problèmes.

Aujourd'hui, ces défauts de jeunesse sont non seulement résolus, mais la robustesse des diodes actuelles et leurs performances sont bien supérieures à celles des valves. Leur faible résistance interne (de l'ordre du centième de la résistance interne des valves à vide) permet des performances en terme de courant inimaginables il y a encore quelques

## LE REDRESSEMENT

années. Ce qui, malheureusement, a entraîné certains excès dans la conception des alimentations en terme de filtrage. Nous l'analyserons dans notre prochain cours.

Aujourd'hui, c'est le pont de diodes qui est universellement utilisé par la grande majorité des concepteurs d'amplificateurs à tubes. Ce qui a permis de s'affranchir du transformateur à point milieu. Bien utilisé, il permet la construction d'amplificateurs à tubes de très grandes puissances.

Il y a cinquante ans, on était dans l'obligation de faire fonctionner des tubes 5U4 en parallèle pour alimenter ce type

d'amplis. Sur certains appareils de très fortes puissances, on utilisait des valves à vapeur de mercure dont la résistance interne était très proche de celle d'une diode au silicium. Il était exclu de construire des ponts de valves dans ces années-là avec des diodes à chauffage direct. Cela aurait demandé autant d'enroulements séparés pour le chauffage des quatre valves.

Cela dit, l'utilisation des valves pour des préamplificateurs ou des amplificateurs de petites puissances présente des avantages certains, surtout les valves à chauffage indirect (GZ32, GZ34, GZ37, EZ80, EZ81, 6X4). Ces dernières permet-

tent de faire « monter » la haute tension appliquée aux circuits très graduellement grâce au chauffage temporisé du filament, évitant ainsi le traumatisme provoqué par l'application brutale et instantanée de la haute tension à l'ensemble des circuits. Il faut savoir que ceci néanmoins est caractéristique de la réponse instantanée des valves à chauffage direct (5Y3, 5U4, 5T4) et des diodes modernes au silicium.

Rendez-vous à la prochaine causerie au cours de laquelle nous étudierons les problèmes du filtrage qui, en audio, sont moins simplistes qu'il n'y paraît.

Rinaldo 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

# Nous sommes fabricant depuis 1960

## 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 2XECL 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 68 OU 4 KT 90 200W  
2X1300ohms  
Temps de montée 5 µ 210 Euros  
Transfo pour maquettes ou dépannages  
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+60/0,2A  
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  
170 VA 168V + 35V + 35 V/ 0,6A 120V 0,04 A  
6,3V 3,6A 58 Euros  
50VA P 115V+115V SEC 25V 0,5A+70VO, 1 A  
9V+9V 0,7A 25 Euros  
40VA 150V+70V 6,3V 2A 26 Euros  
100VA 250V 0,3 A + 20V 0,3 A 6,3V 3,5A 40 Euros  
80 VA P 115V+115V SEC 300V+300V 0,08 A  
6,3V 3,5 A 41 Euros  
120VA 270V+15V 0,33 A 6,3V 3,5 A Blindé 52 Euros  
180VA 360V+360V 0,15A +5V3A+5V 3A+  
10V 2A+6,3V 2A 75 Euros  
80VA P 115V+115VSEC 250V+20V 0,18A  
6,3V 3,5A 39 Euros  
TRANSFO BASSE TENSION 70 références

## SUPPORTS TUBES

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

## CONNECTIQUES

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

## Auditorium

TSM 151 rue Michel Carré  
95100 Argenteuil

## 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 2  
47µf 400v 3  
68µf 385v 3,5  
100µf 385v 3,8  
100µf 400v 4  
220µf 385v 8  
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  
6800µF 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 0,6  
1,5µf 400v MKT 1  
1,5µf 250v MKP 2  
3µf 250v MKT 2,5  
4,7µf 160v MKP 2,7

## RADIAL POLYPROPYLENE

22nf 2000v 2  
33nf 2000v 2,2  
39nf 400v 1,5  
47nf 2000v 2  
68nf 400v 1  
220nf 250v 0,8  
270nf 250v 0,9  
470nf 400v 0,9  
820nf 400v 1

# 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 manuelle 2140 €

Prix version Télécommande, M/A - sélection des canaux,  
potentiomètre motorisé, dix leds de fonction 2350 €

## UNIQUE AU MONDE

Le Cristal inédit par sa conception

Amplificateur sans aucun  
composant précédant le tube final.

Ce qui augmente la tranparence,  
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€

Tél 01 30 76 91 07 - Fax 01 39 61 67 94 www.audiotub.fr

Ecoute sur haut parleur Supravox et enceintes Audio Linéaire

# ALIMENTATION HAUTE TENSION DE LABORATOIRE RÉGLABLE DE 50 À 450 V/500 mA



La première partie de l'alimentation haute tension ayant surtout été consacrée au fonctionnement théorique des trois cartes (circuits de commande, de pré-régulation et de régulation), voyons maintenant l'assemblage des modules ainsi que leurs interconnexions dans le boîtier.

### LES MODULES (SUITE)

#### La pré-régulation

La carte de pré-régulation mesure 160 x 80,5 mm. Une découpe de 90 x 37 est prévue afin de recevoir le dissipateur du transistor Q2 (figures 19 et 20).

Ce transistor Q2 est soudé de façon à ce que son sabot soit au bord de la carte et son trou de fixation à 20 mm au dessus de la carte (figure 12).

Le dissipateur sera fixé en trois points aux profilés « avant » par des entretoises de 30 mm en plastique et des vis nylon M4 de 40 mm (photos 3, 4 et figure 12).

Celui-ci, ainsi que les deux autres, sont du type S41 à 1,2°C/Watt. Ils mesurent 88 x 100 x 35 mm et sont disponibles « non-perçés », entre autres, chez Selectronic sous la référence 41 2032.

La carte sera maintenue par trois entretoises en plastique de 20 mm et des vis nylon M4.

A noter la petite pièce en époxy qui recevra une des trois fixations (photo 4).

Le marquage du trou de fixation de Q2 dans le dissipateur se fait quand ce dernier et la carte sont en place. Notez également l'emplacement non critique du « thermique » (coupure à 70°C).

Attention, il ne faut pas que le dissipateur reste attaché à la carte par le transistor lors des diverses manipulations. Les pattes « fatiguent » assez vite et cassent. Le condensateur C10 (22 nF-1000 V) n'apparaît pas sur la photo 11, car il a été ajouté après les essais, donc soudé sous la carte.

Au moment de la fixation définitive, nous ajouterons de la pâte thermo-conductrice sur le sabot du transistor.

Les cosses plates sont placées en premier et les trois électrolytiques C1, C2 et C8 en dernier.

#### Test du module

Se référer au schéma (figure 4).

Pour ce faire, il est plus facile de travailler dans le châssis, avec le module monté.

Raccorder le secondaire 400 Vac du transformateur aux bornes situées près du pont redresseur et alimenter le primaire du transformateur par un autotransformateur variable (Variac).

Le module doit être chargé par une des résistances de 20 kΩ/50 W. Raccorder la résistance via deux fils de 30 cm aux cosses « +485 » et « M ».

Afin d'éviter les pinces « croco » avec ce type de tensions, il est recommandé d'utiliser directement les cosses à sertir isolées rouges de 6,35 mm.

Placer un voltmètre (position 1000 Vdc) aux bornes de la résistance. Faire monter progressivement la tension. Celle-ci suivra la progression jusqu'à environ 485 Vdc. Vers 485 Vdc, la stabilisation doit se faire. Il y a lieu d'ajuster cette tension par la sélection de R9 (47 kΩ dans notre réalisation). L'emplacement de R9 peut également recevoir un potentiomètre vertical 10 tours (P1). Nous choisirons une valeur de 100 kΩ, et le réglerons au minimum de résistance avant

# STABILITÉ DE 0,1 % - 50 À 450 V/500 mA

Figure 20

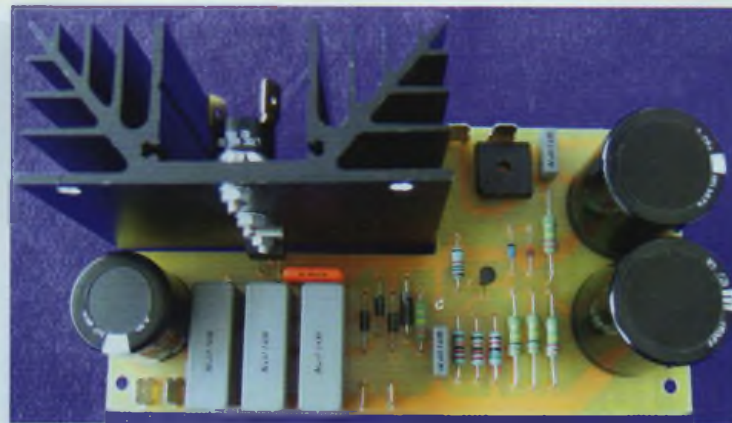
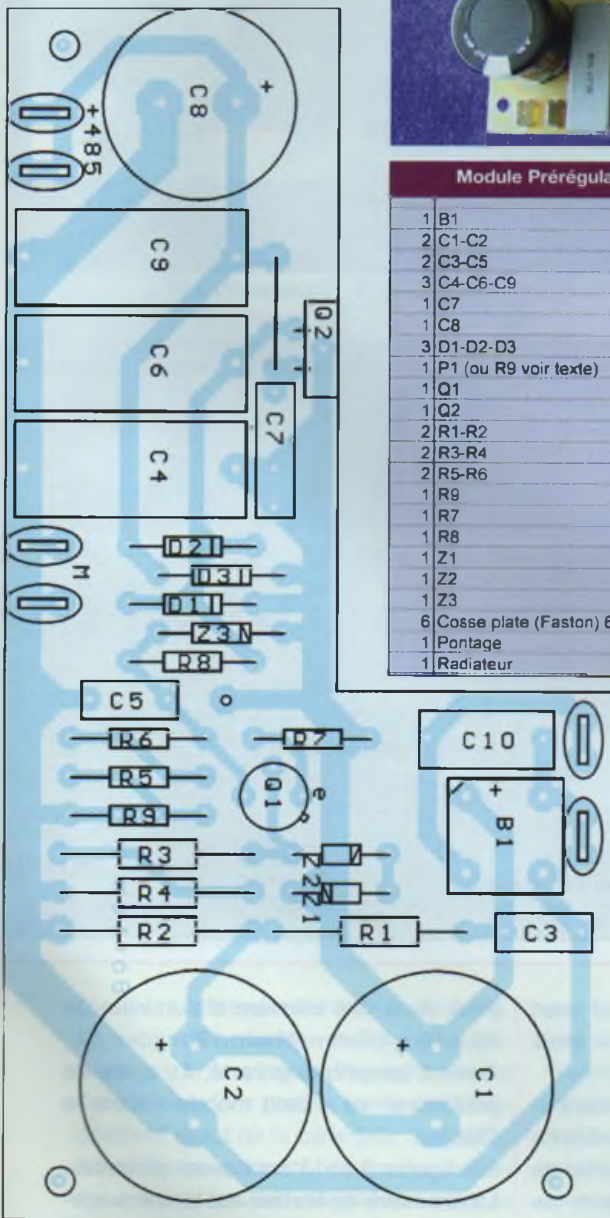
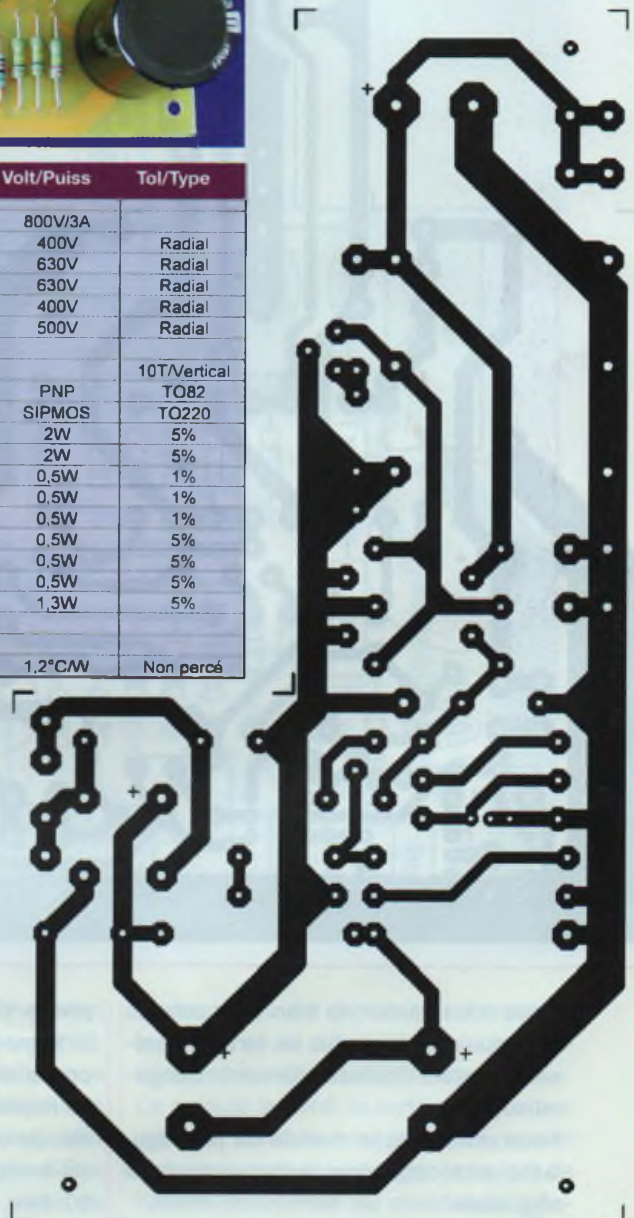


Photo 11 : Carte pré-régulation

Figure 19



Module Pré-régulateur	Valeur	Volt/Puiss	Tol/Type
1 B1		800V/3A	
2 C1-C2	330µF	400V	Radial
2 C3-C5	10nF	630V	Radial
3 C4-C6-C9	0,47µF	630V	Radial
1 C7	0,1µF	400V	Radial
1 C8	82µF	500V	Radial
3 D1-D2-D3	1N4007		
1 P1 (ou R9 voir texte)	100K		10T/Vertical
1 Q1	2N5401	PNP	TO82
1 Q2	BUZ80	SIPMOS	TO220
2 R1-R2	220K	2W	5%
2 R3-R4	100K	2W	5%
2 R5-R6	220K	0,5W	1%
1 R9	voir texte	0,5W	1%
1 R7	10K	0,5W	1%
1 R8	220K	0,5W	5%
1 Z1	4,7V	0,5W	5%
1 Z2	6,2V	0,5W	5%
1 Z3	130V	1,3W	5%
6 Cosse plate (Faston) 6,35mm			
1 Pontage			
1 Radiateur	S41	1,2°C/W	Non percé

d'alimenter la carte. La tension se stabilisera alors vers 440 Vdc et nous ajusterons le potentiomètre (à l'aide d'un tour-

nevis plastique) pour obtenir les 485 Vdc. A noter qu'une résistance fixe à 1 % est plus fiable que le potentiomètre. Avec

230 Vac au primaire du transformateur, nous avons 600 Vdc sur la borne positive de C1 et sur le dissipateur de Q2.

# ALIMENTATION H.T. DE LABORATOIRE

Figure 21

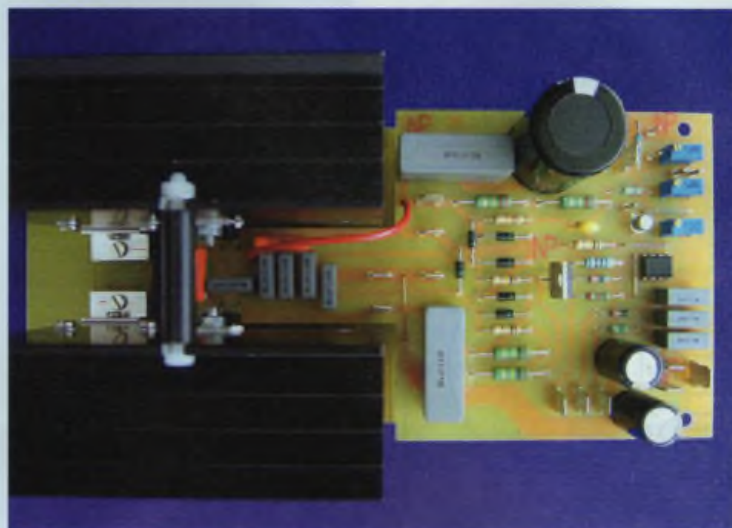
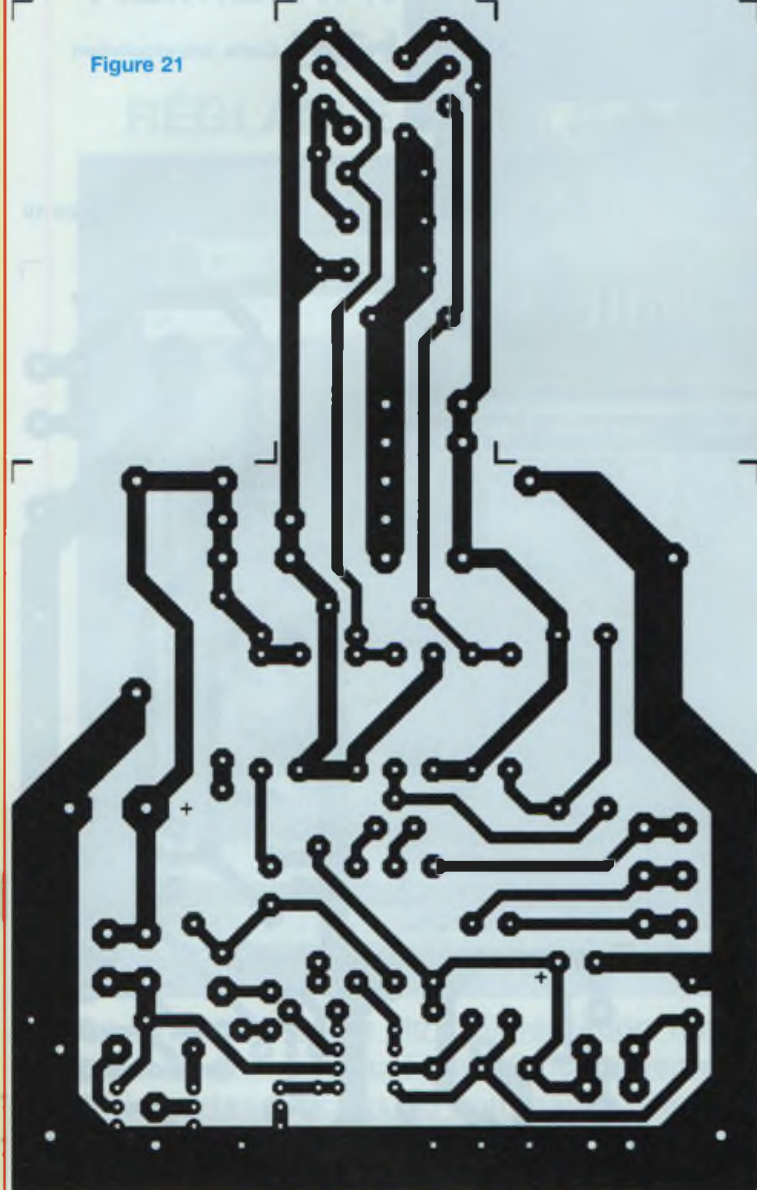


Photo 12 : Module de régulation câblé

Module Prérégulateur	Valeur	Volt/Puiss	Tol/Type
5 C1-C9-C10-C12-C13	10nF	630V	Radial
2 C2-C15	0,47µF	630V	Radial
3 C3-C5-C8	1µF	63V	Radial
1 C4	1000µF	35V	Radial
1 C7	2200µF	16V	Radial
2 C8-C11	0,1µF	400V	Radial
1 C14	1nF	630V	Radial
1 C16	82µF	500V	Radial
6 D1-D2-D3-D4-D5-D6	1N4007		
1 IC1	MC1458		DIL8
1 P1	1K		10T/Vertical
2 P2-P3	100		10T/Vertical
3 Q1-Q2-Q3	BUZ80		TO220
1 R1	1K8	0,5W	1%
2 R2-R11	10K	0,5W	5%
1 R3	1K5	0,5W	1%
1 R4	470	0,5W	1%
2 R5-R6	100K	2W	5%
3 R7-R8-R9	100K	0,5W	5%
2 R13-R14	220K	2W	5%
1 R12	22K	0,5W	1%
1 R15	0,22	0,25W	1%
2 Radiateur	S41	1,2°C/W	Non percé
12 Cosse plate (Faeton) 6,35mm			
4 Cosse picot 1,3mm			
5 Pontage			

Nous nous garderons bien de toucher à quoi que ce soit, toutes les tensions présentes sont potentiellement dangereuses.

Nous utiliserons le module de pré-régulation ainsi câblé pour tester le circuit de régulation.

## La régulation

Le module de régulation est le plus complexe à assembler (figures 21 et 22,

photo 12). C'est d'ailleurs celui qui nous a donné le plus de « fil à retordre ». Mais procédons méthodiquement.

Le module est composé du circuit imprimé, de deux dissipateurs S41 montés en vis-à-vis, séparés par une entretoise de 30 mm, et d'une plaque d'époxy de 99 x 140 mm qui supporte les deux dissipateurs (voir photos 4, 13 et 14).

Les dissipateurs sont fixés à cette plaque par quatre petites équerres cou-

pées dans une cornière d'aluminium de 10 x 10 x 1,5 mm (photo 15).

Avant d'assembler la carte, il y a lieu de positionner ce « petit monde » dans le châssis.

Les figures 9 et 13 sont assez parlantes. La première opération est le marquage-perçage des deux fixations de la carte de régulation dans la cornière avant.

Nous positionnerons cette carte bien au milieu, entre la carte de pré-régulation et



# STABILITÉ DE 0,1 % - 50 À 450 V/500 mA

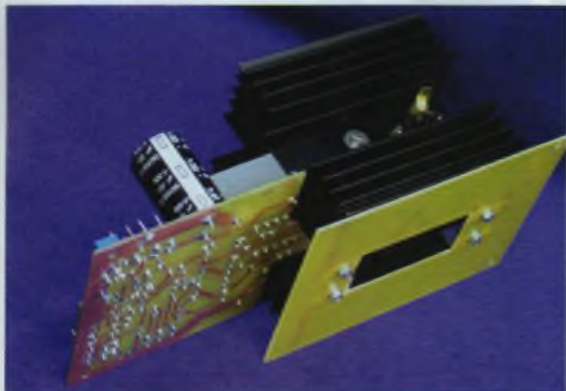


Photo 13

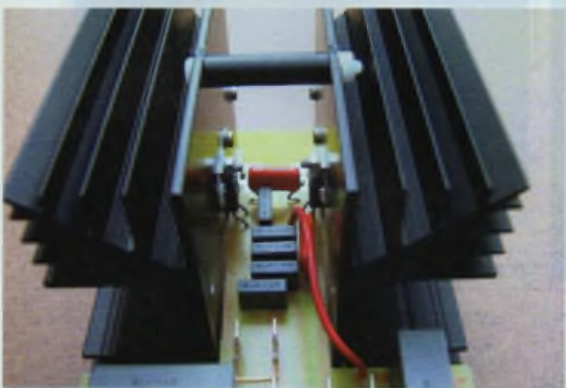


Photo 14

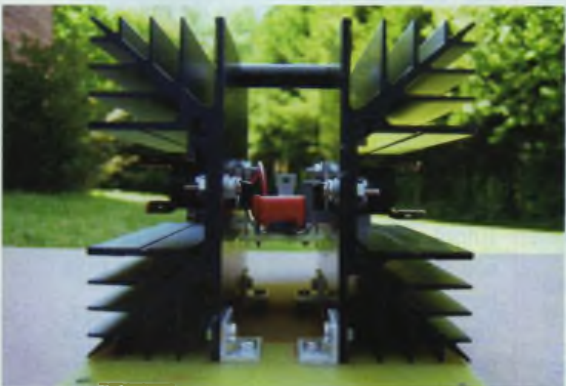


Photo 15

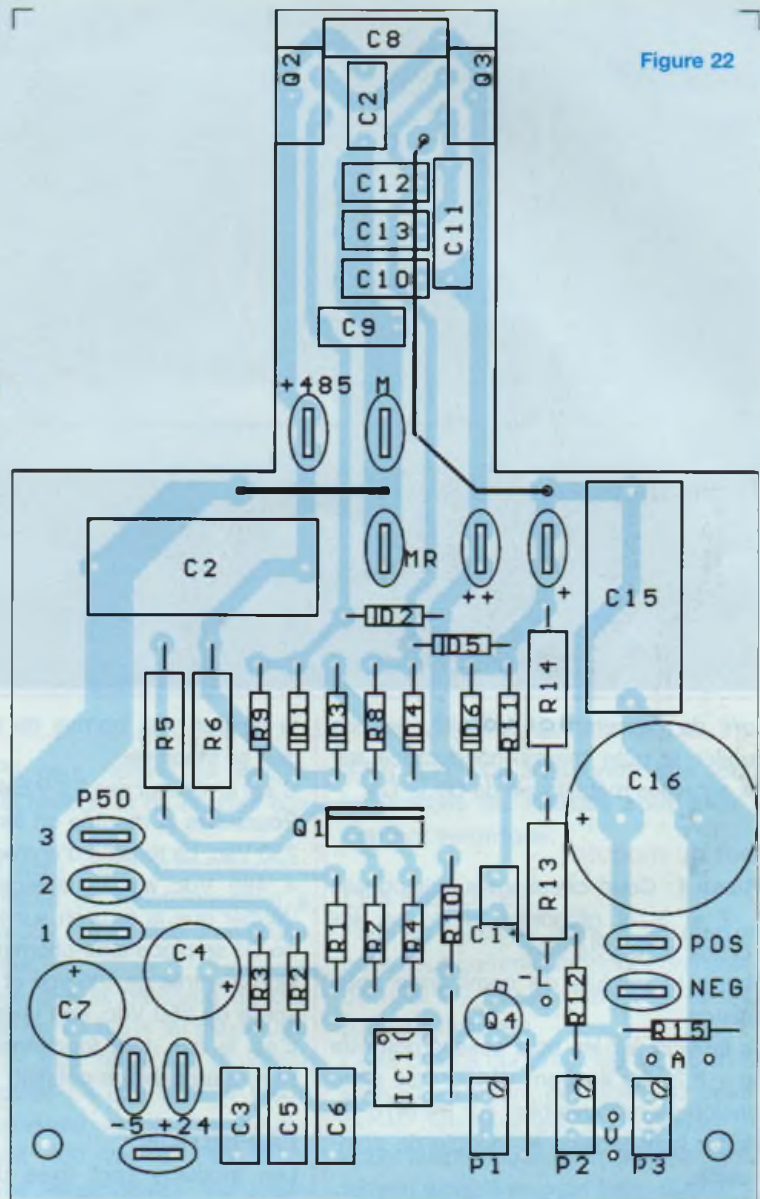


Figure 22

l'oreille du coté gauche (voir la photo 4). La seconde opération est le marquage-perçage de la plaque d'époxy qui sera fixée sur les deux profilés carrés dans l'alignement exact de la carte (voir figure 13). Nous fixerons ensuite les quatre petites équerres au bas des dissipateurs selon la figure 13 (photo15).

**Avant-dernière opération**, la plus délicate : le positionnement des deux dissipateurs. Nous les fixerons l'un à l'autre

par l'unique entretoise de 30 mm avec une vis M4 métallique (temporairement !). Positionner l'ensemble sur la plaque d'époxy, le bord avant des dissipateurs étant aligné sur le bord arrière du profilé carré comme montré sur la figure 13 et bien centré par rapport à la carte de régulation. Marquer et percer...

**Dernière opération** : le marquage des trous de fixation de Q2 et Q3.

Les trous se trouvent à 50 mm de haut

(figure 13), l'autre dimension est marquée au mieux en se référant à la broche centrale des transistors sur la carte.

Le module terminé, la carte de régulation est bien parallèle à la plaque d'époxy et se trouve dans le prolongement exact de l'ailette horizontale du dissipateur (photos 13 et 15).

Les « thermiques » sont fixés à l'arrière des dissipateurs. Remplacer la vis M4 métallique par une vis en nylon.

## ALIMENTATION H.T. DE LABORATOIRE

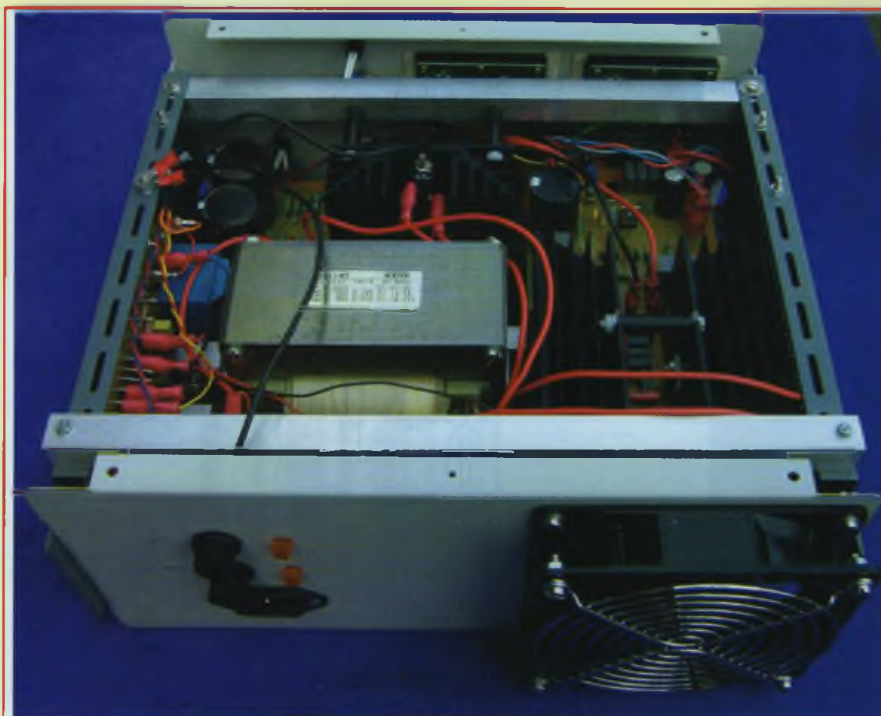


Photo 17 :  
Les trois résistances de charges de 22 kΩ/50 W

Photo 16 : Le ventilateur pulse l'air vers l'intérieur

Lors de l'assemblage définitif, ne pas oublier la pâte thermo-conductrice sur les semelles métalliques de Q2 et Q3.

### Test du module

**Phase 1 :** Court-circuiter les trois cosses 1, 2 et 3. et raccorder la masse, les - 5 Vdc et le + 24 Vdc.

Mettre le module de commande sous tension.

La tension sur les trois cosses doit être de + 8,2 Vdc environ. Vérifier que cette tension se retrouve bien sur R4 (470 Ω). Mettre hors tension le module de commande.

**Phase 2 :** Maintenir les trois cosses 1, 2 et 3 court-circuitées.

Raccorder la sortie « +485 » et la masse du pré-régulateur à la cosse « +485 » d'entrée du régulateur et à sa masse « M » (sous C9).

Débrancher la résistance de 22 kΩ/50 W du pré-régulateur et la raccorder à la sortie du régulateur entre les cosses POS et NEG.

A l'aide du Variac, faire monter progressivement la tension du transformateur. Vers 250 Vdc en sortie du pré-régulateur,

la tension aux bornes de la résistance doit se stabiliser.

C'est le résultat des 8,2 V présents sur R4. Poursuivre la montée en tension jusqu'à 230 Vac. La tension d'entrée est alors de + 485 Vdc sur le dissipateur de Q2. Vérifier que la tension sur le dissipateur de Q3 se place à mi-chemin entre la tension d'entrée de 485 Vdc et la tension de sortie de 250 Vdc, soit vers 360 Vdc. Si c'est le cas, tout fonctionne et on peut passer au câblage définitif.

### LA FINITION

Les modules sont fixés définitivement dans le châssis. Comme vous l'avez constaté, le raccordement des divers éléments se fait par cosses. Il n'y aura rien à souder puisque le transformateur est déjà équipé de ses fils.

Les fils de raccordements qui transportent de la haute tension sont à âme multibrins, doivent avoir une section de 1 mm<sup>2</sup> minimum et être protégés par un bon isolant (exemple : réf 41.8178-5 de Selectronic pour un diamètre extérieur de 2,6 mm et une isolation de 750 Vdc). Le montage des éléments sur les faces

avant et arrière ne pose pas de difficultés (figures 14, 15, photos 6 et 7).

Les faces avant et arrière sont câblées avec un peu de « mou » de manière à permettre leur dépose à plat.

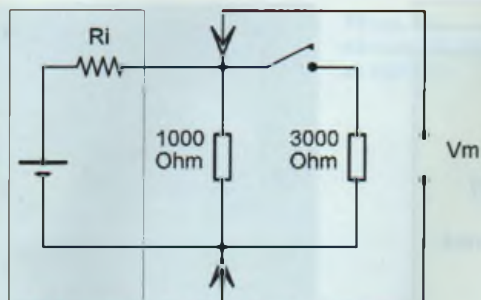
Pour des raisons d'isolement, les trois bornes des sorties ne sont pas fixées directement contre la tôle de la face avant : une ouverture est pratiquée dans cette tôle et une pièce de 68 x 30 mm en Tufnol, de 4 mm (ou en bakélite) est vissée sur la face avant qui reçoit les trois bornes (photo 6).

Les « terminaux » des portes fusibles doivent être isolés avec de la gaine thermorétractable. Le ventilateur est placé à l'extérieur du boîtier et pulse l'air vers l'intérieur (photo 16).

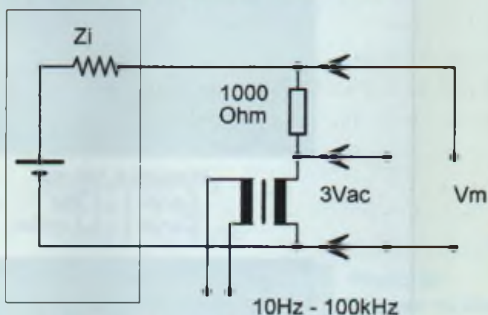
Les résistances de charges R54, R55, R56 et le buzzer sont placés sur un support composé de deux cornières de 15 x 15 x 1,5 mm maintenues par une plaque en aluminium de 2 mm (photo 17). La photo 5 montre ce support en place. Par facilité, les quatre vis de maintien sont fixées au châssis « écrous vers le haut » (photo 1, figures 11, 12 et 13).

Les trois résistances se trouvent dans le

# STABILITÉ DE 0,1 % - 50 À 450 V/500 mA



Mesure de la résistance interne



Mesure de l'impédance interne

Figure 23

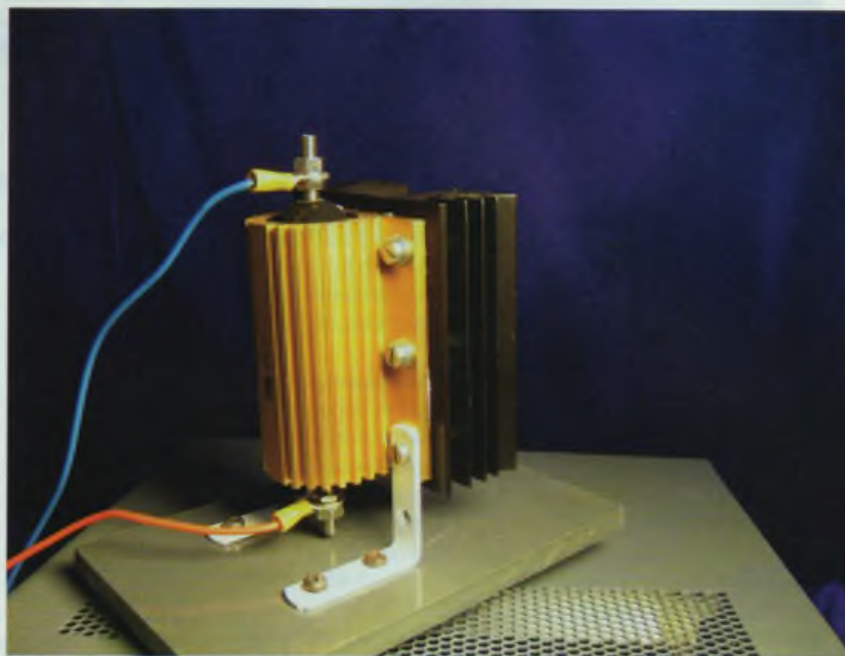


Photo 18 : La charge de mesure 1000  $\Omega$ /200 W

flux d'air du ventilateur. La résistance indépendante est raccordée au pré-régulateur, aux cosses « + 485 » et « M ». Les deux autres, au régulateur, aux cosses « ++ », « + » et « MR ».

## Nouvelle mise sous tension

Il est préférable d'alimenter directement la carte de commande en 230 Vac et l'appareil via la prise secteur à l'aide du Variac.

Régler le potentiomètre P50 au minimum et monter progressivement la tension.

La sortie doit se stabiliser vers 50 Vdc. Continuer à monter la tension du Variac jusqu'à 230 Vac.

Le réglage de P50 doit maintenant pouvoir faire varier la tension sur toute la gamme.

Si la gamme ne s'étend pas de 50 à 450 Vdc, il est toujours possible de changer légèrement les valeurs de R1 et R3. L'appareil est alors pleinement fonctionnel. Rebrancher la carte de commande et alimenter normalement.

À l'aide d'un tournevis en plastique, ajus-

ter P2 et P3 pour obtenir les valeurs exactes de la tension et du courant aux afficheurs.

Ce réglage sera refait définitivement après une heure de fonctionnement à 350 Vdc et à 350 mA à l'aide d'un multimètre extérieur.

N'oubliez pas que la précision de ces afficheurs est de +/- 0,5% au maximum. Le moyen le plus facile est d'utiliser quatre ampoules de 230 V/60 W (deux branches parallèles de deux ampoules en série, soit 460 Vac et 240 W !). Attention avec les ampoules, leur résistance à froid est considérablement plus faible qu'à chaud.

Lorsque vous les brancherez, programmez l'alimentation à 50 V sous peine de claquer le fusible rapide de 0,5 A.

## LES MASSES

L'ensemble des circuits est flottant. La borne bleue est raccordée à la masse des circuits.

La borne brune est raccordée au châssis et à la « Terre » de la prise 230 V (photos

3,5,6 & 7). On s'assurera que toutes les parties du châssis sont bien en contact électrique.

## LES MESURES

Pour les mises au point et les mesures, nous nous sommes fabriqués une charge de 1000  $\Omega$  - 200 W montée sur un dissipateur (photo 18).

Cette charge qui avait déjà subi bien des sévices au cours de mises au point a expiré définitivement à l'occasion d'un appel téléphonique qui m'avait temporairement éloigné de mon banc de test ...

Toutes les mesures sont effectuées à 300 V et 300 mA.

Nous décrivons ici les mesures les plus délicates, à savoir la résistance interne, l'impédance interne et le facteur de bruit.

## Résistance interne

L'alimentation débite 300 mA dans la charge de 1 k $\Omega$ . À l'aide d'un interrupteur, on ajoute une résistance de 3 k $\Omega$  qui provoque une augmentation instantanée de courant de 100 mA (figures 23 et 24).

# ALIMENTATION H.T. DE LABORATOIRE

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Tension régulée	100 à 450 Vdc (typ : 50 à 470Vdc)
Courant maximum	500mA
Résistance interne statique	< 0,5Ω
Impédance interne	< 1Ω de 10Hz à 100KHz
Stabilité	< 0,1% (après 10 minutes - Sur toute la gamme)
Ondulation résiduelle à 100 Hz	< 1 mVpp sur toute la gamme
Bruit résiduel	< 1mVeff sur toute la gamme de tension et courant
Rapport signal/bruit	> 110 db sur toute la gamme (typ: 120dB)
Stabilisation (230Vac +/-5%)	< 15mVdc (mesuré à 300V-300mA)
Affichage - Tension et Courant	3 digits de 000 à 500
Précision de l'affichage	+/- 1%
Protections	Fusible secteur : 2 A-T (lent) Fusible secondaire : 1 A-T (lent) Fusible sortie : 500mA-F (rapide) Voyant rouge clignotant pour I > 500mA Signal sonore pour I > 500mA
Mise sous tension	Temporisation : 3 Sec Courant de pointe : 0,75A
Consommation secteur repos et max	230V - 0,4A - 90VA 230V - 1,8A - 400 VA
Dimensions	305 x 280 x 133 mm
Poids :	12Kg



Figure 24 : Variation de tension pour un échelon positif de 100 mA



Mesure à 100 Hz  
Canal 1 : 3 Vac  
Canal 2 : 1,4 mVac



Mesure du bruit à...

La variation de tension en sortie est de 50 mV dc (à 300 Vdc).

Ceci nous donne une  $R_i = U/I$ , soit  $0,05/0,1 = 0,5 \Omega$ . A noter que la résistance série R15 qui mesure le courant, y participe pour 0,22 Ω !

### Impédance interne

Un signal de 3 Vac est injecté au pied de la charge (figure 23). Le signal alternatif « Vm » apparaissant aux bornes de sortie nous permet de calculer l'impédance interne par la formule :

$Z_i (\Omega) = 1000 \times V_m/3$  (photo 19).

Les valeurs mesurées sont :

Fréquence	Signal mesuré	Zi
10 Hz	1,4 mV	0,47 Ω
100 Hz	1,4 mV	0,47 Ω
1 kHz	2,4 mV	0,80 Ω
10 kHz	1,4 mV	0,47 Ω
100 kHz	1,7 mV	0,57 Ω

C'est ici que nous constatons le bénéfice de la contre-réaction du circuit de régulation. En effet, sans celle-ci, l'impédan-

ce interne serait de l'ordre de 4 Ω.

Si nous enlevons le 0,22 Ω de la résistance R15 qui se trouve en dehors de la boucle de contre-réaction, la valeur réelle de Zi est de l'ordre de 0,3 Ω.

La contre-réaction améliore donc la résistance et l'impédance interne d'un facteur 10.

### Facteur de bruit

La sortie de l'alimentation programmée à 300 V/300 mA est mesurée en AC.

Vérifier que votre millivoltmètre AC et

# STABILITÉ DE 0,1 % - 50 À 450 V/500 mA



Photo 19  
Mesure de Zi à 100 Hz  
et 100 kHz

Mesure à 100 kHz  
Canal 1 : 3 Vac  
Canal 2 : 1,7 mVac



Photo 20  
Mesure du bruit

300 V/300 mA : < 200  $\mu$ Vac

vos oscilloscopes supportent bien une telle tension DC à leurs entrées, sinon il y a lieu d'intercaler une cellule C-R (exemple : 47 nF-1000 V et 1 M $\Omega$ ) pour éliminer la composante DC.

La tension AC mesurée est inférieure à 200  $\mu$ VAC (photo 20).

200  $\mu$ Veff sur 300 Vdc nous donne un rapport de  $0,67 \times 10^{-6}$  soit 123 dB.

C'est ici que nous avons constaté la présence d'une impulsion parasite à 100 Hz, ce qui nous a conduit à ajouter le condensateur C10 sur la carte de pré-

régulation pour éliminer ce parasite créé par le courant de coude des diodes du pont redresseur.

Si le boîtier n'est pas raccordé à la masse, le bruit dépasse le millivolt AC.

## CONCLUSION

Las de travailler avec un auto-transformateur variable et un système redresseur non stabilisé, nous nous sommes d'abord tournés vers les fabricants de matériels professionnels. Mais les prix

étant rédhibitoires pour l'amateur, lentement l'idée d'une réalisation personnelle a mûri. Finalisé il y a un an, ce projet est en service presque quotidiennement.

Il se révèle d'une robustesse étonnante, aucune panne n'est survenue. Seule le fusible rapide de 500 mA fait régulièrement les frais de nos maladroitures.

Nous voici arrivés au terme de cette étude. Si vous avez des questions, n'hésitez pas à m'envoyer un courriel ([jl.vandersleyen@skynet.be](mailto:jl.vandersleyen@skynet.be)).

Jean-Louis Vandersleyen

### Divers

1	Boîtier	305x280x133mm
1	FS1	Fusible 32mm - 2A - Lent
1	FS2	Fusible 32mm - 1A - Lent
1	FS3	Fusible 32mm - 0,5A - Rapide
1	LP1	Voyant "Mise sous tension" - LED - Verte
3	LP2-LP3-LP4	Voyant "Fusible" - Néon - Orange
1	LP5	Voyant "ALA" - LED clignotante - Rouge
1	BUZ	Buzzer - 3 à 24Vdc - 25x14mm
1	R51	330 Ohm - 100W
2	R52-R53 (série LP3 & LP4)	220K - 0,5W
3	R54-R55-R56	22K - 50W
1	Rel1	Relais statique - 240V/10A - Crydom 2410
1	T3	400V - 400VA - 90x115x121mm - Voir texte
3	Porte-fusible	32mm
1	Socle 230V	
1	Borne masse	Brune
1	Borne négative	Bleue
1	Borne positive	Rouge
1	P50 - Potentiomètre	10K - 2W - 10 tours
1	Bouton	
2	Mètre (DPM)	PM-128
1	Ventilateur	230V - 14W - 80m <sub>3</sub> /h - 120x120x25mm
1	Grille ventilateur	115x115mm
1	Étiquette "Danger HT"	
3	Thermique	70°C
1	SW1	Inverseur On-On tripolaire
3	Entretoise Plastique M4 lisse 20mm	
6	Entretoise Plastique M4 lisse 30mm	
9	Vis Nylon M4	40mm ou tige filetée Nylon M4
	Cosse plate 6,35mm à sertir (rouge)	
	Cosse à sertir (picot 1,3mm)	
	Tufnol 4mm	Ou bakélite
	Epoxy 1,5mm	
	Tôle aluminium 1,5 ou 2mm	
	Profilé carré (15x15x1,5mm)	
	Profilé cornière (15x15x1,5mm)	
	Profilé cornière (40x20x2mm)	
	Profilé cornière (10x10x1,5mm)	

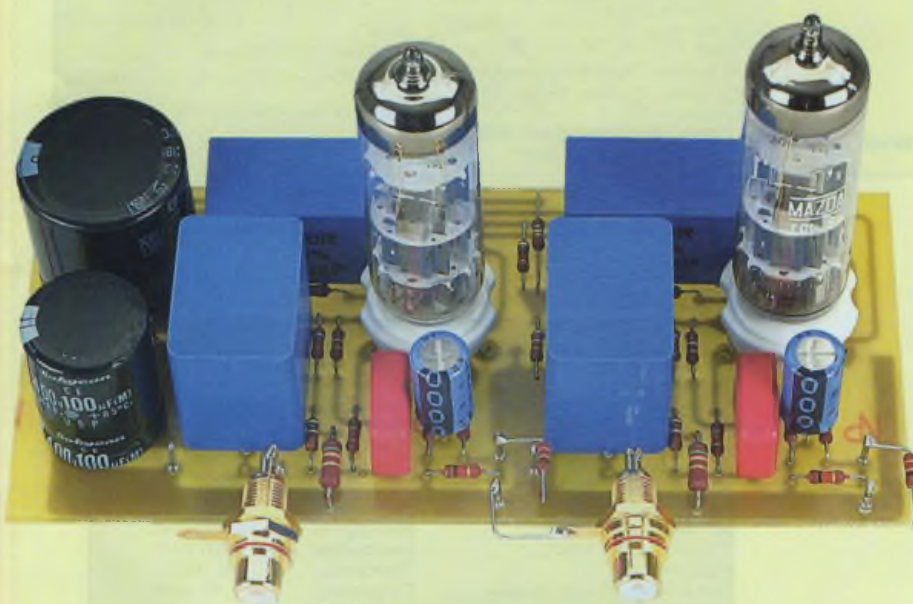
### Composants spécifiques

### Fournisseurs (liste non exhaustive !)

Boîtier 305x280x133mm	Radiospares	222-064
Radiateur S41	Selectronic	41-2032
Condensateur 82 $\mu$ F/ 500-550Vdc	Radiospares	339-7155
BUZ80	Radiospares	840-971
Buzzer	Selectronic	41-6507
R51 (330 Ohm 100W)	Radiospares	136-216
R54-R55-R56 (22K 50W)	Radiospares	159-657
Relais statique D2410	Radiospares	346-895
T2 Transfo (2x12V 10VA)	Radiospares	347-2616
T1 Transfo (2x9V 3,2VA)	Radiospares	347-2470
Mètre (PM128)	Selectronic	41-9625
SW1 Inverseur ON-ON tripolaire	Radiospares	103-5546
Vis Nylon M4x40mm	Rayons bricolage !	
Cosse plate pour Cl 6,3mm	Radiospares	534-834
Tufnol 4mm	Radiospares	194-1132

# L'ECL86 EN MU-FOLLOWER PRÉAMPLIFICATEUR STÉRÉO POUR ENTRÉES «HAUT-NIVEAU» LECTEUR DE CD-TUNER-MAGNÉTOPHONE...

Vous êtes très nombreux à apprécier les qualités exceptionnelles d'écoute des étages MU-FOLLOWER. Il est vrai que nous obtenons avec ces montages l'efficacité, la simplicité et les performances.



**P**our ces raisons, nous avons appliqué ce principe à la triode/pentode de puissance ECL 86. Nous la connaissons bien pour l'avoir utilisée dans de nombreuses réalisations, en particulier pour driver les triodes de puissance 845 en version Single End ou Push-Pull.

## LE SCHÉMA

Le schéma vous est proposé en **figure 1**, pour une réalisation stéréophonique. Le signal est appliqué à l'entrée Ed (pour le canal droit) aux bornes d'un pont diviseur résistif R11/R4.

Nous avons préféré ce pont résistif à un potentiomètre de volume afin que le temps de montée du signal (cas d'un carré observé à l'oscilloscope à 10 kHz) ne soit pas affecté par la position du curseur sur la piste.

Le rapport est de 10, ce qui permet d'avoir une entrée insaturable en fonction des sources qui sont disponibles, la plus « méchante » étant celle fournie par un lecteur de CD qui peut atteindre des amplitudes de 2 à 2,5 Veff !

Notre entrée peut accepter un signal de 6,8 Veff (avec une charge en sortie de 43 kΩ) avant de s'éteindre, la saturation ne se manifestant alors non pas par un

écrêtage du signal de sortie mais par une compression de l'alternance négative.

La résistance R2 placée dans la grille de la triode permet de s'assurer d'un fonctionnement irréprochable, sans risque d'entrée en oscillation de cet étage à grand gain.

La résistance de cathode R1 est découplée par un condensateur électrochimique C10 de forte valeur (C10/1000 μF). Ce condensateur permet de réduire d'avantage l'impédance de sortie.

La résistance de charge de plaque R3 est reliée à la cathode de la pentode, ce qui lui assure sa polarisation. Le potentiel en cet endroit est de +160 V.

La résistance R5 détermine la polarisation de la pentode, tandis que R10 détermine la tension et le courant «écran».

Les valeurs de R5-R6 et R10 sont interdépendantes. Dans tous les cas la tension aux bornes de chaque tube est de l'ordre de la moitié de la tension d'alimentation lorsque R5 et R10 sont convenablement choisies.

Comme pour R2, les résistances R8 et R9 sont des résistances de stabilisation. Le condensateur de découplage C3 doit avoir une tension d'isolement égale à celle de la tension d'alimentation, du fait que cette tension apparaît à ses bornes avant que les tubes ne soient chauds. Elle descend ensuite à environ +80 V.

Sa réactance capacitive à 10 Hz doit être au maximum du 1/10<sup>e</sup> de la valeur résistive de R10. Connaissant R10, fixée ici à 22 kΩ, nous en déduisons que :

$$Z_{C3} \leq \frac{1}{C \cdot \omega}$$

$$\text{Soit } 2200 \leq \frac{1}{C \cdot 2 \pi \cdot F}$$

$$C \leq \frac{1}{2200 \cdot 6,28 \cdot 10} \leq \frac{1}{138160}$$

$$C \leq \frac{1}{0,138160} \cdot 10^{-6} \leq 7,23 \mu\text{F}$$

Le condensateur C1 permet de bloquer la tension continue présente sur l'anode de la triode tout en prélevant le signal

# PRÉAMPLIFICATEUR STÉRÉO

alternatif de modulation amplifié. Il est appliqué à la grille de commande de la pentode au travers de R8.

La résistance R7 est la résistance de fuite de grille dont la valeur est ici portée à 470 kΩ.

Appliquée sur la grille de commande de la pentode, la modulation est ensuite récupérée sur sa cathode par le condensateur C2. Ici également, la tension continue est élevée et C2 doit aussi avoir une tension d'isolement importante, supérieure à 170 V.

Une fois chargé, C2 bloque le continu et transmet la modulation à la charge qui est ici un potentiomètre de volume.

La valeur de P1 peut varier de 10 kΩ à 47 kΩ ou n'être qu'une résistance fixe si votre amplificateur est doté des réglages de volume.

A la mise sous tension, le condensateur C2 est vidé, une tension continue apparaît donc inévitablement aux bornes de P1 (le temps de charge est lié à la constante de temps C2.P1).

Elle grimpe jusqu'à +6 V pour redescendre à quelques millivolts au bout de 45 secondes.

Si le potentiomètre de volume à son curseur mis à la masse, aucune tension continue n'est appliquée aux étages de puissance à la mise sous tension du pré-amplificateur.

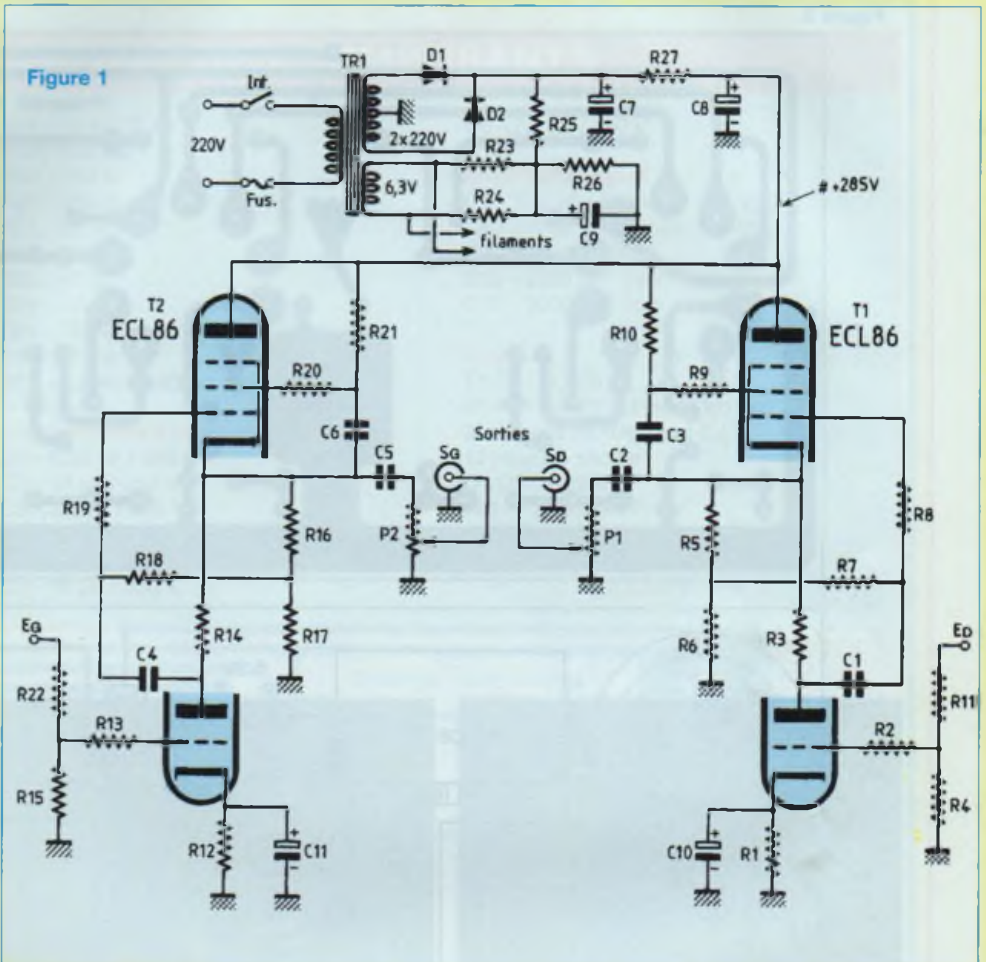
C2 a une valeur élevée afin de passer allégrement les basses fréquences, puisqu'il forme avec P1 un filtre passe-haut dont la fréquence d'intervention se situe à :

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot P1 \cdot C2}$$

Les signaux en fin d'article ont été pris avec une charge de 43 kΩ (Pot. de 10 kΩ + résistance fixe de 33 kΩ).

On obtient ainsi une fréquence  $f_c$  de 0,37 Hz, d'où un carré à 20 Hz presque parfait.

L'anode de la pentode de l'ECL86 reçoit une tension continue de l'ordre de +285 V, tension parfaitement filtrée par une cellule en Pi composée de C7-R27-



C8. Ce potentiel peut monter jusqu'à +300 V sans incidence sur la vie du tube. La haute tension est redressée par deux diodes au silicium D1 et D2 dont on a réuni les cathodes.

A la mise sous tension, sans consommation (temps de chauffage des filaments), la H.T. grimpe à +330 V, en appliquant une tension de 230 V~ au primaire du transformateur.

Le chauffage des filaments s'effectue en alternatif, à partir d'un enroulement de 6,3 V~.

Cet enroulement est relié à une fraction de la haute tension par les résistances R23 et R24.

Nous avons une tension continue de l'ordre de +80 V aux bornes de R26, résistance découplée par un électrochimique C9 de 100 µF.

## LE MODULE

### LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Une implantation vous est proposée en **figure 2** à l'échelle 1, afin que les lecteurs qui ne font pas appel à notre «Service Circuits Imprimés» puissent aisément reproduire la plaquette que nous avons étudiée pour eux.

Le C.I. reçoit tous les composants, à l'exception des diodes de redressement soudées directement aux cosses du transformateur.

Comme précisé plus haut, les potentiomètres de volume P1 et P2 ne sont pas non plus indispensables si l'amplificateur de puissance en est déjà doté. Ils ne sont donc pas soudés au C.I. et peuvent être remplacés par des résistances fixes.

Figure 2

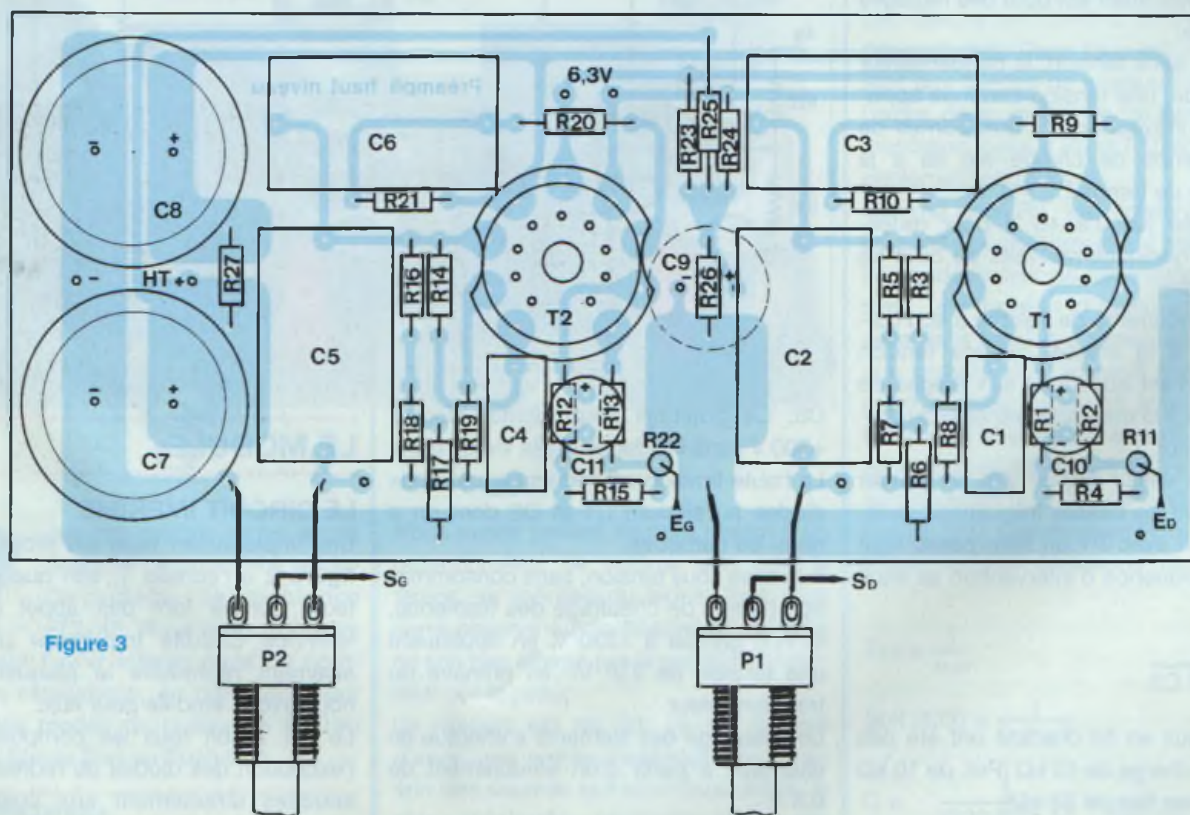
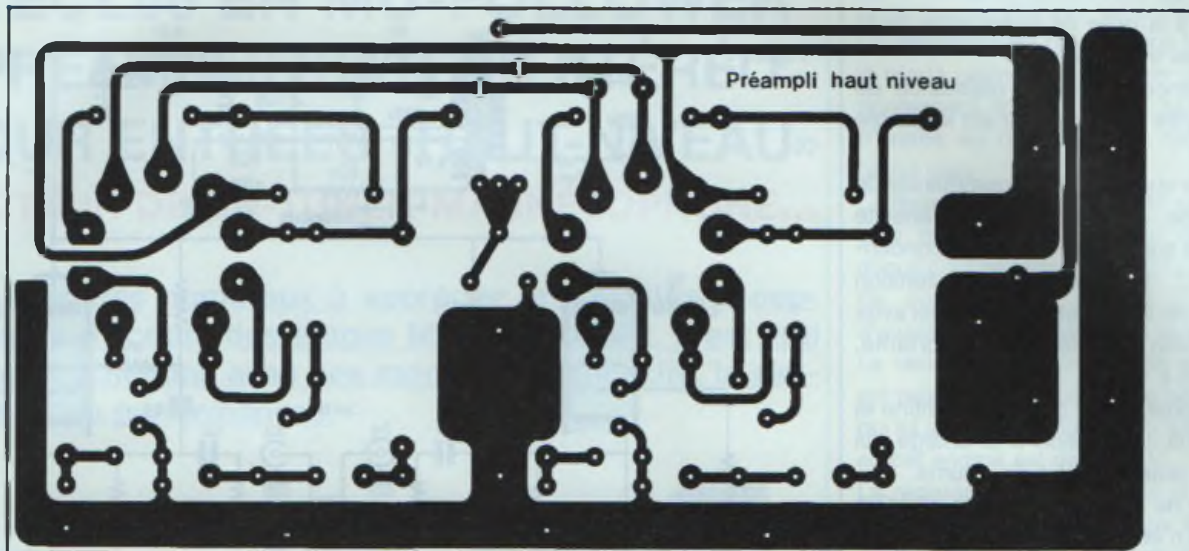


Figure 3

## LE CÂBLAGE

Le plan d'insertion des composants de la figure 3 permet de mener à bien ce travail en se reportant à la nomenclature qui précise la valeur nominale de chaque élément.

## Côté pistes

Nous soudons la résistance R27, en la surélevant de 5 mm par rapport au C.I. et le condensateur C9 dont les pattes seront pliées à 90°. Les résistances R6 et R17 de 2 W seront surélevées du C.I. de

5 mm afin de faciliter l'évacuation de la chaleur. Les condensateurs de découplage de cathodes C10 et C11 sont posés au-dessus des résistances R1/R2 pour C10 et R12/R13 pour C11.

**Bernard Duval**



# PRÉAMPLIFICATEUR STÉRÉO

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### Résistances $\pm 5\%$ à couche (métallique si possible) 1 W (sauf indication)

R1 - 2,7 k $\Omega$   
R2 - 150  $\Omega$   
R3 - 220 k $\Omega$   
R4 - 1 k $\Omega$   
R5 - 180  $\Omega$   
R6 - 15 k $\Omega$  (2 W)  
R7 - 470 k $\Omega$   
R8 - 150  $\Omega$   
R9 - 150  $\Omega$   
R10 - 22 k $\Omega$   
R11 - 10 k $\Omega$   
R12 - 2,7 k $\Omega$   
R13 - 150  $\Omega$   
R14 - 220 k $\Omega$   
R15 - 1 k $\Omega$   
R16 - 180  $\Omega$

R17 - 15 k $\Omega$  (2 W)  
R18 - 470 k $\Omega$   
R19 - 150  $\Omega$   
R20 - 150  $\Omega$   
R21 - 22 k $\Omega$   
R22 - 10 k $\Omega$   
R23 - 47  $\Omega$   
R24 - 47  $\Omega$   
R25 - 150 k $\Omega$   
R26 - 47 k $\Omega$   
R27 - 2,2 k $\Omega$  (2 W)

### Condensateurs non polarisés

C1 - 0,22  $\mu\text{F}$  / 250 V  
C2 - 10  $\mu\text{F}$  / 250 V  
C3 - 2,2  $\mu\text{F}$  / 400 V  
(ou électrolytique 2,2  $\mu\text{F}$  / 450 V)  
C4 - 0,22  $\mu\text{F}$  / 250 V  
C5 - 10  $\mu\text{F}$  / 250 V

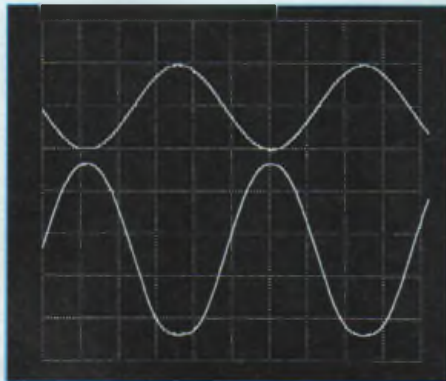
C6 - 2,2  $\mu\text{F}$  / 400 V

### Electrochimiques

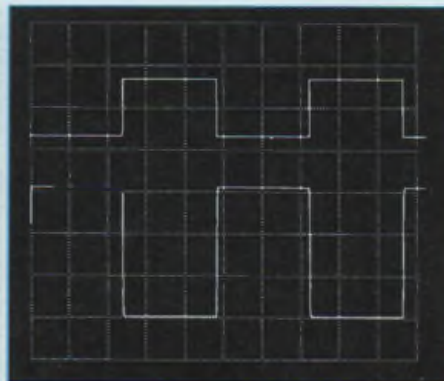
C7 - 100  $\mu\text{F}$  / 400 V (ou 385 V)  
C8 - 220  $\mu\text{F}$  / 400 V (ou 385 V)  
C9 - 100  $\mu\text{F}$  / 100 V  
C10 - 1000  $\mu\text{F}$  / 16 V  
C11 - 1000  $\mu\text{F}$  / 16 V

### Divers

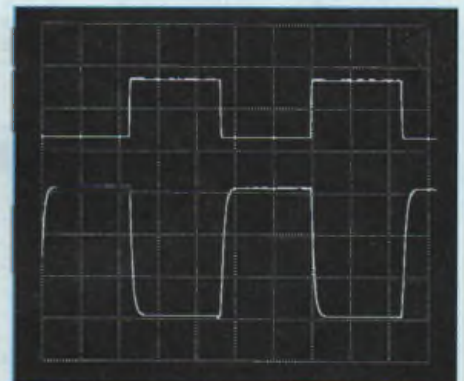
T1-T2 : ECL86  
P1-P2 : pot 22 k $\Omega$  ou 47 k $\Omega$  Log  
2 supports NOVAL pour C.I.  
12 picots à souder  
D1-D2 : 1N4007  
TR1 : primaire : 220 V  
secondaires :  
- 2 x 220 V / 40 mA  
- 1 x 6,3 V / 1 A



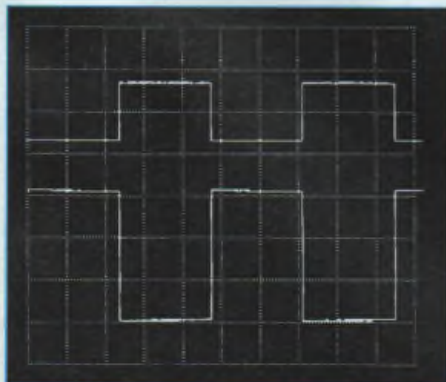
Sinus à 1 kHz. En sortie 57 Veff pour un signal d'entrée de 6,8 Veff (charge de 43 k $\Omega$ )



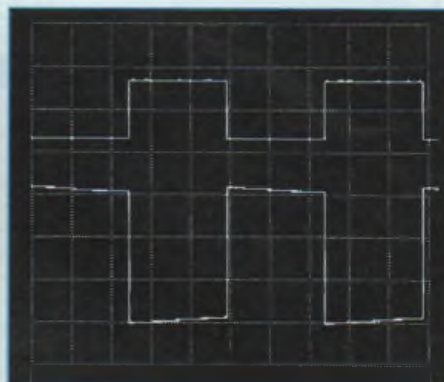
Signal carré à 1 kHz



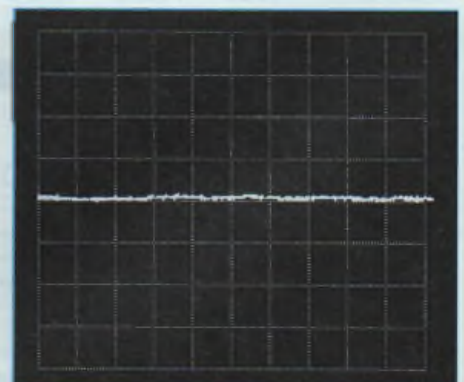
Signal carré à 10 kHz (2 Veff en sortie). Temps de montée 3,3  $\mu\text{s}$ , de descente 3  $\mu\text{s}$



Signal carré à 100 Hz (2 Veff en sortie)



Signal carré à 20 Hz (2 Veff en sortie)



Niveau de bruit sur calibre 5 mV/division (0,5 mV)

# FREQUENCE TUBES

La passion des tubes

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

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



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

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

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

## 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		PREAMPLI HOME CINÉMA
184		AMPLI CASQUE

## 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

CAPOT	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 €
EL84M/7189	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 €

### DIVERS

6N1P	SVETLANA	18,00 €
5963/12AU7A	RCA	16,00 €
6528	TUNGSOL	45,00 €
EZ81 PRO	EUROPE	24,00 €
EZ80	EUROPE	13,00 €
6AU6	EUROPE	11,00 €
807	CHINO	75,00 €
807	EUROPE	25,00 €
EF86	EUROPE	13,00 €
ECL82	EUROPE	12,00 €
ECL86	EUROPE	13,00 €
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

6AS7C	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 €
6B4G	JAN	68,30 €
12AZ7	JAN	20,00 €
567OW	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 BLINDÉ		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 BLINDÉ		3,50 €

**NOUVEAU !**

**OPTOCOUPLEUR 18,00 €**

**2 MODÈLES DISPONIBLES**

**CONDENSATEURS**

**Condensateurs LCR**

(Made in England)

16 + 16 $\mu$ F	/ 450 v	24,00 €
200 $\mu$ F	/ 500 v	35,00 €
200 + 200 $\mu$ F	/ 500 v	55,00 €

**Condensateurs F&T**

(Made in Germany)

32 + 32 $\mu$ F	/ 500 v	18,00 €
50 + 50 $\mu$ F	/ 500 v	20,00 €
100 + 100 $\mu$ F	/ 500 v	33,00 €

**Condensateurs "JJ"**

32 + 32 $\mu$ F	/ 500 v	14,04 €
50 + 50 $\mu$ F	/ 500 v	15,06 €
100 + 100 $\mu$ F	/ 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 $\mu$ F	/ 500 v	8,00 €
20 $\mu$ F	/ 500 v	8,50 €
40 $\mu$ F	/ 500 v	12,50 €
80 $\mu$ F	/ 450 v	12,00 €

**Condensateurs**

(Made in Japan) "Illinois"

22 $\mu$ F	/ 500 v	6,00 €
47 $\mu$ F	/ 500 v	12,00 €
100 $\mu$ F	/ 450 v	10,00 €

**Potentiomètre PIHER**

axe métal, de 100  $\Omega$  à 10 M $\Omega$  - 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 $\mu$ F	/ 500 v	6,76 €
47 $\mu$ F	/ 500 v	10,85 €
80 $\mu$ F	/ 450 v	12,51 €
100 $\mu$ F	/ 450 v	15,06 €
220 $\mu$ F	/ 450 v	20,05 €

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



**LED N°180**

LAMPÈMÈTRE

Kit transformateurs :	95,00 €
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 $\mu$ F	/ 450 v	23,48 €
2,2 $\mu$ F	/ 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 $\mu$ F	/ 600 v	49,78 €

**Série Standard**

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

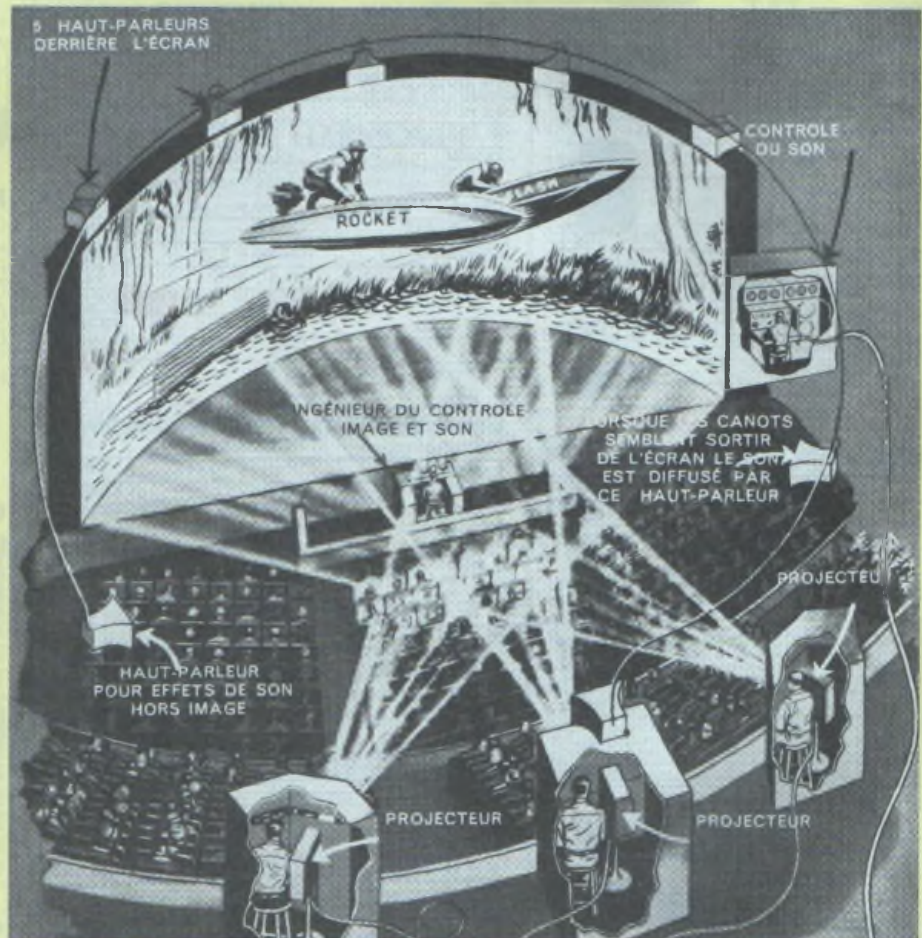
**Condensateurs "ERO" MKT**

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 A 4 : 6,10 € AU-DELÀ 9,15 €  
PORT TRANSEOS : COLISSIMO RECOMMANDÉ (NOUS JOINDRE)  
PORT COMPOSANTS : FORFAIT 6,10 €  
BAS DE MINIMUM DE FACTURATION

BIBLIOGRAPHIE (DATA BOOK) - ÉQUIVALENCES ET BROCHURES

## SURROUND !... VOUS AVEZ DIT SURROUND ?



En 1952, le public découvrit pour la première fois, grâce au « cinérama », le son « Total ». La disposition des haut-parleurs devint le standard du 70 mm. Trois ans plus tard, avec le cinémascope, les cinq canaux d'écran furent ramenés à trois canaux. Cette nouvelle disposition est encore actuellement le standard de tous les systèmes multicanaux.

1877... 2004... Il a fallu 127 ans pour qu'enfin on y arrive !...  
127 ans entre les premiers sons enregistrés par Edison et le  
son multicanal à la portée de tous... On a enfin réussi à faire  
« sortir le son de la boîte » !...

Il y aura toujours des grincheux pour trouver « qu'avant c'était mieux... » Ceux-là ont toujours existé et séviront toujours. On les a connus lors du passage du 78 tours au microsillon. Ce sont les mêmes qui ont

nié la stéréophonie, qui ont protesté à l'arrivée de la modulation de fréquence et qui ont voulu ignorer l'arrivée du compact disc... Aujourd'hui, le son multicanal, accompagné ou non de l'image, se démocratise. On ne peut pas l'ignorer,

# TOUT SUR LE MULTICANAL

c'est une vraie déferlante, en grande partie grâce à la commercialisation de masse du DVD et de quelques autres procédés concurrents qui tardent à décoller mais qui finiront peut-être par trouver leurs places dans un proche avenir. Les résultats, parfois médiocres, qui sont obtenus par les utilisateurs proviennent bien souvent de la méconnaissance de la genèse et de la mise en œuvre de ces procédés. Essayons d'y voir un peu plus clair, votre revue vous proposant depuis quelques mois des montages d'amplificateurs et de préamplificateurs, encore faut-il savoir les mettre en œuvre.

## DE LA STÉRÉOPHONIE AU MULTICANAL

La différence fondamentale entre la stéréophonie et le multicanal est la suivante : **la stéréophonie recrée un espace sonore virtuel, alors que le multicanal crée un espace sonore réel (figure 1)**. C'est fondamental, la stéréo fait appel au pouvoir d'intégration du cerveau de l'auditeur pour recréer une scène sonore en largeur. Le canal central, par exemple, est virtuel et n'existe que dans le cerveau de l'auditeur. Si vous vous bouches une oreille, le canal central disparaît purement et simplement... Vous ne me croyez pas ? Faites l'expérience en vous plaçant entre vos enceintes, c'est instructif !

En stéréo, les pseudos effets de profondeurs sont fonction, d'une part, de la disposition plus ou moins heureuse des différents haut-parleurs dans l'enceinte, des réflexions dans la pièce d'écoute qui créent des retards plus ou moins importants aux oreilles gauche et droite de l'auditeur, et d'autre part au talent de l'ingénieur du son qui a réalisé l'enregistrement. Il est d'ailleurs instructif d'écouter une paire d'enceintes de qualité, c'est-à-dire n'amenant pas des rotations de phases destructrices dans une chambre sourde. L'image stéréophonique se crée sur un plan unique en largeur. C'est d'ailleurs un peu ce qui se produit avec



**Figure 1 : Disposition classique des haut-parleurs dans une salle de cinéma. Les enceintes situées à l'arrière sont dorénavant indépendantes des canaux « surround gauche et droite » et pilotées par une matrice additive « dolby ». C'est le sixième canal du système 5 + 1 (voir texte)**

une écoute au casque.

À l'inverse, la reproduction multicanal utilise des sources réelles. La disposition standard : gauche, centre, droite, arrière (ou surround) gauche, arrière droite, sont des sources « vraies ». Les trois canaux placés face à l'auditeur reconstituent la largeur réelle de la source, les « surround » recréent dans l'espace la troisième dimension qui manquait à la stéréophonie. Les « surround » (absolument nécessaires) remplissent une autre fonction : ils retransmettent, lorsque l'enregistrement est correct, la dimension réelle du lieu dans lequel a été effectuée la prise de son. Pour la première fois depuis que le son existe, on peut affirmer que l'on s'affranchit des dimensions de la pièce d'écoute... À condition que l'installation soit correcte et surtout bien réglée, car c'est là que le bât blesse.

Avant d'aller plus avant, sachez que dans une installation bien réglée, **vous ne devez pas entendre les « surround » au sens physique du terme**, sauf si l'enregistrement comporte certains effets particuliers. D'autre part, vous devez pouvoir vous déplacer à gauche et à droite du centre sans perdre l'image stéréophonique. Si votre installation est bien réglée, la zone d'écoute doit être possible sans gêne dans pratiquement toute la surface de la pièce.

Aujourd'hui, l'utilisateur dispose de plusieurs procédés.

Tout d'abord, le « Dolby Pro-logic » qui s'appelle « Dolby surround » dans les salles de cinéma. Ce « Dolby Pro-logic », vous le « récupérez » dans le son de votre téléviseur « Nicam stéréo », sur la sortie stéréo de votre magnétoscope, de votre lecteur DVD ou celle d'un lecteur « Laser Vision ».

Pour bénéficier des quatre canaux gauche, centre, droite, et surround, il vous faudra un décodeur Dolby Pro-Logic. C'est le procédé universel purement analogique.

Il n'y a pas de canal sub-bass indépendant, il est extrait directement de la bande sonore à travers un simple filtrage. Ensuite, le Dolby Digital et le « DTS » qui, à quelques détails près, sont pratiquement identiques. Si vous êtes équipés d'un lecteur DVD avec convertisseur ou si vous possédez un convertisseur indépendant, vous récupérez : gauche, droite, centre, surround gauche, surround droit et sub-bass. **C'est le standard universel 5 + 1**. Ces deux procédés sont entièrement numériques. C'est le son de tous les films « DVD 5 + 1 » et des DVD audio. Le signal numérique est compressé dans un rapport d'environ 6, ce qui représente un débit de 384 k/bits par seconde pour reproduire les six canaux.

Enfin, le SACD Audio qui est aussi un procédé 5 + 1, mais uniquement destiné au son. Le SACD est théoriquement non compressé, certains disques sont compatibles CD.

Mais avant de vous parler des réglages et de la mise au point de votre installation 5 + 1, il faut comprendre ce qui est à la base de tous ces procédés : le cinéma.

## DE LA STÉRÉO POUR LE CINÉMA AU MULTICANAL DOMESTIQUE

Tout a commencé par le cinéma : pouvoir apporter la dimension du son à celle de l'image fut l'obsession de dizaines de chercheurs dès l'apparition du parlant en 1927.

## ET SI ON PARLAIT « SURROUND »

Le chanteur de jazz fut le premier film 100 % parlant : le son était enregistré sur disques 33 tours de 40 cm synchronisés mécaniquement avec le film.

En 1932 (oui, vous avez bien lu!), la Warner, sous la direction de A. C. Keller, mit au point la stéréophonie sur disque selon le procédé 45/45 qui ne fut commercialisé qu'à partir de 1958 et qui est encore aujourd'hui le procédé employé pour



Le son du *Chanteur de jazz*, premier film entièrement parlant, fut enregistré sur des disques 33 tours mécaniquement synchronisés avec le film

la gravure de nos disques vinyles stéréo. En 1933, RCA mit au point le procédé « Photophone » qui utilisait deux pistes optiques distinctes sur le film : l'une pour le canal gauche, l'autre pour le droit. Quelques films furent réalisés dans les années quarante sous le sigle « Vitasound » - dont *La piste de Santa Fe* de Michaël Curtiz et *Sergent York* avec Gary Cooper -, sans grand succès quant au son, car les spectateurs placés à gauche dans la salle n'entendaient que le canal de gauche, et ceux placés à droite que le canal de droite. Un phénomène que nous connaissons bien, nous autres pauvres stéréophiles qui sommes condamnés à écouter nos disques à une place bien déterminée !

En 1941, Walt Disney définit le standard qui est toujours de mise aujourd'hui. Pour *Fantasia*, il adapta le procédé « Photophone » en multipliant le nombre de pistes. Le film était projeté en double-bande synchronisée et comportait quatre canaux : un canal gauche, un canal centre, un canal droit et un canal « ambiance » baptisé aujourd'hui « surround ». L'équipe Disney avait compris qu'il était impératif de créer un canal central afin de recentrer l'image stéréo-

phonique pour les spectateurs situés à gauche et à droite de l'écran.

Malheureusement, *Fantasia* s'avéra à l'époque un « bide » noir ! De plus, en 1941, le public avait bien d'autres soucis. Il fallut attendre les années cinquante pour que l'on découvre enfin avec le « Cinérama », la vraie stéréophonie et la haute-fidélité au cinéma. Tous les procédés de stéréo de 1950 à 1970 utilisèrent la bande magnétique, soit en double-bande synchronisée (Cinérama, Kinopanorama, Ciné Miracle), soit sous forme de pistes couchées sur le film (quatre canaux Cinémascope 35 mm ou 6 canaux Todd-AO 70 mm). Malgré les huit cents films réalisés de par le monde avec ces procédés et malgré leurs succès, la stéréo disparut des salles dans les années soixante-dix, tuée par l'automatisation des cabines. En effet, les pistes magnétiques étaient trop fragiles pour supporter le traitement que leur infligeaient les projecteurs automatiques. Lesquels avaient désormais l'avantage de fonctionner seuls, sous l'œil étonné d'un personnel non qualifié, donc moins cher. On sacrifia par conséquent la stéréo sur l'autel de la rentabilité !

Il fallait trouver autre chose.

C'est le hasard qui mit Ray Dolby sur la voie. Il faut dire qu'en 1970, Ray Dolby était déjà célèbre grâce au réducteur de bruit original qui portait son nom, le fameux « Dolby A ». Tous les studios d'enregistrement de musique l'utilisaient afin de réduire le bruit de souffle inhérent aux bandes magnétiques lors des multiples reports des bandes multipistes.

Curieusement, l'expérience Dolby au

cinéma commença avec le 16 mm (la vidéo grand public n'existait pas encore). Eastman Kodak cherchait un moyen économique de réaliser des copies en 16 mm comportant deux pistes sonores : l'une en anglais, l'autre en version doublée. On songea bien aux pistes magnétiques couchées sur le film, mais le coût était trop élevé. Kodak appela donc RCA qui exhuma le vieux système Photophone de 1936 et qui réadapta le procédé avec deux pistes optiques pour le 16 mm. Or, il apparut que les pistes étaient tellement étroites que le bruit de fond, la dynamique et les distorsions diverses étaient intolérables. On appela Ray Dolby à l'aide. Ce dernier appliqua son principe de réduction de bruit et, miracle, cela fonctionna du premier coup. Ce diable d'homme réalisa tout d'un coup que ce qui était applicable au 16 mm avec deux pistes contenant deux versions entièrement distinctes du son du film pouvait immédiatement être appliqué à la stéréo avec des résultats encore meilleurs en 35 mm. Mais depuis *Fantasia* et après les vingt ans d'expérience dans la stéréo pour le cinéma, on savait qu'il était obligatoire non seulement de créer un canal central, mais que,

pour élargir l'espace sonore hors des limites de la salle, on ne pouvait se passer du canal « surround ».

Comment recréer quatre canaux de son quand on ne dispose que de deux pistes ? Il faut signaler ici que pendant que se déroulaient ces événements, une guerre impitoyable - qui ne se solda que par des perdants - faisait rage dans le monde de la haute-fidélité : celle de la quadraphonie. Le problème était le même que celui qui se posait à Ray Dolby : comment fabriquer quatre canaux avec les deux voies gravées sur un disque stéréophonique ? Or, à l'exception de certains procédés sophistiqués comme le CD4 de JVC, deux autres procédés utilisaient un principe presque aussi vieux que l'électronique elle-même : le QS et le SQ. Ces deux systèmes utilisaient ce que l'on appelle une matrice à corrélation de phase. Rassurez-vous : c'est plus difficile à prononcer qu'à expliquer !

Ray Dolby qui, très honnêtement, n'a jamais revendiqué la paternité du « SVA » (Stereo Variable Area Sound), qui est le vrai nom de la stéréo matricielle, sauta néanmoins sur l'occasion. Le problème pour le cinéma était autrement plus simple à mettre en œuvre que pour la quadraphonie sur disque où il s'agissait de créer quatre canaux répartis comme suit : gauche avant, droite avant, gauche arrière, droite arrière. Au cinéma, on ne demandait que : gauche avant, centre avant, droite avant et « surround » et quand vous aurez compris comment cela fonctionne, tout deviendra clair, du moins je l'espère.

Vous savez que le son est constitué des mouvements vibratoires de l'air ébranlé par vos haut-parleurs. Ces mouvements vibratoires mécaniques sont l'image (plus ou moins fidèle) d'un courant électrique vibrant à la même fréquence. C'est pour cela qu'on appelle ce mode de fonctionnement « analogique » car il y a analogie entre le signal électrique et le mouvement de la membrane du haut-parleur. Oublions le haut-parleur et occu-



Pour Fantasia (1941), l'équipe Disney adapta le procédé « Photophone » en multipliant le nombre de pistes. Elle créa un canal central afin de recentrer l'image stéréophonique pour les spectateurs situés à gauche et à droite de l'écran.

pons-nous du signal électrique qui est traité dans la chaîne d'amplification qui précède le transducteur mécanique qu'est le haut-parleur. Lorsque deux signaux vibratoires démarrent en même temps et s'annulent au même moment, on dit qu'ils sont « en phase ». On dit qu'ils sont « en opposition de phase », lorsque leurs mouvements sont exactement inverses, c'est-à-dire que l'un passera par un maximum, lorsque l'autre passera par un minimum.

C'est là toute l'astuce de la stéréo dite « matricielle » au cinéma et chez vous. En effet, sachez que deux signaux en phase s'ajoutent et deux signaux en opposition de phase s'annulent.

En passant à travers un circuit extrêmement simple appelé « dématricieur », une matrice, qui sera capable d'effectuer la somme et la différence des signaux enregistrés sur les deux voies, pourra facilement en créer quatre :

- Si le son passe à gauche, seul le canal gauche fonctionnera, simplement parce que : gauche + rien = gauche.

- Si le son passe à droite, seul le canal droit

fonctionnera, car : droite + rien = droite.

- Si le son passe avec la même intensité et en phase à droite et à gauche, le canal central fonctionnera puisque les signaux en phase s'ajoutent : droite + gauche = centre.

- Si le son passe avec la même intensité mais en opposition de phase à gauche et à droite, on n'aura rien au centre, car les signaux en opposition de phase s'annulent : droite - gauche = rien.

Mais si simultanément dans un circuit supplémentaire, on inverse la phase d'un des deux canaux (par exemple la phase du canal gauche), on aura alors : droite + gauche = surround.

Et ça marche, avec plein de défauts, mais cela fonctionne ! Le plus gros défaut du système est la diaphonie, car ce qui fonctionne bien avec des fréquences pures est autrement plus compliqué à maîtriser avec le signal éminemment complexe d'un son réel. Surtout que pour simplifier, et pour vous faire comprendre le procédé, je vous ai raconté des histoires, et je m'en excuse...

Lorsque je vous dis que « gauche + rien = gauche », ce n'est pas tout à fait vrai. En réalité, la gauche sera aussi retransmise par le canal central à la même intensité. Le phénomène sera identique pour la droite. Le résultat ? Vous situerez l'image de gauche à un point localisé entre l'enceinte centrale et l'enceinte gauche; de même pour l'enceinte droite et l'enceinte centrale. Pour les « surround », le problème se pose dans les mêmes termes. Si le système était parfait, le signal dans les enceintes d'ambiance ne se manifesterait qu'en cas de décalage de la phase du signal de gauche par rapport à celui de droite. Or, ce n'est pas le cas. Si, par exemple, le signal passe entièrement à gauche, il passera aussi entièrement dans les « surround »; de même pour la droite.

C'est pour cette raison qu'en Dolby Stéréo, la totalité du son, en priorité les dialogues qui doivent provenir du centre de l'écran, est enregistrée en mono et reportée rigoureusement en phase sur

## ET SI ON PARLAIT « SURROUND »

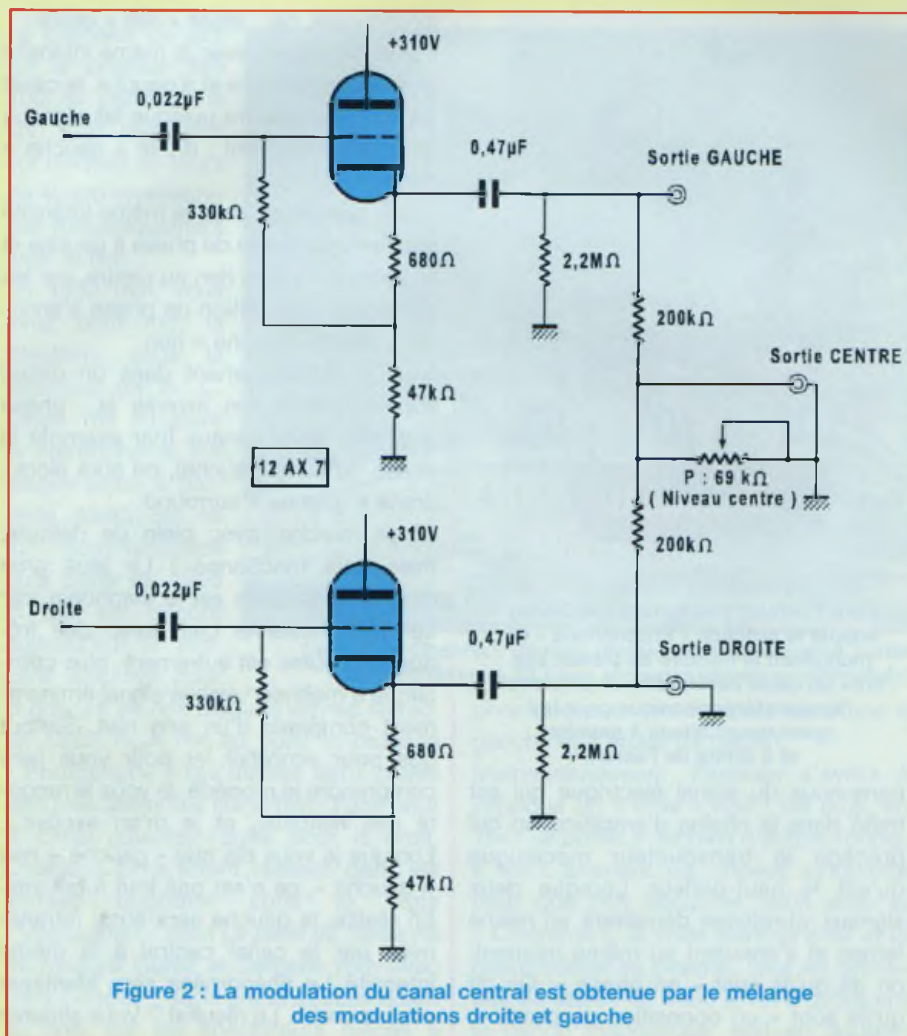


Figure 2 : La modulation du canal central est obtenue par le mélange des modulations droite et gauche

les canaux gauche et droit. Ce son mono ne risquera donc pas de passer sur les « surround », ce qui serait fort désagréable. Seules les musiques et les ambiances sonores non identifiables en direction sont reportées sur les canaux gauche et droit, en phase ou hors phase selon que l'on veut favoriser le son venant des « surround » ou de la face des spectateurs.

Le fait d'enregistrer en phase la totalité du mixage afin que le centre diffuse en permanence la totalité du son du film rend le système compatible en mono. C'est ce qui vous permet de voir un film à la télévision ou dans une salle de cinéma au standard mono sans être gêné le moins du monde.

C'est là le génie de Ray Dolby qui avait compris dès 1970 que si son procédé devait s'imposer, il fallait impérativement qu'il soit compatible. Il n'était pas question, à l'époque, de retrouver la qualité perdue des enregistrements magnétiques des années soixante, mais de trouver un pis-aller en attendant mieux. Car tout le problème, à l'époque, était de convaincre les commerciaux et d'imposer insidieusement la stéréo dans les salles qui n'en voulaient pas.

La séparation des canaux du premier film enregistré en Dolby Stéréo, *Tommy* de Ken Russel (1975), n'excédait pas 6 dB ! C'est en 1977 avec *Star Wars* et *Rencontres du troisième type*, que le procédé fut réellement lancé. Ces films

furent édités en « Dolby Stereo » pour l'exploitation générale. Mais pour l'exploitation de grande qualité, ces films furent projetés en 70 mm 6 pistes stéréo. On se rendit compte alors que les 6 dB de séparation du « Dolby Stereo » marchaient très bien. Dans une grande salle, on cherche avant tout une ambiance sonore globale.

Au fond, que recherchons-nous ? À situer avec précision l'impact d'une balle de ping-pong à gauche ou à droite, ou bien à recréer l'ambiance d'une salle de concert ? Les deux, me direz-vous... Mais on pouvait faire mieux que 6 dB. C'est pour cela que le « Dolby Surround Pro Logic » est né en 1987 et c'est là le vrai perfectionnement du système.

### LE « DOLBY SURROUND » DIT « PRO LOGIC »

Ce que je vous ai décrit plus haut est le système dit à « matrices résistives ». Si vous possédez un ancien préampli Mc Intosh C22 ou un Harman-Kardon des années soixante, vous pouvez décoder le canal central d'un enregistrement encodé Dolby. Ce circuit hyper simple (voir figure 2) a été utilisé dès le début du « Dolby Stéréo ». Seule précaution à prendre afin de ne pas réduire de trop la largeur de la stéréo : régler le potentiomètre du canal central de façon à réduire le niveau de 3 dB par rapport à la gauche et à la droite pour ne pas « tuer » l'effet stéréophonique. Le Pro Logic, lui, utilise des matrices dites « actives », ce qui signifie que le niveau et le temps de transmission vont être contrôlés en permanence par le circuit. En clair, les niveaux gauche, droit, centre et surround varieront en permanence en fonction de la position de la source dans l'espace.

Le premier circuit de ce type fonctionnait déjà dans les salles dès 1982. Il était fabriqué à partir de composants discrets. Il fallut attendre 1987 pour que le circuit intégré spécifique fasse son apparition et soit commercialisé auprès du grand public.



# TOUT SUR LE MULTICANAL

De nos jours, il n'existe plus aucune différence entre le circuit utilisé par le cinéma et celui qui se trouve au cœur de votre décodeur. La diaphonie et la séparation des canaux atteignent près de 20 dB pour les trois canaux frontaux et 15 dB pour les « surround », ce qui somme toute est la séparation que vous obtenez avec un bon récepteur FM. Un récepteur qui, en stéréo, utilise lui aussi des matrices actives ou résistives selon les modèles pour extraire les canaux gauche et droit du signal FM multiplex.

## DU « PRO LOGIC » AU DOLBY DIGITAL, DTS ET AUTRE SACD

Si je vous ai parlé longuement du Pro Logic, c'est que non seulement le procédé n'est pas obsolète, mais il n'est pas prêt de disparaître. Tout d'abord pour cause de télévision : actuellement en France 80 % des émissions, concerts, films en « Nicam Stéréo » sont matricés et doivent être décodés en Dolby Surround pour en obtenir la quintessence. Ensuite, tous les magnétoscopes et enregistreurs DVD sur lesquels vous avez enregistré un film ou une émission en Nicam doivent être décodés pour la même raison.

Tous les lecteurs DVD de bas de gamme et de gamme moyenne qui ne délivrent pas les 5 + 1 extraits de la bande « son » numérique sortent en stéréo encodée « Dolby ».

Enfin, le cinéma : sachez que **tous les films** sans exception comportent, en sus de la piste numérique (enregistrée entre les perforations du film en Dolby Numérique et sur CD-Rom en DTS), la piste stéréo Dolby Surround optique. Ceci pour des raisons de compatibilité avec toutes les salles non équipées en numérique (la majorité !) ou qui fonctionnent encore en mono.

D'autre part, cette piste « son » est commutée automatiquement lorsque le signal numérique enregistre plus de sept erreurs par seconde. C'est la piste de

sécurité. Pour votre information, sachez que la piste optique lue en 4 + 1 atteint une bande passante de 15 kHz pour une dynamique en Dolby SR de 80 dB ! De quoi rêver, non ?

Malgré ces résultats spectaculaires, trois équipes se mirent au travail pour faire basculer le cinéma dans l'ère du numérique : l'équipe Dolby, l'équipe DTS et l'équipe Sony avec son procédé SDDS. Lequel existe toujours, mais très confidentiellement. Il est meilleur que les deux autres mais trop lourd techniquement (le SDDS est le papa du SACD !). Nous n'entrerons pas dans les détails, mais sachez que le « son » est toujours réalisé de la même façon. Tout le mixage du film est enregistré au centre. La différence fondamentale réside dans la parfaite séparation des canaux gauche et droit qui deviennent de ce fait totalement indépendants, ainsi que deux canaux indépendants, eux aussi, avec lesquels on peut jouer : les surround gauche et droit. Le canal « sub-bass » est enregistré indépendamment et peut être traité avec certains effets.

## ET LE 7<sup>E</sup> CANAL ?

Le 7<sup>e</sup> canal n'existe pas, mais est fabriqué à l'aide d'une matrice Dolby Pro-Logic qui analyse les canaux surround gauche et droit, comme on le fait pour reconstituer le canal central arrière. Mais pourquoi donc ? Tout simplement parce que dans une grande salle, là où le canal surround unique en Dolby Pro-Logic créait un environnement sonore homogène, à partir du moment où l'on a envoyé des signaux différents à gauche et à droite, on s'est retrouvé devant le problème que l'on connaissait bien : les spectateurs placés à gauche dans la salle n'entendaient que les surround gauche et ceux placés à droite les surround droite ! D'où le centre surround. On peut d'ailleurs s'amuser à jouer avec la matrice et créer un 8<sup>e</sup> canal... Pourquoi pas ! Pour nous autres utilisateurs moyens, croyez-moi 5 + 1 canaux rem-

plissent sacrément l'espace d'un living-room standard !

Et maintenant, définissons les matériels nécessaires à une installation multicanal afin de sortir la quintessence des différents procédés.

## LES ENCEINTES ACOUSTIQUES ET LES HAUT-PARLEURS

Vous avez beau avoir les meilleurs amplis du monde, le préampli le plus élaboré, le convertisseur 5 + 1 canaux, la matrice Dolby la plus exceptionnelle, si les enceintes acoustiques ne sont pas au rendez-vous, inutile de rêver ! L'effet spatial que vous obtiendrez pourra faire illusion pendant quelques minutes, mais vous vous rendrez compte très vite que vous fabriquez du « bruit spatial » sans grand intérêt. Aux débuts de la stéréo, on estimait qu'un « méchant » haut-parleur supplémentaire fixé sur le couvercle d'un électrophone suffisait à provoquer « l'effet stéréo ». C'est exactement ce qui se passe aujourd'hui avec les « Packs 5 + 1 » vendus un peu partout à un prix pas nécessairement raisonnable compte tenu de la qualité médiocre des produits proposés, bien que présentant souvent un look intéressant. Examinons ensemble, voulez-vous, le cahier des charges d'une bonne installation 5 + 1 et tout d'abord le canal central.

## LE CANAL CENTRAL

Il est le plus important, celui qui doit être le plus soigné. C'est de lui que dépendront toute la cohérence spatiale du système ainsi que sa précision. C'est lui qui devra descendre dans le grave sans distorsion.

Si vous nous avez suivis depuis le début, vous avez compris que la totalité du message sonore va lui être attribué, quel que soit le procédé : Dolby Digital 5 + 1, DTS, Dolby Pro-Logic ou SACD. Pour une raison simple, le canal central « réel » doit se substituer au canal central « vir-

## ET SI ON PARLAIT « SURROUND »

tuel » que votre cerveau reconstituait en écoute stéréophonique. D'ailleurs, si vous envoyez un signal stéréo à travers une matrice Dolby et que l'enregistrement a été effectué en stéréo dite « de phase », vous serez surpris d'entendre le chanteur, le piano ou l'instrument soliste sortir de l'enceinte centrale à un niveau de + 3 dB par rapport à la gauche et à la droite, alors que les instruments placés à gauche et à droite seront aiguillés automatiquement vers les enceintes gauche, droite, avec un niveau de + 3 dB par rapport à leur niveau au centre.

C'est d'ailleurs de cette manière que sont repiqués la majorité des DVD 5 + 1 disponibles aujourd'hui sur le marché. Il suffit de lire la bande master stéréo, de la traiter à travers une matrice Dolby et le tour est joué ! Donc l'enceinte centrale est très importante. Ignorez la petite enceinte « pas encombrante » qui est, en général, vendue comme enceinte centrale si vous voulez faire du 5 + 1 canaux, avec elle vous avez tout faux !

### LA GAUCHE ET LA DROITE

Ce sont les enceintes de la stéréo classique, n'oubliez pas que leur qualité doit être parfaite, car vous serez appelés à faire fonctionner votre installation en stéréo traditionnelle.

**L'idéal est d'avoir trois enceintes frontales rigoureusement identiques.**

C'est parfois difficile, mais, quelle que soit la configuration, deux points doivent être soulignés car fondamentaux :

- L'efficacité, ou le rendement si vous préférez, des trois enceintes doit être rigoureusement identique.

En effet, si vous possédez une paire d'enceintes stéréo à efficacité moyenne de 92 dB, par exemple (ce qui est courant) et que l'enceinte centrale soit à bas rendement, disons une efficacité de 87 dB, ce qui serait le cas de la petite enceinte centrale couramment vendue dont on parlait plus haut.

Quoi qu'en disent les constructeurs, la plage dynamique de ces enceintes est

complètement différente. En pratique, si vous visionnez un film, vous serez obligés d'agir constamment sur le réglage de volume de votre installation, car si vous réglez le centre pour un niveau de dialogue correct, lors des montées de musique, la gauche et la droite se mettront à hurler et vice-versa, ce qui est fort désagréable.

À l'inverse, si le centre a une efficacité plus élevée que la gauche et la droite, vous n'entendrez que lui. Ceci même si le niveau moyen des trois voies a été réglé pour fournir subjectivement la même pression acoustique et quelle que soit la puissance des amplificateurs que vous utilisez.

- Le deuxième point concerne essentiellement la qualité des enceintes. Il s'agit de la **cohérence de phase**. En stéréo, une parfaite cohérence de phase est nécessaire afin que l'image stéréo soit stable. Vous avez tous entendu des enceintes ne respectant pas ou peu ce critère et vous avez pu constater que la chanteuse qui a une belle voix grave est parfaitement centrée.

En revanche, dès qu'elle monte tant soit peu dans l'aigu, sa voix a une fâcheuse tendance à se déplacer vers la gauche ou la droite, quand ce n'est pas n'importe où ! En multicanal, la cohérence de phase est **absolument primordiale**, contrairement à ce que l'on pourrait penser.

Comme vu plus haut, il ne s'agit en effet plus seulement de créer une image sonore en largeur, mais en trois dimensions. À l'enregistrement, on va jouer parfois sur de subtils décalages temporels (donc de phase) pour accentuer la position de certains instruments de l'orchestre, par exemple, afin de les amener en « volume » vers le point d'écoute ou les éloigner de celui-ci. Si les trois enceintes frontales ne sont pas cohérentes, elles amèneront leurs propres décalages temporels sur certaines fréquences. Ce qui, avouons-le, créera un fouillis plus que bizarre ! Les « surround », dans ce cas précis, en rajoutent !

### LES ENCEINTES SURROUND

Les enceintes « surround » sont aussi importantes que les « faces » !

En Dolby Digital, DTS et SACD, la **totalité de la bande passante** est transmise aux « surround », alors qu'en Dolby Pro-Logic les « surround » reçoivent un son mono limité en fréquence à 8 kHz.

Ce qui a été dit pour les « faces » est valable pour les « surround ». L'idéal serait d'avoir deux enceintes « surround » identiques aux « faces ». Ce qui est souvent impossible, ne serait-ce qu'à cause de leur emplacement dans la pièce d'écoute, car elles doivent être placées idéalement à mi-hauteur du mur du fond, contre le mur si possible, car leur raison d'être est de supprimer subjectivement cette paroi.

Quelle que soit la taille des enceintes, elles doivent, elles aussi, avoir la même efficacité que les enceintes frontales, et présenter la meilleure cohérence de phase possible.

Leur présence est absolument nécessaire, car ce sont elles qui vont faire disparaître les parois de la salle afin de recréer l'espace réel dans lequel a été effectué ou reconstitué l'enregistrement.

Dans le cas particulier d'une salle de concert, les « surround » ne diffuseront dans l'espace que les sons réverbérés naturellement dans l'espace d'enregistrement.

C'est pour cette raison que dans une installation bien réglée **on ne doit pas les entendre**, sauf en cas d'effets enregistrés spécialement et destinés à être diffusés à l'arrière des auditeurs.

Pour arriver à ce résultat, un retard de transmission de la modulation devra être ajusté soit au départ sur votre lecteur DVD, DTS, SACD, sur la matrice de décodage Dolby ou autre, soit sur votre préamplificateur afin que les sons émis par les « faces » arrivent en même temps que ceux émis par les « surround » aux oreilles des auditeurs.

# TOUT SUR LE MULTICANAL

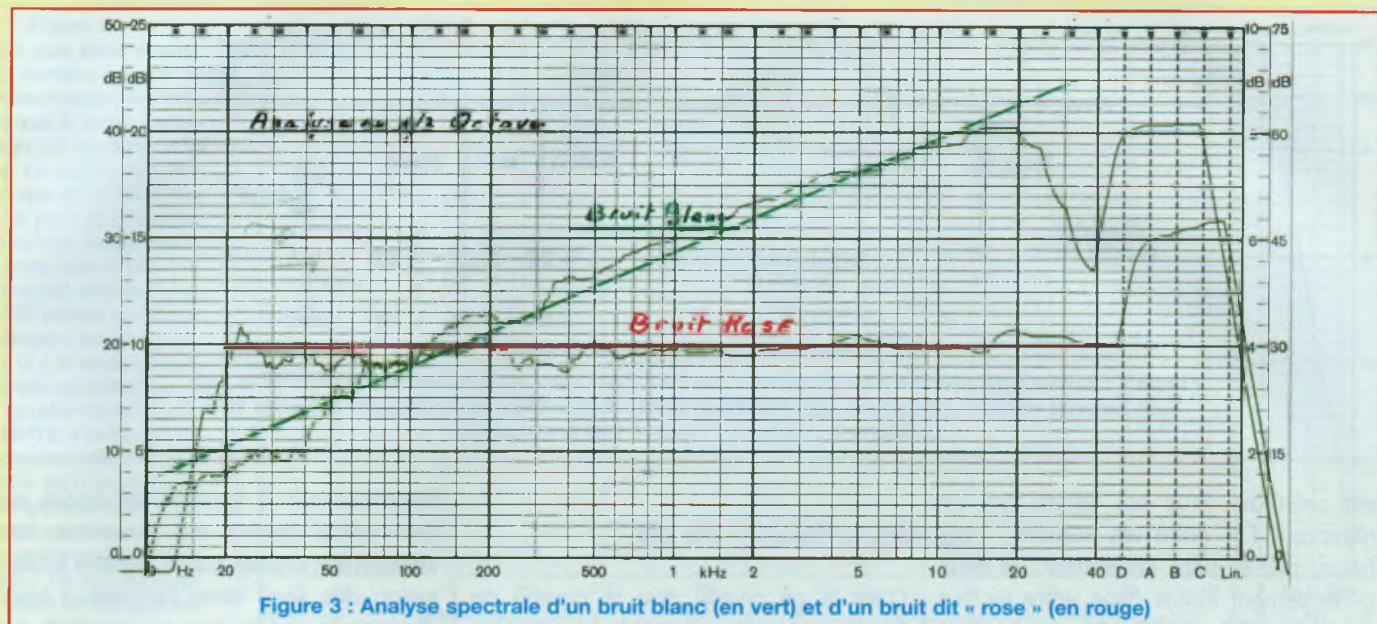


Figure 3 : Analyse spectrale d'un bruit blanc (en vert) et d'un bruit dit « rose » (en rouge)

## LE OU LES SUB-BASS

Si vos enceintes principales descendent normalement dans le grave, la fréquence de coupure de vos « sub-bass » doit être calée sur 40 Hz afin de ne pas « salir » le son principal. Si vous calez votre « sub » sur une fréquence plus élevée, vous risquez d'entendre une « basse continue », ce qui est fort désagréable, surtout en Dolby Pro-Logic où les fréquences sub-soniques sont extraites de la somme des canaux gauche et droit, donc du canal centre. Le point important à respecter est le suivant :

- Le « sub » doit être placé sur le même plan que les haut-parleurs gauche, centre, droite. Il est en effet important de ne pas oublier que, malgré notre incapacité à situer dans l'espace des fréquences aussi basses, la phase, elle, existe car les lois de l'acoustique sont immuables.

La longueur d'onde à 40 Hz est de 8,25 m et la demi-longueur d'onde de 4,12 m.

Si à l'extrême le « sub » était placé à 4,12 m des haut-parleurs de face, vous annuleriez purement et simplement cette fréquence de 40 Hz car vous seriez en opposition de phase avec les haut-par-

leurs principaux. Ce qui, avouez-le, irait pratiquement à l'encontre du but recherché ! Tout décalage du « sub » par rapport au plan des haut-parleurs de face va entraîner un affaiblissement et, pire parfois, un renforcement sur les fréquences indésirables multiples de la fréquence de coupure choisie.

- D'autre part, pour pouvoir passer des fréquences très basses, la demi-longueur d'onde du signal doit être égale à la plus grande longueur de la pièce d'écoute, en général la diagonale. **N'espérez pas « passer » 20 Hz dans une pièce dont la diagonale est inférieure à 8,25 m.** C'est inutile, vous entendriez quelque chose certes, mais certainement pas du « sub ». Je vous rappelle ici la formule simple du calcul de la longueur d'onde :

Longueur d'onde  $\lambda =$

$$\frac{\text{Vitesse du son dans l'air}}{\text{fréquence}} \approx \frac{330 \text{ (m/s)}}{f \text{ (Hz)}}$$

Fréquence limite inférieure :

$$\frac{330 \text{ (m/s)}}{2 \times L \text{ (m)}} = f \text{ (Hz)}$$

avec L : la plus grande dimension de la pièce en mètres, en général la diagonale. Par exemple, si votre pièce d'écoute a

une diagonale de 5 m, la fréquence inférieure que vous pourrez passer sera de :

$$f \approx \frac{330}{2 \times 5} \approx \frac{330}{10} \approx 33 \text{ Hz}$$

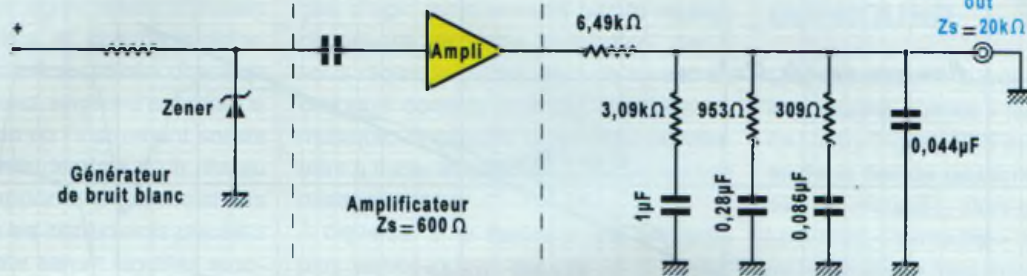
C'est pour cette raison que les fabricants de caissons « sub-bass » s'arrangent pour les faire résonner à des fréquences relativement élevées de l'ordre de 150 Hz, ce qui rend l'utilisation de ces engins souvent impossible (basse continue).

## LES RÉGLAGES

Si vos enceintes sont correctement positionnées et remplissent la majorité des critères que nous avons énoncés, le réglage primordial est le **niveau acoustique** de l'ensemble.

**Les cinq enceintes doivent impérativement délivrer le même niveau de pression acoustique** sur la totalité du spectre audible. Pour ce faire, il vous faut un générateur de bruit rose qui va vous délivrer un signal contenant la totalité des fréquences perceptibles par l'oreille humaine à **un niveau d'énergie identique** des basses aux hautes fréquences, contrairement au bruit blanc qui accuse une remontée de 3 dB par octave de 20 Hz à 20 kHz (**figure 3**). Le bruit blanc

## ET SI ON PARLAIT « SURROUND »



(D'après General Radio 1390 Pink Noise Filter)

Figure 4 : Schéma de principe d'un générateur de bruit pour ceux qui auraient le courage de le réaliser. Le bruit « blanc » est généré par une diode Zener. Aujourd'hui on trouve sans difficulté des générateurs de bruit « rose » à très bon marché.

est celui qui vous est délivré par un récepteur FM entre les stations... ou, hélas, par le petit générateur de bruit généralement inclus dans votre lecteur de DVD, DTS, SACD. Ce qui le rend absolument inutile pour un réglage précis sur toute la bande, car 30 dB d'écart entre les basses et les hautes fréquences, ce n'est pas rien !

En **figure 4**, nous vous donnons le schéma d'un filtre vous permettant de passer du bruit blanc au bruit rose. Certains disques d'essais comportent de telles bandes de bruit rose, ils sont utilisables. Le réglage des niveaux doit impérativement être effectué au niveau optimal d'écoute. Si vous possédez un sonomètre, ce qui est fortement recommandé, vous placerez celui-ci dans la zone d'écoute et réglerez le niveau de chaque canal à 85 dB (valeur normalisée).

Vous connecterez la source de bruit alternativement sur chaque entrée de votre préampli, le niveau général étant réglé de façon à atteindre 85 dB sur le sonomètre. Il est donc impératif que le préampli comporte un réglage de niveau canal par canal. À la rigueur, ce sont les amplis de puissance qui doivent être équipés de potentiomètres de réglages du niveau. Une fois ce réglage effectué, ne plus y toucher. Le réglage de niveau général seul modifiera le niveau global. Le niveau du « sub-bass » doit être réglé à 95 dB pour un niveau moyen général de 85 dB.

### POURQUOI 85 dB ?

C'est à ce niveau que la courbe de l'oreille est pratiquement droite selon les courbes de Fletcher. Si vos réglez votre installation à un niveau inférieur ou supérieur, vous déséquilibrez la perception subjective des graves et des aigus. C'est un phénomène assez complexe qui fait intervenir les ondes réfléchies dans la pièce.

Vous pourriez penser qu'en réglant votre installation par exemple à 70 dB, vous obtiendriez le même résultat. Eh bien pas du tout ! Votre sonomètre indiquerait bien 70 dB, mais plus le niveau diminuerait, moins il tiendrait compte des ondes réfléchies sur les parois du local.

Je le répète, c'est un phénomène complexe, sachez seulement que lors des excursions dynamiques du signal, un déséquilibre important se produira entre la perception des graves et des aigus.

**Dernière recommandation** : lorsque vous faites votre réglage, attendez quelques secondes après avoir injecté « le bruit » dans votre installation afin que la totalité des ondes réfléchies s'établisse dans le local.

### LA BANDE PASSANTE DU SYSTÈME

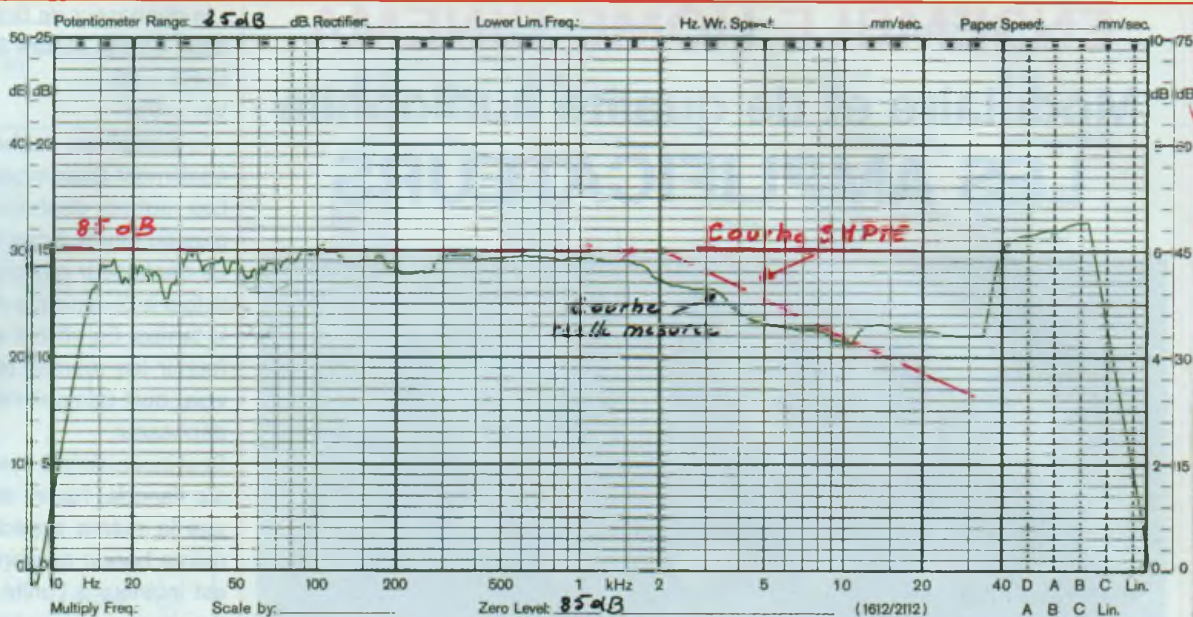
Encore plus qu'en stéréo, sachez qu'en multicanal l'équilibre entre les ondes

réfléchies par le local et les ondes en provenance directe des enceintes est absolument crucial, car la parfaite localisation des sons dans l'espace à trois dimensions créée par ce procédé ne tolère aucune médiocrité. Pour que la localisation dans l'espace soit correcte, il faut impérativement que les oreilles de l'auditeur reçoivent en même temps les ondes directes et les ondes réfléchies. En pratique, cela signifie que plus la fréquence augmente, plus le local, les parois, les meubles, les absorbent et moins il y a d'ondes réfléchies. Si on veut rétablir l'équilibre, il faut atténuer les fréquences élevées et non les relever. Ce qui, hélas, semblerait logique. Le jeu consiste à trouver le bon équilibre entre les ondes directes et les ondes réfléchies. Après de nombreuses expériences dans des locaux divers, une norme a été établie, la norme « SMPTE » de transmission électroacoustique. Elle définit la valeur réelle de la courbe de transmission afin de retrouver l'équilibre entre les ondes directes et réfléchies. En deux mots, cette courbe doit être droite de 20 Hz à 2 kHz. À partir de 2 kHz, on doit amener une atténuation qui peut atteindre 4 dB par octave de 2 kHz à 16 kHz (**figure 5**).

Pour un local privé moyennement absorbant, l'atténuation doit être de 1 dB à 2 dB par octave, soit - 2 dB à 4 kHz, - 4 dB à 8 kHz, - 8 dB à 16 kHz. Les enceintes de qualité sont préréglées

# TOUT SUR LE MULTICANAL

**Figure 5**  
Ce que vous devriez obtenir comme courbe de transmission électro-acoustique si votre installation est parfaitement réglée. Le micro doit être placé aux deux-tiers des parois de face et latérales. L'analyseur (celui décrit dans Led n°184, par exemple) doit indiquer 85 dB pleine bande en bruit « rose » courbe pondérée « C » si vous utilisez un simple sonomètre. La courbe de la norme ISO/SMPTE n'est pas une bande passante, mais la courbe de transmission idéale globale d'un local où fonctionnent des enceintes rigoureusement droites... Ce qui est souvent un vœu pieux.



pour atteindre ces caractéristiques. Malheureusement, la plupart des enceintes accusent, au contraire, une remontée insupportable dans l'aigu. Dans ce cas, il vous faudra intervenir en amont, au niveau du préampli ou utiliser un égaliseur.

## EN CONCLUSION

Bienvenue dans le monde du multicanal. Bien maîtrisés, ces procédés permettent d'atteindre une réelle et spectaculaire approche de l'univers sonore qui n'était

même pas imaginable il y a quelques années. Une installation bien pensée vous procurera d'immenses satisfactions et croyez-moi, vous aurez du mal à revenir en arrière !

Bonne écoute  
Rinaldo Bassi

# 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

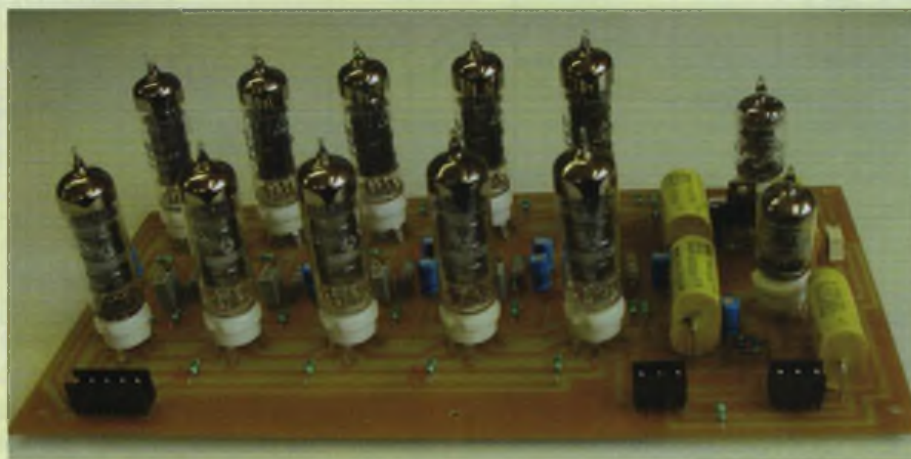
A retourner accompagné de votre règlement à :

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

# ENSEMBLE HOME CINEMA

## Modulaire et de qualité audiophile

# LES AMPLIFICATEURS



Pour rester dans la philosophie du projet qui, rappelons-le, est de réaliser un ensemble Home Cinéma de qualité audiophile, de conception modulaire (afin de permettre une réalisation progressive de l'ensemble) et d'un prix de revient accessible, nous devons trouver une solution au problème des amplificateurs. C'est chose faite avec cette 5<sup>e</sup> partie.

Il convient, en effet, d'amplifier de six à huit voies, ce qui exige autant d'amplificateurs. Par contre, il n'est pas nécessaire d'avoir la même puissance pour toutes les voies, seules les trois voies avant et la voie grave nécessitent qualité et puissance, les voies arrières pouvant être moins puissantes. Le choix du tube de puissance dépend des critères ci-dessus mais également de son prix.

Le nôtre s'est arrêté sur un petit tube encore disponible en quantité et à un prix très accessible : c'est la tétrode 6005. Laquelle est peu utilisée malgré ses grandes qualités.

Pour rester dans l'esprit modulaire, ce tube monté en simple Push-Pull permettra de fournir une dizaine de watts. Par groupage, il sera possible d'atteindre 20,

30, 40 ou 50 watts, tout en conservant le même circuit imprimé.

Une version stéréo de 10 à 30 watts vous sera également proposée.

Le transformateur d'alimentation et l'alimentation stabilisée permettront de « piloter » soit un module de 50 watts mono, soit un module de 2 x 30 watts, soit deux modules de 2 x 10 watts.

### LE DÉPHASEUR

Il existe beaucoup de schémas de déphaseurs électroniques à tubes.

Les plus connus sont :

- le déphaseur cathodyne ou à charge répartie qui utilise une seule triode. Il est représenté en **figure 1**.

Si  $R_1 = R_2$

$V_{s1} = V_{s2}$

- le déphaseur de Schmidt qui nécessite deux triodes (**figure 2**)

Si  $R_5 = R_6$

$V_{s1} = V_{s2}$

- le paraphase ou balançoire qui utilise également deux triodes (**figure 3**).

Les autres déphaseurs s'apparentent plus ou moins à ces trois types de base. Le déphaseur cathodyne (**figure 1**) est à la fois le plus simple et le plus fiable dans le temps. En effet, il est le seul à pouvoir fournir les mêmes tensions sur chaque voie, quel que soit l'état d'usure du tube déphaseur.

Seul inconvénient : les deux sorties (l'une sur l'anode, l'autre sur la cathode) n'ont pas la même impédance, donc pas la même bande passante. De plus, le gain est inférieur à l'unité. Il existe une solution au premier problème : le **déphaseur bi-cathodes**. Ce déphaseur est décrit pour la première fois par le français R. Braud dans son ouvrage Basse fréquence et haute-fidélité (**figure 4A**).

Il s'agit, en réalité, de deux déphaseurs « cathodyne » montés en série, ce qui permet d'avoir les deux sorties sur une électrode de même type : soit la cathode, soit l'anode. La sortie sur les cathodes a l'impédance la plus basse. La seule difficulté reste d'obtenir la même tension sur les deux sorties, quelle que soit la fréquence.

Compte tenu des excellents résultats obtenus avec la 5725, nous conservons ce tube pour la fonction « déphasage ». L'égalité de tension sur chaque cathode de sortie est réalisée en jouant sur les valeurs des résistances de plaques et de cathodes.

En effet :

Si on appelle « R » la somme de  $R_k + R_a$   
Et que  $R_k = n \times R$

Et  $R_a = (1 - n) \times R$ ,

on démontre que l'on a l'égalité des tensions sur chaque cathode lorsque :

$n = (K-1)/2K$ ,

où « K » est le coefficient d'amplification dynamique du tube utilisé, «  $R_k$  » la résistance de cathode et «  $R_a$  » la résistance d'anode.

# BLOC AMPLIFICATEUR 50 W

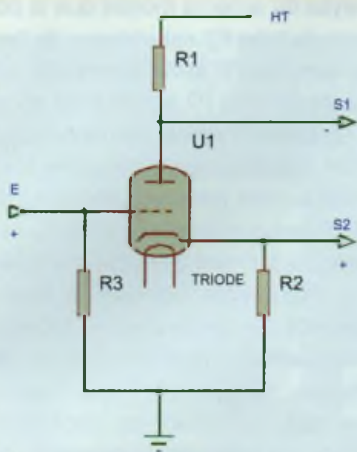


Figure 1

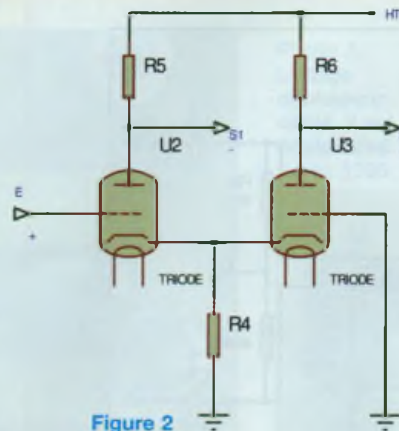


Figure 2

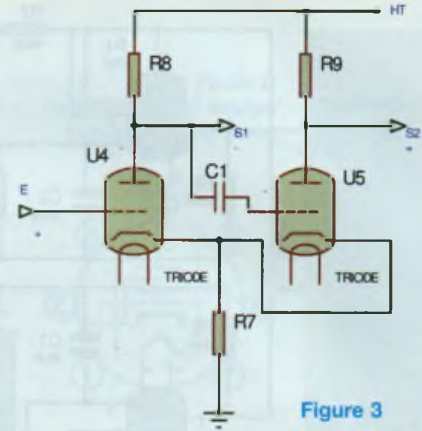


Figure 3

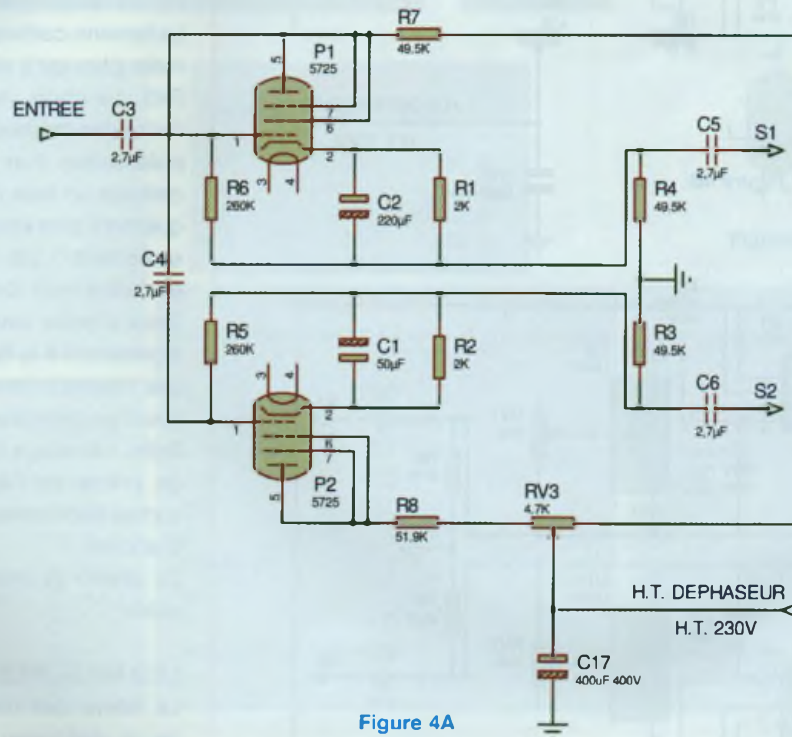


Figure 4A

Donc  $R_k = \frac{(K-1)}{2K} \times R$

Et  $R_a = \frac{1 - (K-1)/2K}{K} \times R$

On a :  $K = 34$

Si on prend  $R = 105 \text{ k}\Omega = R_k + R_a$

$R_k = \frac{(34 - 1)}{(2 \times 34)} \times 105 = 51 \text{ k}\Omega$

$R_a = 105 - 51 = 54 \text{ k}\Omega$

$n = R_k/R = 51/105 = 0,4857$

On prendra :

$R_k = R_4 + R_1 = 49,5 + 2 = 51,5 \text{ k}\Omega$

$R_a = R_8 + RV3/2 = 51,9 + 2,35$

$= 54,25 \text{ k}\Omega$

Le gain sera égal à :

$G = \frac{nK}{1 + nK}$

Soit  $G = \frac{(0,4857 \times 34)}{1 + (0,4857 \times 34)}$

$= \frac{16,514}{1 + 16,514} = 0,94$

Le fait que le gain soit inférieur à l'unité n'est pas un problème puisque la tension fournie par le préamplificateur KTR 5725 est pour chaque voie d'une quarantaine de volts à saturation. De plus, du fait du

déphasage, cette tension devient disponible sur chaque voie, ce qui fait dire à certains que le gain du déphaseur cathodyne et du bi-cathodes est voisin de deux !

C'est ce type de déphaseur que nous utiliserons dans nos montages amplificateurs.

Les filaments sont montés en série, soit une tension d'alimentation de 12,6 volts.

# QUINTUPLE PUSH-PULL DE TÉTRODES 6005

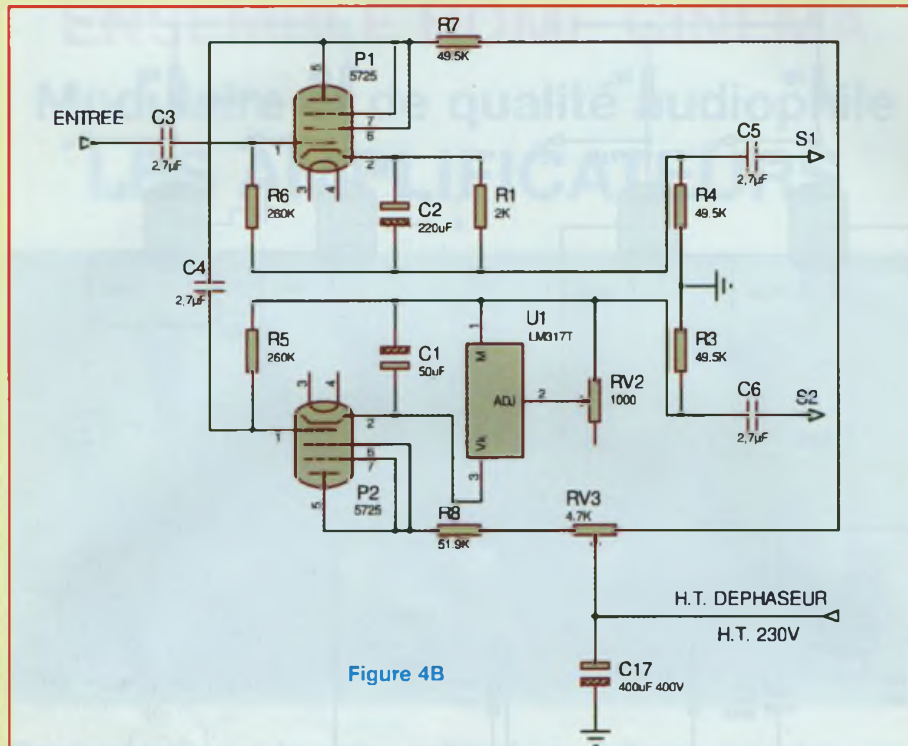


Figure 4B

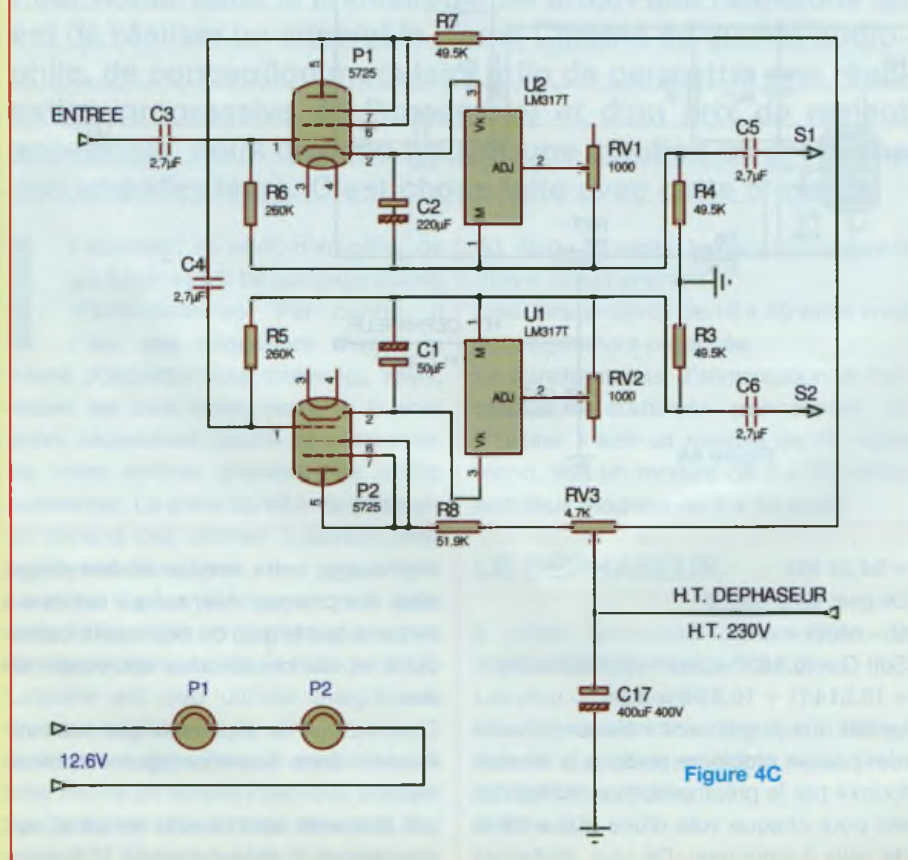


Figure 4C

L'analyse du schéma montre que la polarisation du tube P1 est obtenue de façon classique avec R1 et C2 (figure 4B), alors que celle du tube P2 est obtenue en utilisant un LM317T monté en générateur de courant, solution qui m'est chère et que j'ai déjà utilisée dans les différentes versions de préamplificateurs KTR.

Je précise qu'il est possible d'utiliser le même circuit pour polariser le tube P1 (figure 4C). Le circuit imprimé fourni par la revue permet le câblage selon les deux méthodes, tant pour P1 que pour P2. Cependant, j'ai choisi de conserver la méthode de polarisation classique pour P1 afin de simplifier le réglage du circuit. La tension cathode de P1 étant fixe, il ne reste plus qu'à ajuster celle de P2 avec RV2. Ce choix se ressent sur le taux de distorsion mesuré, la cathode montée en polarisation fixe donnant sur la sortie cathode un taux de distorsion systématiquement plus élevé (0,197 % sur P1 pour seulement 0,135 % sur P2), soit un tiers en moins hors toute contre-réaction.

Ceux d'entre vous qui veulent tenter se reporteront à la figure 4C.

Les résistances utilisées sont des couches métalliques à 1 %.

Enfin, l'ajustage de RV3 permet le réglage précis de l'égalité des tensions de sorties déphasées sur chacune des deux branches.

La photo A montre l'étage déphaseur câblé.

## LES MESURES

Le relevé des mesures des tensions et de la distorsion vous aidera pour les réglages du circuit. Ils se limitent à mesurer la tension de cathode de P2 à la patte 2 du support du tube et à la régler à l'identique de celle mesurée sur la cathode de P1 au même point (tableaux A et B).

Les sorties sur les cathodes sont à un potentiel de 84 volts par rapport à la masse. Pour simplifier le circuit, un condensateur d'isolement est inséré dans la liaison de grille des 6005. Il est volontairement choisi de valeur très éle-



# BLOC AMPLIFICATEUR 50 W

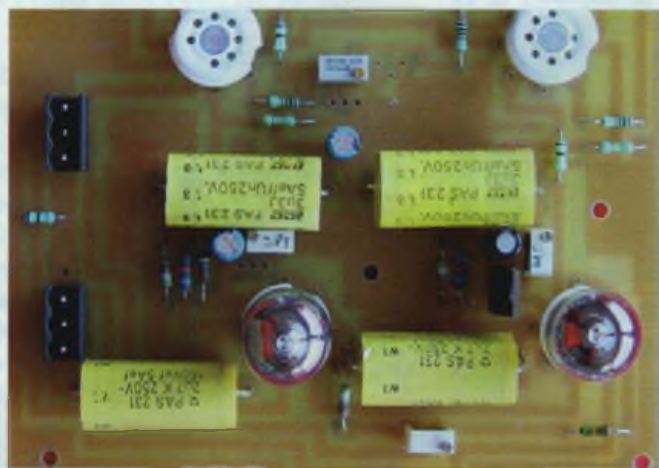


Photo A  
L'étage  
déphaseur  
câblé. Il est  
équipé des  
tubes 5725



Photo B  
La tétrode 6005 équipée  
l'étage de puissance



Figure 5B

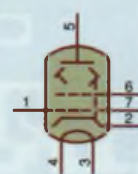


Figure 5A

Tableau C  
Chauffage indirect

Uf	6,3 V
If	0,45 A
Cap A/G	0,54 pF
Cap Input	8,3 pF
Cap Output	7,5 pF

Tableau A  
Mesures déphaseur bicathodes

V fil	12,6 V
V HT	275 V
V ap1	186 V
V kp1	84 V
V ap2	186 V
V kp2	84 V

Tableau B  
Mesures Ve Distorsion

Vs1	10 V	0,197 %
Vs2	10 V	0,135 %
Vs1	15 V	0,222 %
Vs2	15 V	0,150 %

Tableau E  
Valeurs nominales Classe A mono-tube

Ua	250 V
Ia	45 mA
Ia max sig	47 mA
-Ug1	12,5 V
Ug2	250 V
Ig2	3 mA
Ig2max sig	7 mA
Ra	5 kΩ
Pa	4,5 W
Distorsion	8 %
Ug1~	8,8 V

Tableau F  
Valeurs nominales Push-Pull Classe AB1

Ua	250 V
Ia	70 mA
Ia max sig	79 mA
-Ug1	15 V
Ug2	250 V
Ig2	5 mA
Ig2max sig	13 mA
R a/a	10 kΩ
Pa	10 W
Distorsion	5 %
Ug1~	30 V

Tableau D  
Valeurs maximales Classe A

Ua max	275 V
Pa max	12 W
Ug2 max	250 V
Pg2 max	2 W
Rg1 max pol résistance	0,5 MΩ
Rg1 max pol fixe	0,1 MΩ
Ik	56 mA
Uf-k max	50 V

vée pour limiter les rotations de phase dans la partie basse du spectre.

## LA TÉTRODE 6005

Il s'agit d'une petite tétrode sur embase miniature à 7 broches. Ce tube est une version professionnelle voisine du tube EL90 plus connu. J'ai utilisé des tubes Thomson CSF à vocation militaire.

Bien que très différente dans sa conception par rapport à la très célèbre EL84,

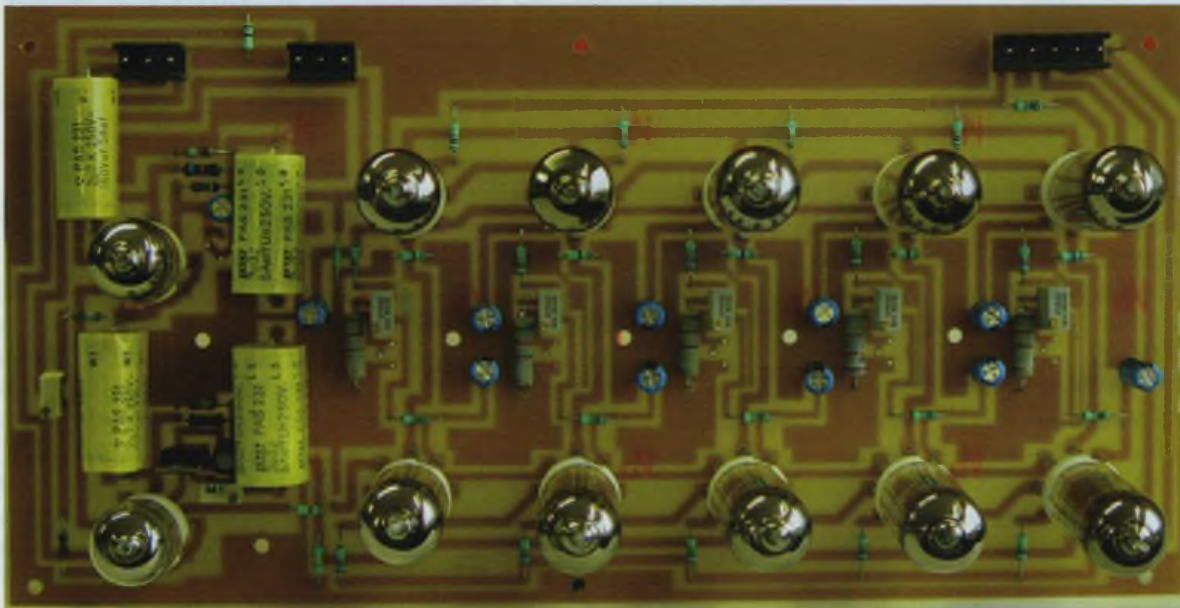
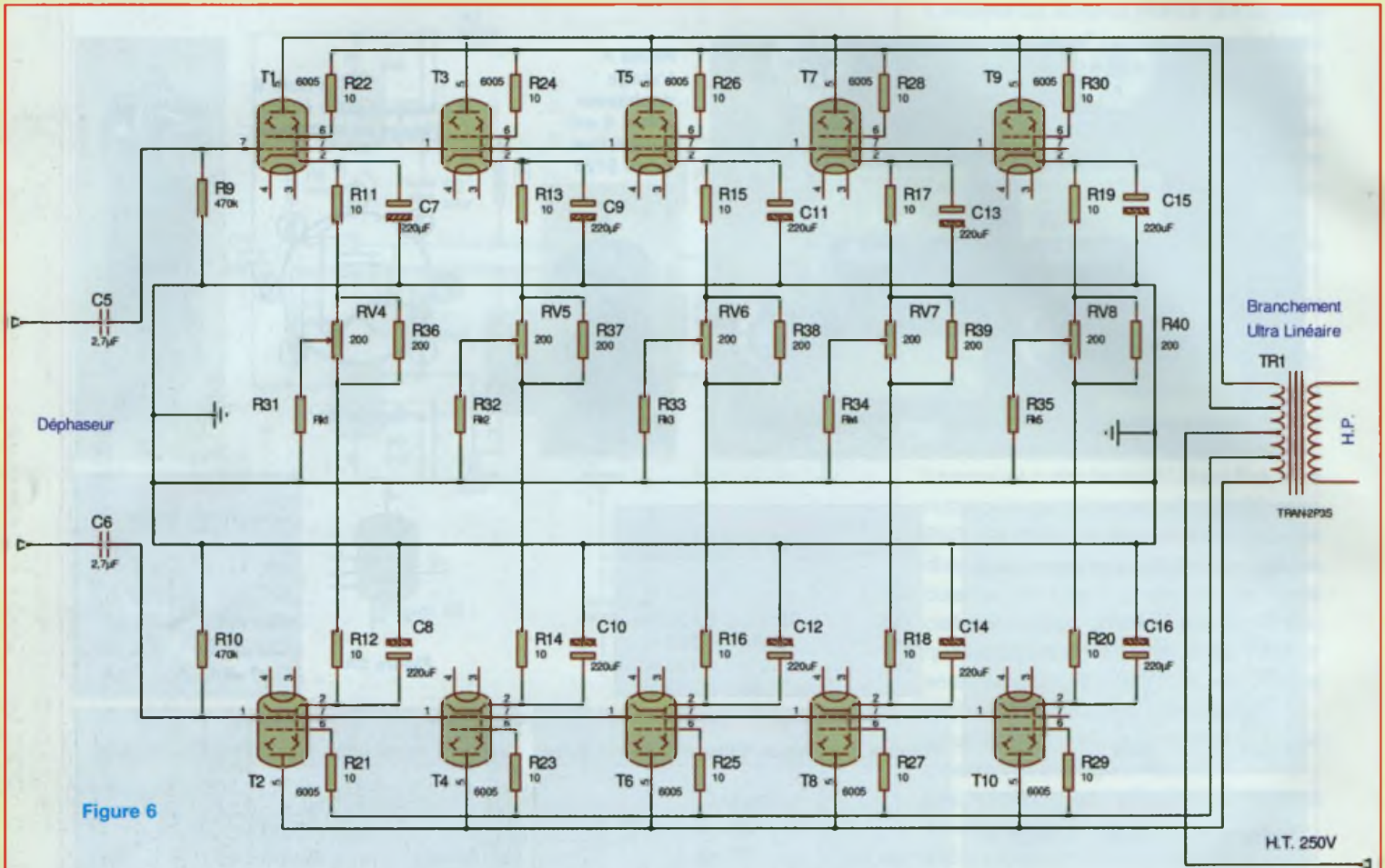
qui n'est pas une tétrode mais une pentode sur support noval 9 broches, la puissance obtenue est très proche.

**Pourquoi la 6005 et non l'EL84 ?** Simplement parce que ce tube méconnu est de grande qualité. Il est encore disponible en quantité et en qualité, donc à prix raisonnable, alors que les EL84 de fabrication récente sont de qualité et de prix très variables. Les tubes de fabrication ancienne de qualité sont, eux, pratiquement introuvables.

## CARACTÉRISTIQUES DU TUBE 6005 (photo B)

Le brochage vous est communiqué aux figures 5A et 5B. Le tableau C indique les valeurs des capacités parasites entre électrodes ainsi que la tension d'alimentation du filament et sa consommation. Les tableaux D, E et F vous renseignent sur les valeurs à ne pas dépasser et les résultats obtenus en fonctionnement classe A et Push-Pull AB1 avec une tension d'alimentation de 250 V.

# QUINTUPLE PUSH-PULL DE TÉTRODES 6005



Module amplificateur câblé en version 50 W. Quintuple Push-Pull de tétrodes 6005. L'impédance primaire du transformateur de sortie s'élève à 2 000 Ω plaque à plaque

## L'AMPLIFICATEUR 50 W

### ANALYSE DU CIRCUIT

Il s'agit d'un quintuple Push-Pull parallèle, fonctionnant en classe AB1, c'est-à-dire sans courant de grille et en cathode commune.

La polarisation est automatique par réseau RC.

Pour chacune des cinq branches, un potentiomètre de  $200\ \Omega$  permet le réglage du courant dans chacun des deux tubes de la branche.

Pour éviter à ce potentiomètre une dissipation trop importante, il est monté en parallèle avec une résistance de même valeur.

Le courant d'anode est fixé à 35 mA par tube, soit 70 mA par branche et 350 mA pour l'ensemble des cinq branches au repos. Compte tenu du fonctionnement en classe AB1, le courant anodique par branche passera à 79 mA en pointe.

Le courant de cathode cumule le courant anodique et le courant d'écran.

Il sera au repos de 375 mA pour l'ensemble et de  $(79 + 13) \times 5 = 460$  mA en pointe.

La dissipation des anodes reste inférieure à 10 W en pointe, donc largement inférieure au 12 W maximum.

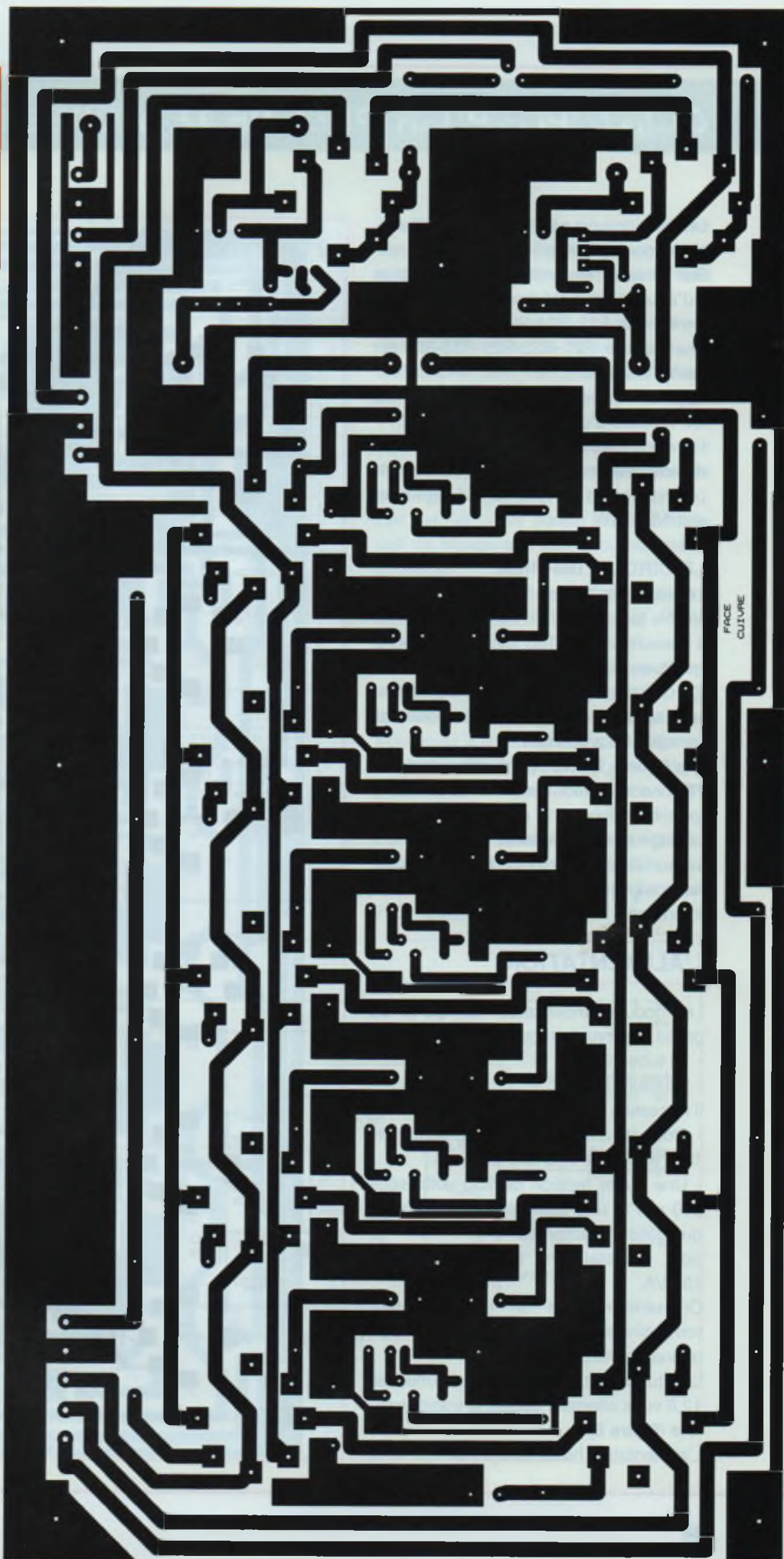
Le circuit imprimé proposé permet le fonctionnement au choix, soit en triode, soit en tétrode classique, soit en ultra linéaire, par simple déplacement du branchement de la ligne d'écran sur le transformateur.

L'impédance de sortie plaque à plaque du circuit est seulement de  $2\ 000\ \Omega$ .

On pourra utiliser un large choix de transformateurs. Nous en reparlerons lors des résultats des mesures et des écoutes.

Enfin, une ligne de contre-réaction de tension globale pourra être montée. Le schéma général est illustré en **figure 6**.

Sur ce schéma, figurent les condensateurs d'isolement C5 et C6, également représentés sur le schéma de principe du déphaseur.



## QUINTUPLE PUSH-PULL DE TÉTRODES 6005

Le transformateur de sortie est représenté en montage ultra linéaire.

Sur chaque électrode, une résistance « d'équilibrage » est montée en série. Sur les écrans, R22-R24-R26-R28-R30 pour une branche, R21-R23-R25-R27-R29 sur l'autre branche.

Ces résistances servent aussi à limiter les velléités d'oscillation du circuit.

La valeur de R31-R32-R33-R34-R35 est déterminée pour obtenir une tension de polarisation de 15 volts sur les cathodes, soit 130Ω/1W.

### LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Le circuit de l'ampli 50 W est réalisé en simple face.

Il mesure 268 x 135 mm et comporte quelques straps sur le plan de masse.

Ce circuit permet le câblage du déphaseur selon les deux modes exposés au paragraphe précédent.

Les figures 7A (voir page précédente) et 7B (ci-contre) montrent le circuit imprimé (publié à l'échelle 1), ainsi que le plan de câblage des composants.

La nomenclature indique la valeur nominale de chacun d'eux, sa puissance et sa tolérance.

### L'ALIMENTATION

Le module amplificateur comporte un grand nombre de tubes :

- 10 tubes 6005
- 2 tubes 5725

Il nécessite :

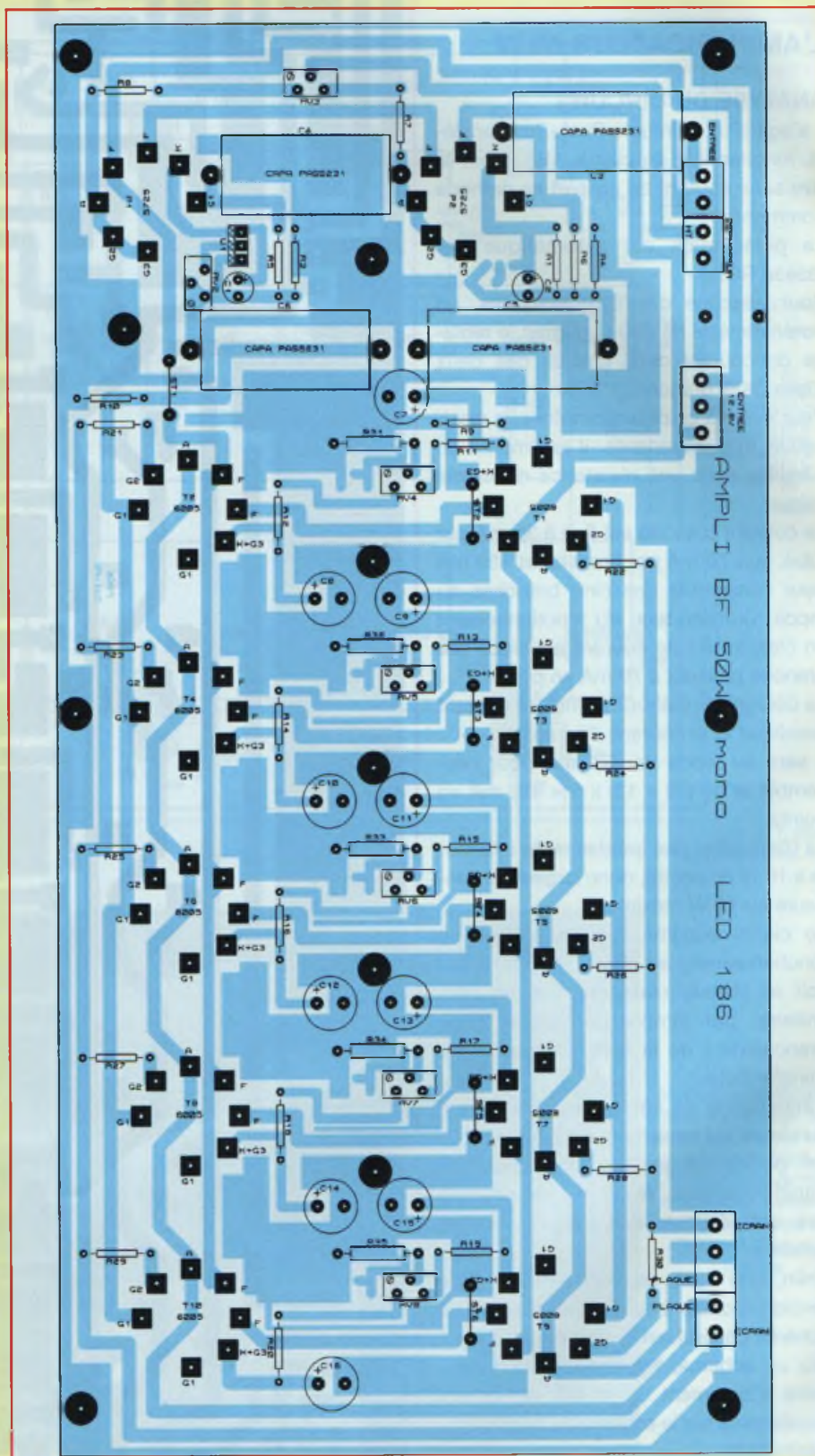
- Pour le chauffage des filaments, en 12,6 volts, une intensité de 2,5 A.
- Une haute tension de 250 volts sous 500 mA et une autre de 230 volts sous quelques milliampères.

Soit, au total, une consommation de 155 VA.

On utilisera soit un transformateur torique, soit un transformateur ACEA référence 6975.

Les tubes sont directement chauffés en 12,6 volts alternatif depuis le transformateur (figure 8).

L'alimentation haute tension de 250 volts



# BLOC AMPLIFICATEUR 50 W

Type de Composant	Réf Circuit	Libellé	Valeur	V//W	N
CIRCUIT IMPRIME	DEPHASEUR	BICATHODES			
Supports Miniatures	Stéatite 7 broches pour CI				2
Tubes 5725	P1-P2	CSF MINIATRON			2
LM317T	U1				1
Condensateur MKT	C3-C4-C5-C6	3.3 ou 2.7 MF LCC	2.7MF	400v	4
Cond Elect Chimique	C1		50MF	16V	1
Cond Elect Chimique	C2		220MF	16V	1
Potentiomètre Ajustable	RV3	T63YA	4.7K	0.25W	1
Potentiomètre Ajustable	RV2	T63YA	1000	0.5W	1
Résistance Couche Métal	R5-R6	5%	260K	0.5W	1
Résistance Couche Métal	R8	1%	51.9K	0.5W	1
Résistance Couche Métal	R3-R4-R7	1%	49.5K	0.5W	1
Résistance Couche Métal	R1	1%	2K	0.5W	1
CIRCUIT IMPRIME	AMPLI	MONO 50W			1
Supports Miniatures	Stéatite 7 broches pour CI				1 0
Tubes 6005	T1 à T10	CSF MINIATRON			1 0
Cond Elect Chimique	C7-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15-C16		25V	220MF	10
Potentiomètre Ajustable	RV4-RV5-RV6-RV7-RV8	T63YA	200	0.5W	5
Résistance Couche Métal	R9-R10	5%	470K	0.5W	2
Résistance Couche Métal	R31-R32-R33-R34-R35	5%	150	2W	5
Résistance Couche Métal	R36-R37-R38-R39-R40	5%	200	1W	5
Résistance Couche Métal	R11-R12-R13-R14-R15-R16-R17-R18-R19-R20	5%	10	0.25W	10
Résistance Couche Métal	R21-R22-R23-R24-R25-R26-R27R-28R-29R-30	5%	10	0.25W	10
TRANSFORMATEUR de SORTIE	TRANS2P3S	ACEA 178 /I43 ULTRALINEAIRE	50W		1

des 6005 est stabilisée pour s'affranchir des variations de la tension secteur et surtout des fluctuations de tension liées aux variations de débit des tubes.

De plus, en abaissant la valeur de la résistance interne de l'alimentation, on s'affranchit des risques d'oscillations parasites basse fréquence du type « motor-boating ».

Cette alimentation stabilisée est dérivée de celle décrite précédemment pour le préampli 7.1.

Elle permet de se passer de l'habitude self de filtrage à la fois encombrante et coûteuse.

Cette alimentation sera utilisée à l'identique pour l'ampli 50 W, l'ampli 2 x 30 W ou 4 x 10 W.

Dans la branche R38/RV9, circule un courant de 1 mA qui détermine aux bornes de ces deux résistances une tension égale à la tension de sortie désirée. L'ajustage de RV9 permet donc de régler précisément la tension de sortie « ampli » à 250 V.

Le déphaseur étant alimenté en 230 V, deux zeners en série, D10 et D11, ajustent la tension à 230 V en partant des 250V stabilisés de l'ampli.

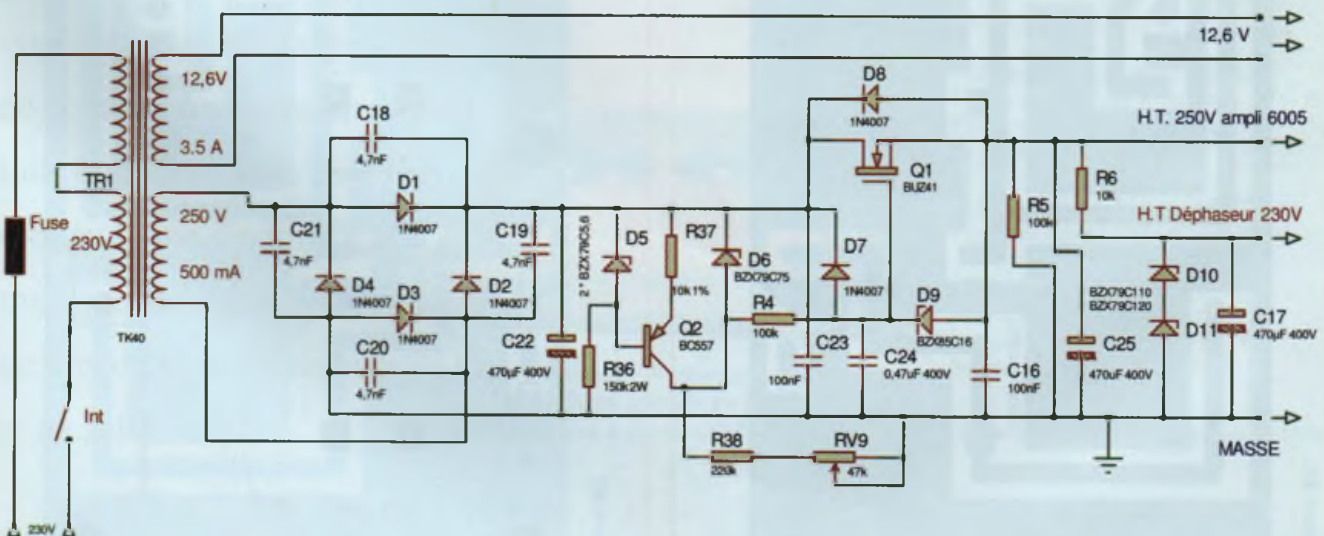


Figure 8 : Alimentation haute tension stabilisée de 250 V

# QUINTUPLE PUSH-PULL DE TÉTRODES 6005

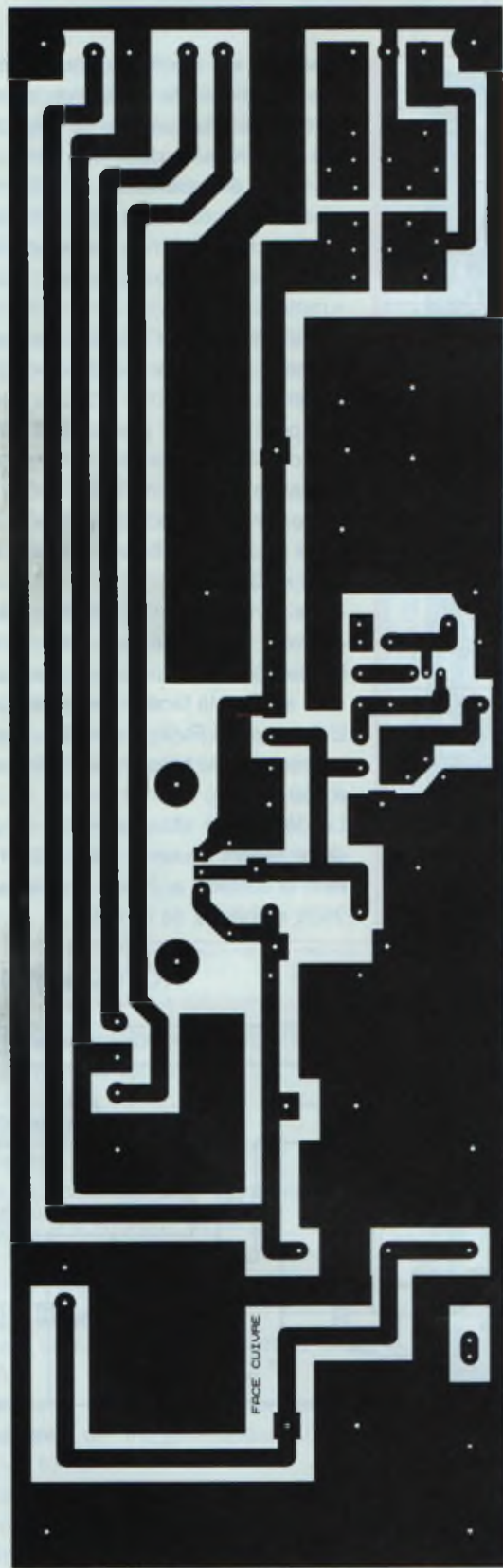


Figure 9A

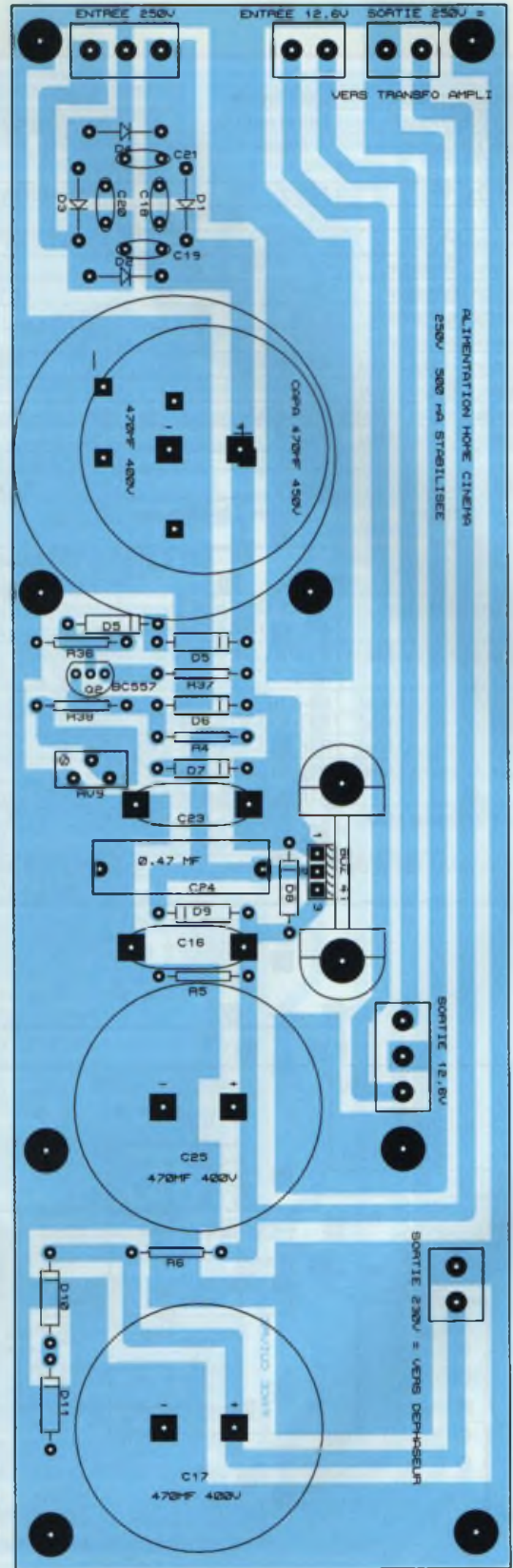


Figure 9B

# BLOC AMPLIFICATEUR 50 W

Type de Composant	Réf Circuit	Libellé	Valeurs	V//W	N
CIRCUIT IMPRIME	ALIMENTATION				1
Fil Secteur					1
Porte Fusible Protégé					1
Fusible	Prix pour 10 pièces		500mA		1
Prise secteur chassi					1
Transformateur	TR1	ARABEL	TK40		1
Transformateur	TR1	ACEA	6975		1
Interrupteur	Int	Bipolaire	Min	1.5A	1
Diodes Silicium	D1-D2-D3-D4	1N4007		1A	4
Diode Silicium	D7-D8	1N4007		1A	2
Diode Zener	D5	BZX79C5.6			2
Diode Zener	D6	BZX79C75			1
Diode Zener	D9	BZX79C16			1
Diode Zener	D10	BZX79C110			1
Diode Zener	D11	BZX79C120			1
MOS FET	Q1	BUZ41A			1
Transistor bipolaire	Q2	BC557 OU équiv			1
Condensateur	C18-C19-C20-C21		4.7nF	400V	4
Condensateur	C16-C23		100 nF	400V	2
Condensateur	C24		0.47MF	400V	1
Cond Elect Chimique	C17-C22-C25		470MF	400V	3
Potentiomètre Ajustable	RV1	T63YA	47K	0.5W	1
Résistance Couche Métal	R37-R6	5%	10K	0.5W	2
Résistance Couche Métal	R38	5%	220K	0.5W	1
Résistance Couche Métal	R4-R5	5%	100K	0.5W	2
Résistance Couche Métal	R36	5%	150K	0.5W	1

Les condensateurs C25 et C17 servent de « réservoirs tampons » aux appels de courant et favorisent la stabilisation.

Le circuit imprimé simple face mesure 215 x 69 mm et vous est proposé en **figure 9A**.

Ce circuit est très simple à câbler et pourra être utilisé pour d'autres usages (**figure 9B**).

On notera qu'il permet l'utilisation de condensateurs de différentes tailles, ce qui peut faciliter l'approvisionnement.

**A. Cochetoux**

[info@isasarl.com](mailto:info@isasarl.com)

[www.isasarl.com](http://www.isasarl.com) (section « Hi-fi »)

Sur ce site, section « Forum », un espace de discussion est ouvert à tous. N'hésitez pas à poser vos questions et à parler des éventuelles difficultés que vous pourriez rencontrer.

Indiquez vos résultats d'écoutes, ils sont toujours intéressants à connaître !

## CABLARGENT

Créateur de câbles en fils d'argent pur, **CABLARGENT** vous propose une large gamme de cordons à vos mesures pour tous budgets, destinés à l'audio, au home cinéma, à la musique et à la réalisation de kits de transformateurs et de selfs.



Vente à distance - Remise par quantité  
Expédition gratuite en France  
métropolitaine à partir de 60 € d'achats.

- Fils de câblage pour kits ou bobinages de transformateurs et de selfs ø 1 mm : 9,60 € la longueur de 1,20 m. Nous consulter pour d'autres dimensions.

- Câbles de modulation 1 m isolé Teflon en RCA-XLR ou jacks : 190 €. Connectique Neutric fournie. Fiches WBT : + 25 €.

- Câbles HP 2 x 2,50 m isolé Teflon Fourches argent : 800 €.

- **Dernière minute :**  
Modulation 1 m en platine livré avec fiches WBT : 1950 €  
Secteur argent 1,50 m : 265 €.

*Extraits de notre tarif fabricant au 01/12/04*

**CABLARGENT 43, boulevard des Genêts 13008 MARSEILLE**  
Tél./Fax : 04 91 73 70 00 - Mobile : 06 71 78 66 51

# Petites annonces gratuites

Vds ampli Scientelec Elysée 40 à EL34, HP Supravox à excitation 400-2000 38 cm, état neuf. Ampli Le Monstre 8 W HP 38 cm et 46 cm.  
Tél. : 04 94 91 22 13 (soir).

Vds revues Led entre le n°2 et le n°128 au prix de 2 € le numéro. Recherche C.I. de l'ampli 2 x TDA1520 (Led n°86) et de l'ampli avec IIRF150 (Led n°108).  
Tél. 02 98 86 12 61.

Vds Celestion Ditton 220X : 120 €, CD Marantz CD60 : 180 €, lot de deux magnétos Revox A88 (training) avec boîtiers de commande et 1 magnéto Revox A77 : 150 €, ampli-tuner Revox B780 : 450 €, TD Lenco L851C : 100 €, CD Quad 66 : 380 €, ampli-tuner Tandberg TR2025L : 80 €, CD Kenwood DP 5050 : 120 €, Esart W1000 : 80 €. Tél. : 01 64 38 21 49.

Vds pavillons Altec, 8 cellules sablées pour moteur 1 et 2 pouces : 155 € HP 38 cm Supravox à excitation, type 400, série 2000 haut de gamme, quasi neuf : 1000 € la paire.  
Tél. : 04 94 91 22 13 (soir)

Rech. ampli Luxman et Audio Research D76 et 3045. Faire offre.  
Tél. : 01 47 99 30 42.

Vds 2 x 38 cm Altec ER 15, 2 x Cabasse 30 cm 30 CX : 400 € chaque paire, filtre Audioanalyse 300 Hz/24 dB : 120 €, Isem Quarks : 900 €. Préampli Coppland 301 MK2 : 1200 €. Tél. : 04 77 35 85 43.

Rech. transfo THT Orega DST 186B24347303100C2250V9.

Vds *Electronique Pratique* en un lot n°80, 81, 90, 101, 109, 115, 120, 125, 135, 235 et 256 (mars 1985 à avril 2001) : 12 € + port. Tél. : 04 50 73 91 20.

Vds synoptique de report alarme 28 entrées aff. digital. Adaptation en centrale alarme, chargeur intégré : 100 €. Tél. : 06 60 30 96 72

Vds Millivoltmètre/Fréquencemètre 75 MHz Gene BF. Pont mesure RLC. Bas prix. Rech. tubes 829, 832, 3E29, 815, QQE0640, 5894. Neuf/occas. Tél. : 03 21 62 40 54.

Vds ampli Marantz modèle 140 TBE : 450 € + platine Marantz modèle 6320. Faire offre. Tél. : 06 63 47 75 45.

Vds HP JBL haut rendement 2441-2350; 2220B; E120 + pavillon; K140 (38 cm Alnico); caisses 4560 d'origine et 2225H et 2226 H neufs, 1 caisse 4508. Tél. : 06 84 12 84 74.

Vds générateur Unachm EP656 spécial TV, 900 MHz avec sweep : 200 €. Lot de 50 appareils de mesure dont 30 en état de fonctionnement, 15 à réparer et 5 pour pièces : 750 €. Tél. : 02 48 64 68 48.

Vds Quad 303 + 34 (RCA), caissons Onken 180 litres pour 38 cm; oscillo Tektronix 485; paire Quad 2; Fisher 400; Jason J2-10. Tél. : 04 67 87 97 92.

Rech. amplis cinéma A116, A123, A127 Westrex MC60 et préampli C22 Mac Intosh. Transfo d'alimentation de A123 M152C. Capot altuglas et noyau nab

Revox. Lampes 1614 RCA. Livre *Basse fréquence et haute fidélité*  
Vds une paire de blocs 100 W à lampes Filson, préampli P3 Cochet et divers amplis cinéma.  
Faire proposition au 06 70 17 67 56.

Vds livres sur TSF et radio (liste sur demande), lampes PC88 x 3, ECF801 x 2 PCL805 x 4, PCF200 x 2, tuner Esart. Serge Besegher BP115 59660 Merville.

Vds Bouyer ST30, poste Bouyer, préampli Dynako PAS, 2 transfos 7000 Ω/8Ω, 100 Ω, 300 Ω, 600 Ω, Supersonic 8000 Ω, Condo 1500 μF/400 V, Tuner 460L : 60 €. Tél. : 06 30 62 44 30.

Vds HP Focal neufs 2 x 8V5411 : 110 €. 2 x 8W5411 : 170 €. Tuner Pioneer TX-606 : 35 €. Tél. : 01 34 83 37 56.

Vds lot appareils de mesure à lampes : oscillo Philips, générateur HF/BF Metrix, pont de mesure, selfmètre. Le tout : 150 €. Tél. : 06 72 27 91 38.

Vds préampli audio vidéo Proton AS2621, dolby digital 5/1 : 150 €. Récepteur SAT numérique Aston Xena 1500, 2 lecteurs cart. : 150 €. Tél. : 02 97 66 86 94.

Vds Led « Le classique » n°146/150. Composants et transfos haut de gamme (Audio Note, Hexacom) : 650 €; bras SME 310 excel. état : 500 €. Tél. : 02 99 32 13 06.

Rech. pour compléter coll. Led n°174-175-177. TBE.  
Tél. : 01 34 69 86 43.

Vds multimètre 5 1/2 Digit pilotable IEE488, fréquencemètre/périodemètre, etc. Tél. : 05 56 05 92 65

Vds enc. Rehdeko 175 S, 106 dB + pieds : 7200 €. Ampli Audio Note Quest Silver 300 B : 3500 €. Câbles HP Audio Note Silver, 2 x 1 m : 100 €. Tél. : 04 42 53 50 06 (hb).

Vds enc. Cabasse Sampan 303, couleur noyer, peu servies, dépt 59. Prix : 380 €. Tél. : 03 28 21 34 85.

Vds ampli Harman Kardon Citation 16, 2 x 250 W/4 Ω : 700 €. A prendre sur place (dépt. 59). Tél. : 03 20 09 79 48.

Vds ampli-tuner Revox B780 : 450 €, TD Lenco L851C : 100 €, CD Quad 66 : 380 €, ampli-tuner Tandberg TR2025L : 80 €, CD Kenwood DP5050 : 120 €, Esart W1000 : 80 €. Tél. : 01 64 38 21 49.

Vds ampli deux blocs mono 300B et un ampli SE 2A3 stéréo. Tubes 6C19 : 8 €, 6C33 une paire : 50 €. Tél. : 01 46 75 92 47 ou 06 11 03 80 32.

Rech. tube régulateur 50A1 ou solution de remplacement. Recherche copie schéma ampli Leak stéréo 60, frais remboursés. Tél. : 02 38 95 89 11.

Vds amplis tubes PP6L6 : 530 €, PP EL34 : 600 €, PP 6B4G : 700 €, 2 Dynaco 70 watts tubes GEC NOS : 600 € la paire. Tél. : 02 98 58 03 13.

Rech. pour collection Led n° 175 et 177. Tél. : 01 34 69 86 43.

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

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

	Qté	Circuits percés et étamés Prix	Total
<b>Led n°185</b>			
* Analyseur de distorsion harmonique			
- Carte imprimée		27,00 €	
- PIC 16F84/20 MHz programmé		15,00 €	
<b>Led n°186</b>			
* Alimentation haute tension			
- Carte de commande		15,00 €	
- Carte de pré-régulation		16,00 €	
- Carte régulation		19,00 €	
* Préampli Mu-follower à ECL 86		14,00 €	
* Amplificateur 50 W/8Ω			
- Carte amplificatrice		38,00 €	
- Carte alimentation		16,00 €	
Frais de port et emballage			1,60 €
<b>Total à payer</b>			<b>€</b>

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



# Petites annonces gratuites

Vds enc. asservies Radiola 541 + préampli-tuner 743 : 150 €. Rech. pers. ayant construit Euridia 2000 ou « coaxiale » pour rens. et écoute région nantaise. Tél. : 06 89 10 55 58.

Vds bloc source ERA 1970 (bel état mais manque la cellule) : 45 €, platine Thorens TD 125 sans bras : 50 €, magnéto à bandes 27 cm Sony TC755 : 80 €, magnéto UHER 4400 report stéréo IC : 80 €, paire HP Supravox T215SRTF : 120 €, Revox A77 : 140 €. Tél. : 04 76 27 18 75.

Vds tweeters pro JBL 2404H : 350 € les deux, 30 cm Altec ou Electrovoice sur pavillons 90 cm, 104 à 107 dB/W/M; réalisation sérieuse multiplis : 400 à 700 € les deux selon HP. 38 cm JBL 2225H neuf : 220 €. Rech. ampli 20 W Hiraga classe A si parfait état, ampliton TS 3000 & TS 100A. Tél. : 04 78 35 66 06.

Vds lampes neuves emballage origine 6550 et KT90, filtres haut et bas simple et double. Générateur de fonction Enertec 4415. Alimentation 0/60 V, 0/2 Amp et 0/60 V, 0/5 Amp. Revues *Led*, *Haut-parleur*, *Elektron* et *Elek*. Tél. 02 48 64 68 48.

Vds lampes audio et TSF neuves ou testées 100 % : EL34 Philips et Tesla, KT88 6550, 5U4GB, EF 86, ECC82, EM34, etc. Liste sur demande. Tél. : 03 82 57 11 69.

Rare : Vds 2 CI Hi-Com Telefunken U401BR, jamais servis : 40 € les deux. Tél. : 03 23 75 22 94.

Vds enceintes Sonus Faber : 2A.V. Mini FM25, 1 centrale Solo Home + 2 A.R. Wall (voir *Audio Vidéo Prestige* n°63), le tout 950 €. 2 HP 38 cm Focal (modèle « W » grande utopia) : 1260 €. Tél. : 01 39 51 98 22 ou 06 07 75 48 35.

Vds transfos BF ACEA CME + alimentation ACEA + HP SEAS Woofer-médium + tweeter + tubes neufs Noval. Faire offre. Tél. : 01 47 00 33 61.

Vds revues *Led* n°30 à 184, quelques numéros anciens manquants : 150 € le tout indivisible. Tél. : 01 64 93 55 37, alain.denize@club-internet.fr

Vds 2 Altec 416 + ampli Push 6550. Tél. : 02 40 13 87 61 (après 20h00).

Rech. tubes AD1 et E446, *Radios Plans* de 1950 à 1968 et plus à prix très modique pour rénovation de postes anciens. Tél. : 01 48 52 38 92.

Vds valve Tiajin 274D neuve : 70 €, convertisseur OSH Elysa, état neuf : 700 €. Tél. : 06 11 34 92 29.

Vds condo bain d'huile, liste sur demande. Enceintes Rehdeko RK SO 4S, 3 voies : 1300 € fermes avec pieds, RCA pour cordon : 7 € pièce (25 € les quatre). Tél. : 03 80 38 26 19.

Vds enc. Boston Lynnfield VR20 : 450 €, préampli Etalon Primo : 980 €, Klipsch EPIC CF4 (102 dB, 50 kg) : 1600 €, blocs monos 300B PSE Opéra M500S, Klipsch La Scala 104 dB : 2320 €, Altec A6 (4 38 + 288-8K) : 2450 €, Supravox T215 : 200 €, CD Jolida JD100 neuf : 1120 €, Altec 299-8A, tubes Nos 6080, 829 B. Tél. : 06 64 17 01 72.

Rech. *Led* n°143 ou simplement l'article pour la réalisation du quadruple push-pull d'EL84. Tél. : 03 27 81 47 58.

Vds préampli KTR 5725 : 375 € (cf *Led* n°183), monté sauf câblé. Rech. Elec Conrad Johnson, Sugden, Sonic SFC1. Rech. infos pour réglage poia tubes DUR

FC1 Sonicif. Tél. : 01 64 20 28 29.

Vds transfo étanche triphase 380-220 V + N/5 kVA. Tél. : 03 25 87 11 90.

Vds compressions Altec 288, 16 K, Fostex 2 pouces + lwata bois + 2 blocs mono 10 W KT88, transfo Magnetic SA. Tél. : 05 61 62 30 20 (heures de bureau).

Rech HP Kef SP1003 (B110A). Tél. : 06 81 31 68 32 ou 03 28 49 62 00.

Vds tubes JAN 6080 WC, 811A, ECC99 (JJ), supports Jumbo, capuchon (811A...). Tél. : 02 38 59 26 03.

Rech. supports PTT49, PTT100, PTT2, TAM10, DL2, P6, 3T100A et tous tubes répéteurs. Tél. : 01 47 34 99 14 ou 06 68 24 16 03.

Vds superbe 8 W Hiraga Pure Class A avec double alim. séparée + préampli à tubes : 1200 € (à débattre). Tél. : 01 44 84 06 11.

Vds condos papier huilé et film plastique, liste sur demande; 2 supports 21 positions pour atténuateurs stéréo : 25 € pièce; RCA mâle pour cordons : 14 € la paire; condos 150 000 et 220 000 µF, 10 V : 15 € et 20 €; ampli Hiraga 8 W « Le Monstre » : 500 € (à débattre), Sugden A2811 : 180 €. Tél. : 03 80 38 26 19.

Rech. matériel Technics et Luxman ancien. Faire offre. Tél. : 01 47 99 30 42 (soir).

Vds lecteur DVD, décodeur HDCD Denon DVD5000 DD, DTS, AL24 : 200 €. Tél. : 01 43 28 28 27.

Vds ampli Mc Intosh 275 tubes ED Com

(neufs) + préampli Mc Intosh C504 transistors : 7675 €. Tél. : 01 43 28 28 27.

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 enc. Altec A6 : 4 x 38 cm + 288-8KT PAV MR5124 : 2650 € en TBE, Altec 299-8A : 900 € la paire, JBL 2404 : 350 € la paire, Altec 808-8A : 380 €, pavillons Mantaray MRI5124 : 310 € la paire, tubes neufs NOS RCA JAN 829B : 28 €, Philips JAN 6080 WC : 11 €, NOS, Cayin DA2 convertisseur 24/96 ECC88 : 480 €, Jolida JD100, état neuf : 1120 €. Tél. : 06 64 17 01 72.

Rech. HP Audax tweeter PR12011 en parfait état. Prix intéressant. Tél. : 06 62 04 94 22.

Vds 2 transfos sortie PP 4000 Ω, 2 transfos alim 250 V-6,3 V/2A composants alim. pour préampli Kaneda 6L6GC Tesla, cellule Denon DL 207. Tél. : 03 82 26 99 02.

Vds 2 transfos de sortie neufs TU101 de Audax : 85 € la paire pour push-pull de KT88, EL34, EL84, 6L6, etc. Primaire réglable, prises UL, Sec 4 à 16 Ω.

JH ch. personnes partageant la passion de l'électronique sur dept 11, 31, 34, 66. Tél. : 06 30 18 43 75.

Sur RDV, débarras de mon matériel + 2 baffles à démonter ou emporter. Petit dédommagement obligatoire suivant valeur, sauf exception. Tél. : 01 47 00 33 61.

## Votre annonce gratuite

PETITES ANNONCES GRATUITES RÉSERVÉES AUX PARTICULIERS - ÉCRIRE TRÈS LISIBLEMENT

NOM : \_\_\_\_\_

PRÉNOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

CODE POSTAL : \_\_\_\_\_ VILLE : \_\_\_\_\_ TÉL. : \_\_\_\_\_

TEXTE DE L'ANNONCE : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

À retourner aux Editions Périodes 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris

# ABONNEZ-VOUS

## AU MAGAZINE DE RÉFÉRENCE EN ÉLECTRONIQUE

**ELECTRONIQUE PRATIQUE** 4,50€

288 NOVEMBRE 2004 www.electroniquepratique.com

### MODEM RADIO POUR PC

Communication entre deux ordinateurs

Programmeur de GAL

Lecteur/copieur de telecommande

RETROUVEZ AUSSI :

- ▷ Carte SIM "minimum"
- ▷ Pratique des interfaces

FRANCE : 4,50 € - DOM Avion : 5,70 €  
 BEL. : 5 € - CAN. : 7,50 \$  
 CAN. : 5,95 \$ CAN. - ESP. : 4,95 €  
 ISR. : 4,80 € - TURK. : 8,7 \$  
 MAR. : 50 DH - PORT. CONT. : 4,90 €  
 DOM SURF. : 4,95 €

T 02437-388 - F. 4.50 €

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



11

**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 !

19 plages de mesure - indication automatique de la polarité.  
Livré avec piles d'alimentation, cordons de test et étui 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 : \_\_\_\_\_

# ACEA FÊTE SES 30 ANS (1975-2005)

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

## PROMOS

valables pour toute commande  
reçue avant le 13/02/2005

### PUSH PULL ECL86

2 x 12 W Led N° 183



kit comprenant :

- Le transformateur d'alim 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 €
- Cadeau de Noël - 62,61 €

**Total TTC 365 €**

### PRÉAMPLI À TUBES HOME CINÉMA

version de base  
Led N° 182/183/184/185



- 1 Transfo réf. ACEA 6783, circuit double C core avec écran P/S + écran final 67,80 €
- 16 tubes 5725 CSF idem à revue avec supports CI 134,40 €

Frais de port 15,00 €  
Total : 217,20 €  
Cadeau de Noël - 17,20 €

**Total TTC 200 €**

### AMPLI 50W/8Ω HOME CINÉMA 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 €  
Cadeau de Noël - 33,20 €

**Total TTC unitaire 350 €**

**Total TTC par deux 640 €**

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](http://acea-fr.com) / email : [bernard.toniatti@acea-fr.com](mailto:bernard.toniatti@acea-fr.com)

Bonnes  
Fêtes

#### 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	6800 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
167	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

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 Tesla	24,20
				7189	22,80
				6L6 E.H	26,00
ECC83	12,20	EZ80	16,90	KT88 Tesla	46,70
				845 Chine	74,00
				6V6 E.H.	15,00
ECF82	10,70			300B Sovtek	122,00
				ECL86	17,50
				300B E.H	196,00
EF 86	22,90	GZ32	15,20	KT90	60,00
				2A3 Sovtek	48,00
				EL84 E.H.	12,00

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 HT / Préamppli 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	Pnm 230 V - Ecran - Sec 2 x 360 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 à 85,00 € en cuve	
183	Pnm. 230 V - Sec. 2 x 240 V + 12 V - Ecran (Filtre Actif)	53,40
166/170	Pnm. 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. 3Tubes (port compris)		
167/169	Prim 230 V - Ecran - Sec 400 V + 6,3 V + 4 x 3,15 V + 75 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)		
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 cosses "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 joint 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 8,40 € 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

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

**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

Enceintes fines  
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