ISSN 0753-7409

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 182

# Led

COURS N° 9 : ET SI ON PARLAIT : « TUBES »

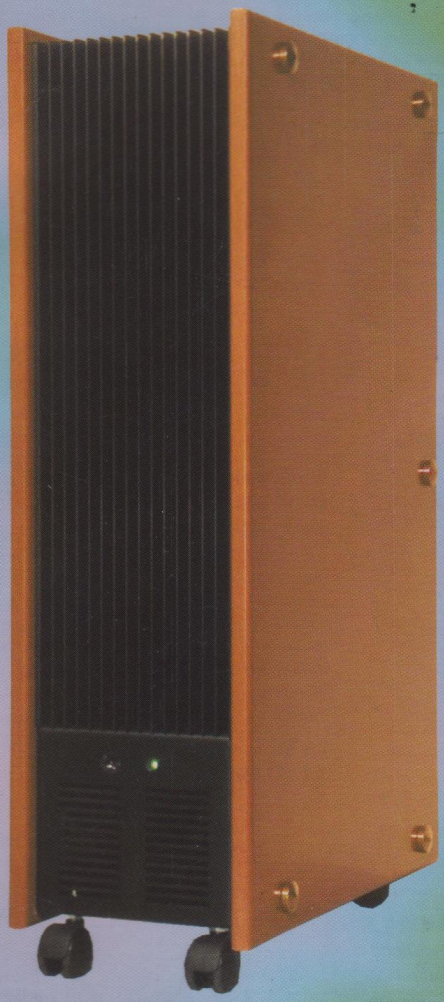
LA 12AU7 EN PRÉAMPLIFICATION

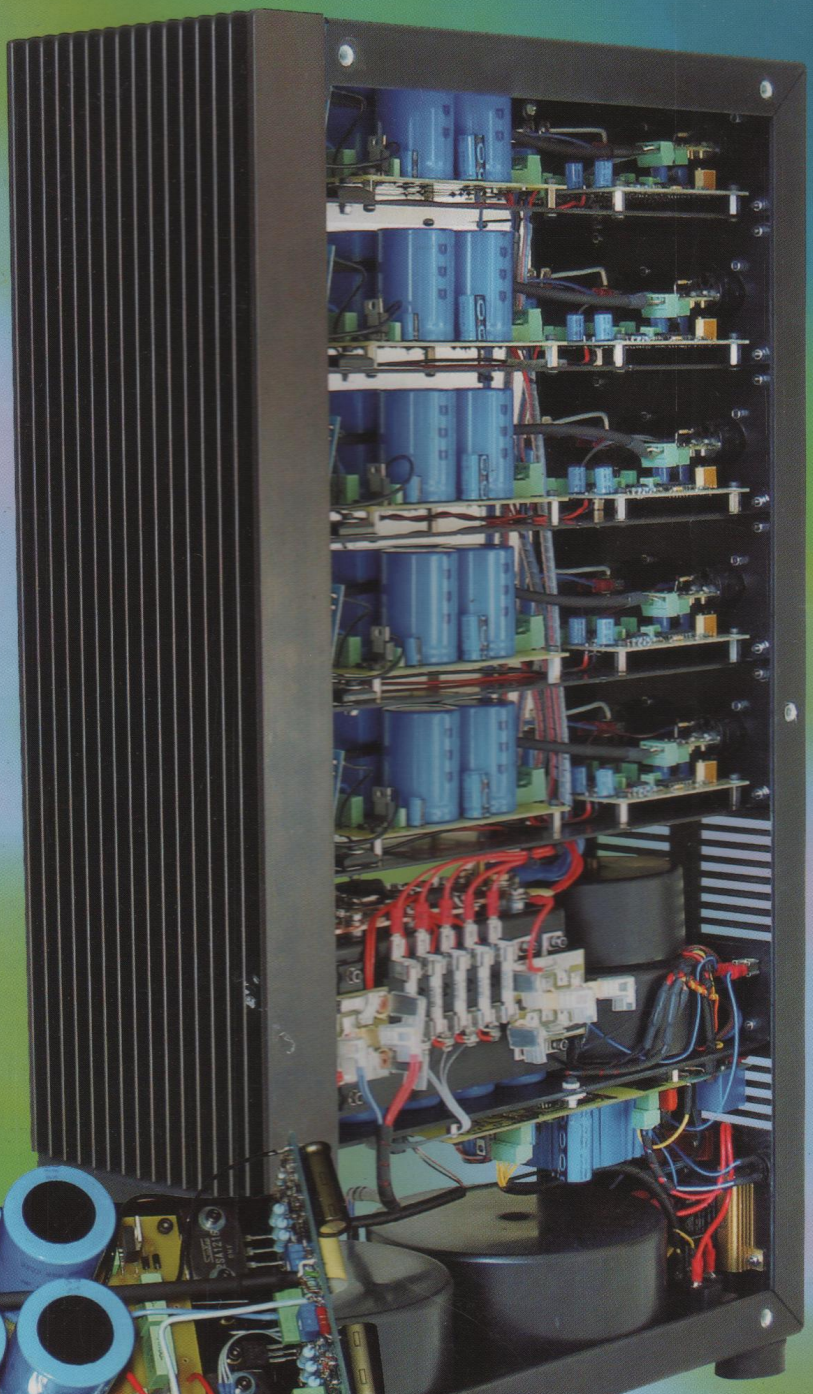
AMPLIFICATEUR MULTICANAUX :

LE MODULE DE PROTECTION LOCALE

PRÉAMPLIFICATEUR POUR HOME CINÉMA

LAMPEMÈTRE : LES INTERCONNEXIONS





GK << FIVE >>
AMPLIFICATEUR
5 CANAUX

BIMESTRIEL MARS/ AVRIL 2004 / BELGIQUE 5 € / CANADA $ 4,95

M 01226 - 182 - F: 4,50 € - RD

# Quoi de Neuf chez Selectronic ...

## Envie d'écouter vos précieux vinyles ?

### Superbe platine tourne-disque STÉRÉO à entraînement direct

NOUVEAU

**Idéale pour l'audiophile :**

• Entraînement direct asservi par quartz • Couple important • Démarrage rapide • Hauteur du bras de lecture réglable (0-6mm) • Bras de lecture de précision • Pleurage et scintillement < 0,09 % • Avec éclairage de la pointe de lecture • Capot de protection en acrylique fumé, coquille porte-cellule avec cellule EN-24 montée • Etc

**Cellule EN-24**

• Réponse en fréquence : 20 à 20.000 Hz • Type MM (aimant mobile) • Niveau de sortie : 5 mV @ 1 kHz @ 47 Kohms • Force d'appui : 1,5 g typ.

**La platine avec cellule 115D.0438 249,50 €TTC**

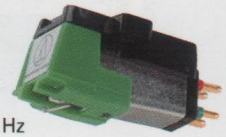
*Supplément de port de 13,00€ sur ce produit ( livraison par transporteur)*

---

### AT71ELC

audio-technica

**Cellule HI-FI d'un rapport qualité/prix exceptionnel**



• Réponse en fréquence : 20 à 22.000 Hz
• Type MM (aimant mobile)
• Niveau de sortie : 3,5 mV @ 1 kHz @ 47 Kohms
• Pointe de lecture : Diamant elliptique 0,4 x 0,7 mm

NOUVEAU

**La cellule AT71ELC 115D.1085 ~~35,00~~ € 29,00 €TTC (*)**
**Pointe de rechange 115D.1085-1 9,00 €TTC**

** : Offre valable du 1er mars au 30 avril 2004*

---

### Brosse anti-statique en fibres de carbone

• Plus d'un million de fibres
• Nettoie les sillons en profondeur
• Elimine les charges d'électricité statique et la poussière

**La brosse 115D.0427 7,90 €TTC**

## Composants AUDIOPHILES ...

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

## Kits Selectronic pour AUDIOPHILES

### › Kit Triphon II

**Série GRAND MOS**

Le **TRIPHON II** est l'évolution ultime du célèbre filtre actif 3 voies TRIPHON. Nous y avons apporté de nombreuses améliorations d'ordre technique et pratique. Il bénéficie d'une exceptionnelle conception audiophile. Pour compléter idéalement le filtre, nous avons conçu un quadruple amplificateur **classe A** issu du Grand Mos. **Transparence et musicalité absolues.**

**Section filtre actif**

• Cellules R-C à pente 6 dB cascadables • 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 • 4 x 16 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**
**115D.4250-2 ~~1828,00€~~ PROMO 1650,00 €TTC**

**Filtres actifs**
**Le kit COMPLET 115.4250**
**979,00 €TTC**

**Amplificateurs**
**Le kit COMPLET 115.4180**
**849,00 €TTC**

### › Kit PRÉAMPLI

**Série GRAND MOS**

NOUVEAU

• 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**
**115D.8500 1420,00 €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 vynil sur PC.

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

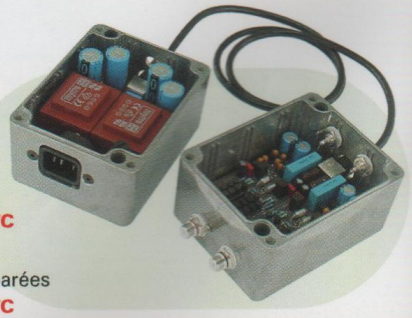
## NOUVEAUX kits AUDIOPHILES

Selectronic L'UNIVERS ELECTRONIQUE

### › 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...



### › Kit DÉSYMÉTRISEUR de LIGNE

• Sorties sur prises RCA argentées
• Alimentations séparées

**Le kit COMPLET 115D.1950-2 165,00 €TTC**

### › Kit SYMÉTRISEUR de LIGNE

• Sortie 600 Ω sur XLR Neutrik • Alimentations séparées

**Le kit COMPLET 115D.1950-1 165,00 €TTC**

---


**Selectronic**
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

86, rue de Cambrai - B.P 513 - 59022 LILLE Cedex
Tél. 0 328 550 328 Fax : 0 328 550 329
www.selectronic.fr

**NOS MAGASINS :**

**PARIS (Tél. 01.55.25.88.00**
Fax : 01.55.25.88.01)
11, place de la Nation
75011 PARIS (Métro Nation)

**LILLE**
86 rue de Cambrai
(Près du CROUS)

**Catalogue Général 2004**
Envoi contre 5,00€
(10 timbres-poste de 0,50€)

LED0424
Photos non contractuelles

**Conditions générales de vente :** Réglement à la commande : frais de port et d'emballage 4,50€, **FRANCO** à partir de 130,00€. Contre-remboursement : +10,00€. **Livraison par transporteur :** supplément de port de 13,00€. **Tous nos prix sont TTC.**

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 182

# Led

**Société éditrice :**
**Editions Périodes**
Siège social :
2-12 rue de Bellevue,
75019 Paris

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

**Led**
Bimestriel : 4,50 €
Commission paritaire : 64949
Tous droits de reproduction réservés textes et photos pour tous pays, LED est une marque déposée
ISSN 0753-7409

Services :

**Rédaction - Abonnements :**

**01 44 84 88 28**

2-12 rue de Bellevue
75019 Paris

**Ont collaboré à ce numéro :**
Rinaldo Bassi
André Cocheteux
Jacques Dudoret
Jean-Claude Gaertner
Gabriel Kossmann

**Abonnements :**
6 numéros par an :
France : 19 €
Etranger : 27 €
(Ajouter 8 € pour les expéditions par avion)

**Publicité :**
Bernard Duval

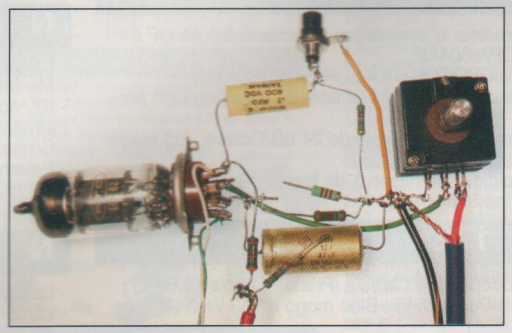
**Réalisation :**
Editions Périodes

**Dessinateur :**
Pascal Mercier

**Impression :**
Berger Levrault - Toul
**Imprimé en France**

**6**

## LA CLÉ DE L'ÉLECTRONIQUE À TUBES ? (COURS N° 9)



Avec ce cours, nous passons de la théorie à un peu de pratique en faisant travailler notre triode 12AU7 en préamplification. Nous allons la charger, polariser sa grille de commande et lui demander d'amplifier un signal avec un minimum de distorsion. Le câblage des composants se fera « en l'air » autour d'un support Noval 9 broches.

**16**

## LAMPEMÈTRE DJ 2003 (3e PARTIE)

Nous consacrons cette dernière partie du Lampemètre aux interconnexions des cartes et composants divers. Elles sont facilitées par la publication de quatre plans de câblage détaillés qui, ajoutés aux conseils de l'auteur, vous mèneront vers un succès garanti. Cet appareil est l'équivalent du Lampemètre Metrix U61 commercialisé dans les années 1965-1975 à un prix qui se situait à l'époque entre 15 000 F et 20 000 F (2 280 € à 3 050 €).

**28**

## PRÉAMPLIFICATEUR HOME CINÉMA TOUS TUBES

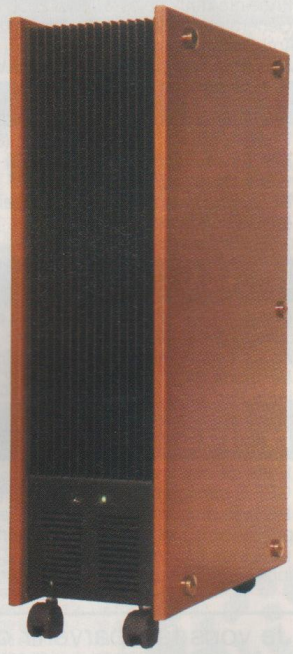
Modulaire et de qualité audiophile, ce préamplificateur 5.1 six voies extensible (« up-gradable ») en 7.1 huit voies est un « tous tubes ». Ainsi chacun d'entre vous pourra adapter sa réalisation à son propre budget, tout en bénéficiant d'une mise à niveau permanente. Une version économique vous sera également proposée. En fin de cette première partie, vous aurez même la possibilité de réaliser une carte version « Préampli stéréophonique ».

**38**

## PETITES ANNONCES GRATUITES

**40**

## LE GK « FIVE » AMPLIFICATEUR MULTICANAUX (2e PARTIE)



Après vous avoir présenté la philosophie de notre amplificateur multicanaux GK « Five » et le module « alimentation locale » (voir notre précédent numéro), nous décrivons dans cette deuxième partie les modules « protection locale », « alimentation commune puissance » et « driver ».

**50**

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

**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, 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris**

## N° 151

- Kitty 255. Caméra CCD d'instrumentation, réalisation de la tête de caméra (2ème partie)
- Le PUSH : amplificateur de 2 x 12Weff à ECL86 Push-Pull en ultra-linéaire
- CAPACIMÈTRE Numérique 20 000 points
- Chaîne triphonique de 3 x 75 Weff pour sonorisation ou écoute Hi-Fi (2ème partie)

## N° 154

- Multimètre 4 rampes 35 000 points (2ème partie)
- La 300B en push-pull classe A de 20 Weff et sans contre réaction
- Jeu de lumières 4 voies. Des lumières au rythme des notes
- KITTY 255 : caméra CCD : l'interface 8 bits (5ème partie)

## N° 156

- En Savoir Plus Sur : La protection des transistors de puissance bipolaires
- Module amplificateur de 150 Weff à TDA7294
- Filtre actif 2 voies pour caisson d'extrême grave (4ème partie)
- Caméra CCD d'instrumentation équipée du capteur TC237 (7ème partie)
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur

## 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 (3ème partie)

## N° 159

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

## N° 160

- Caméra Kitty : l'interface 12 bits (8ème 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 (9ème partie)
- La Coaxiale : mini enceinte de 5 litres
- Le Triode 845 : amplificateur de 2 x 18 Weff en Single End sans contre-réaction (1ère partie)

## N° 162

- Boîte de mesure secteur
- GBF Synthétisé 0,1 Hz - 102,4 kHz (1ère 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 (2ème partie)

## N° 163

- Horloge murale avec fonction Thermomètre : une application du kit 68HC11 (2ème partie)
- 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 (2ème partie)
- Le Triode 845 (3ème partie)
- La Mesure des résistances de faibles valeurs 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 (1ère 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 (2ème partie)
- Un bloc amplificateur mono de très forte puissance : 280 Weff/8 Ω avec des LM3886 (2ème 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 (3ème 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 (1ère partie)

## N° 173

**Photocopies de l'article** (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Push-Pull de 845 : bloc mono de 40 Weff (2ème partie)
- Les alimentations H.T. pour amplificateurs à tubes (1ère partie)

## N° 174

- Et si on parlait : «tubes» ? Remontons en arrière voulez-vous ? (Cours n°1)
- Réalisation d'un analyseur spectral audio 2x8 voies piloté par le kit SX28 (7ème partie)
- 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 (2ème partie)

## N° 175

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

## N° 176

- La clé de l'électronique à tubes. Électron libre, pas pour longtemps !... (Cours n° 3)
- SRPP et béta-follower
- Réalisation pratique du Préamplificateur audiophile (2ème partie)
- Amplificateur stéréophonique double Push-Pull de triodes 6AS7-G ou 6080 : 2 x 18 Weff

## N° 177

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

## N° 178

- La clé de l'électronique à tubes. (Cours n° 5)
- Mu-follower de puissance mono-tube (2ème partie)
- K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : l'alimentation (2ème partie)
- Correcteur RIAA économique
- Préamplificateur audiophile 6 entrées (4ème partie)
- HP coaxial radian 508/2B

## N° 179

- La clé de l'électronique à tubes (Cours n° 6)
- Lampemètre professionnel (1ère partie)
- K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : l'interface 12 bits (3ème 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 (2e partie)
- K2, notre caméra CCD destinée à l'astronomie : le programme d'acquisition Kool (4e 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
- L'enceinte Euphonie/Vifa « Double six »
- Le push-pull de triodes 845
- Alimentation haute tension à très faible bruit (2e partie)

---

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

par CCP ❒ par chèque bancaire ❒ par mandat ❒

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

NOM : ..... PRÉNOM : .....
N° : ..... RUE .....
CODE POSTAL : ..... VILLE : .....

**Je désire :**

...n° 151 ❑ ...n° 160 ❑ ...n° 174 ❑ ...n° 180 ❑
...n° 154 ❑ ...n° 161 ❑ ...n° 176 ❑ ...n° 181 ❑
...n° 156 ❑ ...n° 162 ❑ ...n° 177 ❑
...n° 158 ❑ ...n° 163 ❑ ...n° 178 ❑
...n° 159 ❑ ...n° 170 ❑ ...n° 179 ❑

Photocopies d'articles **PRÉCISER L'ARTICLE**

...n° 168 ❑ ... n° 172 ❑ ... n° 175 ❑
...n° 169 ❑ ... n° 173 ❑

www.stquentin.net

# St Quentin Radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS / Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91 — Horaire d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Le samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 17h00. — Prix donnés à titre indicatif

## Pot. Professionel ALPS

**AUDIO stéréo** logarithmique
2x10K, 2x20K, 2x50K, 2x100K.
**17 ,00€ pièce**

## Pot. SFERNICE P11

**MONO LINÉAIRE** : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 7,50€
**MONO LOG.** : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 7,50€
**STÉRÉO LINÉAIRE** : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K, 2x1M ..... 11,30€
**STÉRÉO LOG.** : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K ..... 13,90€

## XLR NEUTRIK

| | Fiche mâle | | Fiche femelle | | Chassis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | droit | Coudé | droit | Coudé | mâle | fem |
| 3 | (**) | 7,50€ | (***) | 8,40€ | 4,60€ | 5,50€ |
| 3 * | 6,10€ | -- | 6,90€ | -- | 6,90€ | 7,35€ |
| 4 | 5,30€ | 8,40€ | 6,80€ | 10,40€ | 6,90€ | 7,35€ |
| 5 | 7,80€ | -- | 9,50€ | -- | 8,00€ | 12,00€ |
| 6 | 10,70€ | -- | 10,70€ | -- | 10,35€ | 14,50€ |
| 7 | 12,20€ | -- | 12,20€ | -- | 16,05€ | 19,10€ |
| * noir doré | | | | | | |

(**) mâle droit 3br
4,50€/1, 4,10€/10, 3,60€/25, 3,15€/50,
(***) femelle droite 3br
5,50€/1, 4,95€/10, 4,40€/25, 4,13€/50,

## JACK 6,35 Professionnel

Mono mâle droit 6,35mm ..... 4,30€
Mono mâle coudé 6,35mm ..... 4,60€
Stéréo mâle droit 6,35mm ..... 5,90€
Stéréo mâle coudé 6,35mm ..... 8,50€
Stéréo femelle droit 6,35mm .. 8,80€
Stéréo chassis métal 6,35mm 7,10€

Mono pour câble 4mm ..... 3,05€
Mono pour câble 4mm ..... 3,05€
Stéréo pour câble 4mm ..... 3,35€
Stéréo pour câble 4mm ..... 3,35€

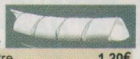
## Convertisseur 12V >220V (ou 24V > 220V

Marque Profitec
12V > 220V
ou 24V > 220V

**150W** max ..... 83,00€
**300W** max ..... 106,00€
**500W** max ..... 240,00€
**1000W** max ..... 390,00€
**3000W** max (VELLEMAN) 899,00€

## Gaine torsadée

Gaines torsadées extensibles en polythène pour câbles de différentes dimensions. Sans halogène.Blanche.



**SPT 125** - diam 2,0 à 13mm/ le mètre ..... 1,20€
**SPT 250** - diam 5,0 à 50mm/ le mètre ..... 1,60€
**SPT 375** - diam 8,0 à 76mm/ le mètre ..... 2,00€
**SPT 500** - diam 10 à 102mm/ le mètre ..... 2,90€

## Gaine tressée

Gaine tressée expansible PLIOSIL-PET thermaplast à haute stabilité thermique exempt d'halogène.

Couleur : noire. Plage d'utilisation. Prix au mètre
3 à 8mm - PET4 ..... 1,40€ — 10 à 20mm - PET10 2,00€
6 à 12mm - PET6 ... 2,00€ — 14 à 24mm - PET12 2,75€
8 à 16mm - PET8 ... 2,00€

## Protecteur thermique

Utilisation pour le contrôle automatique de température
Spécifications : gamme de 60°C à 140°C, tolérance ±5°C, supporte le 220V, endurance : 30000 cycles @ 240V AC/6A. Contact normalement fermé (NF), ou contact normalement ouvert (NO).

NO-60°C ou NF60 ... 3,85€ — NO-100°C ou NF100 3,85€
NO-70°C ou NF70 ... 3,85€ — NO-120°C ou NF120 3,85€
NO-80°C ou NF80 ... 3,85€ — NO-140°C ou NF140 3,85€

## Coffrets GALAXY

Coffrets très robuste en 3 éléments assemblés par vis: façades avant et arrière en aluminium 30/10° anodisé, côtés en profilé d'aluminium noir formant dissipateur de chaleur. Fond et couvercle en tôle d'acier 10/10° laquée noir.

Dimensions en cm - LxHxProf

**GX143** 12,4x4x7,3 28,00€
**GX147** 12,4x4x17 .. 32,90€
**GX247** 23x4x17 .... 43,00€
**GX243** 23x4x23 .... 45,00€
**GX248** 23x4x28 .... 42,70€
**GX347** 33x4x17 .... 45,00€
**GX343** 33x4x23 .... 46,90€
**GX348** 33x4x28 .... 49,90€
**GX187** 12,4x4x17 38,90€
**GX287** 23x4x17 .... 43,00€
**GX283** 23x4x23 .... 50,00€
**GX288** 23x4x28 .... 53,00€
**GX387** 33x4x17 .... 55,65€
**GX383** 33x4x23 .... 68,00€
**GX388** 33x4x28 .... 62,00€

## Câble HP Professionnel

**2x0,75mm²**, Cullman, type méplat ..... 1,00€
**2x1,5mm²**, Cullman, type méplat ..... 2,40€
**2x2,5mm²**, Cullman, type méplat ..... 2,50€
**2x4,0mm²**, Cullman, type méplat ..... 3,10€
**2x6,0mm²**, Cullman, type méplat ..... 4,60€
**2x2,5mm²**, Cullman.Cu argenté, type méplat ..... 3,75€
**2x2,5mm²**, type coaxial, Fastline, rond ..... 2,30€
**2x2,5mm²**, Fastline, rond ..... 2,50€
**4x2,5mm²**, Fastline, rond ..... 4,00€

## Câble blindé Professionnel

**GAC 1** : Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm, ..... 2,00€
**2524** : Mogami, 1 cond + blindage ..... 2,60€
**GAC 2** : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 2,15€
**2792** : Mogami, 2 cond. + blindage ..... 2,20€
**GAC 2** AES/EBU Gotham, (pour son digital) ..... 5,50€
**GAC 3** : Gotham, 3 cond. + blind, ø 4,8mm ..... 2,45€
**GAC 4** : Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 2,75€
**2534** : Mogami, 4 cond + blindage ..... 3,35€
**2965** : Mogami, type sindex ø 4,6mm par canal ..... 3,80€

## Cond. chim. haute tension SNAP

**2,2µF/400V** radial .... 0,80€
**4,7µF/350V** radial .... 1,40€
**22µF/450V** radial .... 1,40€
**47µF/400V** radial .... 2,60€
**100µF/200V** radial .... 2,75€
**100µF/350V** Snap .... 3,35€
**100µF/400V** Snap .... 4,60€
**100µF/450V** Snap .... 5,50€
**220µF/350V** Snap .... 4,50€
**220µF/400V** Snap .... 6,80€
**220µF/450V** Snap .... 7,65€
**330µF/400V** Snap .... 7,50€
**470µF/250V** Snap .... 5,35€
**470µF/400V** Snap .. 12,50€
**470µF/450V** Snap .. 15,00€
**680µF/200V** Snap .... 5,40€
**1000µF/200V** Snap .. 7,80€
**1000µF/250V** Snap 13,00€
**2200µF/63V** radial ... 2,75€
**4700µF/50V** Snap .... 3,70€
**4700µF/63V** radial ... 3,35€
**4700µF/80V** Snap .... 9,50€
**10000µF/16V** Snap .. 2,45€
**10000µF/35V** Snap .. 7,00€
**10000µF/63V** Snap .. 8,90€
**22000µF/25V** Snap .. 8,40€

-SNAP pattes courtes
-radial, pattes longues

## Cond. chimique SIC SAFCO axial

**10µF/450V** axial ..... 3,05€
**15µF/450V** axial ..... 3,50€
**22µF/450V** axial ..... 3,50€
**33µF/450V** axial ..... 3,85€
**47µF/450V** axial ..... 3,85€
**100µF/450V** axial .... 6,10€
**220µF/160V** axial .... 4,50€

## Auto-transfo. 220/110V

Equipé côté **230V** d'un cordon secteur longueur 1,30m avec une fiche normalisée 16 amp. 2 pôles+ terre, et côté **115V** d'un socle américaine recevant 2 fiches plates + terre. Fabrication française.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ATNP250** | 250VA | 2.4Kg | 41,00€ |
| **ATNP350** | 350VA | 2.8Kg | 64,00€ |
| **ATNP500** | 500VA | 3.8Kg | 70,00€ |
| **ATNP1000** | 1000VA | 8Kg | 120,00€ |
| **ATNP2000** | 2000VA | 13,5Kg | 195,00€ |

Import

## Transistors et Circuits Intégrés

| | | | |
|---|---|---|---|
| AD 818AN | 5,95€ | MJE 340 | 0,80€ |
| AD 826AN | 7,35€ | MJE 350 | 0,80€ |
| HA2-2645 | 20,00€ | MPSA 06 | 0,40€ |
| IRF 510 | 1,40€ | MPSA 56 | 0,40€ |
| IRF 530 | 1,80€ | MPSA 42 | 0,30€ |
| IRF 540 | 2,30€ | MPSA 92 | 0,30€ |
| IRF 840 | 2,75€ | NE 5532AN | 1,55€ |
| IRF 9530 | 2,30€ | NE 5534AN | 1,20€ |
| IRF 9540 | 1,85€ | OPA 445A | 13,00€ |
| IRFP 150 | 6,75€ | OPA 604 | 4,45€ |
| IRFP 240 | 5,00€ | OPA 627 | 22,75€ |
| IRFP 350 | 5,80€ | OPA 2604 | 4,60€ |
| LF 356N | 1,10€ | OPA 2658P | 10,40€ |
| LM 317T | 0,95€ | TDA 2050 | 4,60€ |
| LM 317K | 4,00€ | TDA 1562Q | 15,00€ |
| LM317HVK | 10,00€ | TDA 7293 | 8,50€ |
| LM 337T | 1,25€ | TDA 7294 les 10 | 50,00€ |
| LM 395T | 4,15€ | 2N 3055 | 1,70€ |
| LM 675T | 7,05€ | 2N 3440 | 1,10€ |
| LT 1028 | 14,00€ | 2N 3904 | 0,50€ |
| LM 3886T... | 9,50€ | 2N 3906 | 0,50€ |
| MJ 15003 | 4,00€ | 2N 5401 | 0,50€ |
| MJ 15004 | 3,50€ | 2N 5416 | 1,40€ |
| MJ 15024 | 5,00€ | 2N 5551 | 0,50€ |
| MJ 15025 | 5,00€ | 2SK1058 | 10,55€ |

## Sonomètre digital

**Réf 33 2055** Affichage digital 3 chiffres, bargraph 21 pts, de -50 à +126 dB, mémoire, moyenne intégrée, indicateur «en dessous, au dessus niveau», courbe A et C, sélection mode de réponse, indicateur niveau max, sortie jack ... **79,00€**

## Composants divers

GOLD CARD ..... 6,00€
SILVERCARD ..... 14,00€
GREENCARD ..... 15,00€
FUNCARD4 ..... 15,00€
FUNCARD5 ..... 15,00€
PIC 16F84-04P ..... 7,50€
PIC 16F873-20P ... 13,00€
PIC 16F876-04P ... 11,00€
PIC 16F876-20P ... 14,00€
24C16 ..... 2,30€
Support 8br ..... 0,30€
Support 18br ..... 0,50€

## Programmateur

PIC 1A ..... 59,00€
Infinity USB + série 79,00€
Infinity USB ..... 59,00€
CAR 04 ..... 95,00€
CAR 06 (USB) ... 116,00€

## Tubes électroniques

| | | | |
|---|---|---|---|
| ECC 81 | 10,70€ | KT 88 EH la paire | 69,00€ |
| ECC 82 | 11,45€ | KT 90 la pièce | 65,55€ |
| ECC 83 Sovtek | 10,00€ | 300B (EH) 2pcs | 299€ |
| 12AX7 (EH) | 12,00€ | 7189=7320 2pcs | 78,00€ |
| ECC 84 | 9,95€ | 6L6WXT (Sovtek) | 19,50€ |
| ECL 82 | 11,45€ | 6L6 (STA) 2pcs | 38,00€ |
| ECL 86 | 19,10€ | 6SN7 | 26,00€ |
| EL 34 EH | 12,00€ | 6550 EH | 25,00€ |
| EL 34 la paire | 38,00€ | 845 | 77,00€ |
| EL 84 (Sovtek) | 6,00€ | | |
| les 2 appairés | 29,00€ | | |
| EL 84 les 10 | 70,00€ | | |
| EZ 81 /6CA4 | 18,10€ | | |

**Prix en baisse sur ECC83/12AX7 - 6550 EH, EL34 EH, EL84, KT88**
**(*) Support tube = -20%/10**

### Support TUBE

**NOVAL C. imprimé**
Ø 22mm (1)(*) ..... 4,60€
Ø 25mm (2)(*) ..... 4,60€
blindé chassis (3)(*) 4,60€
chassis doré (4)(*) .. 4,60€

**OCTAL**
A cosses (5)(*) ..... 4,60€
Pour CI (6)(*) ..... 4,60€
A cosses doré (7)(*) 6,10€

pour 300B ..... 8,00€
pour 845 ..... 22,15€

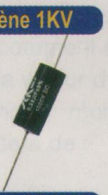
## Transfo. tube pour revue LED Fabricant ACEA ou HEXACOM

## Cond. de démarrage polypropylène

**1µF/450V** ..... 7,00€
**1,5µF/450V** ..... 8,00€
**2µF/450V** ..... 8,00€
**4µF/450V** ..... 10,00€
**8µF/450V** ..... 10,00€
**10µF/450V** ..... 10,00€
**12µF/450V** ..... 9,00€
**16µF/450V** ..... 9,50€
**20µF/450V** ..... 11,00€
**25µF/450V** ..... 12,20€
**35µF/450V** ..... 14,50€
**50µF/450V** ..... 20,00€

## Cond. SCR polypropylène 1KV

**0,01µF/1000V** ..... 2,50€
**0,022µF/1000V** ..... 2,50€
**0,1µF/1000V** ..... 2,75€
**0,22µF/1000V** ..... 2,90€
**0,33µF/1000V** ..... 3,50€
**0,47µF/1000V** ..... 3,80€
**1,0µF/630V** ..... 4,00€
**2,2µF/630V** ..... 4,50€
**4,7µF/400V** ..... 4,00€
**10µF/400V** ..... 8,50€



## Condensateur mica argenté 500V

**10pF** ..... 0,80€ — **100pF** ..... 0,80€
**22pF** ..... 0,80€ — **220pF** ..... 0,95€
**33pF** ..... 0,80€ — **500pF** ..... 1,10€
**47pF** ..... 0,80€ — **1nF** ..... 1,20€

## Adaptateur XLR/Jack/Cinch/svidéo

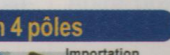
**XLR 3br <> XLR 3br**
fem <> fem ..... 4,50€
mâle <> mâle ..... 6,50€

**XLR 3br <> JACK 6,35mm**
mâle <> mâle mono . 5,00€
fem. <> mâle mono . 6,00€
mâle <> fem. mono . 5,30€
fem. <> fem. mono .. 5,50€
fem. <> mâle stéréo 5,50€
fem. <> fem. stéréo . 6,00€
mâle <> mâle stéréo 6,00€

**XLR 3br <> Cinch**
mâle <> Cinch mâle 5,35€
fem. <> Cinch fem ... 5,35€
mâle <> Cinch fem. . 4,80€
fem. <> Cinch mâle . 4,80€

**Svidéo <> Cinch**
mâle <> fem ..... 5,90€
fem. <> fem ..... 5,90€
mâle <> fem. ..... 5,90€

**Jack 6,35 <> Jack 6,35**
fem <> fem ..... 4,50€



## Speakon 4 pôles

**NEUTRIK**
mâle prol. . 7,50€
Chassis .... 3,50€

**Importation**
mâle prol .. 4,50€
Chassis .... 2,75€

## Coffrets série UC

Coffret métal, face avant anodisé de 2mm, Tôle supérieure perforée, inférieure, faces arrière et latérales non perforées. Couleur noir. Les profilés d'angle en aluminium extrudé sont réversibles pour monter horizontalement ou verticalement des plaques de circuits imprimés.

**UC 202H** - 300x57x235mm . 43,00€
**UC 204H** - 437x82x235mm . 61,00€

## Fiche DIN verrouillable 1/4 tours

| | Fiche mâle | Fiche femelle | Chassis |
|---|---|---|---|
| 3 br | 3,20€ | 3,50€ | 3,00€ |
| 4 br | 3,20€ | 3,05€ | 3,00€ |
| 5 br 180° | 3,50€ | 3,80€ | 2,50€ |
| 5 br 240° | 3,20€ | 3,20€ | 2,75€ |
| 8 br | 4,30€ | 4,30€ | 4,00€ |

## Tubes fluo cathode froide

**Le prix est pour 1 tube + alimentation 12V**

**Longueur 30cm, diam 4mm**
Alimentation en 12V/375mA. Existe en Blanc, Bleu, Vert, Jaune, lumière noire ..... 15,50€

**Longueur 10cm, diam 4mm**
Alimentation en 12V/375mA. Existe en Blanc, Bleu, Vert, Jaune, lumière noire ..... 15,50€

## Fers Weller

**Fers standards**
**SPI 16C** - 15W/220V ..... 33,50€
**SPI 27C** - 25W/220V ..... 30,00€
**SPI 41C** - 40W/220V ..... 34,00€
**SPI 81C** - 80W/220V ..... 39,00€

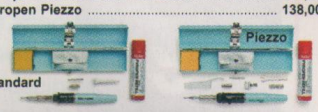
**Fers thermostatés**
**W 61** - 60W/220V ..... 70,00€
**W 101** - 100W/220V ..... 82,80€
**W 201** - 200W/220V ..... 104,00€

**Station Weller**
**WS51** - 50W/220V ..... 215,20€

**WS81** - 80W/220V ..... 272,60€

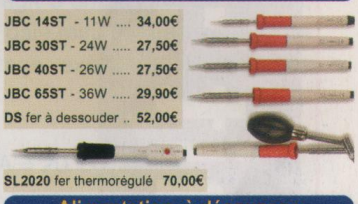
**WTCP51** - 50W/220V .. 149,50€
**Magnastat**

**Fers à gaz**
**Pyropen junior** ..... 73,60€
**Pyropen standard** ..... 126,00€
**Pyropen Piezzo** ..... 138,00€




## JBC Fer à souder 220V JBC

**JBC 14ST** - 11W ..... 34,00€
**JBC 30ST** - 24W ..... 27,50€
**JBC 40ST** - 26W ..... 27,50€
**JBC 65ST** - 36W ..... 29,90€
**DS** fer à dessouder .. 52,00€

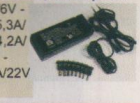


**SL2020** fer thermorégulé 70,00€

## Alimentation à découpage Compacte, entrée secteur 100/230VAC

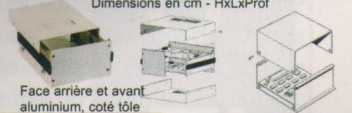
V924 - 9/12/15V 1,5A - 18V/20V 1,2A - 24V 1A ..... 29,00€
PSSMV1 - 3/4,5/6/7,5/9/12V - 0,8A - 86g ..... 22,00€
PSSMV4 - 5/6/7,5/9/12/15V - 3,6A - 95x55x30mm 54,75€
PSSMV5 - 12/15/18/20/22/24V - 2,3A - 67x29x74 . 54,75€
PSSMV7 - 5V à 24V - 4,3 à 15A - 92x42x28 ..... 46,00€
PSS1212 - 12V - 1,2A miniature (f. alim:2,1mm) ... 18,30€
V350 - 15/16/18/19/20/22/24V 2,9A à 3,5A 415g ... 58,00€

**Alimention 100/230V - 70W - 1 sortie - Livrée avec 8 fiches différentes, pour ordinat. portable, écran plat...**
**MODEL 0179** - 70W - 8A/5V - 7,5A/6V - 7A/7V -6,5A/8V -6A/9V -5,5A/10V -5,3A/11V -5A/12V -4,8A/13V -4,5A/14V -4,2A/15V -3,9A/16V -3,5A/17V- 3,5A/18V - 3,3A/19V -3,2A/20V -3,1A/21V -3,0A/22V -2,9A/23V -2,9A/24V - **79,00€**



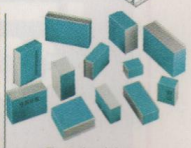
## Coffrets métalliques

Dimensions en cm - HxLxProf



Face arrière et avant aluminium, coté tôle

| | |
|---|---|
| LC630 6x10x13,2 .. | 15,00€ |
| LC640 6x15x13,2 .. | 13,50€ |
| LC650 6x20x13,2 .. | 14,00€ |
| LC660 6x25x13,2 .. | 14,50€ |
| LC730 8x10x13,2 .. | 13,50€ |
| LC740 8x15x13,2 .. | 15,75€ |
| LC750 8x20x13,2 .. | 17,50€ |
| LC760 8x25x13,2 .. | 17,55€ |
| LC830 8x10x18 .... | 15,55€ |
| LC840 8x15x18 .... | 14,05€ |
| LC850 8x20x18 .... | 16,95€ |
| LC860 8x25x18 .... | 21,20€ |
| LC870 8x30x18 .... | 22,90€ |
| LC930 10x10x18 ... | 15,75€ |
| LC940 10x15x18 ... | 19,00€ |
| LC950 10x20x18 ... | 20,50€ |
| LC960 10x25x18 ... | 23,50€ |
| LC970 10x30x18 ... | 29,75€ |
| LC1030 12x15x22 . | 20,15€ |
| LC1040 12x20x22 . | 27,00€ |
| LC1050 12x25x22 . | 25,65€ |
| LC1060 12x30x22 . | 32,80€ |
| LC1070 12x35x22 . | 36,60€ |



Tout aluminium

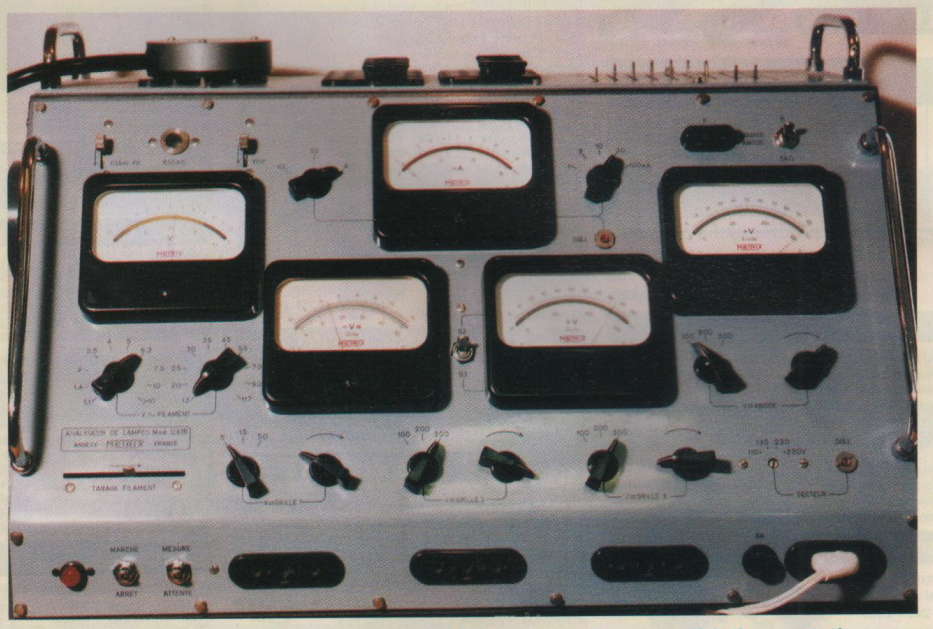
| | |
|---|---|
| 80105 8x10,5x15 ..... | 15,40€ |
| 80155 8x15,5x15 ..... | 17,55€ |
| 80255 8x25,5x15 ..... | 27,00€ |
| 8565 5,5x6,5x8,5 ..... | 9,60€ |
| 85105 5,5x10,5x8,5 . | 10,55€ |
| 85155 5,5x15,5x8,5 . | 13,00€ |
| 85205 5,5x20,5x8,5 . | 13,30€ |
| 55105 5,5x10,5x15 .. | 13,30€ |
| 55155 5,5x15,5x15 .. | 15,40€ |
| 55205 5,5x20,5x15 .. | 17,25€ |
| 55255 5,5x25,5x15 .. | 19,10€ |

Liste non exhaustive

Et si on parlait : « tubes »

9EME PARTIE

# DE LA THÉORIE À UN (PETIT) PEU DE PRATIQUE



Le lampemètre de laboratoire permet de définir toutes les caractéristiques statiques d'un tube. On peut aussi tracer point par point les courbes Ia = f (Vg) à Va = constante et Ia = f (Va) à Vg = constante. Un appareil de ce type est décrit dans *Led* n°s179 et 180

**Chose promise, chose due... Après le descriptif des horreurs qui vous attendent et que je vous ai décrites lors de notre précédent article, laissons de côté pour un temps les distorsions inévitables et diverses capacités parasites pour tenter de faire un peu de musique (bien modeste) avec notre increvable 12 AU7/ECC82... Vous êtes prêt ? Allons-y.**

Avant toute chose, il faut savoir ce que l'on veut faire ! Cette évidence est souvent oubliée, elle est pourtant fondamentale. On veut amplifier, me direz-vous. Oui, d'accord, mais quoi et pour quoi faire ?

Eh bien, me répondrez-vous, pour attaquer un amplificateur de puissance et pouvoir régler le niveau... Bien ! On y voit déjà plus clair.

## LE CAHIER DES CHARGES

**Première question** : Quelle est la sensibilité d'entrée de votre amplificateur de puissance ou, en d'autres termes, quelle est la tension d'entrée qui lui permettra de fournir 100 % de sa puissance ?

Il faut lui fournir 2,5 volts, me dites-vous. Telle est l'une des normes adoptées par la majorité des constructeurs sérieux, bien que le flou le plus artistique règne dans le monde de la hi-fi quant à la sensibilité des amplificateurs de puissance, ce qui cause bien des déboires à bien des utilisateurs !

Mais ceci est hors de notre sujet pour le moment, nous en reparlerons bien plus tard lorsque nous étudierons la procédure de mesure et que nous plongerons dans la notion de décibels...

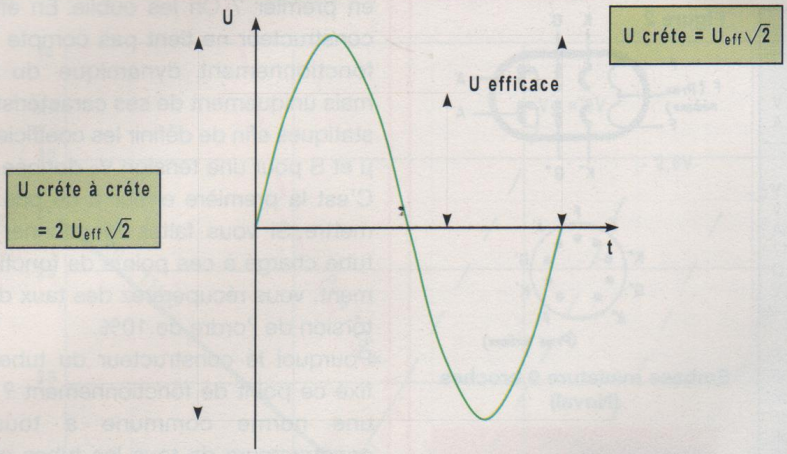



**Figure 1 : Cette sinusoïde représente la variation de la tension U en fonction du temps. Lorsque l'on étudie un circuit électronique quel qu'il soit, ce sont des valeurs crête à crête de U dont il faut tenir compte et non pas la valeur efficace telle qu'elle vous est donnée par votre voltmètre électronique ou votre contrôleur**

Donc, vous me dites 2,5 volts. Première observation : il s'agit d'une valeur dite « efficace » de la tension d'entrée en pur signal sinusoïdal. C'est important car la valeur efficace du signal, telle qu'elle est mesurée par votre voltmètre ou votre contrôleur, votre amplificateur s'en fiche royalement ! Ce qui l'intéresse (et nous aussi) est la valeur maximale de cette tension (tension de crête). Or, nous avons déjà évoqué cette notion. La valeur maximale de la tension est égale à la valeur efficace (dite « RMS » chez les Anglo-saxons), multipliée par la racine carrée de 2, soit 1,414. Ceci s'écrit :

$$U_M = U_{eff} \sqrt{2} = U_{eff} \times 1{,}414$$

Dans le cas présent :

$U_{eff}$ = 2,5 volts

Donc $U_M$ = 2,5 x 1,414 = 3,53 volts

Jetez un coup d'oeil sur la **figure 1**, nous avons représenté une simple sinusoïde. Vous comprendrez aisément qu'une sinusoïde balaye allègrement des valeurs positives de la tension et fait de même vers les valeurs négatives (c'est pour cette raison que l'on parle de « tensions alternatives »). Notre amplificateur verra donc alternativement des tensions de + 3,53 volts et de - 3,53 volts. On parlera alors de tension « crête à crête » de 3,53 volts x 2 = 7,6 volts.

Eh bien chers amis, c'est la tension « crête à crête » que devra délivrer sans hésitation notre 12AU7 pour moduler convenablement notre amplificateur de puissance, et cela sans distorsion et avec une bande passante audio d'au minimum de 20 Hz à 20 kHz... Tout un programme ! Je tiens à vous préciser de suite que notre brave 12AU7 ne pourra en aucun cas, à elle seule, remplir toutes ces obligations... Ne serait-ce qu'en raison de l'impédance de sortie du montage, mais n'allons pas trop vite.

**Deuxième question** : Qu'avez-vous l'intention d'amplifier ?

Vous me répondez : « Le signal fourni par un lecteur de CD ». Bien... Ici encore, il existe une norme qui n'est pas toujours respectée par les constructeurs de ces sympathiques engins.

Cette norme précise que la tension crête délivrée par un honnête lecteur de CD doit être de 1 volt crête, soit 2 volts crête à crête.

Résumons-nous, nous allons donc réaliser un étage d'amplification devant accepter sans broncher une tension de 2 volts crête à crête à l'entrée pour nous délivrer une tension de 7,6 volts crête à crête à la sortie. Ce qui représentera un coefficient d'amplification d'au moins :

$$A = \frac{V_{sortie}}{V_{entrée}} = \frac{7{,}6}{2} = 3{,}8$$

« A » est appelé le gain en tension de l'étage amplificateur, en insistant sur le point suivant : il s'agit ici du gain minimum dont nous aurons besoin pour moduler à fond notre amplificateur, et non pas du gain global de l'étage amplificateur qui, nous le verrons plus tard, sera bien plus important.

Un dernier point, un gain minimum peut s'exprimer en décibels.

Sans entrer dans les détails, sachez que comme il s'agit d'un rapport de tension, la valeur du gain minimum nécessaire de notre montage exprimée en décibels sera de :

$$A = 20.\log \frac{Vs}{Ve}$$

$$= 20.\log 3{,}8 = 20 \times 0{,}58 = 11{,}6 \text{ dB}$$

Le logarithme décimal de 3,8 étant égal à 0,58.

Attention à ne pas confondre le gain en tension d'un étage en décibels avec le gain en puissance qui fait intervenir la notion d'impédance, ce qui n'est pas le cas ici.

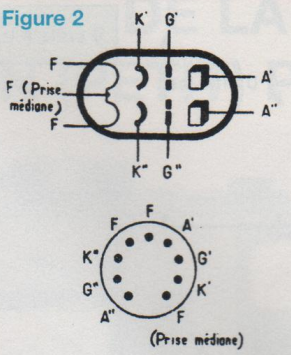
Autre observation, ce gain de 11,6 dB, soit environ 12 dB, est normalisé. C'est le gain de ce que l'on appelle un « amplificateur de ligne » en audio professionnelle. Pourquoi vous parler de cela ici ? Tout simplement pour prendre de bonnes habitudes dès le départ et vous habituer à utiliser le tube qu'il faut, là où il faut. Comme vous le soupçonnez, ce que nous confirmerons plus tard, le gain d'un étage, bien que dépendant de multiples facteurs, dépend surtout de « μ » (mhu) le coefficient d'amplification statique du tube. On choisira donc ce dernier en fonction (entre autres !) du gain dont nous aurons besoin. En réalité, ce n'est pas si simple, mais pour l'instant restons en là voulez-vous ?

| CARACTÉRISTIQUES ECC82 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Chauffage** | | | | |
| Indirect (cathodes isolées du filament) : | Vf | = | 6,3 (1) | 12,6 (2) V |
| | If | = | 0,3 | 0,15 A |
| **Conditions nominales d'emploi** | | | | |
| Tension de l'anode | Va | = | 100 | 250 V |
| Tension de la grille | Vg | = | 0 | -8,5 V |
| Courant anodique | Ia | = | 11,8 | 10,5 mA |
| Cœfficient d'amplification | K | = | 19,5 | 17 |
| Résistance interne | ρ | = | 6 250 | 7 700 Ω |
| Pente | S | = | 3,1 | 2,2 mA / V |
| **Capacités (3)** | | | | |
| Capacité de la grille | Cg' | = | Cg" | = 3,6 pF |
| Capacité de l'anode | Ca' | = | Ca" | = 3,8 pF |
| Capacité anode-grille | Ca'g' | = | Ca"g" | = 1,5 pF |
| Capacité grille-cathode (RMA) | Cg' | | (k'+f) | = 1,6 pF |
| | Cg" | | (k"+f) | = 1,6 pF |
| Capacité anode-cathode (RMA) | Ca' | | (k'+f) | = 0,5 pF |
| | Ca" | | (k"+f) | = 0,35 pF |
| **Valeurs à ne pas dépasser** | | | | |
| **Par triode :** | | | | |
| Tension de l'anode | Va | | max | = 300 V |
| Puissance dissipée sur l'anode | Pa | | max | = 2,75 W |
| Courant cathodique | Ik | | max | = 20 mA |
| Résistance du circuit de grille (4) | Rg | | max | = 1 mΩ |
| Résistance du circuit de grille (5) | Rg | | max | = 0,25 MΩ |
| Tension entre filament et cathode | Vkf | | max | = 200 V |

(1) Les deux sections du filament en parallèle.
(2) Les deux sections du filament en série.
(3) Mesurées sans blindage.
(4) En polarisation automatique.
(5) En polarisation fixe.

LA RADIOTECHNIQUE - COPRIM - R.T.C.

Figure 2




Embase miniature 9 broches (Noval)

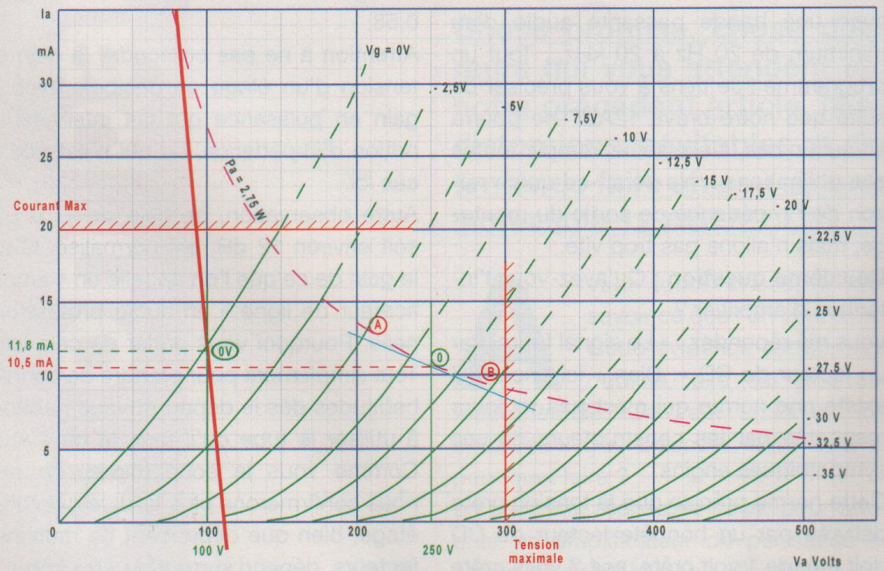



Figure 3 : Définition des caractéristiques « nominales » d'emploi (voir texte)

## PAR OÙ COMMENCER ?

Nous commencerons par les caractéristiques du tube, pardi ! Sur la **figure 2**, nous avons reproduit les caractéristiques complètes, ainsi que le brochage du tube au cas où vous auriez égaré le *Led* n°177. Que lit-on en premier ? Les conditions nominales d'emploi. Et que fait-on en premier ? On les oublie. En effet, le constructeur ne tient pas compte ici du fonctionnement dynamique du tube, mais uniquement de ses caractéristiques statiques afin de définir les coefficients ρ, μ et S pour une tension Va donnée.

C'est la première erreur à ne pas commettre. Si vous faites fonctionner votre tube chargé à ces points de fonctionnement, vous récupérerez des taux de distorsion de l'ordre de 10%.

Pourquoi le constructeur du tube a-t-il fixé ce point de fonctionnement ? C'est une norme commune à tous les constructeurs de tous les tubes afin de pouvoir les comparer en termes de coefficients statiques (ρ, μ et S).

Pour ce faire, le constructeur dresse une perpendiculaire à l'aplomb de la tension Va choisie (ici deux points sont choisis : Va = 100 V et Va = 250 V). On aurait pu choisir autant de points que désiré.

La perpendiculaire au point 250 V coupe la courbe de dissipation maximale (**figure 3**) au point O. En ce point, on trace la tangente à la courbe de dissipation. Ensuite, on se limite à la tension maximale pouvant être supportée par le tube (ici 300 V). La portion de tangente est alors divisée en deux parties égales (OA et OB sur la figure 3). On obtient le point - 8,5 V pour Vg et 10,5 mA pour Ia. C'est un point qui définira tous les paramètres statiques du tube.

Dans le cas présent, un autre point a été choisi par le constructeur : Vg = 0V, Va = 100 V pour un courant de repos de 11,8 mA. Ici aussi, on a tracé la tangente à la courbe de dissipation maximale. Si vous suivez cette droite (figure 3), vous vous rendrez compte que l'on peut dépasser allègrement le courant maximum de cathode (20 mA) si la grille devient positive.

Cette utilisation particulière du tube ne nous concerne pas, nous qui faisons de l'audio. Elle est destinée à des utilisations particulières telles que des oscillateurs ou amplificateurs d'impulsions.

Donc, pour nous résumer, les « conditions nominales d'emploi » ne servent

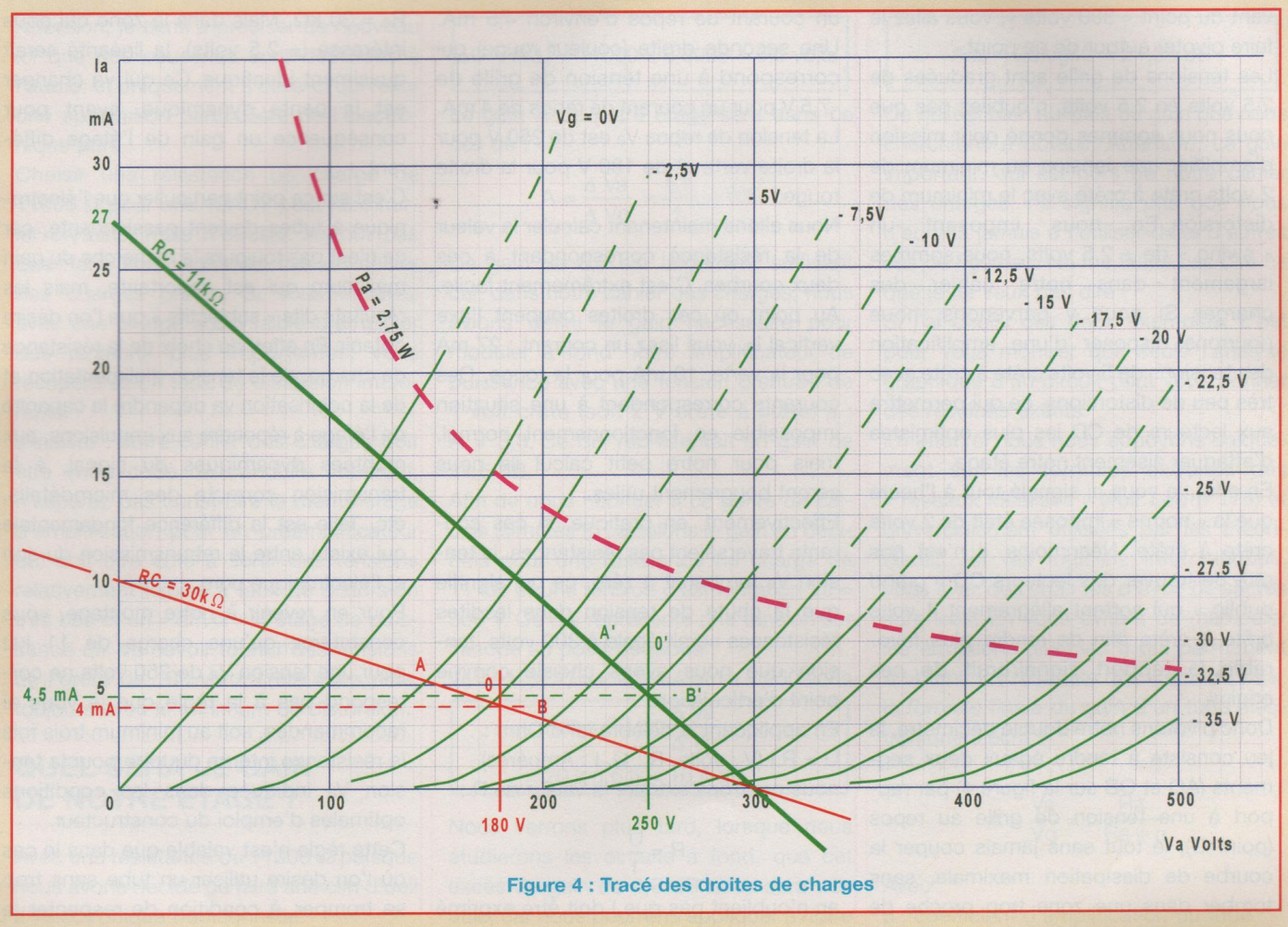



Figure 4 : Tracé des droites de charges

qu'à définir les coefficients ρ, μ et S du tube. Ce sont ces points de fonctionnement que l'on utilisera pour tester un tube au lampemètre. C'est aussi le gabarit de référence qui permettra d'appareiller les tubes entre-eux. La norme choisie universelle prend en compte un taux de distorsion harmonique maximum de 10% au point nominal d'emploi.

## DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

Reprenons les caractéristiques du tube et consultons directement le paragraphe « Valeurs à ne pas dépasser ». Pour l'instant, nous ne relèverons qu'une seule indication : la tension d'anode maximale, soit 300 V. C'est elle qui nous servira à tracer la doite de charge (*Led* n° 180). Si vous avez retenu quelque chose de nos précédents articles, vous vous souvenez certainement que la tension sur l'anode du tube $V_a$ est égale à la tension de la source de haute tension $V_b$ moins la chute de tension dans la résistance de charge $R_a$, ce qui s'écrit :

$$V_a = V_b - R_a.I_a$$

$V_a$ - $V_b$ : Volts (V)
$R_a$ : Ohms (Ω)
$I_a$ : Ampères (A)

Or, nous avons déjà soulevé le problème : à la mise en route de votre appareil, lorsque les tubes sont froids et qu'aucun courant ne circule dans les circuits : $R_a.I_a = 0$.

Par conséquent, au démarrage $V_a = V_b$. On fixe donc pour la haute tension une valeur $V_b$ qui ne doit dépasser en aucun cas la tension maximale qui doit être appliquée aux bornes du tube. Dans le cas de la 12AU7/ECC82, cette tension ne doit pas excéder 300 V.

Nous verrons plus tard que l'on peut contourner cette interdiction en utilisant des circuits permettant d'appliquer une tension plus élevée à nos tubes sans tout casser ! Mais, pour l'instant, retour à $V_a$ max : 300 volts.

Maintenant, reportez-vous à la **figure 4**. C'est le réseau que vous reconnaissez tous $I_a = f(V_a)$ à $V_g$ = constante.

Vous avez intérêt à agrandir ce réseau au maximum (ce que nous avons fait).

Vous allez vous munir d'un double décimètre précis et, si possible, transparent (j'insiste). Vous allez poser votre double décimètre sur le réseau et, en vous ser-

vant du point « 300 volts », vous allez le faire pivoter autour de ce point.
Les tensions de grille sont graduées de 2,5 volts en 2,5 volts, n'oubliez pas que nous nous sommes donné pour mission d'amplifier une tension au minimum de 2 volts crête à crête avec le minimum de distorsion. En nous imposant un « swing » de ± 2,5 volts, nous sommes largement dans notre cahier des charges. Si nous y parvenons, nous pourrons disposer d'une amplification des tensions de 5 volts crête à crête avec très peu de distorsions, ce qui permettra aux lecteurs de CD les plus optimistes d'attaquer aisément notre étage.
En effet, je vous ai signalé tout à l'heure que la « norme » imposée était de 2 volts crête à crête. Néanmoins, il n'est pas rare de trouver des lecteurs CD « grand public » qui sortent allègrement 4 volts crête à crête afin de rendre plus favorable le rapport signal/bruit de ces engins.
Donc pivotons notre double décimètre, le jeu consiste à rendre égaux deux segments (AO et OB sur la figure 4) par rapport à une tension de grille au repos (point O), le tout sans jamais couper la courbe de dissipation maximale, sans tomber dans une zone trop proche de l'axe des $V_a$ (voir *Led* n°180 pour les zones d'utilisations optimales d'un tube), sans dépasser ni la tension de grille critique de -1 V, ni le courant maximum de cathode (celui-ci étant de 20 mA, il est pratiquement impossible de l'atteindre ici).
En jouant avec notre double décimètre, il est possible de trouver un grand nombre de droites qui correspondront au critère AO = OB à plus ou moins quelques pourcents. Il est évident que vous avez intérêt à travailler sur un réseau agrandi au maximum afin d'augmenter la précision de votre recherche.
Nous avons tracé deux droites qui correspondent à nos critères. Une première (couleur verte) qui correspond à un point de repos O', lequel correspond à une tension négative de grille de -12,5 V et à un courant de repos d'environ 4,5 mA. Une seconde droite (couleur rouge) qui correspond à une tension de grille de -7,5 V pour un courant de repos de 4 mA. La tension de repos $V_a$ est de 250 V pour la droite verte et de 180 V pour la droite rouge.
Nous allons maintenant calculer la valeur de la résistance correspondant à ces deux courbes. C'est extrêmement facile. Au point où ces droites coupent l'axe vertical $I_a$, vous lisez un courant : 27 mA pour la verte, 10 mA pour la rouge. Ces courants correspondent à une situation impossible en fonctionnement normal, mais pour notre petit calcul ils nous seront bougrement utiles.
Effectivement, en pratique, si ces courants traversaient ces résistances, la tension $V_a$ tomberait à zéro, ce qui signifie que la chute de tension dans lesdites résistances serait égale à 300 volts, tension que nous avons choisie comme point d'articulation.
En appliquant la célèbre loi d'Ohm :
U = R.I (V : volts, R : Ω, I : Ampères)
nous pourrons extraire la valeur de R :

$$R = \frac{U}{I}$$

en n'oubliant pas que I doit être exprimé en ampères et non en milliampères (1A = 1000 mA).
Dans notre cas, nous allons calculer :

$$R_{rouge} = \frac{300}{0{,}010} = 30\,000\ \Omega$$

$$R_{verte} = \frac{300}{0{,}027} = 11\,000\ \Omega$$

Résumons-nous. En fixant notre tension d'alimentation à 300 volts, nous avons deux résistances de charge possibles en fonction de notre cahier des charges : 30 kΩ ou 11 kΩ. Laquelle choisir ?
A ce point, vous pourriez tracer les courbes de transfert correspondant aux deux résistances de charges (voir *Led* n°180), vous constateriez que la courbe correspondant à $R_c$ = 11 kΩ accuserait une courbure plus accentuée que $R_c$ = 30 kΩ. Mais dans la zone qui nous intéresse (± 2,5 volts), la linéarité serait quasiment identique. Ce qui va changer est la pente dynamique, ayant pour conséquence un gain de l'étage différent.
C'est sur ce point particulier que l'électronique à tubes devient passionnante, car ce n'est pas toujours la recherche du gain maximum qui est importante, mais les résultats dits « subjectifs » que l'on désire obtenir. En effet, du choix de la résistance de charge, de la tension d'alimentation et de la polarisation va dépendre la capacité de l'étage à répondre aux impulsions, aux montées dynamiques du signal, à la transmision correcte des microdétails, etc. Telle est la différence fondamentale qui existe entre la retransmission du son et l'électronique pure.
Pour en revenir à notre montage, vous constaterez qu'une charge de 11 kΩ pour une tension $V_a$ de 250 volts ne correspond pas à la règle que je vous ai recommandée, soit au minimum trois fois la résistance interne du tube pour la tension $V_a$ indiquée dans les conditions optimales d'emploi du constructeur.
Cette règle n'est valable que dans le cas où l'on désire utiliser un tube sans trop se tromper, à condition de respecter la tension de polarisation et la tension $V_a$ indiquée par le constructeur.
Pour la petite histoire, sachez que la charge habituellement choisie pour la 12AU7 est de 47 kΩ, afin d'obtenir un gain de l'étage proche du coefficient d'amplification du tube, avec un taux de distorsion harmonique de l'ordre de 4 % lorsque le tube est modulé à fond.
Un dernier point, avec la charge de 30 kΩ et toujours armé de votre double décimètre, vous pouvez constater qu'en plaçant le point O sur la courbe Vg = -12,5 V, vous seriez géométriquement plus linéaire sur une plage de fonctionnement plus large.
C'est vrai, mais attention danger ! Vous tombez dans une zone de courants trop faibles, là où les caractéristiques du tube deviennent aléatoires (voir *Led* n°181).

Attention, je tiens à préciser de nouveau ici que nos causeries sont destinées à l'audio, et uniquement à celle-ci qui reste une application particulière de l'électronique pure.
Choisir une résistance de charge de 11000 Ω pour une 12AU7 peut faire hurler certains, mais n'oubliez surtout pas que nous nous sommes fixé un cahier des charges précis. Si vous essayez avec une charge aussi faible d'amplifier des tensions plus importantes, vous récupérerez un taux de distorsion intolérable.
J'insiste : votre cahier des charges doit être votre code de conduite impératif, n'espérez pas construire le même étage d'amplification pour un préamplificateur qui doit être apte à sortir des tensions relativement faibles à taux de distorsion très bas et un « driver » d'étage de puissance qui va devoir fournir des tensions de l'ordre de 100 volts crête voire plus, toujours avec le minimum de distorsion.

## QUEL SERA LE GAIN DE NOTRE ÉTAGE ?

Avec une résistance de 11000 Ω puisque nous avons décidé de faire une clin d'oeil à l'électronique traditionnelle.
Reportons-nous à la figure 4 sur notre réseau. Que constatons-nous ?
Lorsque la tension swing de O' à A' et de O' à B', le courant $I_a$ passe de 4,5 mA (courant de repos) à 6 mA et de 4,5 mA à 3 mA, soit un swing de courant de ± 1,5 mA pour une variation de tension de grille de ± 2,5 volts.
De ces valeurs, nous allons extraire la valeur de la pente « dynamique » au point de fonctionnement choisi en milliampères par volt.

$$S_{dyn} = \frac{1,5}{2,5} = 0,6 \text{ mA/volt}$$

Ce qui signifie qu'un swing de 1 volt crête dans notre résistance de charge va représenter une variation de tension Δ U (Δ signifiant variation de...) dans notre résistance de charge de :

$$\Delta U = R.\Delta I = 11000 \times 0,0006 = 6,6 \text{ volts}$$

Le gain A de notre étage sera dans ce cas de :

$$A = \frac{\Delta Va}{\Delta Vg} = \frac{6,6}{1} = 6,6$$

Ce gain de 6,6 est largement suffisant car, dans notre cahier des charges, nous avions défini le gain nécessaire pour moduler à fond notre amplificateur de puissance avec une tension d'entrée de 1 volt crête (soit 2 V crête à crête) à : A = 3,8. Ce qui représentait un gain de 11,6 dB.
Afin de nous habituer à ce genre de calculs (simples !), calculons le gain en décibels pour une résistance de charge de 11 kΩ et une tension d'alimentation $V_b$ = 300 V. Ce qui représente une tension sur l'anode au point de repos :
$V_g$ = -12,5 V; $I_a$ = 4,5 mA et $V_a$ = 250 volts

$$A_{dB} = 20.\log \frac{\Delta Va}{\Delta Vg}$$
$$= 20.\log 6,6 = 16,4 \text{ dB}$$

Nous verrons plus tard, lorsque nous étudierons les circuits à fond, que cet excès de gain de 4,8 dB nous sera très utile, car nous pourrons appliquer à notre étage une discrète contre-réaction qui, dans ce cas précis, ne présentera que des avantages, mais n'allons pas trop vite !
Pour nous entraîner, calculons la pente dynamique et le gain de notre étage pour une résistance de charge de 30000 Ω (figure 4). De OA, nous constatons une variation de $I_a$ de 1 mA pour une variation de $V_g$ de -7,5 V à - 5V, soit 2,5 V.
Pente dynamique :

$$S_{dyn} = \frac{\Delta Ia}{\Delta Vg} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ mA/V}$$

ΔU dans la résistance de 30 kΩ :
$\Delta U = R.\Delta I = 30\,000 \times 0,0004 = 12$ volts
Gain A de l'étage :

$$A = \frac{12}{1} = 12$$

soit en dB

$$A_{dB} = 20\log 12 = 21,58 \text{ dB}$$

Ce qui est bien au-delà du gain que nous cherchions à obtenir. Attention, ce gain important, qui est hors de notre cahier des charges, ne signifie pas que nous n'aurons jamais à l'utiliser dans d'autres cas de figures... Ne me faites pas dire ce que je ne veux pas dire !
Si j'ai choisi ces deux exemples, c'est pour vous montrer que seule l'analyse graphique d'un circuit peut vous donner des résultats exacts.
En effet, si nous nous appuyons uniquement sur les formules extraites des « réseaux idéalisés » (voir *Led* n°178) et universellement utilisées par les théoriciens... et les logiciels informatiques, vous avez des chances d'avoir de sacrés surprises. En vous évitant de manipuler les équations (simples !) qui permettent d'obtenir les résultats dits « universels », la formule finale du gain d'un tube électronique s'écrit :

$$A = \frac{Va}{Vg} = \mu \frac{Ra}{Ra + \rho}$$

Avec :
μ : coefficient d'amplification du tube
$R_a$ : Résistance de charge
ρ : Résistance interne
Si nous appliquons cette formule en choisissant $R_a$ = 11000 Ω, notre 12AU7 ayant un μ = 17 et un ρ = 7700 Ω, nous obtiendrons :

$$A = \mu \frac{Ra}{Ra + \rho}$$

$$= 17 \times \frac{11000}{11000 + 7700} = 10$$

Pour une résistance de charge de 30000 Ω

$$A = 17 \times \frac{30000}{30000 + 7700} = 13,52$$

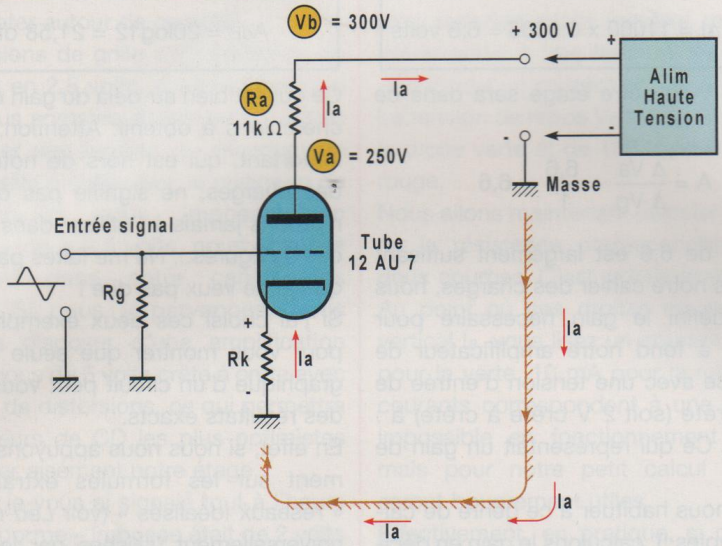



**Figure 5 : Circulation du courant dans le circuit du « moins » haute tension au « plus » haute tension à travers la ligne de masse qui peut être le châssis métallique du montage**

Or, graphiquement, nous obtenions respectivement 6,6 pour 11000 Ω et 12 pour 30000 Ω (et ces résultats là sont exacts, croyez-moi !). C'est pour cette raison que l'on augmente la valeur de Ra afin de rapprocher le gain de l'étage au (μ) du tube (voir formule précédente : si Ra augmente, le quotient

$$\frac{Ra}{Ra + \rho}$$

se rapproche de 1 puisque (ρ) reste constante.

Donc attention aux calculs théoriques lorsque vous abordez un montage, ces calculs ne peuvent vous indiquer qu'une approximation des résultats finaux.

Lorsque vous travaillerez avec plusieurs étages, si vous vous basez uniquement sur les calculs, vous multiplierez les erreurs. C'est pour cette raison que les méthodes graphiques sont universellement utilisées... y compris pour les transistors.

## COMMENT POLARISER NOTRE TUBE ?

Jusqu'à présent, pour torturer notre 12AU7/ECC82, nous avions utilisé une batterie ou une pile afin de polariser négativement la grille (voir *Led* n°178). Aujourd'hui, nous abordons un montage réel et si possible utilisable. Il n'est donc pas question de se charge de 20 kg de matériel pour écouter un peu de musique !

Le fait de polariser la grille négativement à l'aide d'une alimentation autonome ou extérieure s'appelle une « polarisation fixe ». On l'utilise dans certains montages et en audio, surtout pour les étages dits de « puissance » que nous étudierons ensemble lors de prochains articles. Ici, nous allons utiliser un autre procédé que l'on appelle « polarisation automatique ».

Sur la **figure 5**, nous avons reproduit très schématiquement une triode accompagnée de son système d'alimentation afin de vous habituer avec les représentations normalisées. La source de haute tension a son pôle négatif connecté à la masse. Ce symbole « masse » signifie que tout point du ou des circuits qui seront connectés à ce symbole seront au potentiel zéro, par rapport au (+) de la source de haute tension. Cette masse commune peut être constituée par le châssis métallique de votre circuit, par un conducteur ou une « piste de masse » sur un circuit imprimé.

Ce qui est important de comprendre est que le ou les courants qui circuleront dans vos circuits emprunteront nécessairement ce circuit de masse, nécessairement bon conducteur, pour retourner au (+) de l'alimentation, ici du (-) haute tension (potentiel zéro) au (+) haute tension. Car, comme vous le savez, en électronique à tubes, ce sont les électrons que l'on suit et comme ces petites bêtes charmantes sont des charges négatives, leur instinct naturel va les diriger du (-) de l'alimentation vers le (+) de cette dernière.

Cette réflexion anthropomorphique va nous permettre de comprendre le principe de la polarisation automatique.

Reportons-nous à la figure 5 en partant du (-) haute tension (potentiel 0). Le circuit étant fermé par notre brave 12AU7, les électrons vont se précipiter du pôle (-) haute tension vers le pôle (+) en donnant naissance au courant « I ». Ils vont donc traverser la « ligne de masse » (représentée par des hachures), traverser la résistance Rk, le tube, la résistance Ra (résistance de charge) et revenir au (+) de l'alimentation.

Tant que le circuit sera fermé par le tube, ce grand manège perdurera.

Maintenant, parlons de Rk, autrement dit de la résistance dite de « polarisation automatique ». Comment une simple résistance parcourue par le flux électronique peut-elle assurer la polarisation négative de la grille ? Ce brave monsieur de La Palice aurait répondu « Tout dépend de quel côté on se trouve ! ». Je m'explique. Vu de la cathode, on observe la grille qui doit être négative afin de contrôler la charge d'espace (voir *Led* n°175). Mais supposons qu'au lieu d'être assis sur la cathode, on se poste sur la grille et que l'on regarde vers la cathode.... Eh bien, on verra une cathode positive par rapport à notre position, à condition que nous soyons reliés au sol... Pardon, à la masse, soit au potentiel zéro.

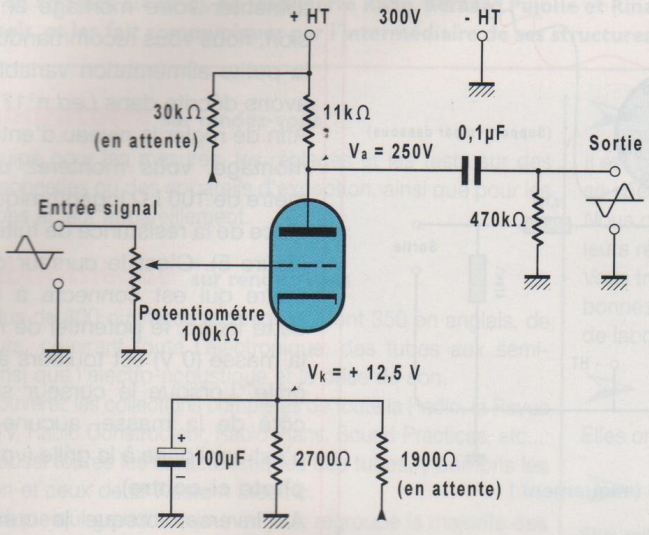



Figure 6 : Schéma du montage d'essai

Descendons de cette grille, position très inconfortable, et postons-nous devant Rk. Elle est traversée par le courant « I ». Comme toute honnête résistance parcourue par un courant, une différence de potentiel va apparaître à ses bornes. Or, le pied de cette résistance étant à la masse, donc au potentiel zéro, en fonction du sens du courant du (-) vers le (+), la partie supérieure de la résistance se trouvera à un potentiel positif par rapport à la masse. Étant elle-même connectée à la cathode, cette dernière se trouvera donc à un potentiel positif par rapport à la masse. La différence de potentiel aux bornes de la résistance se calcule... en utilisant la sempiternelle loi d'Ohm, bien sûr !

$U_k = R_k.I_a$ (R en ohms et I en ampères)

Dans notre montage pour une haute tension « $V_b$ » de 300 V, une tension d'anode de 250 V et une résistance de charge de 11 kΩ, nous avons défini une tension négative de grille de - 12,5 V pour un courant « $I_a$ » de 4,5 mA. Si nous fixons le potentiel de grille à 0V, pour obtenir le même résultat, il nous faudra porter la cathode à + 12,5 volts.

D'après $U_k = R_k.I_a$, nous aurons :

$$R_k = \frac{U_k}{I_a} = \frac{12,5}{0,0045} = 2\,777\ \Omega$$

Comment fixer le potentiel de la grille à 0 volt ? Il suffit de la relier au sol... pardon à la masse !

On pourrait le faire avec un simple bout de fil conducteur, mais croyez-moi dans ce cas notre tube ne servirait pas à grand chose.

Sans entrer dans les détails (importants!) que nous étudierons à fond plus tard, sachez que la grille n'étant en principe parcourue par aucun courant, il suffit de la réunir à la masse à travers une résistance de valeur relativement élevée que nous apprendrons à calculer... plus tard ! (valeur habituelle dans le cas d'un 12AU7 : de 100 kΩ à 470 kΩ).

Pour vous habituer aux termes génériques que l'on emploie un peu par paresse, sachez que l'on parle de « chute de tension » lorsqu'une résistance est parcourue par un courant. Cette expression est erronée, il faudrait parler de « différence de potentiel aux bornes d'une résistance parcourue par un courant ».

C'est long et peu pratique, aussi ne vous étonnez pas lorsque vous entendrez « chute de tension aux bornes de la résistance de polarisation » ou pire « chute dans $R_k$ »...

Le principal est de se comprendre, n'est-ce-pas ?

## DÉCOUPLONS

Allons bon ! Qu'est-ce encore que celà ? Eh bien mes amis, ce terme barbare, vous l'entendrez souvent. Pour ce qui concerne notre montage, je vous demande pour la dernière fois de vous poster près de la résistance $R_k$. Tant que le tube est au repos, tout va bien. Mais que se passe-t-il lorsque la tension $V_g$ va swinguer de ± 2,5 volts (figure 4) ?

Comme vous avez tout compris, et en vous reportant au réseau $I_a = f(V_a)$ à $V_g$ = constante, vous répondrez « $I_a$ » va varier de ± Δ $I_a$, soit de ± 1,5 mA, il n'y a pas de quoi fouetter un chat ! Eh bien si figurez-vous, cette variation de ± 1,5 mA va aussi traverser notre résistance qui bêtement verra sa différence de potentiel par rapport à la masse varier de :

$\pm \Delta U_k = \pm R_k \times \Delta I_k = 2777 \times 0,0015 = \pm 4,16$ V

Soit passer de +12,5 volts à + 8,34 volts et de +12,5 volts à +16,66 volts. Ce phénomène est d'ailleurs utilisé dans certains montages, mais il est vraiment beaucoup trop tôt pour vous parler de la contre-réaction !

Nous étudierons en détails, dans l'étude des circuits, les notions de réactance des condensateurs. Sachez uniquement aujourd'hui que nous utiliserons un condensateur dit de « découplage » aux bornes de notre résistance $R_k$ qui aura une double fonction : laisser passer sans aucun frein la composante alternative ± Δ $I_a$ entre la cathode et la masse, et éviter à cette composante de traverser $R_k$ qui n'enverra que le courant de repos « $I_a$ » et donc maintiendra le potentiel de la cathode à + 12,5 volts, quelle que soit la variation Δ $I_a$ du signal.

Ce condensateur (que nous apprendrons

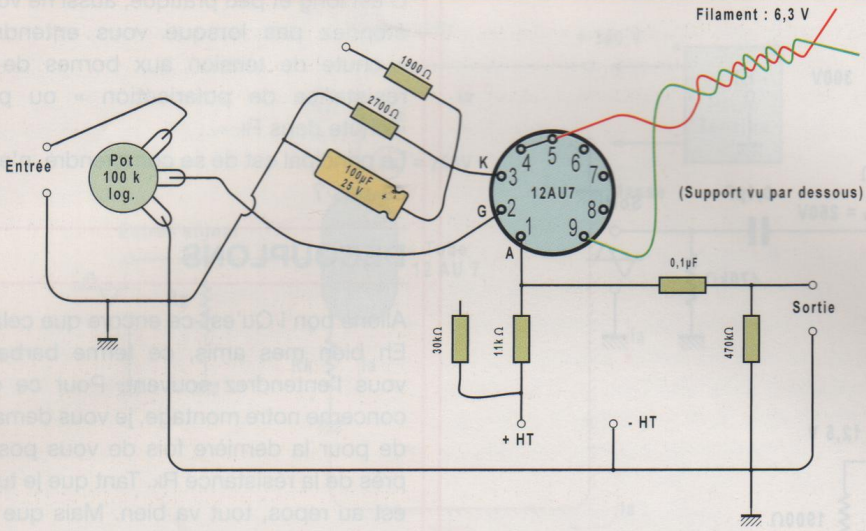
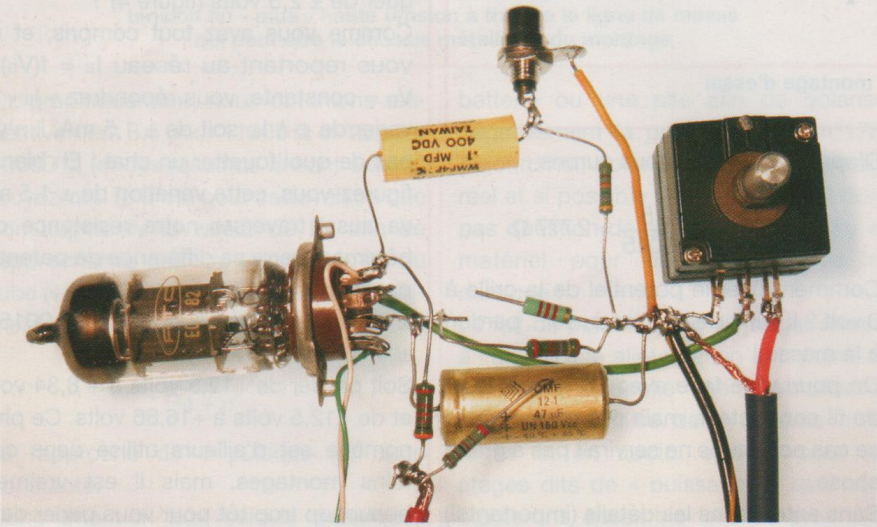



Figure 7 : Montage « chevelu » pour essais uniquement !



Ceci est l'horrible montage « chevelu » qui va servir à vos essais. On voit nettement les deux résistances, charge et cathode, que vous monterez pour qu'elles soient prêtes à être substituées à Rk et Ra, résistances que vous avez soudées en premier. Attention où vous mettez les doigts !

à calculer) aura, dans le cas présent, une capacité importante de l'ordre de 50 à 100 microfarads (µF).

Attention, sa tension d'isolement doit tenir compte de la tension alternative de 4,16 volts, plus la tension aux bornes de Rk : + 12,5 V, soit au minimum 16,6 V. Par sécurité, on prendra une tension d'isolement du condensateur de 25 volts au minimum.

Un dernier point : inutile de chercher une résistance de 2777 Ω, vous ne la trouverez pas. Contentez-vous d'une résistance de 2700 Ω qui est normalisée, les 77 Ω qui nous manquent ne représenteront qu'une différence de tension de :

U = R x I = 77 x 0,0015 = 0,11 volt

Croyez-moi, ce n'est vraiment rien !

## AU TRAVAIL

Pour jouer avec votre 12AU7, vous allez réaliser un « montage en l'air », ce qu'en terme de métier, on appelle un « chevelu » d'après le schéma définitif que nous avons reproduit (**figure 6**). Pour alimenter votre montage en haute tension, nous vous recommandons d'utiliser la petite alimentation variable que nous avons décrite dans *Led* n°177 p.14 .

Afin de régler le niveau d'entrée de votre montage, vous monterez un potentiomètre de 100 kΩ logarithmique, en lieu et place de la résistance de fuite de grille Rg (figure 5). C'est le curseur du potentiomètre qui est connecté à la grille. De cette façon, le potentiel de référence de la masse (0 V) est toujours appliqué à la grille. Lorsque le curseur se trouve du côté de la masse, aucune modulation n'est appliquée à la grille (voir **figure 7** et **photo ci-contre**).

A l'inverse, lorsque le curseur est au maximum, 100 % de la modulation atteint la grille. Quelle que soit la position du curseur, la grille sera toujours référencée à la masse. C'est le potentiomètre qui fait office de résistance de fuite, quelle que soit la position du curseur.

Pour régler le niveau, nous aurions pu placer le potentiomètre à la sortie du montage après le condensateur d'isolement de 0,1 µF qui ne laissera passer que la modulation tout en bloquant les 300 V.

Lors de notre prochain article, lorsque nous aurons fait subir au montage tous les outrages possibles et imaginables, nous analyserons les avantages et inconvénients de ces deux positions possibles du potentiomètre.

A propos, prévoyez la possibilité de changer facilement Ra et Rk, ce que nous ne manquerons pas de faire lors de nos essais et tests.

Si tout est correct sur votre montage, vous pouvez connecter votre lecteur CD à l'entrée de votre étage préamplificateur et la sortie à l'entrée de votre amplificateur. Attention, ne rêvez pas, vous n'aurez pas une « super machine audiophile », ce serait trop facile ! Quoique ! Il y a bien des constructeurs qui s'en contentent...

**Amusez-vous bien**

**Rinaldo Bassi**

# ARTS

## L'Association Française des Arts et Techniques du Son

**L'Association Française des Arts et Techniques du Son est née en 1996 sous l'impulsion de son Président Attila Balaton (l'historien de Western Electric), de Jean-Pierre Rami, Bernard Pujolle et Rinaldo Bassi. Elle réunit tous les passionnés audio, amateurs et professionnels, et les fait communiquer par l'intermédiaire de ses structures et de son organisation. Que vous offre-t-elle ?**

### Le Laboratoire sur rendez-vous

Entièrement équipé pour les mesures, les réglages et les tests sur des réalisations personnelles ou des appareils d'exception, ainsi que pour les tests sur les tubes et leur appareillement.

### La Bibliothèque sur rendez-vous

Elle regroupe plus de 800 ouvrages techniques, dont 350 en anglais, de 1936 à nos jours, couvrant toute l'électronique, des tubes aux semi-conducteurs, ainsi que l'électro-acoustique et la prise de son.
En outre, vous trouverez les collections complètes de toute la Radio, la Revue du Son, TSF et TV, Radio Constructeur, Radio Plans, Sound Practices, etc...
Vous trouverez aussi toutes les caractéristiques des tubes, y compris les tubes d'émission et ceux de la Western Electric.
Notre schémathèque qui grandit de jour en jour, regroupe la majorité des appareils audio d'exception.

### L'Auditorium

Entièrement équipé, il accueille les membres qui le désirent pour des tests et écoutes personnalisées de matériels anciens, d'exception, ou de réalisations personnelles.

### L'Assistance Technique et le Conseil

Nous nous déplaçons si nécessaire, afin de vous aider à optimiser votre système.

### Les Manifestations exceptionnelles

**avec participation aux frais**

### Le Bulletin Trimestriel

Il est constitué de compilations des meilleurs articles parus dans la presse spécialisée de 1936 à nos jours sur un sujet donné.
Nous ouvrons nos colonnes à ceux de nos membres qui désirent publier leurs réalisations personnelles et originales.
Vous trouverez d'autre part un courrier des lecteurs, des informations, de bonnes adresses pour le dépannage, les pièces détachées, les matériels de laboratoire, des schémas extraits de notre schémathèque.

### Les Réunions Trimestrielles

Elles ont des thèmes précis et sont animées par nos membres d'honneur.

### La Cotisation

Elle est fixée à 75 € par an pour les membres actifs. Cependant nous souhaitons faire bénéficier les abonnés de LED d'une réduction de 25 % du prix de la cotisation, soit 55 € au lieu de 75 €.

### Les bulletins de l'association ARTS

Ils peuvent être commandés uniquement par les membres de l'association au prix de 10 € par exemplaire de 100 pages, port inclus.
1 - Les amplificateurs de puissance à tubes : 4 bulletins de 100 pages dont une schémathèque.
2 - Les préamplificateurs à tubes : 4 bulletins de 100 pages.
3 - Les enceintes acoustiques : 4 bulletins de 100 pages.
4 - Quand l'Audio rencontra l'Electronique : 9 bulletins de 100 pages (de 1937 à 1960).
5 - Au secours ! La stéréo arrive et la stéréo est arrivée ! : 3 bulletins de 100 pages (de 1958 à 1962).

Rejoignez-nous nombreux pour mettre en commun nos connaissances et notre passion.

# Bulletin d'adhésion à ARTS

Nom _____ Prénom _____ Profession _____
Adresse _____
Code postal _____ Ville _____ Téléphone _____

❒ Je suis abonné à LED. Mon numéro d'abonnement est : _____
Ci-joint chèque de 55 € libellé à l'ordre de : Association ARTS

❒ Je ne suis pas abonné à LED
Ci-joint chèque de 75 € libellé à l'ordre de : Association ARTS

**Je suis particulièrement intéressé par :**

△ Bulletin △ Laboratoire △ Bibliothèque △ Auditorium
△ Conférences △ Manifestations exceptionnelles △ Assistance technique et Conseils

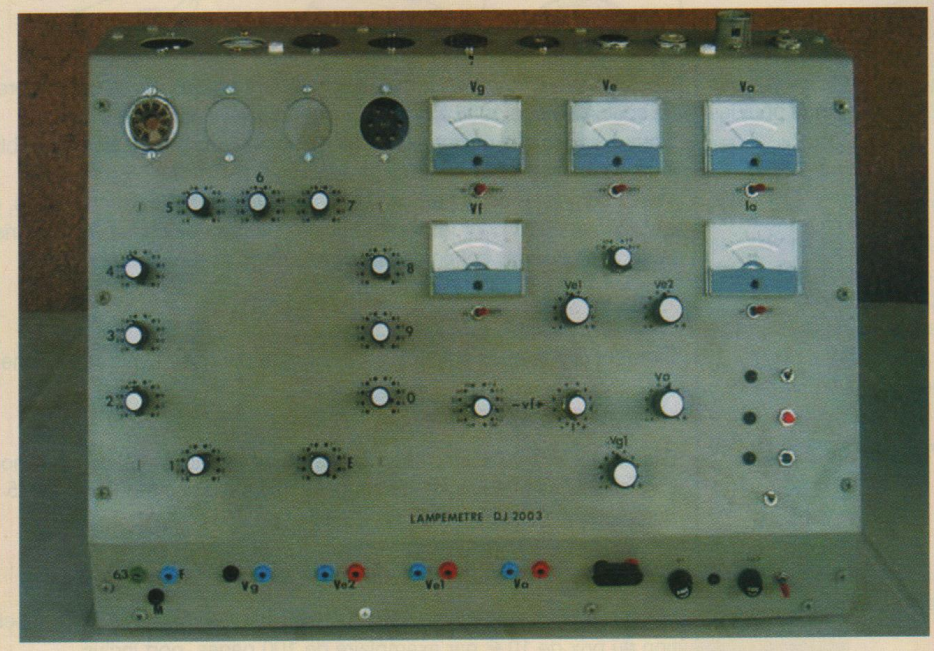
✍ **Vos suggestions :** _____

Association Française des Arts et Techniques du Son (Association Loi 1901 déclarée à la Préfecture de Police de Paris le 17 mai 1994)
Siège Social : 9 bis rue Truffaut - 75017 Paris

**Les bulletins d'adhésion, les règlements et les courriers sont à adresser à**
**✉ ARTS - 48 Rue de Paris - 93230 Romainville ✆ 01 48 45 28 93**

3 ÈME PARTIE

# LAMPEMÈTRE DJ 2003




**Nous disposons d'un coffret en forme de « pupitre » et de tous les modules nécessaires à la réalisation du « lampemètre » (voir *Led* n^os^179 et 180) Il ne nous reste plus qu'à entreprendre la dernière phase de ce projet qui est l'interconnexion générale de l'appareil.**

Les interconnexions vont être facilitées par l'emploi de languettes femelles à sertir qui s'enfichent dans les cosses mâles soudées aux différents modules tout en « s'appuyant » sur la publication de quatre plans de câblage détaillés.

## LES INTERCONNEXIONS

### LA PINCE À SERTIR

Pour s'en servir, c'est très simple. Il suffit de présenter et d'introduire la cosse « renversée» côté gauche de la pince, dans la première alvéole uniquement. Le fil préalablement dénudé sur une longueur de 3 mm s'emboîte de l'autre côté. Cette partie dénudée est sertie par les languettes centrales. Les languettes externes s'incrustent sur l'isolant.

La **photo A** précise nos dires. Il est fait usage d'une pince à sertir Velleman, modèle VTNCT.

### FAÇADE PRINCIPALE, CÔTÉ INTÉRIEUR

Déposer cette partie sur une table de travail en intercalant une protection qui doit protéger les appareils de mesure et les inscriptions déjà mises en place. Le câblage va commencer, en ayant toujours en mémoire le synoptique de fonctionnement de l'appareil. Câbler entièrement l'intérieur de la façade, avant d'effectuer les interconnexions façade/circuits d'alimentation, chauffage filament ou circuit de régulation.

### CIRCUITS FILAMENTS

Le travail consiste à câbler en parallèle tous les supports de lampes et à les alimenter depuis le transformateur dédié à cet effet. Interposer le commutateur de sélection de la tension, le rhéostat, le circuit « test continuité filament », le bloc de combinaisons déjà précâblé, et raccorder le voltmètre de mesure tension filament (**figure 33**).

Dans un premier temps, vous allez réaliser la connexion de masse générale.

Vous allez préalablement préparer une ligne joignant toutes les bornes de « masse » situées au bas de la face avant de l'appareil. Les cosses de diamètre intérieur 6,2 mm en facilitent le câblage.

Toutes les masses annexes doivent converger vers le sommet gauche de la platine supportant le bloc de combinaisons. C'est ce point qui doit être mis à la masse générale « châssis ». Le circuit imprimé qui sera fourni par la revue a été modifié dans ce sens. Pour le circuit de base publié dans *Led* n°179, fixer plusieurs cosses « languette » sous l'écrou de serrage, sur lesquelles vous souderez les six connexions de masse.

Si vous optez pour le câblage à l'aide de cosses « languette », préparez des longueurs convenables de fils.

Effectuer les connexions de masse **séparément** depuis le point commun du bloc de combinaisons avec :

- chaque galvanomètre (sauf Ia),
- masse HT,
- masse filament,

• ligne de masse commune aux bornes de mesures,
• masse régulation.

## Les supports de lampes

A l'aide d'un fil rigide de 0,6 mm de diamètre, câbler en parallèle tous les supports de lampes (figure 33). Pour le principe, démarrer de la broche 1 du premier support, pour rejoindre la broche 1 du second support, et ainsi de suite. Mesurer la longueur utile de fil entre deux supports, puis le dénuder à chaque extrémité sur 5 mm environ. Positionner ce conducteur sans le souder. Préparer un second fil, le dénuder comme précédemment et le placer depuis la cosse précédente ayant déjà un fil. Effectuer alors la première soudure... et ainsi de suite jusqu'au dernier support et la dernière broche.

## Le bloc de combinaisons

A l'aide d'un câble de 0,93 mm² de section, raccorder toutes les broches du support de lampe, celui le plus près du bloc de combinaisons respectivement aux sorties repérées B1 à B8. B9 ira à la fois sur les broches 9 des supports magnoval et décal. B0 rejoindra la broche 10 du support décal (si vous avez réussi à vous en procurer). Puis BE rejoindra successivement les deux douilles blanches supérieures. Souder côté support de lampe. Raccorder côté bloc éventuellement par des cosses.

## Compléter le circuit filament

Les fils venant de la platine commandes/tests seront torsadés et placés parallèlement au bord inférieur et au niveau immédiatement supérieur de cette platine (voir photo de la façade câblée). Les liaisons de masses seront parallèles au champ gauche du bloc de combinaisons.

Après câblage, percer des trous de ø 2,5 mm sur ce bord gauche du bloc de combinaisons dans lesquels vous passerez un fil de « frettage » pour immobiliser les fils... Effectuer les connexions suivantes :

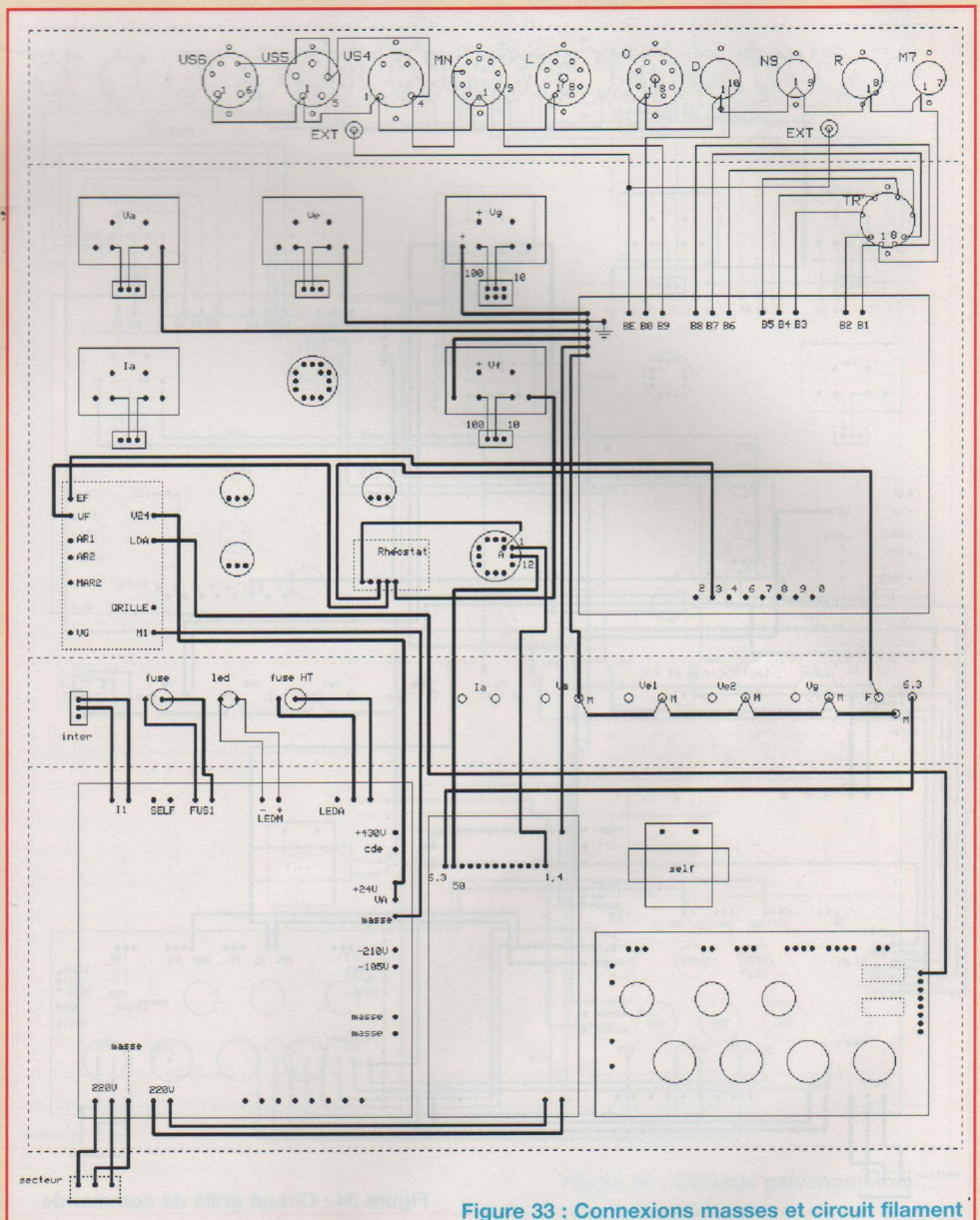



Figure 33 : Connexions masses et circuit filament

• Broche [A] sortie commutateur tension filament – entrée rhéostat.
• Sortie 1 rhéostat – borne [Vf] circuit commandes/tests.
• Sortie 2 rhéostat – borne [VF2] interface mesure tension filament.
• Sortie 3 rhéostat - Douille F.
• Borne [EF] circuit commandes/tests – borne [3] du bloc de combinaisons.

Il reste à réaliser les connexions entre le transformateur du chauffage filament et le commutateur de « sélection de tension ». Préparer 12 fils de longueurs suffisantes que vous soudez sur le commutateur de « sélection de tension ». Le raccordement coté transformateur sera effectué après la mise en place de la façade dans le châssis principal. Disposer la façade à plat et renversée devant le pupitre pour déterminer les longueurs. Chaque fil sera ajusté au moment du raccordement final.

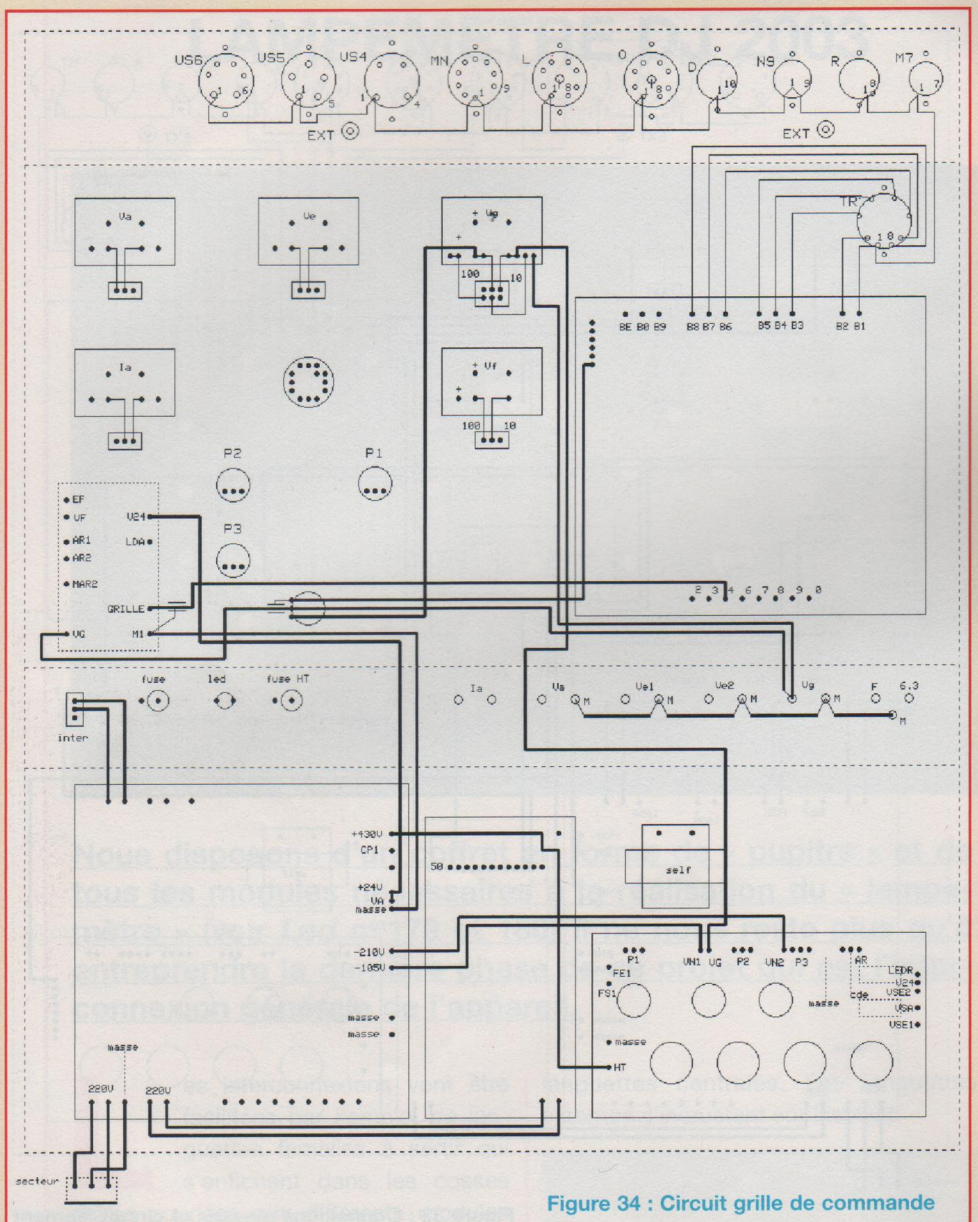



Figure 34 : Circuit grille de commande

## CIRCUIT GRILLE DE COMMANDE

En se servant du schéma de la **figure 34**, réaliser les interconnexions proposées.

Le potentiomètre de réglage (Vg) a une valeur de 47 kΩ. Il est de type PE30/47kΩ (3W) ou équivalent. Il doit être de bonne qualité car il y a 100 V entre ses deux extrémités.

Mettre à la masse le pied du potentiomètre (-Vg) par un fil blanc (cosse supérieure).

A l'aide d'un fil noir, réaliser l'alimentation du potentiomètre :

- Borne ($V_g$) platine à tubes – entrée interface VG [IG5]
- Sortie résistance interface VG [IG3] – entrée potentiomètre (-$V_g$) (cosse inférieure).

A l'aide de câbles blindés, tresse à la masse d'un seul côté, effectuer :

- Curseur potentiomètre et tresse sur pied du potentiomètre – douille ($V_g$) de mesure.
- Curseur potentiomètre et tresse à la masse – entrée platine commandes/tests [VG].
- Sortie platine commandes/tests [GRILLE] (+ tresse à la masse) – entrée [4] bloc de combinaison.

## LES GALVANOMETRES

Se servir du schéma de la **figure 35**. Les mesures des tensions « **grille** » et « **filament** » ont déjà été réalisées.

On doit mesurer le courant plaque et les trois hautes tensions. On effectue la mesure de ces tensions avant leur application sur les électrodes correspondantes, donc en amont des contacteurs des deux relais d'application des sources HT. Réaliser les connexions suivantes dans l'ordre :

- Douille [-] de Ia à la borne [MA2] interface galvanomètre Ia (+).
- Borne sortie interface Ia [MA1 ou (-)] – borne [8] bloc de combinaisons.
- Douille [+] Va (ne pas souder) - Borne entrée interface Va [VA2].
- Douille [+] Ve1 (ne pas souder) – Broche [1] commutateur sélection mesure source.
- Douille [+] Ve2 (ne pas souder) – Broche [2] même commutateur.
- Borne [9] bloc combinaisons – Broche [3] même commutateur.

Toutes les connexions internes de la façade ont dû être réalisées.

## PREMIER CONTROLE

### Préparation

Avant d'effectuer les connexions d'alimentations, il est recommandé de tester isolément la platine redressement HT. A cet effet, placer un strap sur la double borne « I1 » , un strap fusible (0,5A) sur la double borne « FUS1 » et une résistance de 47 ohms sur « SELF1 ». On raccorde ensuite un cordon secteur sur les bornes SECT1 et SECT2 de cette platine. Mettre en place les tubes 0B2. Préparer un voltmètre sur la position 1000 V/DC que l'on raccorde à l'aide de deux grip-fils : le cordon rouge (+) sur la cathode de D2, le cordon noir (-) sur l'anode de D1.

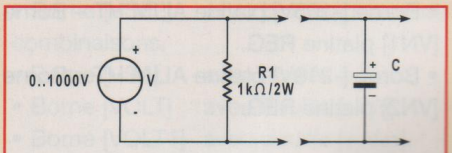



Figure 36 :
Circuit de décharge d'un condensateur

Si vous n'en possédez pas, préparez préalablement un circuit de décharge des condensateurs.

Celle-ci se fera à travers une résistance de faible valeur (1000 Ω – 2 W) par exemple, que l'on placera en parallèle sur un voltmètre de contrôle (**figure 36**). Mettre un côté à la masse en respectant les polarités.

A l'aide de la pointe de touche, on viendra respectivement toucher les points chauds à décharger.

## Mesures

Brancher le cordon secteur en ayant l'œil sur le multimètre. Si une tension s'inscrit, c'est que tout va bien. On doit lire une tension de l'ordre de 400 V.

Déplacer le fil rouge pour vérifier la tension sur le bornier « SELF » (même tension puisque le circuit « utilisation » est ouvert).

Mesurer les tensions négatives par rapport à la masse sur les points « VN1 » - 105V et « VN2 » -210 V .

Il reste à vérifier le 24 V sur la borne VA.

Si tout est correct, on peut fixer cette platine au fond du châssis.

## LE CHASSIS PRINCIPAL

Avant d'effectuer les dernières interconnexions entre la façade et les trois platines disposées sur le châssis principal, effectuer les liaisons ci-après.

Nous désignerons ces platines par les abréviations « ALIM HT », « FIL » et « REG » comme REG*ulation* pour la platine à tubes, platine CDE/T pour commandes/tests.

Nous commencerons par les tensions « filament » de la platine REG. Bien respecter les sources vis-à-vis de leurs charges. Par paires torsadées à l'aide de deux fils de couleur différente, réaliser :

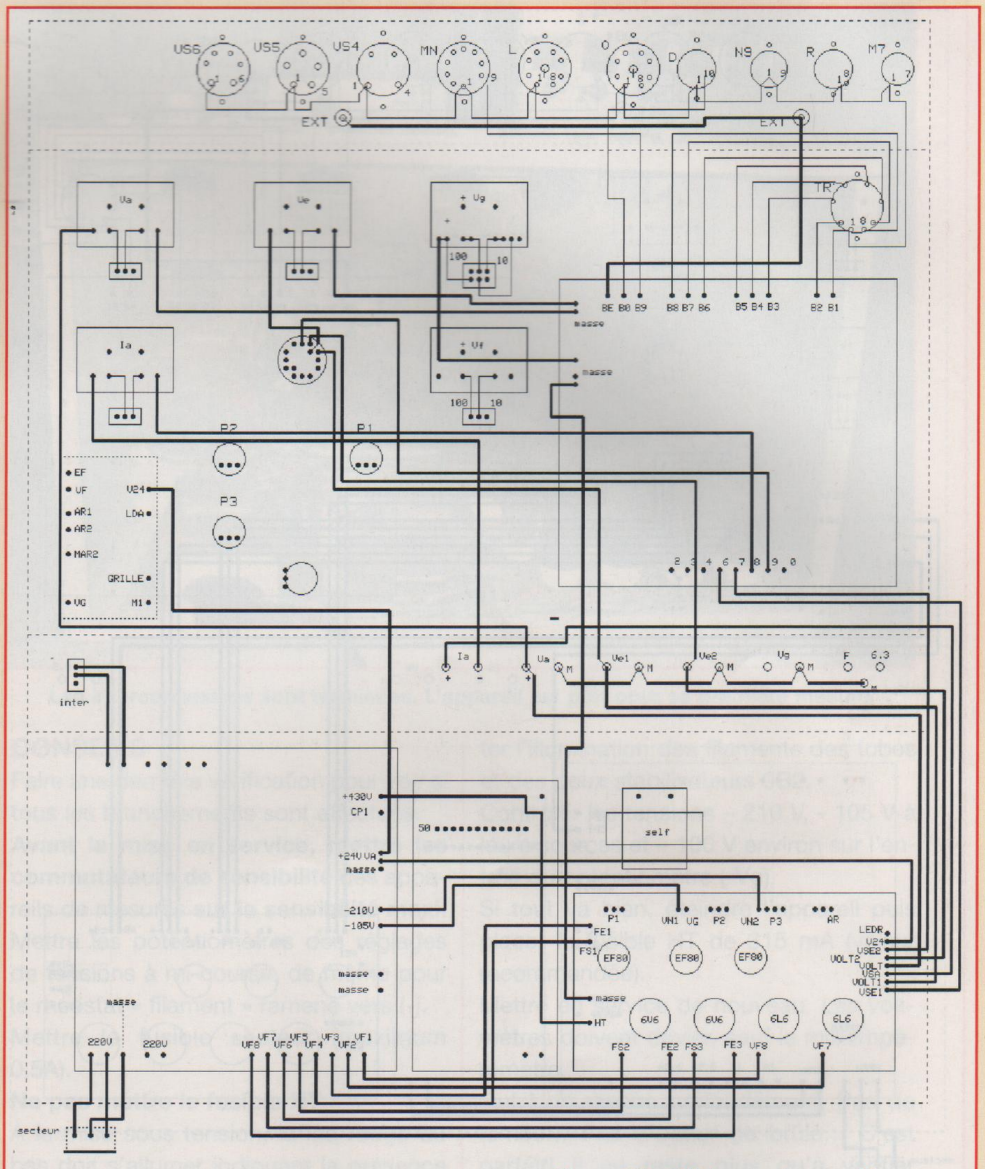



Figure 35 : Câblage galvanomètres...

- Borne [VF1] platine ALIM HT – Borne [VF8] platine REG.
- Borne [VF2] platine ALIM HT – Borne [VF7] platine REG.
- Borne [VF3] platine ALIM HT – Borne [FE1] platine REG.
- Borne [VF4] platine ALIM HT – Borne [FS1] platine REG.
- Borne [VF5] platine ALIM HT – Borne [FS2] platine REG.
- Borne [VF6] platine ALIM HT – Borne [FE2] platine REG.
- Borne [VF7] platine ALIM HT – Borne [FS3] platine REG.
- Borne [VF8] platine ALIM HT – Borne [FE3] platine REG.

Continuons par l'alimentation secteur de la platine ALIM HT et celle de la platine FIL à l'aide de fils de section 0,93 mm² et de couleur « brun » pour la phase, « bleu » pour le neutre, « jaune » pour la terre.

- Borne gauche prise secteur (souder) – Borne [SECT1] platine ALIM HT (emboîter cosse).

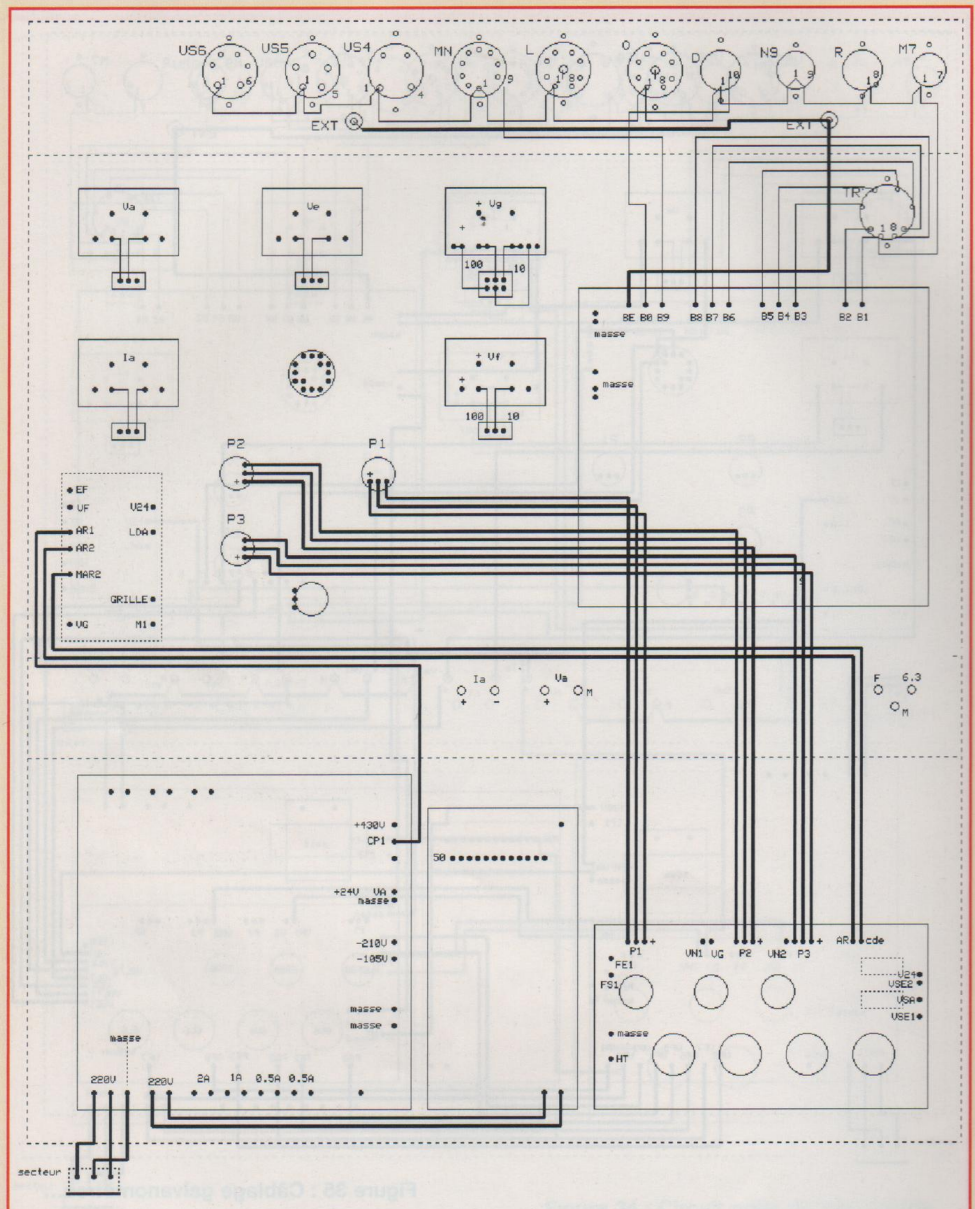



Figure 37 : Connexions potentiomètres de réglages sources HT et commandes mesures

• Borne centrale prise (terre à souder) – Borne [TERRE] platine ALIM HT (emboîter cosse).
• Borne droite prise secteur (souder) – Borne [SECT2] platine ALIM HT (emboîter cosse).
• Borne [SEC1] platine ALIM HT – Borne [SEC1] platine FIL.
• Borne [SEC2] platine ALIM HT – Borne [SEC2] platine FIL.

Alimenter la platine REG : un conducteur rouge pour la HT, un noir pour la masse, un blanc pour le – 105 V et un jaune pour le – 210 V puis raccorder la self de filtrage.
• Borne [SELF1] platine ALIM HT – entrée self HT ( pas de sens particulier).
- Borne [SELF2] platine ALIM HT - sortie self HT.
• Borne [+430V] platine ALIM HT – Borne [HT ] platine REG.
• Borne [-105V] platine ALIM HT – Borne [VN1] platine REG.
• Borne [-210V] platine ALIM HT – Borne [VN2] platine REG.

## LES RACCORDEMENTS FAÇADE/CHASSIS

### Les commandes, fusibles, led...

Raccordement des éléments suivants avec la platine ALIM HT en laissant du « mou » dans la longueur des fils (figure 33):
• L'interrupteur général, bornes [I1](2 fils).
• Le fusible secteur, bornes [FUS1] (2 fils).
• La led, témoin mise sous tension générale :
- masse : borne [LEDK];
- + borne [LEDM];
• Le fusible HT [FHT1 – FHT2].
- L'alimentation + 24V avec la platine commandes/test, depuis une borne [VA], platine ALIM HT à la borne [V24], platine commandes/tests.

### Les tensions « chauffage filament » : fils de section 0,93 mm²

• Effectuer les douze liaisons du 1,4 V au 50 V avec le commutateur de sélection de tension. Le 1,4 V se raccorde sur la broche 1 de ce commutateur, le 2,4V sur la broche 2, etc. Après réalisation, effectuer un frettage de ce toron de 12 fils.
• Réaliser la connexion de masse, borne [MASSE] platine FIL avec le **point commun masse** façade.
• Réaliser la connexion « spécialisée 6,3 V » : borne [V6] platine FIL avec la douille 6,3 V (laisser le fil seul dans le fond du coffret – ne pas l'insérer dans le toron horizontal).

### Les trois sources HT commutées et les trois mesures de tensions

Réaliser les connexions suivantes : couleur rouge pour la HT/Va, blanche pour Ve1, jaune pour Ve2, respectivement entre les bornes suivantes de la platine REG vers la façade.
Interconnexions Platine REG (figure 35).
• Borne [VSE1] avec borne [6] bloc de combinaisons.

• Borne [VSE2] avec borne [7] bloc de combinaisons.
• Borne [VSA] avec douille [+ Ia].
• Borne [VOLT] avec douille [+ Va].
• Borne [VOLT1] avec douille [+ Ve1].
• Borne [VOLT2] avec douille [+ Ve2].

### Les trois potentiomètres de réglages sources HT (figure 37)

Réaliser les connexions de chaque potentiomètre à l'aide de 3 fils de couleurs différentes : le vert sur le curseur, le bleu à gauche, le jaune à droite.

• Couper 3 fils de longueur suffisante entre P1 (façade) pour aller aux bornes P1E, P1V, P1S de la platine REG, en laissant 3 cm de plus;
• Souder respectivement coté potentiomètre;
• Aligner les fils qui descendent rejoindre le toron horizontal placé juste au-dessus des douilles de mesures;
• Les immobiliser sur ce toron jusqu'au niveau du raccordement;
• Coupez le premier à la bonne longueur vis-à-vis du point de raccordement (en principe le fil jaune) puis placer cette extrémité sur la borne [P1E].
• Faire de même respectivement pour les deux autres bornes : le vert sur [P1V], le bleu sur [P1S].
• Similairement, connecter P2 aux bornes respectives [P2E], [P2V] et [P2S];
• Connecter P3 aux bornes respectives [[P3E], [P3V] et [P3S].

Ouf, c'est presque terminé... restent les trois fils de commande.

Il faut réaliser le circuit (+24V) (bouton marche) (bobines relais) (bouton arrêt) (coupure surintensité) (masse) :

• Le + 24 V est déjà sur la platine commandes/tests.
• Mettre un fil blanc depuis la borne [MAR2] pour aller à la borne [CDE] de la platine REG;
• Mettre un fil bleu depuis la borne [AR2] platine CDE/T à la borne [AR] de la platine REG;
• Mettre un fil jaune depuis la borne [AR1] platine CDE/T à la borne [CP1] de la platine ALIM HT.

Les interconnexions sont terminées. L'appareil est prêt pour sa première mesure

### CONSEILS

Faire une dernière vérification pour voir si tous les branchements sont effectués.

**Avant la mise en service, mettre les commutateurs de sensibilité** des appareils de mesures **sur la sensibilité maxi.**

Mettre les potentiomètres des réglages de tensions à mi-course, de même pour le rhéostat « filament » ramené vers (-).

Mettre le fusible secteur (maximum 0,5A).

**Ne pas mettre le fusible HT.**

À la mise sous tension, la led rouge du bas doit s'allumer indiquant la présence du 24 V. Dans le cas contraire, vérifier la tension aux bornes de RZ par rapport à la masse. Si une tension suffisante existe avant et après cette résistance, c'est que la led est inversée en polarité. Rectifier si nécessaire.

Vous pouvez tester la commande « mesure » en appuyant sur le bouton noir, la led verte doit s'allumer et vous devez entendre l'enclenchement des deux relais. Visualiser cette opération.

Eteindre l'appareil, puis placer les tubes EF80, 6V6, 6L6 et les deux tubes 0B2.

Rallumer l'appareil. Vous devez constater l'illumination des filaments des tubes et des deux stabilisateurs 0B2.

Contrôler les tensions – 210 V, - 105 V à leurs sources et – 100 V environ sur l'entrée du potentiomètre (-Vg).

Si tout va bien, éteindre l'appareil puis placer le fusible HT de 315 mA (valeur recommandée).

Mettre en service de nouveau. Les voltmètres doivent dévier, sauf le milliampèremètre.

Ouf ! on respire profondément. Pas de fumée... Pas d'odeur de brûlé... C'est parfait! Il ne reste plus qu'à vérifier l'exactitude des voltmètres et milliampèremètres puis à passer aux essais si tout est correct.

En cas d'anomalie(s), vérifier les interconnexions.

Une action sur un potentiomètre dans le sens des aiguilles d'une montre doit faire augmenter la tension (et inversement). Dans le cas contraire, inverser les connexions des extrémités du potentiomètre de réglage concerné, une erreur a été commise.

Dernier essai : on effectue les mesures sur un tube donné.

| | | | SELECTEURS | | | | | | | | | | | | | | | | mA/V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Type | Nature | Culot | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | E | Vf | If | -Vg | Ve1 | Ve2 | Vp | Ip | ou |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | V stab |
| 6HF8 | triode | NOVAL | 2 | 4 | 8 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 2 | | | 200 | 4 | 4 |
| " | pent. | | 5 | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 6 | 8 | 5 | 5 | 6,3 | | 3,6 | 150 | | 200 | 22 | 10,5 |
| 6J4(S,WA) | triode | M7 | 5 | 2 | 3 | 2 | 5 | 4 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,4 | 3 | | | 150 | 15 | 12 |
| 6J5(G,MG) | triode | O | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,3 | 8 | | | 250 | 9 | 2,6 |
| 6J6(R,W..) | triode | M7 | 8 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 2 | | | 150 | 9 | 5 |
| " | triode | | 2 | 8 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 2 | | | 150 | 9 | 5 |
| 6J6L | triode | M7 | 8 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 2 | | | 150 | 6,5 | 5 |
| " | triode | | 2 | 8 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 2 | | | 150 | 6,5 | 5 |
| 6J7 | pent. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 2 | 100 | | 250 | 2 | 1,2 |
| 6J8 | hepto. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 3 | 100 | | 100 | 3 | 0,9 |
| " | triode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 8 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 3 | | | 150 | 6,6 | 1,6 |
| 6K4 | triode | SM | 2 | 2 | 8 | 4 | 3 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 7,5 | | | 200 | 11,5 | 3,45 |
| 6K5 | triode | O | 2 | 3 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 3 | | | 250 | 1,1 | 1,4 |
| 6K6(GT) | pent. | O | 2 | 2 | 8 | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,4 | 18 | 250 | | 250 | 32 | 2,1 |
| 6K7(G,MG) | pent. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 3 | 100 | | 250 | 7 | 1,4 |
| 6K8 | hexo. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 3 | 100 | | 250 | 5,2 | 1 |
| " | triode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,3 | 7,5 | | | 100 | 3,5 | 3 |
| 6L5 | triode | O | 2 | 3 | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,15 | 9 | | | 250 | 8 | 1,9 |
| 6L6(G,.GY) | tétro. | O | 2 | 2 | 8 | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,9 | 14 | 250 | | 250 | 72 | 6 |
| 6L7 | hepto. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 6 | 150 | | 250 | 3,3 | |
| 6M5 | pent. | NOVAL | 6 | 4 | 2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,71 | 7 | 250 | | 250 | 36 | 10 |
| 6M6 | pent. | O | 2 | 2 | 8 | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,7 | 6 | 250 | | 250 | 36 | 9,5 |
| 6M7 | pent. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 2,5 | 100 | | 250 | 6,5 | 2,8 |
| 6M8(GT) | pent. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,6 | 3 | 100 | | 100 | 8,5 | 1,9 |
| " | triode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 6,3 | | 1 | | | 100 | 0,5 | 1,1 |
| 6N3 | rectif. | NOVAL | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 9 | 5 | 5 | 6,3 | | | | | 250 | 40 | |
| 6N4 | triode | M7 | 4 | 2 | 3 | 2 | 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,2 | 3,5 | | | 180 | 12 | 8 |
| 6N5 | indic. | A6 | 3 | 0 | 4 | 6 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,15 | 0-8 | 100 | | 100 | | |
| 6N7(G,GT) | triode | O | 2 | 2 | 8 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,6 | 5 | | | 250 | 3 | 1,5 |
| " | triode | | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 8 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | | 5 | | | 250 | 3 | 1,5 |
| 6N8 | pent. | NOVAL | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | 8 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 6,3 | 0,3 | 3 | 100 | | 250 | 5 | 2 |
| " | diode | | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 6,3 | | | | | 100 | 0,9 | |
| " | diode | | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 5 | 5 | 6,3 | | | | | 100 | 0,9 | |
| 6P5 | triode | O | 2 | 3 | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,3 | 13,5 | | | 250 | 5 | 1,4 |
| 6P7 | pent. | O | 2 | 3 | 2 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,3 | 3 | 100 | | 250 | 6,3 | 1,5 |
| " | triode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 8 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 6,3 | | 3 | | | 100 | 3,5 | 0,5 |
| 6P8 | hexo. | O | 2 | 3 | 8 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,8 | 3 | 70 | | 250 | 4 | 1,8 |
| " | triode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 6,3 | | 2 | | | 100 | 2 | |
| 6P9 | pent. | M7 | 4 | 2 | 2 | 3 | 8 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6,3 | 0,45 | 6 | 250 | | 250 | 30 | 7 |
| 6Q4 | triode | NOVAL | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 8 | 5 | 5 | 6,3 | | 1,5 | | | 250 | 30 | 12 |
| 6Q6 | triode | O | 2 | 3 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 0,15 | 3 | | | 250 | 1,2 | 1,05 |
| " | diode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 6,3 | | | | | 100 | 0,9 | |
| 6Q7(G,MG) | triode | O | 2 | 3 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6,3 | 3 | | | | 250 | 1,1 | 1,2 |
| " | diode | | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 6,3 | | | | | 100 | 0,9 | |
| " | diode | | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 6,3 | | | | | 100 | 0,9 | |

Tableau 1 : Caractéristiques de quelques tubes, de la 6HF8 à la 6Q7

## MISE EN ŒUVRE POUR UNE MESURE

Le texte suivant est l'introduction du recueil de combinaisons :

### MÉTHODE DE CLASSEMENT

Les tubes sont classés suivant un ordre alphanumérique.

Les chiffres ont priorité sur les lettres (voir **tableau 1**)

### REPÉRAGE DES CULOTS ET BRANCHEMENT DES TUBES

Les culots sont affectés selon leurs types désignés par des lettres et des chiffres (voir **tableau 2**).

Les numéros des broches sont repérés coté branchement, le numéro 1 étant à gauche soit de l'espace le plus grand séparant les broches, celui-ci étant placé en bas face à l'observateur (noval, miniature 7 broches...), soit le repère est l'ergot de l'enveloppe (cas d'une lampe Rimlock), soit de l'ergot central(cas d'un support octal, loctal).

Le repère origine pour une lampe transcontinental est la seconde broche en partant de la gauche du groupe de broches rapprochées.

Les broches sont donc numérotées dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre.

### CODES DES ABRÉVATIONS

| | | |
|---|---|---|
| Diode | = | DIODE |
| Rectif. | = | VALVE |
| Triode | = | TRIODE |
| Tétro. | = | TETRODE |
| Pent. | = | PENTODE |
| Hexo | = | HEXODE |
| Hepto | = | HEPTODE |
| Octo | = | OCTODE |
| Nono. | = | NONODE |
| Thyra. | = | THYRATRON |
| Indic. | = | INDICATEUR D'ACCORD |
| Stab | = | STABILISATEUR DE TENSION |

### CARACTÉRISTIQUES DU LAMPEMÈTRE

Cet appareil dispose d'une multiple source de tensions de chauffage filament dont la sélection se fait à l'aide d'un commutateur.

**La tension de chauffage** est contrôlée par un galvanomètre monté en « Voltmètre alternatif » à double sensibilité et réglable par un rhéostat à plots (Vf).

Il dispose également d'une source réglable d'une tension négative pour polariser convenablement la grille de commande qui est contrôlée par un voltmètre intégré à double sensibilité (-$V_g$).

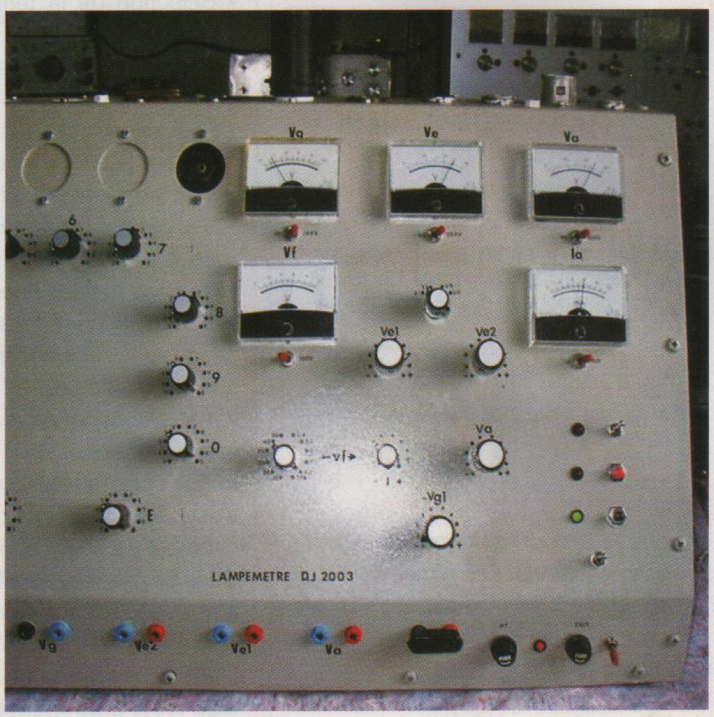
Trois sources hautes tensions stabilisées et réglables sont nécessaires pour alimenter les tubes : ($V_a$, $V_{e1}$, $V_{e2}$).

- Une tension principale de 300V/100 mA maximum pour alimenter l'anode, contrôlée par un voltmètre à double sensibilité.
- Deux autres tensions auxiliaires capables de délivrer 300 V sous 20 mA max. Un autre voltmètre distinct permet de contrôler ces tensions, ceci à l'aide d'un

# VÉRIFIEZ ET APPAIREZ VOS TUBES

| CULOT | TYPE DE SUPPORT |
|---|---|
| A4 | Américain 4 broches |
| A5 | Américain 5 broches |
| A6 | Américain 6 broches |
| A7PM | Américain 7 broches petit modèle |
| A7 GM | Américain 7 broches grand modèle |
| A8 | Allemand 8 broches |
| BMP | Baïonnette petit modèle |
| C9 | Clé 9 broches |
| E3 | Européen 3 broches |
| E4 | Européen 4 broches |
| E5 | Européen 5 broches |
| E6 | Européen 6 broches |
| E7 | Européen 7 broches |
| E135 | Spécial E 135 |
| EA 50 | Subminiature spécial EA 50 |
| G | Gland |
| G 08 | Spécial G 08 |
| L | Loctal |
| M7 | Miniature 7 broches |
| N9 | Noval 9 broches |
| MN | Magnoval 10 broches |
| O | Octal 8 broches |
| PTT 49 | PTT 49 |
| R | Rimlock 8 broches |
| SM 7 L 7 | Subminiature 7 broches en ligne |
| SM 8 C | Subminiature 8 broches circulaires |
| SM | Subminiatures divers |
| TGM | Transcontinental grand modèle |
| TPM | Transcontinental petit modèle |

Tableau 2 : Correspondance des culots




Mesure de débit sur une 6L6

commutateur de source, cette troisième source étant la valeur de la tension d'un stabilisateur à cathode froide (de type 0A2, par exemple).

• Enfin, un milliampèremètre à double sensibilité (10 et 100 mA) mesure le débit de chaque tube à vérifier.

• Onze commutateurs affectés à chaque broche d'un support quelconque de tube électronique, numérotés de **1** à **9**, puis **0** et **E**, sélectionnent leur propre source :

Position 2 : masse
Position 3 : filament ($V_f$)
Position 4 : grille de commande G1 ($-V_g$)
Position 5 : libre
Position 6 : tension d'écran 1 (E1) ($V_{e1}$)
Position 7 : tension d'écran 2 (E2) ($V_{e2}$)
Position 8 : tension d'anode ($V_a$)
Position 9 : en série dans l'anode (R = 5 kΩ/10 W)
Position 0 : en série dans l'anode (R = 100 kΩ/2 W)

Le commutateur E dirige une source sur le câble à placer sur le « téton » éventuel d'un tube.

Exemple : un tube ECH3 possède un téton qui est la grille de commande de l'heptode. Un téton sur un tube EY88 est l'anode du tube.

## MODE D'EMPLOI

Soit à contrôler les caractéristiques d'un tube **double triode ECC82** dont les caractéristiques nominales d'emploi sont :

- Chauffage indirect, soit 6,3V ou 12,6 V suivant branchement en série ou parallèle des deux filaments. Dans ce type de tube, on préférera le montage série, soit :

$V_f$ = 12,6 V (1)

- Le courant filament est de 150 mA

$I_f$ = 0,15 A (2)

- Les conditions nominales d'emploi sont :

| | |
|---|---|
| Tension d'anode | **$V_a$ = 250 V** |
| Courant anodique | **$I_a$ = 10,5 mA** |
| Tension de polarisation de grille de commande | **$V_g$ = - 8,5 V** |
| Coefficient d'amplification | **$\mu$ = 17** |
| Résistance interne | **$\rho$ = 7,7 kΩ** |
| Pente | **S = 2,2 mA/V** |

## MISE EN ŒUVRE

**L'appareil étant éteint, positionner les commutateurs numérotés de 1 à 0 et E. Effectuer les combinaisons suivantes :**

Sélectionner pour chaque broche les sources appropriées, soit :

### Première sélection

**SECTION 1 du tube**

Broche 1 : 8
Broche 2 : 4
Broche 3 : 2
Broche 4 : 3
Broche 5 : 2
Broche 6 : 2
Broche 7 : 2
Broche 8 : 2
Broche 9 : 5
Broche 0 : 5

## NOMENCLATURE COMPLÉMENTAIRE DES COMPOSANTS

**• Coffret**
1 tôle alu 1m x 1m x 1,5 mm anodisée
2 cornières alu L = 2 m profil 15x15x1,5
4 pieds caoutchouc d = 25 mm, h = 15 mm

**• Supports tubes châssis à souder**
1 miniature 7 broches (M7)
1 noval
1 rimlock
1 octal
1 loctal
1 décal
1 magnoval
1 transcontinental
1 US 4 broches
1 US 5 broches
1 US 6 broches
1 US 7 broches

**• Galvanomètres Monacor–modèle PM2**
1 PM2 10 mA
2 PM2 30 V
1 PM2 10 V
1 PM2 100 mA

**• Circuit magnétique**
1 self Magnétic SA

**• Prise secteur**
1 socle mâle 2 broches + terre

**• Divers**
5 inter MS500 unipolaire
2 inter MS500 bipolaires
2 commutateurs à souder 1C/12P
13 boutons haut-papillon pour vis axe 6 mm
5 boutons haut-point pour vis axe 6 mm
1 potentiomètre PE30 47 kΩ/3 W
2 porte-fusibles panneau
3 douilles isolées 4 mm noires
4 douilles isolées 4 mm rouges
1 douille isolée 4 mm vertes
5 douilles isolées 4 mm bleues
2 douilles isolées 4 mm blanches
Vis M3 3x10 TF
Vis M3 3x10 TC
Ecrous M3
Rondelle AZ d =3 mm
Cosses languette d = 6,2 mm
Entretoises hex m/f h = 25 mm
Entretoises hex m/f h = 15 mm
Cosses pour Ci coudées
Cosses pour CI droites
1 cordon secteur 2 broches + terre

**• Options**
1 pince à sertir Vellman VTNCT

• Sélection de la tension de chauffage filament.
• Position du rhéostat vers la gauche, sens inverse des aiguilles d'une montre.
• Position de tous les calibres [ Volt ] et [ Ampère ] sur les sensibilités maxi.
• Mise en route par allumage général,
• Réglage fin tension de chauffage. ($V_f$)
• Réglage tension grille de commande ($-V_g$)
• Réglage tension anode ($V_a$)
• Eventuellement, tension E1 ou (et) E2 si nécessaire : sélectionner chaque source l'une après l'autre.
• Appuyer sur mesure : lire le résultat sur le milliampèremètre.
En cas de fausse manœuvre ou mauvaises combinaisons ou lampe en court-circuit, il y a disjonction d'intensité.
Dans ce cas, éteindre l'appareil et vérifier à nouveau la combinaison.

**Seconde sélection :**
**SECTION 2 du même tube**

Broche 1 : 2
Broche 2 : 2
Broche 3 : 2
Broche 4 : 3
Broche 5 : 2
Broche 6 : 8
Broche 7 : 4
Broche 8 : 2
Broche 9 : 5
Broche 0 : 5

On effectue à nouveau la mesure.

## NOTA

A la mise sous tension de l'appareil entièrement terminé, les galvanomètres Va et Ve1 dévient à l'envers le temps de chauffage des tubes 6L6 et 6V6. C'est tout à fait normal et non destructif. Au bout de quinze secondes environ, les aiguilles se stabilisent.

## CIRCUITS IMPRIMÉS

La revue peut vous fournir les circuits imprimés percés et étamés dont un, le bloc de combinaisons, qui est un double face à trous métallisés. Ce circuit imprimé nécessite le perçage de 223 trous et le câblage de 133 traversées.
Malgré un travail minutieux, le prototype fabriqué par l'auteur (double face ordinaire) a donné quelques soucis à la première mise sous tension car des soudures avaient été oubliées sur ces traversées.
On s'en aperçoit malheureusement une fois l'appareil entièrement monté.
On comprend ici l'intérêt d'un tel circuit à trous métallisés qui ne nécessite aucune intervention pour le passage d'une face à l'autre.

## LE RECUEIL DE COMBINAISONS

Ce recueil comporte 14 pages d'introduction et 71 pages de combinaisons. Afin de définir les modalités de perception de ce document, les personnes désireuses d'acquérir cette brochure sont priées de se faire connaître auprès de l'auteur M. Dudoret : *dudoret@aol.com* Tél. : 05 61 97 35 57.
Le document peut être fourni sur demande soit sur support magnétique format PDF ou autre, soit sur support papier pour les personnes ne possédant pas d'ordinateur.

## COÛT DE LA RÉALISATION

Cet appareil est l'équivalent du lampemètre Metrix U61 commercialisé dans les années 1965-75 dont le prix voisinait les 15 000 à 20 000 F à l'époque.
Aujourd'hui le lampemètre DJ2003 revient aux environs de 700 € (4600 F) si vous achetez toutes les pièces, de la plus petite vis aux lampes, supports de lampes, aluminium, transfos...

## CONCLUSIONS

Si vous êtes un « fan » du tube électronique, cet appareil permet d'étudier un tube, de relever et mesurer ses caractéristiques tant en conception qu'en dépannage. A votre fer à souder et bon

courage pour cette réalisation.
Un site Internet intéressant : www.duncanaps.com. On y trouve pratiquement tous les tubes et les courbes des caractéristiques.

## OÙ TROUVER LES COMPOSANTS ?

Chez Fréquence Tubes, annonceur dans la revue pour tous les supports de lampes, ainsi que les tubes employés, les deux transformateurs et la self de filtrage.
Pour toute difficulté d'approvisionnement ou de réalisation, me contacter par courrier électronique (*dudoret@aol.com*) ou téléphone (05 61 97 35 57).

## PRÉCISIONS

Les résistances R4, R14 et R24 de 150 kΩ du module de régulation (platine Va - Ve1 - Ve2) seront des résistances de 1 W et non de 0,5 W.
Dans le synoptique initial paru dans *Led* n°179, p. 17, PG est alimenté depuis le -105 V, référence de la stabilisation.
Il faut alimenter PG depuis le - 210 V. Le plan d'interconnexions du circuit de grille en tient compte.

**Jacques Dudoret**

## BIBLIOGRAPHIE


- *Théorie et pratique de la radioélectricité* (tomes 2 et 3), Lucien Chrétien. Editions Chiron, 1964.
- *Cours d'électronique*, Tome III : Amplification AF, alimentations, L.Bouchet, A.Martin (1971). Editons Gauthier-Villars.
- *Radio Tubes* (E.Aisberg – L.Gaudillat - R. de Schepper). (1965 et 1968) Editions Radio.
- Fiches de La Radio Technique – Division composants électroniques (1966)
- Catalogue Mazda – Belvu (1968).
- *Théorie et pratique des circuits de l'électronique et des amplificateurs*, J.Quinet (1964). Editions Dunod.



# ABONNEZ-VOUS À Led

Je désire m'abonner à **Led** (6 n° par an)

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

* Ecrire en CAPITALES, S.V.P.

**NOM** : .....
**PRÉNOM** : .....
**N°** : ..... **RUE** .....
**CODE POSTAL** : ..... **VILLE** : .....

**Le premier numéro que je désire recevoir est : N°.....**

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

Ci-joint mon règlement par : ❒ chèque bancaire ❒ par CCP ❒ par mandat ❒

A retourner accompagné de votre règlement à :
**Service abonnements, EDITIONS PÉRIODES, 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris Tél. : 01 44 84 88 28**

# FREQUENCE TUBES

*La passion des tubes*

**HORAIRES**

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

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

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

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

**PLUS DE 1200 REF. DE TUBES EN STOCK.**

COMPOSANTS :
CONDENSATEURS, RÉSISTANCES, POTENTIOMÈTRES TOUTES VALEURS, PIÈCES DÉTACHÉES, SUPPORT DE TUBES, TRANSFORMATEURS, CONNECTIQUES,

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 €

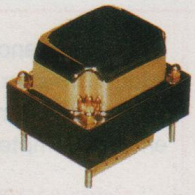
ELECTRO-HARMONIX
GENERAL ELECTRIC
JJ / TESLA
MULLARD
RTC/PHILIPS/SOVTEK
SYLVANIA
SVETLANA
TELEFUNKEN

## TRANSFORMATEURS

**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 € |

### 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 € |

### 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 € |
| 12AY7 | E.H. | 32,00 € |
| 12BH7 | E.H. | 32,00 € |
| 300B | E.H. | 196,00 € |
| 5751 | E.H. | 32,00 € |
| 6922 | E.H. | 32,00 € |

site : magnetic.com.free.fr

### Sortie

| 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 € | |

### Alim

| 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 € | |

## 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 € |
| GM70 | | SOVTEK | 142,00 € |
| 6C33C-B | | SOVTEK | 64,00 € |
| 6N7 | | SOVTEK | 14,00 € |

### DIVERS

| | | |
|---|---|---|
| 5963/12AU7A | RCA | 16,00 € |
| 6528 | TUNGSOL | 45,00 € |
| 6J5 | EUROPE | 13,00 € |
| EC86 | EUROPE | 8,00 € |
| EZ80 | EUROPE | 13,00 € |
| **7308** | **SIEMENS** | **21,00 €** |
| **845** | **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 € |

### USA - Military JAN tubes

| | | |
|---|---|---|
| 6AS7G | JAN | 18,00 € |
| 6AV6 | JAN | 11,00 € |
| 6C4WA | JAN | 17,94 € |
| 6U8A/ECF82 | JAN | 13,00 € |
| 6X4 WA | JAN | 10,00 € |
| 829B/3E29 | JAN | 64,00 € |
| 5814 A/12AU7 | JAN | 15,00 € |
| 6080 WC | JAN | 22,00 € |
| OA2 | JAN | 8,00 € |
| OB2 | JAN | 8,00 € |
| 6AN8 | JAN | 17,94 € |
| 5842/417A | JAN | 17,00 € |
| 6AQ8/ECC85 | JAN | 24,00 € |
| 6B4G | JAN | 68,30 € |
| 12AZ7 | JAN | 20,00 € |
| 567OW | JAN | 15,55 € |
| 7199 | JAN | 51,00 € |

### 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 €** |

# CONDENSATEURS

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

## Condensateurs LCR

*(Made in England)*

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

## Condensateurs F&T

*(Made in Germany)*

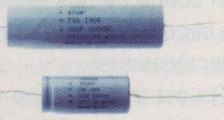
| | | |
|---|---|---|
| 32 + 32 µF | / 500 v | 18,00 € |
| 50 + 50 µF | / 500 v | 20,00 € |
| 100 + 100 µF | / 500 v | 33,00 € |

## Condensateurs "JJ"

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

## Condensateurs mica-argenté

| | | |
|---|---|---|
| 10 pF | / 500 v | 0,92 € |
| 22 pF | / 500 v | 0,92 € |
| 33 pF | / 500 v | 0,92 € |
| 47 pF | / 500 v | 0,92 € |
| 100 pF | / 500 v | 0,92 € |
| 120 pF | / 500 v | 0,95 € |
| 250 pF | / 500 v | 1,10 € |
| 390 pF | / 500 v | 1,23 € |
| 500 pF | / 500 v | 1,33 € |
| 1 nF | / 500 v | 1,33 € |



## Sprague "ATOM" standard

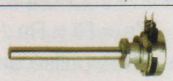
*(USA)*

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

## Condensateurs

*(Made in Japan) "Illinois"*

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

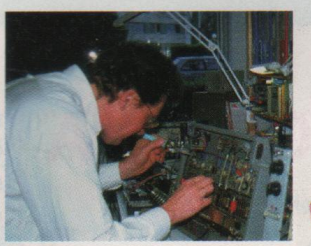


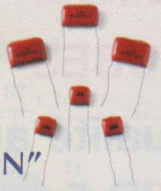
## Potentiomètre PIHER

axe métal, de 100 Ω à 10 MΩ – mono/stéréo - lin/log

| | |
|---|---|
| simple | 9,15 € |
| double | 13,72 € |

BIBLIOGRAPHIE (DATA BOOK) : ÉQUIVALENCES ET BROCHAGES





## 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"

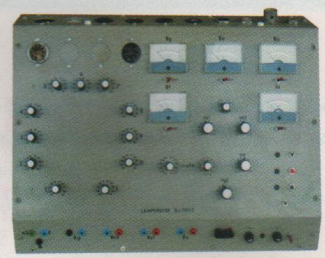
série 716 très haute performance

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

## Condensateurs F&T

*(Made in Germany)*

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



**LED N°180**
LAMPEMÈTRE
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 µF | / 450 v | 23,48 € |
| 2,2 µF | / 450 v | 26,80 € |
| 10 nF | / 600 v | 13,91 € |
| 22 nF | / 600 v | 14,93 € |
| 47 nF | / 600 v | 16,21 € |
| 100 nF | / 600 v | 19,14 € |
| 220 nF | / 600 v | 20,17 € |
| 470 nF | / 600 v | 24,25 € |
| 1 µF | / 600 v | 49,78 € |

## Série Standard

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

## 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 CHÈQUE JOINT À LA COMMANDE
PORT TUBE : 1 À 4 : 6,10 € AU-DELÀ 9,15 €
PORT TRANSFOS : COLISSIMO RECOMMANDÉ (NOUS JOINDRE)
PORT COMPOSANTS : FORFAIT 6,10 €
PAS DE MINIMUM DE FACTURATION

# ENSEMBLE HOME CINEMA

## TOUS TUBES

### Modulaire et de qualité audiophile

## PREAMPLIFICATEUR 5.1 SIX VOIES extensible en 7.1 HUIT VOIES

**Ayant décidé, comme tout un chacun, de m'équiper « Home Cinéma », j'ai effectué un tour d'horizon des produits commerciaux proposés à un budget raisonnable. Dans ce budget, seules les fabrications industrielles extrême-orientales me permettaient d'acquérir un préampli avec amplificateurs intégrés à six voies. A l'écoute, pas de miracle, il ne s'agissait pas de haute fidélité, mais de Home Cinéma ! Pour maintenir un niveau de qualité d'écoute Hi-fi, il fallait investir une somme considérable, ce que je ne voulais pas. Dès lors, il ne restait plus qu'une seule solution : concevoir puis construire. L'ensemble sera à tubes, sauf dérogation pour les alimentations, par manque de place et pour limiter le budget.**

Votre revue *Led* a publié, il y a un peu plus d'un an, la description d'un « préamplificateur six entrées de performances exceptionnelles ». Cette parution mettait à profit le résultat de mes recherches sur le circuit d'amplification dit « SRPP ».

L'ensemble Home Cinéma de conception modulaire qui va être décrit est basé sur les mêmes travaux.

Cet ensemble comprend un préamplificateur 5.1 à six voies « up gradable » en 7.1 à huit voies et les amplificateurs associés.

Ceux-ci se composent de modules de 50 W mono et de modules 2 x 20 W (deux voies), les composants de chacun des modules étant les mêmes pour permettre la réutilisation.

Il est ainsi possible de réaliser un préamplificateur 5.1 à six voies suivi de trois modules amplificateurs de 2 x 20 W, cet ensemble constituant la version de base.

On peut aussi réaliser quatre modules de 50 W pour les voies avant et grave et un ou deux modules de 2 x 20 W pour les autres voies. Et ainsi de suite...

Le passage du préamplificateur en 7.1 ne nécessitera que le câblage complémentaire des composants sur la carte de base déjà prévue en 7.1 et l'ajout d'un module amplificateur de 2 x 20 W ou de deux modules de 50 W.

Enfin, une version « économique » vous sera proposée, utilisant moitié moins de tubes que la version de base et le même circuit imprimé.

Ainsi chacun d'entre vous pourra adapter sa réalisation à son propre budget, tout en permettant une mise à niveau permanente de la version économique à la version maximale.

Avant de décrire la partie technique du projet, un tout petit peu de théorie. Mais je vous promets de la limiter au minimum, notamment de ne pas vous imposer des démonstrations mathématiques. Ceux que cela intéresse trouveront sur le site Internet de l'auteur lsasarl.com (en cours de mise en place), l'ensemble des calculs.

Dans les explications qui vont suivre, nous utiliserons les mêmes abréviations que dans *Led* n°175 auquel vous pouvez utilement vous reporter, à savoir :

Uf : Tension chauffage filament
If : Intensité chauffage filament
Ua : Tension anodique ou plaque
Ia : Intensité anodique ou plaque
Ug : Tension grille
S : Pente du tube (en mA/V)
K : Coefficient d'amplification à vide (nombre pur)
Ri : Résistance Interne du tube (en ohms)

Je rappelle ici que la loi d'Ohm, bien connue de nos lecteurs :

$$U = R \times I$$

s'applique également au tube :

$$K = Ri \times S$$

## LE CIRCUIT AMPLIFICATEUR « ANODE FOLLOWER »

Basique et utilisant un tube triode, le circuit amplificateur « anode follower» est bien connu de nos lecteurs.

Ce circuit (**figure 1**) présente certaines caractéristiques.

Si Ra est la résistance d'anode, et sans entrer dans le détail de la justification mathématique (lire, à ce sujet, les articles de Rinaldo Bassi « Et si on parlait tubes » dont la 9e partie paraît dans ce numéro), on peut calculer :

G : le gain ou coefficient dynamique du tube qui diffère du coefficient d'amplification à vide

$$G = K \times Ra / Ra + Ri$$

Si Ra = Ri

$$G = K / 2$$

Zs : l'impédance de sortie

$$Zs = Ri \times Ra / Ra + Ri$$

Ce circuit très utilisé en amplification BF présente beaucoup de qualités et de nombreux défauts.

On peut citer :

- Manque de linéarité

Figure 1

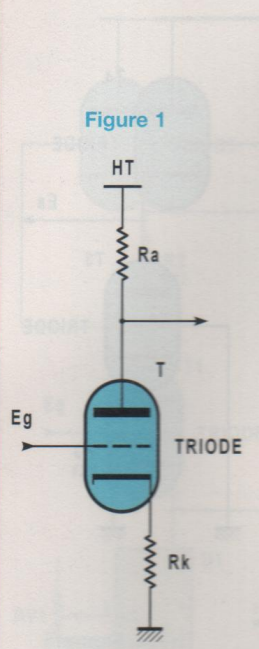



Figure 2

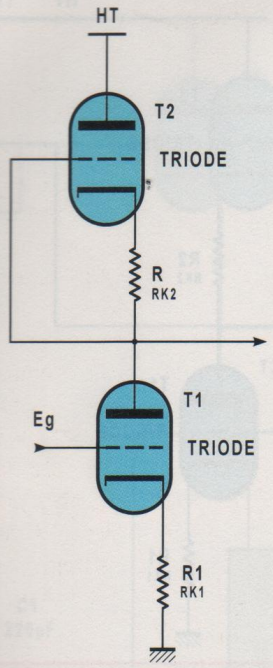
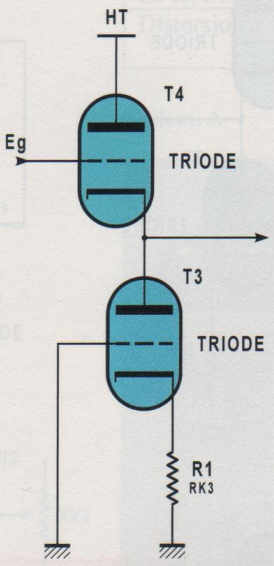



Figure 3




- Bande passante étroite
- Temps de montée élevé
- Sensibilité à la charge
- Taux de distorsion élevé
- Impossibilité de fournir des tensions de sortie très élevées

Il fallait chercher une autre façon d'utiliser la triode amplificatrice pour essayer de s'affranchir de tout ou partie de ses défauts.

## LE CIRCUIT SRPP

Ce circuit (**figure 2**) fut créé en 1943 aux USA pour la commande de pointage des grosses pièces d'artillerie. Il fut utilisé pour la première fois en audio en 1955 par M. Kiebert Jr qui faisait partie de l'équipe qui créa initialement le circuit. (Publication Audio, octobre1955). Il est publié en France par M. Lafaurie en 1956 (Toute la Radio).Treize ans plus tard, en 1969, le Japonais M. Anzai publiera un article et une réalisation, elle-même reprise, huit ans plus tard, en 1977, par Jean Hiraga sous l'appellation « Circuit SRPP ».

Ce circuit est alors présenté comme fonctionnant en push pull. D'où le « PP » de SRPP, pour « Push Pull ».

On ne peut qu'admirer le talent de journaliste de Jean Hiraga qui, à compter de cette date, fera passer dans le langage populaire (des audiophiles) le terme « SRPP », sigle basé sur un fonctionnement théorique erroné, et qui attribuera la paternité du circuit au Japonais M. Anzai !

De récentes études (Fiderspiel et Lallie, *Correspondances privées*, 2002-03) montrent que ce circuit ne fonctionne absolument pas en push pull.

Pour preuve, et sans entrer dans les détails, je dirais que le fonctionnement Push Pull d'un circuit entraîne de façon systématique la disparition de la distorsion d'ordre pair (2, 4, etc.).

Or, le SRPP ne génère que de l'harmonique 2 et pas d'harmonique 3.

La seule façon de faire fonctionner le SRPP en véritable Push Pull a été mise en œuvre par Philips en 1956. Le circuit s'appelle alors SEPP ! Mais le débat n'est pas là aujourd'hui.

Dans ce circuit, **si on utilise deux tubes absolument identiques**, le gain obtenu est le suivant :

$G = - K (K.Rk2 + Ri) / (K+1) Rk2 + 2Ri$

$G = +/- K/2$

En fait, on constate que l'équation est la même que pour le montage anode follower, dans lequel la valeur de Ra est remplacée par une résistance équivalente à

$Ra = (K . Rk2 + Ri)$

et

$Zs = Ri \times (Ri+Rk2) / (K+1)Rk2 + 2 Ri$

$= +/- Ri/2$

Par rapport au montage classique, les avantages de ce circuit sont nombreux :

- Très grande linéarité
- Très faible distorsion
- Large bande passante
- Aptitude à fournir des tensions de sortie élevées
- Impédance de sortie relativement faible
- Image sonore remarquable.

Ces qualités s'entendent pour une charge du circuit nulle, c'est-à-dire pour une charge d'impédance infinie, la dégradation des performances étant directement liée à l'impédance de la charge.

C'est ainsi qu'avec une charge de 100 kΩ, les performances générales ne sont pas vraiment meilleures qu'avec le circuit anode follower qui n'utilise qu'une seule triode. Avec 10 kΩ, elles sont catastrophiques.

Ce point m'a porté à modifier le circuit de sortie du circuit SRPP pour rendre les performances indépendantes de la charge.

## LE CIRCUIT SÉPARATEUR DE CHARGE

Il s'agit en fait d'un étage en montage cascode follower (**figure 3**).

Comme son cousin, le circuit cathode follower, ce circuit a un gain toujours inférieur à 1 que l'on calcule ainsi :

$G = Ri / 1 + Ri$

= environ 0,98 à 0,92 selon le tube.

L'impédance de sortie est donnée par

$Zs = Ri / K+1 = 1/S$

Le circuit global devient celui de la **figure 4**.

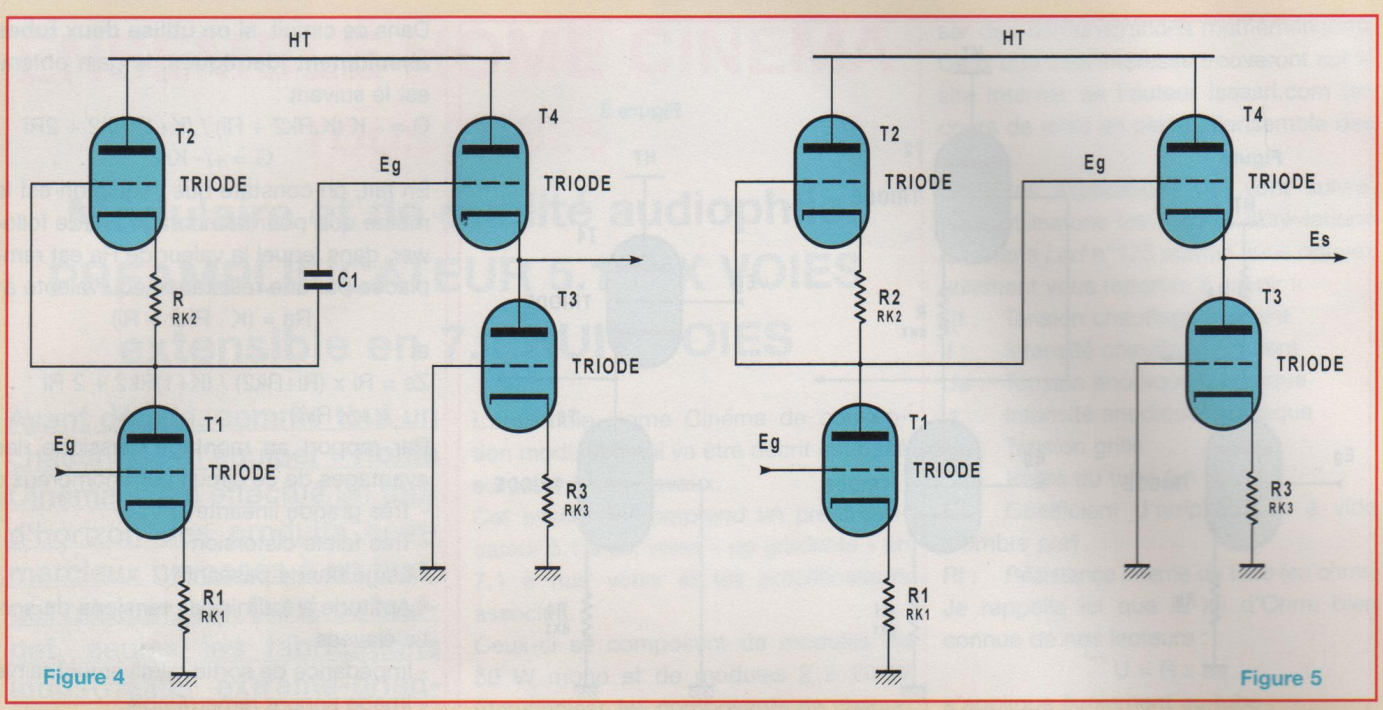



Figure 4




Figure 5

## LE CIRCUIT KT

C'est le montage d'un circuit SRPP suivi par un cascode follower **sans condensateur de liaison**.

Dans ce cas, **si les quatre tubes sont identiques,** le gain est celui du SRPP

$$G = - K/2$$

L'impédance de sortie, celle du cascode follower.

$$Zs = - 1/S$$

Les signes « moins » signifient que la sortie est déphasée de 180° par rapport à l'entrée.

Le circuit global de la **figure 5** n'est plus un SRPP, mais un circuit « KT ».

Globalement, ce circuit conserve les performances du SRPP sous charge infinie, **mais le circuit accepte d'être chargé sous des impédances très faibles : de l'ordre de quelques dizaines d'ohms**.

### POURQUOI « CIRCUIT KT » ?

Nous avons vu que le sigle SRPP n'avait aucune raison de perdurer, le fonctionnement de ce circuit n'étant pas un Push Pull. En hommage à l'inventeur du circuit, M. Kiebert Jr, je propose donc « circuit K ». Le circuit cascode follower est aussi parfois appelé « Totem ».

Le groupement d'un circuit K(iebert) avec un circuit T(otem) donne un « circuit KT ».

## L'OPTIMISATION

### LE CIRCUIT KTR

L'optimisation porte sur **l'utilisation de sources de courants constants dans les cathodes**.

Ce procédé n'est pas nouveau, il est utilisé par de très grandes marques d'audio. Il est difficile à maîtriser car il est souvent réalisé à l'aide de Mos Fet, ce qui nécessite une tension annexe négative et amène fréquemment une augmentation significative de la distorsion et du bruit, alors que ce procédé est censé améliorer ces deux points. Cependant, bien maîtrisé, le procédé est d'une efficacité remarquable.

Pourquoi ne pas utiliser simplement un circuit intégré régulateur de tension, monté en source de courant constant ? Il fallait essayer !

Après de nombreux essais, le circuit LM317T (et dans une moindre mesure le LM350T) s'est révélé facile à mettre en œuvre, parfaitement stable. Les résultats, en ce qui concerne le taux de distorsion, se sont montrés nettement meilleurs qu'avec une polarisation RC classique (**figure 6**).

Ce dispositif présente de plus l'avantage de permettre l'optimisation du réglage du point de fonctionnement du tube avec une simple résistance variable de faible puissance, en fonction des caractéristiques dynamiques réelles du tube en fonctionnement, ce qu'aucune autre méthode ne permet. **On aboutit ainsi au circuit KTR ou « Kiebert Totem Régulé ».**

Dans ce cas on calcule :

$$G = environ - K(K.Rk+Ri) / (K+1)Rk+2Ri$$

$$G = environ - K/2$$

Pourquoi « environ » ? Parce que la simulation mathématique du circuit équivalent est actuellement faite en calculant chaque branche du circuit KTR séparément l'une de l'autre et en multipliant les résultats obtenus. Or, l'expérience montre que ce calcul est erroné, le gain réel étant toujours supérieur au gain calculé.

$$Zs = - (1/S) \times \alpha$$

Où « $\alpha$ » est un coefficient multiplicateur compris entre 0,5 et 0,05.

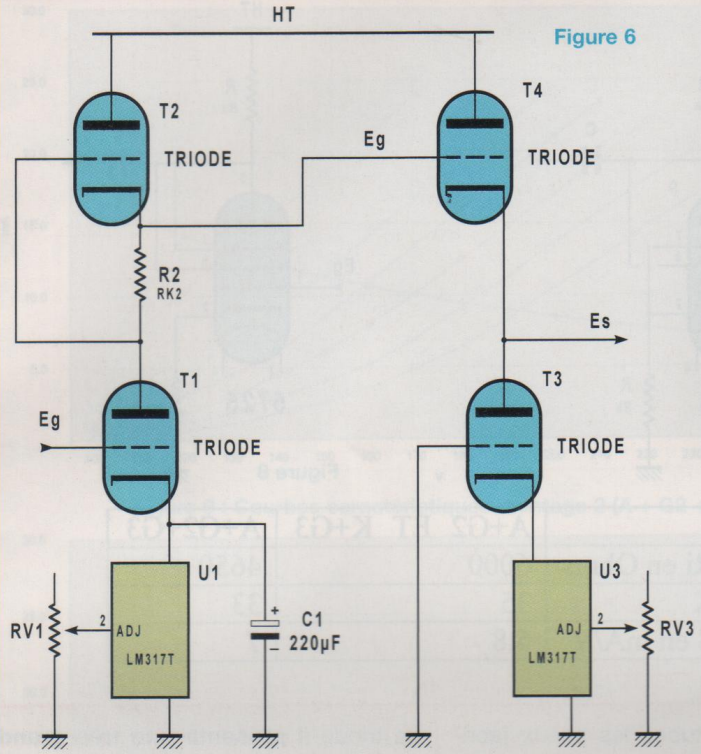



Figure 6

| | Simple triode | SRPP | KTR |
|---|---|---|---|
| Gain | 16.5 | 16.5 | 18 .5 |
| Zs en Ohms | 4650 | 426 | 78 |
| Distorsion à 5V en % | 0.52% H2+H3+ | 0.30% H2 | Inférieure à 0.20% H2 |

Tableau A

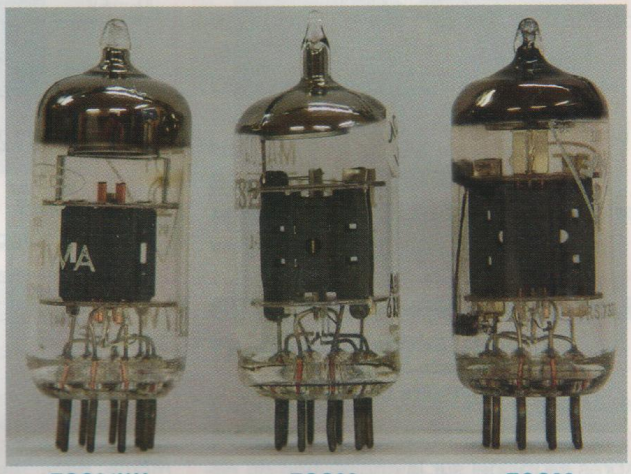


Photo A

ECC81WA ECC82 ECC83

Dans le circuit décrit aujourd'hui, « α » est de 0,5.

Ce circuit emploie quatre tubes, triodes choisies identiques par simplification, mais qui pourraient être des triodes, des pentodes identiques ou non (voire des semi-conducteurs).

**Un seul de ces tubes participe à l'amplification réelle du signal BF, c'est le tube T1.**

Le circuit est entièrement à liaisons directes sans condensateur **et il est autostabilisé** de par sa conception. De plus, il est « verrouillé » par les sources de courants constants.

Le fonctionnement global est assimilable à un circuit en pont auto stabilisé.

Le circuit KTR peut évidemment être utilisé dans de nombreux domaines de l'électronique ou de la Hi-Fi, pas seulement en préamplification.

Ses avantages sont les suivants :

- Linéarité exceptionnelle
- Taux de distorsion extraordinairement bas, pratiquement nul sans contre réaction
- La distorsion est une fonction linéaire de la tension de sortie
- Bande passante extrêmement large typiquement de 200 kHz à plus de 2,5 MHz selon le tube
- Temps de montée extrêmement court, moins de 1µs.
- Impédance de sortie très basse, d'une centaine d'ohms à quelques ohms.
- Pas de distorsion de phase
- Capacité à sortir des tensions élevées, pouvant atteindre plusieurs dizaines de volts.
- Performances du circuit constantes quelle que soit l'impédance de la charge.
- Séparation totale du circuit amplificateur de la charge
- Insensibilité à l'impédance d'entrée.
- Rendu acoustique inimitable.

L'inconvénient majeur du circuit est qu'il n'est pas possible d'en régler le gain, comme dans l'anode follower en modifiant la valeur de Ra.

La seule méthode permettant de baisser le gain est de mettre en oeuvre une boucle de contre-réaction.

Malheureusement, appliquée au circuit KTR ou même au circuit SRPP, cela se traduit par une chute vertigineuse de la bande passante avec, en corollaire, une augmentation du temps de montée sur impulsions et du taux de distorsion. Ceci, indépendamment de la dégradation du rendu auditif non quantifiable.

En résumé, le circuit KTR fournit les performances optimales qu'il est possible d'obtenir d'un tube. En effet, toutes les performances du circuit KTR (gain, impédance de sortie, etc.) dépendent exclusivement des caractéristiques de construction du tube : pente, linéarité au point de fonctionnement choisi, coefficient d'amplification et résistance interne.

Exemple concret avec le tube 7308 et le **tableau A** :

K = 33

S = 12.5 mA /V

Ri = 2650

Ra (simple triode) = 65 kΩ = Ri (pour avoir le même gain)

Rk (SRPP et KTR) = 2000 Ω

Photo B : Le tube 5725 est une pentode à grille cadre de la dernière génération

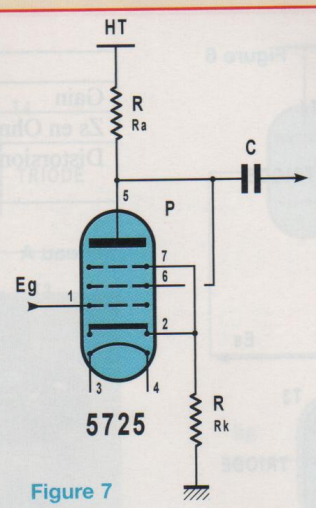



Figure 7

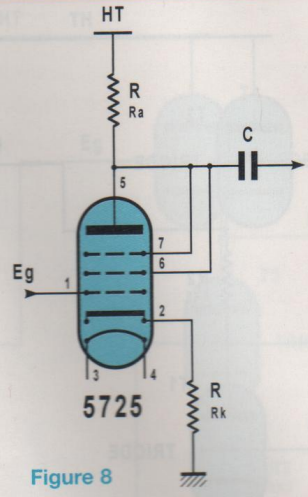



Figure 8

Tableau B

| | A+G2 ET K+G3 | A+G2+G3 |
|---|---|---|
| Ri en Ohms | 6000 | 4650 |
| K | 35 | 33 |
| S en mA/V | 5.8 | 7 |

Après ce rappel sur la conception du circuit KTR, revenons à notre préampli Home Cinéma de performance audiophile à six ou huit voies.
L'usage d'un circuit KTR s'impose.

## LE CHOIX DES TUBES

Il est de plus en plus difficile de trouver des tubes « triodes » neufs de vieux stocks.
Les tubes de constructions actuelles ne sont souvent pas des copies identiques aux originaux de la bonne époque du tube.
A titre d'exemple, il faut savoir que l'anode d'une ECC 81, n'est pas la même que celle d'une ECC 82 ou d'une ECC 83, en ce qui concerne sa taille, sa géométrie de construction et son volume (**photo A**).
Aujourd'hui, par souci de standardisation, les fabrications utilisent la même pièce d'anode.
Les tubes ainsi fabriqués n'ont de fait qu'un lointain cousinage avec les tubes d'origine. La charge d'espace peut être ainsi très différente des tubes de référence, ce qui explique que très souvent, même dans les tubes les mieux fabriqués, les tensions d'anodes normales sont rarement tenues.
Il existe encore des stocks importants de pentodes à « grille cadre », souvent prévus pour des usages professionnels.
Pourquoi, dans ce cas, ne pas chercher à utiliser ces tubes en montage triode ?
Je vous entends déjà crier au scandale !
Une pentode en BF !
De nombreuses publications paraissent actuellement sur ce sujet outre-Manche, et les conclusions sont passionnantes.
Nombre de ces tubes pentodes, montés en triodes, donnent de bien meilleurs résultats que les triodes actuelles.
Mes essais personnels m'ont fait choisir le tube 5725 (**photo B**) en montage triode dans le circuit RIAA du préampli six entrées publié dans *Led* n° 177.

### POURQUOI CE TUBE ?

Parce qu'il est disponible en grande quantité à un prix très correct (entre 7,50 € et 10 € à l'unité), qu'il s'agit d'un tube à « grille cadre » de la dernière génération, que toutes ses électrodes sont accessibles et, enfin, qu'en montage triode **il présente une très grande linéarité**.
Il existe deux façons de monter un tube pentode en triode.

### MÉTHODE LA PLUS CLASSIQUE

**Montage 1 (figure 7)**
Réunir l'anode à la « grille écran » (grille 2) et la cathode à la « grille suppresseur » (grille 3).

### L'AUTRE MÉTHODE

**Montage 2 (figure 8)**
Réunir ensemble l'anode, la « grille écran » (G2), et la « grille suppresseur » (G3)

### RÉSULTATS AVEC LE TUBE 5725

Les caractéristiques **mesurées** du tube 5725 s'établissent selon le **tableau B**.
Les courbes ont été relevées manuellement sur un analyseur de lampes Metrix LX109.
Elles sont la moyenne de mesures faites sur dix échantillons de tubes prélevés dans un lot de cinq mille tubes. Ils sont de fabrication française Thomson/CSF de 1982.
Elles permettent de constater que le comportement du tube 5725 monté en

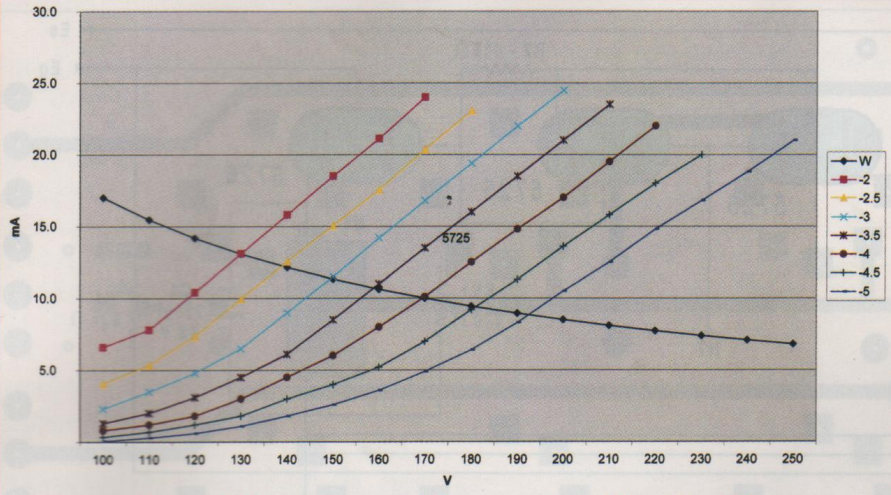



Figure 9 : Courbes caractéristiques montage 2 (A + G2 + G3)

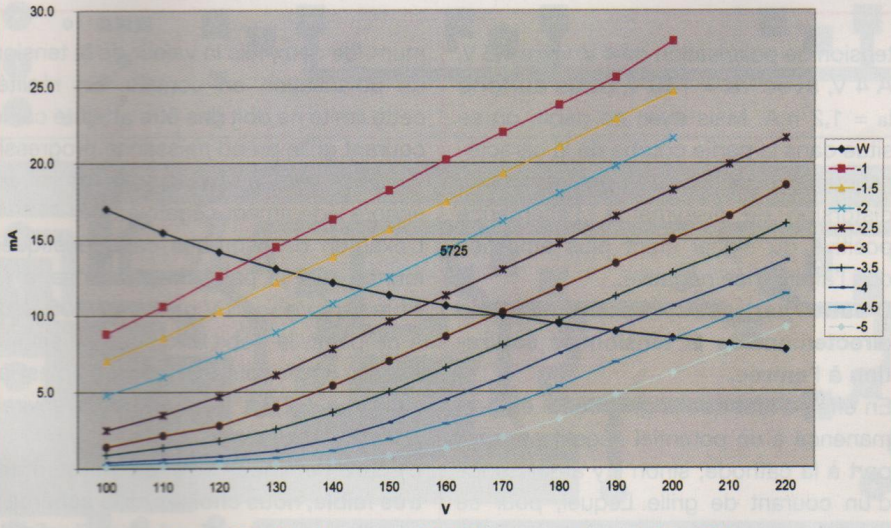



Figure 10 : Courbes caractéristiques montage 1 (A + G2)

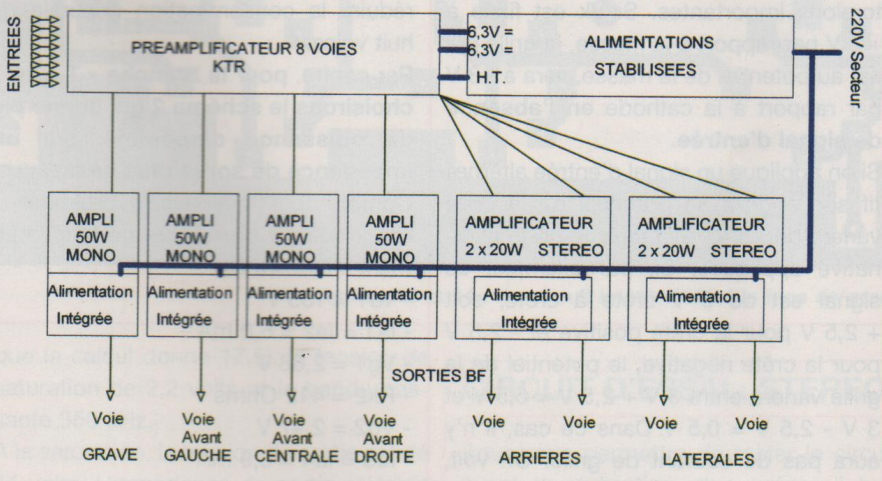



Figure 11 : Synoptique de l'ensemble Home Cinéma 7.1

triode est particulièrement linéaire et que le montage 2 donne une pente plus importante (**figures 9 et 10**).

Les autres caractéristiques constructeur du tube 5725 sont les suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Uf | = | 6,3 V | |
| If | = | 0,175 A | |
| Va | = | 150 V | max 200 V |
| Ia | = | 5,2 mA | max 20mA |
| Wa | = | 1,7 W | max 2,2W en triode |
| Vf/c | = | 100 V | |

**Dimensions du tube**

| | |
|---|---|
| Diamètre | 17 mm |
| Hauteur hors tout | 35 mm |

Support miniature 7 broches

Après ces quelques préambules, venons-en au projet.

## SYNOPTIQUE DE L'ENSEMBLE HOME CINEMA 7.1

Ce synoptique vous est présenté en **figure 11**.

Le préamplificateur se compose d'une alimentation **unique pour l'ensemble des voies**.

Cette alimentation délivre :

- du 6,3 V continu / 5,6 A pour les filaments des 32 tubes 5725.
- du 270 V continu / 100mA stabilisé et ajustable pour la haute tension.

L'ensemble des huit voies et de l'alimentation sera câblé sur un circuit imprimé unique.

## LE PREAMPLIFICATEUR À HUIT VOIES

Il se compose de huit (ou six) étages amplificateurs KTR.

Chaque voie est identique, sauf la voie « une » affectée au caisson de basse, qui sera optimisée pour transmettre les signaux de fréquences inférieures à 100 Hz.

Nous ne donnerons donc que le schéma de principe d'une voie, celui-ci étant visible en **figure 12**.

Cette voie est dessinée selon le schéma d'implantation sur le circuit imprimé pour faciliter le suivi de la réalisation.

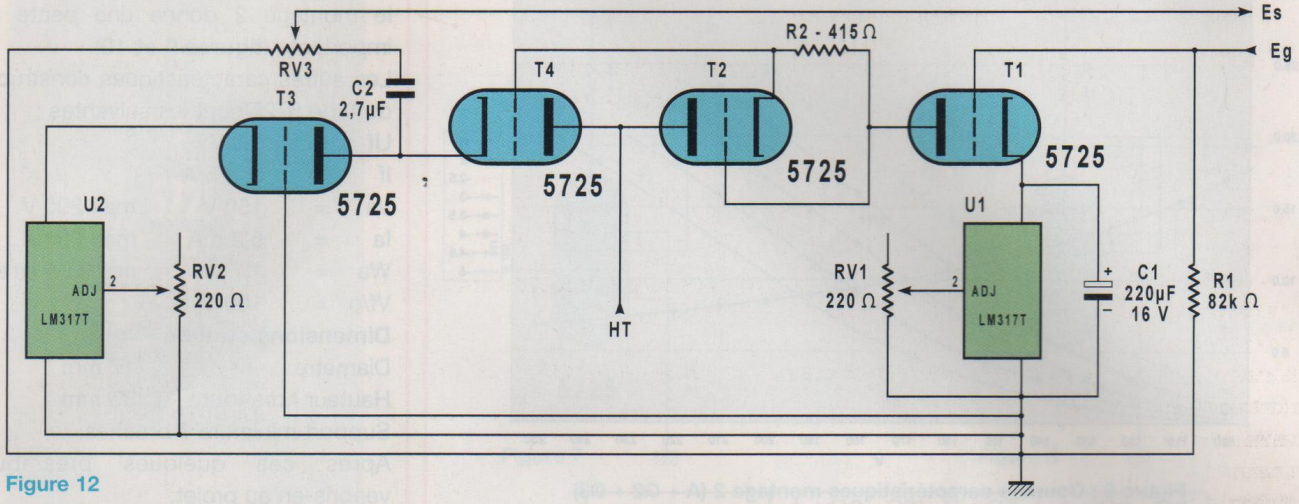



Figure 12

Deux choix importants restent à déterminer.

## LE CHOIX DU SCHÉMA DE MONTAGE DE LA 5725 EN TRIODE

C'est-à-dire le schéma 1 correspondant à la figure 7 et à la courbe de la figure 10, ou le schéma 2 correspondant à la figure 8 et à la courbe 9.

## LE CHOIX DU POINT DE FONCTIONNEMENT DU TUBE

Nous avons tout intérêt à choisir une tension de polarisation élevée, pour deux raisons.

**D'une part, parce que de cette tension dépend directement le courant « Ia ».** L'examen des courbes caractéristiques (figures 10 et 11) montre que le courant « Ia » varie de façon importante avec la tension, ceci en fonction de la pente du tube qui est donnée en mA/V.

Sur la figure 10, on constate que toute augmentation de la tension de polarisation de 1 V amène une augmentation de « Ia » de 5,8 mA.

Compte tenu du nombre important de voies, nous avons tout intérêt à travailler avec un courant anodique faible, pour ne pas avoir un transformateur d'alimentation énorme et pour en réduire le coût.

Afin de répondre au critère de « faible consommation », il faudrait choisir une tension de polarisation de 4 V, voire 4,5 V. A 4 V, avec Va = 130 V, nous aurions Ia = 1,2 mA. Mais avec ce débit, on se situe dans la partie courbe de la caractéristique. Ce qui signifie une importante distorsion de dissymétrie, l'alternance positive du signal étant plus amplifiée que l'alternance négative.

**D'autre part, cette tension dépend directement de la tension de saturation à l'entrée.**

En effet, il faut que la grille reste en permanence à un potentiel négatif par rapport à la cathode, sinon il y a naissance d'un courant de grille. Lequel, pour ce type de tube, est un générateur de distorsions importantes. Si Vk est fixée à + 3 V par rapport à la masse, la grille qui est au potentiel de la masse, sera à - 3 V par rapport à la cathode **en l'absence de signal d'entrée**.

Si on applique un signal d'entrée alternatif sur la grille, le potentiel de la grille variera de - 3 V, ± la tension crête alternative appliquée. Si, par exemple, ce signal est de 5 V crête à crête, soit + 2,5 V pour la crête positive et - 2,5 V pour la crête négative, le potentiel de la grille variera entre 3 V + 2,5 V = 5,5 V et 3 V - 2,5 V = 0,5 V. Dans ce cas, il n'y aura pas de courant de grille. On voit, dans cet exemple, que la tension de saturation pointe à pointe est, au maximum, de deux fois la valeur de la tension de polarisation en continu. En réalité, cette limite ne doit pas être atteinte car le courant grille prend naissance progressivement, alors que la tension grille est encore légèrement négative.

L'examen des courbes caractéristiques montre que la partie la plus linéaire se situe vers Vg = - 3 V pour Va = 135 V.

A ce point, le débit anodique se situe à environ 5 mA pour le schéma 1, c'est-à-dire (A + G2) et (K + G3) et à environ 7,5 mA pour l'autre schéma.

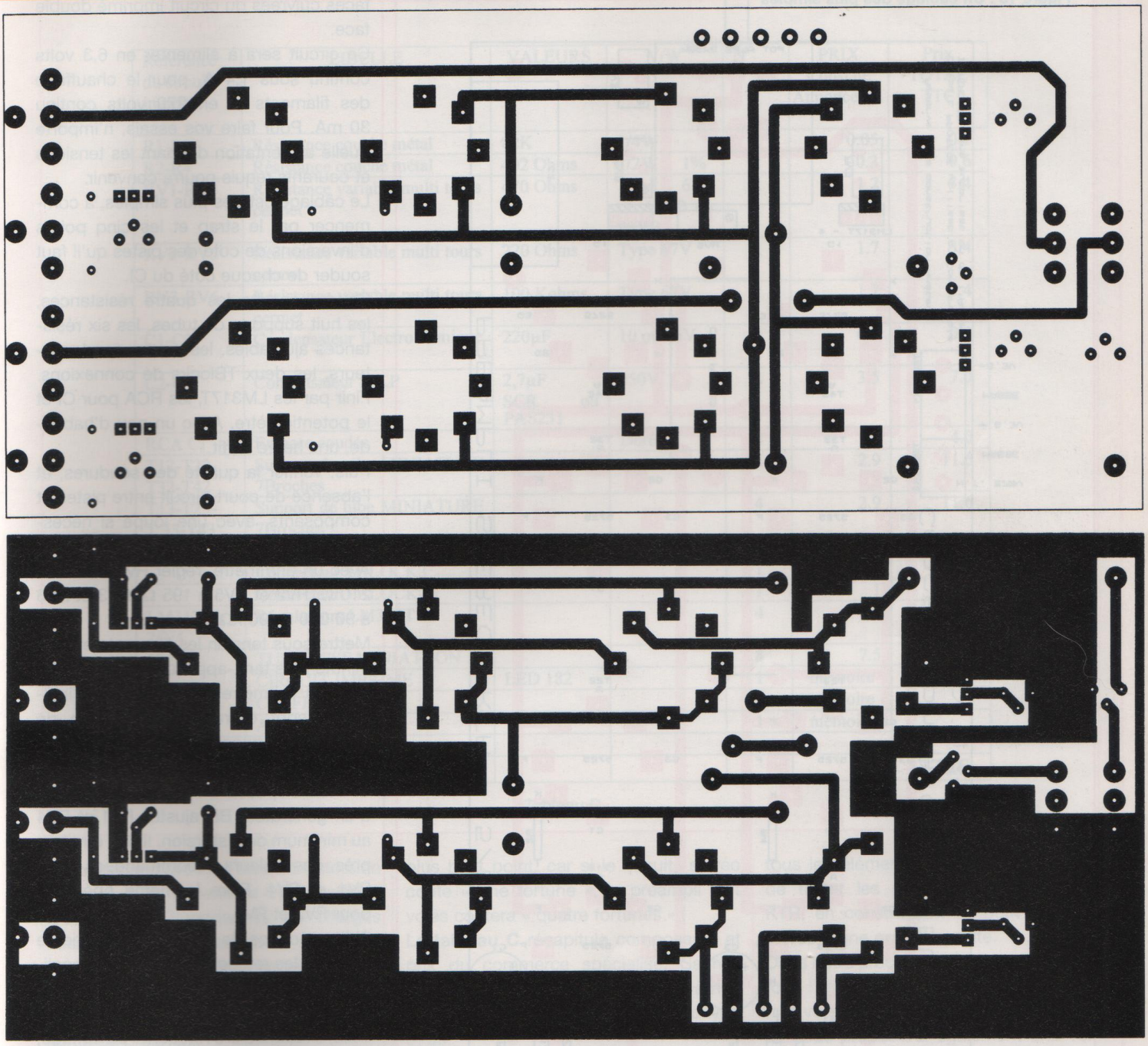
**L'écart de linéarité à ce point étant très faible, nous choisirons le schéma 1 pour la branche « K »** du circuit, afin de réduire la consommation générale des huit voies.

Par contre, **pour la branche « T », nous choisirons le schéma 2 qui donne plus de puissance disponible, sur une impédance de sortie plus basse.**

Compte tenu des essais pratiqués, le choix définitif des points de fonctionnement s'établira à :

- Va1 = 135 V
- Ia1 = Ia2 = 6,0 mA
- Vg1 = 2,88 V
- Rk2 = 412 Ohms
- Vg2 = 2,47 V
- Ia3 = Ia4 = 6,9 mA
- Vg3 = 2,95 V

Avec ce choix, le gain est de 20 (alors



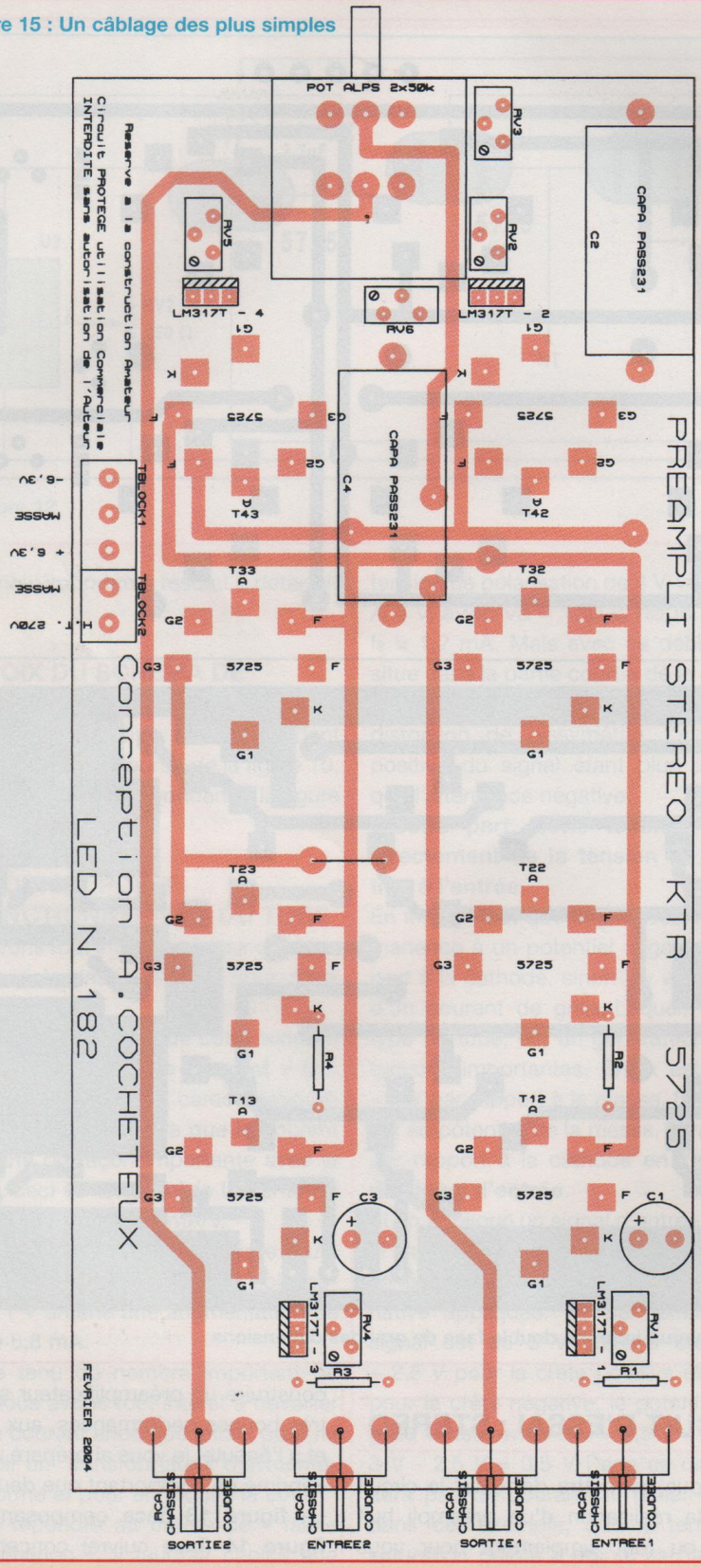
Figures 13 et 14 : Un circuit imprimé double face de grandes dimensions

que le calcul donne 17,5), la tension de saturation de 2,2 volts et la bande passante 350 kHz.
A la saturation, la tension de sortie est de 44 volts. L'impédance de sortie s'établit à 85 Ω environ.

## CIRCUIT D'ESSAI : STEREO

Pour vous permettre de tester le circuit avant la réalisation d'un préampli huit voies, ou tout simplement pour vous construire un préamplificateur stéréo de très bonnes performances, aux mesures et à l'écoute, je vous ai préparé un circuit imprimé ne comportant que deux voies.
La **figure 13** (face composants) et la **figure 14** (face cuivre) concernent les

Figure 15 : Un câblage des plus simples




faces cuivrées du circuit imprimé double face.

Ce circuit sera à alimenter en 6,3 volts continu sous 1,4 A, pour le chauffage des filaments et en 270 volts continu 30 mA. Pour faire vos essais, n'importe quelle alimentation donnant les tensions et courants requis pourra convenir.

Le câblage est des plus simples, à commencer par le strap et les cinq points d'inversions de coté des pistes qu'il faut souder de chaque côté du CI.

Souder ensuite les quatre résistances, les huit supports de tubes, les six résistances ajustables, les quatre condensateurs, les deux TBlocks de connexions. Finir par les LM317T, les RCA pour CI et le potentiomètre. Avec un peu d'habitude, une heure suffit.

Puis, vérifier la qualité des soudures, et l'absence de court-circuit entre pistes et composants, avec une loupe si nécessaire.

Avec un ohmmètre, régler RV1 et RV4 à 210 Ω, RV2 et RV5 à 195 Ω, RV3 et RV6 à 90 000 Ω (90 kΩ).

Mettre sous tension les filaments et, une minute plus tard, appliquer la HT. Vérifier avec un voltmètre que les tensions indiquées sont correctes aux points de mesures. En principe, cela doit fonctionner du premier coup.

Si vous disposez d'un distorsiomètre et d'un générateur BF, ajustez RV1 et RV4 au minimum de distorsion. Il doit être très près des valeurs recommandées pour RV1 et RV4. Faire la même opération pour RV2 et RV5.

Si l'impédance de charge est supérieure à 10 kΩ, les retouches doivent être négligeables.

Si l'impédance de charge est inférieure à 1 kΩ, il faudra alors retoucher davantage, en abaissant la valeur de la résistance de RV2 et celle de RV5. Ceci aura pour effet d'augmenter le débit anodique de T32, T42 pour la voie (1) et T33, T43 pour la voie (2). Attention à ne pas dépasser la courbe de dissipation anodique de la figure 9.

Même avec des charges aussi faibles, il

| Référence du circuit imprimé | LIBELLE | VALEURS | V/W | N | PRIX Constaté Annonceurs | Prix TOTAL TTC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1-R3 | Résistance couche métal | 82K | 1/4W | 2 | 0.05 | 0.1 |
| R2-R4 | Résistance couche métal | 402 Ohms | 1/2W 1% | 2 | 0.3 | 0.6 |
| RV1-RV4 | Résistance variable multi tours cermet | 470 Ohms | Type 67V ou 63YB ou 93YB | 2 | 1.7 | 3.4 |
| RV2-RV5 | Résistance variable multi tours cermet | 220 Ohms | Type 67V | 2 | 1.7 | 3.4 |
| RV3-RV6 | Résistance variable multi tours cermet | 100 Kohms | Type 67V | 2 | 1.7 | 3.4 |
| C1-C3 | Condensateur Electrochimique | 220µF | 10 ou 16V | 2 | 0.4 | 0.8 |
| C2-C4 | Condensateur MKP | 2,7µF SCR ou PAS231 | 250V | 2 | 3.5 | 7.0 |
| RCA CI | Embase coudée | | Dorée | 4 | 1,5 | 4.0 |
| T12-T22-T32-T42 | Support de tube MINIATURE 7Broches | | | 4 | 2.9 | 11.6 |
| T13-T23-T 33-T43 | Support de tube MINIATURE 7Broches | | | 4 | 2.9 | 11.6 |
| POT ALPS | Potentiomètre double | 2 x 50K | ALPS Log | 1 | 17 | 17 |
| | Connecteur TBLOCK3 | | | 1 | 1.5 | 1.5 |
| | Connecteur TBLOCK2 | | | 1 | 1 | 1 |
| LM317T1/ 2/3/4 | Régulateurs LM317T | | | 4 | 0.9 | 3.6 |
| 5725 | TUBES CSF MINIATRON | | | 8 | 7.5 | 60.0 |
| | CIRCUIT IMPRIME | LED 182 | | 1 | mémoire | |
| | COFFRET | | | 1 | mémoire | |
| | ALIMENTATION | | | 1 | mémoire | |
| | | | | | | |
| | **COUT TOTAL TTC** | | | | | **127.2€** |

Tableau C

est possible d'avoir les taux de distorsion indiqués. Il est cependant très inhabituel d'utiliser des impédances de charges aussi basses avec des tubes.

Il est possible de régler le circuit KTR pour obtenir une distorsion aussi basse que 0,002 % par volt efficace mesuré en sortie de préampli.

Bien entendu, il faut que le générateur ait une distorsion très inférieure à ces chiffres, ce qui n'est pas très courant.

## COMBIEN ÇA COÛTE ?

C'est le titre d'une émission de télévision bien connue mais cela vous intéresse au plus haut point, car si le circuit stéréo coûte « une fortune », le préampli huit voies coûtera « quatre fortunes » !

Le **tableau C** récapitule composants et prix du commerce spécialisé. Sachez que pour la version Home Cinéma à huit voies, il faudra trente-deux tubes du type 5725.

Oui, je dis bien trente-deux qui, achetés en une fois, coûteront moins de 200 € chez plusieurs annonceurs de votre revue, le prix de vente à l'unité étant compris entre 7,50 € et 10 €. Les prix de revient du circuit d'essai stéréo figurent dans le tableau C.

Vous voilà maintenant en possession de tous les éléments qui vous permettront de tester les performances du circuit KTR, en construisant un petit préampli stéréo d'une grande qualité.

Dans notre prochain article, nous aborderons l'alimentation générale du préampli huit voies Home Cinéma et le préampli. Je vous proposerai également une version simplifiée utilisant deux fois moins de tubes. Dans les articles suivants, nous étudierons la partie « amplification de puissance ».

**A suivre**

**A bientôt et bonne bidouille**

**A. Cocheteux**

# Petites annonces gratuites

Recherche revue technique ou tous documents concernant magnétophone Philips EL3548/22. Tél. : 02 33 57 94 71

Vds petit oscillo Philips PM3200 une trace 10 MHz : 90 €. Alim. prof. « Lambda » réglable 0 à 20 volts/50 Amp. : 190 €. Tél. : 05 49 21 56 93

Vds lot de lampes bradées; générateur-alimentation-analyseur de distorsion-multimètre de table. Matériel prof. Prix bas. Tél. : 04 94 91 22 13 (soir).

Rech. désespérément schéma ampli hifi Telefunken année 1960, 4 x EL 95 en sortie drivés par 2xECC81/réf et schémas Mc Intosh C22 préampli et autres amplis. Tél. : 06 73 45 19 00

Rech. transfos BF Millerioux HH18B-8000 Ω-AH26B-XH36B-6600 Ω. Tubes 6C4-838-71A. Transfo AH53B-SE 2500-3500 Ω. Tweeter Fostex FH50. Tél. : 01 42 04 50 75

Rech. Tubes PX25-NT40-VR40-DA30-PP5/400-ECC32-ECC33-CV181-ECC35-ECC803S-ECC802S-ECC801S. Tél. : 01 42 23 63 64

Vds enc. JBL L36 : 300 €, Altec one: 120 €; 3A Adagio Infinie : 160 €; Compressions JBL 2420 TI; 2441; HPS Fane, Altec. Tél. : 06 07 63 88 58

Rech. TS Millerioux HH18B-AH29B-8000 Ω ou Ampli Filson mod 216 et 225BS pour récup. transfos. Tél. : 01 42 04 50 75

Vds app. mesure : oscillo, capacimètre générateur, fréquencemètre etc. Tél. : 04 68 92 68 70 (rép. si absent).

Rech. doc. complète de montage du kit TSM200. Frais remboursés. Tél. : 05 61 73 57 22 (soir ou WE).

Vds cause arrêt composants neufs 300 chimiques BT, 350 résist., 100 leds,100 circuits intégrés TTL : 35 €. En cadeau : 2 lampes 6L6. Tél. : 05 49 21 56 93

Achète 1 HP Altec 416-8B + 288-8. Lampemètre Hiton H300. Westrex 2326. Tubes 6SN7, E130L. Pavillons 805B. Faire offre. Tél. : 06 30 62 44 30 (soir).

Vds 2 TS 8000 Ω 20 W Heathkit avec 4xEL84 Philips : 183 €. 4x6 L6GA Sylvania : 55 €. Tuner Chapman :61 €. Tél. : 04 50 36 40 15 (ap. 19h00).

Achète tubes Thomson-CSF 5932S-807 WGC. Vds tubes E80CF-5654-EF95. Tél. : 02 97 66 86 94.

Rech. personne confirmée pour réalisation push-pull 845 mono. Vds préamp. Sonic Frontiers SFL2 MK2 avec alim. sép. Prix neuf : 6050 €, vendu : 2600 €. Façade noire. Tél. : 06 23 39 82 99

Vds tubes 6L6GT, 2E22, 6SJ7, PL17, condos Aéro 2200 µF/160V 680 µF/350 V. Matériels neufs. Tél. : 06 72 05 47 39.

Vds cours Educatel Technicien radio TV Hifi théorie et pratique avec matériel dépan'lab neuf jamais servi : 450 € + port. Tél. : 04 50 73 91 20.

Achète numéros revue *Audiophile* ancienne et nouvelle série pour compléter collection. Tél. : 04 95 05 92 16 ou 06 13 06 07 02.

Vds 4 tubes UV TLD 15 W avec balast et supports, starter : 15 €, platine TD Technics SL-BD20 : 60 €. Tél. : 02 35 03 99 36.

Vds deux transf. alim. neufs. Sec 350 V-400 mA/120 V-50 mA/6,3 V-2A/ 2x6, 3V CT-4A/prise écran; Sec : 24 V-1A/6,3 V-1A/220V-350 mA/24 0V - 150 mA : 60 € un. Tél. : 04 91 90 80 32.

Vds deux tuners tube stéréo. Esart FD 2940 et Concertone TX360 LD prév. lég. révis. : 60 € l'unité. 2 tweeters Visaton DHT9AW, 4 Ω, 22 kHz : 50 €. Tél. : 04 91 90 80 32

Vds deux amplis Push-pull EL84 + alim. séparée TFO Chrétien : 400 €. Enceintes Cabasse Clipper 312 : 900 €. Caisson basse HP Focal, 20 à 120 Hz avec filtre act. : 300 €. Tél. : 04 74 51 42 18.

Rech. jeux scientifiques Philips, Gege, Lafont, etc. Coffrets Fischerteknik, Meccano, Marklin Metal, kits Eurelec, Lego. Faire offre. Tél. : 04 70 07 03 39.

Vds Denon DP57L + Linn K9 : 500 €. YBA Intégré DT et phono : 1200 €. Divers HP, LB, Magnéto, TD anciens, petits prix. Tél. : 06 07 08 45 17.

Vds préampli EAR/Yoshino 864 symétrique : 2200 €. Ampli EAR/Yoshino 534 à lampes, symétrique DBLE push-pull de EL34. Etat neuf. Tél. : 06 61 71 72 87 (83).

Vds intégré Kora hybride 150 SB 1067 neuf : 1524 € . Excellente musicalité. Ampli à lampe Hiton : 457 € révisé. Tubes EL 84. Tél. : 01 64 20 28 29.

Vds panneaux Quad ESL 57 TBE : 700 €. Amplis et préamplis Western Electric Transist Réf. 33223-A. Tél : 05 61 73 84 70 (31).

Vds 4 tubes 6V6 EH (10 heures) : 45 €. Kits enceintes Quatuor, Micron HP Vifa/filtres (cf. *NRDS* n°210) : 150 €. Tél. : 03 22 93 32 21.

Vds compteur fréquencemètre HP 5300B et prédiviseur 1,5 GHz : 90 €. Tél. : 06 72 53 29 97.

Vds deux transfos de sortie CME 3000 Ω/8Ω pour PP triodes 2A3, 6AS7G : 200 €. Tubes 6BQ7A, EF 184, EF 80, ECF200, EC88, ECC84, ECF80 : 5 € le tube. Tél. : 01 47 00 33 61.

Vds module ampli Monacor PMA-202 : 180 W-8 Ω avec dissipateurs. Matériel neuf : 120 €. Tél. : 01 39 31 05 56 (soir).

Vds prototype préampli audiophile *Led* n°175, sans vinyl, boîtier noir, tubes E80CC : 750 €. Tél. : 03 20 48 77 88 (HB)

Vds ampli intégré à tubes Dynaco SCA35 en parfait état : 350 €. Tél. : 03 20 55 25 71 ou 06 83 06 90 11.

Vds tuner Marantz mod. 20, coffret bois, état collection : 1300 € (à débat.). tél. : 06 61 76 55 73.

Rech. schéma ampli de puissance Soundcrafsmen PA5001 ou MA5002. Modèle sans ou avec vumètre. Frais remboursés. Tél. : 03 29 25 53 52.

Vds caisses Maumorn IV : 600 €. 2 HP PM7C H5 : 152 €. Préampli Onkyo intégra P304 : 228 €. Tél. : 01 39 13 80 76.

Vds ampli Led Le classique 146-150. Composants Audio Note, transfos de sortie moules Hexacom CHPG 65 superbe : 650 € à déb. Tél. : 02 99 32 13 06.

Vds Leak Varislop 2 stéréo préampli 230 €. Tube ECL86 Phil : 8 € pièce. Tube 5881 SOVT : 15 € pièce. KT66 GEC : 75 € pièce. Tél. : 04 50 36 40 15 (ap. 19h00).

Vds condos neufs 150 000 µF 25V et 4700 µF 450/500V Aerovox, Sprague. Tél. : 05 56 61 77 50 (soir).

Vds HP Supravox T285 HF 64 Rembranés, 8 Ω, garantie : 03/2004 : 300 €. Tél. : 04 90 88 94 69 (HR).

Vds oscillos 2 x 100 MHz : 120 €. Fréquencemètres 1 GHz : 76 €. Génés + divers amplis home cinéma. Tél. : 02 32 80 37 04 ou 06 89 36 57 69 (Rouen).

Vds distortiomètre, analyseur spectre BF, oscillo, générateur fonctions, analyseur audio, lampemètre. Composants lampes, condos, ECT bradés. Tél. : 04 94 91 22 13 (soir).

Vds ou échange ampli-préampli Pionner SA5300 TBE 2x25 W : 70 €. Tuner CT800 Yamaha Natural Sound : 125 € TBE. Achète caisses vides subbasse. Tél. : 04 73 36 81 29 (HB).

Vds pavillons JBL 2345 : 152 € la paire. 2 paires de tubes 5V4G : 7 € pièce (neufs). 2 compressions BETC de 25 : 91 €. 2 Beyma CP21 : 120 €. Tél. : 06 87 01 06 84.

Vds valves de redressement : 12 € pièce. Tél. : 01 44 84 06 11.

Cherche résistances 1 ou 2 W, style tantale ou Ricquen. Echange possible contre condo de qualité. Tél. : 03 80 38 26 19.

Vds condos papier huilé de 0,047 à 38 µF + film plastique 1 et 2 µF, liste à demander. Sugden A28 II : 200 € avec P28 en panne. Tél. : 03 80 38 26 19.

Vds magnétophone Uher 4000L, très bel état avec sacoche d'origine, alimentation secteur, 2 bandes. Tél. : 04 76 27 18 75.

Vds oscilloscope Philips PM3217, 2 voies, 50 MHz, double base de temps, synchro vidéo, TBE, sur-isolé avec deux sondes Tektro 100 MHz : 240 €.Tél. : 04 76 27 18 75.

Achète amplis Bouyer ST10, ST20, ST30 ainsi qu'un récepteur AM/FM des années 60 de chez Grundig ou Telefunken, Ribets-Desjardins. Tél. : 06 12 49 45 01.

Rech. 38 cm JBL K-145 ou E-140 d'occasion. Faire offre raisonnable. Tél. : 05 62 79 75 06.

Rech. toute doc. sur tous modèles de marque DBX. Tél. : 01 43 02 36 60.

Vds à collectionneur intégré 1960 Harman Kardon A500, lampes pp7355 2x40W, lampes et condos neufs, révisé : 1374 €. Intégré Luxman 2x110 W L435 TBE. Tél. : 01 46 32 31 67.

Vds deux transfos Hexacom 3000/8 Ω pour PP triode 2A3/6AS7G : 200 €. Tubes EC81, EI86F, ECL86, 6U8, EF86 : 10 € le tube. Tél. : 01 47 00 33 61.

Vds Cabasse : 20 €. Boston CR7 : 150 €. Thorens 166 MK2 : 100 €. Potent log STE : 8 €. Condo 1500 µF 400 V : 20 €. Ampli Philips : 60 €. 100000 µF 40 V : 25 €. Tél. : 06 30 62 44 30.

Vds nombreux HP : Philips, Audax, Triangle, Coral, Siemens, Gego, Altec, Trusonic. Tous large bande. GBF, oscillo à tubes pour pièces. Préampli Sunsey L'audiophile. Filtre secteur Schaeffner. Condos Western Electric. Mylar armatures Sangamo. Tél. : 01 43 27 56 31.

Vds conds chimiques : Felsic 250 Vcc 4700µF x 8 : 100 €. BC 330 µF 385 V x 12 : 35 €. Frako 510V 440 µF x 4 : 25 €. 8 conds PCR (SCR) 4, 7 µF, 150 V ALT : 30 €. Self ampli : 50 €. Tél. 02 31 80 91 08.

Vds transfo Lundahl sortie LL1620PP, inter-étage, LL1660 PP, entrée LL1588, tous neufs. Tél. : 01 48 50 71 06 (rép.)

Vds pavillons Iwata 2 pouces à divers stades de finition. Tél. 02 33 94 43 32.

Vds paires de HP : 2 JBL Alnico 2420, 2x2470 Alnico, 2xFostex T845, 2xAltec 417-8H, deux filtres 3106, LX13, N1200, deux pavillons 2397. Prix à négocier. Tél. : 01 34 78 38 44 ou 06 86 50 30 47

Vds banc contrôle BF et TBF Lind 500W avec géné. 5 Hz/50 kHz, sweep et compression+analyse et doc. : 400 €. + port. Transfo 2x16 V/10 Amp : 23 €+ port. Tél. : 02 48 64 68 48.

Vds paire HP large bande Fostex FE208 Sigma neuf : 400 €. Enceinte à

# Petites annonces gratuites

pavillon replié « Jericho » avec FE208 Sigma : 800 €. Cherche paire tweeter Electrovoice T350. Tél. : 02 98 07 81 27.

Vds 4 HP Audax WFR24 : 170 €. Ampli Thorens PR24 : 600 €. TD125 bras T30 : 100 €. 2 tweeters Beyma CP21F : 160 €. 4 tweeters Audax dôme D25 : 150 €. TD 160 sans bras : 80 €. Paire enceintes Beweridge, hauteur 2 m, vides : 380 €. Tél. 06 19 05 89 24.

Vds préampli Beard CA35 tubes neufs : 1000 €. Tuner Accuphase T107 : 900 €. Platine TD Mission tripod avec Linn K18 : 600 €. Cherche deux transfos de sortie pour PP EL84 Z = 8000 Ω, haute qualité. Tél./Fax : 02 98 57 12 76 (soir).

Rech. *La Radio, mais c'est très simple*, Aisberg Edition 75 et *Les petits montages radio*, L. Péricone.
Tél. : 04 70 90 12 86.

Vds alim. variable, magnéto à bandes ø13 à 15 cm. Moniteurs 36 cm N & B avec ampli son. Condensateurs 27000 µF, 22000 µF, 47000 µF. Appareils mesures divers. Diodes diverses 1N3300, 1N3900, 1N3911.
Tél. : 06 72 74 94 00.

Rech. lampemètre et géné. bon état. Vds amplis monotriodes haute qualité 300B AD1. Lampes ECF 802, EL504, PCC189, 6V6 + nombreuses réf.
Tél. : 05 62 88 34 19.
Vds 1 HP Fertin 46 cm. Lecteur CD Studer A729. Tuner Sphinx. WE555. Préampli SRPP. Tubes : EF 804S, 6336A, ECC83TFK, EL156 TFK, 274A.
Tél. : 01 56 08 17 48.

Rech. en état ou à réparer enceintes Perspective et ou Audience (Gilles Millot). HP Audax en état : tweeter TW8B, médiums. WFR12, grave WFR24. Tél. : 03 21 52 27 50

Vds VT4C x 4 : 120 € nos Ge EL 34 x 2 = 30 €. Nos Philipps, 6L6WGB x 2 = 30 €. Nos Tungsol, 6SL7GT x 2 = 12 €. Sontek, 6 SN7GT x 2 = 12 €. Sontek 12AY7 x 4 = 32 €. EH. Rech. SME 3009.
Tél. : 03 85 50 41 18.

Rech. *Led* n°1 au n°120. Faire offre.
Tél. : 04 68 50 24 01.

Vds magnéto à bande Revox type A77 sans accessoire : 100 €. Magnéto Uher 4000 Report-L pannes, sans accessoire : 40 €. Tél. : 05 55 62 82 42.

Achète ouvrage de Roger Raffin *L'émission et la réception d'amateur*, 6e édition, en bon état.
Tél. : 06 80 38 62 55.

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

Vds ampli classe A, 2x20 W, montage Hiraga, filtrage CO39, transistors japonais. Bon état : 500 €.
Tél. : 06 23 55 84 85.

Vds livres radio, audio, mesures, électronique, TV, anciens et récents. Cherche matériels astrophoto.
Tél. : 01 40 65 00 69 (soir), andre.gastaud@wanadoo.fr

Vds JBL 2405H : 400 €. Bras SME 5 : 1500 €. Palet presseur SME : 200 €. Denon DL103 + transfos : 500 €. Thorens TD166K2 : 100 €. TD Goldmund : 400 €. Tél. : 06 11 34 92 29.

Vds géné HF Wobulateur, HP 8620C et tiroir 1,36 GHz (HP86220) et fréquencemètre Oritel 1,36 GHz avec docs et schémas : 550 €. Tél. : 06 72 53 29 97.

Vds oscillo Hameg 203-7 : 300 €. Tuner Revox B260 : 200 €. Robin Bossy 9, lot La Bourgade, 13610 Puy Ste Reparade

Vds ampli Classe A PSE6C19 2x6 W : 250 €. Ampli Classe A 6B4-2A3 : 400 €. Ampli SE6V6 : 350 €. Tube KT88 JJ : 38 €. Neuves et appariées EL84 : 6 €. 807 (deux à 6 €).
Tél. : 01 46 75 92 47

Vds 10 condos pro 1000 µF 350V : 12 € pièce. 9 condos CEF 100 + 50 + 50 + 50 µF 350/385 V : 9 € pièce. Tous neufs.
Tél. 05 62 71 16 81 ou 06 63 01 99 91

Vds paire Apertura Atlante TBE : 5500 €. Pré et ampli Dual mono, étalon SL67/SL810 TBE : 5500 € (à débat.).
Tél. 06 15 51 72 29.

Vds tubes à vide ECLL800, 6V6GTA, 5Y3GB, 5R4GYS, EM34, 807, 6L6GC, 813, DCG4/1000, G866A, GZ32, Digrille DG410, culot 51. Tél. : 03 81 52 66 65.

Vds matériel neuf en emballage d'origine +notice : préamplis Ancron AVM EV01. Convertisseur PS audio. Laserdisc CLD2950 Pioneer. Tubes KT8 Marconi, NF2TFK, 813 RCA. Tél. : 03 82 54 42 41.

Vds ampli 2x3,5 W à 2A3, alim. à tubes séparée comp. haut de gamme. Condo PAP.H MKP, SCR, entrée E83CC. 2A3 monoplaque transf. magnetic : 1070 €
Tél. : 04 76 07 09 42 (h.trav.).

Vds tuner à tubes Magnetic France (schéma). Chaîne mono Quad 2 1960, HP 416-8C neuf. Tubes 6SJ7, 6AU6, 25L6. Tél. 04 67 87 97 92.

Vds ampli intégré à tubes Dynaco SCA35 TBE 2x17,5 W : 350 €. Câbles secteur 2 et 3 m neufs : 45 € et 50 €.
Tél. : 06 83 06 90 11 ou 03 20 55 25 71.

Vds 2 HP Supravox 38 cm 400 GNB 98 dB : 920 €. 2 compressions 2" JBL 2445 : 600 €. 2 tweeters compression JBL2405 : 320 €. 2 pavillons 2" Sectoriels, bois sablé : 950 €.
Tél. : 04 67 88 14 69 ou 06 14 18 76 45.

Rech. bon samaritain pour m'aider à dépanner un oscillo à tubes.
Tél. : 05 61 84 34 70.

Vds VT4C x 4 : 120 €. Nos GE, EL 34 x 2 = 30 €. Nos Philips, 6L6WGB x 2 = 30 €. Nos Tungsol, 6SL7GT x 2 = 12 €. Sovtek, 6SN7GT x 2 = 12 €. Sovtek, 12AY7 x 4 = 32 €. Rech. SME 3009. Tél. : 03 85 50 41 18

Vds coffrets pour réalisation top design du PP845 conforme aux schémas et aux CI des *Led* n°s 172 et 173. Tous les perçages effectués sont prêts à câbler.
Fabrication industrielle très soignée.
Photos sur demande.
Tél. : 06 22 85 70 96

# Votre annonce gratuite

**LA GRILLE CI-DESSOUS EST À REMPLIR LISIBLEMENT EN CARACTÈRES D'IMPRIMERIE**

NOM

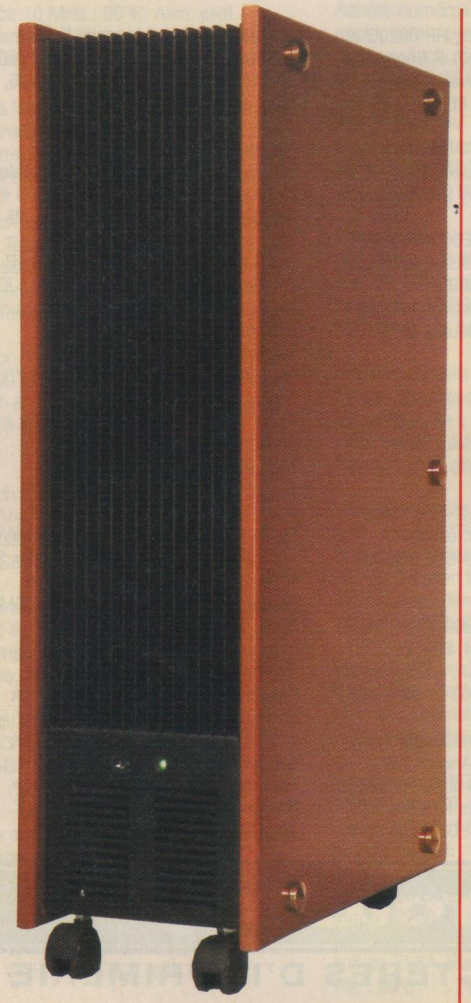
ADRESSE

TEL

TEXTE DE L'ANNONCE

**A retourner à Editions Périodes 2-12 rue de Bellevue 75019 Paris**

# LE GK « FIVE » AMPLIFICATEUR MULTICANAUX



## Conception

- **Jusqu'à 5 amplificateurs de puissance.**
- **Protections locales avec surveillance des tensions régulées et détection du courant continu en sortie.**
- **Protection générale avec temporisation secteur et surveillance des fusibles.**
- **Conception modulaire.**
- **Télécommande infrarouge optionnelle.**
- **Boîtier dissipateur vertical spécialement dessiné pour ce projet.**

**Après vous avoir présenté la philosophie de notre système GK FIVE et le module « alimentation locale » dans le n°181 de Led, nous allons maintenant décrire les modules « protection locale », « alimentation commune puissance » et « driver ».**

Fidèles à notre habitude, ces modules pourront être adaptés à d'autres réalisations que vous personnaliserez moyennant un minimum de modifications.

## MODULE « PROTECTION LOCALE »

En règle générale, un défaut grave de fonctionnement d'un amplificateur se traduit par l'apparition d'une tension continue en sortie qui a de grande chance de détruire, à très court terme, le haut-parleur auquel il est connecté. Il est donc particulièrement important de surveiller ce paramètre. C'est encore plus critique dans le cas d'un système multi-amplifié où le haut-parleur est connecté directement à l'amplificateur sans la (relative) protection d'un filtre passif. Nous avons également inclus la surveillance de deux tensions (positive et négative) qui, dans le cadre de ce projet, seront les deux tensions régulées Vd (+/- 52,5 V) alimentant les étages d'entrée de l'amplificateur. Son synoptique, présenté à la **figure 1**, nous renseigne sur ses différentes fonctions, à savoir :

- Une protection contre le courant continu en sortie ampli
- Le contrôle de deux tensions (positive et négative)
- La commutation par relais de la sortie amplificateur vers la charge.

Examinons maintenant en détails le schéma (**figure 2**) de ce module de protection locale au travers des fonctions proposées.

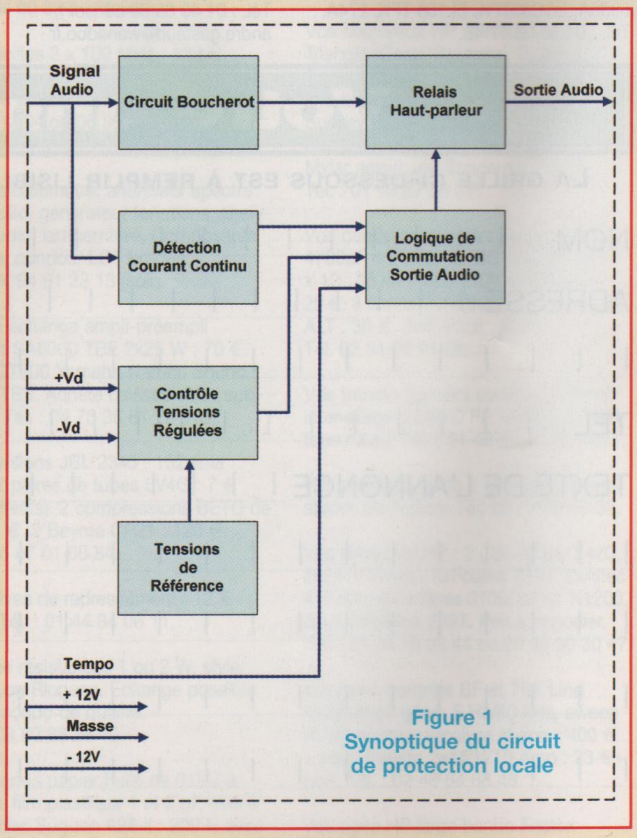



Figure 1
Synoptique du circuit de protection locale

## LE DÉTECTEUR DE COURANT CONTINU

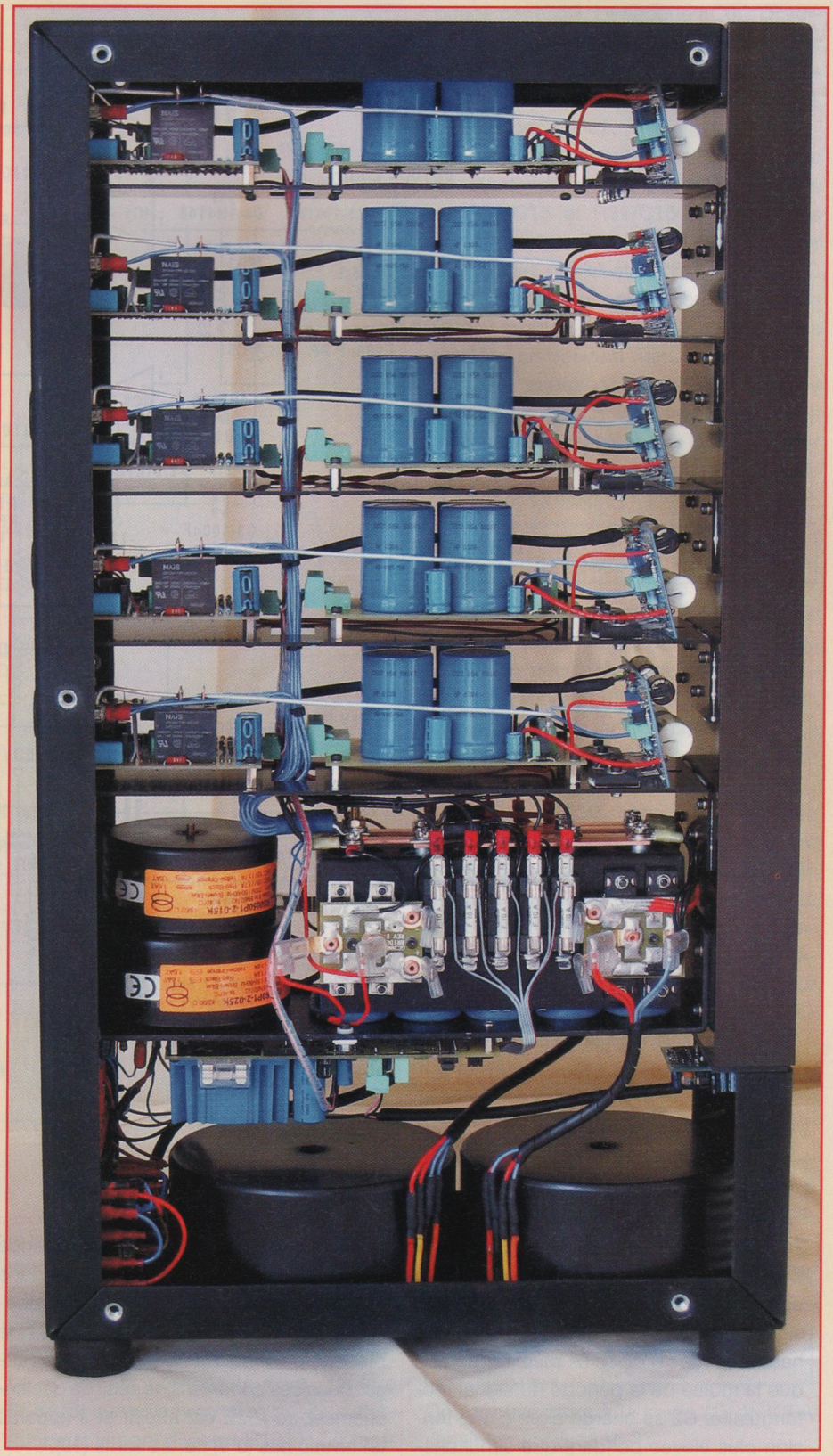
Le schéma le plus classique est d'utiliser un condensateur non polarisé faisant office d'intégrateur et commutant un relais au travers d'un transistor. Le problème avec ce type de circuit est le choix de la valeur pour cette capacité de filtrage :

- Trop faible et le moindre signal basse fréquence de niveau assez élevé déclanchera à tort la protection
- Trop élevée et la protection tardera à se déclencher, diminuant ainsi le niveau de protection.

Il y a quelques années, M. Riester publia, dans une revue d'électronique, un détecteur original de par sa conception relativement simple et ses performances. Son temps de réaction est rapide (inférieur à 75 ms), tout en offrant une protection aux très basses fréquences (inférieures à quelques Hertz). Après avoir longuement testé ce circuit, nous avons décidé d'utiliser ce principe.

Il est composé de deux parties symétriques. La partie supérieure (IC1A/T1/IC2E) assure la détection des tensions positives et la partie inférieure (IC1B/T3/IC2D), les tensions négatives. Le signal audio disponible en sortie de l'amplificateur est appliqué au circuit par l'intermédiaire de la résistance R3. Les couples de diodes en série D2 - D7 et D3 - D8 écrêtent le signal à une valeur de 1,2 V et protègent les entrées des TL082.

IC1A et IC1B sont montés en comparateur avec des tensions de référence de +/- 0,6 V (fixées par R2/D4 pour le positif et R10/D12 pour le négatif). La sortie (1) de IC1A bascule au niveau haut (+12 V) lorsque la tension d'entrée dépasse le seuil de + 0,6 V et la sortie (7) de IC1B passe au niveau haut (+ 12 V) lorsque la tension d'entrée est inférieure à – 0,6 V. Le basculement produit ainsi un signal quasi rectangulaire évoluant au rythme du signal audio chargeant alternativement les condensateurs C2 et C4 via les résistances R1 et R11 sans atteindre la valeur de déclenchement des



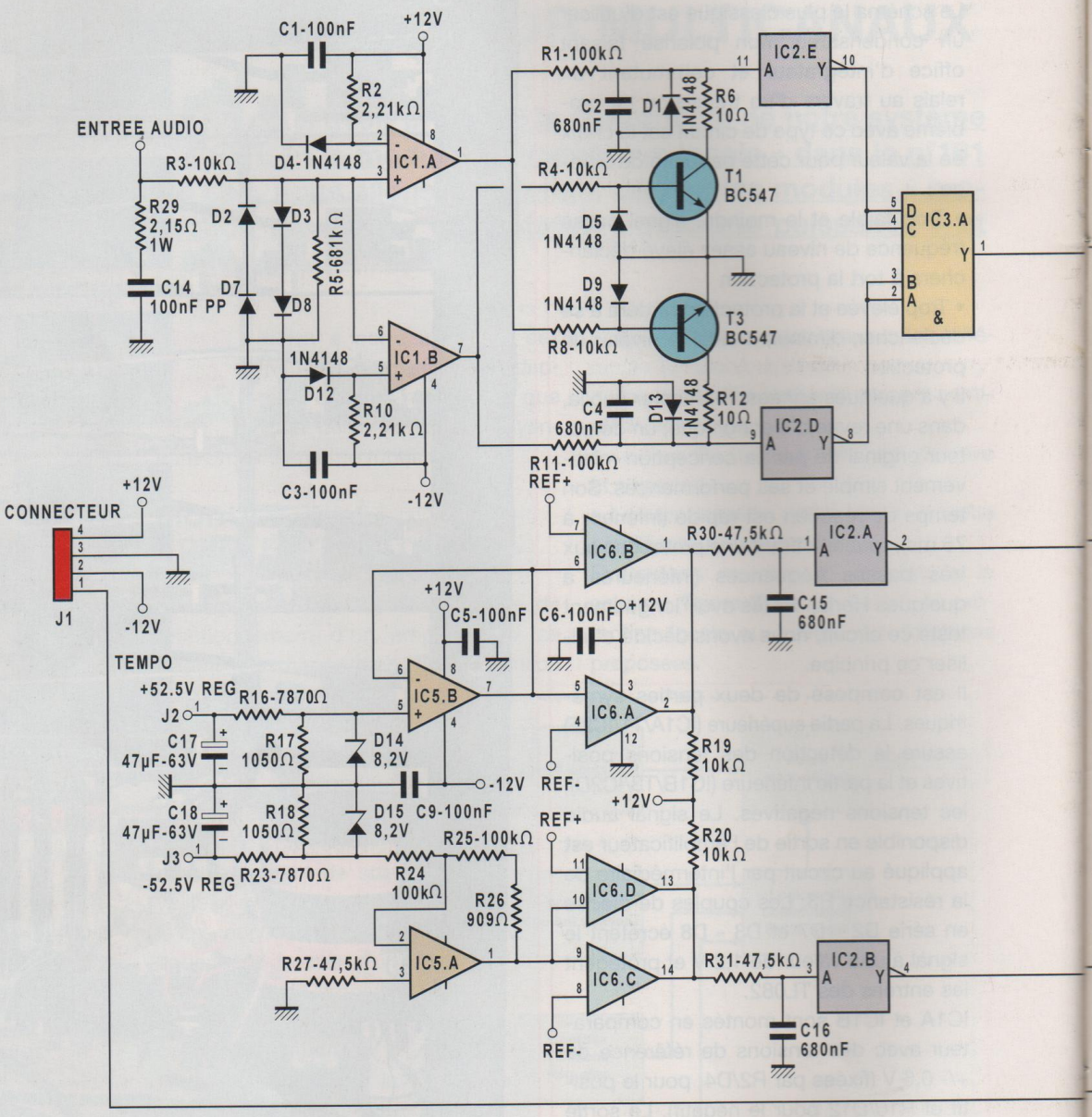
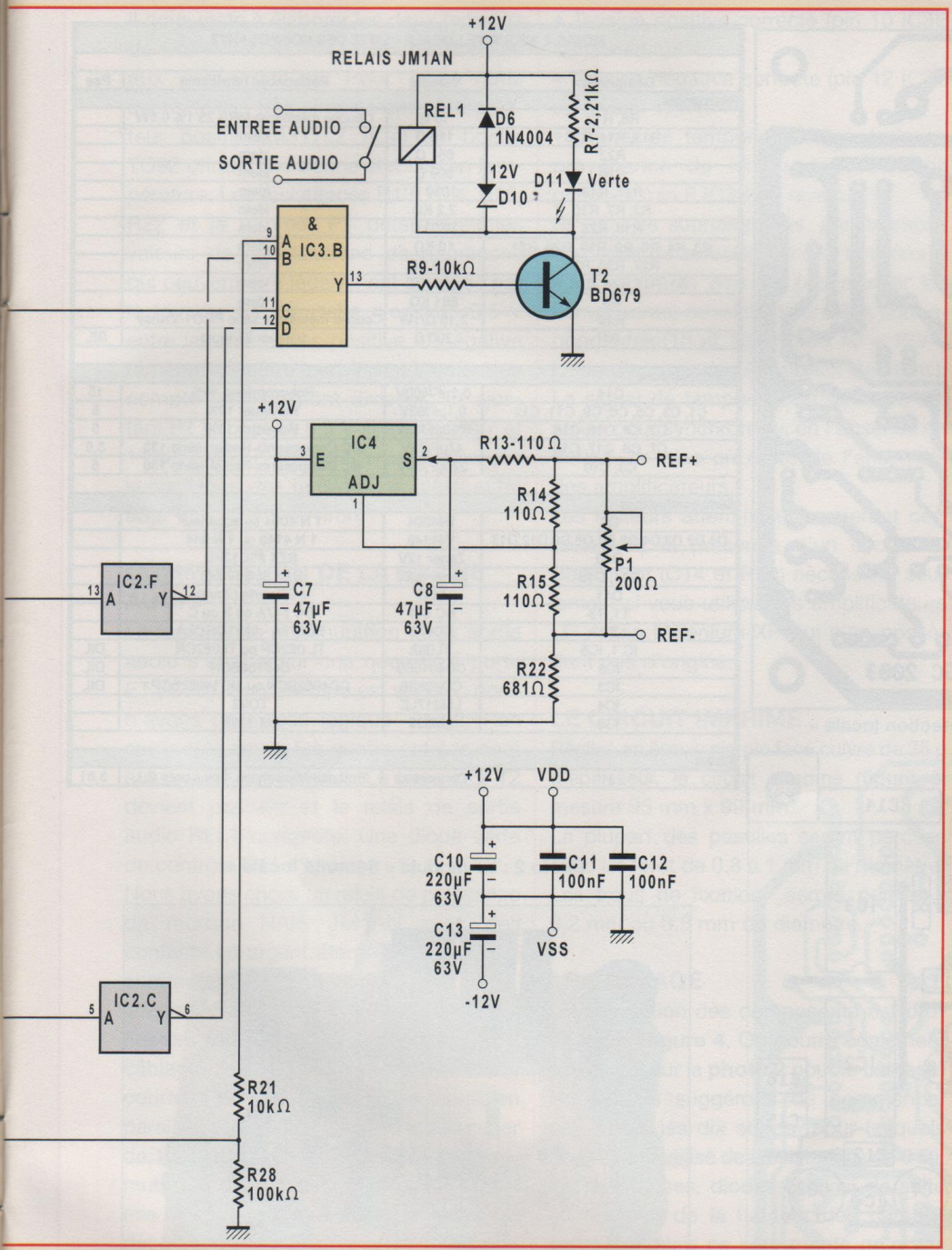



**Figure 2**
**Schéma du module « protection locale »**

inverseurs logiques CMOS IC2E et IC2D. Ce cycle sera perturbé si, par exemple, une tension positive superposée au signal audio vient maintenir au niveau haut la sortie (1) de IC1A plus longtemps que la moitié de la période du signal rectangulaire. C2 se charge alors à une tension plus élevée pendant que simultanément le transistor T3, via la résistance R8, court-circuite la charge stockée dans C4 au cours de la demi-période précédente. Cette action provoque, via R11, le blocage de T1 et C2 ne peut être déchargé. Dans ces conditions, le seuil de déclenchement de IC2E est atteint et il apparaît un niveau bas (0 V) sur sa sortie (10).

Le processus est identique pour la partie négative. La protection des bases des transistors T1 et T3 est assurée par les diodes D5 et D9. En fonctionnement normal, la sortie (1) de IC3A (quadruple porte ET) est au niveau haut et passe au niveau bas en cas de défaut. On peut noter que le temps de réaction du systè-




me est fonction de la pseudo période de R1-C2 (R11-C4) et du seuil de déclenchement des inverseurs IC2E et IC2D.

## CONTRÔLE DES TENSIONS RÉGULÉES

Utilisant des régulateurs intégrés hors de leur zone de protection naturelle, nous avons inclus une surveillance de leur tension de sortie afin de prévenir tout risque. Ce circuit est basé sur un quadruple comparateur LM339 monté en double comparateur à fenêtre.

Le premier comparateur à fenêtre (IC6A/B) surveille la tension positive atténuée par le pont diviseur R16/R17et tamponné par IC5B. Le second (IC6C/D) surveille la tension négative atténuée par R23/R18 et inversée par IC5A. Les diodes zeners D14 et D15 protègent les entrées des TL082.

Nous avons ajouté une très légère constante de temps par l'intermédiaire de R30/C15 et R31/C16 en sortie des comparateurs. Deux inverseurs « trigger de Schmitt » IC2A et IC2F (IC2B et IC2C pour le négatif) donnent à leurs sorties un niveau logique haut stable, tant que les tensions se trouvent dans les limites.

Dans le cadre de notre étude, nous avons fixé à 52,5 V la valeur moyenne des tensions régulées. Le pont diviseur R17/R16 ramène cette tension à 6,18 V suivant la formule :

$$\frac{R17}{R16+R17}$$

Cette tension est transmise à l'entrée du comparateur à fenêtre par la sortie (7) de IC5B. On peut noter que cet amplificateur opérationnel utilisé en suiveur n'est pas réellement indispensable, mais il nous restait la moitié d'un TL082 (utilisé pour la partie négative).

La tension - 52,5V est traitée de la même façon, hormis le fait que le signe est inversé par IC5A monté en inverseur. On remarque que le gain de cet inverseur est légèrement différent de (- 1) pour compenser l'altération apportée par la présence de R24 sur le pont diviseur R23/R18 qui, d'un point de vue électrique, se trouve en parallèle avec R18.

La formule devient :

$$\frac{R18}{R23+Rx} \quad \text{avec} \quad Rx=\frac{R18+R24}{R24\times R18}$$

La tension - 52,5 V est donc ramenée à 6,12 V seulement au lieu de 6,18 V. La résistance R26 permet d'adapter le gain de l'amplificateur opérationnel monté en inverseur en conséquence suivant la formule :

$$-\frac{R25+R26}{R24}$$

On retrouve alors à la sortie (1) de IC5A sensiblement 6,18 V.

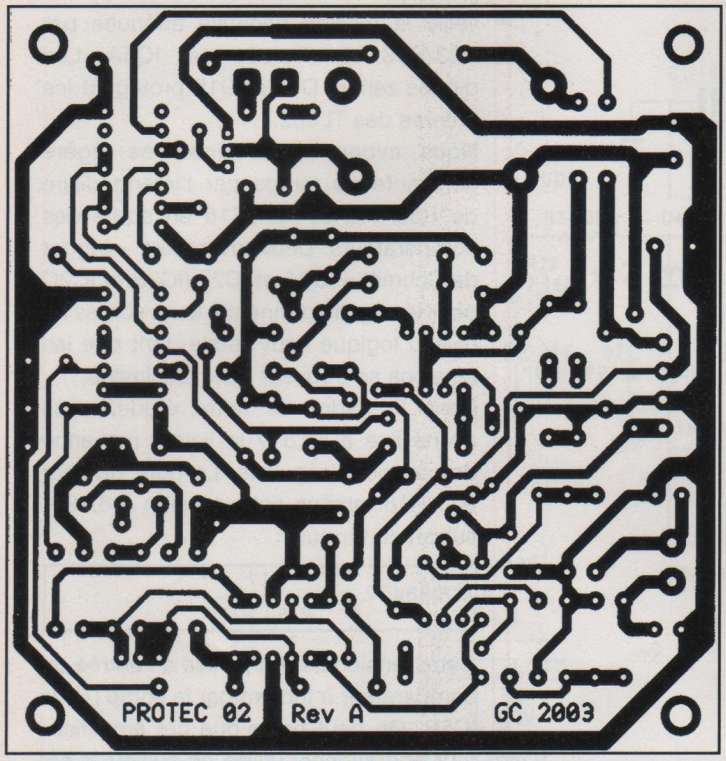



Figure 3 : Circuit imprimé du module « protection locale »

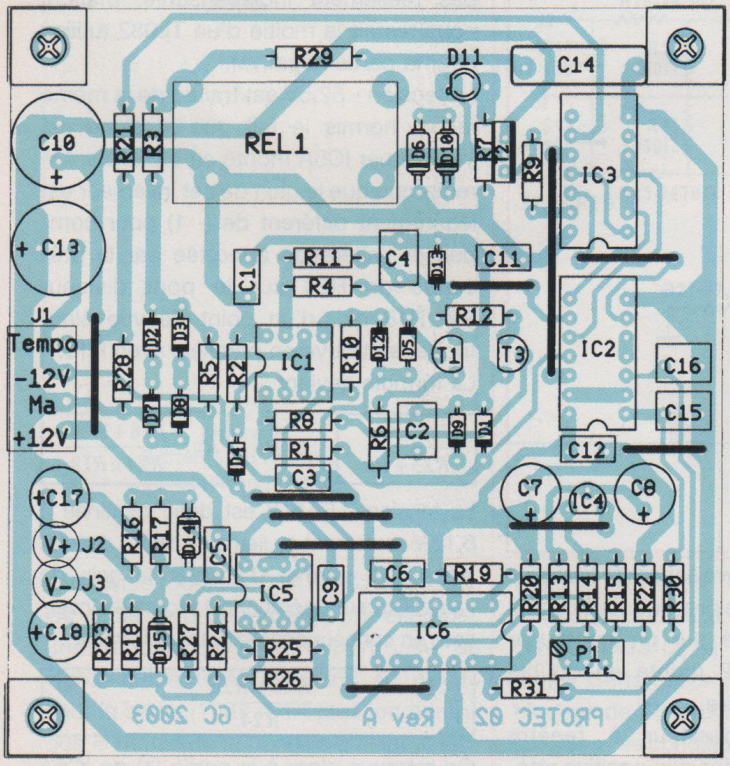
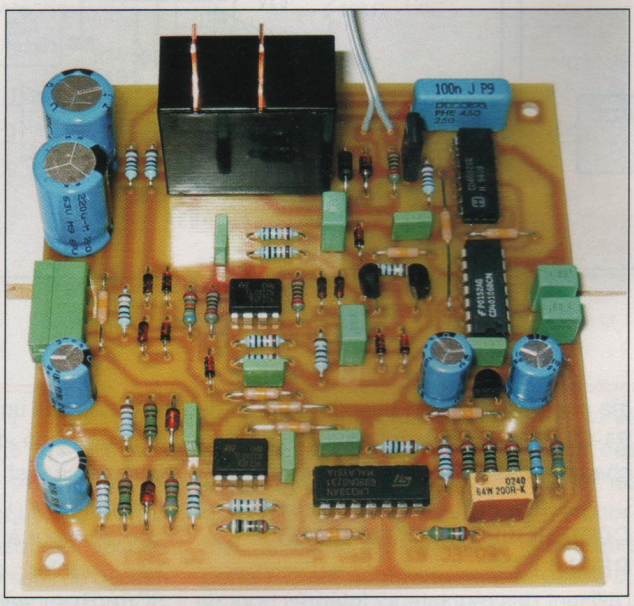



Figure 4 : Implantation des composants

| MODULE SECURITE LOCALE - LISTE DES COMPOSANTS | | | |
|---|---|---|---|
| **Désignation** | **Valeurs** | **Références fabricants** | **Pas** |
| Résistances | | | |
| R6, R12 | 10 Ω | Couche métallique MRS 25 1% 0,5W | |
| R13, R14, R15 | 110 Ω | idem | |
| R22 | 681 Ω | idem | |
| R26 | 909 Ω | idem | |
| R17, R18 | 1050 Ω | idem | |
| R2, R7, R10 | 2,2 KΩ | idem | |
| R16, R23 | 7870 Ω | idem | |
| R3, R4, R8, R9, R19, R20, R21 | 10 KΩ | idem | |
| R27, R30, R31 | 47,5 KΩ | idem | |
| R1, R11,R24, R25, R28 | 100 KΩ | idem | |
| R5 | 681 KΩ | idem | |
| R29 | 2,15 Ω/1W | Couche métallique série PRO1-Vishay | |
| P1 | 200 Ω | trimmer 25 tours | SIL |
| Condensateurs | | | |
| C14 | 0,1µF/400V | Polypropylene 10% | 15 |
| C1, C3, C5, C6, C9, C11, C12 | 0,1µF/63V | Polyester 10% | 5 |
| C2, C4, C15, C16 | 0,68µF/63V | Polyester 10% | 5 |
| C7, C8, C17, C18 | 47µF/63V | BC Composants-Radial -série 135 | 3,5 |
| C3, C10 | 220µF/63V | BC Composants-Radial -série 135 | 5 |
| Semi-conducteurs | | | |
| D6 | 1N4004 | 1 N 4004 ou supérieur | |
| D1,D2,D3,D4,D5,D7,D8,D9,D12,D13 | 1N4148 | 1 N 4148 ou 1 N 914 | |
| D10 | Zener 12V | BZX 85C12RL | |
| D14, D15 | Zener 8,2V | BZX 85C8V2RL | |
| D11 | LED | LED verte (2mm) | |
| T1, T3 | BC 547 | BC 547A ou B ou C | |
| T2 | BD679 | BD679A - MOTOROLA | |
| IC 1, IC5 | TL082 | TL 082CP ou TL082CN | DIL |
| IC2 | CD40106B | C40106BCN | DIL |
| IC3 | CD4082B | CD4082BCN ou MC14082BCP | DIL |
| IC4 | LM317LZ | TO92 | |
| IC6 | LM339 | LM 339N | |
| Divers | | | |
| J1 | Connecteur | Embase Miniconnec 4 pins pour C.I. | 3,81 |

Photo 2 : Le module « Sécurité locale »



Il nous reste à élaborer les deux tensions de références REF+ et REF- nécessaires aux comparateurs. Pour cela, nous avons utilisé très simplement un régulateur positif LM317LZ (IC4) en boîtier TO92 offrant une bonne stabilité en température. Les résistances R13, R14, R15, R22 et le trimmer P1 déterminent les valeurs de ces tensions de références qui peuvent être légèrement ajustées par le trimmer P1. Le delta d'environ 0,5 V entre les références positive et négative ramène la fenêtre à environ 4 V en entrée compte tenu du pont diviseur. En ajustant P1 pour avoir 6,3 V aux broches 7 et 11 du LM339, ce réglage permettra une surveillance des tensions régulées entre 53,5 V et 49,5 V environ.

## COMMUTATION DE LA SORTIE AUDIO

La logique de commutation de la sortie audio s'appuie sur une quadruple porte ET (IC3B). Son principe est simple : nous n'avons un niveau logique « haut » en sortie (13) que si les quatre entrées sont aussi à un niveau haut. Le transistor T2 devient passant et le relais de sortie audio REL1 commute. Une diode verte de contrôle D11 s'allume.

Nous avons choisi un relais de puissance de marque NAIS JM1AN avec des contacts en argent étamé et capable de commuter des courants de 20 A. Il a également l'avantage de disposer de cosses Faston sur le dessus facilitant ainsi le câblage. Pour protéger le transistor des courants inductifs, nous avons inséré, en parallèle avec la bobine, une diode zener de 12 V en série avec une diode de commutation. Cette façon de procéder a permis de réduire notablement le temps de décollage du relais. En effet, l'insertion d'une simple diode de protection dégrade considérablement les performances des relais dans ce domaine.

En résumé les conditions à réunir pour que le signal audio soit disponible en sortie sont les suivantes :

- Pas de présence de tension continue (pin 11 IC3B au niveau 1)
- Tension positive correcte (pin 10 IC3B au niveau 1)
- Tension négative correcte (pin 12 IC3B au niveau 1)
- Signal de temporisation générale en provenance du circuit de protection générale (pin 9 IC3B au niveau 1).

Si vous ne souhaitez pas, par exemple, du circuit de surveillance des tensions, il vous suffira (à part ne pas monter les composants) de relier les entrées correspondantes (10 et 12) d'IC3B au + 12V à l'aide d'une simple résistance de 10 kΩ. Le signal de temporisation générale est utilisé pour synchroniser, en l'absence de défaut, la mise en route de l'ensemble des amplificateurs.

Les lecteurs attentifs remarqueront certainement la présence d'un circuit de Boucherot (C14 et R29) nécessaire seulement si vous utilisez les amplificateurs LC Audio Millenium XP qui n'en possèdent pas d'origine.

## LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Réalisé en époxy simple face cuivre de 35 µ d'épaisseur, le circuit imprimé (**figure 3**) mesure 95 mm x 99 mm.

La plupart des pastilles seront percées avec un foret de 0,8 à 1 mm de diamètre. Les trous de fixation seront percés à 3,2 mm ou 3,5 mm de diamètre.

## LE CÂBLAGE

L'implantation des composants est proposée en **figure 4**. On pourra également s'appuyer sur la **photo 2** pour le câblage. Nous vous suggérons de commencer par câbler les dix straps (pour lesquels nous avons utilisé des résistances de 0 Ω), les résistances, diodes et ainsi de suite en fonction de la hauteur des composants. Le relais ne sera monté qu'après avoir éliminé avec un solvant les résidus de soudure présents sur le circuit. Cela permettra de limiter autant que possible la pénétration du produit de nettoyage dans le corps du relais. Quelques expériences malheureuses dans le passé, avec des relais réputés étanches au nettoyage, nous ont rendus méfiants.

## RACCORDEMENT ET ESSAIS

On procédera au préalable aux vérifications d'usages : dégraissage du circuit, inspection des soudures et respect de la polarité des condensateurs. Il est très fortement suggéré de tester et régler chaque module individuellement facilitant ainsi le dépannage éventuel.

Pour cela, on raccordera temporairement une résistance de 10 kΩ entre la broche tempo et le + 12 V du connecteur J1 de façon à forcer un niveau haut. On alimentera alors le module en +/- 12 V. Régler le trimmer P1 pour lire 6,3 V à la broche 7 de IC6. Profitez-en pour vérifier que vous avez bien environ 0,5 V de moins à la broche 4.

Puis, comme il est très rare de disposer d'une alimentation réglable double +/- 60 V, on pourra vérifier la fonction contrôle des tensions en injectant directement une tension aux bornes des diodes zener de protection D14 et D15.

Attention, **il ne faut en aucun cas dépasser les 8,2 V si vous ne voulez pas les détruire**. Régler votre alimentation à +/- 6,2 V et vérifier que vous obtenez bien un niveau logique haut aux broches 10 et 12 de IC3.

Faites varier légèrement l'une puis l'autre de ces tensions et vérifiez que le niveau logique change lorsque vous atteignez les tensions de références REF+ et REF-. Vous devez normalement entendre le bruit de commutation du relais et voir la diode led s'allumer.

Pour vérifier le bon fonctionnement du circuit de protection « courant continu », injectez une tension positive de 1,5 à 2 V sur R3 ou, si vous utilisez le relais recommandé, sur la cosse Faston correspondante. On doit observer un niveau logique bas sur les broches 4 et 5 de IC3. Injecter une tension négative et c'est maintenant sur les broches 2 et 3 de IC3 que l'on doit observer un niveau bas.

Une pile (R6) pourra servir de source de tension continue. Il suffira d'inverser les branchements pour obtenir une polarité positive ou négative. Les vérifications sont maintenant terminées. Vous pouvez

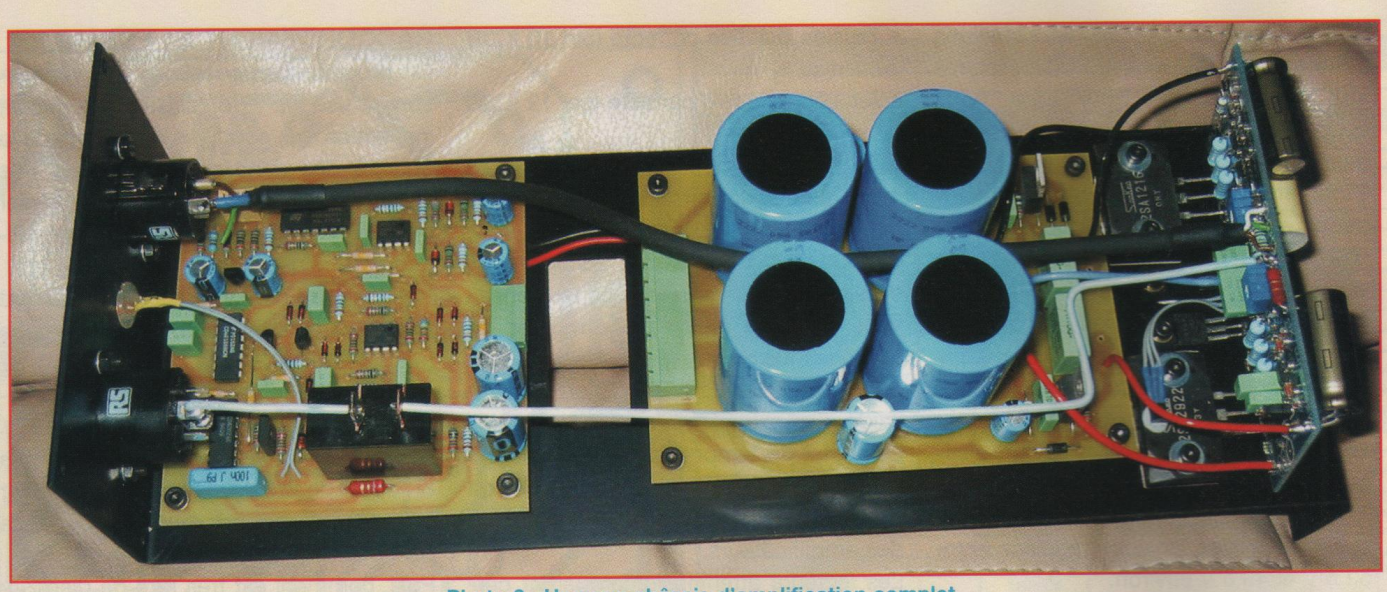


Photo 3 : Un sous châssis d'amplification complet

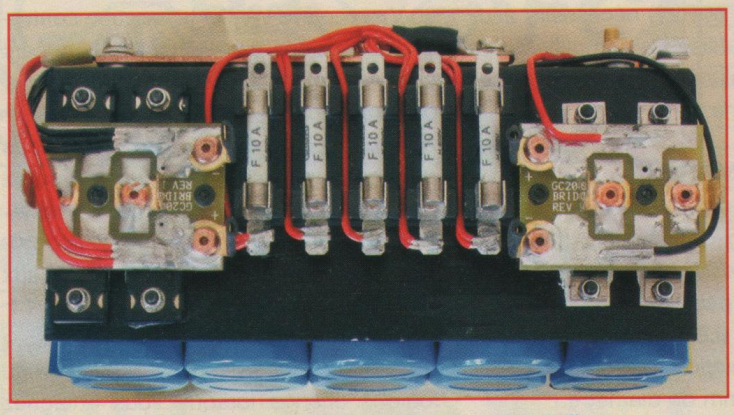


Photo 4 : Bloc alimentations (vue de côté)

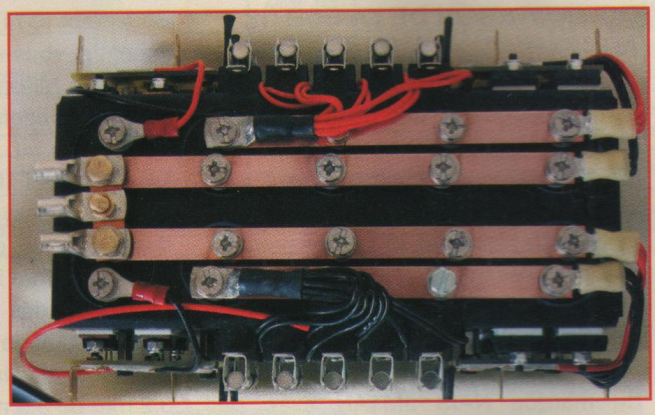


Photo 5: Bloc alimentations (vue de dessus)

apercevoir sur la **photo 3** un sous châssis « amplification » complètement terminé. Pour les interconnexions, nous avons utilisé :

- Du câble en cuivre argenté AWG 16 isolé PTFE pour raccorder les alimentations
- Du câble en cuivre monobrin 1,5 mm² isolé téflon pour la sortie audio
- Du câble multibrins 0,5 mm² (ordinaire) pour le contrôle des tensions.
- Du câble blindé GAC3 3 fils pour relier l'entrée symétrique de l'ampli à la fiche XLR.

On peut noter que la diode led de contrôle a été collée à la résine époxy et que nous avons utilisé des connecteurs « Speakon » pour les sorties audio. Ce type de fiche, dont l'initiative revient à Neutrik, est devenu le standard en sonorisation professionnelle.

Disponibles en 4 ou 8 broches, ces fiches offrent d'excellentes caractéristiques électriques et sont faciles à câbler. Les deux broches 1- et 2- du connecteur seront reliées à la masse générale ultérieurement.

## MODULES « ALIMENTATIONS COMMUNES PUISSANCE » ET « DRIVER »

Comme vous pouvez le constater sur les **photos 4** et **5**, nous avons rassemblé, en un bloc compact d'environ 190 mm sur 95 mm, dix condensateurs, quatre ponts redresseurs discrets et dix porte-fusibles grâce à l'utilisation d'un capot en aluminium AG3 de 2 mm d'épaisseur.

Ce capot, fixé au sous châssis par l'intermédiaire de deux entretoises de 80 mm, fait également office de dissipateur pour les diodes de redressement. Remarquer sur ces photos, en particulier à gauche sur la photo 5 (vue de dessus), deux câbles (un rouge et un noir) en provenance des ponts de redressements « drivers ».

Ils seront reliés ultérieurement à la masse générale matérialisée par les trois cosses provisoirement fixées (à gauche, sur la photo).

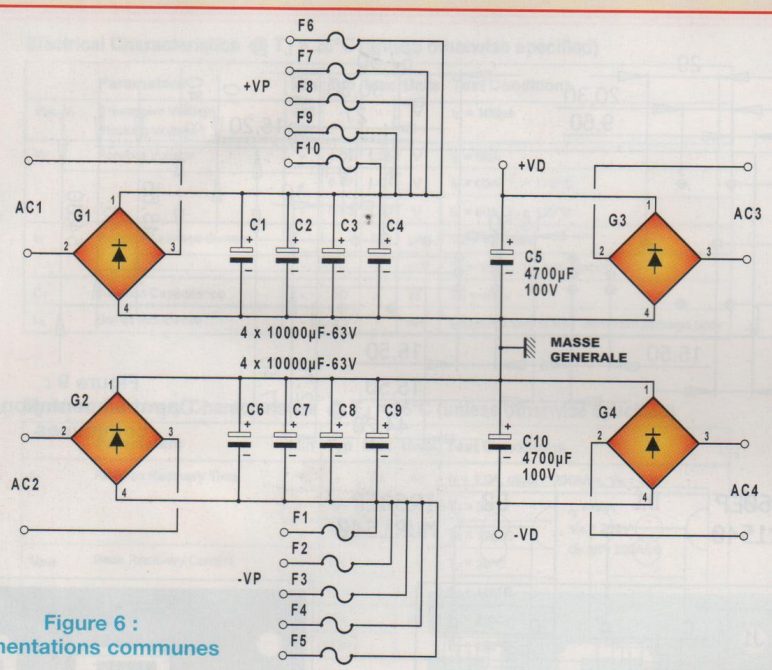



Figure 6 : Alimentations communes

| $C_R$ (µF) | $U_R$ (V) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 |
| 3300 | – | – | – | – | – | 35 × 60 |
| 4700 | – | – | – | – | – | 35 × 80 |
| 6800 | – | – | – | – | 35 × 60 | 35 × 105 |
| 10000 | – | – | – | – | 35 × 80 | 50 × 80 |
| 15000 | – | – | – | 35 × 60 | 35 × 105 | 50 × 105 |
| 22000 | – | – | 35 × 60 | 35 × 80 | 50 × 80 | 65 × 105 |
| 33000 | – | 35 × 60 | 35 × 80 | 50 × 80 | 50 × 105 | 75 × 105 |
| 47000 | 35 × 60 | 35 × 80 | 35 × 105 | 50 × 80 | 65 × 105 | – |
| 68000 | 35 × 80 | 35 × 105 | 50 × 80 | 50 × 105 | 75 × 105 | – |
| 100000 | 35 × 105 | 50 × 80 | 50 × 105 | 65 × 105 | – | – |
| 150000 | 50 × 80 | 50 × 105 | 65 × 105 | 75 × 105 | – | – |
| 220000 | 50 × 105 | 65 × 105 | 75 × 105 | – | – | – |
| 330000 | 65 × 105 | 75 × 105 | – | – | – | – |
| 470000 | 75 × 105 | – | – | – | – | – |

Figure 7 : Sélection des boîtiers série BC 154

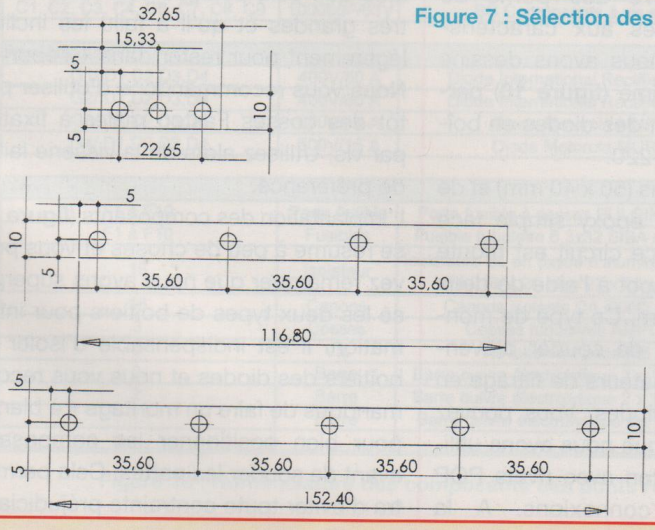



Figure 8 : Barres de cuivre, alimentations communes

## SCHÉMA DES ALIMENTATIONS COMMUNES

Le schéma de ces alimentations communes (**figure 6**) est simple. Nous avons utilisé des ponts de redressement séparés pour équilibrer les courants dans les transformateurs et réduire ceux circulant dans la masse. Dans notre application, huit condensateurs de 10000 µF/63 V sont utilisés pour les alimentations de puissance et deux de 4700 µF/100 V pour les drivers.

Nous avons sélectionné la série 154 de BC Components qui offre d'excellentes performances à un coût raisonnable. Si l'utilisation d'un capotage dédié a permis une très grande compacité, il fige néanmoins à 35 mm le diamètre maximum des condensateurs. Le tableau extrait de la « data-sheet » (**figure 7**) vous montre les tailles des boîtiers en fonction des capacités et des tensions. Si vous ne souhaitez pas utiliser une alimentation distincte pour les étages d'entrées, il suffira de ne pas monter les deux ponts redresseurs AC3 et AC4 et relier les broches correspondantes de C5 et C10.

Remarquer sur les photos que nous avons suivi exactement le routage présenté dans le schéma, permettant ainsi d'obtenir un vrai point de masse central.

Le choix des portes fusibles a été délicat car il existe peu de supports de bonne qualité facilement disponibles. Après avoir testé de nombreux modèles, nous avons retenu la série FX0326, fabriqué par Bulgin pour des fusibles 6,3 x 32 mm avec des contacts en bronze phosphoré étamé. Les performances sont très bonnes avec une résistance de contact inférieure à 5 mΩ et une capacité en courant de 13 ampères. Nous avons également sélectionné avec soin les fusibles. Notre choix s'est porté sur la marque SIBA série 70-065-63. A titre indicatif, nous avons trouvé ces deux éléments dans le catalogue Farnell 2003, mais il est certainement possible de les trouver chez d'autres fournisseurs.

Les condensateurs sont reliés par des barres de cuivre électrolytique recuit

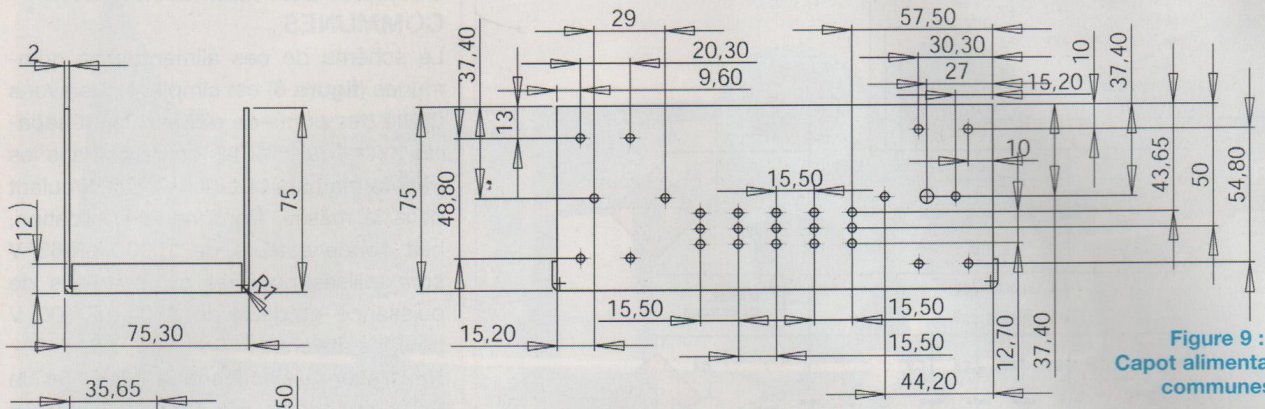
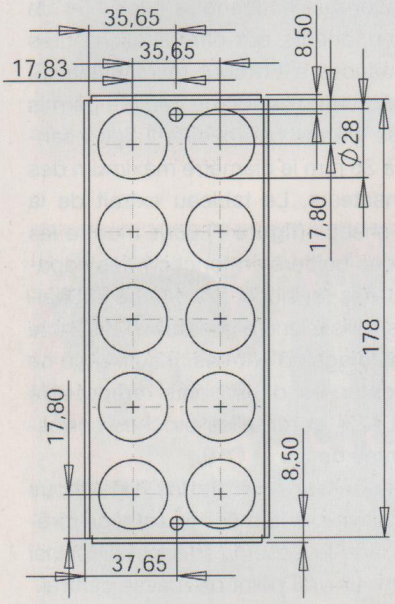



Figure 9 : Capot alimentations communes



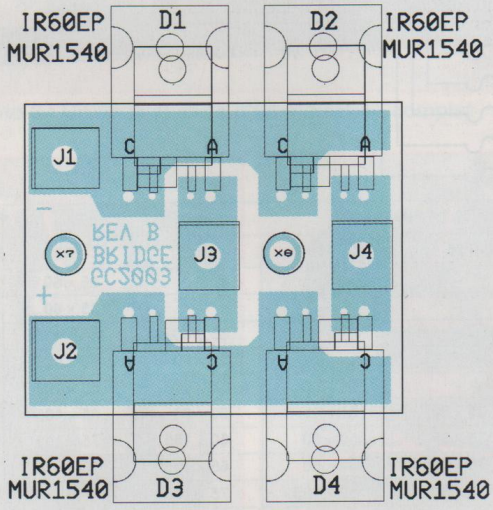




Figure 11 : Implantation des composants du pont redresseur

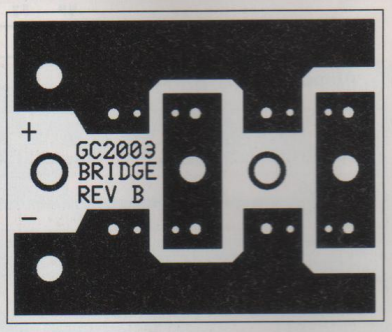



Figure 10 : Circuit imprimé du pont redresseur

d'une épaisseur de 2 mm. Les dimensions et les cotes de perçages sont indiquées à la **figure 8**. Tous les trous seront percés à un diamètre de 5,5 mm.

Les dimensions du capot vous sont données à la **figure 9**. Elles sont calculées pour une tôle d'aluminium AG3 de 2 mm d'épaisseur. Certains trous (ponts redresseurs) sont fraisés pour ne pas abîmer l'isolement des condensateurs. A ce propos, rappelons que le boîtier métallique d'un condensateur électrochimique est en général au négatif. C'est la raison pour laquelle les fabricants mettent un isolant, plus ou moins résistant d'ailleurs. Il faut donc les manipuler avec beaucoup de précautions, en particulier lors de leur insertion dans le capot.

## PONTS REDRESSEURS

Faute d'avoir trouvé des ponts de redressement moulés aux caractéristiques souhaitées, nous avons dessiné un petit circuit imprimé (**figure 10**) permettant d'utiliser soit des diodes en boîtier TO-247, soit TO-220.

De petites dimensions (50 x 40 mm) et de préférence en verre époxy simple face cuivre 70 µ étamé, ce circuit est monté côté cuivre sur le capot à l'aide de deux entretoises de 10 mm. Ce type de montage permet *in situ* de souder d'éventuels petits condensateurs de filtrage en parallèle avec les diodes. Vous pouvez voir sur les photos que nous avons utilisé des cosses Faston avec rivets POP cuivre pour les connexions. A la réflexion, cela n'est pas une si bonne idée que cela puisque ces cosses sont très grandes et qu'il a fallu les incliner légèrement pour rester dans « l'épure ». Nous vous recommandons d'utiliser plutôt des cosses Faston mâles à fixation par vis. Utilisez alors de la visserie laiton de préférence.

L'implantation des composants (**figure 11**) se résume à peu de choses et vous pouvez remarquer que nous avons superposé les deux types de boîtiers pour information. Il est indispensable d'isoler les boîtiers des diodes et nous vous recommandons de faire un montage « à blanc » pour bien positionner les composants avant de souder les pattes. Cela permettra d'éviter toute contrainte préjudiciable

**Electrical Characteristics @ $T_J$ = 25°C (unless otherwise specified)**

| | Parameters | Min | Typ | Max | Units | Test Conditions |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{BR}$, $V_r$ | Breakdown Voltage, Blocking Voltage | 400 | - | - | V | $I_R$ = 100µA |
| $V_F$ | Forward Voltage | - | 1.05 | 1.25 | V | $I_F$ = 60A |
| | | - | 0.87 | 1.03 | V | $I_F$ = 60A, $T_J$ = 175°C |
| | | - | 0.93 | 1.10 | V | $I_F$ = 60A, $T_J$ = 125°C |
| $I_R$ | Reverse Leakage Current | - | - | 50 | µA | $V_R$ = $V_R$ Rated |
| | | - | - | 2 | mA | $T_J$ = 150°C, $V_R$ = $V_R$ Rated |
| $C_T$ | Junction Capacitance | - | 50 | - | pF | $V_R$ = 400V |
| $L_S$ | Series Inductance | - | 3.5 | - | nH | Measured lead to lead 5mm from package body |

**Dynamic Recovery Characteristics @ $T_J$ = 25°C (unless otherwise specified)**

| | Parameters | Min | Typ | Max | Units | Test Conditions | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $t_{rr}$ | Reverse Recovery Time | - | - | 50 | ns | $I_F$ = 1.0A, dif/dt = 200A/µs, $V_R$ = 30V | |
| | | - | 85 | - | | $T_J$ = 25°C | $I_F$ = 60A<br>$V_R$ = 200V<br>dif /dt = 200A/µs |
| | | - | 145 | - | | $T_J$ = 125°C | |
| $I_{RRM}$ | Peak Recovery Current | - | 8.8 | - | A | $T_J$ = 25°C | |
| | | - | 15.4 | - | | $T_J$ = 125°C | |
| $Q_{rr}$ | Reverse Recovery Charge | - | 375 | - | nC | $T_J$ = 25°C | |
| | | - | 1120 | - | | $T_J$ = 125°C | |

**Thermal - Mechanical Characteristics**

| | Parameters | Min | Typ | Max | Units |
|---|---|---|---|---|---|
| $R_{thJC}$ | Thermal Resistance, Junction to Case | | | 0.70 | K/W |
| $R_{thCS}$ ② | Thermal Resistance, Case to Heatsink | | 0.2 | | |
| Wt | Weight | | 5.5 | | g |
| | | | 0.2 | | (oz) |
| T | Mounting Torque | 1.2 | | 2.4 | N * m |
| | | 10 | | 20 | lbf.in |

Figure 12 : Ultra fast Soft recovery diode 60EPU04

**ALIMENTATIONS COMMUNES - LISTE DES COMPOSANTS**

| Désignation | Valeurs | Références fabricants | Pas |
|---|---|---|---|
| Condensateurs | | | |
| C5 et C10 | 4700µF/100V | BC Composants à vis série 154 | |
| C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8, C9 | 10000µF/63V | BC Composants à vis série 154 | |
| Semi-conducteurs | | | |
| G1/ D1,D2,D3,D4 | 400V/60 A | Diode International Rectifier 60EPU04 | TO-247 |
| G2/ D1,D2,D3,D4 | 400V/60 A | Diode International Rectifier 60EPU04 | TO-247 |
| G3/ D1,D2,D3,D4 | 600V/15 A | Diode Motorola MUR 1560 | TO-220 |
| G4/ D1,D2,D3,D4 | 600V/15 A | Diode Motorola MUR 1560 | TO-220 |
| Divers | | | |
| F1 à F10 | Porte fusible | Porte fusible à cosses BULGIN Série FX0326 | |
| F1 à F10 | Fusibles | Fusible tubulaire 6,3x32 SIBA série 70-065-63 | |
| 16 | Isolateur | Isolateurs SL en oxyde d'aluminium Bergquist SL018AL20 dim:23 x 20mm-TO-220 | |
| 16 | Canons | Canons isolants CAJ006D pour vis M3 | |
| 3 | Cosses | Cosses tubulaires AMPOWER III | |
| 3 | Vis | Vis laiton six pans M5 20 mm | |
| 2 | Barre | Barre cuivre électrolytique 2 x 10 x 152,40 mm | |
| 2 | Barre | Barre cuivre électrolytique 2 x 10 x 116,80 mm | |
| 1 | Barre | Barre cuivre électrolytique 2 x 10 x 32,65 mm | |

Figure 13 : Nomenclature des composants des ponts redresseurs

à la longévité. N'oubliez pas les canons isolants pour les TO-220.

Pour la partie « puissance », nous avons utilisé des diodes Hexfred ultra rapides et à recouvrement doux, de marque International Rectifier.

La **figure 12** présente rapidement les caractéristiques les plus marquantes : 400 volts, 60 ampères et un temps de recouvrement d'au maximum 85 nanosecondes.

Pour la partie « Driver », nous avons choisi des diodes MUR 1560 Motorola. Avec un courant direct de 15 ampères, une tension maximum de 600 volts et un temps de recouvrement maximum de 60 nanosecondes, elles pourraient déjà être suffisantes pour des « petits » amplificateurs.

La nomenclature des composants des deux ponts redresseurs est indiquée **figure 13**. Vous pouvez, bien entendu, substituer le type de diode à fin d'expérimentation, mais si vous construisez le GK FIVE, nous vous recommandons d'essayer en premier les modèles indiqués.

Une fois le bloc « alimentation commune » terminé, il est recommandé de vérifier le bon isolement des diodes de redressements et des condensateurs vis-à-vis du capot qui sera au potentiel de la masse. Cela évitera bien des surprises désagréables lors de la première mise sous tension.

Dans la troisième partie de notre article, nous vous présenterons les deux versions du module de protection générale : l'une réalisée uniquement à l'aide de circuits logiques et l'autre utilisant un PIC. Cette dernière version est la plus souple puisqu'une simple reprogrammation du micro contrôleur permettra d'en modifier certaines caractéristiques. Nous vous présenterons également le récepteur infrarouge issu d'un kit Velleman et utilisé pour mettre en fonctionnement à distance cet amplificateur.

**A suivre...**

**Jean-Claude Gaertner**

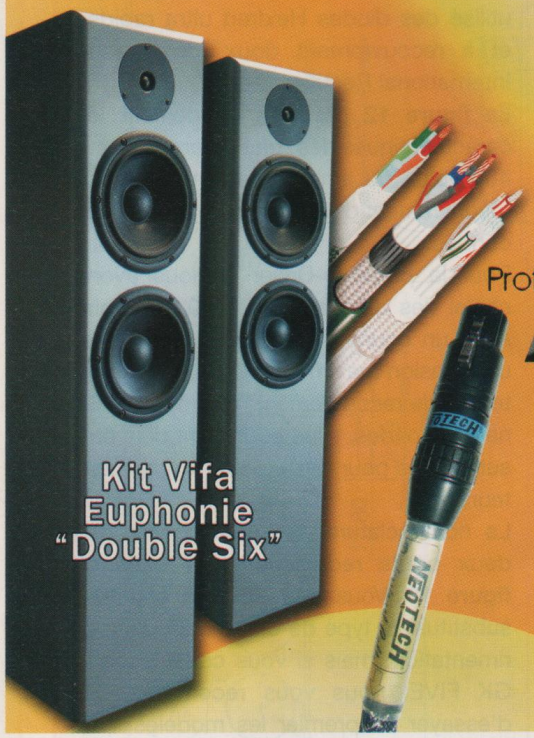
**Gabriel Kossmann**

Absolom technology

euphonie

**DISTRIBUTEUR EXCLUSIF**

SCAN-SPEAK



Kit Vifa Euphonie "Double Six"

-Fabrication et création personnalisées de kits et de filtres audiophiles
-Gamme de câbles "audio et secteur"
-Logiciels de création d'enceintes
-Composants et Haut-parleurs haut de gamme
-Condensateurs et selfs audiophiles
-Filtres secteur Dezorel

vifa

Professional Cable
NEOTECH

JENSEN Capacitors®

INTERTECHNIK

Audio Technology
FLEX UNITS & C-QUENZE

**Euphonie / Absolom Technology**
Parc d'activité Leurent - 222, rue de Lille - 59223 RONCQ
Tel: 03.20.17.17.80 Fax: 03.20.17.17.81
*www.euphonie-france.com / euphonie-mip@wanadoo.fr*


## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

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

| | Qté | Circuits percés et étamés Prix | Total |
|---|---|---|---|
| * Lampemètre | | | |
| - Ensemble des 11 circuits imprimés (dont 1 en double face à trous métallisés) | | 145,00 € | |
| - Circuit bloc de combinaisons seul (à trous métallisés) | | 62,00 € | |
| * Préamplificateur version stéréophonique | | | |
| - Circuit double face à trous métallisés | | 25,00 € | |
| * Amplificateur multicanaux | | | |
| - Carte alimentation régulée | | 12,20 € | |
| - Carte protection locale | | 10,75 € | |
| - Carte « pont redresseur » | | 2,30 € | |
| Frais de port et emballage | | | 1,60 € |
| **Total à payer** | | | € |

NOM : .....

PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

.....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....

Paiement par CCP ❒ par chèque bancaire ❒ par mandat ❒

libellé à l'ordre de

**EDITIONS PÉRIODES**

2-12 rue de Bellevue 75019 Paris

Tél. : 01 44 84 88 28

# ACEA LE FABRICANT QUI MET AU SERVICE DE L'AUDIOPHILE LA QUALITÉ AÉRONAUTIQUE MILITAIRE ET SPATIALE

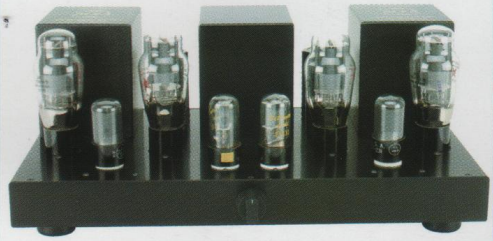
## PUSH-PULL 845
40 W le bloc
Led N$^{os}$ 172 - 173

### kit comprenant : pour 1 bloc

| | |
|---|---|
| - 1 transfo d'alimentation en cuve | 174,45 € |
| - 1 transfo de sortie en cuve | 259,20 € |
| - 2 tubes 845 appairés | 148,00 € |
| - 2 tubes ECL86 Philips | 35,00 € |
| - 2 supports 845 argentés | 42,60 € |
| - 2 supports NOVAL pour C.I. | 6,70 € |
| - 1 self de filtrage en cuve | 71,65 € |
| - 1 transfo d'alim. 2x12 V en cuve | 85,00 € |
| - 2 condensateurs 470 µF / 500 V | 60,00 € |
| - 2 condensateurs 47 000 µF / 16 V | 30,00 € |
| Frais de port | 25,91 € |
| Total : | 938,51 € |
| Promo | - 28,51 € |
| Total TTC pour 1 bloc | 910 € |
| Total TTC pour 2 blocs | 1 780 € |
| (910 x 2 = 1 820 - remise 40 €) | |

# PROMOS
valables pour toute commande reçue avant le 30/04/2004

## AMPLI PUSH-PULL 2A3
2 x 12 W - Led N° 177



### kit comprenant :

| | |
|---|---|
| - 1 transfo alim Led 177 | 89,00 € |
| - 2 TS 3000 Ω (2 x 95) | 190,00 € |
| - 3 capots nickelés - (3 x 18,30) | 54,90 € |
| - 4 tubes 2A3 (4 x 48) | 192,00 € |
| - 4 tubes 6SN7GT (4 x 21,80) | 87,20 € |
| - 4 condos 470 µF / 450 V (4 x 16) | 64,00 € |
| - 2 supports OCTAL châssis (2 x 4,60) | 9,20 € |
| - 2 supports OCTAL CI (2 x 3,35) | 6,70 € |
| - 4 supports 2A3 (4 x 9,90) | 39,60 € |
| Frais de port | 21,34 € |
| Total : | 753,94 € |
| Promo + 1 an d'abonnement gratuit à Led | - 33,94 € |
| Total TTC avec capots nickelés : | 720,00 € |
| Total TTC avec les 3 transfos en cuve (720 - 54,90 + 3 x 46) | 803,10 € |

## LE TRIODE 845
Led N$^{os}$ 161 - 162 - 163

### kit comprenant :

| | |
|---|---|
| - Le transformateur d'alimentation (sans le 12 V) en cuve | 174,45 € |
| - Les transfos de sortie en cuve | 496,40 € |
| - Les tubes 845 appairés | 148,00 € |
| - Les supports | 36,00 € |
| - Les tubes ECL86 (Philips) | 35,00 € |
| - Les supports NOVAL pour C.I. | 6,70 € |
| - La self de filtrage | 44,20 € |
| - Le transfo d'alim. 2x12 V en boîte | 77,75 € |
| - Les 2 condensateurs 150 000 µF / 16 V (fabrication française) | 67,00 € |
| Frais de port | 59,50 € |
| Total : | 1 145,00 € |
| Cadeau sur kit | - 57,00 € |
| Total TTC | 1 088 € |

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


6 rue François Verdier - 31830 PLAISANCE DU TOUCH (près de TOULOUSE)
Tél. : 05 61 07 55 77 / Fax : 05 61 86 61 89
**Site : acea-fr.com / email : bernard.toniatti@acea-fr.com**


## TRANSFORMATEURS DE SORTIES

| LED N° | Impédance Prim | Impédance Sec | Puissance | Prix TTC Euros |
|---|---|---|---|---|
| 136-154-166 | 4000 Ω | 4/8/16 Ω | 40 W | 97,60 |
| 138 | 5000 Ω | 4/8 Ω | 5 W | 50,30 |
| 140-170-175 | 1250 Ω | 8 Ω | Single 20 W | 80,00 |
| 143-167 | 2000 Ω | 4/8 Ω | 100 W | 103,60 |
| 146 | 625 Ω | 4/8 Ω | Single 40 W | 103,60 |
| 146-150 | 6600 Ω | 4/8 Ω | 50 W | 103,60 |
| 151 | 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 |

## 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'UNITE

| Pré-amplifications + Valves | | | | Tubes de puissance | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ECC81 | 13,70 | 6SN7GT | 21,80 | EL84 tronal | 8,40 | | | 6550 E.H. | 46,00 |
| ECC82 | 9,10 | | | EL34 Tesla | 24,20 | 7189 | 22,80 | 6L6 E.H. | 26,00 |
| ECC83 | 12,20 | EZ80 | 16,60 | KT88 Tesla | 46,70 | 845 Chine | 74,00 | 6V6 E.H. | 15,00 |
| ECF82 | 10,70 | EZ81 | 16,60 | 300B Sovtek | 122,00 | ECL86 Philips | 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.H.T. / Préampli tubes 2 x300 V – 2 x 6,3 V | 77,80 |
| 152 | Prim. 230 V – Ecran – Sec. 2 x 300 V – 2 x 6,3 V | 97,60 |
| 154-159-160 | Prim. 230 V – Ecran – Sec. 2 x 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 |
| 161-162-163-172-173 | Prim. 220 V / 230 V – Ecran – 2 x 330 V – 6.3 V en cuve<br>Prim. 230 V - Sec : 2 x 12 V – Ecran : 53.36 € avec capot et 85.00 € en cuve | 174,45 |
| 163 | Prim. 230 V – Sec. 2 x 240 V + 12 V – Ecran (Filtre Actif) | 53,40 |
| 166/170 | Prim. 230 V – Ecran – Sec. 2 x 230 V + 6.3 V + 6.3 V – 4.5 A | 85,40 |
| KIT LED 168 ou 169 | comprenant 2 Transfos d'alim, 3 Supports, 3Tubes ( port compris) | 95,00 |
| 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) | 104,00 |
| | Avec en plus 2 selfs 45 mH et 2 selfs 1,7 H | 153,00 |

## SUPPORTS DE TUBES

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Noval C.I. | 3,35 | OCTAL C.I. | 4,60 | 4 cosses "300B" | 9,90 | capot nickelé | 18,30 |
| Noval Châssis | 4,60 | OCTAL Châssis | 4,60 | Jumbo (845) arg | 18,00 | Bride condo ø 50 | 1,50 |

## CONDENSATEURS

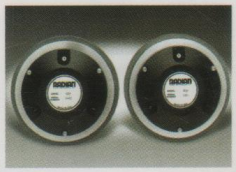
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 500 µF / 350 V | 27,40 | 470 µF / 450 V | 16,00 | 150 000 µF / 16 V | 33,50 |
| 2 200 µF / 450 V | 53,40 | 470 µF / 500 V | 30,00 | 47 000 µF / 16 V | 15,00 |

**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 6,40 € en sus.

CICE INDUSTRIE
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 - 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

# RADIAN AUDIO ENGINEERING, INC. — 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 bobine 4 pouces. | 100 W | 500 Hz à 20 kHz | 111 dB Neodin | **780** €.ttc |

## 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 |

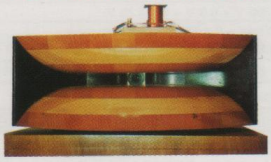
## Haut-parleurs coaxiaux

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **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 |

Pour tout achat d'un système ou d'un ensemble de composants d'une réalisation, CICE vous offre un abonnement à Led

**SYSTÈMES HAUT RENDEMENT** en démonstration permanente.
Equipement : **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.

**Pavillon bois massif**



2208B

950PB

2216

**HAUT PARLEUR RADIAN.**
Toute la nouvelle gamme en présentation et développement des systèmes coaxiaux de tous diamètres.

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

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

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

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

Coaxiaux

**SYSTEME** d'amplification et de filtrage numérique **DYNACORD**

**Station technique :** Electro Voice - RADIAN - JBL - Reconditionnement et optimisation de tous systèmes.
**Distributeur officiel :** DYNACORD - Haut Parleurs Electro Voice - Composants et enceintes RADIAN.
**Horaires : Lundi 14h00-18h00 Mardi au Vendredi : 10h00 - 18h30 Samedi : 10h00 - 18h00**