

# Leed

INTERFACE 12 BITS POUR CAMÉRA KITTY

AVEC LES CAPTEURS TC255 OU TC237

KITS D'ENCEINTES BC ACOUSTIQUE/SEAS

POUR LE HOME CINÉMA

SINGLE II : CLASSE A AVEC TÉTRODES 6550

PUSH-PULL DE 2 x 50 W<sub>eff</sub> AVEC KT88/KT90

## LE SINGLE II



## LE KT88/KT90

ENCEINTES BC ACOUSTIQUE  
POUR LE HOME CINÉMA



INTERFACE 12 BITS  
POUR KITTY TC255 ET TC237

M 1226 - 160 - 28,00 F - RD



## PHL-AUDIO / SEAS



**BOOMER MÉDIUM PHL AUDIO / SP 1280**  
**TWEETER SEAS / T25FC001**  
**CONNECTEURS SPEAKON MÂLE / FEMELLE**



**LE KIT COMPLET**  
**2 250 F TTC**  
**L'UNITÉ**  
**(PORT COMPRIS)**



**ENSEMBLE DES COMPOSANTS DU FILTRE PASSIF 2 VOIES**  
**SELS. CONDENSATEURS. RÉSISTANCES.**  
**PRISES SPEAKON MÂLE / FEMELLE**

**Voir bon de commande page 49**

# LED

**Société éditrice :**  
Editions Périodes  
Siège social :  
5 bd Ney, 75018 Paris

SARL au capital de 51 000 F  
Directeur de la publication  
Bernard Duval

## LED

Bimestriel : 28 F  
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 65 88 14**

5 bd Ney, 75018 Paris  
(Ouvert de 9 h à 12h30 et de  
13h30 à 18 h - Vendredi : 17 h)

## Ont collaboré à ce numéro :

Bernard Dalstein  
Bernard Duval  
Jacques Koro

## Abonnements

6 numéros par an :  
France : 125 F  
Etranger : 175 F  
(Ajouter 50 F pour les  
expéditions par avion)

## Publicité :

Henri Mézerette, poste 7060

## Réalisation

- PV Editions  
Frédy Vainqueur

## Secrétaire de rédaction :

Fernanda Goncalves

## Photos :

Antonio Delfin

## Impression

Berger Levraut - Toul

## 6

### CAMÉRA KITTY : L'INTERFACE 12 BITS (8<sup>ème</sup> PARTIE)

Les caméras Kitty-255 et Kitty-237 vont enfin être dotées d'une résolution confortable avec l'interface 12 bits. Le pilotage du capteur CCD est effectué intégralement par le microcontrôleur SX28 implanté sur la carte, ce qui permet notamment d'éviter les perturbations inhérentes aux interruptions intempestives du PC.

## 20

### LES TUBES KT88 / KT90 : UN PUSH-PULL EN ULTRA-LINÉAIRE CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff

Pour rester dans des puissances confortables nous allons nous intéresser à la réalisation d'un amplificateur stéréophonique utilisant cette fois-ci des tétrodes KT88 ou des pentodes KT90.

Ces tubes sont réputés pour leur robustesse et équipent des produits de marques aussi prestigieuses que Mc Intosh ou Jadis.

## 36

### BC ACOUSTIQUE/SEAS : KITS D'ENCEINTES POUR LE HOME CINÉMA

En Home Cinéma, un ensemble d'enceintes doit reconstituer un environnement sonore réaliste et homogène, avec une bonne cohérence en timbre entre les cinq canaux. Les bandes son des films actuels sont de plus en plus dynamiques, avec des fréquences graves enregistrées à haut niveau. Pour de bons résultats d'écoute, il est idéal que toutes les enceintes soient capables de restituer la totalité de la bande audio, y compris le bas du spectre. Pour les voies arrière, il n'est pas toujours nécessaire d'obtenir une transcription parfaite des fréquences graves, avec beau-

coup de niveau «tout en bas». Par contre, les haut-parleurs utilisés doivent diffuser le grave, même à niveau atténué, sans talonner et générer des distorsions trop importantes. La forte pression acoustique dans le bas du spectre sera générée par les enceintes frontales plus, éventuellement, un caisson de basses.

## 46

### LE SINGLE II : AMPLIFICATEUR DE 2 x 11 Weff EN CLASSE A AVEC TÉTRODES 6550

Dans notre précédent numéro nous avons abordé l'étude et la réalisation du SINGLE en approfondissant cette réalisation, au stade des mesures, avec des tétrodes KT88.

En fin d'article nous avons souligné le fait qu'il était possible de faire beaucoup mieux en revoyant particulièrement la partie alimentation haute tension. C'est ce que nous avons fait avec ce SINGLE II tout en l'équipant cette fois-ci de tétrodes 6550. L'étude est métamorphosée, il est vrai que la puissance disponible est doublée et le rapport signal/bruit en nette progression.

## 43

PETITES ANNONCES GRATUITES

## 45

SERVICES CIRCUITS IMPRIMÉS  
ET ABONNEMENTS

## 49

BON DE COMMANDE DE L'EURIDIA 2000

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Il permet aux lecteurs d'obtenir des circuits imprimés en verre époxy, avec cuivre étamé, en versions percées ou non percées (une remise de 25 % est consentie aux abonnés).

Les gravures se faisant à réception de commande, les circuits imprimés des précédents numéros sont donc toujours disponibles.

### 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.

# BON DE COMMANDE

à adresser aux EDITIONS PÉRIODES, Service abonnements, 5, boulevard Ney 75018 Paris

## N° 133

- La correction acoustique des locaux
- Minuterie programmable
- Automatisation d'éclairage
- Digitaliseur vidéo pour Atari et compatible IBM.PC (1<sup>re</sup> partie)
- Convertisseur inverseur de puissance ± 12 V / 0,5 A
- Alarme auto/moto à capteur inductif

## N° 136

**Photocopies de l'article** (Prix de l'article : 30 F) :  
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (1<sup>re</sup> partie)

## N° 137

**Photocopies de l'article** (Prix de l'article : 30 F) :  
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (2<sup>ème</sup> partie)

## N° 138

**Photocopies de l'article** (Prix de l'article : 30 F) :  
- Amplificateur à tubes EL84, 2x5 Weff en classe A

## N° 140

**Photocopies de l'article** (Prix de l'article : 30 F) :  
- Le Quatuor, amplificateur classe A de 2x20 Weff à tubes EL84

## N° 143

- Les principes des haut-parleurs
- Décodeur PAL/RVB
- Traceur de courbes pour transistors NPN/PNP
- L'Octour, bloc ampli mono de 54 Weff / 4-8-16 Ω, quadruple push-pull d'EL84

## N° 144

- La vision artificielle
- Caméra CCD linéaire
- Filtre actif 24 dB/Octave
- Générateur BF - Fréquence-mètre - Périodémètre 0,1 Hz à 2 MHz (distorsion < 0,1 %)

## N° 145

**Photocopies de l'article** (Prix de l'article : 30 F) :  
- Réalisez un kit de développement évolutif pour microcontrôleur 68HC11 (1<sup>re</sup> partie)

## N° 146

**Photocopies des articles** (Prix de l'article : 30 F) :  
- Réalisez un kit de développement évolutif pour microcontrôleur 68HC11 (2<sup>ème</sup> partie)  
- Le CLASSIQUE : amplificateur de 2 x 20 Weff avec pentodes EL34

## N° 147

- Kit de développement pour 68HC11, les interruptions, le Timer et la programmation de l'EEPROM (3<sup>ème</sup> partie)
- Étude et réalisation d'une alarme temporisée avec sirène et coupure d'allumage sur automobile
- Kit ALCION, enceinte 3 voies de Triangle
- Prémpli stéréo à tubes ECF82 pour entrées «haut niveau», lecteur CD-Tuner, Magnétophone...

## N° 148

- E. S. P. sur : le tube électronique (causerie n°1)
- Kit de développement pour 68HC11 4<sup>ème</sup> partie. Gestion de claviers matriciels
- Préamplificateur avec triode/pentode ECL86 en «MU follower».
- Alimentation de bougies glow-plug en vol
- Amplificateur hybride tubes/transistors de 2x50 Weff / 8 Ω

## N° 149

- En Savoir Plus sur : le tube électronique (la lampe) causerie n°2
- Kit de développement pour 68HC11 (5<sup>ème</sup> partie). Mise en Oeuvre d'un afficheur LCD Alphanumérique
- Digicode programmable avec alarme
- Alim stab HT pour préamplificateurs à tubes
- Le TDA7294 : un bloc de puissance 4 canaux
- Booster automobile 4 x 75 Weff ou amplificateur de sonorisation autonome
- Micro variateur et Switch

## N° 150

- En Savoir Plus sur : le tube électronique (la lampe) causerie n°3
- Caméra CCD d'instrumentation destinée à l'astronomie (1<sup>re</sup> partie)
- Chaîne triphonique de 3 x 75 Weff pour sonorisation ou écoute Hi-Fi
- Le CLASSIQUE II : version 2 x 40 Weff push-pull d'EL34 ou de KT88
- Afficheur matriciel à 35 Led
- Le Kit NJORD : enceinte 2 voies de BC Acoustique

## N° 151

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

## N° 152

- Kitty 255. Caméra CCD d'instrumentation, réalisation de la tête de caméra (3<sup>ème</sup> partie)
- Chaîne triphonique de 3 x 75 Weff pour sono ou écoute Hi-Fi (3<sup>ème</sup> partie)
- CAPACIMETRE 20 000 points (2<sup>ème</sup> partie)
- Un caisson d'extrême grave avec les HP 13 VX FOCAL ou PR330M0 AUDAX (1<sup>re</sup> partie)
- La triode 300B. Amplificateur de 2 x 9 Weff en pure classe A sans contre-réaction

## N° 153

- KITTY 255. Caméra CCD d'instrumentation, l'alimentation universelle (4<sup>ème</sup> partie)
- Multimètre 4 rampes 35 000 points (1<sup>re</sup> partie)
- Un caisson d'extrême grave avec le haut-parleur 13VX Focal (2<sup>ème</sup> partie)
- La triode 300B. Amplificateur de 2 x 9 Weff en pure classe A sans contre-réaction (2<sup>ème</sup> partie)
- Amplificateur à 2 tubes en série avec pentodes EL86

## N° 154

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

## N° 155

- Un caisson d'extrême grave avec 13VX Focal ou PR330M0 Audax. Le filtre actif deux voies
- KITTY 255 : caméra CCD d'instrumentation : présentation du logiciel d'acquisition (6<sup>ème</sup> partie)
- Générateur BF 20 Hz à 200 kHz
- Compte tours pour cyclo ou scooter
- Le DUO : un push-pull ultra linéaire de pentodes 7189 ou EL84

## 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 (4<sup>ème</sup> partie)
- Caméra CCD d'instrumentation équipée du capteur TC237 (7<sup>ème</sup> partie)
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur

## N° 157

- La 6L6 : Reine des tétrodes. Double Push-Pull stéréo de 2 x 40 Weff
- Utilisez votre oscilloscope en écran de télévision
- Filtre actif 3 voies pour caisson de grave et satellites : le passe-bande (5<sup>ème</sup> partie)
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (2<sup>ème</sup> partie)
- Les déphaseurs : le double cathodes

## 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 vinyles ou microphones
- Enceinte deux voies Euridia 2000
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (3<sup>ème</sup> partie)

## N° 159

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

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

de ..... F par CCP  par chèque bancaire   
par mandat

30 F le numéro (frais de port compris)

NOM : ..... PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

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

Quelques numéros encore disponibles (prix 30 F) :

122, 123, 125, 132, 135, 141, 142

Je désire :

- ...n° 133  ...n° 143  ...n° 144  ...n° 147   
...n° 148  ...n° 149  ...n° 150  ...n° 151   
...n° 152  ...n° 153  ...n° 154  ...n° 155   
...n° 156  ...n° 157  ...n° 158  ...n° 159

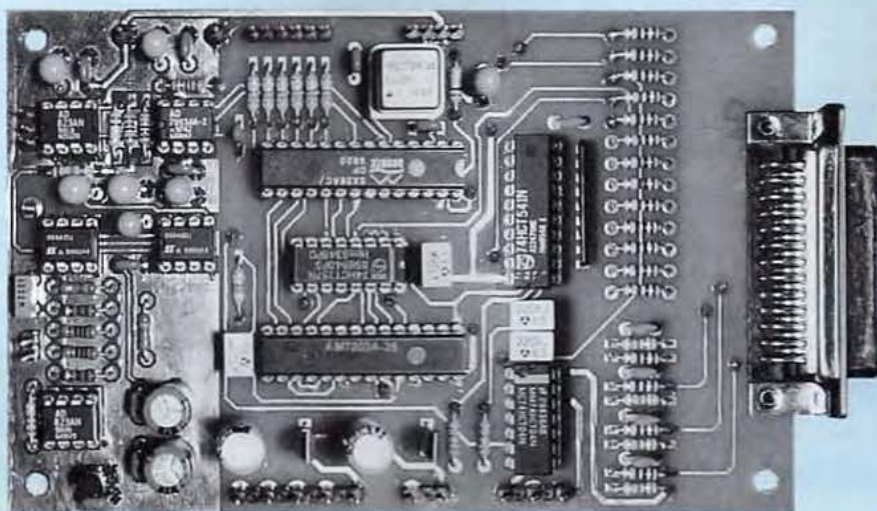
Photocopies d'article :

- ...n° 136  ...n° 137  ...n° 138  ...n° 140   
...n° 145  ...n° 146



# CAMÉRA KITTY

## L'INTERFACE 12 BITS



Les caméras Kitty-255 et Kitty-237 seront enfin dotées d'une résolution confortable avec l'interface 12 bits. Le pilotage du capteur CCD est effectué intégralement par le microcontrôleur SX28 implanté sur la carte, ce qui permet notamment d'éviter les perturbations inhérentes aux interruptions intempestives du PC.

**R**appelons tout d'abord à quoi ressemble une caméra Kitty. L'illustration indiquée en **Annexe A** présente une configuration opérationnelle, dotée d'une tête CCD équipée d'un capteur TC255 (320x240 pixels) ou d'un capteur TC237 (650x490 pixels). La tête optique est reliée à un coffret métallique à partir d'une liaison câblée de 5 mètres. Le coffret supporte deux sources d'alimentation : une batterie de 12 V ou une alimentation secteur. Enfin, une autre liaison câblée de 10 mètres permet de relier la caméra à un ordinateur compatible PC (qu'il soit portable ou standard) à partir

du port imprimante. Remarquez que la caméra Kitty en version 12 bits permet d'envisager une distance confortable entre le télescope et l'ordinateur. Le coffret intermédiaire contient l'interface 12 bits ainsi que l'ensemble des alimentations :

- +12 V et +26 V destinés à la tête optique ;
- +5 V et +18 V destinés à l'interface 12 bits ;
- sources de courants de 1A et 2A destinées aux modules «Peltier». Deux étages de ces modules sont prévus pour assurer le refroidissement du capteur CCD. Leur présence permet de limiter le niveau de

bruit thermique du capteur et ainsi d'accéder à des poses de longues durées.

### RÉFLEXION GÉNÉRALE SUR L'INTERFACE 12 BITS

La carte 12 bits a été conçue pour remplacer définitivement l'interface 8 bits dans sa forme actuelle: efficacité supérieure, et surcoût de composants limité à moins de 500F, avec 50% de composants récupérables sur la carte 8 bits pour ceux qui veulent évoluer vers la version 12 bits à moindre frais. Un microcontrôleur (SX28), associé à une mémoire FIFO (mémoire séquentielle à double port), permet d'optimiser le transfert des données entre la carte d'interface et le PC. Le transfert est d'ailleurs totalement asynchrone: tandis que le SX28 stocke les données d'une ligne vidéo dans la mémoire, le PC les récupère à son rythme sur le deuxième port ! Une entrée analogique externe supplémentaire permet de lire la température du capteur CCD. Ce capteur de température optionnel est lui-même alimenté par la carte d'interface.

La principale difficulté dans la conception de cette interface était située au niveau de la partie logicielle, qui est double: un programme a été réalisé sous **Delphi** sur le PC (**Delphi** est dérivé du Turbo Pascal de Borland), tandis qu'un logiciel supplémentaire a été embarqué sur la carte 12 bits (**assembleur du SX28**). Il a fallu définir un protocole de dialogue suffisamment ouvert pour permettre des évolutions ultérieures. Cependant, les avantages du SX28 sont trop nombreux pour s'en passer :

- Plus de problèmes au niveau des interruptions du PC (régularité exemplaire des horloges) ;
- Configuration entièrement logicielle de l'interface (notamment pour la sélection des capteurs TC255P ou TC237). Il n'y a ni straps, ni réglages sur l'interface 12 bits ;
- Diminution du bruit de lecture du capteur (en particulier sur le palier de réf-

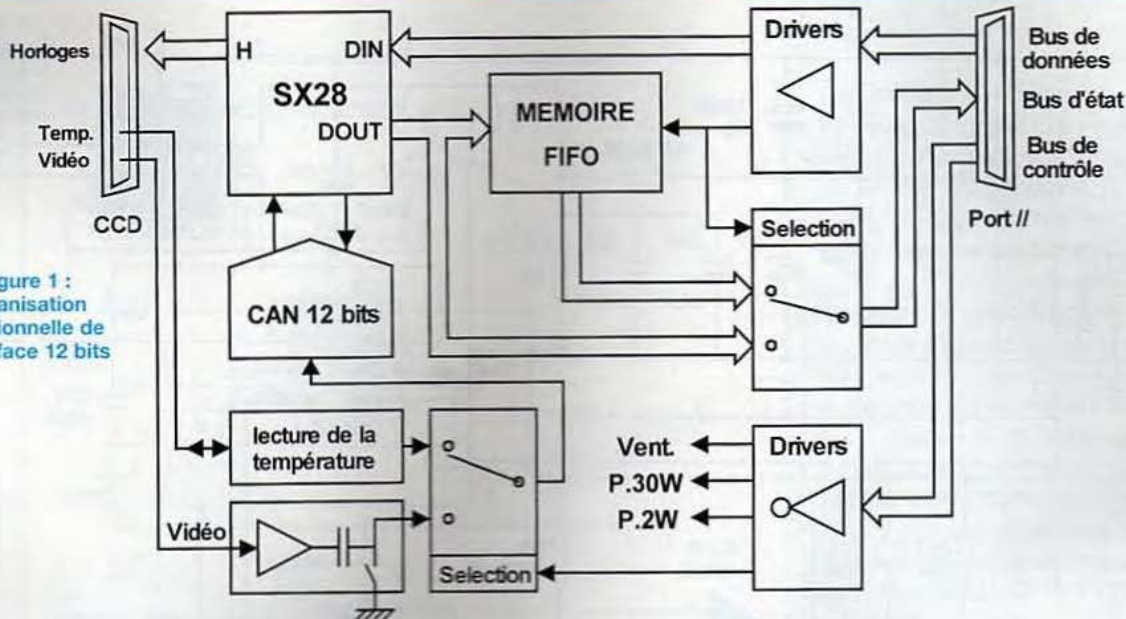


Figure 1 :  
organisation  
fonctionnelle de  
l'interface 12 bits

Annexe A : présentation matérielle d'une caméra Kitty dotée de  
l'interface 12 bits

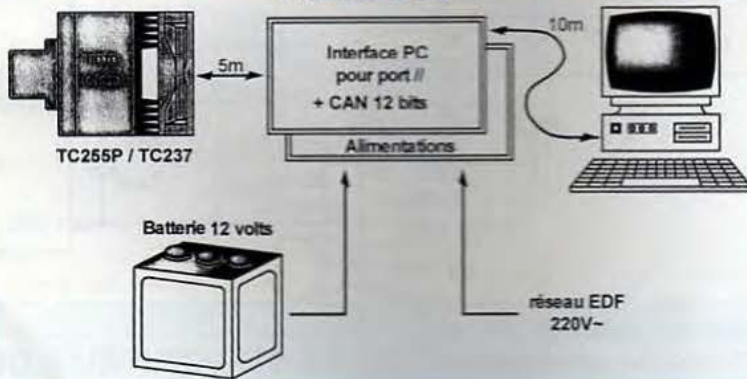
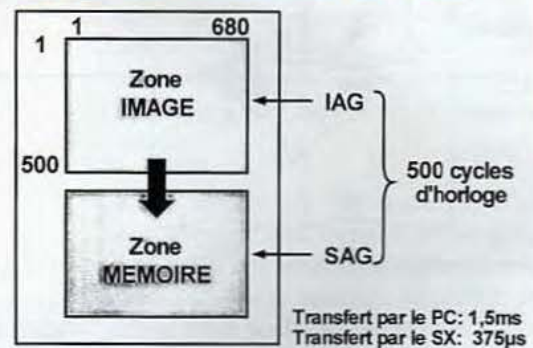


Figure 2 : obturation électronique sur le TC237



rence, qui posait quelques problèmes avec certaines séries de capteurs) ;

- Précision nettement améliorée du temps d'exposition, (déterminée par le SX28, la précision est de l'ordre de la microseconde jusqu'à 128 ms, par pas de 1 ms, puis de 0,1 % au delà) ;
- Qualité de signal optimale dans le mode d'acquisition en boucle (les interruptions n'influencent pas l'intégrité des signaux). Il est d'ailleurs possible d'interrompre une pose ou une acquisition en boucle à tout instant.

Enfin, le SX28 intègre un programme

de test des fonctions principales (Contrôleur, RAM FIFO, convertisseur, ...). Il sera un utilitaire précieux lors de la phase de réalisation de l'interface !

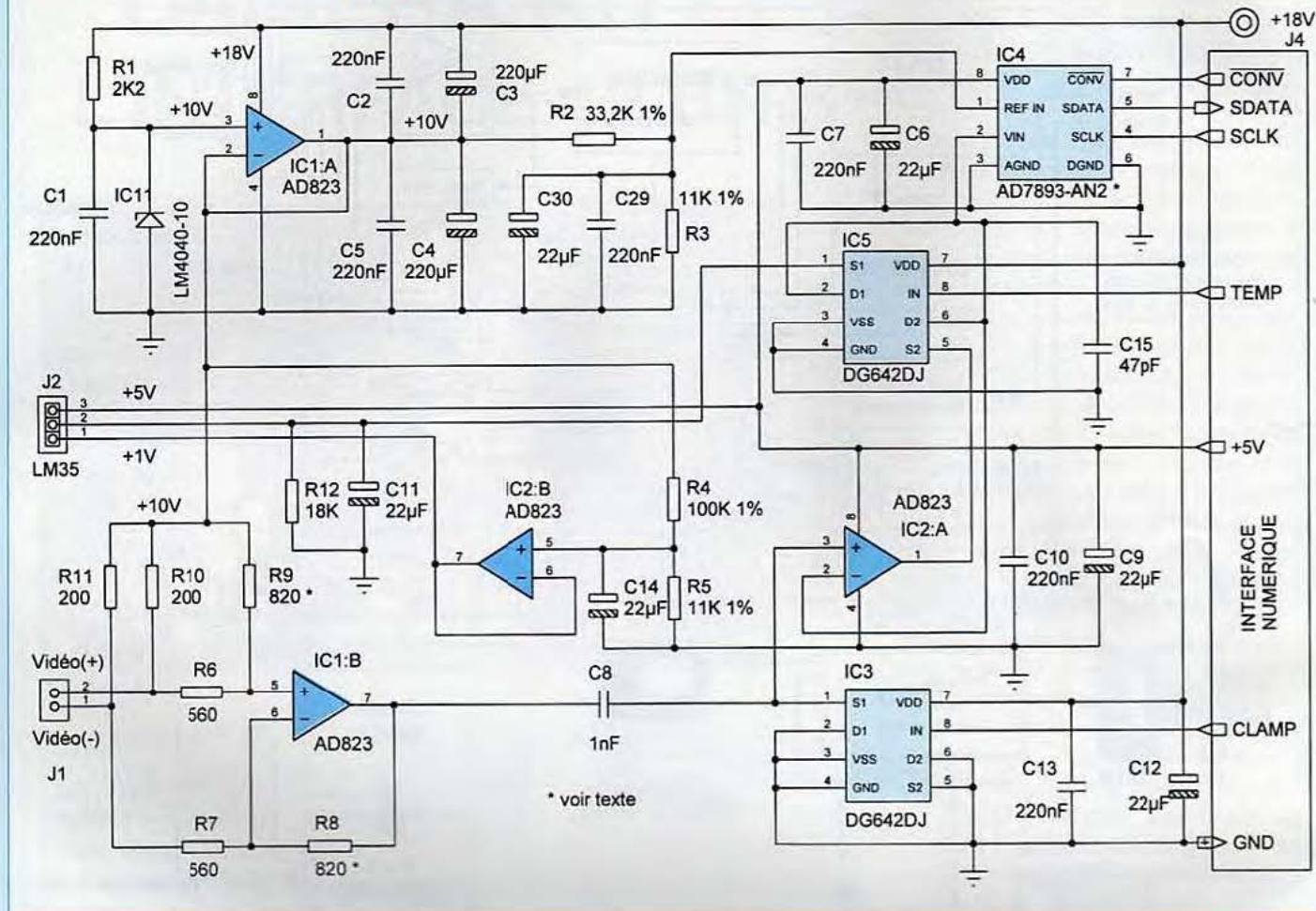
## PRÉSENTATION FONCTIONNELLE

Le schéma fonctionnel de l'interface est indiqué en **figure 1**. En ce qui concerne les fonctions de base de ce module, on dispose d'un étage d'entrée analogique, d'un convertisseur analogique/numérique 12 bits (AD7893) piloté par le SX28, d'une mémoire FIFO dont la capacité est

limitée à une ligne de la matrice CCD et d'une interface logique destinée au port imprimante de l'ordinateur.

Si la caméra CCD est refroidie, il est souhaitable de câbler en plus un driver de contrôle pour les modules Peltier et le ventilateur. Le contrôle du refroidissement serait ainsi accessible depuis l'ordinateur. On remarque la présence d'un étage analogique destiné à gérer un capteur de température du type LM35 (10 mV/°C, pour des températures comprises entre -40°C et 60°C environ). La précision du capteur est comprise entre 0,5°C et 1°C environ, suivant le modèle

Figure 3



utilisé. Le **microcontrôleur SX28** assure le contrôle de l'obturation électronique des capteurs bien plus efficacement que le PC. Pour fixer les idées, étudions le cas du capteur CCD TC237, présenté en **figure 2**. Ce capteur permet un transfert des charges de la zone image vers la zone mémoire en quelques dizaines de microsecondes seulement. Cette phase nommée «obturation électronique» est réalisée par l'envoi de 500 cycles d'horloges sur les broches IAG et SAG. Cependant, le port parallèle d'un PC délivre chaque cycle en 3  $\mu$ s, cette valeur étant (pratiquement) indépendante du modèle d'ordinateur. On en déduit que l'obturation pilotée par le PC prendra 1,5 ms. Le **SX28** est un **microcontrôleur**

**RISC** de dernière génération qui est cadencé à 50 MHz. Sa rapidité nous permet de générer des cycles d'horloges de 40 ns au minimum. Dans le cas de la carte 12 bits, on a dû le freiner à 750 ns pour au moins trois raisons :

- limiter le bruit de commutation ;
- augmenter l'efficacité de transfert des charges dans le CCD ;
- permettre une longueur de câble de 5 mètres entre la tête optique et l'interface sans pertes de qualité.

La durée de la phase d'obturation est ainsi ramenée à 375  $\mu$ s (4 fois mieux qu'avec le PC), avec pour conséquence une **réduction sensible du smearing** et une régularité de transfert exemplaire !.

## ETUDE STRUCTURELLE DE LA PARTIE ANALOGIQUE

Le schéma de la **figure 3** laisse apparaître quatre sections distinctes. **IC1A** assure la génération d'une tension de référence de 10 V, déjà utilisée sur la tête optique. **IC11** pourrait être remplacé par n'importe quelle référence de tension de 10 V, mais le LM4040 est parmi ce qu'on peut trouver de moins cher sur le marché. Cette tension permet de polariser l'étage d'entrée réalisé autour de **IC1B**. Il s'agit d'un montage soustracteur classique dont le gain compense la perte de niveau dans la ligne. Rappelons que l'adaptation d'impédance de la ligne uti-



Figure 4 :  
extraction d'un  
pixel sur le  
CCD avant  
conversion

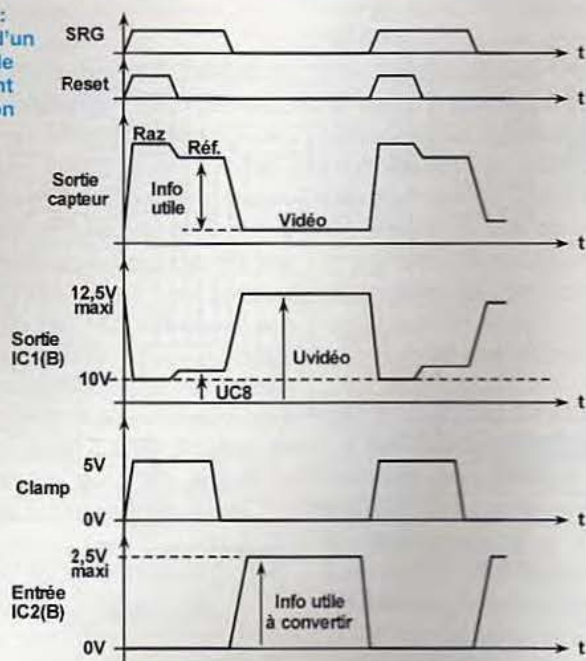
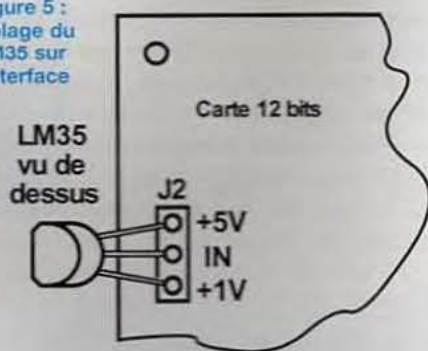


Figure 5 :  
câblage du  
LM35 sur  
l'interface



lise des résistances de 200 ohms câblées de par et d'autre du cordon de liaison. L'impédance équivalente de la ligne, qui est de 100 ohms environ, vient se placer en série avec les résistances de 560 Ω. Si on pose  $R_6 = R_7 = R_a$  et  $R_8 = R_9 = R_b$ , la relation entre  $R_a$ ,  $R_b$  et  $IC1(7)$  est la suivante :

$$IC1(7) = (\text{Vidéo}(2) - \text{Vidéo}(1)) \times R_b/R_a$$

Le signal vidéo est dirigé sur un étage de clamping réalisé autour de **IC3** et **IC2a**. **IC3** est un interrupteur analogique qui permet de ramener le niveau de référen-

ce du capteur CCD au niveau de référence du convertisseur, c'est à dire la masse. L'interrupteur est situé entre les broches S1 et D1. **IC2b**, monté en suiveur, assure l'adaptation d'impédance entre l'étage de clamping et le convertisseur. Le fonctionnement du dispositif de clamping est exposé en détails sur les chronogrammes de la **figure 4**. Rappelons que la sortie d'un pixel est obtenue en trois temps :

1.  $SRG = 1$  et  $RAZ = 1$  : initialisation.
2.  $SRG = 1$  et  $RAZ = 0$  : précharge de la sortie vidéo à un palier de référence.

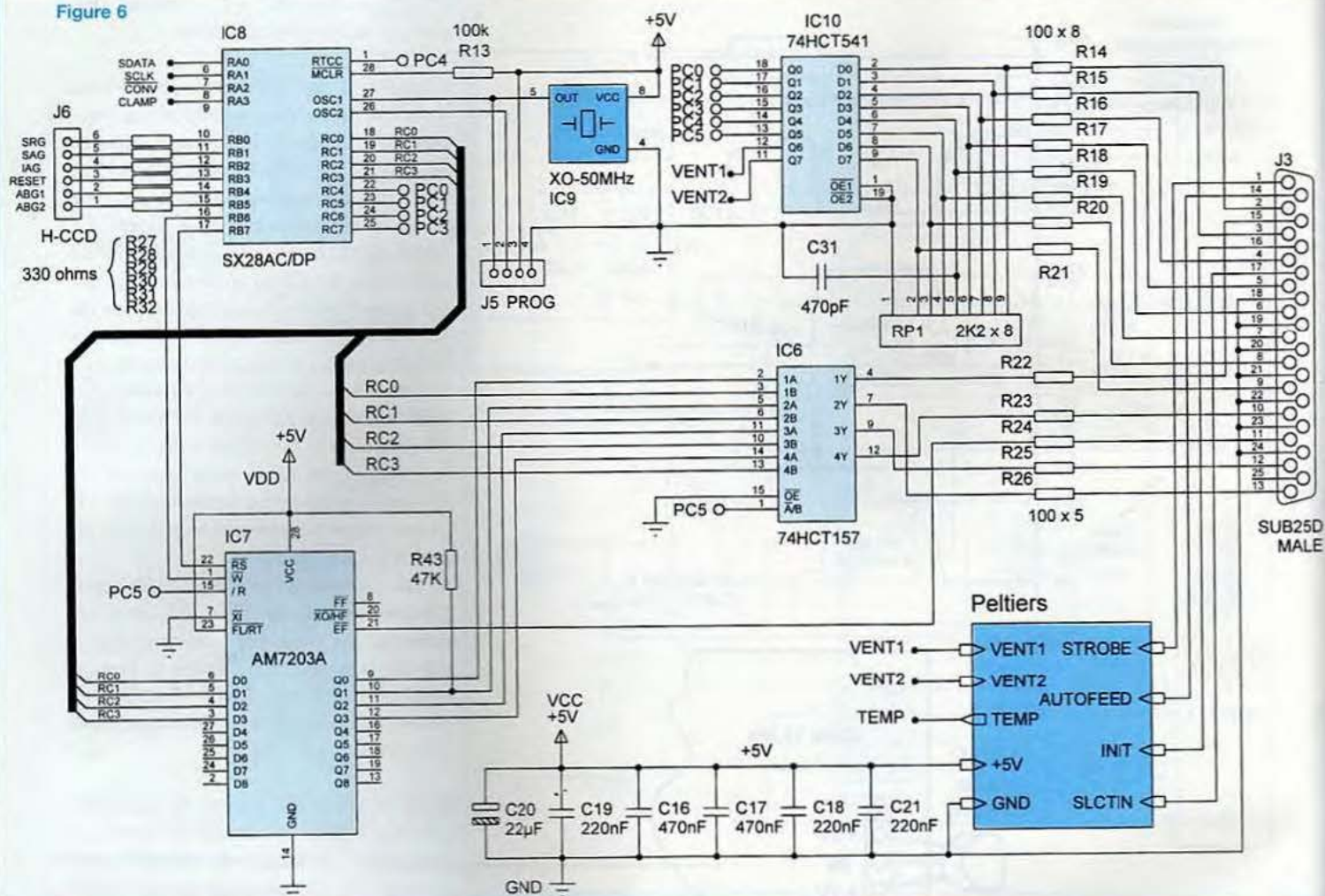
3.  $SRG = 0$  et  $RAZ = 0$  : transfert des charges du pixel vers la sortie.

L'apparition de l'information vidéo utile en sortie du capteur se traduit par l'apparition d'un palier de tension inférieur au niveau de référence. L'information vidéo utile correspond donc à la différence de niveau entre ces deux paliers. La sortie de **IC1b** recueille une information vidéo dont la polarité est inversée, et qui est dotée d'une composante continue de 10 V environ. Voici comment fonctionne le clamping sur notre carte d'interface :

1. L'impulsion de clamping, délivrée pendant le palier de référence, commande la fermeture de l'interrupteur analogique.
2. Puisqu'il est câblé entre la sortie de **IC1b** et la masse (interrupteur fermé), **C8** va se charger exactement au potentiel de référence du capteur.
3. On referme l'interrupteur analogique. L'entrée du suiveur **IC2a** voit alors un potentiel qui correspond au niveau délivré par le soustracteur moins la tension stockée dans **C8**. C'est l'information photonique utile qu'il ne reste plus qu'à convertir.

**IC2b**, associé au réseau de précision [R4-R5], fournit au capteur de température **LM35** une tension de référence précise de 1 V. Ce décalage lui permet de fonctionner jusqu'à des températures négatives de  $-40^{\circ}\text{C}$ . Sa sortie délivre une tension de  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , sachant que la lecture d'une température de  $0^{\circ}\text{C}$  se traduit par une tension de 1 V à l'entrée du convertisseur 12 bits. La masse du capteur est donc reliée à la tension de 1 V, alors que sa broche d'alimentation est reliée à la ligne +5 V. Le branchement du **LM35** sur l'interface est indiqué en **figure 5** : remarquez que la broche centrale du **LM35** correspond à sa sortie. Précisons enfin que **IC5** est chargé d'assurer la sélection de la source analogique (capteur de température ou capteur CCD). Enfin, le convertisseur est un modèle compact (**AD7893**, en boîtier **DIL8**) doté d'une liaison série synchrone.

Figure 6



Soulignons que la version **AD7893-AN2** utilise une plage de conversion de **2,5 V**, alors que le **AD7893-AN5** requiert une dynamique d'entrée de **5 V**. Dans ce dernier cas, il suffira de changer le gain du préamplificateur d'entrée de la carte d'interface pour assurer l'adaptation du signal vidéo au convertisseur. Lorsqu'une donnée analogique est demandée par le PC, le SX28 assure le déclenchement d'une conversion, la lecture série du résultat et son stockage par paquets de 4 bits dans la mémoire FIFO. Le PC n'a plus qu'à lire le résultat en mémoire sans se soucier de la gestion du convertisseur. Ce dernier a d'ailleurs besoin d'une tension de référence exter-

ne de 2,5V fournie par le réseau de précision [R2-R3].

## ASPECTS TECHNOLOGIQUES

L'**AD823** est un amplificateur de technologie «**Rail to Rail**», c'est-à-dire qu'il permet de délivrer des niveaux de tensions proches de ses tensions d'alimentation. Une autre technologie ne pourrait pas convenir ici. Malgré tout, le circuit AD823 présente encore une tension de déchet en sortie de **50 mV** environ. Ce problème est contourné par la présence d'une tension d'offset minimale de 20 mV en sortie du TC255P qui, après amplification

dans la tête optique, est largement supérieure à **100 mV** à l'entrée de l'ampli **IC2a**. La tension d'offset du TC237, dont la valeur est largement plus élevée que celle du TC255, ne risque pas de poser le moindre problème. D'autre part, l'AD823 est adéquat pour les raisons suivantes :

- Il assure un courant de sortie élevé (50mA environ). C'est important pour la charge de C8 qui doit être très rapide pendant le clamping, afin que l'échantillon vidéo soit prélevé avec une bonne précision.
- Il présente une impédance d'entrée de plusieurs mégohms. Il est en effet important que C8 ne puisse pas se décharger

dans IC2a pendant la durée de la conversion analogique/numérique.

Le commutateur analogique **DG642** de **Temic-Semiconductors** est un composant récent qui nous a séduit par ses caractéristiques pratiquement idéales : **boîtier compact (DIL8), bande-passante de 500 MHz, impédance de 5 ohms, temps de commutation de 50 ns.** D'autre part, l'interrupteur peut supporter un courant de **100 mA** (avec son impédance très faible, c'est important pour la charge de C8). En ce qui concerne son alimentation, ce composant nous a imposé une tension d'alimentation de 18V au maximum, qui a été utilisée de fait pour toute la chaîne analogique.

## ETUDE STRUCTURELLE DE LA SECTION LOGIQUE

Contrairement aux apparences, le schéma de la section logique présenté en **figure 6** est assez dépouillé (quatre circuits intégrés). Le **bus de donnée** du port imprimante (**connecteur J3, broches 2 à 9**) est dirigé vers un driver de bus **74HCT541** pour une remise en forme des signaux (rappelons qu'il est prévu un minimum de **10 mètres** de câble entre l'interface et le PC). Les lignes de ce bus sont ensuite aiguillées vers leurs cibles respectives (caméra, convertisseur, etc.). Le **bus d'état** du port imprimante récupère les données du SX28 ou de la RAM FIFO par **paquets de 4 bits**. En effet, ce bus était à l'origine uniquement destiné à recevoir quelques informations sur l'état de l'imprimante, et n'est câblé que sur 5 bits. Il n'a malheureusement pas évolué depuis. Le multiplexeur **74HCT157** (IC6) permet de sélectionner la source des données de l'interface.

Vous pouvez remarquer une batterie de résistances de **100 ohms** destinées à assurer l'adaptation d'impédance des lignes, et surtout une relative protection électrique sur les bus. Le réseau de résistance RP1 a permis de simplifier

l'implantation des composants sur le circuit imprimé. Considérez qu'une résistance de 2,2 k $\Omega$  est placée sur chacune des entrées du driver **74HCT541**.

La section destinée au contrôle du refroidissement est représentée en encadré, à droite du schéma (elle est désignée par le terme «Peltiers»). Cette section est pilotée à partir du **bus de contrôle** du port imprimante, dont seulement 4 bits sont disponibles. Le port imprimante sera présenté plus en détails lors de la description complète de la partie logicielle.

## AU CŒUR DU SYSTÈME : LE MICROCONTRÔLEUR SX28

A titre d'information, précisons que le SX28 est compatible au niveau brochage et instructions avec certains microcontrôleurs «PIC» de Microchip, dont il reprend les caractéristiques essentielles. Nous ne pouvons pas entrer dans le détail du fonctionnement du SX28 dans ces colonnes, mais nous pouvons toutefois le présenter globalement dans les limites de notre application. Le SX28 possède 3 ports externes et une entrée TIMER (RTCC, broche 1).

- L'entrée TIMER permet au PC de signaler au contrôleur qu'une commande lui est envoyée,
- Le port RC est destiné au dialogue avec le PC et à l'écriture des données dans la RAM. Toutes les communications sont effectuées sur 4 bits. Les bits [RC0..RC3] sont en sortie (envoi de données), tandis que les bits [RC4..RC7] sont configurés en entrée (réception des paramètres du PC).
- Le port RB, uniquement configuré en sortie, est destiné au pilotage des horloges du capteur CCD. Les bits RB6 (validation d'écriture) et RB7 (remise à zéro) sont réservés à la RAM.
- Enfin, le port RA est réservé au pilotage du convertisseur et du clamping (seul Ra0 est en entrée).

Remarquez que la broche de commande du TIMER (D4, broche 6 du 74HCT541) est dotée d'un découplage de 470 pF,

afin d'assurer une bonne immunité aux bruits à cette ligne de dialogue. Signalons également la présence d'une résistance de 47 k $\Omega$  sur la broche 10 de la RAM. Ce composant permet de forcer un niveau haut sur l'entrée du multiplexeur IC6 lorsque le bus de la mémoire est inhibé (état haute impédance). A quoi ça sert ? C'est tout simple: cette broche est utilisée lors de la phase de test automatique du multiplexeur par le logiciel ! Le connecteur J5 n'est destiné qu'à permettre la programmation du SX28 en phase de développement, voire éventuellement à faire évoluer le logiciel. Il ne concerne donc pas l'utilisateur de la caméra, car le **SX28 programmé peut être fourni par l'auteur**. Pour le contacter, envoyez un E-mail à l'adresse suivante :

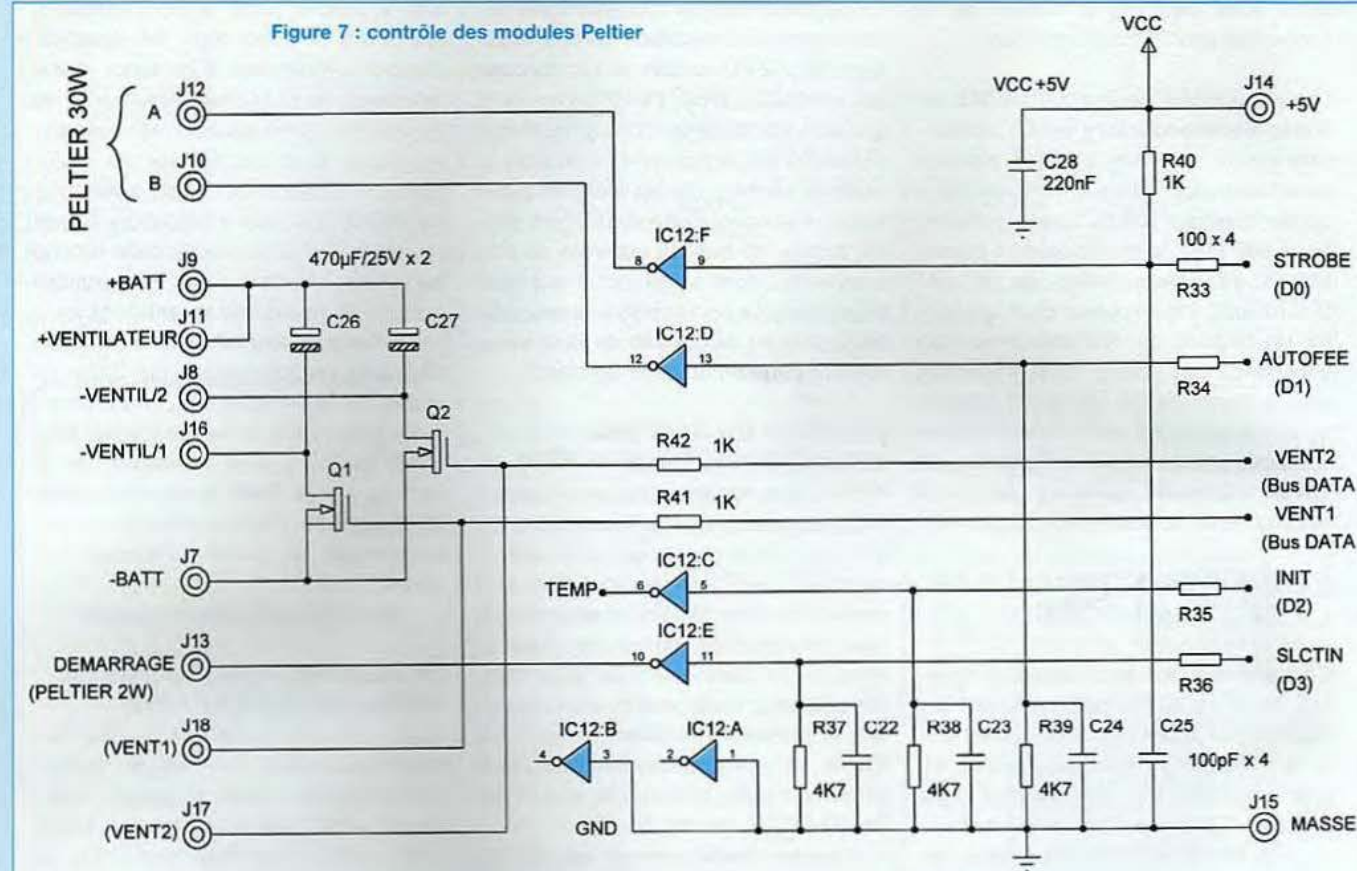
[bernard.dalstein@wanadoo.fr](mailto:bernard.dalstein@wanadoo.fr)

## LA MÉMOIRE FIFO, QUI EST LE «PIPE-LINE» DE LA CARTE

Vous pouvez constater qu'elle est assez particulière : un bus de donnée séparé en deux parties (écriture et lecture), et aucun bus d'adresse. Le terme FIFO signifie «First In - First Out», ou encore «premier entré = premier sorti». Cette mémoire est une mémoire séquentielle, destinée à contrôler des flux de données qui ne sont pas synchronisés entre la source et la destination. La source «remplit» la mémoire à son rythme par le bus d'entrée, tandis que le destinataire effectue la lecture de son contenu à son propre rythme également. Signalons toutefois quelques restrictions :

- l'ordre de transfert des données est imposé par la source (ici le SX28). Dans notre cas, il s'agit des pixels d'une ligne tels qu'ils apparaissent en sortie du capteur CCD ;
- le destinataire (ici le PC) doit contrôler régulièrement la broche **EF** (Empty Flag), afin de vérifier si la mémoire contient encore des données ;
- la source doit contrôler régulièrement la broche **FF** (Full Flag), afin de vérifier

Figure 7 : contrôle des modules Peltier



s'il reste encore de la place dans la mémoire.

Dans notre cas, la mémoire a été choisie de capacité supérieure à une ligne complète (650 pixels de 12 bits). Le risque de saturation de la RAM étant nul dans ces conditions, le bit de contrôle **FF** n'est pas contrôlé par le SX28. Pour être plus précis, disons que le rythme de remplissage de la RAM est imposé par le convertisseur (autour de 15  $\mu$ s par pixel). De son côté, le PC effectue la lecture d'un quartet en un peu moins de 5  $\mu$ s (ce qui donne un peu moins de 15  $\mu$ s pour la lecture des 12 bits). Puisque le PC n'a pas à se soucier de la synchronisation avec le SX28 (il se contente de vérifier que la FIFO n'est pas vide), le transfert est optimisé. D'autre part, le bit de contrôle **FF** est lu en même temps que chaque donnée de

4 bits, ce qui n'entraîne aucune perte de temps lors du transfert. Le fonctionnement détaillé de la RAM FIFO et ses chronogrammes de pilotage seront développés lors de la présentation logicielle de l'interface 12 bits, à notre prochain rendez-vous.

## PILOTAGE DU REFROIDISSEMENT

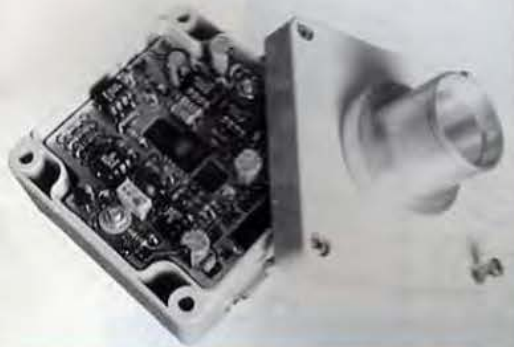
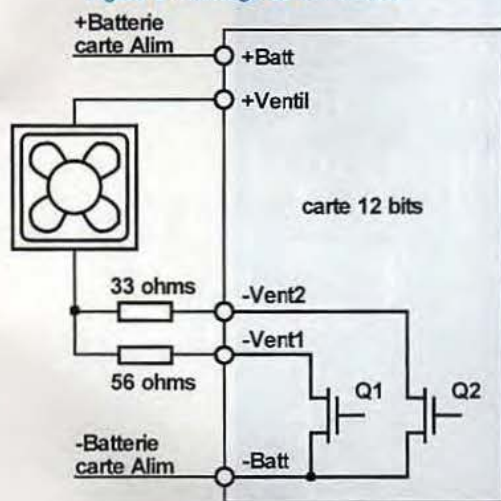
Le bus de contrôle du port parallèle est assigné au contrôle du refroidissement de la tête optique. Si le capteur CCD est utilisé à température ambiante, cette section est sans intérêt. Dans le cas contraire, on pourrait penser que si le capteur est refroidi, il n'y a aucune raison pour ne pas utiliser le refroidissement maximal, et que le contrôle du courant dans les modules Peltier est inutile.

Dans l'absolu, c'est un raisonnement qui

se tient. Il y a pourtant certains cas qui demandent de réviser ce jugement...

1. Avec un petit instrument d'observation (par exemple une lunette de 60mm ou un télescope du type 114/900, souvent dotés d'une monture trop légère), le ventilateur pourrait entraîner des vibrations qui risquent de nuire à la qualité des images planétaires (c'est pour l'observation planétaire que les grossissements sont les plus importants). Dans ce cas, il peut être judicieux de supprimer la ventilation, ce qui conduit également à limiter le courant dans les modules Peltier. Il me semble important de préciser que l'utilisation d'une caméra CCD passe avant tout par la possession d'une monture équatoriale ou azimutale motorisée. Pour le planétaire, on pourrait cependant se contenter d'une motorisation de qualité moyenne pour débuter, le tout étant de

Figure 8 : câblage du ventilateur



pouvoir pointer un objet dans le ciel assez longtemps pour effectuer les réglages d'usage (centrage de l'objet et focalisation).

2. Lors d'une soirée d'observation nomade (sur batterie, loin de toute source d'alimentation secteur), l'autonomie de la batterie pourrait être prolongée en limitant le courant du premier étage entre 0,5 et 1 ampère.

Dans le cadre de ce genre d'observations, le «compromis idéal» en terme de rendement et d'efficacité consiste à placer les deux modules Peltier en série sur l'alimentation en courant de 1 A (celle du Peltier de 2 W). Dans cette configuration, l'électronique destinée au Peltier de 30W pourrait être omise. Du coup, la puissance du transformateur peut être divisée par 2 et on évite l'installation d'un dissipateur externe. L'économie réalisée à la

source est de l'ordre de 200 F environ...  
3. Malgré toutes les précautions que vous auriez pu prendre, vous ne serez jamais totalement à l'abri d'un risque de givrage du capteur CCD ou du hublot lors de l'utilisation d'un double étage de refroidissement (module Peltier de 2W placé directement sous le capteur). Le meilleur moyen de ne pas gâcher une soirée d'observations consiste alors à couper le deuxième étage en attendant l'occasion d'éliminer l'humidité et de revoir l'étanchéité du boîtier. Nous n'avons jamais rencontré de problème de givrage avec pour seul refroidissement l'étage Peltier de 30 W. En effet, le point le plus froid devient le doigt caloripporteur, qui se comporte comme un «piège à humidité» prioritaire face au CCD qui est forcément plus loin, donc moins froid. Il est également envisageable de doter la fenêtre du CCD d'un hublot de moyenne qualité en plexiglass ou d'un hublot de très bonne qualité optique en quartz. Le site Web de l'auteur ou l'article de LED décrivant une tête CCD dotée d'un TC237 développe suffisamment ce sujet.

Le schéma de la section destinée au pilotage du refroidissement est indiqué en figure 7. Cette section est limitée au strict nécessaire: un réseau de composants passifs au niveau du port parallèle, un driver de bus (74HCT04) et deux étages de puissance à transistors Mosfet pour le ventilateur (ce qui permet d'accéder à 3 vitesses de ventilation). Précisons que la commande du ventilateur est obtenue à partir des bits D6 et D7 du bus de donnée. Les transistors sont des Mosfet de moyenne puissance, mais d'autres modèles pourraient convenir. Il existe d'ailleurs aujourd'hui de nombreux transistors Mosfet optimisés pour fonctionner depuis une commande logique en 5 volts. On peut même envisager de remplacer Q1 et Q2 par des transistors Darlington. Le ventilateur étant piloté sur deux bits, il sera nécessaire de prévoir le câblage indiqué en figure 8.

Lorsque Q1 et Q2 sont bloqués, le venti-

lateur est arrêté. Si on envoie une tension de 5 V sur la grille de Q1, le transistor est saturé et le ventilateur tourne à sa vitesse minimale. Le courant est alors limité dans notre exemple par une résistance de 56  $\Omega$ / 5 W qui détermine une vitesse de rotation autour de 50 % de Vmaxi. Si on envoie une tension de 5 V sur la grille de Q2, le ventilateur tourne à une vitesse intermédiaire (autour de 70 % de Vmaxi) avec la résistance de 33  $\Omega$ /5 W. Si Q1 et Q2 sont passants, la mise en parallèle des deux résistances permet d'obtenir autour de 80% de Vmaxi. Il est souhaitable de ne pas relier le ventilateur directement à l'alimentation dans le cas de l'utilisation de l'alimentation secteur, car il serait survolté (en effet, le secondaire du transformateur fournit environ 15 V en valeur moyenne). Ceci entraînerait un excès de bruit et de vibrations, et surtout limiterait sa durée de vie. Les condensateurs C26 et C27 sont chargés d'assurer un lissage du courant d'alimentation du ventilateur, dans le cas où l'interface est reliée à une alimentation secteur. Signalons que les deux entrées notées Vent1 et Vent2 prévues sur la carte ne sont pas à câbler !. Elles sont destinées à commander le ventilateur en manuel à partir d'un commutateur, pour le cas où l'une des sorties du PC serait réquisitionnée pour une extension ultérieure (mise au point motorisée, roue à filtre, etc...). D'autre part, il est envisageable de récupérer les deux bits de donnée D6 et D7 du PC pour dialoguer avec une interface additionnelle. Celle-ci pourrait reprendre à sa charge le pilotage complet du ventilateur ou d'autres périphériques.

## RÉALISATION DE L'INTERFACE

Le circuit imprimé de la carte 12 bits est disponible auprès des Editions Périodes, étamé et percé. Il est donc vivement conseillé de se le procurer auprès de la rédaction, plutôt que de se lancer dans une réalisation hasardeuse... Toutefois, si

Figure 9 :  
tracé des  
pistes (face  
inférieure)

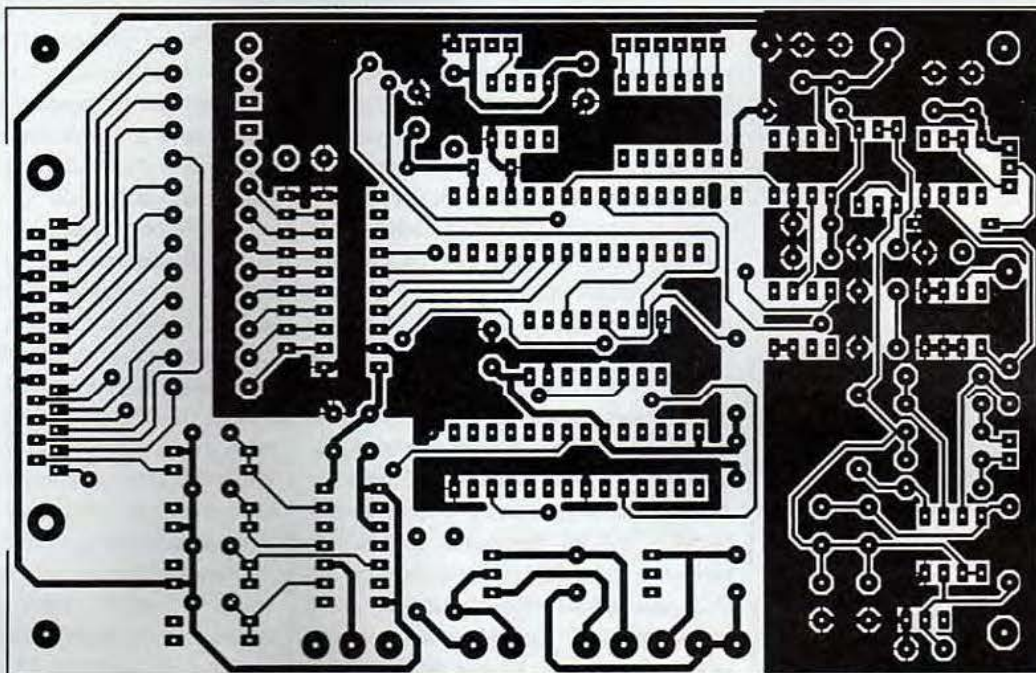
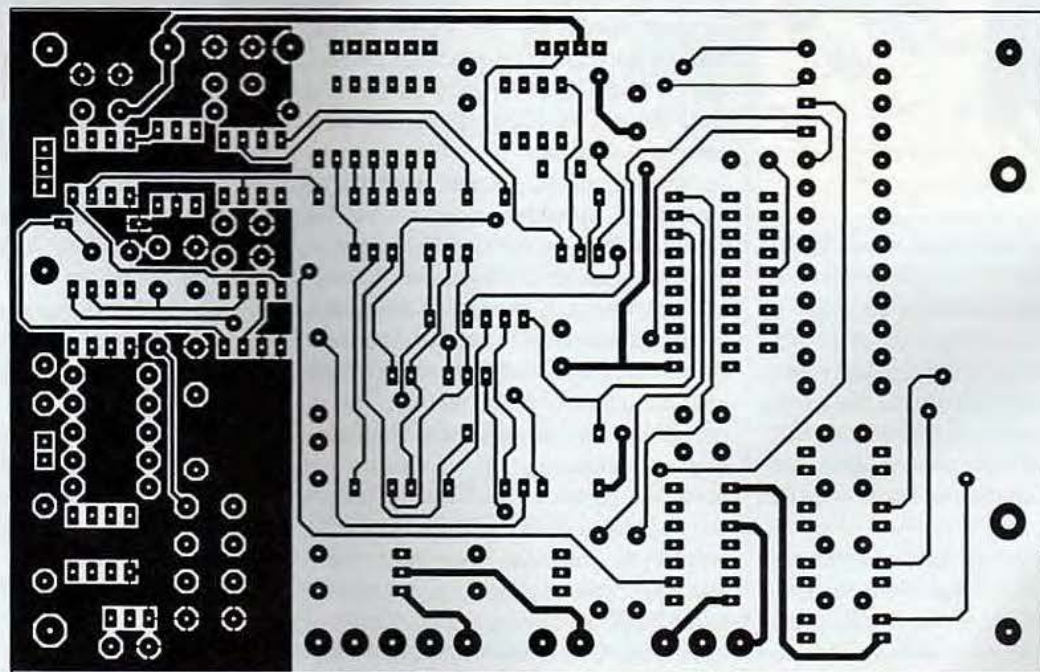


Figure 10 :  
tracé des  
pistes (face  
supérieure)



vous désirez le reproduire, les tracés des pistes de la carte 12 bits (deux faces) et le plan d'implantation des composants sont proposés respectivement aux figures 9, 10 et 11. Une fois de plus, puisque nous avons affaire à un circuit

imprimé «double-face», l'ordre de soudage que nous proposons ci-dessous permettra d'éviter des surprises désagréables. En effet, il y a des soudures délicates à réaliser sur la face supérieure, et la mise en place aléatoire de certains

composants risque de vous empêcher d'accéder à certaines pastilles voisines. Utilisez de préférence un fer à souder de faible puissance et doté d'une panne fine (du genre JBC 11W ou AMPEX 17W). On commencera par placer tous les

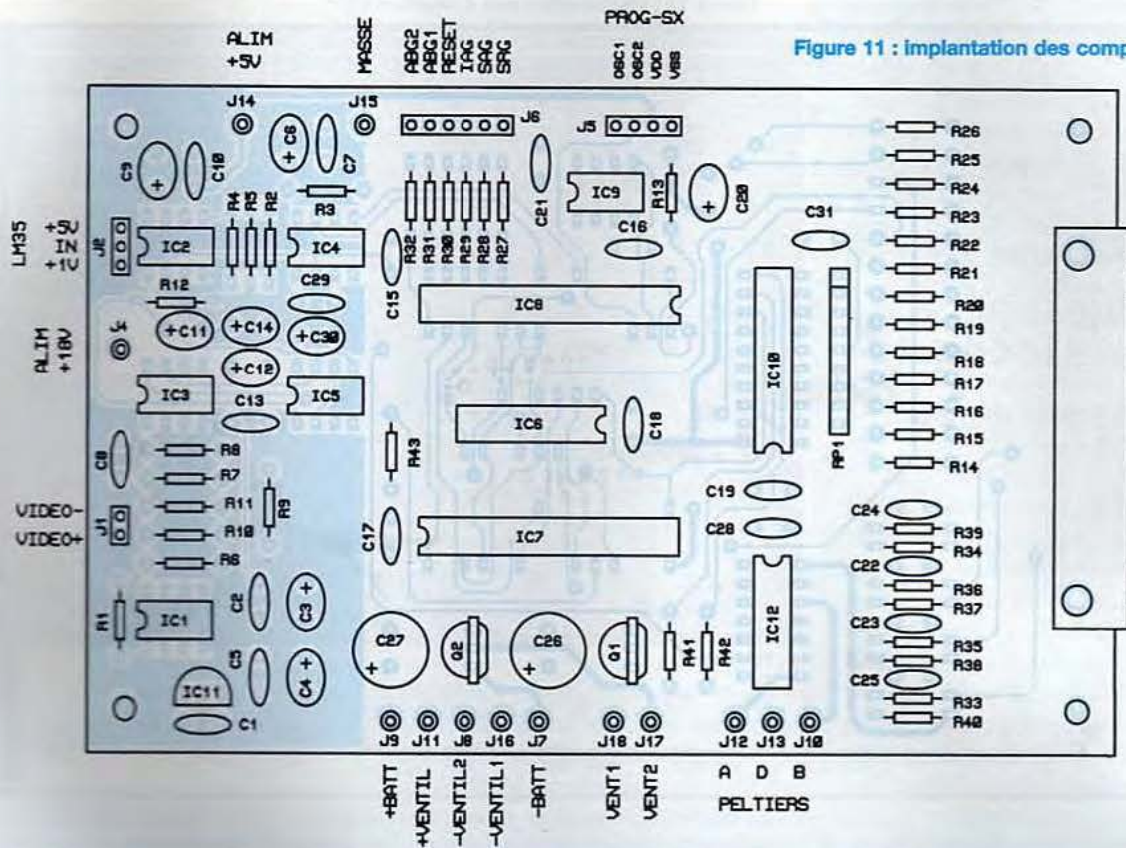


Figure 11 : implantation des composants

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### - Résistances

R1 : 2k2  
 R2 : 33,2 k $\Omega$  / 1 %  
 R3,R5 : 11 k $\Omega$  / 1 %  
 R4 : 100 k $\Omega$  / 1 %  
 R6,R7 : 560  $\Omega$  / 1 %  
 R8,R9 : 820  $\Omega$  / 1 % (1,5 k $\Omega$  / 1 %  
 avec le AD7893-AN5)  
 R10,R11 : 200  $\Omega$  / 1 %  
 R12 : 18 k $\Omega$   
 R13 : 100 k $\Omega$   
 R14 à R26 : 100  $\Omega$   
 R27 à R32 : 330  $\Omega$   
 R33 à R36 : 100  $\Omega$   
 R37,R38,R39 : 4k7  
 R40,R41,R42 : 1 k $\Omega$   
 R43 : 47 k $\Omega$   
 RP1 : 2k2 : réseau de résistance  
 (8R+1 commun)

Pour le ventilateur :  
 56  $\Omega$  / 10 W et 33  $\Omega$  / 10 W

**Attention** : ces valeurs pourraient être à adapter en fonction du ventilateur, mais ne sont pas critiques (il n'est pas

impossible d'être amené à utiliser des valeurs supérieures à 100  $\Omega$  avec certains modèles de ventilateurs!) Notez qu'il existe des résistances dotées de trous de fixation : elles pourraient être fixées directement sur la face arrière du boîtier.

### - Condensateurs

C1, C2, C5, C7, C10, C13, C18, C19, C21, C28,C29 : 220 nF  
 C3,C4 : 220  $\mu$ F / Chimiques faibles ESR / 25 V  
 C6,C9,C11,C12,C14,C20,C30 : 22  $\mu$ F / tantales / 25 V  
 C8 : 1 nF / céramique  
 C15 : 47 pF  
 C16,C17 : 470 nF  
 C22,C23,C24,C25 : 100 pF  
 C26, C27 : 470  $\mu$ F / 25 V  
 C31 : 470 pF

### - Transistors et autres circuits actifs

Q1,Q2 : ZVN4306A

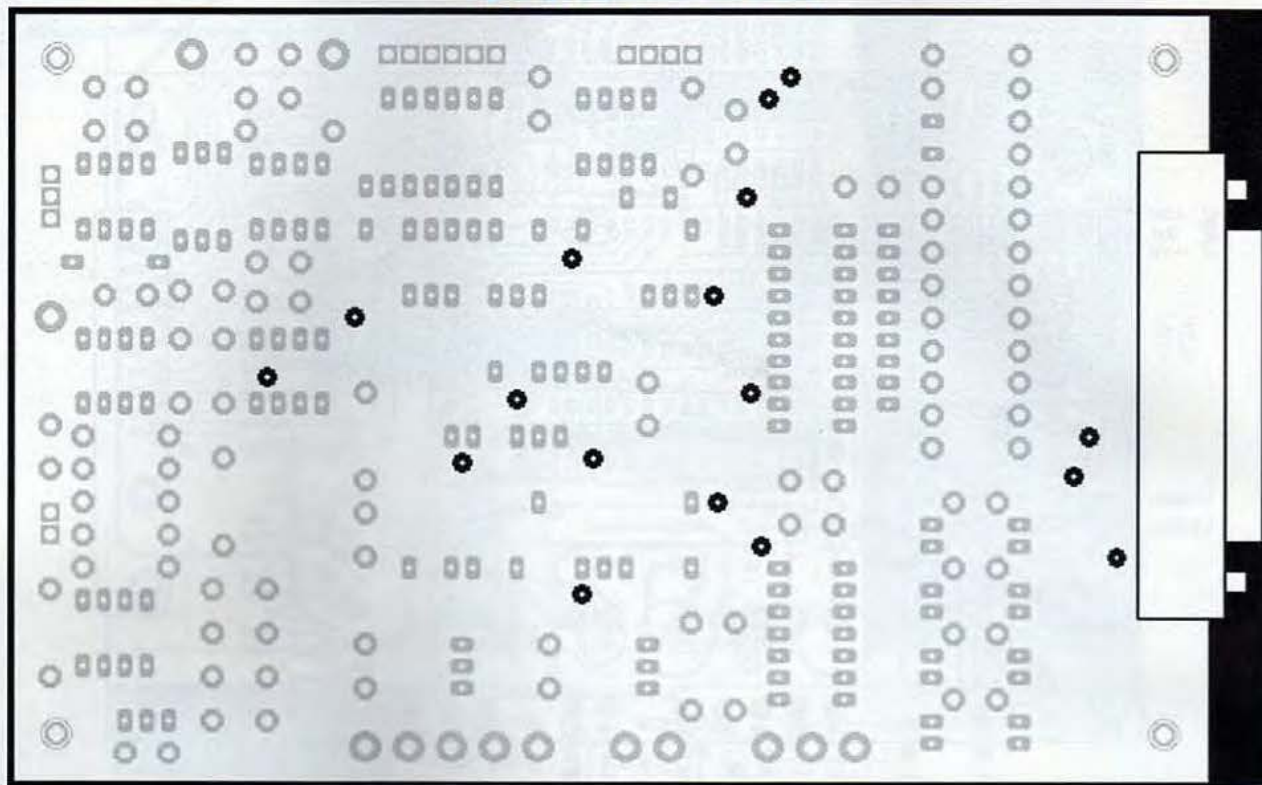
(Mosfet compatible TTL / FARNELL)

IC1,IC2 : AD823AN  
 IC3,IC5 : DG642DJ (FARNELL)  
 IC4 : AD7893-AN2 (FARNELL)  
 (ou encore le AD7893-AN5 disponible auprès de FARNELL)  
 IC6 : 74HCT157  
 IC7 : AM7203A-35RC (FARNELL)  
 IC8 : SX28AC/DP  
 (contacter l'auteur par E-mail pour obtenir un SX28 programmé)  
 IC9 : Oscillateur 50MHz DIL8  
 IC10 : 74HCT541  
 IC11 : LM4040-DIZ10 ou LM4040-DIZ100  
 IC12 : 74HCT04  
 Capteur de température externe: LM35  
 (attention : surtout pas de LM335 !)  
 J3 : Embase SUB25D coudée Mâle

### - Divers

Supports de circuits intégrés : barrettes tulipes de préférence (saufs pour les circuits intégrés à 8 broches qui peuvent utiliser des supports DIL8 «tulipes»)

Figure 12 : implantation des straps



straps de liaison entre les deux faces, il y en a 17 au total. Le plan d'implantation de la figure 12 indique la position de tous les straps. D'ailleurs, il est conseillé de placer en premier les straps situés sous IC5, IC6 et IC7, car ils seraient difficiles à atteindre après la mise en place des supports (on peut utiliser des pattes de résistances pour réaliser les straps).

## 1. Soudage de la section analogique

Contrairement à l'usage courant, il est préférable d'effectuer ensuite le soudage des supports de circuits intégrés, dont l'ordre est indiqué ci-dessous. C'est en effet la partie la plus délicate, et il est souhaitable que la zone de soudage des supports reste bien dégagée pendant cette phase, afin qu'ils restent accessibles.

- Souder le support de IC1, avec la broche (4) qui doit être soudée côté composants.

- Souder le support de IC2. Les broches (1) (2) (4) (5) doivent être soudées côté composants.

- Souder le support de IC3. Les broches (2) (3) (4) (7) (8) doivent être soudées côté composants.

- Souder le support de IC4. Les broches (2) (5) (6) (7) doivent être soudées côté composants.

- Souder le support de IC5. Les broches (1) à (7) doivent être soudées côté composants.

Implantez ensuite les résistances R1 à R12... puis les condensateurs C1 à C14, C29 et C30. Pour chaque composant, vérifier s'il existe une liaison à souder du côté des composants. Il ne reste plus qu'à monter IC11, ainsi que les connecteurs J1, J2, J4, J14 et J15.

## 2. Soudage de la section numérique

On reprend le soudage des supports de

circuits intégrés, selon l'ordre indiqué ci-dessous. Il est vivement conseillé de ne pas utiliser de supports complets, et de les remplacer par des jeux de barrettes sécables. En effet, la soudure de IC6 à IC10 est plus délicate avec des supports classiques, car ces circuits sont placés très près l'un de l'autre. La solution la plus efficace consiste à suivre l'ordre suivant :

- Rangée 1 à 14 de IC8, ainsi que 8 broches du côté des composants.

- Rangée 15 à 28 de IC8, ainsi que 9 broches du côté des composants.

- Rangée 1 à 8 de IC6, ainsi que 5 broches du côté des composants.

- Rangée 9 à 16 de IC6, ainsi que 5 broches du côté des composants.

- Rangée 15 à 28 de IC7, ainsi que 2 broches du côté des composants.

- Rangée 1 à 14 de IC7, ainsi que 8 broches du côté des composants.

- Rangée 11 à 20 de IC10, ainsi que 4 broches du côté des composants.



Figure 13



• Rangée 1 à 10 de IC10, qui ne comporte pas de broches du côté des composants.

Implantez ensuite les résistances R13, R27 à R32, et R43. Puis les condensateurs C15 à C21 et le condensateur C31. Pour chaque composant, vérifiez s'il existe une liaison à souder du côté des composants. Implanter l'oscillateur IC9 (le point correspond à la broche 1, comme indiqué sur l'une des photographies en gros plan de cet article), en veillant à pouvoir souder la broche reliée à une piste du côté des composants. Placer les connecteurs J5 (optionnel) et J6. Il reste à mettre en place le réseau de résistances RP1. le point de repère de RP1 est à placer près de C31, sans oublier qu'une broche de RP1 doit être soudée côté composants !. Enfin, souder les résistances de 100 Ω R14 à R26 (R22 à R26 doivent être soudées côté composants !).

### 3. Soudage des fonctions dédiées au port de contrôle de l'imprimante

Il reste le support de IC12 à câbler en priorité (avec 4 broches à souder du côté

des composants). Ensuite on soude les résistances R33 à R42, puis les condensateurs C22 à C28. Mettre en place Q1 et Q2, avant de terminer avec les 10 cosses de sortie et enfin le connecteur J3. J3 doit être impérativement une embase coudée Mâle du type SUB25D. Nous allons enfin pouvoir passer aux premiers tests de l'interface!. Toutefois, il serait prudent de placer préalablement l'interface dans le coffret, au dessus de la carte d'alimentation. Veuillez donc vous référer aux articles consacrés à la description de l'alimentation et de la tête CCD TC237 (qui fournissent des informations supplémentaires sur la mise en coffret) en ce qui concerne les détails mécaniques, avant de passer au paragraphe suivant.

### TESTS DE FONCTIONNEMENT DE L'INTERFACE

Il faut commencer par câbler les alimentations (ligne GND, +5 V et +18 V), puis vérifier que ces alimentations sont correctement distribuées sur tous les circuits intégrés.

La carte étant sous tension, vérifier la présence de la tension de 18V sur la broche 7 de IC3 et IC5, ainsi que sur la

broche 8 de IC1. On doit trouver 10V sur la broche 3 de IC1, cette tension étant fournie par IC11.

Couper l'alimentation et implanter IC1 sur son support, remettre sous tension puis vérifier la présence de la tension de 10 V sur les broches 1, 2 et 3 de IC1. Le réseau [R2-R3] doit fournir 2,5 V sur la broche 1 de IC4. Le réseau [R4-R5] doit fournir 1 V sur la broche 5 de IC2. Enfin, on doit trouver respectivement 1 V et 5 V aux deux extrémités du connecteur J2. Vérifier la présence de la tension de 5 V sur les broches : 7 de IC4, 8 de IC2 et IC9, 14 de IC12, 16 de IC6, 20 de IC10, 28 de IC7 et 2 de IC8.

Couper l'alimentation. Si toutes les tensions sont correctes, on peut alors implanter tous les circuits intégrés sur leurs supports respectifs.

Remettre sous tension. Si rien ne chauffe anormalement, les tests statiques sont terminés. Nous aurons besoin du logiciel d'acquisition pour tester les autres fonctions de la carte. Le logiciel de pilotage des caméras intègre désormais une procédure de test des fonctions internes de la carte 12 bits. Il est disponible sur le site Web de l'auteur, à l'adresse Internet suivante :

<http://perso.wanadoo.fr/bernard.dalstein>

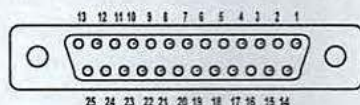
La procédure de test est accessible à l'utilisateur à partir du menu principal «Acquisitions». Sélectionner ensuite l'item «Test de l'interface 12 bits» dans le menu. Une boîte à outil proposant différents tests s'affiche à l'écran, comme l'indique l'illustration de la figure 13. Il suffit de suivre dans l'ordre indiqué les directives proposées par cette fonction.

### CÂBLAGE DE L'INTERFACE 12 BITS

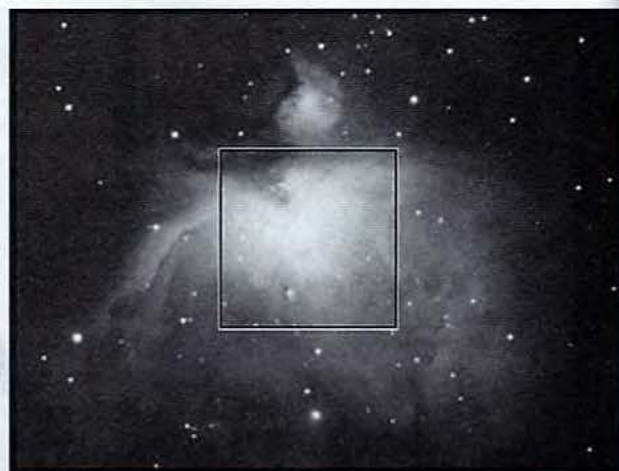
Il n'est pas proposé de plan de câblage complet entre l'interface, l'alimentation et le connecteur de la caméra, étant donné que les plans d'implantations et les brochages des connecteurs parlent d'eux mêmes : la broche SRG du connecteur est à relier à la broche SRG

## Annexe B : brochage du connecteur destiné à la tête CCD

### Annexe B: brochage du connecteur destiné à la tête CCD



- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1. Vidéo1                               | 14. (-) Peltier de 30W            |
| 2. Vidéo2                               | 15. (+) Peltier de 30W            |
| 3. Masse analogique                     | 16. Masse capteurs de température |
| 4. Masse numérique                      | 17. Sortie capteur 1              |
| 5. Alimentation +5V (non câblé)         | 18. (+) capteurs de température   |
| 6. Alimentation +26V (capteur CCD)      | 19. Sortie capteur 2              |
| 7. Alimentation +10V (non câblée)       | 20. (-) Peltier de 2W             |
| 8. alimentation +12V (drivers)          | 21. (+) Peltier de 2W             |
| 9. Reset                                | 22. (-) Ventilateur               |
| 10. ABG1 (TC255 et borne A, tête TC237) | 23. (+) Ventilateur               |
| 11. SRG                                 |                                   |
| 12. SAG                                 | 24. Non câblé                     |
| 13. IAG                                 | 25. ABG2 = borne B, tête TC237    |



Michel Mathot

M42 : la nébuleuse d'Orion

de la carte d'interface, etc... Le brochage du connecteur SUB25D destiné à la tête CCD est toutefois rappelé en **Annexe B**. Pour ne rien laisser au hasard, signalons quelques équivalences entre les références indiquées sur les cartes d'interface et d'alimentation :

- +Batt et -Batt doit être câblé à +Batterie et -Batterie sur la carte d'alimentation.
- D doit être câblé à Démarrage sur la carte d'alimentation.
- L'alimentation de 18 V est récupérée

sur la sortie indiquée «+22 V» sur le plan d'implantation d'origine de la carte alimentation (c'est un oubli de l'auteur lors de la publication de la carte d'alimentation : les tensions +22 V prévues à l'origine ont été finalement ramenées à +18 V).

- Les broches «Masse analogique» et «masse numérique» du connecteur destinées à la tête optique peuvent être reliées ensemble, afin de réduire l'impédance de la liaison.
- La broche «vidéo(-)» de l'interface, qui correspond à la broche de J1 qui est à

côté de C8, est à relier à la broche 1 du connecteur SUB25D (vidéo1).

- La broche «vidéo(+)», qui est à proximité de R1, est à câbler sur la broche 2 du connecteur de la caméra CCD (vidéo2).
- les deux entrées notées «Vent1» et «Vent2» ne sont pas à câbler ! Elles sont destinées à commander le ventilateur en manuel à partir d'un commutateur, pour le cas où l'une des sorties du PC serait réquisitionnée pour une extension ultérieure (mise au point motorisée, roue à filtre, etc...).



Michel Mathot

Jupiter



Pascal Mora

Saturne



Lune



Nous vous proposons pour terminer cet article quelques images astronomiques réalisées avec la Kitty. Cependant, les conditions météo actuelles n'ont pas permis d'obtenir des images du ciel à partir de la carte 12 bits (ce n'est que partie remise !). Ce sont donc des images issues d'une caméra kitty en version 8 bits. Citons notamment quelques images planétaires, comme Saturne obtenue par Pascal Mora (France) avec une Kitty-255 ou encore Jupiter et la lune, proposées par Michel Mathot

(Belgique) avec un capteur TC237. Ce dernier nous a également envoyé une pose du noyau de **M42 (la nébuleuse d'Orion)**, majestueuse dans le ciel d'hiver. Afin de situer ce cliché dans la nébuleuse d'Orion, nous l'avons placé en parallèle avec une image à grand champ de M42. Afin d'obtenir une représentation de la totalité de cette nébuleuse particulièrement étendue dans le ciel, il serait nécessaire de réaliser une mosaïque de plusieurs poses.

Nous nous retrouverons lors d'un pro-

chain numéro de LED pour la description du logiciel de pilotage de la carte 12 bits. Nous en profiterons pour décrire le protocole de dialogue utilisé pour permettre au PC de communiquer avec le SX28. Les routines qui seront décrites en détails permettront aux programmeurs de piloter la caméra à partir d'une autre plate-forme, ou encore d'intégrer la Kitty 12 bits dans leur propre logiciel.

à suivre...  
**Bernard Dalstein**

# LES TUBES KT88 / KT90

## UN PUSH-PULL EN ULTRA-LINÉAIRE CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff



Pour rester dans des puissances confortables nous allons nous intéresser à la réalisation d'un amplificateur stéréophonique utilisant cette fois-ci des tétrodes KT88 ou des pentodes KT90. Ces tubes sont réputés pour leur robustesse et équipent des produits de marques aussi prestigieuses que Mc Intosh ou Jadis.

**C**ette version de base utilise «la plate-forme» du double push-pull de 6L6 et lui donne un «look» assez professionnel.

Les tubes de puissance sont situés de part et d'autre du châssis, vers l'extérieur, de manière à faciliter l'évacuation de la chaleur.

A de telles puissances et en fonctionnement AB1, il faut éviter la stagnation des calories.

Comme nous envisageons une version de 2 x 75 Weff, il vaut mieux prendre des précautions tout de suite. A cet effet, nous avons également prévu 2 grilles d'aération au diamètre de  $\varnothing 50$  mm afin que le châssis avant renfermant l'électronique de commande puisse être ventilé correctement.

### LA TÉTRODE KT88

Un gros bulbe enflé en verre repose sur un culot OCTAL 8 broches que nous vous avons reproduit en figure 1A.

La sortie des électrodes est identique à celle d'une EL34 ou d'une 6L6. Le chauffage du filament s'effectue sous une tension de 6,3 V avec une consommation de 1,6 A.

La KT88 a une dissipation anodique maximale de 42 W. Deux tubes montés en push-pull et en classe AB1 peuvent fournir une puissance de 100 Weff.

#### VALEURS MAXIMALES APPLICABLES AU TUBE

- Tension anodique max : 800 V
- Tension de grille 2 max : 600 V

- Puissance anodique max : 42 W
- Puissance de grille 2 max : 8 W
- Courant cathodique max : 230 mA
- Résistance de grille 1 :  
cathode polarisée : 270 k $\Omega$   
polarisation fixe : 100 k $\Omega$

### LA PENTODE KT90

La KT90 est moins trappue que la KT88. Son bulbe en verre d'un diamètre de  $\varnothing 38$  mm ( $\varnothing 50$  pour la KT88) s'élève sur une hauteur de 114 mm (90 pour la KT88).

Le culot est également un OCTAL 8 broches. Cependant cette pentode contrairement à l'EL34 a sa grille supresseuse connectée directement à l'intérieur de l'enveloppe à la cathode, broche 8 (figure 1B). Cette grille supresseuse est disponible en broche 1 pour l'EL34.

#### VALEURS MAXIMALES APPLICABLES AU TUBE

- Tension anodique max : 750 V
- Tension de grille 2 max : 650 V
- Puissance anodique max : 50 W
- Puissance de grille 2 max : 8 W
- Courant cathodique max : 230 mA
- Chauffage filament : 6,3 V
- Consommation filament : 1,6 A

Nous remarquons que KT88 et KT90 ont des paramètres assez semblables, qu'en sera-t-il en fonctionnement dynamique à l'écoute, tétrode ou pentode ?

### LE PUSH-PULL

Un amplificateur en push-pull se décompose en 3 parties comme l'indique la figure 2. Tout d'abord un étage amplificateur en tension multiplie par (x) l'amplitude du signal appliqué à l'entrée de l'appareil (x pouvant être compris entre 20 et 80).

Ce signal est ensuite transmis à un étage déphaseur dont le rôle est, à partir du signal de commande, de créer un

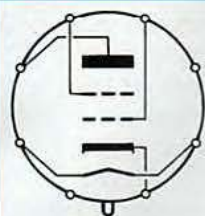


Figure 1A

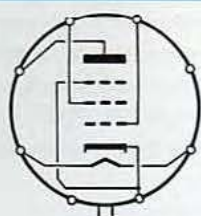


Figure 1B

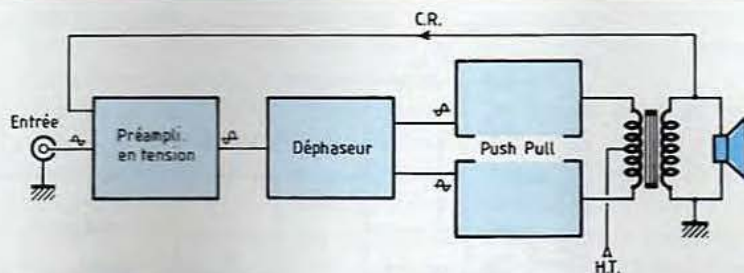


Figure 2

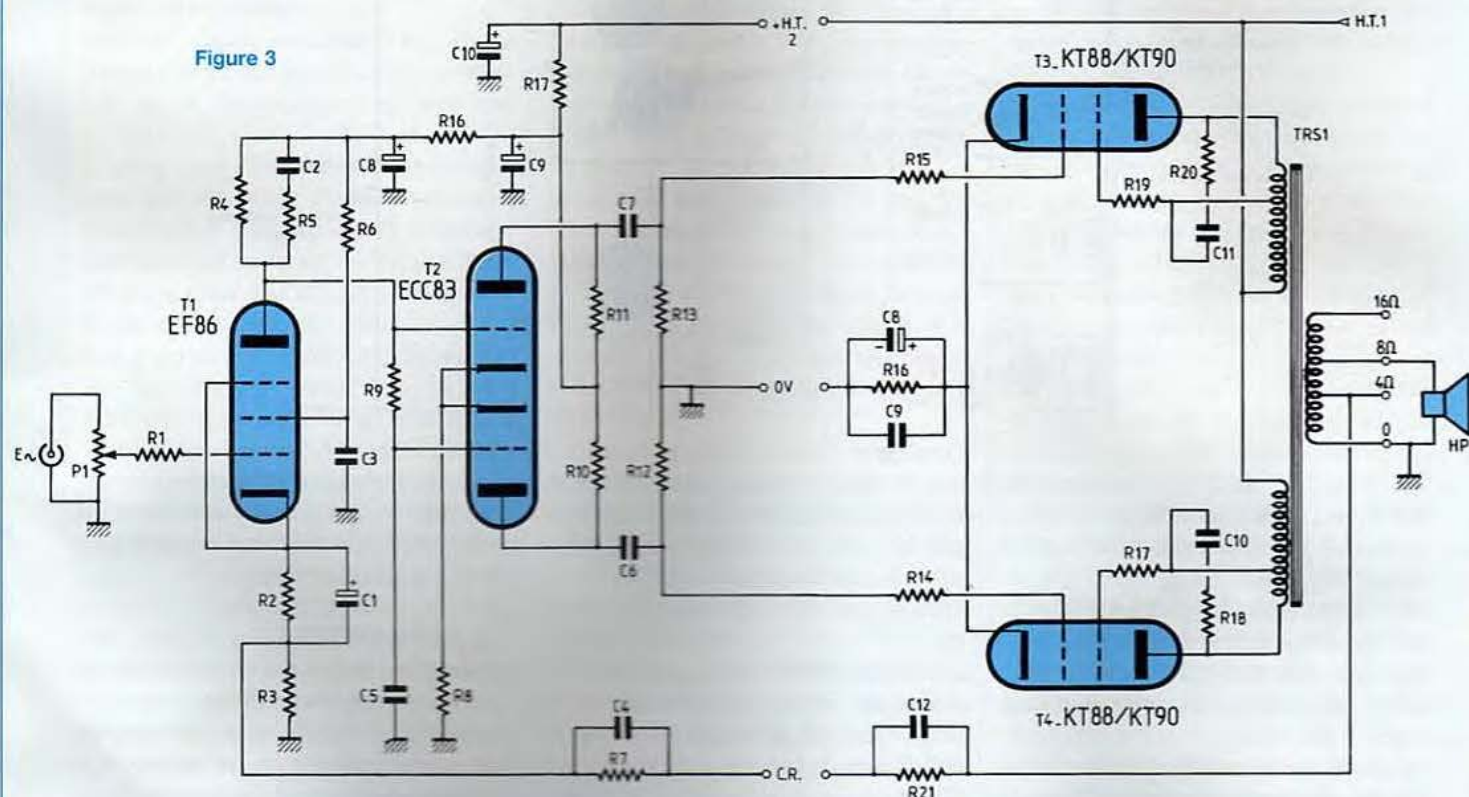


Figure 3

deuxième signal presque identique mais en opposition de phase. Il existe de nombreux déphaseurs, les plus connus étant le paraphase, le cathodyne, le Schmitt.

Les signaux déphasés attaquent enfin l'étage de puissance du type push-pull, chaque branche s'occupant uniquement d'une alternance du signal, ou la positive, ou la négative.

Un transformateur à point milieu charge les sorties de l'étage de puissance, dont le secondaire fournit un signal entier, reconstitué, avec un minimum de distorsion.

## LE SCHÉMA PROPOSÉ DE NOTRE PUSH-PULL

Il est reproduit en figure 3. Classique, mais néanmoins très fiable et efficace, il n'utilise que des tubes désormais bien connus de nos lecteurs, les EF86 et ECC83.

Nous avons délaissé pour le moment les excellentes triodes 6SN7, 6SL7 plus délicates d'approvisionnement.

## LA PRÉAMPLIFICATION

Le tube est une pentode EF86 (tube à

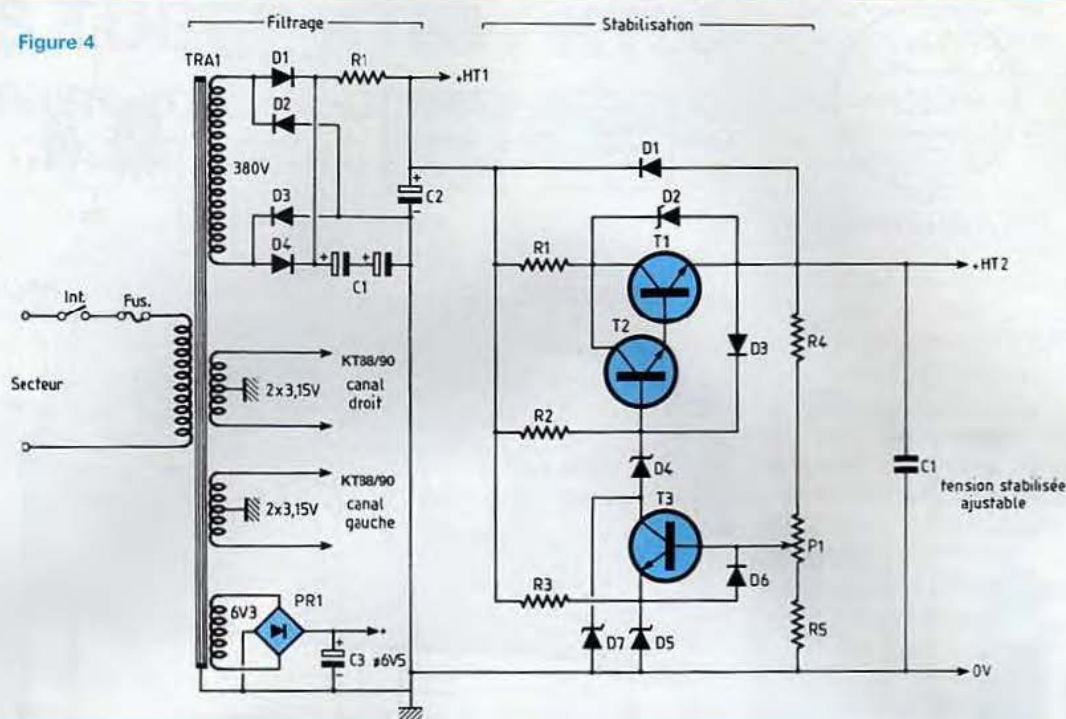
grand gain) dont la grille de commande est reliée au curseur d'un potentiomètre de volume au travers d'une résistance de stabilisation R1.

La grille supprimeuse est reliée à la cathode, mais ici par l'extérieur du tube, cette grille étant accessible à la broche 8. Dans les pentodes telles que EL84, ECL86, EL86, ces électrodes sont réunies mécaniquement à l'intérieur de l'enveloppe.

La grille écran est polarisée par la résistance R6 et ce potentiel est ensuite découplé par le condensateur C3 dont une extrémité est reliée à la masse.

## PUSH-PULL CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff ou 2 x 60 Weff

Figure 4



L'EF86 est polarisée côté anode par le réseau R4/C2/R5 et côté cathode par le réseau R2/C1/R3.

La résistance de charge R4 est shuntée par une cellule active R5/C2 qui réduit le gain aux fréquences élevées de façon automatique sans augmenter le déphasage.

La résistance de polarisation de cathode R2 est découplée par le condensateur C1 qui stabilise son potentiel, celui-ci n'étant plus dès lors que directement lié au seul courant continu. Si C1 est imperméable au continu, il se laisse par contre traverser par tout ce qui est alternatif. Cette mise en parallèle de C1 sur R2 est bénéfique à la stabilité, mais ce condensateur forme avec R2, un filtre passe-haut. La reproduction des basses fréquences peut s'en trouver altérée, si la capacité de C1 n'est pas suffisante.

La relation  $f_c = 1/2\pi.R.C$  permet de calculer la fréquence de coupure à -3 dB. Avec nos valeurs sélectionnées : R2/1 k $\Omega$  et C1/470  $\mu$ F, les calculs conduisent

à une fréquence de coupure aussi basse que 0,31 Hz, rien à craindre donc même pour la reproduction du 16 Hz de la Toccata de Bach à ce niveau du montage.

Le réseau R2/C1 est connecté à la masse au travers d'une résistance de faible valeur R3. C'est aux bornes de R3 qu'est reliée la cellule de contre-réaction R7/C4.

Côté haute tension, l'EF86 est alimentée au travers d'une cellule de filtrage en  $\pi$  composée des éléments C9/R16/C8. Le grand gain en tension de cet étage d'entrée nous oblige à être très prudent afin de neutraliser tout bruit parasite (souffle, ronflette...).

Ainsi, le chauffage filament en 6,3 V (non représenté sur le schéma) est-il confié à une tension continue parfaitement filtrée. La consommation est de 0,3 A et comme pour tout tube NOVAL, le filament est accessible aux broches 4 et 5.

La modulation amplifiée, recueillie sur l'anode de l'EF86, en opposition de phase par rapport au signal appliqué sur

la grille de commande est transmise directement à la grille du tube déphaseur sans couplage capacitif.

### LE DÉPHASEUR

Nous utilisons une double triode ECC83 montée en déphaseur de Schmitt.

La liaison EF86/grille de la première triode est donc directe, ce qui lui assure sa polarisation par la même occasion.

Les cathodes sont polarisées par une résistance commune R8 de forte valeur (68 k $\Omega$ ), tandis que les anodes sont chargées par des résistances identiques R10/R11 de 180 k $\Omega$  (nous devons obtenir deux signaux de même amplitude !).

Par rapport à la masse, la tension alternative sur une anode est en opposition de phase avec celle sur l'autre anode. Le courant circulant dans la première triode et qui est dû au signal d'entrée produit une tension aux bornes de la résistance R8, ce qui en retour produit un courant en opposition de phase dans la deuxième triode.

Les condensateurs C6 et C7 transmettent à l'étage de puissance de type push-pull les deux signaux de commande aux grilles des tubes KT88/KT90, signaux de même amplitude mais déphasés de 180°.

L'avantage du déphaseur de Schmitt est d'avoir des impédances de sorties sensiblement égales, ce qui n'est pas du tout le cas du cathodyne.

L'ECC83 est alimentée en haute tension au travers d'une cellule de filtrage en  $\pi$  composée des éléments C10/R17/C9.

Comme pour l'EF86, toutes les précautions ont été prises pour combattre le bruit. En ce qui concerne le chauffage des filaments, celui de l'EF86 se faisant en 6,3 V, celui de l'ECC83 lui emboîtera le pas par commodité.

Les broches 4 et 5 seront donc réunies lors de l'étude du circuit imprimé et le 6,3 V sera appliqué entre les broches 4/5 et 9 (mise en parallèle des deux filaments de la double triode). La consommation est de 300 mA.

Les résistances R12 et R13 présentes en figure 3 sont celles considérées comme étant les résistances de «fuite de grille» des tubes de puissance KT88/90. De ce fait une de leurs extrémités est reliée à la masse.

Les résistances R14 et R15 sont insérées en série dans les grilles des tubes T3 et T4 pour stabiliser le fonctionnement de l'amplificateur, en supprimant tout risque de mise en oscillation.

## L'ÉTAGE DE PUISSANCE

Deux tubes pour un push-pull de type KT88/90. Anode et grille écran de chaque branche du push sont appliquées à un demi-primaire du transformateur de sortie. Nous sommes donc en présence d'un push-pull ultra-linéaire. Les deux cathodes sont polarisées par un unique réseau R/C qui doit être d'excellente qualité. Pas d'utilisation ou d'une résistance bobinée selfique ou d'un condensateur électrochimique aux fuites importantes. Le produit R-C doit

également être compatible avec une bonne réponse en fréquence dans le bas du spectre audio. Nous nous retrouvons en fait ici dans les mêmes conditions de fonctionnement qu'avec l'étage d'entrée EF86 et son réseau de polarisation R2/C1. Cependant la valeur de la résistance est beaucoup plus faible, R16 ne fait en effet que 150  $\Omega$ . Le condensateur de découplage C8 doit donc avoir une valeur conséquente pour ne pas atténuer trop rapidement le grave, sans pour autant chercher à descendre à 0,31 Hz comme précédemment.

La tension d'isolement de C8 doit être beaucoup plus élevée que celle de C1, puisque nous trouverons aux bornes de R16 environ 40 V. En prenant un condensateur de 220  $\mu\text{F}/63\text{ V}$ , les calculs nous conduisent à une fréquence de coupure  $f_c = 4,45\text{ Hz}$ , ce qui est amplement suffisant.

Le condensateur C9 sert de découplage aux fréquences élevées et prend le relais quand l'électrochimique C8 fait «grise mine».

Un autre filtre passe-haut se trouve sur le trajet de la modulation, il s'agit de C7/R13 (ou C6/R12).

Le choix de 0,47  $\mu\text{F}$  pour C7 et 220 k $\Omega$  pour R13 nous conduit à un résultat de  $f_c = 1,54\text{ Hz}$ , ce qui est parfait.

Ainsi, depuis la grille de commande de l'EF86, le signal audio se trouve atténué dans le bas du spectre d'une façon progressive : 0,31 Hz, 1,54 Hz puis 4,45 Hz. Une dernière limitation interviendra avec le transformateur de sortie, qui comme nous le savons, passe tout sauf le continu, et c'est capital !

Jamais les bobines des haut-parleurs ne pourront être traversées par un courant continu destructeur suite à une défaillance de l'étage de sortie, ce qui se produit parfois avec un amplificateur transistorisé alimenté en tensions symétriques  $\pm U$ . Un bon transformateur de sortie accepte de fonctionner correctement jusqu'à 15 Hz.

Le primaire de TRS1 comprend deux

enroulements identiques reliés en série, leur point commun étant porté à la haute tension.

Entre grille écran et transformateur de sortie, nous remarquons l'insertion d'éléments R/C de stabilisation contre de possibles oscillations parasites. Nous avons en effet constaté avec l'utilisation de KT88 d'origine chinoise un accrochage HF bien visible à faibles niveaux. Tout rentre dans l'ordre avec les cellules R19/R20/C11 et R17/R18/C10.

Le secondaire de TRS adapte l'impédance en fonction de celle de la charge qui lui est raccordée, le plus souvent 4 ou 8  $\Omega$ . C'est également à ce niveau que sont insérées les cellules de contre réaction R7/C4 et R21/C12.

Elles permettent de jouer sur la sensibilité d'entrée de l'amplificateur et sur l'amortissement.

Un signal carré doit présenter à 10 kHz des paliers positifs et négatifs le plus plat possible, donc avec un minimum de sur-oscillations.

La haute tension appliquée au transformateur de sortie et de ce fait aux anodes et aux grilles des KT88/90 est simplement filtrée énergiquement par une cellule R/C en  $\pi$ , tandis que celle destinée aux EF86 et ECC83 est stabilisée. Le filament de la KT88/90 est alimenté en 6,3 V et sa consommation est de 1,6 A. Pour un push-pull stéréophonique, soit un total de 4 tubes, nous passons les 6,5 ampères de consommation et il n'est donc plus question de songer au chauffage en continu.

Afin de réduire le bruit, nous optons pour un enroulement de 6,3 V à point milieu, soit 2x3,15 V-.

Les résultats plus que satisfaisants obtenus lors de la mise au point du «CLAS-SIQUE» nous incitent à reprendre cette solution économique. Chaque canal de l'amplificateur est toutefois alimenté séparément par un enroulement de 2x3,15 V, ce qui facilite la fabrication du transformateur, le diamètre du fil de cuivre étant moindre et donc plus facile à bobiner.

Figure 5A

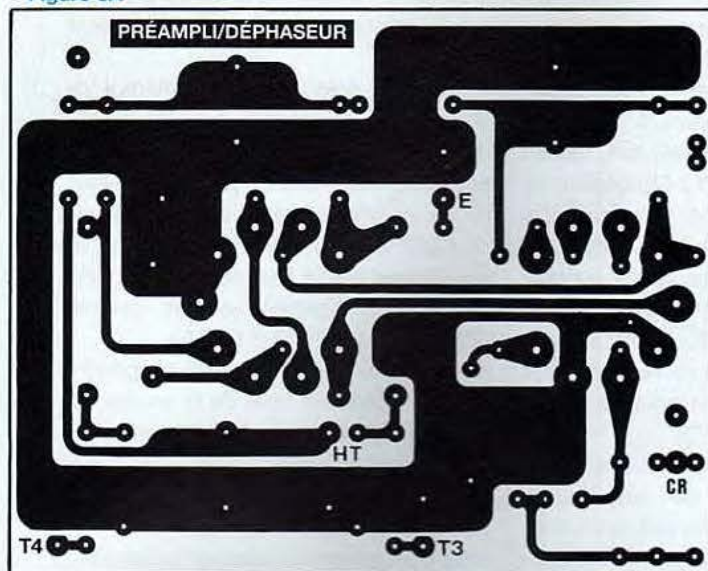
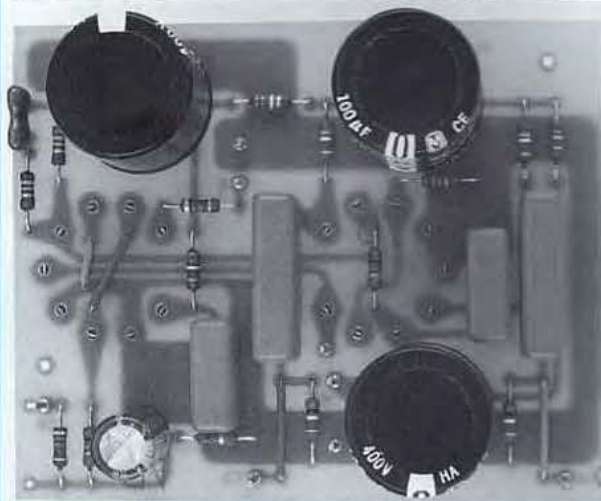
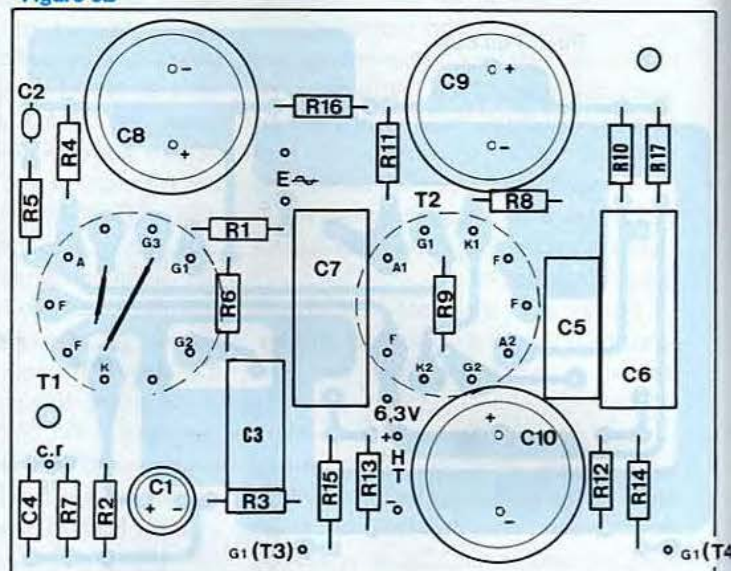


Figure 5B



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### POUR UN CANAL

- Résistance à couche (ou couche métal) ± 5 % 1/2 W ou 1 W

R1 : 4,7 kΩ  
R2 : 1 kΩ  
R3 : 100 Ω  
R4 : 68 kΩ  
R5 : 68 kΩ  
R6 : 560 kΩ  
R7 : 8,2 kΩ  
R8 : 68 kΩ  
R9 : 1 MΩ  
R10 : 180 kΩ  
R11 : 180 kΩ

R12 : 220 kΩ  
R13 : 220 kΩ  
R14 : 10 kΩ  
R15 : 10 kΩ  
R16 : 270 kΩ / 1 W  
R17 : 15 kΩ / 1 W  
R19 : 1 kΩ  
R20 : 1 kΩ

- Condensateurs non polarisés

C2 : 82 pF  
C3 : 220 nF / 250 V  
C4 : 82 pF  
C5 : 220 nF / 250 V  
C6 : 470 nF / 400 V

C7 : 470 nF / 400 V

- Condensateurs polarisés

C1 : 470 µF / 16 V  
C8 : 100 µF / 400 V  
C9 : 100 µF / 400 V  
C10 : 100 µF / 400 V

- Tubes

T1 : EF86  
T2 : ECC83

- Divers

2 supports NOVAL pour C1  
8 picots à souder

## L'ALIMENTATION DU PUSH-PULL

Le schéma complet est reproduit en figure 4. Nous voyons tout de suite que la haute tension pour une fois, ne fait appel qu'à un seul enroulement. De ce fait, le redressement s'effectue avec 4 diodes à commutation rapide. La masse est ici référencée par rapport aux anodes de deux diodes et le (+) haute tension par rapport aux cathodes des deux autres. De 380 V~, nous nous retrouvons après redressement et filtrage avec une tension

continue à vide de +537 V aux bornes du condensateur de tête. L'isolement d'un seul condensateur C1 n'étant que de 250 V, nous en utilisons donc deux reliés en série. Si la capacité est divisée par 2, la tension d'isolement par contre passe à 500 V (et 600 V en pointe !). Un excellent filtrage R/C en π permet d'obtenir une haute tension débarrassée de toute ondulation avec une réserve d'énergie conséquente grâce à C2, un 1 000 µF. Comme mentionné ci-dessus, le chauffage filaments des KT88/90 est confié à deux enroulements de 2x3,15 V (un par canal), le point milieu étant référencé à la

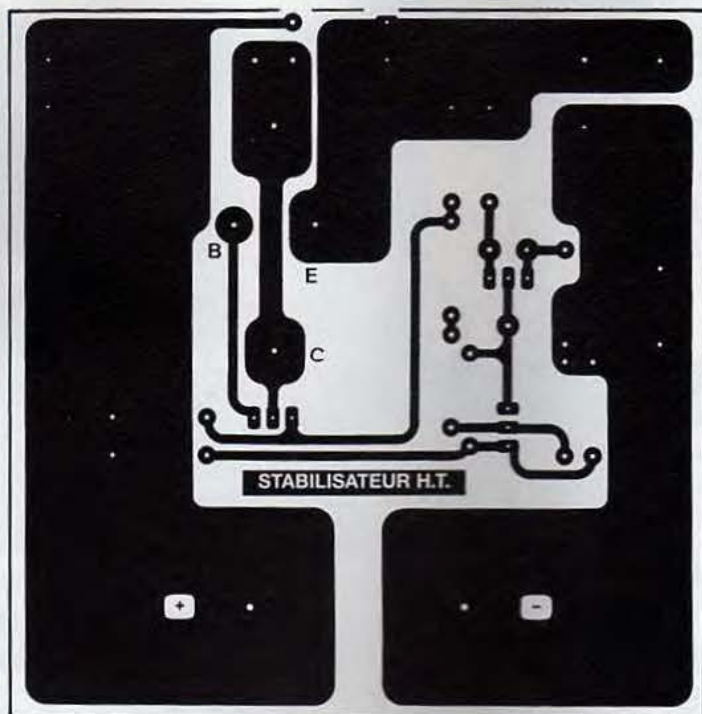
masse. Le câblage de cette alimentation se fera avec du fil de cuivre rigide torsadé de bonne section.

Un enroulement complémentaire de 6,3 V~ permet d'alimenter les EF86 et les ECC83, cette fois-ci en tension continue. Un pont moulé redresse cette tension et un condensateur filtre énergiquement ce potentiel. De +8,9 V à vide, cette tension redescend aux environs de +6,5 V avec les 4 tubes en chauffe. La consommation est de 1,2 A.

Le transformateur est doté d'une prise écran qui sera reliée au châssis de l'amplificateur lors du câblage.



Figure 6A



La haute tension redressée-filtrée appliquée au point milieu du primaire du transformateur de sortie est ensuite régulée de façon à obtenir une excellente tension stabilisée destinée aux étages d'entrée qui sont très sensibles au bruit, surtout l'EF86.

## EN RÉSUMÉ

Nous pensons avoir tout dit sur cette étude basée sur l'utilisation de tétrodes KT88 et pentodes KT90 et qui se décompose en 3 parties :

- L'étage de commande préampli/déphaseur à tubes EF86/ECC83.
- L'étage de puissance en simple push-pull à tubes KT88/90.
- L'alimentation générale redressée / filtrée pour la partie puissance et stabilisée pour l'étage de commande.

Nous allons maintenant passer de la théorie à la pratique en commençant par la réalisation des modules électroniques.

## LES MODULES

L'amplificateur renferme 4 modules, dont 2 étages identiques (préampli/déphaseur).

### LE PRÉAMPLI / DÉPHASEUR

Ce module, dont le circuit imprimé est proposé en figure 5A, rassemble la presque totalité des composants d'un canal de l'appareil.

Le C.I. aux dimensions de 96 x 77 mm ne présente pas de difficulté de reproduction pour le lecteur qui désire en entreprendre la gravure à partir d'une plaque présensibilisée.

Le forage des pastilles recevant les deux supports NOVAL 9 broches doit se faire avec un foret de  $\varnothing 1,5$  mm, de même pour les électrochimiques C8/C9 et C10.

Les pastilles qui reçoivent des picots ronds d'interconnexions seront percées à  $\varnothing 1,3$  mm. Il y en a 8.

Les résistances se contentent d'un foret

de  $\varnothing 0,8$  mm, diamètre qu'il faut porter à  $\varnothing 1$  mm pour les condensateurs non polarisés.

Terminer avec les deux trous de fixation forés à  $\varnothing 3,5$  mm.

La mise en place des composants et leurs soudages au C.I. doit se faire à partir de la figure 5B, avec la nomenclature en complément d'information.

Commencer par les straps puis la résistance R9, éléments situés au-dessus des supports.

Souder ensuite, côté pistes cuivrées, les deux supports NOVAL. Leurs pattes doivent apparaître très légèrement côté composants.

Les résistances R14 et R15 sont remplacées par des straps.

Ces résistances de 10 k $\Omega$  sont soudées directement sur les supports OCTAL, au plus près des grilles des tubes.

Mettre en place et souder dans l'ordre :

- les résistances,
- les condensateurs C2 et C4,
- les picots ronds,
- les condensateurs C3 et C5,
- les condensateurs C6 et C7,
- l'électrochimique C1 (attention à la polarité),
- les électrochimiques C8, C9 et C10 (attention aux polarités).

Effectuer les mêmes opérations pour le module du deuxième canal.

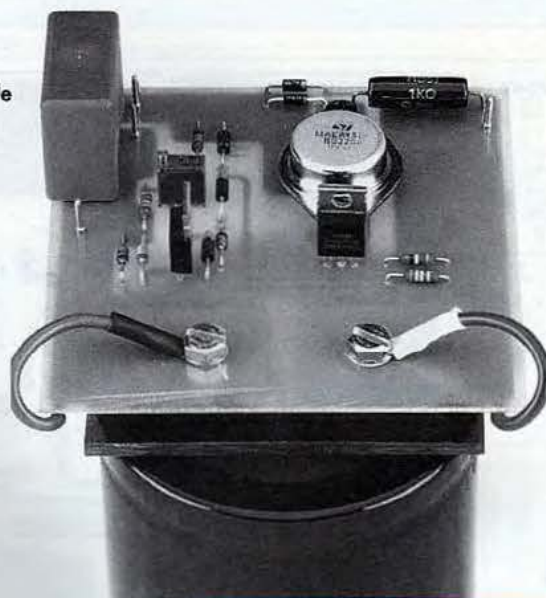
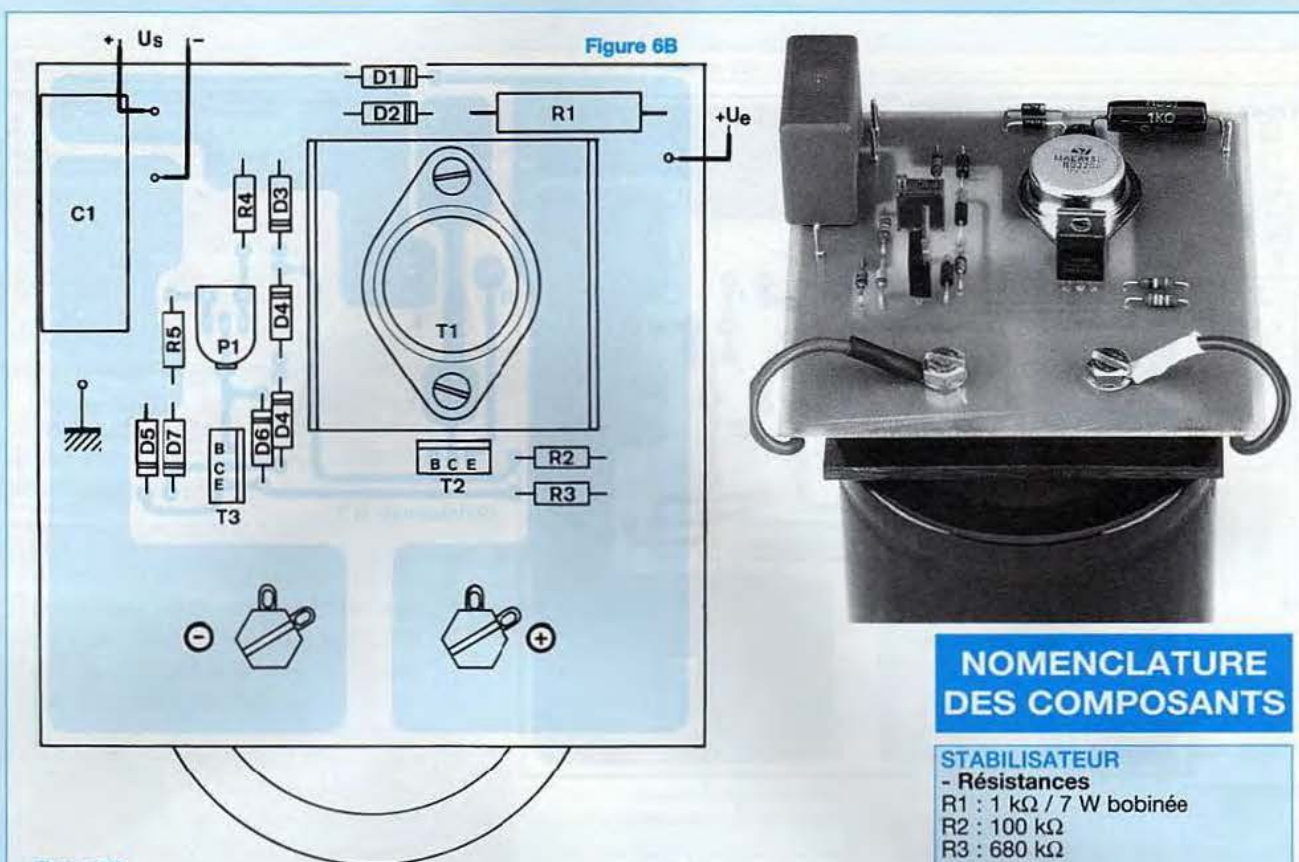
### LA STABILISATION

Le circuit imprimé de ce module est représenté en figure 6A. Ses dimensions de 94 x 96 mm permettent d'y regrouper tous les composants de la stabilisation. Il a également été étudié afin de pouvoir être fixé directement par vissage au volumineux condensateur de filtrage C2 de 1 000  $\mu$ F / 600 V.

Les indications (+) et (-) gravées dans les surfaces cuivrées sont là pour vous éviter de visser le condensateur à l'envers, ce qui serait fâcheux à la première mise sous tension de l'amplificateur (ça chauffe avant d'exploser !).

Le câblage des quelques composants

# PUSH-PULL CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff ou 2 x 60 Weff



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### STABILISATEUR

#### - Résistances

R1 : 1 k $\Omega$  / 7 W bobinée  
 R2 : 100 k $\Omega$   
 R3 : 680 k $\Omega$   
 R4 : 1 M $\Omega$   
 R5 : 82 k $\Omega$   
 P1 : 47 k $\Omega$  / ajustable 1 tour ou multitours

#### - Semiconducteurs

T1 : BU326A  
 T2, T3 : BUT11  
 D1, D3, D6 : 1N4007  
 D2 : zéner 200 V / 1,3 W  
 D4 : zéners 200 V / + 75 V / 1,3 W  
 D5 : zéner 33 V / 1,3 W  
 D7 : zéner 180 V / 1,3 W

#### - Divers

C1 : 2,2  $\mu$ F / 400 V  
 4 picots à souder  
 Dissipateur pour T03

#### FILTRAGE

C1 : 2 x 1 000  $\mu$ F / 250 V  
 C2 : 1 000  $\mu$ F / 600 V  
 C3 : 22 000  $\mu$ F / 16 V  
 PR1 : pont PBPC605 ou équivalent  
 D1, D2, D3, D4 : diodes à commutation rapide BYW96E ou équivalentes  
 R1 : résistance châssis 68  $\Omega$  / 50 W  
 8 picots à souder ronds

Figure 7A

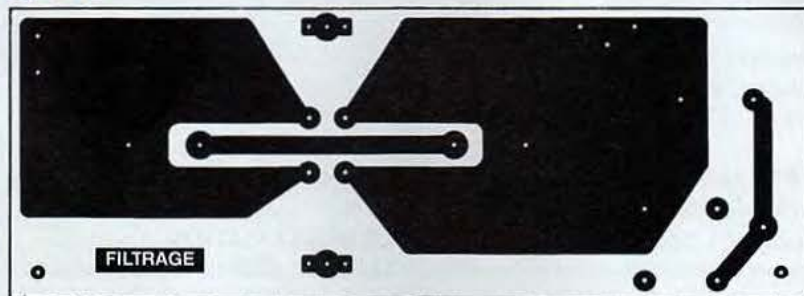
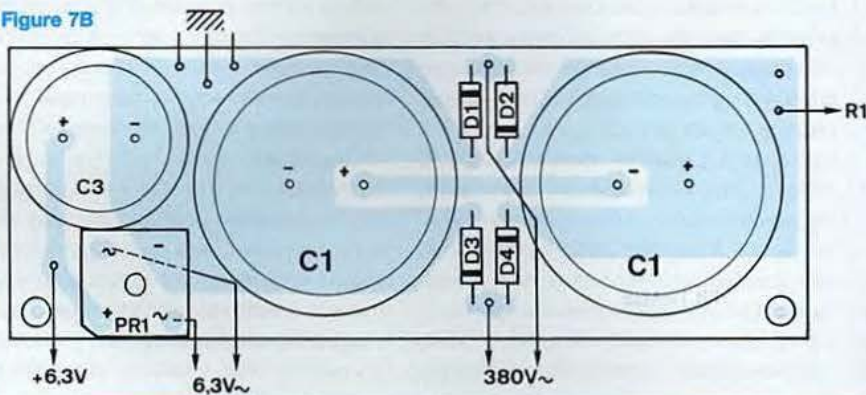
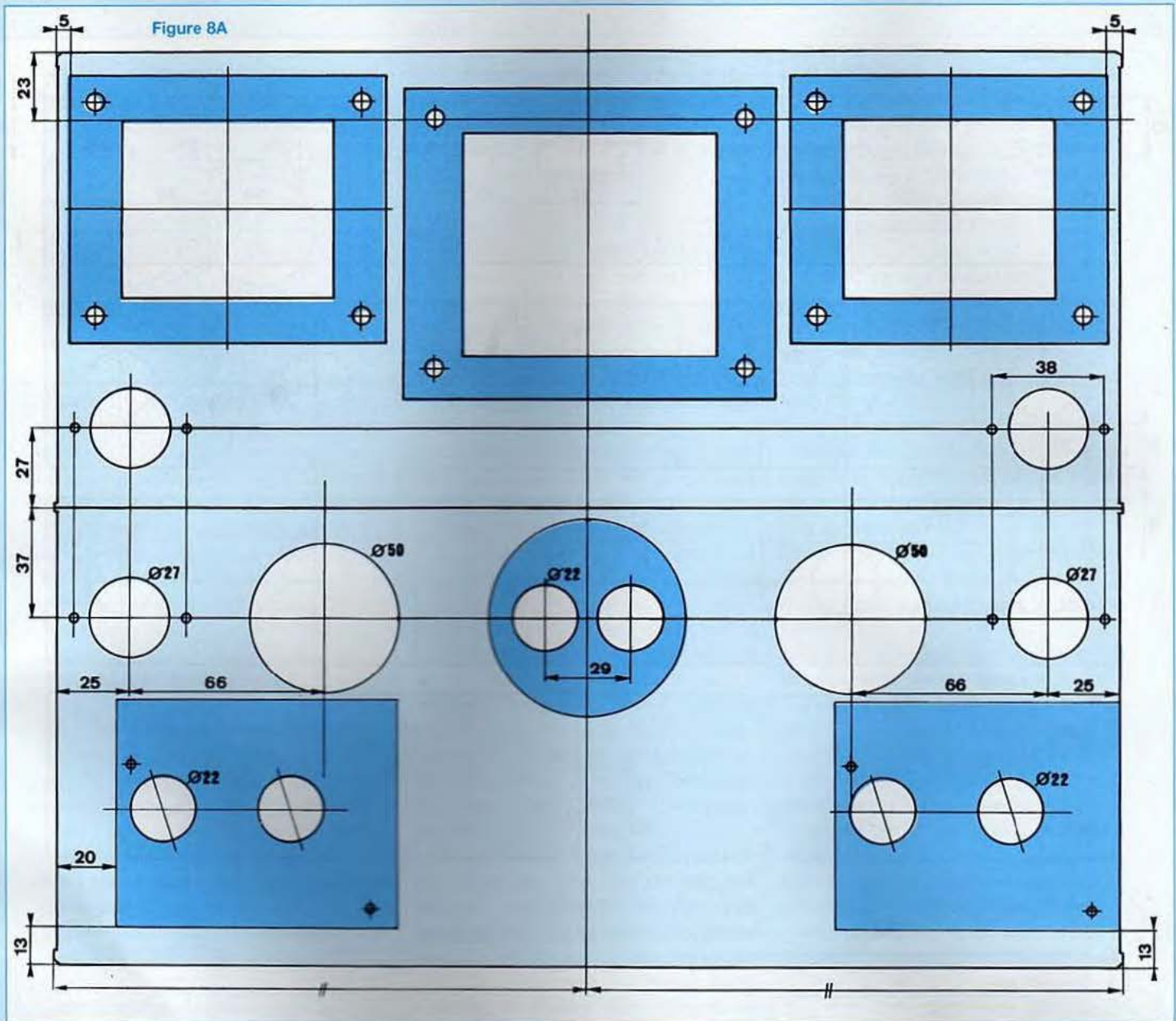


Figure 7B





sur le circuit imprimé vous est proposé en figure 6B. Attention à l'orientation des diodes et des deux transistors en boîtier TO220.

La résistance bobinée R1 sera surélevée de l'époxy de 3 à 4 mm afin de faciliter l'évacuation thermique.

Pour l'ajustable P1, vous avez le choix entre un modèle 1 tour bon marché mais toutefois suffisant pour le réglage de la tension de sortie  $U_s$ , ou un modèle verti-

cal multitours plus fiable dans le temps. La mise en place de T1, encapsulé dans un boîtier TO3, se fait en deux temps.

Tout d'abord, visser T1 à son dissipateur, puis ensuite au circuit imprimé. L'écrou surélève ainsi de 4 mm le dissipateur de l'époxy.

### LE FILTRAGE

Un petit circuit de 112 x 41 mm permet de regrouper les quelques composants

nécessaires aux redressements et aux filtrages des «haute» et «basse» tensions de l'amplificateur.

La face cuivrée fait l'objet de la figure 7A. Les deux trous de fixation ont été prévus pour que ce circuit soit maintenu par les tiges filetées du transformateur d'alimentation. La face composants de la figure 7B donne l'emplacement, mais surtout l'orientation de ces éléments, tous polarisés.

# PUSH-PULL CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff ou 2 x 60 Weff

Figure 8B

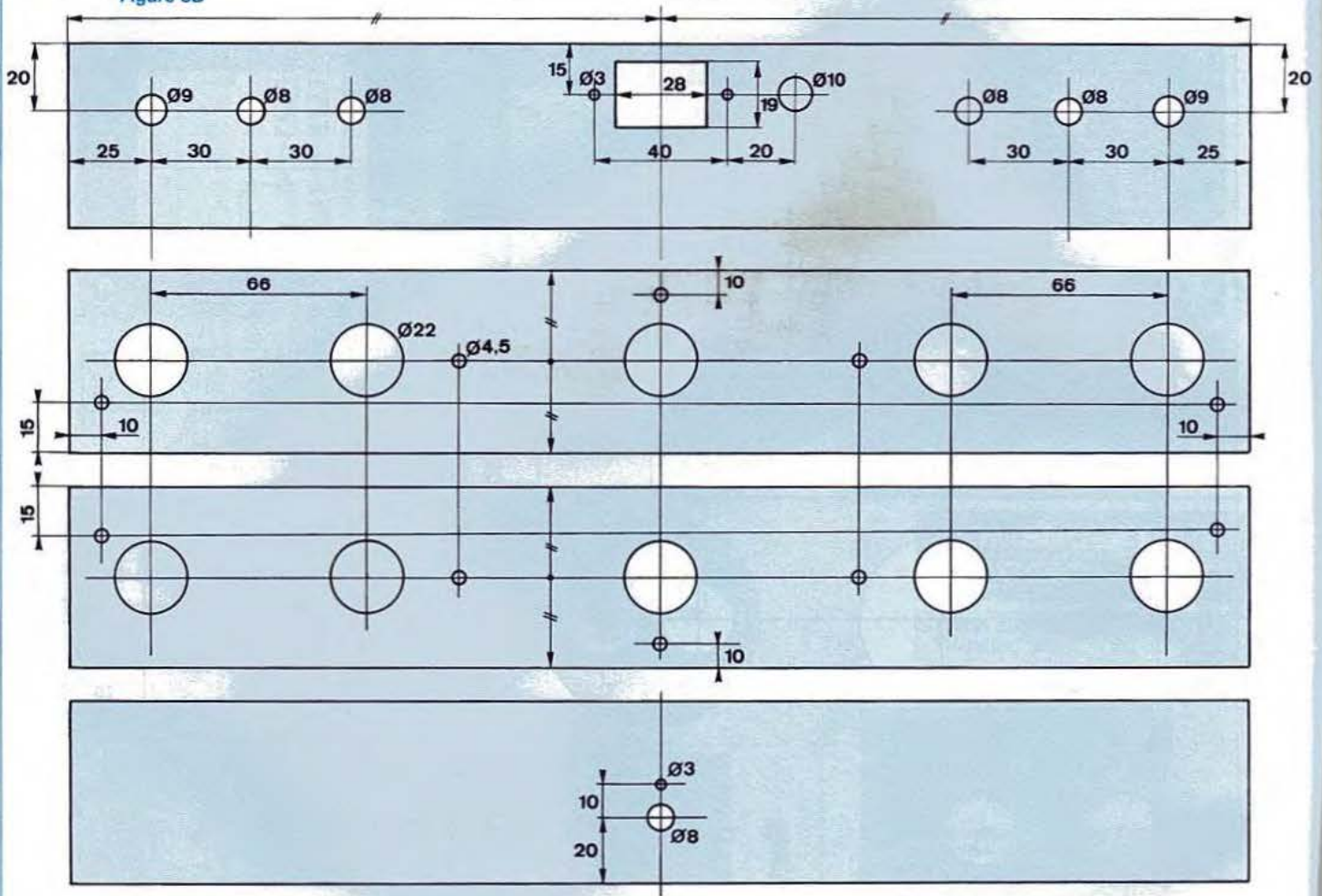


Figure 9A

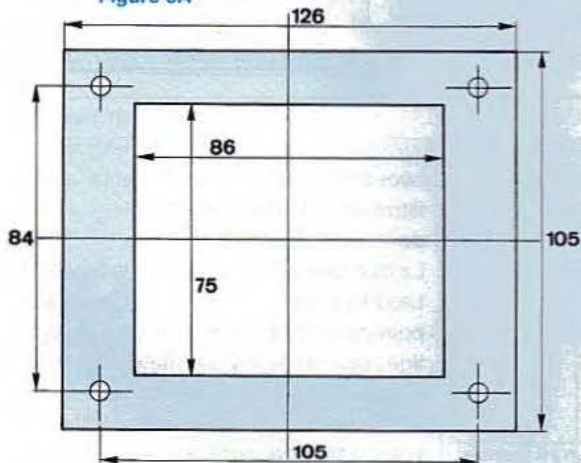


Figure 9B

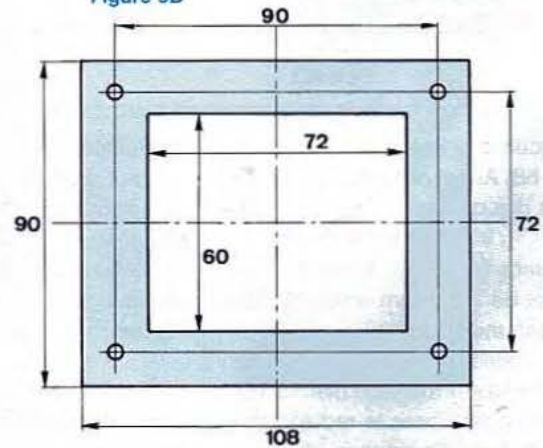
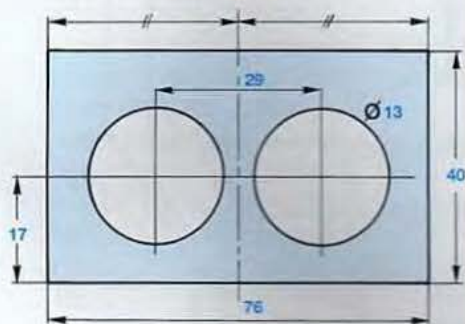


Figure 10



Veiller à bien relier en série les deux condensateurs du filtrage de tête C1 (2 x 1 000 µF / 250 V). Idem avec les 4 diodes du redressement de la haute tension.

Pour le pont redresseur de la basse tension, difficile de se tromper, la polarité (+) est non seulement gravée dans le boîtier sur la face supérieure, mais celui-ci a son angle coupé à 45°.

## ET MAINTENANT

Nous sommes en possession de 4 modules qui, après vérifications (sens des composants, valeurs des résistances et soudages aux bons emplacements), vont attendre de pouvoir venir se loger dans le coffret de l'appareil.

Mais auparavant, il nous faut travailler le châssis de cet amplificateur.

## UN PEU DE MÉCANIQUE

C'est la partie la plus désagréable pour la majorité des lecteurs de Led qui vont entreprendre cette réalisation.

Rassurez-vous, elle l'est pour nous également !

En coupant ou en perçant les deux boîtiers, il suffit de penser à l'**objectif final** qui reste l'écoute, **assis confortablement dans un fauteuil**. Ça redonne le moral...

C'est le 13<sup>ème</sup> amplificateur à tubes que nous vous proposons, les différentes étapes sont maintenant bien connues et

donc bien maîtrisées, bien «huilées». Tout d'abord, précisons qu'il est indispensable pour travailler proprement de posséder des emporte-pièces de  $\varnothing 22,5$  mm,  $\varnothing 27,5$  mm,  $\varnothing 50$  mm et, si possible, une scie sauteuse.

## LE CHÂSSIS

Ce châssis est à nouveau réalisé par la mise dos à dos de deux coffrets IDDM en aluminium de référence 55360.

Nous disposons ainsi d'une surface d'implantation suffisante de 360 x 308 mm pour y déposer les transformateurs, les 8 tubes et le volumineux condensateur de filtrage.

Les figures 8A et 8B donnent les indications nécessaires pour les perçages à prévoir dans les châssis.

Pour les transformateurs d'alimentation, et adaptateurs d'impédances, afin de ne pas surcharger en cotations la figure 8A, nous donnons uniquement leurs positionnements sur le châssis, ce qui suffit à leurs mises en place après avoir dessiné sur une feuille de papier ou de calque ces éléments massifs. Il faut connaître uniquement mais avec précision l'emplacement de la découpe des fenêtres par rapport aux trous de fixation. Les figures 9A et 9B donnent toutes les cotations nécessaires pour y parvenir.

Avec une scie sauteuse ou une lame de scie abraisil, les découpes peuvent être réalisées sans difficulté, d'autant plus que le châssis est en aluminium et non en acier. Une lime permet ensuite de parfaire chaque découpe. Le châssis avant renferme les cartes électroniques de commande, les 2 supports OCTAL des KT88/90 et le condensateur de filtrage H.T. de 1 000 µF.

Le repérage des 4 supports NOVAL s'obtient à partir de l'implantation du circuit imprimé, ce qui permet d'accéder à une excellente et indispensable précision.

Voici la marche à suivre et à reproduire en 2 exemplaires :

- Sur une feuille de calque, dessiner les limites du circuit imprimé proposé en figure 5A.

- Dessiner 2 croix pour le repérage des centres des trous de fixation.

- Pour le positionnement des 2 tubes, il nous faut connaître l'emplacement du centre du cercle dont la circonférence passe par les centres des 9 pastilles. Il est facile à déterminer en joignant entre elles les pastilles 2 et 7 puis 3 et 8.

L'intersection des deux droites détermine ce centre. De ces centres, dessiner des cercles de  $\varnothing 29$  ou 30 mm. Ce diamètre est celui de l'emporte-pièce que nous utilisons (le vôtre est peut-être différent ?).

Il n'y a plus qu'à scotcher ou mieux à coller les deux feuilles de calque sur le châssis en fonction des repères portés sur la figure 8A. Pointer les trous à forer puis percer à  $\varnothing 3$  mm.

L'emporte-pièce, pour son utilisation, nécessite de prévoir des perçages à un  $\varnothing$  de 11 mm minimum, pour le passage de la vis de serrage.

Au cutter, découper dans le calque des dégagements pour le forage à ces diamètres importants,  $\varnothing 11$  ou 12 mm. Il ne reste plus qu'à les effectuer, en prévoyant quelques diamètres intermédiaires,  $\varnothing 5 / \varnothing 8 / \varnothing 10$  mm.

Introduire la vis de serrage avec la partie coupante de  $\varnothing 22$  mm sous le châssis dans l'un des 4 trous.

Enfiler ensuite le cylindre au diamètre de  $\varnothing 29$  mm qui doit tomber parfaitement et coïncider avec le cercle dessiné sur le calque. S'il y a un décentrage, il est encore temps d'agrandir le trou de  $\varnothing 11$  mm (faire même une «patate» !). Quand pièce d'acier et indication portée sur le calque coïncident, on peut boulonner, (ne pas oublier la rondelle tampon).

Avec une clé à molette serrez énergiquement (il faut posséder un bon biceps !) jusqu'à ce que vous ayez raison de l'aluminium qui va «craquer» sous vos efforts et laisser apparaître une belle découpe circulaire.

Les trous de fixation des deux modules sont à fraiser. Les découpes des trous pour les 4 supports OCTAL se font de la

Figure 12

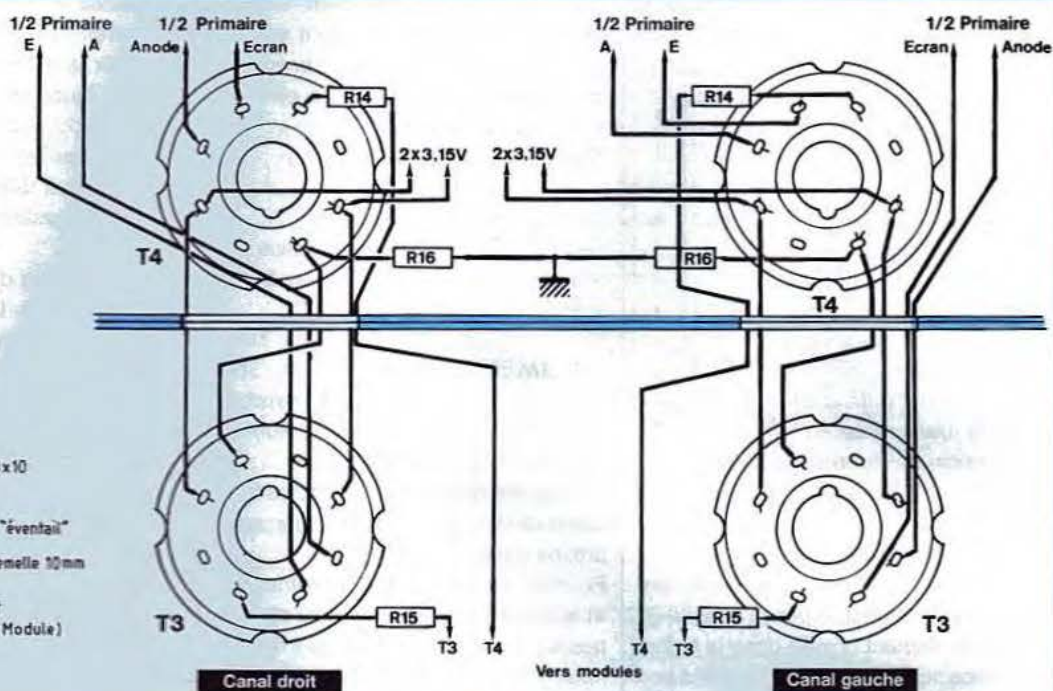
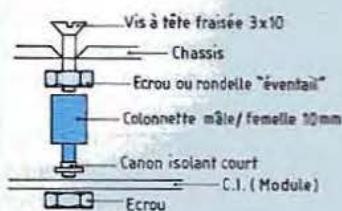


Figure 11



même façon mais à un diamètre plus important.

Un emporte-pièce de  $\varnothing 27,5$  mm convient parfaitement.

Les deux trous de fixation de chacun des supports sont repérés une fois les ronds poinçonnés, pour obtenir plus de précision.

Les 2 trous d'aération sont à découper à un  $\varnothing$  de 50 mm.

Pour le condensateur haute tension C2, nous n'avons pas prévu de découpe circulaire, toujours délicate à réaliser proprement (ici un rond de  $\varnothing 76$  mm).

Nous avons préféré, à l'aide de notre emporte-pièce, faire 2 trous de  $\varnothing 22$  mm qui laissent le passage aux canons plastiques de l'électrochimique.

Pour la fixation, on l'obtiendra comme indiqué en figure 10 avec une cale en plexiglass et un morceau de circuit imprimé ou de carton en sur-épaisseur.

C'est propre et efficace.

Les deux coffrets travaillés, il ne reste plus qu'à les assembler dos à dos avec de la visserie de 4 mm. Il y a pour cela 5 trous de prévus.

## LA FINITION DU CHÂSSIS

Les trous et les découpes que nous venons de pratiquer dans les coffrets IDDM n'ont pu être obtenus sans laisser des traces : un foret qui dérape, un mauvais coup de lime...

Afin de gommer ces petits «bobos», il est utile de repeindre le châssis en pulvérisant 2 à 3 couches de peinture. A la rédaction nous utilisons une bombe de peinture noir mat. Cette peinture donne un cachet professionnel à la réalisation. La peinture bien sèche, si vous le souhaitez, c'est le moment idéal pour déposer quelques indications sur votre châssis, au moyen de «transferts» Decadry. Ces transferts existent en blanc, en rouge ou mieux encore en doré.

## LA FIXATION DES MODULES DE COMMANDE PRÉAMPLI / DÉPHASEUR

Elle se fait en 4 points (2 par module). Nous allons tout de suite munir le châssis des pattes de fixation en pratiquant comme indiqué en figure 11. Parce que nous devons prévoir un dégagement suf-

fisant module / châssis, à cause des supports de tubes soudés côté pistes cuivrées, nous allons procéder ainsi :

- Bloquer tout d'abord des vis à tête fraisée de 3 x 10 mm par des boulons.
- Les têtes des vis doivent disparaître dans les fraisages coniques.
- Raccorder à ces vis boulonnées des entretoises filetées mâle / femelle de 10 mm de hauteur.
- Mettre des boulons dans les filetages opposés ou des rondelles plates isolées.

La hauteur ainsi obtenue permet aux supports NOVAL de venir affleurer le dessus du châssis lors de la fixation des modules électroniques.

## EQUIPEMENT DU CHÂSSIS

### Le châssis arrière

On commence par visser toutes les prises à l'arrière de l'amplificateur, ainsi que l'interrupteur. Les Cinch sont à isoler du châssis, de même que les borniers HP suivant le modèle utilisé (métal ou plastique). Vérifier à l'ohmmètre le bon isolement.

Mettre en place les transformateurs adaptateurs d'impédances puis celui d'alimentation.

Visser le module de filtrage au transformateur d'alimentation en l'immobilisant avec des contre-écrous.

**Attention :** c'est également à cet endroit que nous allons prévoir la mise à la masse du coffret (écrou de gauche). Vérifier à l'ohmmètre que cet écrou est bien en contact mécanique avec le châssis, sinon gratter l'anodisation. Prévoir 2 cosses à souder à cet emplacement. Les résistances de cathodes de 150  $\Omega$  des KT88/90 seront de préférence vissées au châssis à côté des supports T3. Terminer par les supports OCTAL des KT88/90. L'ergot détrompeur est orienté vers le bas.

## Le châssis avant

Visser les supports OCTAL des KT88/90 avec l'ergot détrompeur orienté vers le haut (ils se trouvent ainsi tous les 4 face à face), puis les modules «de commande» câblés en les immobilisant avec de la visserie de 3 mm. Si l'emboutissage de chacun des trous de  $\varnothing 22$  mm a été effectué avec précision, les supports des tubes NOVAL doivent venir affleurer la surface du châssis.

Visser le potentiomètre de volume en face avant.

Pour que le canon disparaisse derrière le bouton, utiliser un contre-écrou et un écrou afin que le blocage puisse s'obtenir sur un minimum de filetage.

Avant de le fixer, penser à couper l'axe de commande à une longueur de 12 à 15 mm par rapport au canon fileté. Cette longueur dépend de la profondeur du bouton qui doit masquer l'écrou.

Mettre en place pour terminer le condensateur de filtrage H.T. en l'immobilisant avec la cale en plexiglass et le module de stabilisation.

La cale en plexiglass compense la hauteur des deux canons de l'électrochimique, l'épaisseur du châssis à elle seule n'étant pas suffisante.

Vérifier que les écrous de fixation du

transistor en boîtier TO3/BU326A ne touchent pas le fond du châssis (risque de court circuit de la haute tension, même avec un châssis anodisé, donc normalement isolant).

Coller les 2 grilles d'aération au châssis (à l'intérieur).

On peut maintenant envisager de câbler l'amplificateur.

## LES INTERCONNEXIONS

### L'ALIMENTATION

Commençons par le câblage du primaire du transformateur.

Souder du fil de cuivre étamé rigide de 10/10e isolé entre la prise secteur châssis (pas la cosse de terre) et une cosse de l'interrupteur. De l'autre cosse de l'interrupteur rejoindre le porte-fusible.

Souder directement une patte du porte-fusible à une cosse 230 V du transformateur. Toujours avec du fil de cuivre étamé, en partant de l'autre cosse 230 V, rejoindre la prise secteur.

Le circuit primaire est établi, passons maintenant au secondaire avec ses différentes tensions.

Avec du fil de câblage souple (nous utilisons à la Rédaction du câble silicone de 1 mm<sup>2</sup> de section), raccorder l'enroulement haute tension de 380 V aux 2 picots correspondants du module de filtrage (4 diodes de redressement D1/D2 et D3/D4).

Faire de même avec l'enroulement 6,3 V que l'on doit raccorder aux pattes (-) du pont redresseur, soudé également au module de filtrage.

Avec un câble de forte section, raccorder la cosse de terre de la prise secteur au châssis de l'amplificateur.

Raccorder un picot (-) de C1 à une cosse (-) du condensateur C2 de 1 000  $\mu$ F.

Raccorder un picot (+) de C1 à la résistance bobinée R1 qui forme le filtrage en  $\pi$ , puis relier l'autre extrémité de cette résistance à une cosse (+) de C2.

Deux fils soudés au module de stabilisation, côté cuivre, permettent d'établir au moyen de cosses, le contact avec les

canons (+) et (-) du condensateur C2 (visibles sur la photo).

Relier les points milieux des deux enroulements de 2 x 3,15 V à la prise écran puis à un picot (-) de C1.

### L'AMPLIFICATION

#### - Les 4 supports OCTAL

Les supports OCTAL sont regroupés 2 par 2 avec 1 support fixé sur le châssis arrière et 1 support fixé sur le châssis avant.

Des découpes circulaires de  $\varnothing 22$  mm permettent de passer aisément d'un châssis à l'autre, afin de faciliter les interconnexions.

Le positionnement des supports (ergots orientés face à face) permet des liaisons directes avec du fil de cuivre rigide étamé et isolé de 10/10<sup>e</sup>.

Mieux que de longs commentaires, nous vous proposons en figure 12 les interconnexions à effectuer entre les 4 supports (2 canaux de l'amplificateur).

La résistance bobinée R16 est vissée, de préférence rappelons-le, au châssis à côté du support T3 (châssis arrière) et les condensateurs C8/C9 soudés directement aux cosses de celle-ci.

**Attention,** il est préférable de souder les condensateurs aux cosses avant de visser la résistance si votre fer à souder n'est pas puissant, sinon gêne aux soudures froides.

#### - Les modules

Relier les grilles de «commande» des KT88/90 aux picots T3/T4 du module.

Nous rappelons que les résistances de 10 k $\Omega$ , R14 et R15, sont soudées directement aux cosses des supports OCTAL. Ce sont donc les extrémités de ces résistances qui sont interconnectées aux picots T3/T4.

Souder 2 fils au picot +6,3 V du module de filtrage, chacun d'eux allant ensuite au picot correspondant du module de commande.

#### - Les supports OCTAL

Après avoir interconnecté ceux-ci conformément à la figure 12, il reste à

# PUSH-PULL CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff ou 2 x 60 Weff

Figure 13

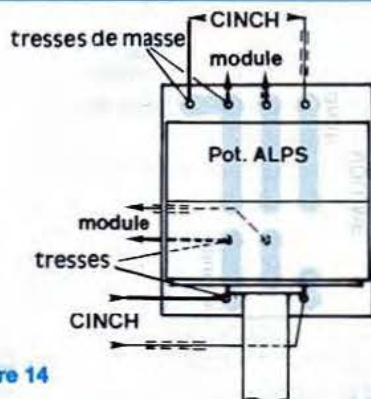
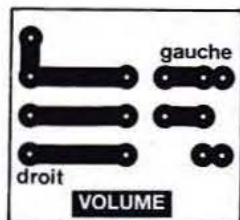


Figure 14

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### - DIVERS

R19, R17 : 180  $\Omega$   
 R18, R20 : 1 k $\Omega$   
 R21 : 10 k $\Omega$  1/2 W ou 1 W  
 R16 : 150  $\Omega$  / 50 W (non selfique)  
 C12 : 100 pF  
 C8 : 220  $\mu$ F / 63 V  
 C9 : 10  $\mu$ F / 100 V non polarisé (facultatif)  
 C10, C11 : 1 nF / 100 V  
 P1 : potentiomètre «Audio» ALPS  
 2x50 k $\Omega$  + bouton  
 TRS1 : transformateur de sortie 3 800  $\Omega$   
 T3 et T4 : tétrodes KT88 ou pentodes  
 KT90 avec supports OCTAL pour châssis  
 2 prises CINCH châssis isolées (WBT sur le prototype : réf WBT-0201)  
 4 prises HP châssis isolées  
 (WBT sur le prototype : réf WBT-0700)  
 1 prise secteur châssis mâle 3 broches

1 interrupteur  
 1 porte-fusible + fusible 4A retardé  
 TRA1 - transformateur alimentation avec prise écran.

Primaire : 230 V  
 Secondaires : 380 V / 600 mA  
 6 V / 1A6  
 2x3,15 V / 4A

2 coffrets IDDM réf 55360  
 Visserie diverse de 3 et 4 mm (26 vis à tête fraisée de 3x8 mm ou 3x10 mm)  
 4 entretoises filetées mâle/femelle de 10 mm (filetage M3)  
 Câble blindé GOTHAM  
 Fil de câblage au silicone 1 mm<sup>2</sup> (Rouge + Noir + Bleu + Vert + Jaune) 2 m de chaque couleur  
 Fil de cuivre étamé de 10/10<sup>e</sup> de section  
 Gaine thermorétractable  
 Câble pour haut-parleur (50 cm)  
 Plaque «Plexi» rouge 30/10<sup>e</sup>

s'occuper du chauffage des filaments et du transformateur de sortie.

### - Le chauffage des filaments

Avec du câble silicone de 1 mm<sup>2</sup>, partir du supports T3 et torsader les deux fils jusqu'au transformateur d'alimentation. L'autre enroulement de 2x3,15 V est destiné au deuxième canal de l'amplificateur.

### - Le transformateur de sortie

Strapper les deux cosses (+) au primaire et effectuer l'interconnexion avec le (+) du condensateur de filtrage C2 de 1 000  $\mu$ F.

Relier les cosses «Anode» et «Ecran» du support T3 au transformateur, cosses (P) et (E), (P) pour plaque ou anode. Faire de

même avec le support T4 pour l'autre enroulement.

Au secondaire du transformateur de sortie, strapper la cosse (4), pour 4  $\Omega$ , avec la première cosse (CR). L'autre cosse (CR) est à relier au module de commande, au picot (c.r), cellule de contre-réaction C4/R7 (figure 5B). Utiliser ici du fil de faible section.

Avec du câble de forte section, câble HP, relier la cosse 8 (pour 8  $\Omega$ ) si c'est l'impédance de votre enceinte, au bornier (+) à l'arrière de l'appareil. Faire de même avec la cosse 0 et le bornier (-).

### - La ligne de masse

Avec du fil de cuivre étamé de 10/10<sup>e</sup>, relier entre elles les cosses restées libres

des résistances de puissance R16 de 150  $\Omega$  (résistances de cathodes).

Etablir le contact, au passage, avec une des deux cosses reliées au châssis et vissées au module de filtrage.

Relier au passage également la prise «Ecran» du transformateur d'alim.

A la deuxième cosse de masse, y souder deux câbles de forte section, câble HP, et relier chacun d'eux au bornier (-) des prises «haut-parleur».

## LA RÉSISTANCE DE PUISSANCE R1 DU FILTRAGE EN $\Pi$

Nous en avons parlé un peu plus haut au paragraphe «l'alimentation», la résistance R1 étant celle qui forme le filtrage en  $\pi$  avec les condensateurs C1 et C2.

Cette résistance doit avoir une valeur ohmique d'environ 68  $\Omega$ . Avec une consommation de la haute tension de l'ordre de 500 mA, la puissance dissipée atteint tout de même 17 watts.

Le coffret sert ici de dissipateur.

Une extrémité est donc reliée au picot (+) de C1 du module de filtrage et l'autre extrémité à une cosse (+) de C2.

## L'ALIMENTATION STABILISÉE

Relier les picots  $\pm$ Us de ce module aux picots correspondants de chacun des modules de commande.

## LA MODULATION

Deux câbles blindés véhiculent les informations de l'arrière de l'appareil au potentiomètre double de volume situé en face avant.

Pour cette réalisation, nous utilisons un excellent potentiomètre «Audio» de marque ALPS. Les interconnexions peuvent se faire directement sur les 6 picots de ce composant, mais nous les jugeons un peu fragiles. Une meilleure solution, plus fiable, est de souder l'ALPS à un circuit imprimé et d'effectuer toutes ces interconnexions de blindés sur le CI dont l'implantation vous est livrée en figure 13.

La figure 14 donne le repérage des entrées/sorties des blindés, les curseurs



du potentiomètre devant être reliés aux modules de commande, picots E-.

## LA CONTRE-RÉACTION

La première cellule C4/R7 ne nous ayant pas donné entière satisfaction au premier essai (nous sommes très exigeants), nous l'avons peaufinée en lui ajoutant en série une deuxième cellule composée de C12/100 pF et R21/10 k $\Omega$ . Ces deux composants soudés ensemble en parallèle peuvent être introduits ou sur le picot (c.r) du module de commande ou sur la cosse CR du transformateur de sortie.

## LES COMPOSANTS DE STABILISATION

Tous les composants sont soudés directement aux cosses des transformateurs de sortie entre anode et écran :

- C11 / R20 ou C10 / R18 entre écran et plaque (anode) du transformateur.
- R17 ou R19 entre écran tube/transformateur (résistance série).

Les interconnexions sont terminées. Après une minutieuse vérification du câblage, l'appareil est prêt pour sa première mise sous tension.

## PREMIERS ESSAIS STATIQUES AVEC KT88

Après avoir inséré un fusible de 4A dans son logement et mis uniquement les 4 tétrodes KT88 dans leurs supports, il est temps de relier l'appareil au secteur.

Ne pas oublier de charger les sorties HP avec des résistances de 8  $\Omega$ /50 W ou des enceintes.

Contrôler la tension  $U_s$  en sortie de l'alimentation stabilisée et la régler à +395 V (elle passe à la mise sous tension par un pic de +430 V).

Eteindre l'amplificateur 2 ou 3 mn, le temps de vider les condensateurs de filtrage, puis insérer les tubes EF86 et ECC83.

Remettre sous tension et attendre à nouveau 2 à 3 mn pour refaire le réglage «à

chaud» définitif de la tension stabilisée à +395 V.

La haute tension redressée et filtrée présente aux bornes du condensateur C2 est de +460 V à vide.

La tension de cathode des KT88 est de +33/+34 V, tension présente aux bornes des résistances de 150  $\Omega$ . La consommation est donc de 227 mA environ, soit 113 mA par tube.

On constate que les EF86 et ECC83 ont une consommation dérisoire !

## ESSAIS DYNAMIQUES

Injecter un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz aux entrées de l'amplificateur. Potentiomètre de volume au maximum, atteindre l'écrêtage des sinusoïdes (oscilloscope de contrôle relié aux bornes des charges de 8  $\Omega$ ). On mesure alors au multimètre calibre alternatif, un signal de 20 Veff aux bornes des résistances de chaque canal.

Notre charge d'essais étant de 7,9  $\Omega$ , nous en déduisons une puissance de 50,6 Weff par canal.

Le signal d'entrée (sensibilité de l'appareil) à une amplitude de 250 mVeff.

Les autres essais vous sont confirmés par les différents oscillogrammes présentés, mesures approfondies et effectuées par le laboratoire de la revue Prestige Audio Vidéo. Nous constatons que le push-pull de KT88 déborde d'énergie sur tout le spectre audio de 20 Hz à 20 kHz.

Le signal carré à 40 Hz (comme à 20 Hz) à ses paliers pratiquement à l'horizontal, gare aux boomers, ça va «cogner».

À 10 kHz, nous relevons un excellent amortissement et un excellent temps de montée, ce qui témoigne d'une bande passante élevée.

Aucune oscillation parasite n'apparaît, l'amplificateur est d'une stabilité parfaite. Il est un point que nous redoutions à la première mise sous tension, le bruit, la ronflette. Nous avons tout de même 4 tubes KT88 dont les filaments sont alimentés en alternatif et consommant

6,4 A ! Et bien rien d'audible, à 1 mètre des enceintes, c'est le silence.

Cette étude démontre une fois de plus que la réalisation d'un amplificateur à tubes par un amateur ne pose aucun problème et que son appareil peut rivaliser, voir dépasser, les produits luxueux mis sur le marché à des prix qui parfois font frémir.

## ESSAIS STATIQUES AVEC PENTODES KT90

La tension de cathode des KT90 est de +39 V / + 39,5 V aux bornes des résistances de 150  $\Omega$ . La consommation est donc de 260 mA, soit 130 mA par tube. La haute tension redressée et filtrée aux bornes du condensateur C2 est de +450 V à vide (secteur de 225 V-).

## ESSAIS DYNAMIQUES

Comme pour le push-pull de KT88, nous injectons un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz aux entrées de l'amplificateur.

L'écrêtage se produit à 21,6 Veff pour un canal et 20,79 Veff pour l'autre, soit des puissances de 59 Weff et 54,7 Weff.

Cette légère différence de puissance peut provenir des tubes non appariés, de la tolérance des résistances de cathodes à 5 %...

La KT90 est un tube difficile à faire fonctionner nous avait-on dit, il oscille facilement...

Sur le prototype, aucune oscillation n'apparaît, l'amplificateur reste d'une stabilité parfaite. À 10 kHz nous relevons un excellent amortissement et un excellent temps de montée.

## L'ÉCOUTE

Comme en témoignent les oscillogrammes, cet appareil est **une bombe musicale**, beaucoup d'amplificateurs à transistors n'en font pas autant !

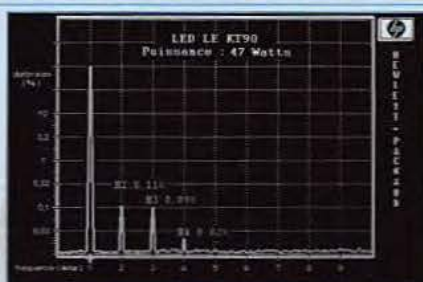
Qui pourra encore dire après cela qu'un amplificateur à tubes n'a pas de grave ?

# PUSH-PULL CLASSE AB1 DE 2 x 50 Weff ou 2 x 60 Weff

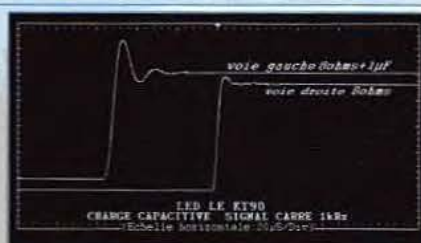
## MESURES AVEC PUSH-PULL DE KT90



Signal carré à 40 Hz



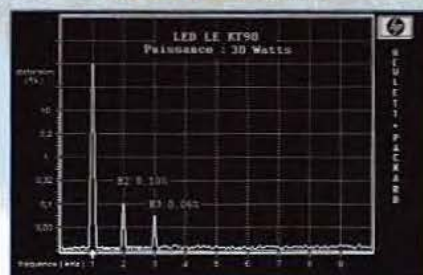
Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive



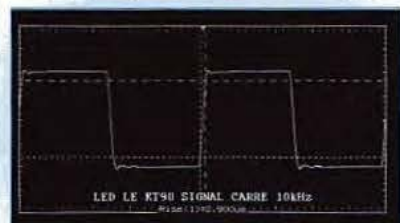
Signal carré à 1 kHz



Spectre de distorsion

Puissance efficace : 2 x 59 W  
Sensibilité d'entrée : 250 mV  
Puissance impulsionnelle : 59 W  
(Gain de 0 W ou 0 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 76 dB  
Pondéré : 88 dB  
Diaphonie : 75 dB



Signal carré à 10 kHz

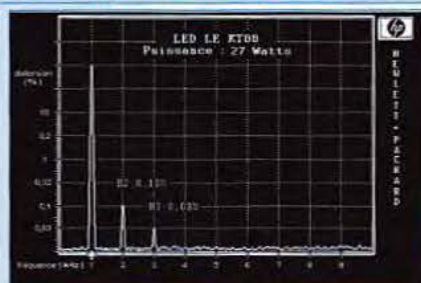
### Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	47 W (- 1 dB)	30 W (- 3 dB)	15 W (- 6 dB)	5 W
100 Hz	0,13 %	0,09 %	0,05 %	0,04 %
1 kHz	0,14 %	0,11 %	0,07 %	0,04 %
10 kHz	0,85 %	0,62 %	0,40 %	0,23 %

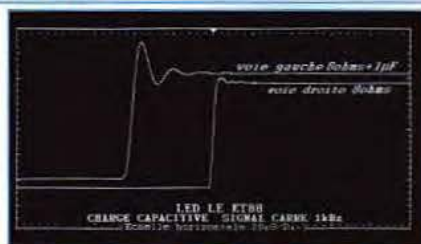
## MESURES AVEC PUSH-PULL DE KT88



Signal carré à 40 Hz



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

### Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	44 W (- 1 dB)	27 W (- 3 dB)	14 W (- 6 dB)	5 W
100 Hz	0,08 %	0,06 %	0,04 %	0,05 %
1 kHz	0,11 %	0,08 %	0,06 %	0,03 %
10 kHz	0,65 %	0,50 %	0,31 %	0,19 %

Puissance efficace : 2 x 55 W  
Sensibilité d'entrée : 230 mV  
Puissance impulsionnelle : 55 W  
(Gain de 0 W ou 0 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 75 dB  
Pondéré : 87 dB  
Diaphonie : 74 dB

Nous obtenons à l'écoute du KT88/90 une tenue dans le grave exceptionnelle à «couper le souffle» qui ne couvre pas pour autant le reste du spectre. Le médium est fluide avec une merveilleuse

restitution des voix humaines sans pour autant «arrondir les angles». L'image stéréophonique est un exemple de stabilité, on ne ressent aucun flottement. Les micro-informations enregist-

rées ne sont pas gommées, oubliées, ce qui procure une écoute d'un naturel stupéfiant.

À suivre...  
Bernard Duval

**WBT**  
*The art of connection***CONNECTIQUES PROFESSIONNELLES**

▷ <b>RCA mâles</b>	
WBT-0147.....Midline câble<7,8mm.....	90F
WBT-0144.....Midline câble<9mm.....	90F
WBT-0101.....Topline câble<9mm.....	165F
WBT-0150.....Topline câble<11,3mm.....	195F

▷ <b>RCA chassis</b>	
WBT-0201.....RCA chassis isolé téflon.....	150F (pièce)

▷ <b>Fourches</b>	
WBT-0660.....Fourche cuivre largeur 6mm.....	200F (paire)

▷ <b>Bananes mâles</b>	
WBT-0644.....Midline jusqu'à 10mm².....	90F
WBT-0600.....Topline jusqu'à 10mm².....	185F
WBT-0645.....Connexion oblique isolée.....	
Câble 2,5 à 10mm².....	100F

▷ <b>Borniers</b>	
WBT-0730.....Bornier 200A pour fiches bananes.....	
Câble de 1,5 à 10mm².....	
Version à visser.....	210F
WBT-0735.....idem 0730. Version isolée.....	270F
WBT-0700.....Bornier pour parois<50mm.....	490F (paire)

**TUBES AUDIO**

EL 34 Sovtek.....	98F	Support Optal CI.....	20F
6X50 A.....	195F	Support Optal chassis.....	32F
EL 84 Radio Technique.....	89F	Support 4hr pour 300B.....	68F
6L6GC STA appairé.....	160F	Blindage pour tube Noval.....	30F
6L6GC WGB Siemens.....	165F	ECF80 Siemens.....	39F
300 B Chine.....	690F	ECF82 Mazda.....	55F
ECC 81-12 AT 7.....	70F	EZ81-6CA4.....	89F
ECC 82-12 AU 7.....	75F	EZ80-6V4.....	89F
ECC 83-12 AX 7.....	60F	KT88 Chine.....	200F
Support Noval CI.....	18F	KT88 STA appairé.....	290F
Support Noval chassis.....	20F		

**ECC81 Radio Technique ▶ 49F****CONDENSATEUR POLYPROPYLENE MKP**

Condensateurs polypropylène auto-régénérants, non inductifs et insensibles à l'humidité, rigidité diélectrique élevée, facteur de perte faible.

▷ Tension d'isolement 450 volts			
0,47µf.....	8F	3,3µf.....	12F
0,68µf.....	8,50F	3,9µf.....	13F
0,82µf.....	9F	4,7µf.....	14F
1µf.....	10F	5,6µf.....	15F
1,5µf.....	10F	6,8µf.....	16F
1,8µf.....	10F	8,2µf.....	18F
2,2µf.....	11F	10µf.....	21F
2,7µf.....	12F	12µf.....	24F

**CONDENSATEUR POLYPROPYLENE A ARMATURE ETAIN**

Condensateurs non inductifs, insensibles à l'humidité. Comportant deux bandes d'étain séparées par deux films polypropylène dont leur épaisseur définit la tension de service du condensateur. Forme cylindrique, sorties axiales par fil de cuivre étamé, obturation à la résine polyuréthane.

▷ Tension d'isolement 250 volts		▷ Tension d'isolement 400 volts	
0,22µf.....	21F	0,68µf.....	33F
0,33µf.....	22F	2µf.....	67F
0,47µf.....	25F	2,2µf.....	72F
		1µf.....	49F
		1,5µf.....	66F
		1,8µf.....	80F

**SN Radio Prim**  
composants électroniques

159, rue La Fayette, 75010 Paris

Tél. : 01 40 35 70 50

Fax : 01 40 35 43 63

E-mail : contact@radioprime.com

Site Web : <http://www.radioprime.com>**OUVERT DU LUNDI AU SAMEDI**

&gt; Du lundi au vendredi

de 9h30 à 12h30 et de 14h00 à 19h00

&gt; Samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h00 à 18h30

**NOUS RÉALISONS SUR COMMANDE VOS CABLES AUDIO, VIDÉO, TOUS TYPES DE CONNECTIQUES****SOUDURE A L'ARGENT**

Matiel pour souder à l'argent.

Soudure argent 4% 0,8mm 1mm.....	49F
Soudure argent 7% 0,8mm 0,8mm.....	205F
Soudure argent 7% 0,8mm.....	4F/mètre

**CONNECTIQUES AUDIO PROFESSIONNELLES**

ICI note "golden" Contact doré. Isolation téflon. Diam. 10mm.....	
Serrage sur chassis. Gros corps de masse.....	49F
ICI note Contact doré. Isolation téflon. Diam. 5mm.....	28F
ICI note Contact doré. Serrage sur chassis. Diam. 8mm.....	26F
ICI chassis isolé. Isolation téflon.....	20F
SP 100 G. Fiche banane mâle dorée. Câble jusqu'à 6mm.....	21F
SP 500 G. Bornier doré auto-rot. Diam. 4mm. Filage: 35mm.....	25F
Franche dorée. Largeur: 5mm rouge et noir.....	3F
Coupe test-rot auto-rot. 6,2mm. Contact doré rouge ou noir.....	2,50F

**CONDENSATEUR PAPIER HUILE****L.C.C-SAFCO-TREVOUX**

1,5µf 450V.....	140F	4µf 250V.....	250F	8µf 750V.....	290F
2µf 500V.....	145F	5µf 1000V.....	270F	12µf 500V.....	320F

**TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION POUR AMPLI A TUBE**

Présentation à encastrer avec "capot peinture epoxy noir".

Ecran électrostatique entre primaire et secondaire. Fabrication française.

TW75 2x250V et 2x300V 75mA. 0-5-6,3V 1,5A. 6,3V 3A.....	338F
TW100 2x250V et 2x300V 100mA. 0-5-6,3V 2A. 6,3V 4A.....	398F
TW120 2x250V et 2x300V 120mA. 0-5-6,3V 3A. 6,3V 5A.....	435F
TW150 2x250V et 2x300V 150mA. 0-5-6,3V 3A. 6,3V 5A.....	495F
TW200 2x250V et 2x300V 200mA. 0-5-6,3V 4A. 6,3V 6A.....	597F
TW300 2x250V et 2x300V 300mA. 0-5-6,3V 4A. 6,3V 8A. 5V 3A.....	698F
TW400 2x250V et 2x300V 500mA. 0-5-6,3V 6A. 6,3V 12A. 5V 5A.....	915F

FABRICATION SPÉCIFIQUE, NOUS CONSULTER

**FRAIS D'EXPÉDITION (COLISSIMO):**

■ 0-250g ▶ 20F ■ 250-2kg ▶ 28F ■ 2kg-5kg ▶ 48F ■ 5kg-10kg ▶ 58F

PAIEMENT : ■ Cheque ■ CB ■ ETRANGER : nous consulter

**CABLES AUDIO PROFESSIONNELS****CANARE [Prefer] Gotham®**

▷ <b>Modulation-BF</b>	
WBT 2016.....Imp 16ohms. Conducteur en cuivre OFC.....	
Diam ext.: 8,5mm (blanc).....	195F/mètre
MGK 18 prefer OFC carbon.....Diam ext.: 7,5mm(bleu).....	69F/mètre
GOTHAM GAC-1.....1 Cond blindé diam. ext.: 5,3mm.....	13F/mètre
GOTHAM GAC-2.....2 Cond blindés diam. ext.: 5,4mm.....	13F/mètre
GOTHAM GAC-2 ES/EBU (numérique).....	36F/mètre
Multipaire audio blindé.....4 Cond x 0,22mm blindés séparément.....	
cuivre rouge plus drin.....	31F/mètre
CANARE Starquad.....4 Cond blindés.....	26F/mètre
Câble cuivre recuit étamé argent.....3,18mm², isolation téflon blanc.....	
(idéal câblage interne d'enceintes).....	30F/mètre

**HAUT-PARLEURS AUDAAX****NOUVELLE GAMME 2000**

▷ <b>Boomer</b>	
HT240T0.....	362F
PR330M0.....	1586F
Gamme aérogel, saladier polymère, antimagnétique.....	
▷ <b>Tweeter</b>	
TW010A7.....	93F
TW010E1.....	51F
TW010F1.....	46F
TW010L1.....	92F
TW014R1.....	130F
TW025F1.....	180F
TW025A0.....	172F
TW025A16.....	350F
TW025F7.....	190F
▷ <b>Medium</b>	
HT210T0.....	332F
PR170M0.....	597F
▷ <b>Large bande</b>	
HT210A2.....	420F
Série prestige, saladier zemann, membrane aérogel.....	
HM130Z0.....	470F
HM170Z0.....	543F
HM210Z0.....	651F

**TRANSFORMATEURS DE SORTIE POUR AMPLI A TUBE "PUSH PULL"**

Circuit magnétique "EI", 0w6. Qualité cuivre recuit, 35/100°, enroulements "sandwichés", présentation à encastrer capot noir (peinture epoxy).

Impédance secondaire 4,8, 16ohms. Bande passante 30/60000HZ.

3500ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
5000ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
6600ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
8000ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
Mêmes impédances en 65watts, 3,3kg.....	1158F
Mêmes impédances en 100watts, 7,4g.....	1388F

**TRANSFORMATEURS DE SORTIE POUR AMPLI A TUBE "PUSH PULL" CIRCUIT DOUBLE C**

Circuit magnétique "DOUBLE C", enroulement "sandwichés". Impédance secondaire 4, 8, 16ohms, bande passante 15/80000hz, présentation moulée dans un boîtier noir epoxy. Prise d'écran à 40% sur l'enroulement primaire.

3500ohms, 35watts, 2kg.....	1049F
5000ohms, 35watts, 2kg.....	1049F
6600ohms, 35watts, 2kg.....	1049F
8000ohms, 35watts, 2kg.....	1049F
Mêmes impédances en 65watts, 4,5kg.....	1905F
Mêmes impédances en 100watts, 6,2kg.....	2249F

FABRICATION SPÉCIFIQUE, NOUS CONSULTER

**Fermé du 14 Août au 27 Août inclus**

# BC ACOUSTIQUE/SEAS

## KITS D'ENCEINTES POUR LE HOME CINÉMA



En Home Cinéma, un ensemble d'enceintes doit reconstituer un environnement sonore réaliste et homogène, avec une bonne cohérence en timbre entre les cinq canaux. Les bandes «son» des films actuels sont de plus en plus dynamiques, avec des fréquences graves enregistrées à haut niveau. Pour de bons résultats d'écoute, il est idéal que toutes les enceintes soient capables de restituer la totalité de la bande audio, y compris le bas du spectre. Pour les voies arrière, il n'est pas toujours nécessaire d'obtenir une transcription parfaite des fréquences graves, avec beaucoup de niveau «tout en bas». Par contre, les haut-parleurs utilisés doivent diffuser le grave, même à niveau atténué, sans talonner et générer des distorsions trop importantes. La forte pression acoustique dans le bas du spectre sera générée par les enceintes frontales plus, éventuellement, un caisson de basses.

### LES ENCEINTES OSLO, NARVIK ET MOSS DE BC ACOUSTIQUE / SEAS

L'ensemble des cinq enceintes en Kit que nous vous présentons a été conçu par les ingénieurs de BC Acoustique, à partir de haut-parleurs SEAS de haut de gamme.

Les trois modèles de Kits proposés ont été étudiés avec tout le soin et tout le

savoir-faire que BC Acoustique apporte à ses produits «finis». L'étude a fait appel à de puissants logiciels de simulation, des mesures sérieuses en laboratoire, puis de longues séances d'écoutes pour la mise au point finale.

L'ensemble est constitué de deux enceintes Oslo pour les canaux avant gauche et avant droit, un kit Narvik pour le canal central, deux modèles Moss pour les voies arrière.

Le «cœur» du système est le haut-parleur

P17 RE COAX/TVF (H653) de SEAS. Ce transducteur coaxial de 17 cm, à membrane polypropylène, possède un tweeter de 25 mm à dôme tissu, disposé concentriquement au centre du cône émissif grave-médium. Ce haut-parleur équipe chacune des cinq enceintes, ce qui garantit une parfaite cohérence entre toutes les voies. Pour les enceintes frontales Narvik et Oslo, le P17 RE COAX est épaulé dans le bas du spectre par deux boomers SEAS P17RC/TV de 17 cm, à

# SEAS ET LE HOME CINÉMA EN 5 VOIES

Figure 1

MOSS 1 ( 1 Paire )		
Face Avant	2	300 x 200 mm
Dessus & Dessous	4	162 x 161 mm
Côtés	4	300 x 180 mm
Panneau arrière	2	300 x 162 mm
Paroi interne		

NARVIK 1		
Face Avant	1	600 x 200 mm
Dessus & Dessous	2	562 x 211 mm
Côtés	2	200 x 230 mm
Panneau arrière	1	562 x 200 mm
Paroi interne	2	162 x 211 mm

OSLO 1 ( 1 Paire )		
Face Avant	2	1000 x 200 mm
Dessus & Dessous	4	162 x 211 mm
Côtés	4	1000 x 230 mm
Panneau arrière	2	1000 x 162 mm
Paroi interne	2	162 x 211 mm

membrane polypropylène et ferrite blindée.

Le P17 RE COAX/TVF a été retenu pour trois raisons principales :

- 1- Sa conception coaxiale lui confère une diffusion sonore proche de celle d'une source émissive ponctuelle (idéal théorique en acoustique).
- 2- Ses caractéristiques techniques garantissent de bonnes performances dans le grave avec un volume de charge modéré (idéal pour les enceintes arrière).
- 3- Son moteur magnétique blindé permet de le positionner à proximité immédiate d'un téléviseur, sans perturber l'image (la voie centrale peut être posée directement sur le téléviseur).

## LES ÉBÉNISTERIES

Pour les trois modèles d'enceintes, les parois et renforts internes sont en médium (MDF) de 19 mm d'épaisseur. Ce type de matériau est aisément disponible dans les rayons «bois découpés» des grandes surfaces de bricolage ou

chez les spécialistes en menuiserie et ébénisterie.

Les trois tableaux notés Moss 1, Narvik 1 et Oslo 1 (figure 1) indiquent le nombre et les dimensions exactes des panneaux à se procurer pour une paire d'enceintes et un exemplaire du kit Narvik (enceinte centrale).

Attention, il est nécessaire que les dimensions de chaque panneau soient respectées au millimètre près lors de la découpe. N'hésitez pas à le préciser lors de votre commande. De même, l'équerage des panneaux est primordial si vous ne voulez pas perdre des heures en rabotage et en ponçage pour n'obtenir qu'un résultat final moyen.

BC Acoustique pourra fournir aux lecteurs les faces avant des ébénisteries. En considérant la complexité de réalisation de ces panneaux, cette solution est particulièrement recommandée. Cependant, les lecteurs «courageux» pourront réaliser leurs façades eux-mêmes, en tenant compte de certains points précisés dans le chapitre «réalisation».

## RÉALISATION DES DIVERS COFFRETS

Le constructeur conseille un assemblage «collé vissé», ce qui est certainement la meilleure solution pour obtenir un coffret parfaitement rigide. Cependant, la présence de vis sur le coffret implique un travail minutieux et délicat de surfacage (camouflage des têtes de vis) si l'on désire peindre l'enceinte par la suite. Par conséquent, on pourra adopter un principe de collage simple avec, éventuellement, une utilisation de clous «pointes tête homme» de 30 ou 35 mm de longueur pour consolider l'ensemble. Après assemblage, les différents panneaux encollés seront pressés les uns contre les autres à l'aide de serre-joints (prévoir des modèles à très large ouverture de mâchoires) ou à l'aide d'élastiques puissants (ces élastiques peuvent être confectionnés en découpant des lamelles de 3 cm de largeur, environ, dans des chambres à air pour pneus d'automobiles).

L'assemblage s'effectuera à l'aide d'une colle blanche à bois, en encollant largement les chants des panneaux. Les vis utilisées seront de type VBA 4 x 40 mm (35 mm au minimum). À chaque étape d'assemblage, nettoyer les bavures de colle à l'extérieur de l'ébénisterie avec un chiffon humide. Vérifier que les têtes de vis ou de clous ne dépassent pas de la surface.

1. Repérer les différents panneaux de bois (façade, fond, côté gauche, etc...) et les marquer au crayon ou à la craie. Tracer sur les faces internes des panneaux l'emplacement des parois qui compartimentent les ébénisteries (voir figure 2A Narvik 2 et figure 2B Oslo 2).

2. Effectuer les perçages (diamètre 2 mm) dans les panneaux destinés à être vissés. Prévoir deux à trois vis pour les panneaux les plus petits (moins de 30 cm environ), et une vis tous les 15 cm pour les plus grands. Les perçages seront effectués à 1 cm du bord de chaque pan-

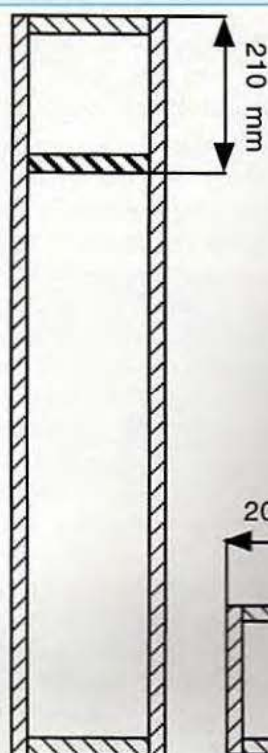


Figure 2B

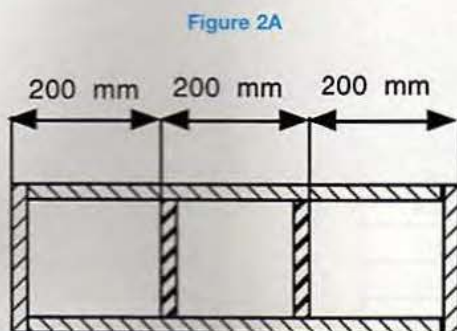


Figure 2A

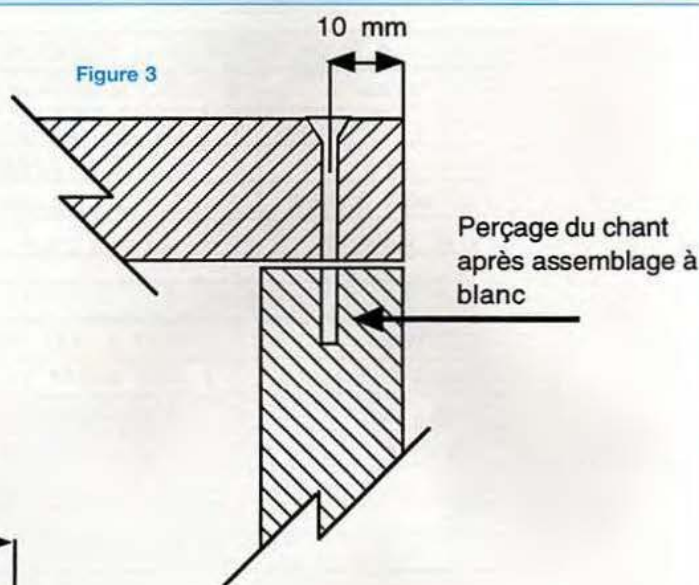
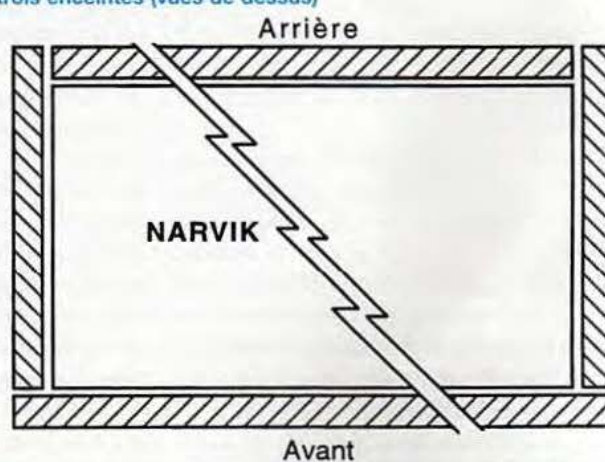
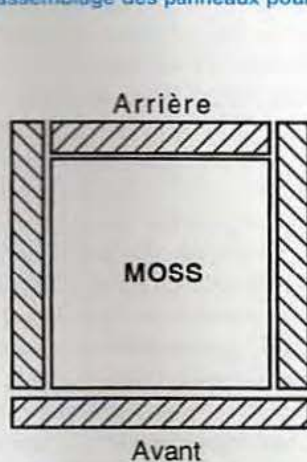


Figure 3

**OSLO 2**  
(vue de face)

**NARVIK 2**  
(vue de face)

Figure 4 : assemblage des panneaux pour les trois enceintes (vues de dessus)



neau (Figure 3). Pour les enceintes Oslo et Narvik, percer un trou de 10 mm au centre des panneaux internes (ces trous permettront le passage des câbles de liaisons).

3. Effectuer un premier montage de la caisse «à blanc» (Figure 4), sans collage,

pour vérifier le bon ajustement de tous les éléments (les parois peuvent être maintenues entre elles par du ruban adhésif). Contrôler l'emplacement des parois internes.

4. Pour les éléments vissés, prolonger les avant-trous de 1 cm environ dans le

chant de la paroi sur laquelle doit se fixer le panneau (Figure 3). Prendre garde à ce que les deux parois ne se décalent pas l'une par rapport à l'autre pendant cette opération.

5. Assembler (après encollage) la face avant et le côté droit (visser ou clouer

# SEAS ET LE HOME CINÉMA EN 5 VOIES

Figure 5A, 5B, 5C :  
découpes pour les borniers (découpes rectangulaires de 150 x 110 mm)

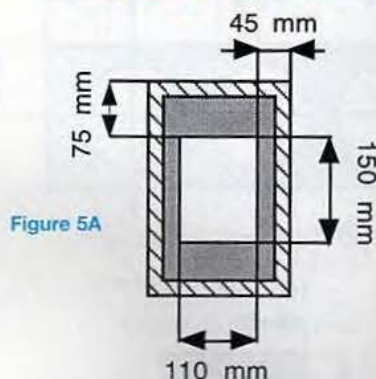


Figure 5A

Figure 5B

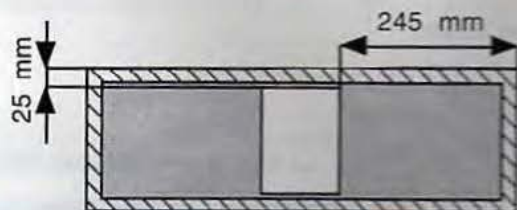
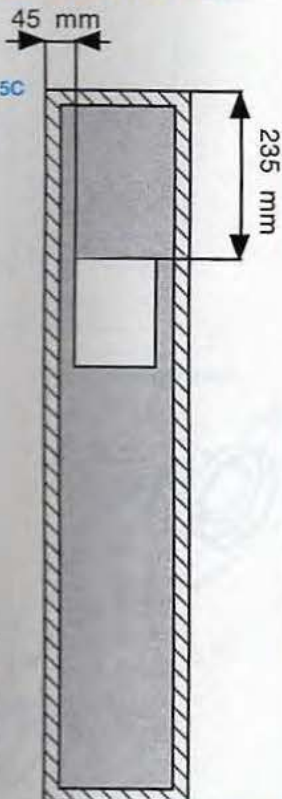


Figure 5C



selon le cas). Poser l'ensemble avec la façade à plat, côté interne vers le haut.

6. Assembler le dessus, le dessous et les éventuelles parois internes (visser ou clouer).

7. Assembler la paroi arrière (visser ou clouer). Retourner la caisse de sorte que la paroi manquante soit vers le haut (enceinte posée à plat sur son flanc droit). Étaler les bavures de colle le long des jointures, à l'intérieur du coffret (cette opération contribue à parfaire l'étanchéité).

8. Assembler le panneau gauche, visser ou clouer.

9. Nettoyer toutes les bavures de colle, à l'extérieur, puis laisser sécher le coffret 24 heures (se référer aux indications portées sur le pot de colle).

Pour les montages sans vis, vérifier que les panneaux sont parfaitement alignés

les uns avec les autres. Mettre en place les serre-joints et/ou les élastiques de serrage. Nettoyer encore une fois les bavures de colle, puis laisser sécher.

10. L'ensemble étant parfaitement sec, retirer les serre-joints et les élastiques, le cas échéant.

11. Sur le panneau arrière, tracer puis découper le trou rectangulaire (110 mm x 150 mm) d'encastrement du bornier Moss 5 (figure 5A), Narvik 5 (figure 5B) et Oslo 5 (figure 5C).

12. Si la façade n'est pas celle fournie par BC Acoustique, tracer puis découper les trous circulaires pour la mise en place des haut-parleurs et de l'évent (Figure 6). Attention : les cotes circulaires pour les événements correspondent aux dimensions des tubes fournis par BC Acoustique. On peut utiliser d'autres tubes, de type PVC (diamètre intérieur 50 mm et longueur

110 mm pour la Moss, diamètre intérieur 60 mm pour l'Oslo, avec une longueur de 160 mm). Dans ce cas, prévoir le bon diamètre d'encastrement pour les découpes.

Arrondir les angles de la façade («casser» les arêtes verticales et horizontales).

Effectuer un ponçage de la caisse complète, nettoyer la sciure et la poussière de bois à l'aide d'un chiffon humide.

Il ne reste plus, à présent, qu'à s'occuper de la finition. Dans ce domaine, nous laissons toute liberté au lecteur pour choisir son placage, sa peinture, ou tout autre type de finition.

Pour terminer avec les coffrets, appliquer des joints d'étanchéité autour des découpes pour les haut-parleurs et les borniers. On pourra utiliser un joint auto-collant, de type «calfeutrage de fenêtre», d'une épaisseur maxi de 5 mm. Le joint sera collé sur la face externe de l'ébénisterie, en suivant le contour de chaque découpe (circulaire ou rectangulaire).

## AMORTISSEMENT INTERNE

L'amortissement interne des enceintes est réalisé par des panneaux de laine de verre de 30 mm d'épaisseur. La laine de verre doit recouvrir tous les panneaux, à l'intérieur, à l'exception de la façade. Le collage peut être effectué à l'aide d'une colle chaude au pistolet, ou tout autre procédé qui assurera un maintien efficace mais ne tassera pas la laine de verre.

## LES FILTRES

Se reporter aux schémas pour le câblage des filtres et les valeurs des composants. Les selfs de type «à air» sont vivement recommandées. Pour les fortes valeurs (associées aux boomers), on choisira une self équipée d'un fil de forte section (supérieure à 1 mm<sup>2</sup>). Pour les plus petites, une section de 0,5 mm<sup>2</sup> sera suffisante.

Les condensateurs (non polarisés) au polypropylène seront préférés à toute autre sorte de composant. Si le prix d'un

# OSLO / NARVIK / MOSS DE BC ACOUSTIQUE

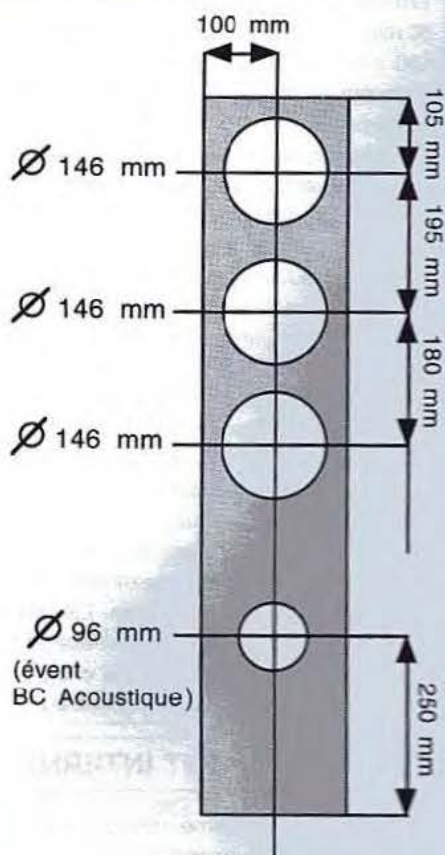
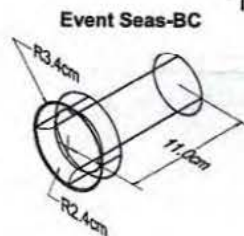
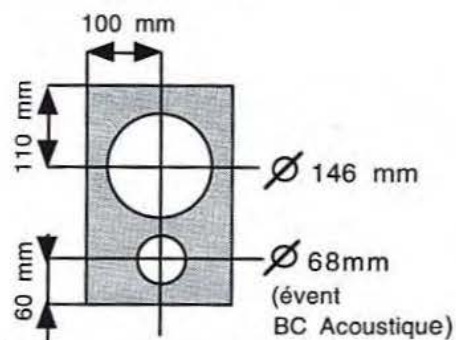
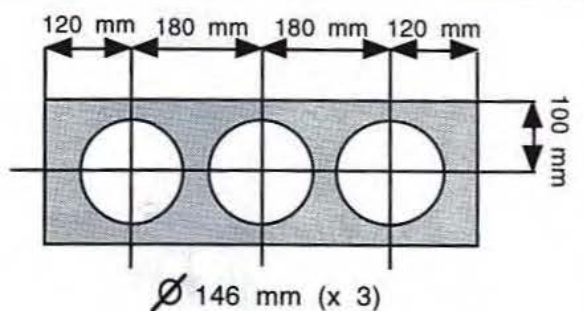
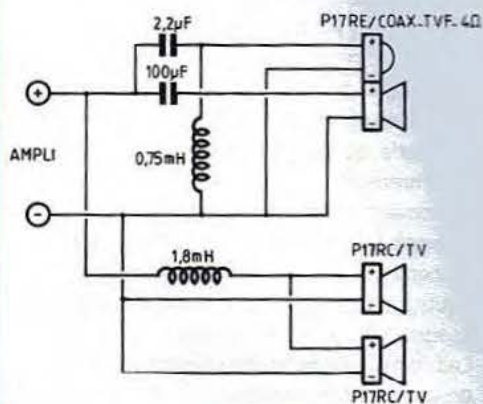


Figure 6

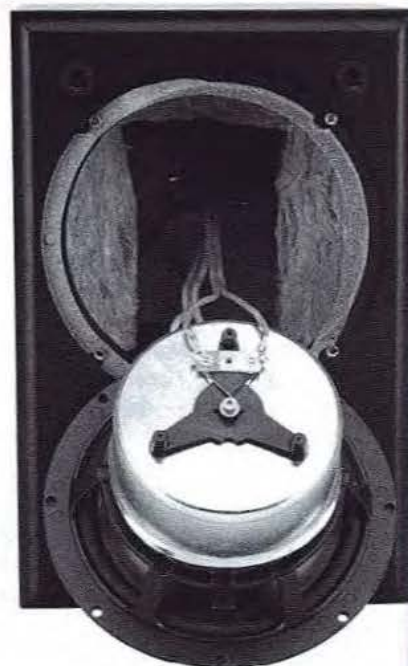
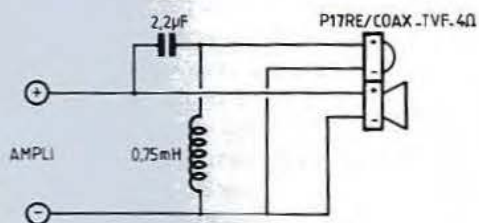


La Moss et le P17RE/COAX-TVF-4 Ω

Filtre 1 :  
enceintes Narvik et Oslo



Filtre 2 :  
enceintes Moss

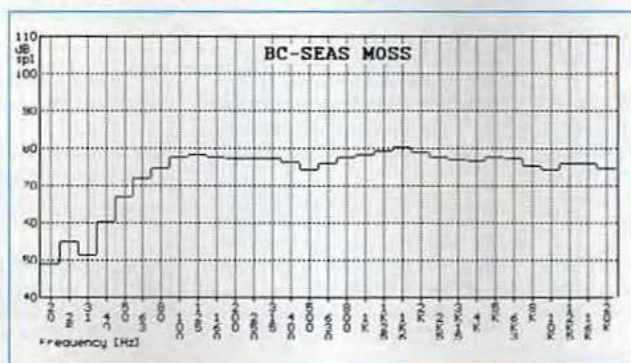




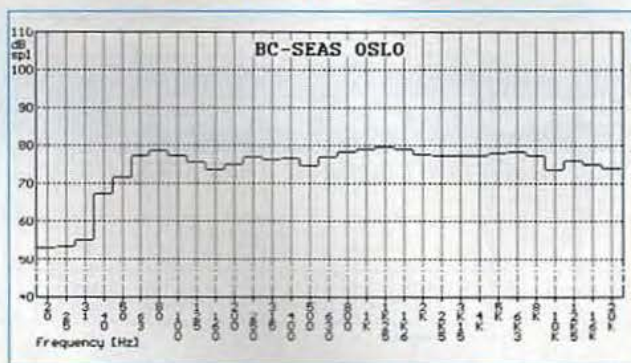
# SEAS ET LE HOME CINÉMA EN 5 VOIES



Courbe de réponse dans l'axe, filtrée en 1/3 d'octave.



Courbe de réponse dans l'axe, filtrée en 1/3 d'octave.



Courbe de réponse dans l'axe, filtrée en 1/3 d'octave.

## Efficacités à 2 V / 1 m

Principale Oslo	Centrale Narvik	Arrière Moss
88 dB	87 dB	86 dB

## Distorsion à 84 dB / 1 m

Fréquences	Principale Oslo	Centrale Narvik	Arrière Moss
5 kHz	0,15 %	0,15 %	0,15 %
1 kHz	0,30 %	0,35 %	0,30 %
100 Hz	0,55 %	0,30 %	0,65 %

modèle de 100  $\mu$ F au polypropylène effraie certains lecteurs, il est possible (mais pas idéal) d'utiliser deux chimiques non polarisés de 47  $\mu$ F, associés en parallèle et ensuite reliés en série à un modèle polypropylène de 6,8  $\mu$ F.

Les câbles de raccordements seront, bien sûr, de qualité. Utiliser une section d'environ 2,5 mm<sup>2</sup> pour le grave et 1,5 mm<sup>2</sup> pour les tweeters.

Les filtre seront câblés «en l'air», sans circuit imprimé. Les composants peuvent être collés sur la face arrière des borniers, à proximité des cosses de liaisons. On peut également coller les composants sur une plaque de bois qui sera fixée dans l'enceinte, à proximité du bornier.

Connecter les câbles de raccordements sur le filtre (câbles destinés aux haut-parleurs), après avoir déterminé leurs longueurs (prévoir une bonne marge de sécurité). Dénuder puis étamer les extrémités «libres» (repérer les câbles grave, aigu, repérer la phase, etc).

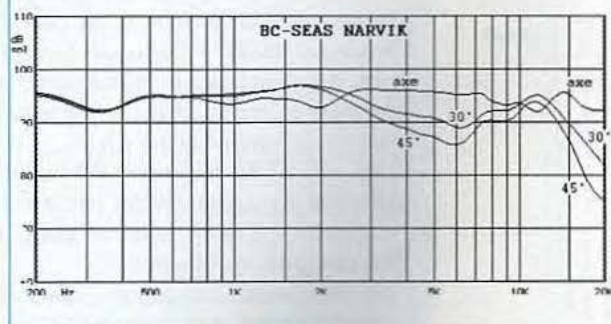
Présenter le bornier près de son logement, à l'arrière de l'enceinte, puis passer les câbles des enceintes à compartiments dans les trous des parois internes. Boucher ces trous à l'aide d'une colle à chaud ou d'une pâte à joint de type silicone. Appliquer puis visser le bornier sur le coffret.

## MISE EN PLACE DES HAUT-PARLEURS ET DES ÉVÉNEMENTS

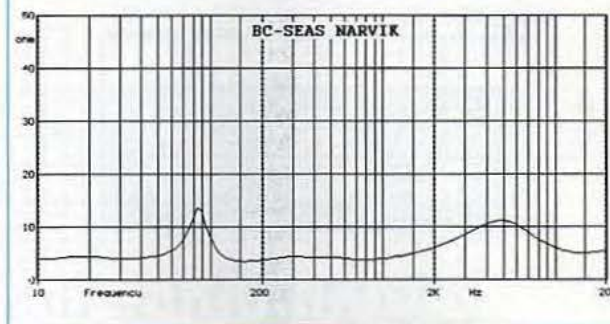
Étamer les cosses de tous les haut-parleurs. Attention aux tweeters, ne pas chauffer les cosses exagérément, au risque de détériorer le fil de bobine ou l'attache de la cosse sur le châssis du haut-parleur.

Présenter chaque haut-parleur devant son ouverture, souder les fils étamés sur les cosses, puis positionner le transducteur dans son logement. Attention, encore une fois, avec les tweeters. Avec un câble de liaison assez «costaud», il est recommandé de chauffer ce dernier (et non la cosse), de l'appliquer contre la

# OSLO / NARVIK / MOSS DE BC ACOUSTIQUE



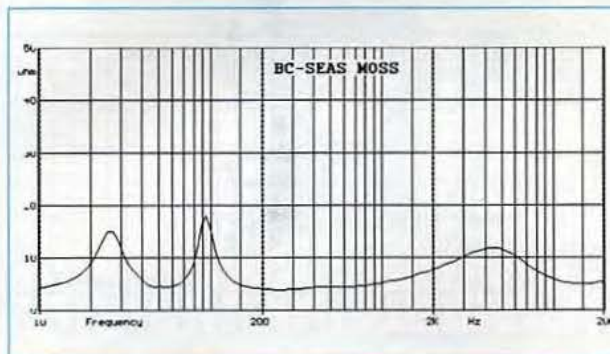
Courbe de réponse, de 200 Hz à 20 kHz dans l'axe, à 30°, à 45° dans un plan horizontal



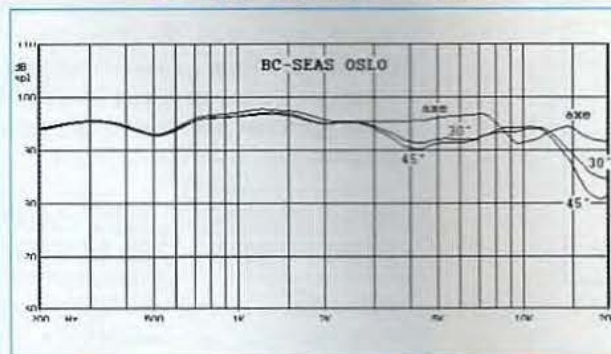
Courbe d'impédance de 10 Hz à 20 kHz



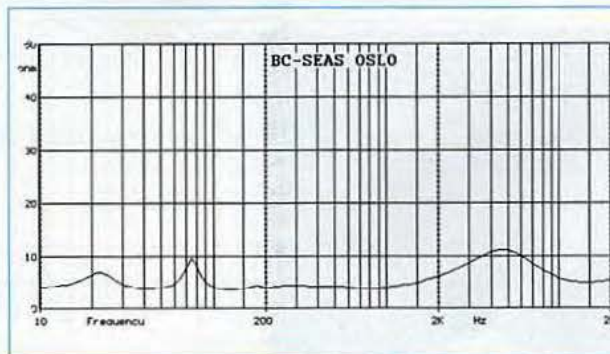
Courbe de réponse, de 200 Hz à 20 kHz dans l'axe, à 30°, à 45° dans un plan horizontal



Courbe d'impédance de 10 Hz à 20 kHz



Courbe de réponse, de 200 Hz à 20 kHz dans l'axe, à 30°, à 45° dans un plan horizontal



Courbe d'impédance de 10 Hz à 20 kHz

cosse, et d'attendre, une fois la soudure «prise» que tout refroidisse. Visser le haut-parleur en serrant progressivement chacune des vis, de plus en plus fort, l'une après l'autre. L'idéal est d'utiliser des inserts métalliques avec vis adaptées, mais de bonnes vis «à bois» feront très bien «l'affaire» (l'enceinte ne sera pas démontée tous les jours).

La mise en place des événements ne pose aucune difficulté. Ils s'encastrent dans leurs emplacements en forçant légèrement pour que l'extrémité affleure la façade de l'enceinte (on pourra utiliser une planchette de bois pour appuyer sur le tube).

Jacques Koro

## FACES AVANT BRUTES AVEC CACHES :

Narvik : 360 F  
Moss : 320 F  
Oslo : 390 F

## BORNIERS :

Narvik et Oslo : 420 F  
Moss : 290 F

## CONTACTER BC ACOUSTIQUE

Tél. : 01 43 68 25 00



# ST QUENTIN RADIO

Prix Toutes Taxes Comprises 20,6%

6 rue de St Quentin 75010 PARIS / Tél 01 40 37 70 74 - Fax 01 40 37 70 91

Prix donnés à titre indicatif

## Transformateurs pour tubes

**M. Chrétien envisage dans un avenir très proche de cesser son activité, donc toutes les commandes concernant les transformateurs Chrétien ne pourront sans doute pas être toutes honorées. Veuillez nous en excuser par avance.**

Série 8020 / LED N°130	
ALIMENTATION : 220V/230V (2,8 Kg)	375F
SORTIE HP : 8000 ohms (2 Kg)	455F
Série 4004 / LED n° 136/137	
ALIMENTATION : 220V/230V (4 Kg)	505F
SORTIE HP: 4000 ohms (3 Kg)	555F
Série 2005 / LED N° 139	
ALIMENTATION : 220/230V (2,8 Kg)	365F
SORTIE HP: 5000 ohms (1,1 Kg)	265F
Série 1250 / LED N° 140	
ALIMENTATION : 220/230V (4,6Kg)	555F
SORTIE HP: 1250 ohms (2,4 Kg)	465F
Série 5008 "OCTUOR" / LED N° 143	
ALIMENTATION : 220/230V (6Kg env.)	595F
SORTIE HP: 2000 ohms (4Kg)	725F
Série 5008A "OCTUOR" classe A / LED N°145	
ALIMENTATION : 220/230V (6Kg)	595F
SORTIE HP : 625 ohms (4Kg)	750F
Série "Le classique 1 & 2" pour LED N°146 & 150	
ALIMENTATION 64/35: 220/230V (6,4Kg)	675F
SORTIE HP 6400 : 6400 ohms (3,2Kg)	725F
Self 10H/400mA (2,6Kg)	380F
Série PUSH 925 / LED N°151	
ALIMENTATION : 220/230V (4Kg)	595F
SORTIE HP (1Kg) 8ohms	585F
Self 3H (2Kg)	325F
Triode 300B / LED N°152 (ACEA)	
ALIMENTATION : 220/230V (6,1Kg)	610F
SORTIE HP 4/8/16ohms (5,8Kg)	1400F
Self 3H (2Kg)	340F
Capot chromé pour alim et self	120F
Triode PP 300B / LED N°154	
ALIMENTATION 45/45 : 220/230V (4,6Kg)	610F
SORTIE HP 4064 : 4/8/16ohms (2,8Kg)	725F
DUO-Pentode 7189/7320 / LED N°155	
ALIMENTATION 825/2 : 220/230V (4Kg)	520F
SORTIE HP825/2: 4/8/16ohms (2Kg)	535F
Tétrade 6L6 /LED N°157	
ALIMENTATION 3800 : 220/230V (4Kg)	700F
SORTIE HP3800 : 4/8/16 ohms	725F
Alimentation préampli à tube PRO01	
220/230V - 2X300V + 2x6,3V (1,5Kg)	375F
Alim. HT) préampli à tube LED N°147 & N°148	
220V/230V - 2x220V - 2x6,3V. 0,74Kg.	490F
Alim. HT) préampli à tube pour LED N°149 & N°158	
220V/230V - 2x220V - 2x6,3V. 1Kg.	490F
LED N°159 /160 (ACEA)	
Alimentation	535F
sortie 4/8R	850F
Capot alim	115F

## TUBES

ECC 81	70F	EZ 81	89F	Support NOVAL C. imprimé
ECC 82	75F	KT 88 la paire	590F	Ø 22mm
ECC 83	80F	KT 90 la pièce (EI)	299F	Ø 25mm
ECC 84	65F	KT 90 la paire (EI)	599F	NOVAL blindé
ECL 86	95F	300B Sovtek la paire	1350F	Support pour
EL 34	140F	7189-7320 la paire	320F	300B stéatite
EL 34 la paire	320F	6L6GC (Sovtek)	69F	Support OCTAL avec cosses
EL 84 (Sovtek) L'unité	65F	6L6GC STA la paire	250F	Ø 30mm
les 10	450F	6L6WXT STA la paire	250F	
les 7 appareils	190F	6L6GC GE la paire	435F	

[www.stquentin.net](http://www.stquentin.net)

Notre site a beaucoup changé depuis avril. Nous allons insérer tout notre catalogue avec les prix unitaires et par quantités et dans un avenir proche vous aurez même le stock.

## LIBRAIRIE TECHNIQUE DUNOD & ETSF

La restauration des récepteurs à lampes André CAYROL. Les appareils à lampes sont encore nombreux sur le marché de l'occasion et de l'antiquariat. Par contre, les techniciens maîtrisant les techniques (pour tant simples) de restauration sont de plus en plus rares. Alors que son premier ouvrage traitait uniquement des récepteurs à lampes, l'auteur aborde cette fois la restauration des autres appareils: magnétophones, électrophones, appareils de mesure, et récepteurs. Soit clairement expliqués: le fonctionnement des appareils, leurs points faibles, les techniques de réglage et l'outillage.

240x160 - 160pages - 1999 / Édition ETSF / 145F



Initiation aux amplis à tubes Jean Hiraga. L'auteur, bien connu des spécialistes du domaine, offre à travers cet ouvrage une très bonne initiation aux amplificateurs à tubes, qu'il a largement contribué à remettre à la mode à partir des années 70. Sa longue expérience, ses connaissances dans le domaine du tube électronique fusionnant avec les techniques nouvelles, font de cet ouvrage une documentation précieuse qui vous fera découvrir les étonnantes possibilités des amplis à tubes.

2ème édition / Édition Dunod - 270x210 - 150 Pages / 170F



Schémathèque - Radio des années 30 - La série Nostalgie d'ETSF propose des rééditions, dans leur présentation originale, des grands classiques de l'édition scientifique et technique ou d'ouvrages consacrés à des appareils anciens. Elle intéressera les passionnés d'électronique ainsi que les amateurs d'appareils de collection. C'est pour répondre à l'engouement de ce public pour les postes anciens que nous avons jugé opportun de publier le présent ouvrage. Le lecteur y trouvera une sélection de schémas de postes radio à lampes, parus aux cours des années trente aux Éditions Radio, dans les fameuses Schémathèques de Wladimir Sorokine. Cet ouvrage constitue donc une véritable bible que passionnés de radio, collectionneurs ou simples amateurs d'électroniques, se doivent de posséder. Format 21x27,5cm - 187 pages / 160F



Cet ouvrage constitue donc une véritable bible que passionnés de radio, collectionneurs ou simples amateurs d'électroniques, se doivent de posséder. 21x27,5cm - 171 pages / 160F

Schémathèque - Radio des années 40 - La série Nostalgie d'ETSF propose des rééditions, dans leur présentation originale, des grands classiques de l'édition scientifique et technique ou d'ouvrages consacrés à des appareils anciens. Elle intéressera les passionnés d'électronique ainsi que les amateurs d'appareils de collection. C'est pour répondre à l'engouement de ce public pour les postes anciens que nous avons jugé opportun de publier le présent ouvrage. Le lecteur y trouvera une sélection de schémas de postes radio à lampes, parus aux cours des années quarante aux Éditions Radio, dans les fameuses Schémathèques de Wladimir Sorokine.

**PAIEZ EN 3 FOIS À PARTIR DE 1200F TTC.**  
**EX : LE 30 JUIN 2000, VOUS NOUS ACHETEZ POUR 2200F.**  
**VOUS NOUS ADRESSEZ 3 CHÈQUES : UN DE 730F QUI SERA MIS À L'ENCAISSEMENT, LE DEUXIÈME DE 730F SERA DÉBITÉ FIN JUILLET 2000 ET LE TROISIÈME CHÈQUE DE 740F SERA DÉBITÉ FIN AOÛT 2000.**  
**FAIRE DES CHÈQUES DE VALEURS SEMBLABLES.**

## EN CADEAU!



**Pour toute commande de plus de 2000F, ce multimètre**

Multimètre 3 1/2 cristaux liquides, voltmètre continu 5 calibres, voltmètre alternatif 2 calibres, Ampèremètre continu 5 calibres 10A max, ohmmètre 5 calibres, test diode, transformomètre.

## LED BLEUE ET LED BLANCHE

### LED BLEUE haut rendement

Diam 3mm - 60mcd typ/ 60°, diffus 18F/1, 150F les 10  
 Diam 5mm - 40mcd typ/ 60°, diffus 18F/1, 150F les 10

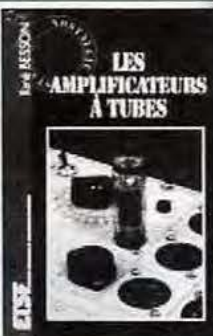
### LED BLANCHE haut rendement

(sous réserve de disponibilité, difficulté d'importation)

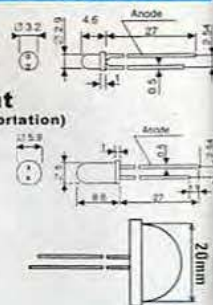
Diam 3mm - 300mcd typ, clair 26F/1, 220F les 10  
 Diam 5mm - 3300mcd typ, diffus 18F/1, 220F les 10  
 Diam 5mm - 3300mcd typ, clair 18F/1, 220F les 10

### LED JUMBO haut rendement

DLC2 - 6ID / Rouge diffus teinté, 22F/1, 187F les 10  
 DLC2 - 6GD / Vert diffus teinté, 22F/1, 187F les 10  
 DLC2 - 6YD / Jaune diffus teinté, 22F/1, 187F les 10



Les amplificateurs à tubes - René BESSON  
 240x160 - 136 pages  
 Édition ETSF / 149F



# ABONNEZ-VOUS À

# LED

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

**FRANCE, BELGIQUE, SUISSE, LUXEMBOURG : 125 F AUTRES\* : 175 F**

\* 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 50 F 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 5, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 88 14**



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

Tel : 05 61 07 55 77 / Fax : 05 61 86 61 89

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

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

### TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION

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

LED N°	Secondaires	Poids	Prix TTC
136-140	2x225 V-2x6,3 V	4,0 kg	500 Frs
138	2x300 V-2x6,3 V	2,8 kg	480 Frs
142	PRÉAMPLI TUBES circuits «C»	1,2 kg	520 Frs
143-145	2x230/240 V-12 V	4,6 kg	550 Frs
145	2x280 V-2x6,3 V	2,8 kg	420 Frs
146-150	2x380-2x6,3 V-5 V	6,0 kg	580 Frs
147-148	PRÉAMPLI TUBES circuits «C»	1,0 kg	490 Frs
149-158	ALIM. H.T. / Préampli tubes 2x300 V + 6,3 V	1,0 kg	490 Frs
151	2x270 V-12 V	4,6 kg	550 Frs
152	Prim. 220 V - Ecran - Sec. 2x300 V-2x6,3 V	8 kg	610 Frs
154	Prim. 220 V - Ecran - 2x360 V-5 V-6,3 V	540 Frs	
155	Prim. 230 V - Ecran - 2x230 V ou 2x330 V+12 V	500 Frs	
157-160	Prim. 230 V - Ecran - 380 V+6,3 V+4x3,15 V	560 Frs	
159-160	Prim. 220 V - Ecran - 2x360 V-5 V-6,3 V	540 Frs	

### TRANSFORMATEUR DE SORTIE

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Poids	Prix TTC
136-154	4 000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	2,8 kg	610 Frs
138	5 000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	1,2 kg	330 Frs
140	1 250 Ω	4/8 Ω	20 W	2,8 kg	500 Frs
143	2 000 Ω	4/8 Ω	60 W	4,0 kg	640 Frs
146	625 Ω	4/8 Ω	40 W	4,8 kg	580 Frs
Solo 145	7 000 Ω	8 Ω + 1 sortie		1,1 kg	390 Frs
146-150	6 600 Ω	4/8 Ω		2,9 kg	610 Frs
146-150-152	self 10H, tôle	330 Frs	circuit C		290 Frs
151	self 3H		circuit C		290 Frs
151	9 000 Ω	4/8 Ω			510 Frs
152	2,3/2,8/3,5 kΩ	4/8/16 Ω	30 W circuit C en cuivre		400 Frs
155	8 000 Ω	4/8/16 Ω	20 W		500 Frs
157-160	3 800 Ω	4/8/16 Ω	50 W		640 Frs
159-160	3 500 Ω	4/8 Ω	15 W circuit C en Cuivre		930 Frs

Support NOVAL C.I.	Prix Unit : 22 Frs	NOVAL Châssis	Prix Unit : 30 Frs
Support 4 cosses «300B»	Prix Unit : 65 Frs		
Capot nickelé pour transfo.	Prix Unit : 120 Frs		

AUTRES TRANSFO. ET SELFS : nous consulter  
LAMPES

ECC83	Prix Unit : 60 Frs	ECC82	Prix Unit : 60 Frs
EF 86	Prix Unit : 140 Frs	ECC81	Prix Unit : 65 Frs
ECL86	Prix Unit : 75 Frs	ECF82	Prix Unit : 70 Frs
GZ32	Prix Unit : 100 Frs	EZ80	Prix Unit : 53 Frs
EZ81	Prix Unit : 89 Frs		

### LAMPES APPAIREES (prix par 2)

Jeu EL34	Prix : 265 Frs	Jeu EL84	Prix : 110 Frs
Jeu KT88	Prix : 520 Frs	Jeu 6550	Prix : 670 Frs
Jeu 300B Sovtek	Prix : 1 280 Frs	Jeu de 7189	Prix : 320 Frs
Jeu 6L6	Prix : 118 Frs	Jeu de KT90	Prix : 370 Frs

CONDITIONS de VENTE : France métropole - Règlement par chèque joint à la commande.  
PORT : 78 Frs le premier transfert, 25 Frs en plus par transfert supplémentaires.  
LAMPES : de 1 à 4 : 38 Frs et de 5 à 10 : 58 Frs (gratuit avec achat d'un jeu de transfos).

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
* Interface 12 bits pour caméra KITTY 255 / 237		78,00 F	127,00 F	
* Push-pull de KT88 / KT90				
- Préampli / déphaseur		30,00 F	48,00 F	
- Filtre		18,00 F	29,00 F	
- Stabilisation		36,00 F	58,00 F	
- Volume		3,50 F	5,00 F	
* Le Single II				
- Carte Driver		21,00 F	34,00 F	
- Carte alim. stabilisée		17,00 F	27,50 F	
Numéro d'Abonné :		Remise consentie 25 % $\left( \frac{\text{Total TTC} \times 3}{4} \right)$		
Frais de port et emballage				10 F
<b>Total à payer</b>				<b>10 F</b>

Réalisation de vos circuits imprimés personnels à partir d'un film transparent fourni.

Simple face : 40,00 F / dm2 non percé

65,00 F / dm2 percé

Double face : 60,00 F / dm2 non percé

100,00 F / dm2 percé

Réalisation d'un film transparent à partir de votre document

Format A4 : 50,00 F

NOM : .....

PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....

Paiement par CCP  par chèque bancaire  par mandat   
libellé à l'ordre de

## EDITIONS PÉRIODES

5, boulevard Ney, 75018 Paris

Tél. : 01 44 65 88 14

## LE SINGLE II

### AMPLIFICATEUR DE 2 x 11 Weff EN CLASSE A AVEC TÉTRODES 6550



Dans notre précédent numéro nous avons abordé l'étude et la réalisation du SINGLE en approfondissant cette réalisation, au stade des mesures, avec des tétrodes KT88.

En fin d'article nous avons souligné le fait qu'il était possible de faire beaucoup mieux en revoyant particulièrement la partie alimentation haute tension. C'est ce que nous avons fait avec ce SINGLE II tout en l'équipant cette fois-ci de tétrodes 6550. L'étude est métamorphosée, il est vrai que la puissance disponible est doublée et le rapport signal/bruit en nette progression.

**N**ous avons maintenant un bloc stéréophonique compact d'une excellente qualité, pouvant se suffire à lui-même avec des enceintes à rendement moyen de l'ordre de 92 dB / 1 W/1 m.

Les modifications ont été obtenues en utilisant comme transformateur d'alimentation celui du push-pull de 300B (voir Led n°154).

Ce transformateur délivre une haute tension de 2 x 360 V convenant parfaitement à notre besoin.

Nous n'allons pas, bien évidemment dans ce numéro republier l'étude complète du n°159, mais voir ensemble les

quelques modifications à apporter et qui feront la métamorphose du SINGLE I.

#### L'ALIMENTATION

En nous reportant à la figure 1, nous remarquons déjà que, «transformateur oblige», la haute tension est redressée par 2 diodes à commutation rapide D1 et D2 et non plus par un pont.

Mais surtout, après le redressement par des BYW96E et avant le premier condensateur de filtrage, nous avons intercalé un circuit électronique complémentaire.

Il s'agit d'un stabilisateur de tension sommaire mais suffisant pour ce que

nous recherchons. Quel est son rôle ? Le tube électronique ne fonctionne pas comme un transistor. A la mise sous tension, aucun déplacement d'électrons ne s'effectue de la cathode vers l'anode. Il faut attendre que le filament chauffe pour obtenir cette circulation. A froid, aucune consommation au niveau de la HT n'est donc enregistrée, d'où la présence d'une haute tension maximale pendant 30 à 40 secondes. De 360 V-, nous passons à +510 V (360.1,414).

Les condensateurs de filtrage de 1 000 µF sont isolés sous 400 V. Sachant qu'ils peuvent supporter sans problème 1,2 fois celle-ci, nous arrivons à 480 V, d'où une surtension de 30 V (510 V-480 V).

Sans le dispositif de limitation, à la mise sous tension les condensateurs de 1 000 µF «gémissent», ce qui n'est pas rassurant pour leur durée de vie.

Le fonctionnement du limiteur est simple. La base du transistor T3 est polarisée par la mise en série de plusieurs diodes zéners dont la somme totale est de 480 V. Dans ce cas, quelle que soit la valeur de la tension appliquée au collecteur de T3, celle recueillie sur l'émetteur ne peut dépasser 480 V - V<sub>BE</sub>, soit 480 V-1,2 V puisque T3 est un Darlington BVD65C comme T1.

Dans notre cas, le maximum de tension étant de 510 V, le transistor maintient en VCE la surtension de 30 V. Le VCE max de T3 étant de 120 V, il n'y a rien à craindre ni pour lui ni pour les condensateurs de filtrage.

Effectivement, à la mise sous tension du SINGLE et avec ce dispositif, plus aucun bruit suspect ne se manifeste.

Après le premier filtrage C1/R1/C2, une cellule complémentaire R2/C4 est intercalée avant d'appliquer la haute tension au module de régulation qui fournit le +HT2. Ces quelques composants complémentaires ne nécessitent pas l'étude d'un circuit imprimé.

Voyons comment les insérer dans l'appareil.

Figure 1

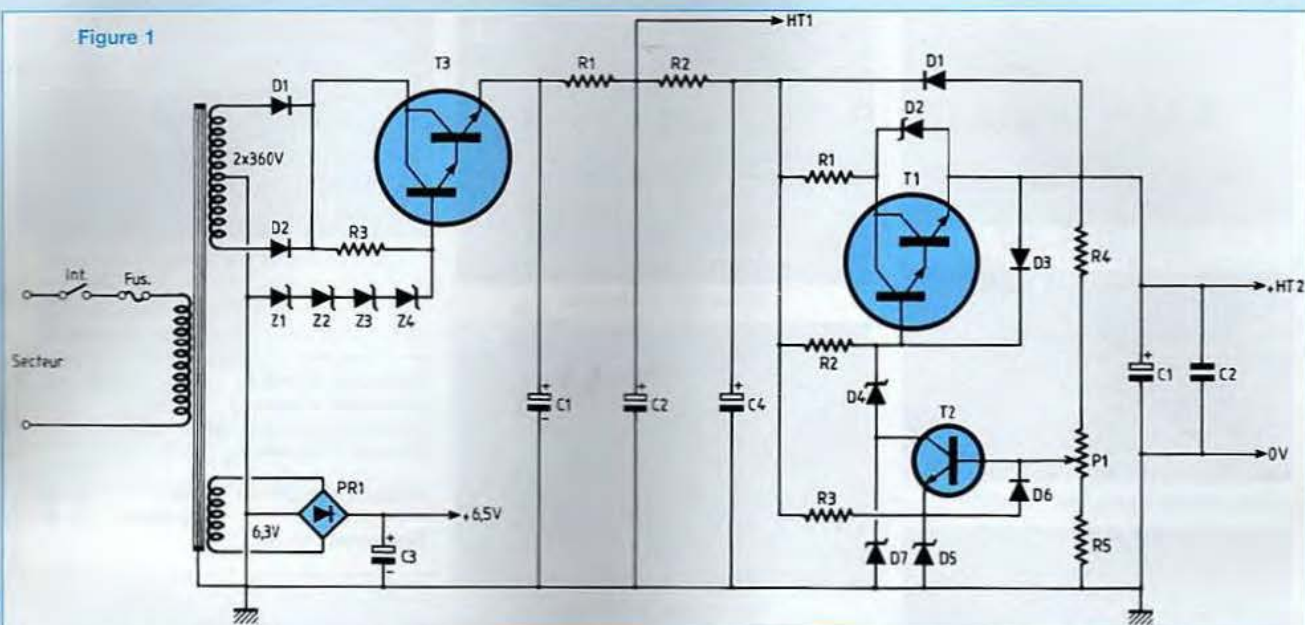
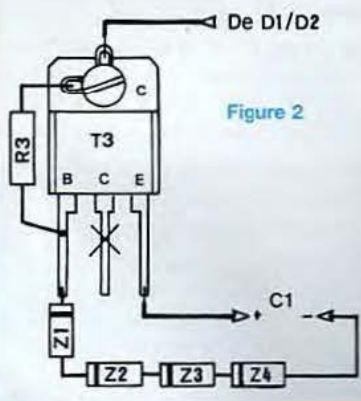


Figure 2



## LE CÂBLAGE

Evidemment, avec le nouveau transformateur il faut recâbler les cosses 6,3V - au pont redresseur.

La cosse «écran» du transformateur est reliée au point milieu de la haute tension, puis aux cosses (-) des condensateurs de 1 000 µF (initialement le (-) du pont redresseur).

### • Préparation du transistor T3

- Visser 2 cosses à souder au boîtier du BDV65C (collecteur) comme indiqué en figure 2.

- Entre une cosse et la base de T3 (patte de gauche), souder la résistance de

2,7 kΩ/2 W. Avant, couper cette patte à mi-hauteur.

- Couper la patte centrale inutilisée (collecteur).

- Souder en série les 4 diodes zéner de 120 V, dans le sens cathode, anode, cathode...

- Souder la cathode de la première diode à la base de T3.

- Souder l'émetteur du BDV65C directement à la cosse (+) du premier condensateur de filtrage de 1 000 µF (initialement le (+) du pont redresseur).

- Souder l'anode de la dernière diode zéner aux (-) des condensateurs de 1 000 µF.

- Souder les deux diodes de redressement, côté anode, aux cosses 360 V - du transformateur, puis réunir entre elles leurs cathodes pour les souder à l'autre cosse restée libre et vissée au collecteur du BDV65C.

Le dispositif de surtension est inséré.

- Entre (+) et (-) de chaque condensateur de 1 000 µF, souder un condensateur de 0,1 µF / 630 V (facultatif).

### • Les supports OCTAL

Visser des cosses à souder (pour visserie de 3) aux pattes de fixations des sup-

ports OCTAL, de part et d'autre pour le support central et à gauche pour le support de gauche (vers l'extérieur). Vérifier à l'ohmmètre que ces cosses sont bien reliées au châssis (résistance nulle, 0 Ω).

Au niveau du support OCTAL central et sur la cosse de droite, souder le (-) d'un condensateur de 100 µF / 400 V (C4). Sur le (+) de ce condensateur souder une résistance R2 de 15 kΩ / 2 W, son autre extrémité étant connectée au (+) du deuxième condensateur de 1 000 µF.

Sur le (+) du condensateur de 100 µF, souder également le fil rouge +Ue de l'alimentation stabilisée.

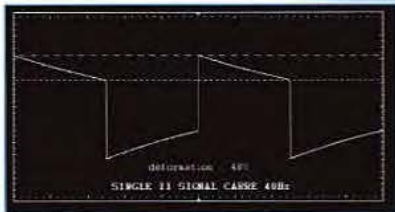
C'est terminé pour la partie alimentation, voyons maintenant l'étage d'amplification.

## L'AMPLIFICATION

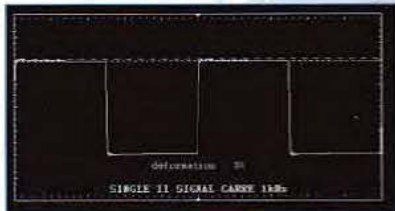
Elle est assurée ici par des tétrodes 6550 dont nous redonnons le schéma en figure 3. Il s'agit de polariser convenablement la cathode en augmentant la valeur de R9 (220 Ω initialement).

R9 est portée à 550 Ω, soit la mise en série de deux résistances de 220 Ω + 330 Ω.

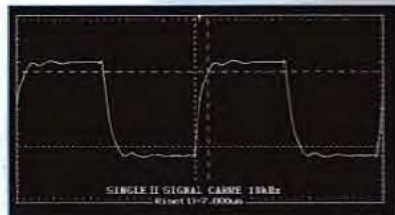
# UN SINGLE DE 6550 OU 300B



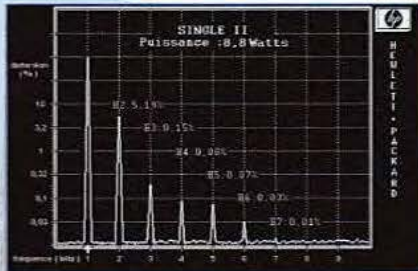
Signal carré à 40 Hz



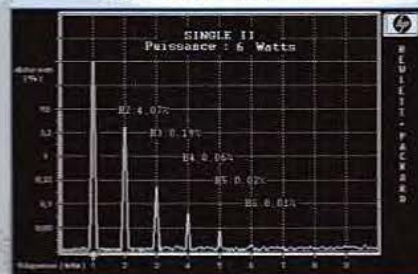
Signal sinusoïdal à 1 kHz



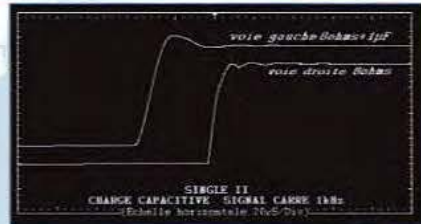
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

Puissance efficace : 2 x 10,9 W  
Sensibilité d'entrée : 1,35 V  
Puissance impulsionnelle : idem  
(Gain de 0 W ou 0 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 63 dB  
Pondéré : 75 dB

Diaphonie : 63 dB

## Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	8,8 W (- 1 dB)	6 W (- 3 dB)	3 W (- 6 dB)
100 Hz	6 %	4,5 %	3,5 %
1 kHz	5,2 %	4,1 %	3,0 %
10 kHz	4,5 %	3,5 %	2,5 %

## LE CÂBLAGE

Dans un premier temps :

- Dessouder les condensateurs de 4,7  $\mu$ F / 160 V.
- Supprimer les liaisons (câbles bleus) allant aux prises HP, bornes (-).
- Dessouder les pattes (-) des condensateurs de 470  $\mu$ F.

Ensuite :

- Souder la résistance châssis de 330  $\Omega$  en série avec celle de 220  $\Omega$  en utilisant du fil de cuivre étamé de 10/10<sup>e</sup>, de cosse à cosse.
  - Toujours avec du fil de cuivre étamé, souder l'autre cosse de la résistance de 330  $\Omega$  à la cosse vissée au support OCTAL.
  - Souder également le (-) du condensateur de 470  $\mu$ F à la masse, soit à la cosse de la 330  $\Omega$ , soit à la cosse du support.
- Sur le prototype, nous n'avons pas resoudé les condensateurs de 4,7  $\mu$ F / 160 V.

Les modifications sont terminées et le SINGLE II prêt à reprendre du service.

## LA MISE SOUS TENSION

En reliant un voltmètre entre masse et (+) du premier condensateur de filtrage de 1 000  $\mu$ F / 400 V (également l'émetteur du BDV65C), la mise sous tension du SINGLE fait apparaître une tension continue de +478 V, alors qu'elle est parfois de +510 V sur le collecteur du transistor suivant le réseau EDF qui oscille entre 220 V et 235 V-. Cette tension de + 478 V varie très légèrement en fonction de la tolérance des diodes zénères, le 480 V étant théorique.

Nous relevons à la Rédaction les tensions suivantes sur le prototype :

- tension secteur EDF : 225 V- (valeur faible) ;
- sur le collecteur du BDV65C : +498 V à la mise sous tension ;
- sur la base du BDV65C : +478 V
- sur l'émetteur du BDV65C : +476 V
- sur le point commun de la résistance de 15 k $\Omega$  et du (+) du condensateur de filtrage de 100  $\mu$ F : +400 V

- en sortie de l'alimentation stabilisée : (tension à ajuster) +285 V
- polarisation de cathodes des tétrodes 6550 : +44 V, soit un courant de repos de 80 mA.

## MESURES DYNAMIQUES

Nous injectons un signal sinusoïdal à la fréquence de 1 kHz aux entrées du SINGLE II.

Les sorties sont chargées par des résistances de 7,9  $\Omega$  / 300 W.

Nous mesurons à l'écrétage :

- sur le canal droit : 11,42 Veff
- sur le canal gauche : 11,78 Veff

La sensibilité d'entrée est de : 1,46 Veff  
Cette sensibilité peut descendre à 1,2 Veff en découplant les résistances de cathodes R1 et R11 de 2,2 k $\Omega$  par des condensateurs de 100  $\mu$ F.

## L'ÉCOUTE

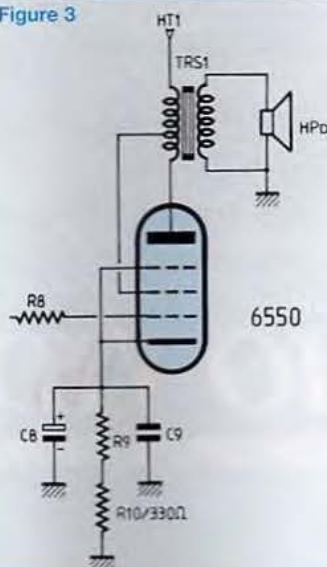
La puissance étant doublée par rapport



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

TRSA : transformateur 2 x 360 V / 5 V / 6,3 V avec prise écran  
 D1, D2 : diodes BYW96E ou équivalence  
 R3 : 2,7 k $\Omega$  / 2 W  
 T3 : BDV65C  
 Z1, Z2, Z3, Z4 : 120 V / 1,3 W (ou ensemble de diodes zéners donnant 480 V : 200 V + 200 V + 82 V...)  
 R2 : 15 k $\Omega$  / 3 W  
 C4 : 100  $\mu$ F / 400 V  
 Cosses à souder pour visserie de 3 mm

Figure 3



## UNE IMPÉDANCE DE 3,5 k $\Omega$ !

Si vous suivez régulièrement nos réalisations à tubes, cette impédance primaire de 3,5 k $\Omega$  doit vous rappeler «Le 300B» du N°152 de Led !

Alo $\grave{r}$ s, si vous désirez passer à l'étape supérieure avec le SINGLE II, il suffit de changer les supports OCTAL par des supports 4 broches et de vous reporter en page 43 du numéro cité ci-dessus pour les interconnexions.

Comme nous disposons d'une tension continue de +6,3 V, il suffit d'utiliser un régulateur LT1086 CT-5 pour alimenter les cathodes des 300B, et «le tour est joué».

Les performances sont un peu moins bonnes que celles publiées dans le Led N°153 pour «Le 300B», mais le prix du transformateur de sortie passe de 1400 F à 930 F.

Bernard Duval

au SINGLE I, l'écoute approfondie de nos CD donne évidemment l'impression d'une bien plus grande dynamique.

Le SINGLE II peut maintenant driver nos enceintes TRIANGLE/LYRR sans la

moindre difficulté et avec une précision dans le médium/aigu surprenante.

Le grave est également renforcée et vient équilibrer cette écoute devenue dorénavant intéressante.

# Kit composants de l'enceinte EURIDIA 2000

**2 250 F TTC l'unité (port compris)**

\* Ecrire en CAPITALES, S.V.P.

NOM : .....

PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

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

Ci-joint mon règlement par :

chèque bancaire

par CCP

par mandat

A retourner accompagné de votre règlement à :

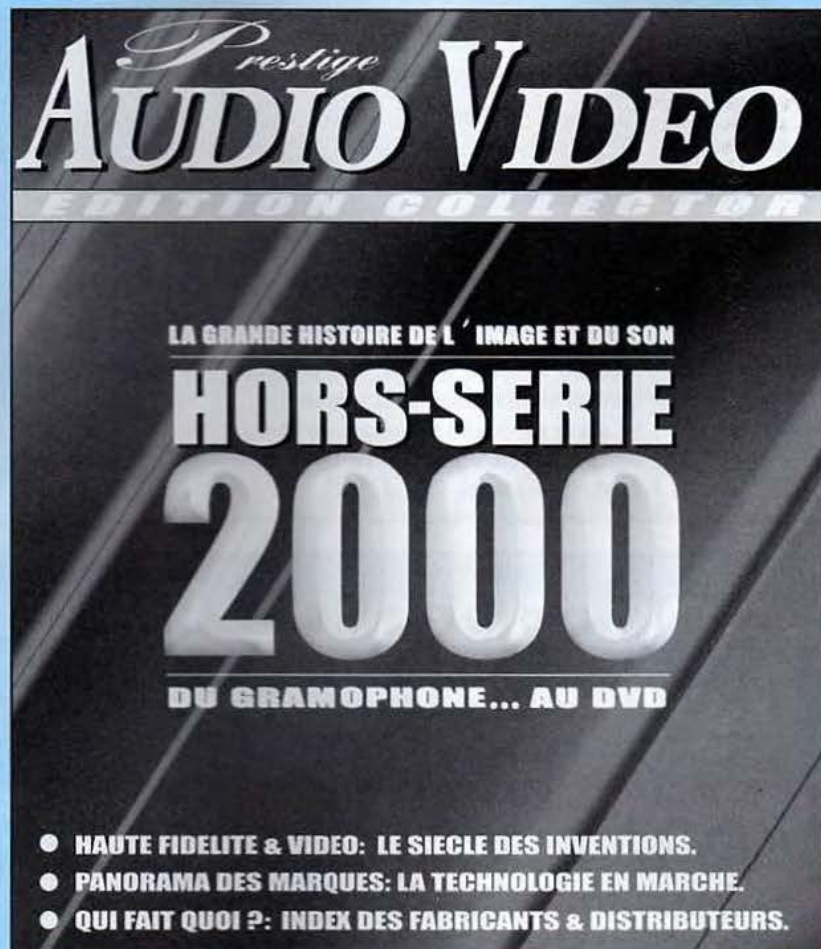
**EDITIONS PÉRIODES 5, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 88 14**



# BON DE COMMANDE

## *Le numéro Collector que vous attendiez tous !*

- *Que s'est il passé au 20<sup>ème</sup> siècle, dans la Haute Fidélité et la Vidéo ?*
- *Comment sommes nous passés du Gramophone au DVD ?*
- *Qui a inventé Quoi ?*
- *Quelles technologies ont existé ? lesquelles sont restées ? pourquoi ?*
- *Quelles sont les tendances actuelles ?*
- *Qui fait Quoi ? comment contacter les marques et les distributeurs ?*



**Tarifs :** 25 F + 10 F de frais port pour la France métropolitaine et étranger  
25 F + 15 F de frais de port **par avion**

Bon à retourner accompagné de votre règlement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de :

**P.V. Editions 5 Bd Ney 75018 Paris**

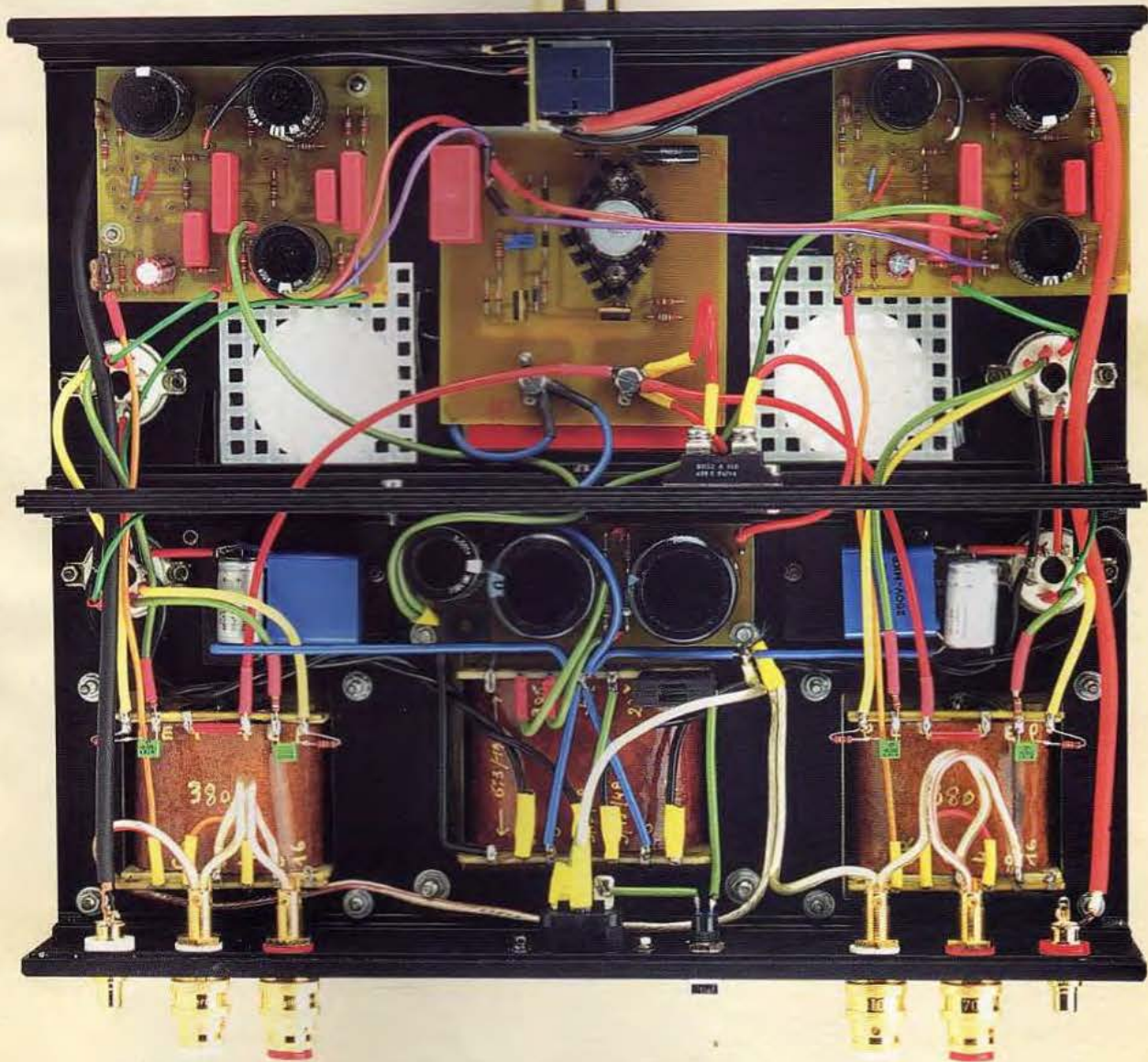
*Nous n'acceptons pas les règlements par timbres postaux.*

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

Code Postal : ..... Ville : ..... Tél. : .....

# INTERCONNEXIONS DU SINGLE ET DU KT90



# Seas, quand la science du haut-parleur devient un art...



#### EXCEL T 25-001

Tweeter à dôme Sonotex  
Bobine en fil d'argent  
Rendement 90 dB  
Bande passante de 2 kHz à 25 kHz



#### CA 25 RE4X/DC

Woofer de 26 cm  
Double bobine 4 couches Ø 39 mm  
Rendement 91 dB  
Bande passante de 30 Hz à 1,5 kHz



#### EXCEL W 17 EX-002

Woofer-médium de 17 cm  
Rendement 90 dB  
Bande passante de 40 Hz à 2,5 kHz

## seas

*Haut-parleurs de prestige*

# BC Acoustique

ENCEINTES HAUTE-FIDÉLITÉ

BP 306 - 94709 Maisons-Alfort Cedex - Tél. : 01 43 68 25 00 - Fax : 01 43 68 37 00  
informations sur internet - <http://www.bc-acoustique.com>

**BC Acoustique** n'est pas seulement un concepteur d'enceintes français réputé aux quatre coins du globe, nous sommes aussi connus pour être des passionnés résolus... Les fabricants des meilleurs produits mondiaux nous ont sollicités afin de distribuer leurs produits. **WBT**, **CHORD** et **SEAS** sont ainsi distribués par nos soins avec l'amour de la musique et le professionnalisme qui nous caractérisent.

Vous pouvez obtenir une documentation ou l'adresse des revendeurs agréés de ces produits **sur simple demande**.