

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 166

Lead

PEDALE D'EFFET : LA JAZZ-WAH

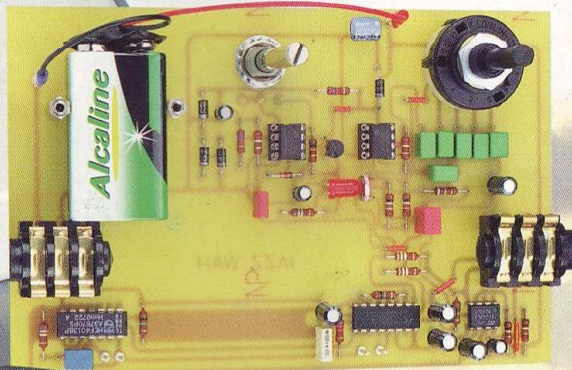
AMPLIFICATEUR DE 2 x 20 Weff EN

DOUBLE PUSH-PULL DE 6V6-GT

L'AUDIOMOBILE ET LE TDA1562Q :

50 Weff AVEC 12 V ET CHARGE DE 4 Ω

ENCEINTE 2 VOIES : LA SEAS 01



**LA 6V6
FACE À L'EL84**

M 1226 - 166 - 28,00 F - RD



NOËL continue chez **Selectronic**

"L'utopie est appelée à devenir réalité un jour ou l'autre..."

Nouveau



Modèle 1

Objectif à mise au point réglable.
Dim.: 22 x 15 x 34 mm.

L'ensemble comprend :

- La micro-caméra / émetteur, le bloc-secteur et un boîtier pour 4 piles R6 pour la caméra
- Le récepteur et son bloc secteur,
- les cordons de liaison.

Ceci est une **MICRO CAMÉRA**. C'est une caméra **COULEURS**.
Le petit fil droit qui en sort est l'antenne de son **ÉMETTEUR VIDÉO**.
L'ensemble mesure (hors antenne) : 22 x 15 x 20 mm (pin hole).
La portée : jusqu'à 400 m en plein air.
La qualité d'image est vraiment étonnante.

Elles sont bien réelles et **dispo** chez **Selectronic**

Nouveau



Modèle 2

Objectif PIN-HOLE (trou d'aiguille).
Dim.: 22 x 15 x 20 mm. f = 5,6.



Caméra + émetteur

- Micro-caméra couleur C-MOS avec émetteur 2,4 GHz intégré.
- 356.000 pixels • Exposition automatique.
- Sensibilité : 3 lux • Rapport S/B : > 48 dB.
- Puissance HF : 10 mW @ 2,4 GHz (CE - R&TTE).
- Portée : jusqu'à 400 m • Alim. : 5 à 12 VDC réglés / 100 mA
- Peut fonctionner avec une pile 9 V alcaline • Poids : 11 g.

Récepteur

- Sortie vidéo : 1 Vcc / 75 ohms (PAL) • Sortie audio : 0,8 V / 600 ohms.
- Alim. : 12 VDC réglés / 180 mA • Dimensions : 150 x 88 x 40 mm.

L'ensemble micro-caméra avec **objectif PIN-HOLE** 115.0920-2 **2590,00 F TTC**
L'ensemble micro-caméra avec **objectif réglable** 115.0920-1 **2590,00 F TTC**

C'est encore une caméra ... également en COULEURS, ... mais celle-ci est ÉTANCHE à 20 m !

Nouveau

ÉTANCHE
à 20 mètres



- Caméra couleur CCD 1/4".
 - Boîtier étanche à 20 m en aluminium anodisé.
 - 298.000 pixels : 512 (H) x 582 (V).
 - Exposition automatique • Sensibilité : 3 lux.
 - Rapport S/B : > 46 dB.
 - Objectif : 3,6 mm - F : 2,0.
 - Distance de vision sous l'eau : 5 à 7 m.
 - Avec 10 LEDs infra-rouge pour vision dans l'obscurité.
 - Alimentation :
 - Caméra : 12 VDC / 110 mA
 - LEDs infra-rouges : 12 VDC / 110 mA.
 - T° de fonctionnement : -10 à +45°C.
 - Dimensions : Ø 49 x 56 mm • Poids : 150 g.
- La caméra est fournie avec cordon de liaison de 20 m et étrier de fixation.

La caméra couleur **ÉTANCHE** 115.0919 **2190,00 F TTC**

Diodes LED blanches ULTRA-PUISSANTES

Vraiment éblouissantes !

- Boîtier cristal non diffusant.
- Puissance lumineuse donnée pour 3,6 V / 20 mA.
- Produit sensible à l'électricité statique.
- 2 tailles : Ø 3 mm / 4 cd et Ø 5 mm / 5,6 cd.

Lelot de 10 en Ø 3 mm 115.2159-10 **PROMO 189,00 F TTC**

Lelot de 10 en Ø 5 mm 115.2161-10 **PROMO 189,00 F TTC**



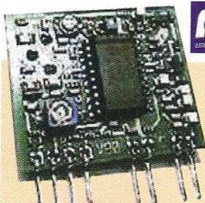
Nouveau

Émetteur VIDÉO + AUDIO UHF

479,5 MHz

- Module de transmission HF vidéo + audio.
- Très haute qualité de l'image et du son.
- Opère dans la bande UHF : 479,5 MHz (canal 22).
- Peut être utilisé avec n'importe quelle source vidéo standard.
- Réception sur n'importe quel récepteur TV standard.
- Puissance HF : 1 mW • Alim. : 5 VDC / 90 mA.
- Dim. : 28,5 x 25,5 x 8 mm.

Le module AUREL MAV-UHF479 115.1058 **199,00 F TTC**



Nouveau

Le complément INDISPENSABLE ...

Moniteur COULEURS 5,6"



- Taille d'écran : diagonale 142 mm (5,6").
- Norme : PAL ou NTSC commutable.
- Contrôles : électroniques par boutons poussoirs (pas de potentiomètre).
- Alimentation : 9 à 20 VDC.
- Consom. : 900 mA typ. @ 12 VDC.
- Dimensions : 153 x 134 x 29,5 mm.
- Fourni avec : pied orientable, boîtier d'alimentation pour voiture, cordons.

Voir catalogue 2001, page 15-62
115.2329 **2450,00 F TTC**

Un pur chef-d'oeuvre AUDIOPHILE

Existe en version KIT



Le **NOUVEL** ampli **MOS-FET** "High-end" de **Selectronic**

La **REVUE** du **SON** n° 246 (11/00)

"... joue dans la cour des grands !"
"Un plaisir d'écoute sans cesse renouvelé"

HAUTE FIDÉLITÉ n° (11/00)

"Une neutralité exemplaire ...
il représente l'illustration parfaite de ce que doit être l'amplification idéale connue sous le nom de "fil droit avec du gain" ..."

Essayez-le chez vous !
Tous renseignements :
01.55.25.88.00 (PARIS)
03.28.55.03.28 (LILLE)

En écoute chez :
Ecrin de France - (39 - DOLE)
03.84.72.12.63

Documentation sur simple demande

Selectronic
L'UNIVERS ÉLECTRONIQUE

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



MAGASIN DE PARIS
11, place de la Nation
Paris XIe (Métro Nation)

MAGASIN DE LILLE
86 rue de Cambrai
(Près du CROUS)



Catalogue Général 2001

Envoi contre 30F
(timbres-Poste ou chèque)

Conditions générales de vente : Règlement à la commande : frais de port et d'emballage 28F. FRANCO à partir de 800F. Contre-remboursement : + 60F. **Tous nos prix sont TTC**

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
Gabriel Kossman
Jean-Claude Gaertner

Abonnements :

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

Publicité :

Bernard Duval

Réalisation :

- PV Editions
Christian Mura
Frédéric Vainqueur

Secrétaire de rédaction :

Fernanda Martins

Photos :

Antonio Delfin

Impression :

Berger Levraut - Toul

6

PÉDALE D'EFFET JAZZ-WAH

L'effet «wah-wah», très utilisé par les guitaristes, est réalisé à partir d'un filtre passe-bande dont la fréquence centrale dépend de la position d'une pédale au pied. Le musicien commande manuellement le filtre en fonction de l'effet recherché. Nous vous proposons ici une variante qui vous évitera le souci d'une réalisation mécanique beaucoup plus délicate à entreprendre.



12

HORLOGE MURALE DOTÉE D'UNE FONCTION THERMOMÈTRE APPLICATION DU KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11 LES PROGRAMMES (4^{ème} partie)

Voici les programmes qui permettront d'associer l'ensemble des éléments de l'horloge murale, à savoir un module d'affichage de grande taille, un module de saisie de température et un clavier radiocommandé. Grâce à ce dernier, le réglage de l'heure ou la sélection heure/température seront possibles depuis notre fauteuil.

20

DOUBLE PUSH-PULL DE TÉTRODES 6V6 GT

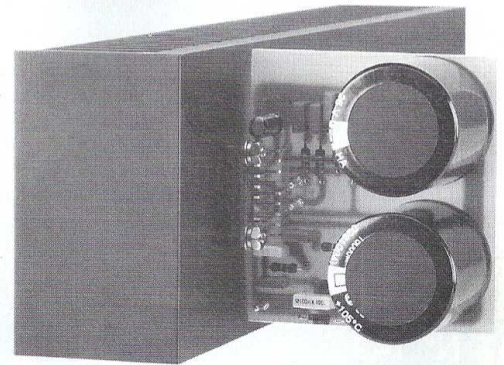
C'est un tube de puissance dont on parle peu et qui pourtant, était une excellente tétrode à l'époque des «lampes». De fabrication plus ancienne et beaucoup plus délicate à produire qu'une pentode EL84, la 6V6 serait un tube plus musical, moins agressif. C'est ce que nous allons essayer de découvrir avec cette étude.

30

L'AUDIOMOBILE ET LE TDA1562Q DE PHILIPS

Le circuit intégré TDA1562Q est produit par la société Philips Semiconductors.

Ce circuit est capable de fournir à lui seul une puissance aussi élevée que 50 W lorsqu'il est chargé par une impédance de 4 Ω et alimenté par une unique batterie de 14,4 V. Il est donc tout particulièrement destiné aux systèmes audio pour automobiles ou aux sonorisations de plein air.



33

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

34

PETITES ANNONCES GRATUITES

36

ENCEINTE SEAS 01 (1^{ÈRE} partie)

Nous vous avons proposé en 1989 l'enceinte «JCG1a» qui a connu un certain succès auprès de nos lecteurs. Nous avons alors utilisé une disposition des haut-parleurs suivant un principe énoncé par M. Joseph d'Appolito. Nous souhaitons étudier une nouvelle enceinte basée sur ce principe avec comme priorités : un volume encore acceptable et une bonne directivité horizontale. Le produit est abouti et nous vous le proposons dans ce numéro.

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° 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^{ère} 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^{ème} 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
- Tracéur de courbes pour transistors NPN/PNP
- L'Octour, bloc ampli mono de 54 Weff / 4-8-16 Ω, quadruple push-pull d'EL84

N° 145

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 30 F) :
- Réalisez un kit de développement évolutif pour microcontrôleur 68HC11 (1^{ère} partie)

N° 146

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

N° 148

Photocopies des articles (Prix de l'article : 30 F) :
- Kit de développement pour 68HC11 (4^{ème} partie)
Gestion de claviers matriciels
- Préamplificateur avec triode/pentode ECL86 en «MU follower».

N° 149

- En Savoir Plus sur : le tube électronique (la lampe)
- Kit de développement pour 68HC11 (5^{ème} partie).
- 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° 151

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

N° 152

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 30 F) :
- Un caisson d'extrême grave avec les HP 13 VX FOCAL ou PR330M0 AUDAX (1^{ère} 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^{ème} partie)
- Multimètre 4 rampes 35 000 points (1^{ère} partie)
- Un caisson d'extrême grave avec le haut-parleur 13VX Focal (2^{ème} partie)
- La triode 300B. Amplificateur de 2 x 9 Weff en pure classe A sans contre-réaction (2^{ème} partie)
- Amplificateur à 2 tubes en série avec pentodes EL86

N° 154

- Multimètre 4 rampes 35 000 points (2^{ème} 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^{ème} 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^{ème} 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^{ème} partie)
- Caméra CCD d'instrumentation équipée du capteur TC237 (7^{ème} 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^{ème} partie)
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (2^{ème} 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 vinyls ou microphones
- Enceinte deux voies Euridia 2000
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (3^{ème} partie)

N° 159

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

N° 160

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

N° 161

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

N° 162

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

N° 163

- Horloge murale avec fonction Thermomètre : une application du kit de développement 68HC11 (2^{ème} partie)
- Filtre actif 2 voies à triodes ECC83, pente d'atténuation de 12 dB/octave
- GBF synthétisé 0,1 Hz - 102,4 kHz : 2 sorties multifonctions à déphasage programmé ou sinus vobulé avec marqueur (2^{ème} partie)
- Le Triode 845 (3^{ème} partie)
- La Mesure des résistances de faibles valeurs Milli-Ohmmètre de précision

N° 164

- Horloge Murale dotée d'une fonction Thermomètre : application du kit de développement 68HC11 (3^{ème} partie)
- Enceinte active 2 voies Opus 2VA
- Amplificateur / mélangeur : 5 entrées mono 2 x 50 Weff avec correcteur de tonalité
- GBF synthétisé 0,1 Hz - 102,4 kHz : 2 sorties multifonctions à déphasage programmé ou sinus vobulé avec marqueur (3^{ème} partie)

N° 165

- Pédale d'effet OVERDRIVE
- Le Singlemos : amplificateur en pure classe A, mono transistor sans contre-réaction
- Amplificateur de forte puissance, quadruple Push-Pull de 6L6 en polarisation négative de grille, 100 watts efficaces
- La puissance intégrée : TDA1514A - TDA7294 - LM3886

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)

Quelques numéros encore disponibles (prix 30 F) :
122, 123, 125, 132, 133, 135, 141

Je désire :

...n° 143 ...n° 154 ...n° 158 ...n° 162
...n° 149 ...n° 155 ...n° 159 ...n° 163
...n° 151 ...n° 156 ...n° 160 ...n° 164
...n° 153 ...n° 157 ...n° 161 ...n° 165

NOM : PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL : VILLE :

Photocopies d'article (préciser l'article) :

...n° 136 ...n° 137 ...n° 138 ...n° 140
...n° 145 ...n° 146 ...n° 148 ...n° 152

PÉDALE D'EFFET JAZZ-WAH



L'effet «wah-wah», très utilisé par les guitaristes, est réalisé à partir d'un filtre passe-bande dont la fréquence centrale dépend de la position d'une pédale au pied. Le musicien commande manuellement le filtre en fonction de l'effet recherché. Nous vous proposons ici une variante qui vous évitera le souci d'une réalisation mécanique plus délicate à entreprendre.

La variation de la fréquence du filtre sera commandée automatiquement par l'intensité du signal audio qui arrive sur la pédale.

Un son faible favorisera le bas du spectre (entre 200 Hz et 1 kHz) alors qu'un son fort déplacera la fréquence centrale du filtre vers le haut du spectre audio (1 kHz à 5 kHz environ). Le rendu sonore obtenu est à l'origine du nom de cette pédale, car le balayage du spectre de fréquence indiqué ci-dessus présente une similitude avec le spectre du message vocal «ouuuuaah !!!»

À PROPOS DE NOTRE PÉDALE JAZZ-WAH

«Footless» signifie donc «sans l'utilisation du pied». L'effet étant utilisé principalement dans les musiques d'ambiance ou le jazz-rock, et afin d'innover un peu dans l'appellation de cette pédale particulière, nous l'avons baptisée «footless jazz-wah» (et tant pis pour les mécontents). Je me souviens d'une pédale que j'utilisais il y a très longtemps et qui s'appelait «Doctor Q». Le «Q» faisant probablement référence au coefficient de qua-

lité élevé du filtre passe-bande utilisé dans cette pédale, et il devait s'agir du même effet : je n'ai donc rien inventé.

Le boîtier de notre «Jazz-Wah» est à peine différent de celui de la pédale précédente, mais les réglages disponibles sur la face avant sont au nombre de deux : tonalité (déplacement de la plage de fréquences balayées dans le spectre audio) et profondeur de modulation (étendue du déplacement de fréquence). La pédale fonctionne à partir d'une pile de 9 volts située dans le boîtier, et c'est le jack d'entrée (fiche mâle monophasique uniquement) qui assure la mise en marche du montage. Un voyant indique à l'utilisateur la mise en action de l'effet. Pour les nouveaux venus dans cette rubrique, signalons que l'électronique se décompose en deux parties : la section active (filtre commandé) et la section utilitaire (alimentation et commutation électronique de l'effet).

LA SECTION UTILITAIRE

Le schéma de la figure 1 met en évidence deux parties indépendantes :

- Une alimentation 9 V, avec référence de tension de +4,5 V pour les amplificateurs intégrés qui fonctionnent en symétrique.
- un commutateur électronique de l'effet avec circuit anti-rebond et témoin de mise en action.

L'ALIMENTATION GÉNÉRALE

L'alimentation 9 V est fournie par une pile rectangulaire située dans le coffret. La diode D1 assure une protection contre les erreurs de branchement de la pile, bien que les raccords à pression utilisés pour ces piles évitent normalement toute erreur de polarité.

IC3 permet de fournir l'équivalent d'une source symétrique $\pm 4,5$ V aux amplificateurs intégrés. Le TL061 (IC3) est un circuit à faible consommation (0,1 mA maxi !), de façon à préserver la pile d'une décharge prématurée.

Figure 1

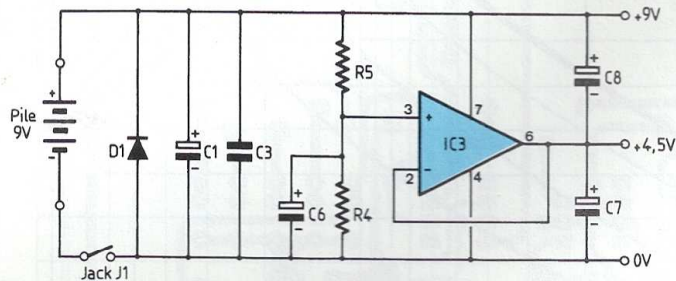
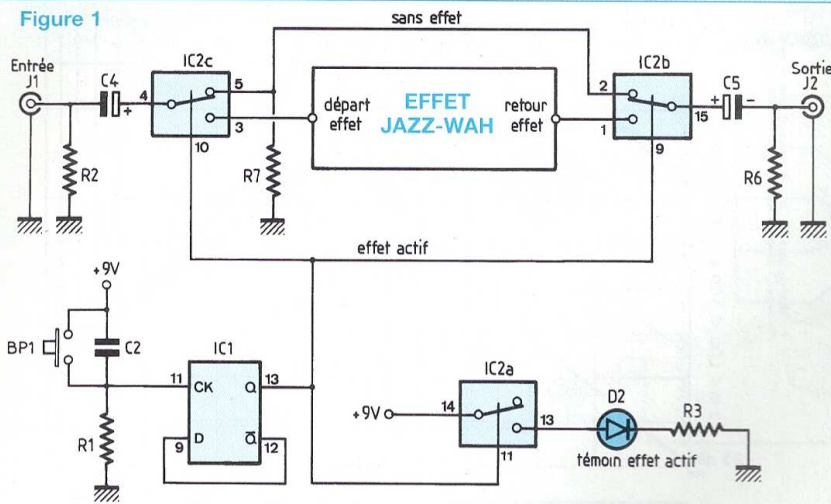
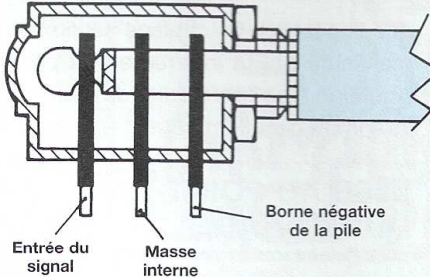


Figure 2



C'est le jack d'entrée qui assure la mise en marche du module. Grâce à une astuce utilisée par tous les fabricants de pédales, on peut se contenter d'une embase jack stéréo classique pour la mise en fonction du montage, comme l'indique le croquis de la figure 2.

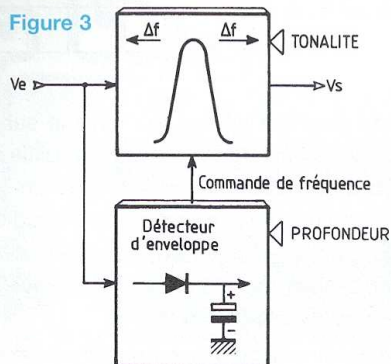
En utilisant un jack mono avec une embase stéréo, le canal non utilisé de l'embase permet de relier le pôle négatif de la pile à la masse du montage lors de la pré-

sence de la fiche mâle. Dès que l'on sort la fiche, la pédale n'est plus alimentée et la pile est déconnectée.

LE COMMUTATEUR ÉLECTRONIQUE

Il fait appel au commutateur analogique CD4053, qui contient trois inverseurs indépendants, IC2a, IC2b et IC2c (figure 1).

Figure 3



Le premier assure l'allumage du témoin de fonctionnement de l'effet, les deux derniers permettant l'aiguillage de la source audio directement sur la sortie ou vers le module d'effet.

L'isolation des interrupteurs par condensateur avec le milieu extérieur, ainsi que la polarisation permanente de toutes les lignes à la masse (par une résistance de $1\text{ M}\Omega$) permet de garantir un fonctionnement exempt de bruit de commutation.

L'action manuelle des inverseurs électroniques est assurée par un bouton-poussoir (BP1) associé au réseau anti-rebond (R1-C2). La présence de C2 garantit la restitution d'une seule impulsion à la bascule IC1, chargée de mémoriser la demande de l'utilisateur.

Si la sortie de IC1 est à 1, l'effet est activé et inversé.

La diode électroluminescente D2 étant grosse consommatrice de courant (normalement 10-15 mA pour les modèles courants) on a limité la consommation à moins de 5 mA par la résistance R3 de $1,2\text{ k}\Omega$.

La résistance interne des interrupteurs (R_{on}), de l'ordre de $300\ \Omega$ environ sous 9 V, joue également un rôle dans la limitation du courant. Il est donc vivement conseillé de choisir un modèle à haut rendement pour la diode électroluminescente, lui permettant ainsi de briller franchement sous moins de 5 mA.

SECTION ACTIVE DE LA PÉDALE JAZZ-WAH

L'organisation fonctionnelle du module est indiquée en figure 3.

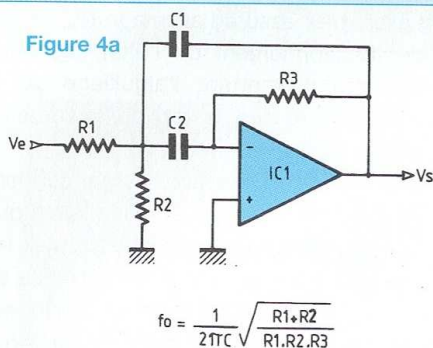
Le signal audio est dirigé à l'entrée du filtre passe-bande et sur un détecteur d'enveloppe qui délivre une tension de commande proportionnelle au niveau sonore de la source. Le gain de cet étage est réglable afin de pouvoir agir sur la profondeur du décalage fréquentiel du filtre.

Une cellule de filtrage passe-bande élémentaire est indiquée en figure 4a.

Si on prend $C1 = C2 = C$, la fréquence

PÉDALE JAZZ-WAH

Figure 4a



centrale du filtre sera donnée par la relation suivante :

$$F_0 = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R1 + R2}{R1 \cdot R2 \cdot R3}}$$

avec $Q = \pi \cdot R3 \cdot C \cdot F_0$

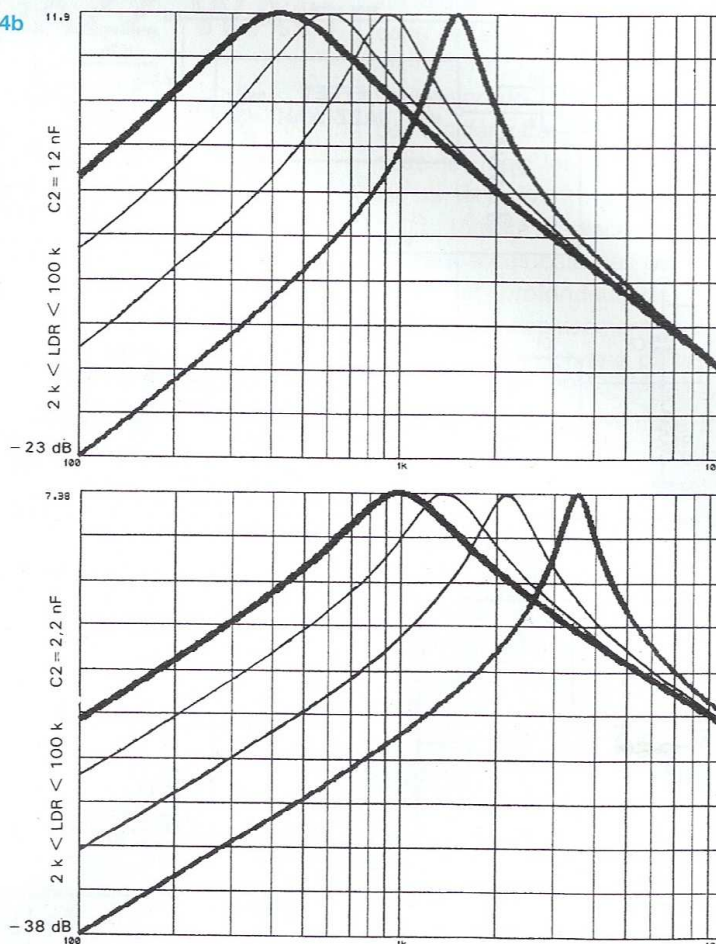
$$\text{et bande passante} = \frac{1}{\pi \cdot R3 \cdot C}$$

Le déplacement de la fréquence centrale du filtre est obtenu en faisant varier la valeur de R2, qui est une LDR (photo-résistance) associée à une diode électroluminescente.

Cette dernière est pilotée par le détecteur d'enveloppe. Plusieurs valeurs de 2,2 nF à 12 nF sont commutables pour C2, assurant la compatibilité du montage avec de nombreux instruments, de la guitare au synthétiseur, instrument particulièrement riche en harmoniques. Les courbes de la figure 4b illustrent le comportement du filtre pour les deux valeurs extrêmes de C2. Dans chaque cas, le détecteur d'enveloppe assure une variation de la fréquence centrale du filtre dans un rapport de 1 à 4 environ.

Le schéma structurel du montage est indiqué en figure 5. Les deux fonctions sont parfaitement différenciées et nous passerons très rapidement sur le filtre : la LDR, couplée avec D7, est placée en parallèle avec R10 de façon à limiter la valeur maximale de l'ensemble à 50 kΩ environ. C2 est matérialisé par C11 éventuellement en parallèle avec C12, C13, C14 ou C15. Le détecteur d'enveloppe est basé sur un amplificateur dont le gain est réglable par P1, et une cellule de

Figure 4b



redressement-filtrage qui renvoie sur D7 la valeur moyenne du signal amplifié par IC5. Une référence de tension de 2 V environ assure la polarisation de la diode LED, dont la tension de seuil se situe à peu près autour de cette valeur (l'éclaircissement doit être progressif).

RÉALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit du module de base est présenté à la figure 6. Réalisé en simple face, la plus grosse difficulté consiste à respecter les emplacements des différents composants mécaniques (les jacks notamment, pour permettre une insertion correcte du circuit dans son coffret). Les dimensions du circuit sont à respecter scrupuleusement. Le plan d'implantation de la figure 7 nous permet de constater

que l'opération de câblage est limitée au maximum : LED, interrupteur et pile 9 V. Attention à ne pas oublier de câbler les 6 straps du circuit imprimé.

MISE AU POINT DU MONTAGE

En principe, il ne devrait y en avoir aucune. Cependant, nous ne sommes pas à l'abri d'une erreur de câblage ou d'un défaut de qualité à la confection du circuit imprimé. C'est pourquoi, il est préférable de tester la carte avant de l'implanter dans son coffret.

A ce stade, on pourra interconnecter au circuit, le bouton-poussoir central et la Led D2 (attention à la polarité de D2 : le méplat correspond à la cathode «K»). De cette façon, les deux seuls fils restant «en

Figure 5

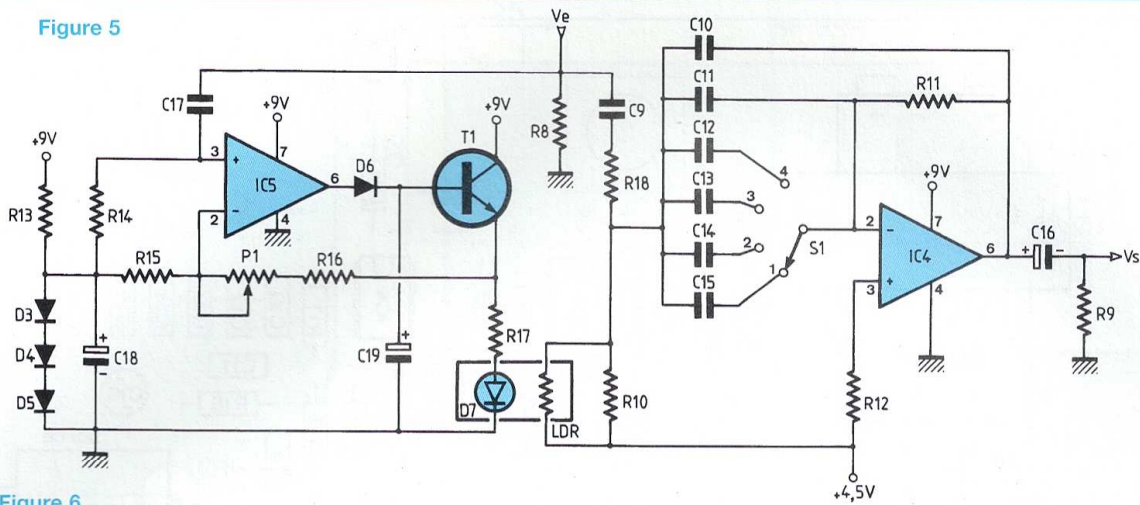
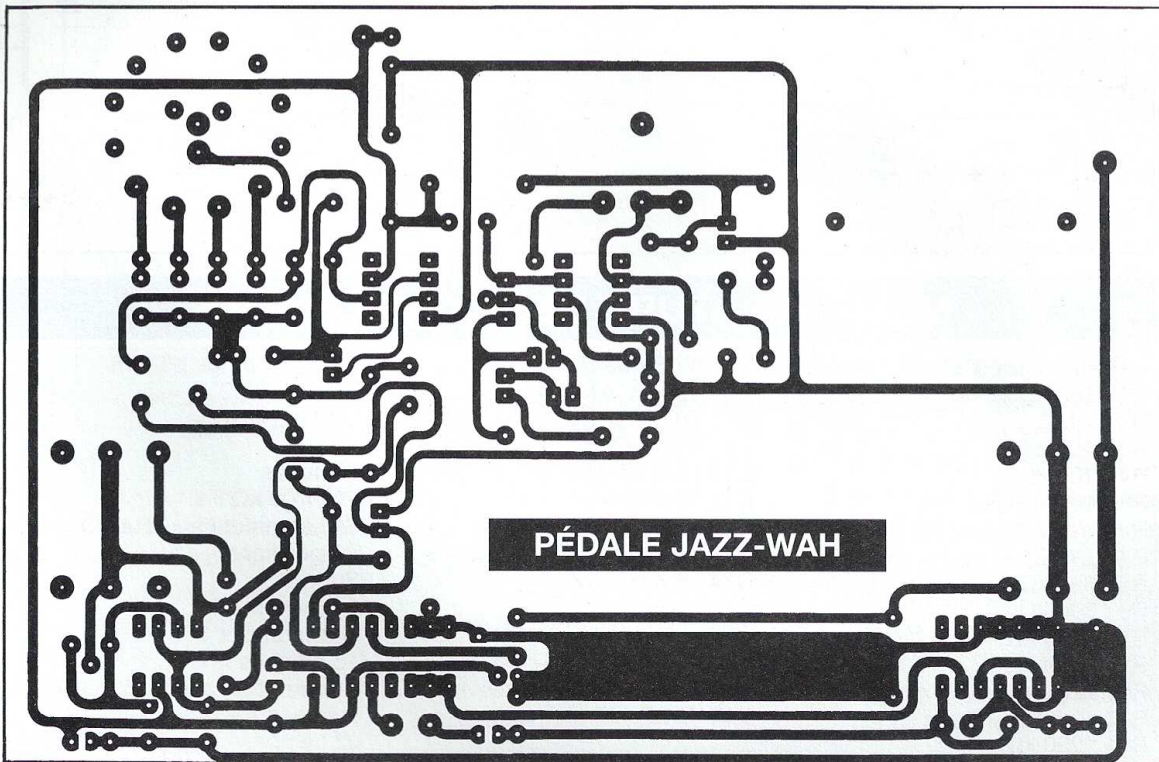


Figure 6



l'air» proviendront du raccord pression de la pile (le cordon rouge correspond au +9 V, le noir, à la masse). Le bouton-poussoir «BP1» se contentera d'une liaison très courte et rigide, donc suffisamment fiable pour la durée des essais.

On peut alors procéder aux essais dans l'ordre suivant :

- brancher le jack de sortie sur l'amplificateur (volume à zéro)

- connecter la pile (vérifier qu'elle est encore bonne !)

- brancher un cordon jack mono entre l'instrument et l'entrée.

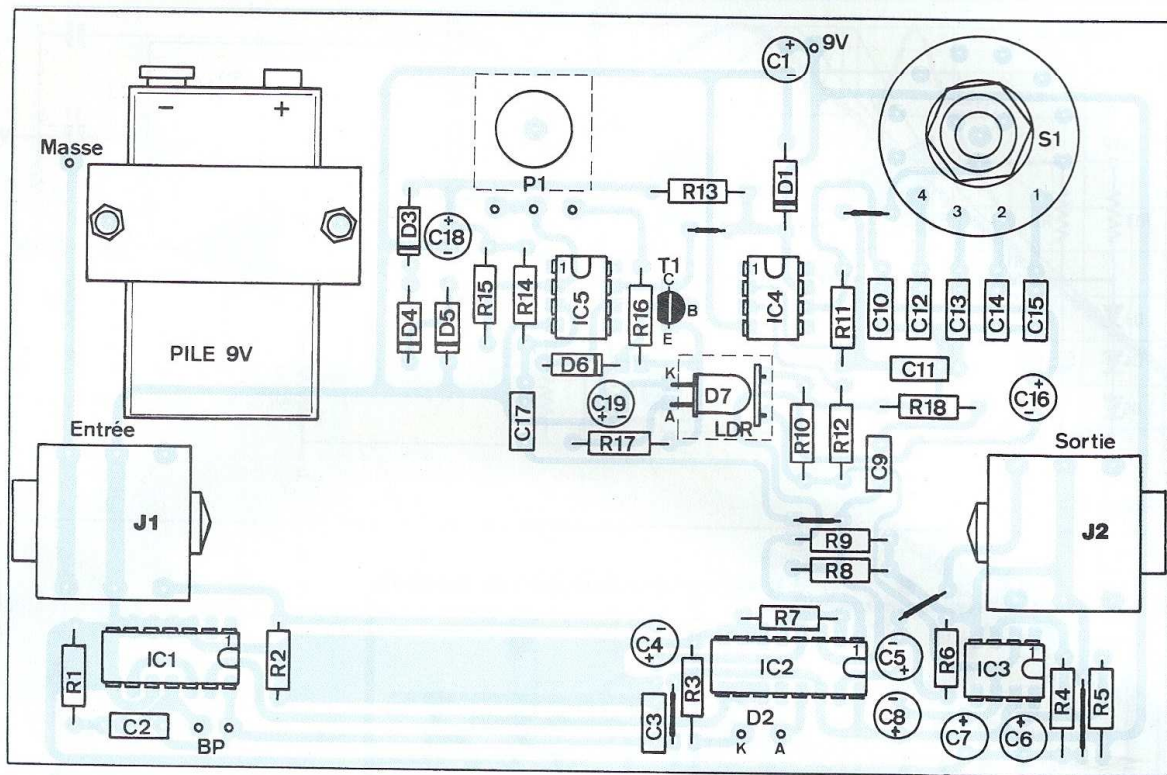
Le montage est alors sous tension : vérifier qu'une action sur BP1 allume puis éteint successivement la Led D2. Sinon, vérifier les alimentations, les soudures, etc... Dans certains cas (très rares !), on pourrait être amené à **diminuer R1** pour

parvenir à faire **commuter une bascule IC1 récalcitrante**, bien que la valeur semble convenir à la plupart des références.

Si tout se passe bien, il ne reste plus qu'à monter le niveau de l'amplificateur et à tester les performances de notre pédale. Un léger ronflement peut se faire entendre, tant que le circuit n'est pas monté dans le boîtier, mais il devra dis-

PÉDALE JAZZ-WAH

Figure 7



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- Résistances $\pm 5\%$ / 0,5 W

R1 : 180 k Ω
 R2 : 1 M Ω
 R3 : 1,2 k Ω
 R4 : 100 k Ω
 R5 : 100 k Ω
 R6 : 1 M Ω
 R7 : 1 M Ω
 R8 : 390 k Ω
 R9 : 390 k Ω
 R10 : 100 k Ω
 R11 : 220 k Ω
 R12 : 100 k Ω
 R13 : 2,7 k Ω
 R14 : 220 k Ω
 R15 : 2,7 k Ω
 R16 : 10 k Ω
 R17 : 180 k Ω
 R18 : 47 k Ω

- Condensateurs

C1 : 47 μ F / 25 V
 C2 : 10 nF
 C3 : 100 nF
 C4 : 10 μ F / 40 V
 C5 : 10 μ F / 40 V

C6 : 1 μ F / 63 V
 C7 : 10 μ F / 40 V
 C8 : 10 μ F / 40 V
 C9 : 1 μ F / 63 V
 C10 : 2,2 nF
 C11 : 2,2 nF
 C12 : 2,2 nF
 C13 : 4,7 nF
 C14 : 6,8 nF
 C15 : 10 nF
 C16 : 10 μ F / 40 V
 C17 : 220 nF
 C18 : 1 μ F / 63 V
 C19 : 1 μ F / 63 V

- Semiconducteurs

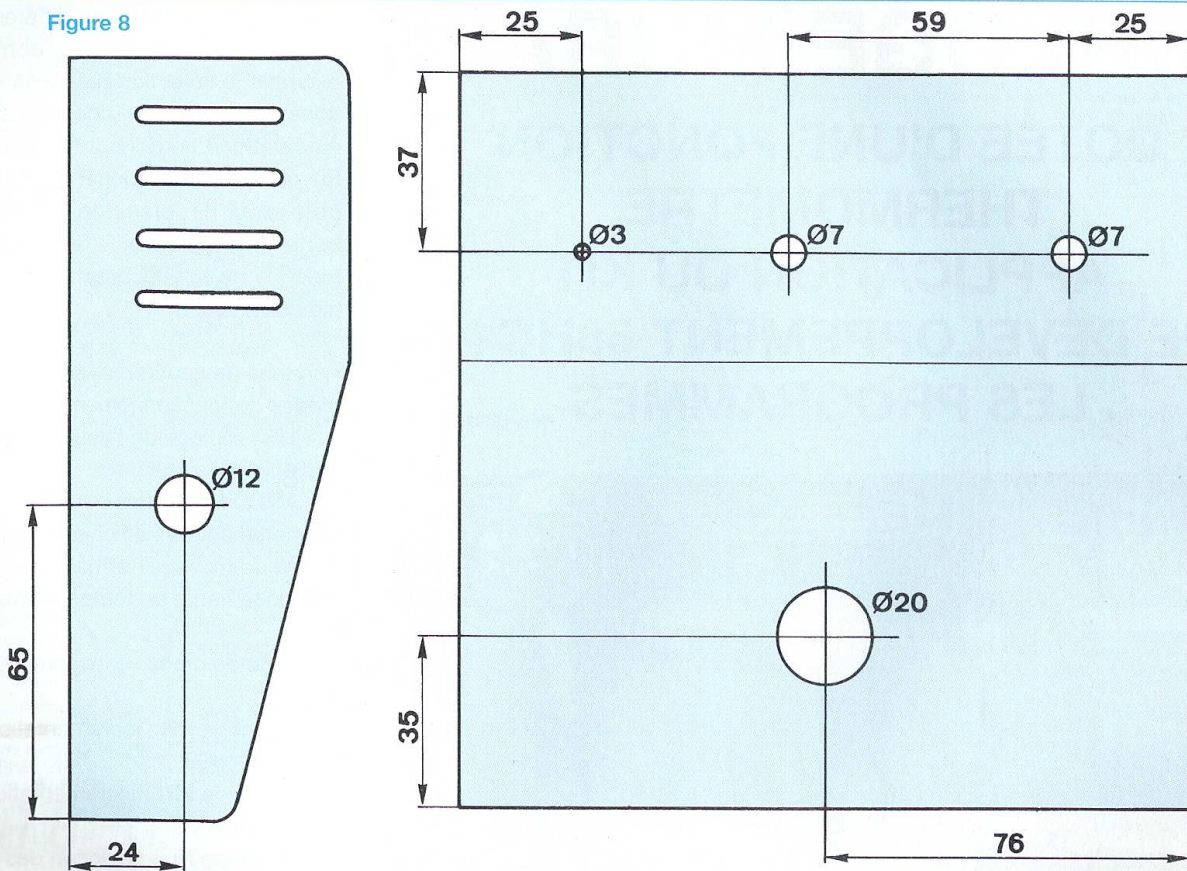
IC1 : CD4013
 IC2 : CD4053
 IC3 : TL061
 IC4 : NE5534 / TL071
 IC5 : TL081/TL071
 D1 : 1N 4001
 D2 : LED rouge \varnothing 5 mm
 (haut rendement)
 D3 à D5 : 1N 4001
 D6 : 1N 4148

D7 : LED rouge \varnothing 5 mm
 T1 : 2N 2222
 LDR : LDR 07

- Divers

P1 : 100 k Ω lin.
 S1 : commutateur rotatif 3 circuits / 4 positions
 Supports :
 8 broches x 3
 14 broches x 1
 16 broches x 1
 J1 : embase jack 6,35 mm isolée, stéréo, pour circuit imprimé
 J2 : embase jack 6,35 mm isolée, mono, pour circuit imprimé
 BP1 : poussoir robuste à contact travail (ouvert au repos)
 Support à pression pour pile rectangulaire de 9 V (type 6F22)
 Pile alcaline de 9 V (éviter les accus qui ne font que 7,5 V)
 Boîtier Deltron réf 193-1006 (Radiospares) (154 x 159 x 32 x 58 mm)
 2 boutons pour potentiomètre axe 6 mm

Figure 8



paraître irrémédiablement dès que le coffret sera câblé, fermé et **relié à la masse de l'alimentation**.

Veiller à protéger de la lumière ambiante la liaison optique (LED + LDR) avec une gaine opaque ou du chaterton noir après avoir vérifié que l'intensité lumineuse délivrée par la diode est proportionnelle au niveau sonore de la source.

Si vous souhaitez adapter le rendu sonore de la pédale à vos goûts personnels ou à un instrument particulier, voici quelques renseignements qui peuvent s'avérer utiles :

- R11 est proportionnelle au coefficient de qualité du filtre : plus elle est élevée, plus le filtre est sélectif et ne laisse donc passer qu'une bande étroite de fréquences. R11 peut être diminuée jusqu'à 47 k Ω .

- C10 peut être augmentée jusqu'à 12 nF si on préfère décaler le glissement de fréquence vers le bas du spectre (100 à 400 Hz).

- Pour modifier le gain global du détecteur, il est préférable de ne jouer que sur R15 (si R15 diminue de moitié, le gain est multiplié par 2 et inversement).

MISE EN BOÎTIER

Le plan de perçages est indiqué en figure 8 : les emplacements des jacks et de BP1 doivent être percés avec précision, en respectant scrupuleusement les cotations indiquées. Ensuite, il faut procéder dans l'ordre indiqué ci-dessous pour le montage de tous les éléments :

- 1 - Positionner le circuit imprimé dans le coffret. Celui-ci est maintenu en place par le vissage des deux embases jacks. Le corps du potentiomètre évite aux pistes du CI de venir taper dans le fond du boîtier.

- 2- Interconnecter le bouton-poussoir et la led témoin au circuit imprimé. Ce travail est facilité si vous prévoyez des

picots sur le circuit et des cosses femelles à l'extrémité des fils.

- 3 - Vérifier que la pile 9 V est bien bloquée par pression de la plaque au vissage.

- 4- Refermer le boîtier avec ses 4 vis (trous situés sous celui-ci), les axes du potentiomètre et du commutateur doivent alors sortir suffisamment pour être coiffés par des boutons.

Il ne reste plus qu'à coller les 4 pieds en caoutchouc fournis avec le coffret.

CONCLUSION

Cette réalisation, très demandée par les guitaristes, reste très simple à mettre au point, aucun réglage n'étant nécessaire à son bon fonctionnement.

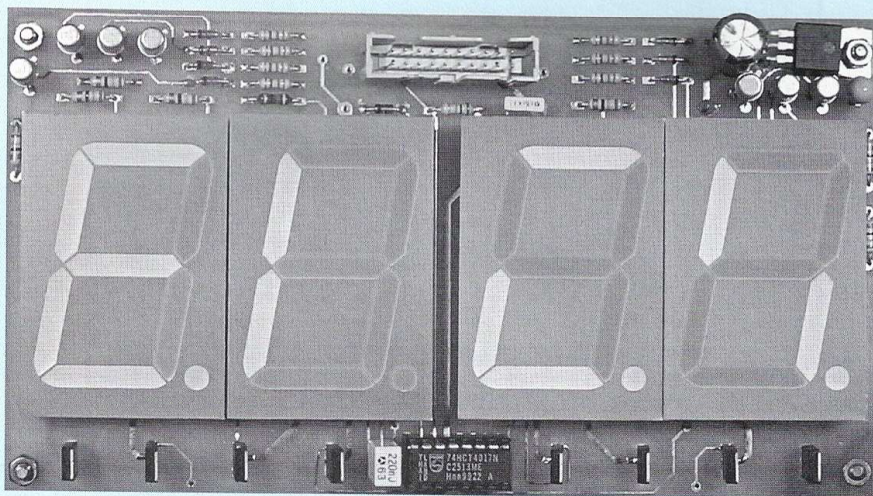
La pédale Jazz-Wah doit être opérationnelle dès l'appui sur le bouton poussoir vissé au plan incliné du coffret.

Bernard Dalstein

HORLOGE MURALE

DOTÉE D'UNE FONCTION THERMOMÈTRE.

APPLICATION DU KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11 LES PROGRAMMES



Voici enfin les programmes qui permettront d'associer l'ensemble des éléments de l'horloge murale, à savoir un module d'affichage de grande taille, un module de saisie de température et un clavier radiocommandé. Grâce à ce dernier, le réglage de l'heure ou la sélection heure/température seront possibles depuis notre fauteuil.

QUELQUES RAPPELS UTILES

L'illustration de la **figure 1** rappelle l'environnement matériel de l'horloge murale. Le kit de développement utilise pour ce projet les trois connecteurs dont il dispose. Le module d'affichage multiplexé utilise le **port B** au complet. Le récepteur HF utilise une partie du **port C** (bits PC0, PC1) et l'entrée d'interruption IRQ. Enfin,

le module d'acquisition de la température exploite une fraction du **port E** (entrées analogiques PE4 et PE5).

ASPECTS LOGICIELS

Soyons francs, la conception d'une application complète d'horloge à affichage digital dont les fonctions sont commandées à distance n'est pas une mince affaire. D'autant plus que certaines fonctions sont inter-dépendantes. D'autre

part, plusieurs solutions différentes peuvent être envisagées, comme par exemple la sélection manuelle des fonctions à afficher ou encore l'alternance automatique entre heure et température. En ce qui nous concerne, nous avons opté pour la première solution. Dans cette perspective, l'affectation des touches de la télécommande a été définie comme suit :

- Touche de gauche => sélection des modes de fonctionnement :
 - HR : réglage de l'heure (clignotement des afficheurs «heure»)
 - MN : réglage des minutes (clignotement des afficheurs «minute»)
 - NL : affichage normal (affichage heure ou température)
- Touche de droite => exécution des réglages :
 - En mode HR : incrémentation de l'heure 00=>23
 - En mode MN : incrémentation des minutes 00=>59
 - En mode NL : sélection des sources (horloge en orange, température interne en rouge et température externe en vert).

ORGANISATION DES SOLUTIONS LOGICIELLES

Faisons un inventaire des besoins. L'afficheur demande une gestion multiplexée permanente, la température doit faire l'objet d'une lecture à intervalle régulier et la sollicitation d'une touche de la télécommande doit être traitée sans délai. Sans oublier la fonction principale de l'horloge : la mesure précise du temps qui passe. Afin de s'en sortir honorablement, il est impératif de gérer les différentes fonctions de l'horloge dans des routines indépendantes. Ainsi, nous pouvons déjà envisager **4 routines majeures** qui doivent cohabiter en parallèle. La cohésion entre ces routines est assurée grâce à des variables partagées (ou variables d'état), comme l'indique l'illustration de la **figure 2**.

KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11

Figure 1 : liaisons 68HC11 <=> modules périphériques

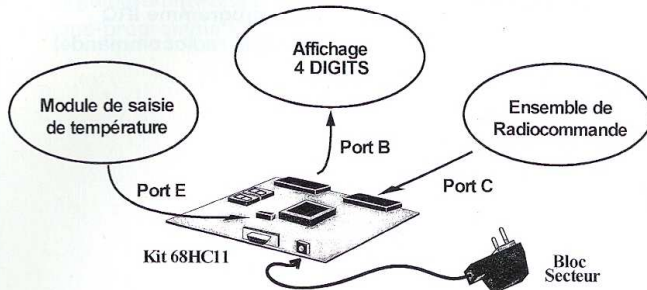
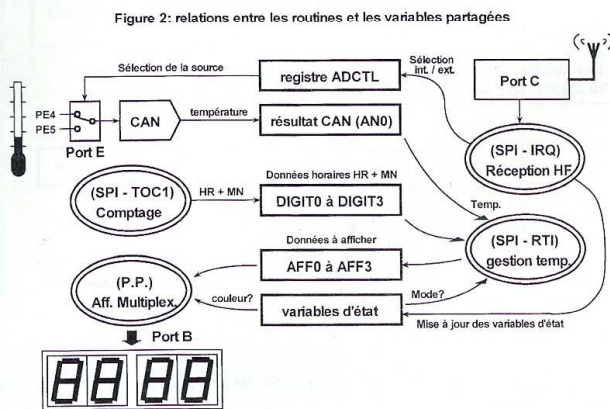
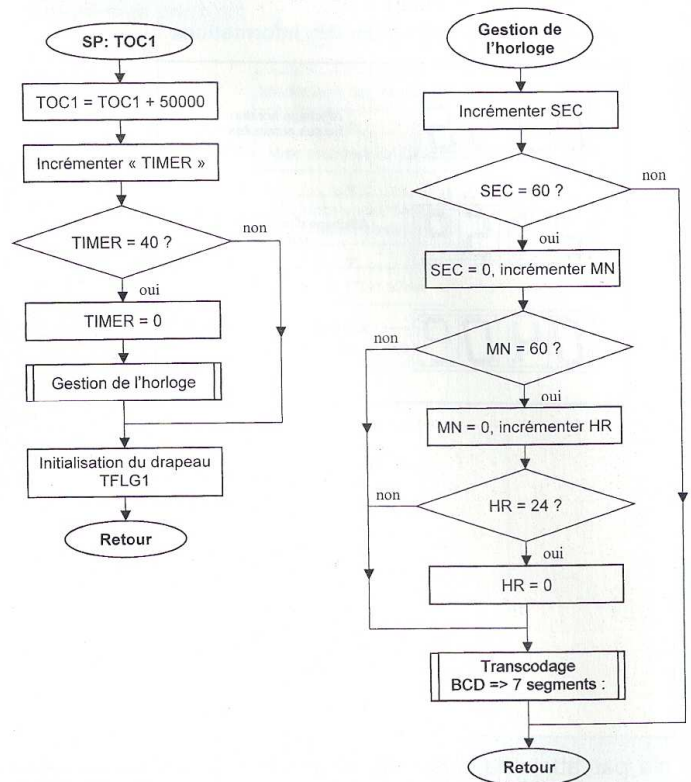


Figure 2 : relations entre les routines et les variables partagées



Organigramme n°1 : sous-programme TOC1



Le comptage horaire (heures et minutes) sera évidemment confié au **Timer 16 bits** du 68HC11. Une routine d'interruption autonome basée sur le registre **TOC1** (registre de comparaison du Timer) assurera la mise à jour de 4 variables (**Digit0** à **Digit3**). Ces variables représentent les configurations d'allumage des 4 digits du module d'affichage (heures + minutes). La gestion de la télécommande sera, en toute logique, effectuée sous **Interruption IRQ**. La routine correspondante sera chargée de mettre à jour des variables d'état en fonction de la touche activée et du mode de fonctionnement en cours à cet instant. Dans les deux modes de réglage de l'horloge (heures ou minutes), l'incrémentation manuelle des variables du Timer sera aussi effectuée dans cette routine. Au démarrage du programme principal, le convertisseur sera activé dans son mode «conversions continues». Le

convertisseur passe alors la totalité de son temps à convertir l'entrée sélectionnée préalablement dans le registre **ADCTL** (adresse **\$1030**), puis à stocker le résultat dans le registre **ANO** (adresse **\$1031** du 68HC11). Il ne restera plus qu'à une routine indépendante de lire le résultat de conversion à intervalles réguliers. Cette procédure sera confiée à l'**interruption RTI**, initialisée pour se déclencher systématiquement toutes les 32 ms. La routine d'interruption RTI consulte d'abord une variable d'état, afin de connaître le type de donnée à afficher. En fonction de cette information, les variables d'affichage **AFF0** à **AFF3** recevront soit l'heure, soit la température. Dans ce dernier cas, la routine RTI devra préalablement mettre en forme le résultat de conversion (adaptation d'échelle, affichage du symbole «degré», affichage éventuel du signe). L'affichage multiplexé sera finalement

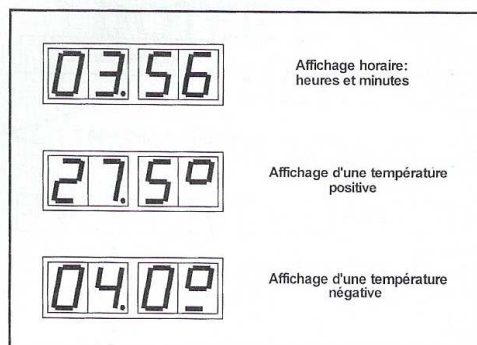
confié au **programme principal**. Au démarrage de chaque cycle de multiplexage, le programme principal consulte une variable d'état afin de connaître la couleur à afficher. Ensuite, les données à afficher sont récupérées dans les variables **AFF0** à **AFF3**.

PROGRAMME DE GESTION DE L'HEURE : TOC1

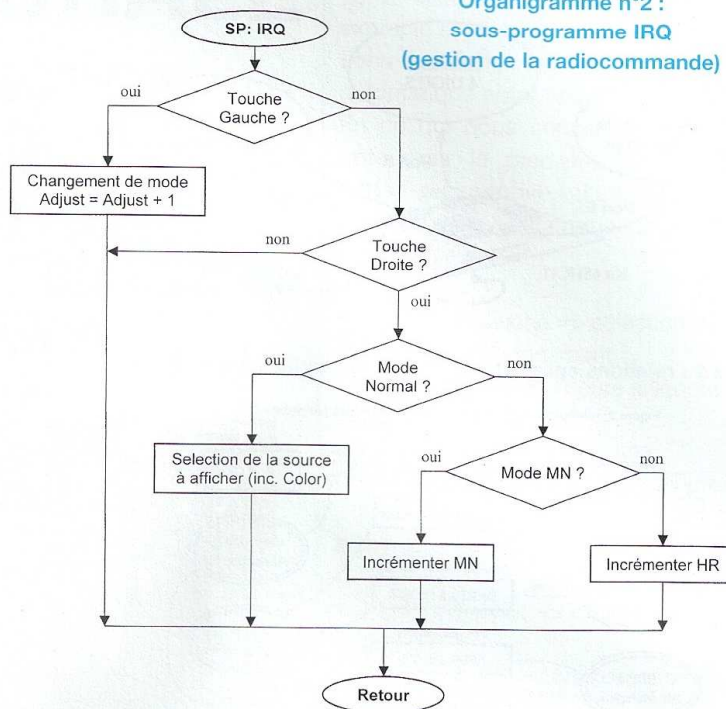
Le programme de base du Timer est conçu pour réaliser une base de temps de 1 seconde (**organigramme n°1**, à gauche). Toutes les secondes, une routine de niveau inférieur est appelée afin d'assurer la mise à jour de l'horloge (organigramme de droite). Le registre de comparaison TOC1 est initialisé de façon à déclencher une interruption toutes les **25 ms** (50000 cycles de 0,5 µs). A chaque interruption, une variable locale «**TIMER**» est incrémentée. Tant qu'elle

HORLOGE MURALE AVEC FONCTION THERMOMÈTRE

Figure 3 :
présentation de l'affichage des informations



Organigramme n°2 :
sous-programme IRQ
(gestion de la radiocommande)



n'a pas atteint la valeur **40**, on quitte le programme après avoir réinitialisé le drapeau d'interruption de TOC1. Dans le cas contraire, cette variable est réinitialisée avant d'appeler la routine de gestion de l'horloge, puisqu'une seconde s'est alors écoulée.

La deuxième routine utilise trois variables : SEC, MN et HR. La première n'est pas destinée à l'affichage, mais est nécessaire pour obtenir notre base de temps utile de une minute. Le reste de la procédure est classique : toutes les minutes, on modifie en conséquence les variables MN (minutes) et HR (heures). Le programme de transcodage BCD / 7 segments permet de convertir les variables horaires HR et MN en quatre variables indépendantes.

Nous n'allons pas commenter cette fonction, qui a déjà été présentée dans d'autres applications. Signalons simplement qu'elle est commune aux programmes TOC1 et IRQ (la routine IRQ l'utilise également lors de la mise à jour manuelle de l'horloge).

PROGRAMME DE GESTION DE LA RADIOCOMMANDE : IRQ

L'**organigramme n°2** développe les fonctions prises en charge à ce niveau.

L'organigramme a été volontairement simplifié pour donner une vision globale de cette routine. Si la touche de Gauche est activée, on en déduit qu'un changement de mode d'affichage est demandé (Normal ou Réglage HR/MN). Une variable nommée «**Adjust**» est réactualisée. Elle sera directement utilisée par le sous-programme **RTI** pour modifier l'apparence de l'affichage.

- Si **Adjust** = 0, on est en mode normal,
- Si **Adjust** = 1, on est en mode réglage des minutes,
- Si **Adjust** = 2, on est en mode réglage des heures.

Si c'est la touche de droite qui est détectée, on vérifie d'abord quel est le mode actif.

- Si on est dans le mode normal (**Adjust** = 0), on doit changer la source à afficher (Heure, température interne ou température externe). En fait, on se contente ici d'effectuer la modification de la variable «**Color**», qui permettra à la routine **RTI** de choisir aussi bien la couleur d'affichage que son contenu. Si **Color** est à 1, on en profite pour sélectionner l'entrée **PE4** du convertisseur, tandis que si **Color** est à 2, c'est l'entrée **PE5** qui est validée.

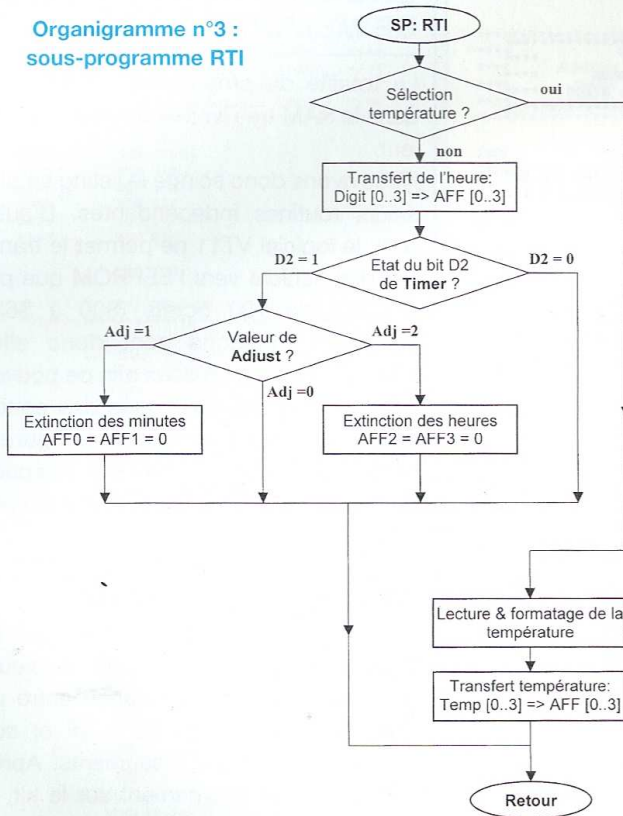
- Si on est dans le mode «réglage», on incrémente une fois l'une des variables locales du Timer **HR** ou **MN**, suivant la valeur de la variable «**Adjust**».

PROGRAMME DE GESTION DE LA TEMPÉRATURE : RTI

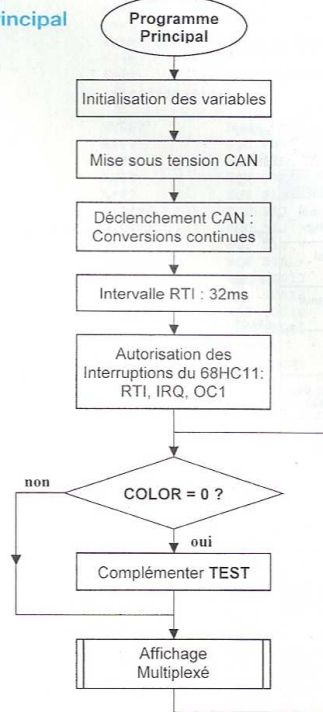
En fait, ce programme assure également deux autres fonctions : la sélection des variables à afficher qui seront envoyées à la routine de multiplexage et le formatage de l'affichage (digits allumés ou clignotants). L'**organigramme n°3** présente les solutions adoptées.

KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11

Organigramme n°3 :
sous-programme RTI



Organigramme n°4 :
programme principal



AFFICHAGE DE LA TEMPÉRATURE

Toutes les 32 ms, ce sous-programme d'interruption détermine le type d'information à afficher. Si c'est la température, un saut est effectué à une routine de mise en forme du résultat de conversion avant de l'envoyer vers les variables d'affichage (AFF0 à AFF3). En effet, le résultat brut sur 8 bits délivré par le convertisseur doit fournir un résultat calibré en degrés Celsius avec une résolution de **0,5°C**. D'autre part, le résultat affiché doit faire apparaître le symbole «°» ainsi que le signe des températures négatives. L'illustration de la **figure 3** présente le format le plus adapté pour l'affichage des températures positives et négatives sur quatre digits.

AFFICHAGE DE L'HEURE

Un transfert systématique des variables issues du compteur horaire est d'abord réalisé. Ensuite, on teste l'état du bit **D2** de la variable **Timer**. Rappelons en effet

que cette variable est incrémentée toutes les 25 ms par le sous-programme **TOC1**. Donc, le bit **D0** change d'état toutes les 25 ms, **D1** toutes les 50 ms et **D2** toutes les 100 ms. On en déduit qu'en se basant sur **D2**, la période de clignotement (1 allumage + 1 extinction) sera de 200 ms. Si **D2 = 0**, on affiche tout normalement (on est dans la phase d'allumage d'un clignotement éventuel). Si **D2 = 1**, on vérifie dans quel mode est l'horloge :

- Si la variable de mode «Adjust» est à 0, on est en mode normal, donc on ne touche à rien avant de quitter la procédure.
- Si la variable de mode «Adjust» est à 1, on est en mode réglage des minutes, et on met à zéro les variables d'affichage des minutes (AFF0 et AFF1).
- Si la variable de mode «Adjust» est à 2, on est en mode réglage des heures, et on met à zéro les variables d'affichage des heures (AFF2 et AFF3).

PROGRAMME PRINCIPAL ET AFFICHAGE MULTIPLEXÉ

Rappelons que le module d'affichage est doté de 4 digits de 44 mm, qui possèdent la particularité d'être bicolores. Chaque segment est en effet pourvu de deux diodes électroluminescentes (une rouge et une verte) pilotées séparément. C'est l'alternance d'allumage rapide de ces deux diodes qui permettra d'obtenir la couleur jaune/orangée.

Le programme principal prend donc en charge l'affichage multiplexé en trois couleurs.

Nous ne reviendrons pas sur la technique employée pour obtenir le multiplexage des différents digits, puisqu'elle a été exposée en détail dans le numéro 163. Le programme de pilotage proposé à cette occasion a d'ailleurs été repris intégralement.

L'**organigramme n°4** présente sa struc-

HORLOGE MURALE AVEC FONCTION THERMOMÈTRE

Figure 4 :
organisation mémoire
du 68HC811E2 pour
l'horloge murale

Vecteurs d'interruption en mode monochip	\$FFFF
	\$FFD6
Programme Principal en mode monochip	\$FF00
Réglage manuel de l'horloge	\$FE80
Gestion du récepteur sous IRQ	\$FE00
Lecture de la température	\$FD80
SP-RTI : mise à jour des variables à afficher	\$FD00
Gestion TOC1 : comptage Horaire	\$FC00
Affichage multiplexé	\$FB00
Transcodage Hexa / 7 segments	\$FA20
TABLE de correspondance	\$FA00
MONITEUR 68HC11	\$F800
	\$00FF
Vecteurs d'interruption en mode Bootstrap	\$00C4
Zone réservée moniteur	\$00C0
Pile en RAM	\$0020
Programme Principal en mode monochip	\$0000

Figure 5

```
*****
****      Figure 5      ****
****      TABLE DE TRANSCODAGE      ****
****      transfert à l'adresse $FA00      ****
*****
```

```
ORG $00
FCB  $3F,$06,$5B,$4F,$66,$6D,$7D,$07
FCB  $7F,$6F,$77,$7C,$39,$5E,$79,$71
```

Figure 6

```
*****
****      Figure 6: transcodage      ****
****      Hexadécimal / 7 segments      ****
****      Début du programme:      ****
****      transfert à l'adresse $FA20      ****
*****
```

```
HR      EQU $0010
MN      EQU $0011
DIGIT0  EQU $0012
DIGIT1  EQU $0013
DIGIT2  EQU $0014
DIGIT3  EQU $0015
TABLE   EQU $FA00
```

ORG \$0000

```
***** TRANSFERT HR/MN dans DIGITS *****
*****
```

```
TRANSCOD  LDAB  MN
          ANDB  #%00001111
          BSR   HEXA7
          STAB  DIGIT0
          LDAB  MN
          LSRB
          LSRB
          LSRB
          LSRB
          BSR   HEXA7
          STAB  DIGIT1

          LDAB  HR
          ANDB  #%00001111
          BSR   HEXA7
          STAB  DIGIT2
          LDAB  HR
          LSRB
          LSRB
          LSRB
          LSRB
          BSR   HEXA7
          STAB  DIGIT3
          RTS
```

```
***** TRANSCODAGE HEXA/7 SEGMENTS *****
*****
```

```
HEXA7    LDX   #TABLE
          ABX
          LDAB ,X
          RTS
```

ORGANISATION DE L'ESPACE MÉMOIRE DU 68HC11

La totalité du programme ne tient pas dans la RAM très limitée du microcontrôleur.

Nous avons donc scindé le listing en plusieurs routines indépendantes. D'autre part, le logiciel VT11 ne permet le transfert des fichiers vers l'EEPROM que par paquets de 100 octets (\$00 à \$63). Certaines fonctions sont donc elles-mêmes scindées en deux afin de pouvoir effectuer leur transfert dans des conditions réalistes. Le tableau de la **figure 4** présente l'organisation de l'espace mémoire du 68HC11 tel que nous l'avons prévu.

TABLE DE TRANSCODAGE

Le listing correspondant est indiqué en **figure 5**. Il s'agit de la table de 16 valeurs qui assure la correspondance entre un code hexadécimal de \$0 à \$F et son équivalent codé sur 7 segments. Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0010] sera transférée à l'adresse \$FA00 de l'EEPROM.

TRANSCODAGE HEXADÉCIMAL => 7 SEGMENTS

Le listing correspondant est indiqué en **figure 6**. Cette routine est appelée par le sous-programme d'interruption **TOC1** après l'incrémentation des variables «HEURE (HR)» et «MINUTE (MN)». Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0064] sera transférée à l'adresse \$FA20 de l'EEPROM.

GESTION D'AFFICHAGE MULTIPLEXÉ

Le listing correspondant est indiqué en **figure 7**. Appelée par le programme principal, cette routine assure le pilotage des afficheurs conformément aux chronogrammes proposés dans un précédent numéro (Led n°163).

Le cycle débute par l'impulsion d'initialisation de Aff1, avec la remise à zéro du compteur Johnson pendant 400 µs.

ture de base. Après une phase d'initialisation inévitable des paramètres et fonctions du système, une boucle sans fin est chargée d'appeler la routine d'affichage multiplexé. Cette routine (non représentée ici) est chargée d'allumer les afficheurs dans la couleur déterminée par l'état de la variable «Test» :

- Si **Test** = 0, les diodes rouges sont sélectionnées.
- Si **Test** = 1, les diodes vertes sont sélectionnées.

La routine d'affichage multiplexé ne sait donc visualiser que les deux couleurs de base des digits.

Le programme principal fait donc appel à la variable «Color» pour déterminer si la troisième couleur est demandée.

Si c'est le cas (**Color** = 0), la variable **Test** est complétée avant chaque cycle de multiplexage, donnant naissance à la couleur intermédiaire (jaune/orangée).

KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11

Figure 7

```

*****
****      Figure 7 :      ****
**** AFFICHAGE MULTIPLEXE (4 DIGITS) ****
**** Début du programme: ****
**** transfert à l'adresse $FB00 ****
*****

PORTB      EQU $1004
AFF0       EQU $1A
AFF1       EQU $1B
AFF2       EQU $1C
AFF3       EQU $1D
TEST       EQU $16

ORG $00

***** AFFICHAGE MULTIPLEXE *****
*****
LDAA      #$FF      init digit3
STAA     PORTB
BSR      TEMPO1      (400us)
LDAA      #$7F
STAA     PORTB

LDAA      TEST
BNE      SUITE
BSR      DECAL1

SUITE     LDAA      AFF3
BSR      TEMPO2      (4ms)

BSR      DECAL2
LDAA      AFF2
BSR      TEMPO2      (4ms)

BSR      DECAL2
LDAA      AFF1
BSR      TEMPO2      (4ms)

BSR      DECAL2
LDAA      AFF0
BSR      TEMPO2      (4ms)

RTS

***** simple impulsion PORTB *****
*****
DECAL1    LDAA      #$FF
STAA     PORTB
LDAA      #$7F
STAA     PORTB
RTS

***** double impulsion PORTB *****
*****
DECAL2    LDAA      #$FF
STAA     PORTB
LDAA      #$7F
STAA     PORTB
LDAA      #$FF
STAA     PORTB
LDAA      #$7F
STAA     PORTB
RTS

***** TEMPORISATION de 2ms *****
*****
TEMPO2    COMA
ANDA     #$7F
STAA     PORTB
LDY      #600
WAIT2    DEY
BNE      WAIT2
RTS

***** TEMPORISATION de 400us *****
*****
TEMPO1    LDY      #115
WAIT     DEY
BNE      WAIT
RTS
    
```

Figure 8

```

*****
****      Figure 8 :      ****
**** HORLOGE 00:00 -> 23:59 ****
**** Début du programme: ****
**** transfert à l'adresse $FC00 ****
*****

TOC1      EQU $1016
TFLG1     EQU $1023
HR        EQU $0010
MN        EQU $0011
TIMER     EQU $0017 (variable TIMER)
SEC       EQU $0019 (var. secondes)
TRANSCOD  EQU $FA20 (SP transcodage)

***** base de temps de 1s *****
*****
ORG $0000
SPOC1     LDD      TOC1
          ADDD     #50000
          STD      TOC1
          INC      TIMER
          LDAA     TIMER
          CMPA     #40
          BNE     FLAG1
          CLR      TIMER
          BSR      HORLOGE

FLAG1     LDAA     #%1000000
          STAA     TFLG1
          RTI

***** CHRONOMETRE 00:00 -> 23:59 *****
*****
HORLOGE   LDAA     SEC
          ADDA     #1
          DAA
          STAA     SEC
          CMPA     #$60
          BNE     RETOUR
          CLR      SEC
          LDAA     MN
          ADDA     #1
          DAA
          STAA     MN
          CMPA     #$60
          BNE     TRANSFERT
          CLR      MN
          LDAA     HR
          ADDA     #1
          DAA
          STAA     HR
          CMPA     #$24
          BNE     TRANSFERT
          CLR      HR
          JSR      TRANSCOD
          RTS

TRANSFERT
RETOUR
    
```

Figure 9

```

*****
****      Figure 9 :      ****
**** Sélection de l'info à afficher ****
**** sous interruption RTI : ****
**** (transfert en $FD00) ****
*****

TFLG2     EQU $1025
AFF0      EQU $1A
AFF1      EQU $1B
AFF2      EQU $1C
AFF3      EQU $1D
DIGIT0    EQU $12
DIGIT1    EQU $13
DIGIT2    EQU $14
DIGIT3    EQU $15
TIMER     EQU $0017
COLOR     EQU $0018
ADJUST    EQU $001E
TEMP      EQU $FD80

ORG $0000

***** SOUS PROGRAMME RTI *****
**** affichage normal / clignotement ****
*****

SPRTI     LDAB     COLOR
          BEQ     HORLOGE
          JSR     TEMP
          BRA     FIN

HORLOGE   LDAB     DIGIT0
          STAB     AFF0
          LDAB     DIGIT1
          STAB     DIGIT1
          LDAB     DIGIT2
          STAB     AFF1
          LDAB     DIGIT3
          STAB     DIGIT3
          LDAB     AFF3
          STAB     AFF3
          LDAB     TIMER
          ANDB    #%0000100 (test D2)
          BEQ     FIN (si D2=0)
          LDAB     ADJUST (allumage)
          CMPB    #$01
          BNE     SUITE
          CLR     AFF0
          CLR     AFF1
          BRA     FIN
          CMPB    #$02
          BNE     FIN
          CLR     AFF2
          CLR     AFF3
          LDAB     #%01000000
          STAB     TFLG2
          RTI

SUITE
FIN
    
```

L'affichage vert est alors sélectionné. Dans un deuxième temps, la variable **TEST** est contrôlée afin de déterminer si une nouvelle impulsion d'horloge doit être appliquée, afin de sélectionner l'affichage rouge.

Ensuite, l'envoi de chaque code d'affichage est suivi d'une temporisation de 2 ms environ, puis d'une double impulsion de décalage. Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0064] sera transférée à l'adresse **\$FB00** de l'EEPROM.

GESTION DU TIMER SOUS INTERRUPTION TOC1

Le listing correspondant est indiqué en

figure 8. Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0064] sera transférée à l'adresse **\$FC00** de l'EEPROM.

GESTION DE LA TEMPÉRATURE SOUS INTERRUPTION RTI

Etant donné sa longueur, le listing correspondant a été scindé en deux parties. La première, qui concerne la gestion du clignotement dans le mode réglage, est indiquée en **figure 9.** Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0064] sera transférée à l'adresse **\$FD00** de l'EEPROM.

La seconde partie, qui concerne la mise en forme de la température, est indiquée

HORLOGE MURALE AVEC FONCTION THERMOMÈTRE

Figure 10

```

*****
*****      Figure 10: Sous-programme RTI2      *****
*****      lecture et affichage de la température *****
*****      Temp ext (rouge) / Temp int (vert) *****
*****      (transfert du programme en: $FD80) *****
*****
AN0          EQU $1031
AFF0         EQU $1A
AFF1         EQU $1B
AFF2         EQU $1C
AFF3         EQU $1D
TABLE        EQU $FA00

                ORG $00

*****      SOUS PROGRAMME RTI2      *****
*****
TEMP          LDAB    #1100011      affichage << ° >>
                STAB    AFF0
                LDAA    AN0          lecture temperature

                LDAB    #3F          affichage < xx,0 >
                STAB    AFF1
                LSR     A=A/2 (partie entiere)
                BCC     ZERO         brancher si retenue =0
                LDAB    #5D          affichage < xx,5 >,
                STAB    AFF1          si retenue detectee

ZERO          SUBA    #40
                BPL     SUITE2       si positif: afficher
                NEGA    SUITE2       si negatif, A = -A,
                LDAB    #1101011     + affichage du signe
                STAB    AFF0
                LDAB    AFF1         test de la decimale:
                CMPB    #5D          si decimale = 5
                BNE     SUITE2       pour T negatif,
                DECA    SUITE2       alors A = A - 1

SUITE2       TAB     CLRA
                LDX     #10          transcodage HEXA/BCD
                IDIV
                BSR     HEXA7       transcodage HEXA/7segments
                STAB    AFF2
                XGDX
                BSR     HEXA7       transcodage HEXA/7segments
                STAB    AFF3
                RTS

HEXA7        LDY     #TABLE
                ABY
                LDAB    ,Y
                RTS
    
```

Figure 11

```

*****
*****      Figure 11: *****
*****      gestion de la téléc-commande sous IRQ *****
*****      (transfert du programme en $FE00) *****
*****
PORTC        EQU $1003
ADCTL        EQU $1030
TEST         EQU $0016
COLOR        EQU $0018
ADJUST       EQU $001E
HR_MN        EQU $FE80

                ORG $0000

*****      SOUS PROGRAMME IRQ: *****
*****
SPIRQ        LDY     #6              (tempo de 20µs avec Y=6)
WAIT         DEY
                BNE     WAIT

                LDAA    PORTC
                ANDA    #00000011
                CMPA    #00000001     (touche de gauche ?)
                BNE     TEST2        (sinon, 2eme test..)
                INC     ADJUST       (si oui, changer mode)
                LDAA    ADJUST
                CMPA    #3
                BNE     FIN
                CLR     ADJUST
                BRA     FIN

TEST2        CMPA    #00000010     (touche de droite ?)
                BNE     FIN          (sinon, quitter...)
                LDAA    ADJUST
                BEQ     INCCOL       (si ADJUST=0, test couleur)
                JSR     HR_MN       (appel SPRG: reglage HR/MN)
                BRA     FIN

INCCOL       INC     COLOR          (selection couleur)
                LDAA    COLOR
                CMPA    #3
                BNE     CO1
                CLR     COLOR
                BRA     FIN
CO1          CMPA    #1
                BEQ     CO2
                COM     TEST         (...si Color = 2)
                LDAA    #00100000    (selection PE5.)
                STAA    ADCTL
                BRA     FIN
CO2          CLR     TEST         (...si Color = 1)
                LDAA    #00100000    (selection PE4.)
                STAA    ADCTL
FIN          RTI
    
```

en **figure 10**. Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0064] sera transférée à l'adresse **\$FD80** de l'EEPROM.

GESTION DE LA TÉLÉCOMMANDE SOUS INTERRUPTION IRQ

Cette longue routine est également scindée en deux parties.

La première, qui concerne la détection d'une touche et la sélection de la couleur d'affichage, est indiquée en **figure 11**. Après assemblage et chargement sur le kit, la zone RAM [\$0000..\$0064] sera transférée à l'adresse **\$FE00** de l'EEPROM.

La seconde partie, qui concerne le réglage manuel de l'horloge, est indiquée en **figure 12**. Cette partie du programme sera transférée à l'adresse **\$FE80** de l'EEPROM.

PROGRAMME PRINCIPAL

Indiqué en **figure 13**, ce programme sera directement exécuté en RAM à partir de l'adresse \$0020 lorsque les routines précédentes auront été chargées dans l'EEPROM.

Il ne reste plus qu'à connecter les trois périphériques au kit doté d'un 68HC811E2 pour rendre l'horloge opérationnelle !

FONCTIONNEMENT EN MODE MONOCHIP

Dans le mode **Bootstrap**, l'horloge n'est pas pratique à utiliser, puisqu'il faut télécharger le programme principal depuis un PC à chaque mise sous tension.

Cependant, si toutes les fonctions réagissent comme prévu, il est possible de transférer le programme principal en EEPROM, à partir de l'adresse **\$FF00**.

Attention : l'origine du programme principal doit d'abord être déplacée à l'adresse \$0000 (au lieu de \$0020) dans

KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11

Figure 12

```

*****
****      Figure 12:      ****
****      gestion de la fonction réglage      ****
****      de l'heure et des minutes.      ****
****      (Début du programme: adresse $FE80)      ****
*****

HR          EQU $0010
MN          EQU $0011
ADJUST     EQU $001E
TRANSCOD   EQU $FA20

                ORG $0000

*****      SOUS PROGRAMME IRQ2      ****
*****

HR_MN      LDA    ADJUST
            CMPA  #1          (ADJUST = 1 ?)
            BNE  HEURE      (sinon, test HR)
            LDA  MN          (si oui, inc MN)
            ADDA #1
            DAA
            STAA MN
            CMPA #$60      (minute = 60?)
            BLO AFFICH     (sinon retour)
            CLR  MN          (si oui, MN=0)
            BRA  AFFICH

HEURE      LDA    HR
            ADDA #1
            DAA
            STAA HR
            CMPA #$24      (heures = 24?)
            BLO AFFICH     (sinon retour)
            CLR  HR          (si oui, HR=0)
            JSR  TRANSCOD   (transcodage:)
            RTS             (HEXA / 7seg.)

AFFICH

```

Figure 13

```

*****
****      Figure 13 : HORLOGE 00:00 à 23:59      ****
****      (Début du programme: adresse $20 en RAM)      ****
*****

TMSK1      EQU $1022      (TMSK1 = masque d'interruption)
TMSK2      EQU $1024      (TMSK2 = masque d'interruption)
PACTL      EQU $1026      (PACTL = taux interruptions RTI)
ADCTL      EQU $1030      (ADCTL = registre contrôle CAN)
OPTION     EQU $1039      (OPTION = configuration CAN/RTI)
FILE       EQU $00C0
HR         EQU $0010
MN         EQU $0011
DIGIT0     EQU $0012
DIGIT1     EQU $0013
DIGIT2     EQU $0014
DIGIT3     EQU $0015
TEST       EQU $0016
TIMER      EQU $0017      (variable TIMER / base de 1s)
COLOR      EQU $0018
SEC        EQU $0019
ADJUST     EQU $001E
AFFMUX     EQU $FB00
SPOC1      EQU $FC00
SPRTI      EQU $FD00
SPIRQ      EQU $FE00

                ORG $0020

*****      PROGRAMME PRINCIPAL      ****
*****

DEBUT      LDS    #PILE
            CLR   TEST
            CLR   COLOR
            CLR   ADJUST
            CLR   HR
            CLR   MN
            CLR   SEC
            LDA  #$3F
            STAA DIGIT0
            STAA DIGIT1
            STAA DIGIT2
            STAA DIGIT3
            CLR  TIMER
            LDA  #$10100000      (init CAN+IRQE)
            STAA OPTION
            LDA  #$80010000      (CAN:conv. continue)
            STAA ADCTL
            LDA  #$800000011      (Taux RTI=32ms)
            STAA PACTL
            LDA  #$10000000      (valid OC1I)
            STAA TMSK1
            LDA  #$01000000      (valid RTII)
            STAA TMSK2
            CLI

****      BOUCLE DU PROGRAMME PRINCIPAL      ****
*****

SUITE      LDA  COLOR
            BNE  SUITE2
            COM  TEST
SUITE2     JSR  AFFMUX
            BRA  SUITE

*****      INITIALISATION VECTEUR RTI      ****
*****

                ORG $00EB
                JMP  SPRTI

*****      INITIALISATION VECTEUR IRQ      ****
*****

                ORG $00EE
                JMP  SPIRQ

*****      INITIALISATION VECTEUR TOC1      ****
*****

                ORG $00DF
                JMP  SPOC1

```

le listing source avant d'effectuer l'assemblage. Il faut alors initialiser les vecteurs d'interruption qui seront placés manuellement dans la partie haute de l'EEPROM, et penser à ajouter le vecteur de reset (basé en \$FFFE) dans lequel on placera l'adresse de début du programme principal (\$FF00).

Veillez vous référer à l'article **LED n°147** pour obtenir des informations détaillées sur les interruptions en mode Monochip.

A titre d'information, rappelons que le vecteur **TOC1** est situé à l'adresse \$FFE8, que **RTI** est à l'adresse \$FFF0 et que **IRQ** se trouve en \$FFF2. Il ne

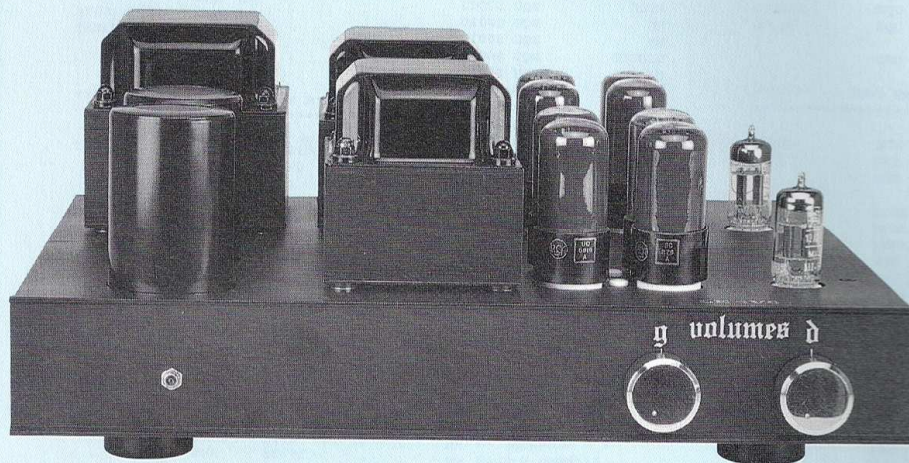
reste plus ensuite qu'à enlever, sur le kit, le strap de sélection de mode (celui qui est le plus proche du micro-

contrôleur) avant de relancer (enfin !) le kit en mode **Monochip**.

Bernard Dalstein

LA TÉTRODE 6V6-GT

DOUBLE PUSH-PULL OU SINGLE-END



Curieusement c'est un tube de puissance dont on parle peu et qui pourtant, d'après les «anciens» (ceux qui ont bien connu l'époque des «lampes», avant la mise sur le marché des premiers transistors au germanium) était une excellente tétrode. De fabrication plus ancienne et beaucoup plus délicate à produire qu'une pentode EL84, la 6V6 serait d'après eux un tube plus musical, moins agressif. C'est ce que nous allons essayer de découvrir avec cette étude.

La 6V6, utilisée en push-pull, permet de développer une puissance identique à ce que nous obtenons avec deux EL84, soit environ 12 Weff.

Cette puissance, un peu faible pour permettre l'écoute des nombreuses enceintes proposées sur le marché Hi-Fi, nous allons la porter à une vingtaine de watts en étudiant d'emblée un double push-pull de 6V6.

La possibilité d'atteindre une puissance plus attrayante n'est pas le seul critère. En effet, tout au long des études proposées dans cette série d'appareils à

tubes, nous avons constaté que le seul fait de relier entre eux plusieurs tubes en parallèle, que ce soit en «Push-Pull» ou en «Single-End» permettait une restitution plus dynamique de la musique. Est-ce uniquement par réduction de la résistance interne du tube ?

LA TÉTRODE 6V6

C'est un tube à l'enveloppe plus volumineuse que celle de l'EL84, avec une embase OCTAL 8 broches. Cette embase vous est communiquée en figure 1. Par convention elle est vue côté broches,

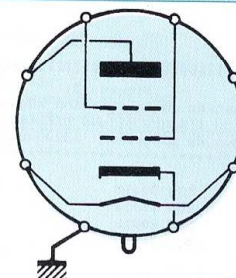


Figure 1

donc de dessous. Un petit téton sépare les broches (1) et (8), avec mise à la masse de la broche (1).

La disposition interne des électrodes est identique à celle de sa «grande sœur», la 6L6. Etant une tétrode, il n'y a donc pas de «grille supprimeuse».

La tension de chauffage du filament est de 6,3 V avec une consommation de 0,45 A.

SES LIMITES

- Tension anodique max : 300 V
- Tension grille 2 max : 300 V
- Puissance anodique max : 12 W
- Puissance grille 2 max : 2 W

PUSH-PULL CLASSE A-B

- Polarisation grille 1 : -20 V
- Signal max de crête (grille à grille) : 40 V
- Courant anodique total (signal nul) : 78 mA
- Courant anodique total (signal max) : 90 mA
- Courant total grilles 2 (signal nul) : 5 mA
- Courant total grilles 2 (signal max) : 13,5 mA
- Résistance de charge entre anodes : 8 kΩ
- Puissance de sortie (signal max) : 13 W
- Distorsion (signal max) : 4 %

L'ÉLECTRONIQUE EN DOUBLE PUSH-PULL

Le schéma de ce double push-pull de 6V6 vous est proposé en figure 2. Nous abandonnons le tandem EF86/ECC83 avec déphaseur de Schmitt au profit

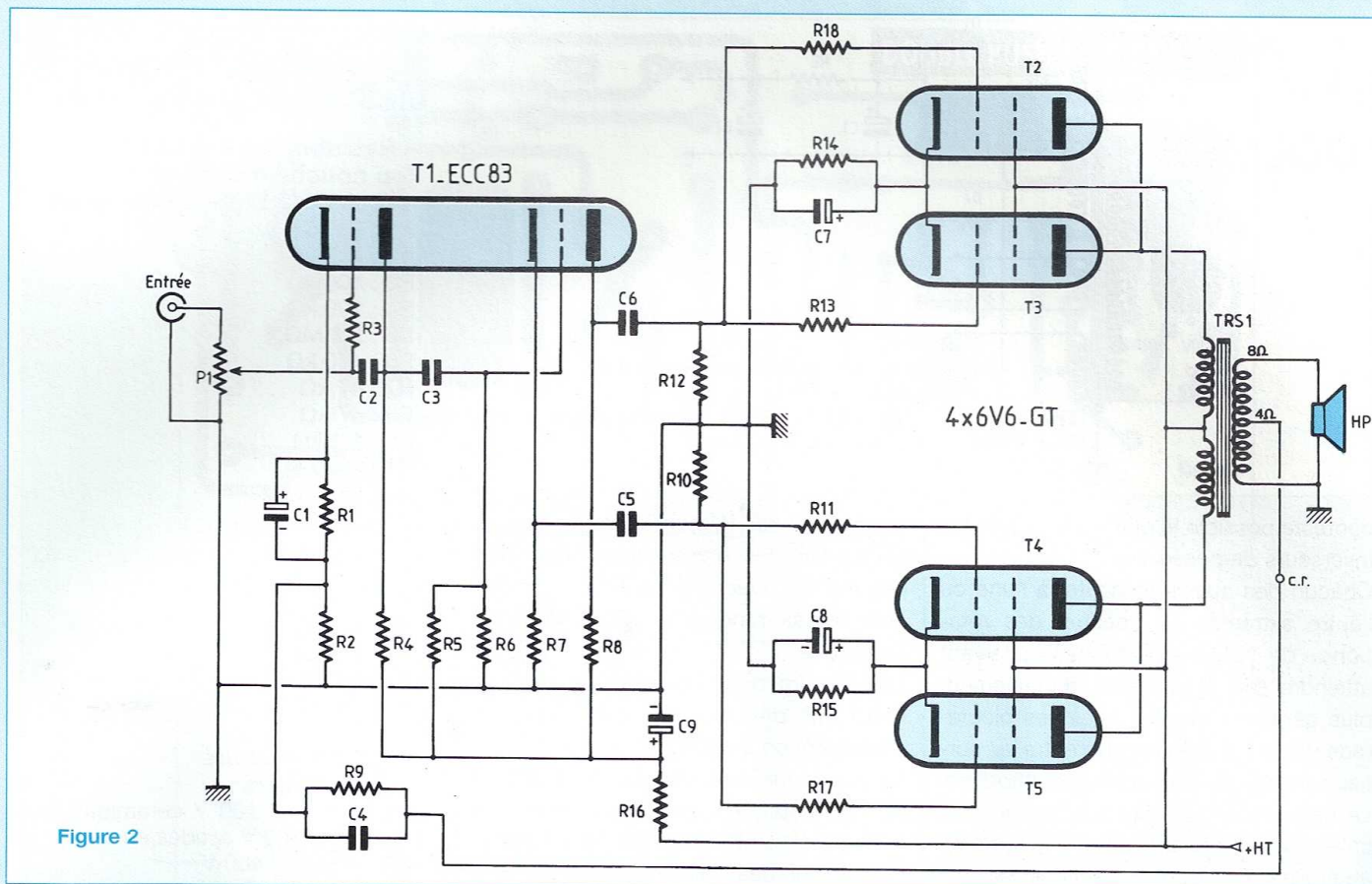


Figure 2

d'une seule triode ECC83 avec déphaseur cathodyne.

Notre intention étant de faire également «tourner» cette réalisation en Single-End, comme le Quatuor du Led n°140, nous préleverons la modulation à basse impédance sur la cathode de l'ECC83 plutôt qu'à haute impédance sur son anode.

Une double triode à grand gain est donc utilisée, une moitié en amplification en tension, l'autre moitié en déphaseur.

L'AMPLIFICATION

La modulation parvient à la grille de la triode au travers d'une résistance de forte valeur R3 (100 kΩ).

Le potentiomètre permet de doser l'amplitude de la modulation afin de ne pas surcharger l'entrée, ce qui peut facilement se produire si l'amplificateur est relié à un lecteur de CD.

Le réseau R3/C2, liaison plaque-grille, correspond à une réaction négative de tension (RNT). Il sert à redresser la réponse de l'amplificateur et équivaut à un releveur de graves.

La cathode sert à la polarisation du tube au moyen de la résistance R1 qui est découplée par une capacité de valeur suffisante pour que l'on puisse négliger son effet jusqu'aux fréquences les plus basses du spectre à reproduire.

Avec pour R1 une valeur de 2,7 kΩ et pour C1 une valeur de 47 μF, la fréquence de limitation à -3 dB se situe vers 1,25 Hz.

La charge d'anode effectuée par la résistance R4 de 100 kΩ permet d'obtenir un coefficient d'amplification important.

Afin de minimiser le bruit de cet étage amplificateur, une cellule de filtrage est insérée dans la ligne d'alimentation et comprend les éléments R16/C9.

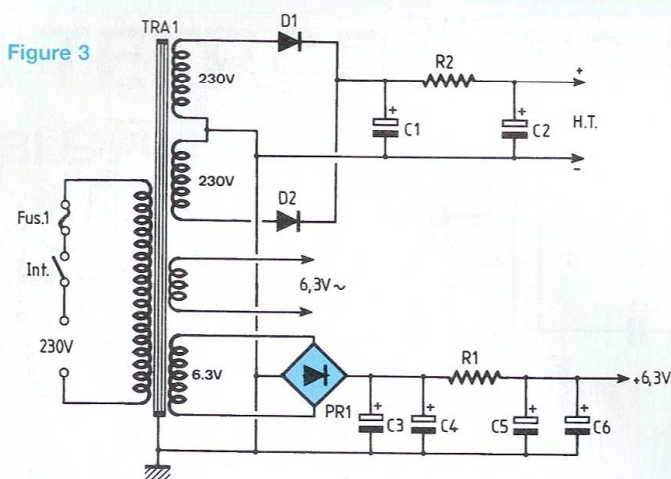
LE DÉPHASAGE

Après amplification, la modulation est prélevée sur l'anode de la triode par un condensateur dit de «liaison». Il prélève l'alternatif et bloque le continu. La tension continue est en effet à un potentiel très élevé en ce point du montage et incompatible avec la polarisation de grille de l'autre triode. C3 après s'être chargé, ne se laisse donc traverser que par le signal alternatif.

La polarisation de grille est assurée par le pont résistif R5/R6 (qui shunte la haute tension) et la résistance de cathode R7. Les résistances R7 et R8 ont la même valeur nominale (ici 47 kΩ) puisque nous devons obtenir deux signaux de même amplitude mais en opposition de phase. Le déphasage de 180° est automatique entre cathode et anode, tout comme il l'est entre émetteur et collecteur d'un transistor.

L'inverseur de phase cathodyne est sans

DOUBLE PUSH-PULL OU SINGLE-END



conteste possible le plus symétrique des inverseurs de phase.

Chacun des autres présente, à l'une ou l'autre extrémité du spectre, des rotations de phase parasites pouvant atteindre 90° et qui sont certainement plus gênantes que les quelques picofarads d'écart que l'on trouve entre les sorties «anode» et «cathode» du cathodyne. Le cathodyne n'est autre qu'un amplificateur opérationnel série dans lequel on a fait $R_a = R_k$ pour que son gain se rapproche le plus possible de 1. Ici $R_a = R_8$ et $R_k = R_7$.

Le tube qui l'équipe doit être une triode à grand μ , d'où le choix d'une ECC83.

Amplifiée, déphasée, la modulation se dédouble puis est prélevée par les condensateurs de liaison C5 et C6 pour être transmise à l'étage de puissance de type double push-pull.

L'ÉTAGE DE PUISSANCE

Nous y trouvons deux tubes connectés en parallèle qui chargent un demi-primaire du transformateur de sortie.

La polarisation de cathode est commune, R14/C7 pour le signal déphasé et R15/C8 pour le signal en phase (par rapport à celui appliqué sur la grille du déphaseur par C3).

Chaque «grille de commande» des 6V6 est connectée à une résistance de stabilisation (tout comme pour la «gate» d'un Mos-Fet).

Les résistances R10 et R12 forment avec C5 et C6 des filtres passe-haut (tout comme C3 avec R6) qu'il faut calculer pour ne pas tronquer le bas du spectre à reproduire.

Les valeurs préconisées, R/330 k Ω et C/0,1 μ F déterminent une fréquence d'intervention à 4,8 Hz.

Il en va de même pour les condensateurs de découplage des résistances de cathode R14 et R15. Comme les résistances ont des valeurs beaucoup plus faibles que précédemment, les condensateurs vont devoir être augmentés fortement et il n'est plus question de mettre en place des condensateurs au polypropylène ou au plastique métallisé.

Les valeurs préconisées, R/270 Ω et C/470 μ F autorisent une réponse en fréquence jusqu'à 1,25 Hz.

Les «grille écran» sont directement connectées au (+) haute tension comme le point milieu du primaire du transformateur de sortie.

LA CONTRE-RÉACTION

La modulation est prélevée sur la prise 4 Ω du secondaire du transformateur de sortie par une cellule parallèle R9/C4.

Le signal est réinjecté sur la cathode de la triode amplificatrice aux bornes d'une résistance de faible valeur R2.

Le condensateur C4 va permettre d'absorber les oscillations présentes et

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- Résistances à couche (ou couche métallique) $\pm 5\%$ / 1/2 W sauf indication

R1 : 2,7 k Ω
 R2 : 100 Ω
 R3 : 100 k Ω
 R4 : 100 k Ω
 R5 : 2,2 M Ω
 R6 : 470 k Ω
 R7 : 47 k Ω
 R8 : 47 k Ω
 R9 : 1,1 k Ω
 R10 : 330 k Ω
 R11 : 1 k Ω
 R12 : 330 k Ω
 R13 : 1 k Ω
 R14 : 270 Ω / 3 W
 R15 : 270 Ω / 3 W
 R16 : 10 k Ω / 1 W
 R17 : 1 k Ω
 R18 : 1 k Ω
 P1 : pot 10 k Ω log.

- Condensateurs non polarisés

C2 : 22 pF / 160 V céramique (ou 2x47 pF / 100 V soudés en série)
 C3 : 100 nF / 400 V
 C4 : 0 à 680 pF / 63 V
 C5 : 100 nF / 400 V
 C6 : 100 nF / 400 V

- Condensateurs électrochimiques radiaux

C1 : 47 μ F / 16 ou 25 V
 C7 : 470 μ F / 16 ou 25 V
 C8 : 470 μ F / 16 ou 25 V
 C9 : 100 μ F / 400 V

- Tubes électroniques

T1 : ECC83 ou 12AX7
 T2 à T5 : 6V6-GT

- Divers

4 supports OCTAL pour C.I.
 1 support NOVAL pour C.I.
 TRS1 : transformateur de sortie à impédance primaire 4 k Ω plaque à plaque.
 Impédances secondaires 4-8 Ω / 30 W
 Fil de câblage de 1 mm² de section
 8 picots à souder
 Fil de cuivre étamé de 10/10°

LA 6V6 FACE A L'EL84

Figure 4

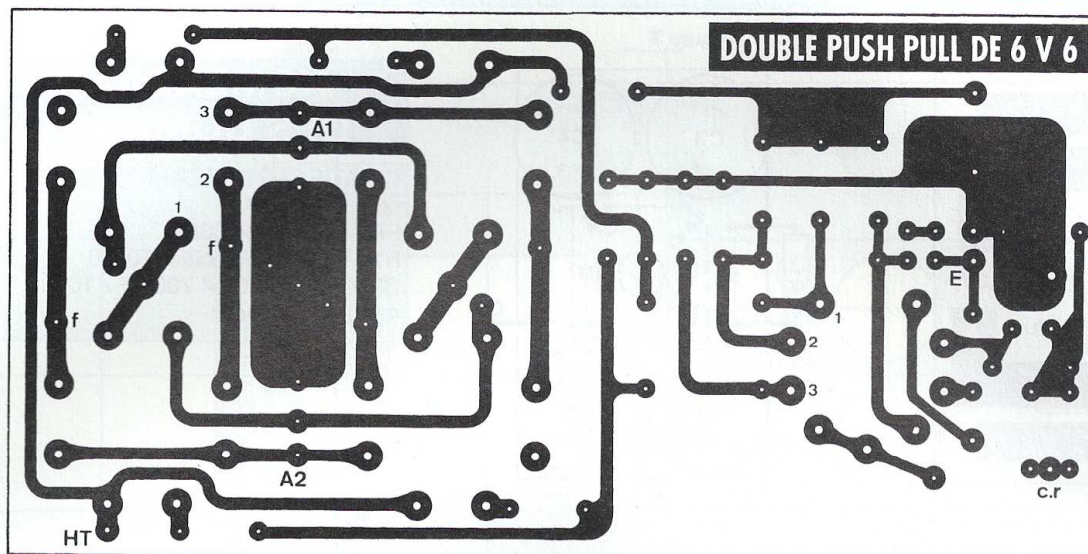
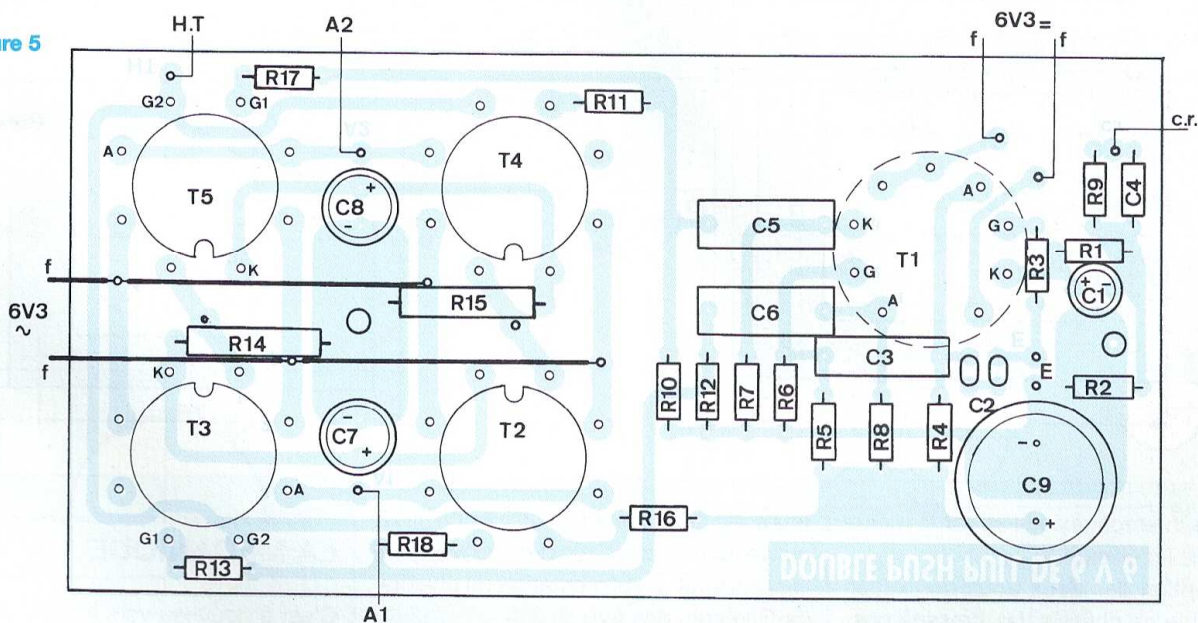


Figure 5



visibles sur les paliers d'un signal carré observé à une fréquence de 10 kHz.

L'ALIMENTATION DU DOUBLE PUSH-PULL

La haute tension devant être de l'ordre de +300 V comme le mentionne la figure 3, nous utilisons un transformateur capable de fournir une tension alternative de 2x230 V. Après redressement, nous insérons une cellule de fil-

trage R/C en π pour lisser la tension continue.

En ce qui concerne la basse tension, nous disposons de deux enroulements de 6V3.

L'un alimente directement en alternatif les filaments des tubes de puissance 6V6, l'autre est redressé et la tension continue est ensuite soigneusement filtrée par une cellule R/C en π .

Ce chauffage en continu est bien entendu réservé aux triodes ECC83.

LES MODULES

L'AMPLIFICATION

Tous les composants sont regroupés, à l'exception du transformateur de sortie bien évidemment sur un circuit imprimé de dimensions 144x72 mm.

Le tracé des pistes cuivrées vous est proposé en figure 4, grandeur nature. Le soudage des supports NOVAL et OCTAL directement au C.I. réduit considérable-

DOUBLE PUSH-PULL OU SINGLE-END

Figure 6

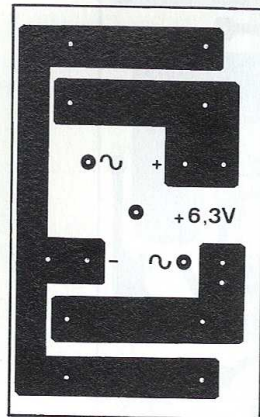
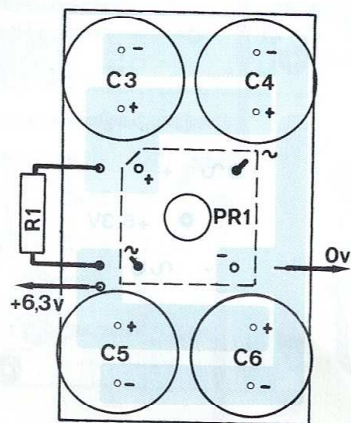


Figure 7



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CHAUFFAGE FILAMENTS 6,3 V

PR2 : pont PBPC807
 R1 : 1 Ω / 20 W boîtier T0220
 C3, C4, C5, C6 : 4 700 μ F / 16 V
 4 picots à souder

Figure 9A

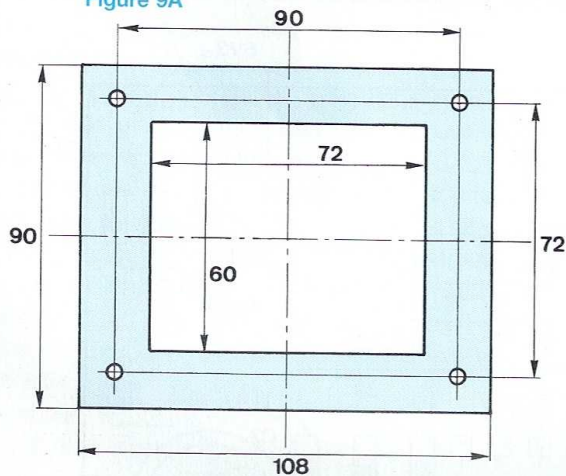
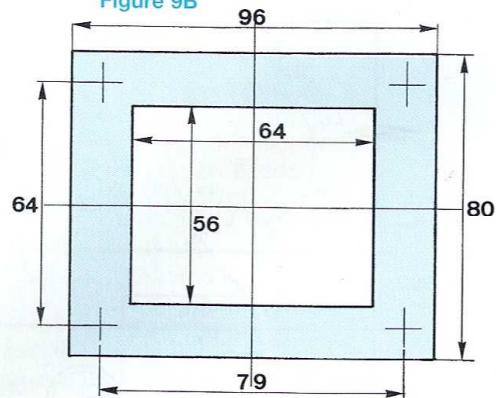


Figure 9B



ment les interconnexions et par là même les risques d'erreurs.

A l'exception des deux trous de fixation du module au châssis, les grosses pastilles seront forées à un diamètre de $\varnothing 1,6$ mm, les pastilles moyennes (pour le soudage des picots mâles) à $\varnothing 1,3$ mm et toutes les autres à $\varnothing 0,8$ ou 1 mm.

Le plan de câblage de la figure 5 et la nomenclature des composants permettent d'insérer les bonnes valeurs aux bons endroits.

Les supports sont à **souder côté pistes cuivrées**, comme pour toute cette série d'amplificateurs, ce qui fait apparaître les tubes sur le dessus du châssis.

Attention à l'orientation des 4 condensa-

teurs électrochimiques. Utiliser du fil de cuivre étamé de 10/10^e et gainé pour réaliser les straps d'alimentation du chauffage filaments des 6V6.

Souder des picots pour les interconnexions à venir (au nombre de 8).

LE CHAUFFAGE FILAMENT

C'est un circuit que nous avons utilisé à maintes reprises et que nous retrouvons en figure 6 pour les liaisons cuivrées. Il permet d'y regrouper 4 condensateurs de filtrage, la résistance chutrice pour obtenir du +6,3 V et le pont redresseur.

Le plan de câblage de la figure 7 n'autorise aucune erreur. Le pont redresseur est soudé côté pistes cuivrées.

LA MÉCANIQUE

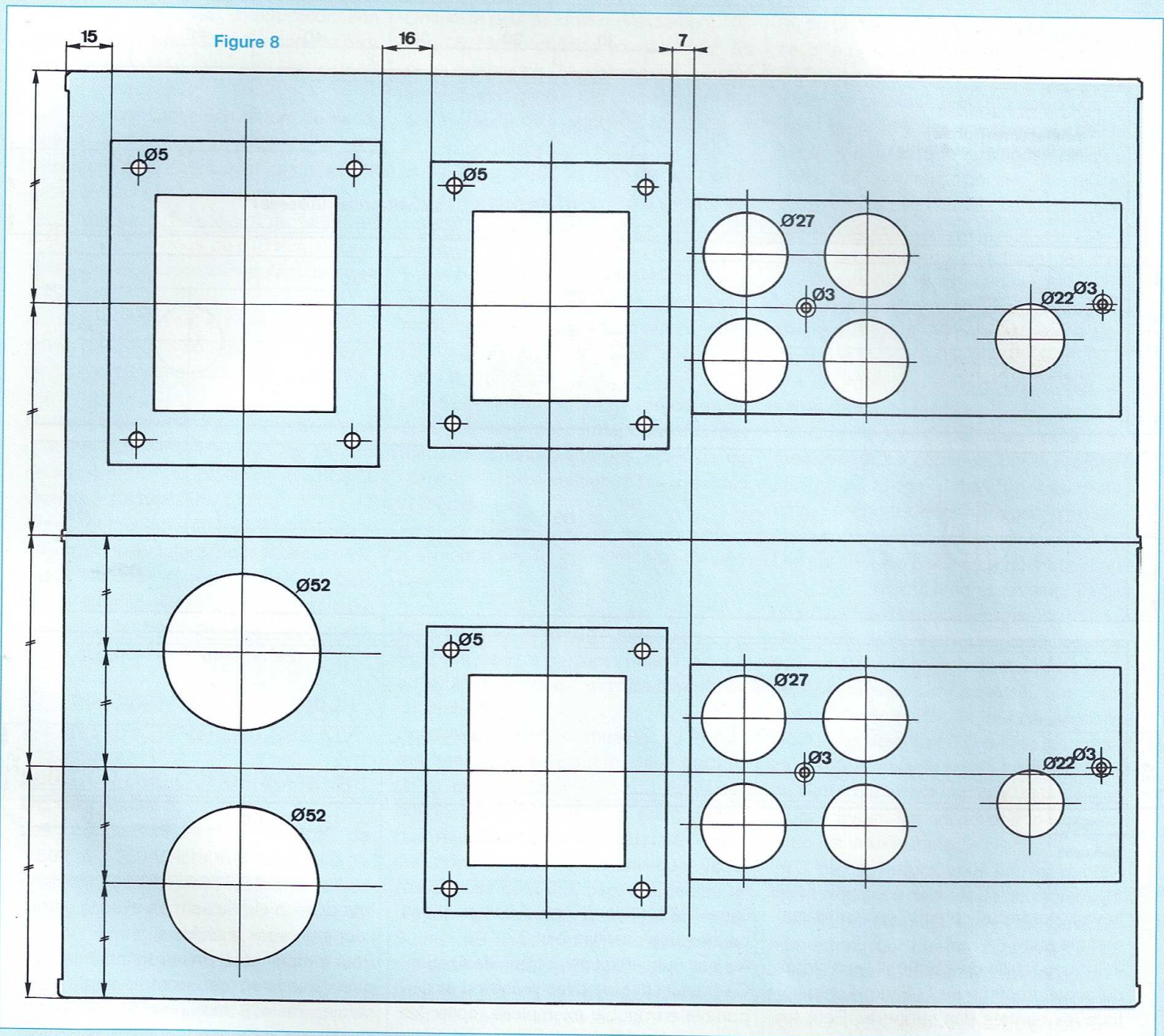
C'est à nouveau vers le coffret IDDM de référence 55360 que nous nous tournons.

Ce profilé d'aluminium se travaille facilement tout en étant rigide.

La mise dos à dos de deux éléments permet de disposer d'une surface de travail de 360x308 mm. Sa hauteur de 55 mm en fait un châssis idéal, non magnétique. La figure 8 indique l'emplacement que vont occuper les gros éléments, tels que transformateurs et condensateurs de filtrage.

Nous voyons aussi que la disposition

LA 6V6 FACE A L'EL84



adoptée est différente de celle des autres amplificateurs, toute l'électronique étant située sur la droite dans chacun des coffrets. Cette figure comporte un minimum de cotations mais permet d'y placer avec précision les différentes pièces volumineuses. Vous connaissez maintenant notre méthode de travail.

La figure 9 donne les dimensions des transformateurs ainsi que les fenêtres à

découper pour le passage des carcasses. La figure 9A correspond au transformateur d'alimentation et la 9B au transformateur de sortie.

Sur une feuille de papier ou de calque, il faut dessiner ces deux figures afin de pouvoir ensuite les coller sur le châssis comme l'indique la figure 8. Ne pas oublier qu'il y a deux transformateurs de sortie.

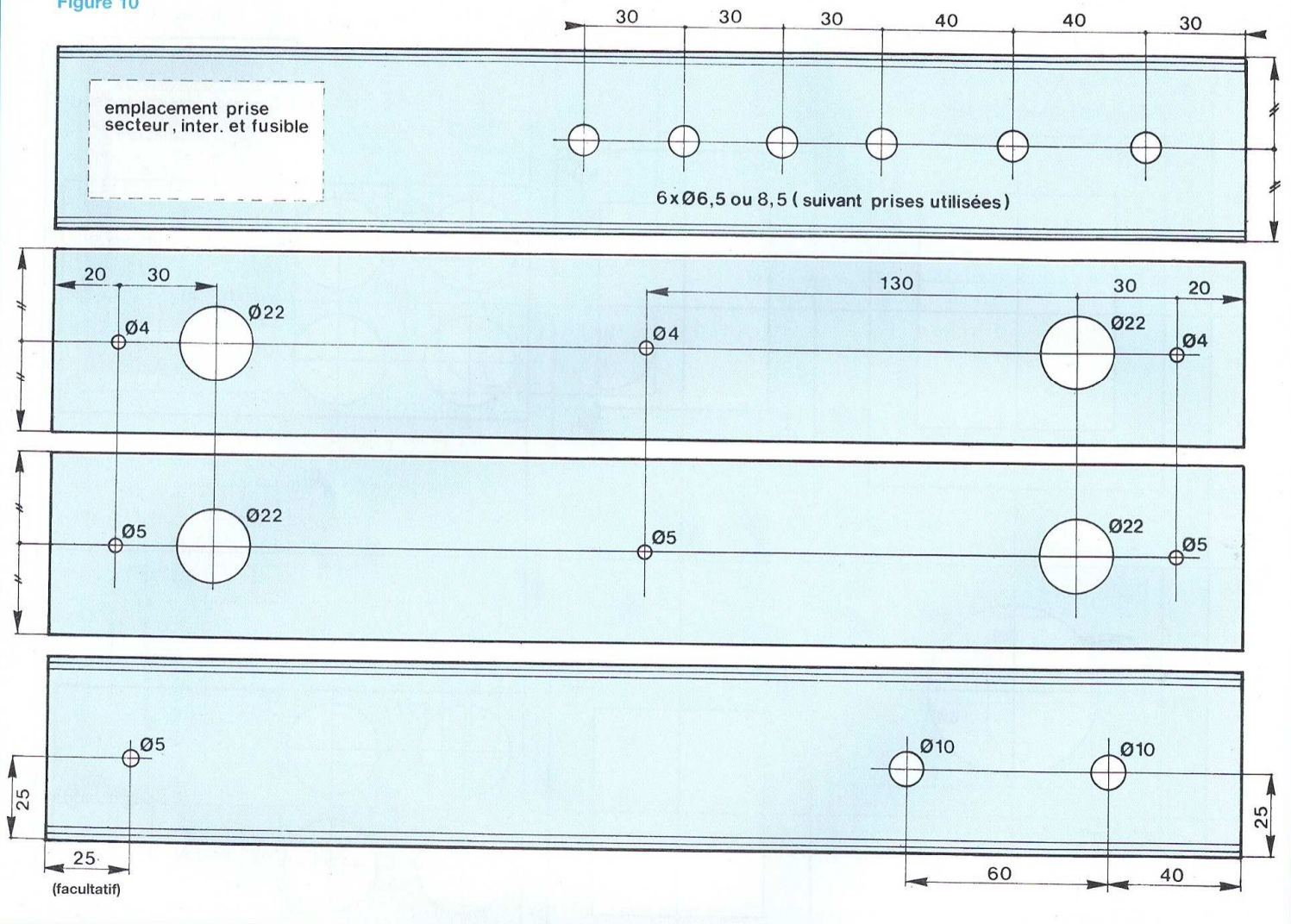
Les trous à $\varnothing 52$ rappellent, si vous nous suivez régulièrement, ceux que nous avons effectués pour la triode 845. Plusieurs procédés sont applicables : emporte-pièce, scie à lame abrasif et lime demi-ronde.

Reste le positionnement des deux modules et les 10 trous à découper à $\varnothing 27$ mm ou $\varnothing 22$ mm.

Seul un emporte-pièce vous donnera un

DOUBLE PUSH-PULL OU SINGLE-END

Figure 10



travail propre et précis en pratiquant comme suit :

- Sur une feuille de calque et en s'aidant du circuit imprimé de la figure 4, repérer tous les centres des supports. Pour les supports OCTAL, ils passent à l'horizontal à égale distance entre les centres des pastilles 2 et 3.

A la verticale, ils passent de la même façon entre les pastilles 1 et 8 et à égale distance des centres.

L'intersection des abscisses et des ordonnées vous détermine les centres des 4 supports OCTAL.

Pour le support NOVAL, la ligne verticale passe par le centre de la pastille 5 et la

ligne horizontale à égale distance des centres des pastilles 2 et 3.

Ne pas oublier les deux trous de fixation. Ce travail effectué avec précision et disponible en double exemplaire, coller les feuilles au châssis.

Il est maintenant possible de poinçonner tous les centres des forages que nous avons à pratiquer, 28 au total.

Utiliser un foret de $\varnothing 2$ mm au départ, afin de bien centrer les trous et augmenter progressivement les perçages à $\varnothing 3$, $\varnothing 4$...

Les emporte-pièces demandent des forages à $\varnothing 11$ mm pour le passage de la vis de serrage ($\varnothing 16$ pour celui de 50).

Introduire la vis de serrage avec la partie coupante sous le châssis.

Pour obtenir une précision parfaite, on peut dessiner, en complément, des cercles de $\varnothing 29$ mm pour les supports NOVAL et $\varnothing 38$ mm pour les supports OCTAL. Le cylindre en descendant dans la tige filetée doit «épouser» parfaitement ces cercles si le centrage est correct.

La figure 10 précise le travail à effectuer dans les faces «avant» et «arrière» des deux coffrets.

La face arrière reçoit les prises d'entrées et sorties ainsi que la prise secteur. Pour la prise secteur, nous ne précisons pas les cotations, chaque lecteur pouvant

LA 6V6 FACE A L'EL84

choisir sa prise, son interrupteur, son porte-fusible. Nous avons équipé le prototype d'un bloc compact prise/inter/fusible encastrable.

Les faces médianes permettent de visser dos à dos les deux coffrets et les découpes à $\varnothing 22$ mm vont permettre le passage des câbles d'interconnexions.

Le travail de la face avant se réduit au forage de deux trous de $\varnothing 10$ mm, nécessaires par la fixation des potentiomètres de volume.

Le châssis terminé, enlever les papiers collés (ou ce qu'il en reste) et le nettoyer au trichloréthylène pour bien le dégraisser.

Mettre en place les 4 entretoises filetées (filetage M3) femelle/femelle de 15 mm de longueur en les bloquant avec de la visserie à tête fraisée.

C'est le moment de pulvériser 2 à 3 couches de peinture pour masquer les petits «bobos» et redonner au châssis l'éclat du neuf. Attention à la poussière ! L'anodisation noire de l'aluminium n'autorise que des couleurs foncées.

EQUIPEMENT DU CHÂSSIS ET INTERCONNEXIONS

FIXATION DES CONDENSATEURS DE FILTRAGE

Les condensateurs de filtrage de 1 500 μ F / 350 V sont maintenus énergiquement par des brides métalliques. Ces brides sont fixées contre une plaque de 78x146 mm qui coulisse dans les rainures du coffret avant. Cette plaque (sur le prototype un morceau de verre époxy) est, comme sur le dessus du coffret, percée de deux trous de $\varnothing 52$ mm (voir figure 8).

Il suffit alors de descendre chaque condensateur dans les deux trous de $\varnothing 52$ mm, de les enfiler dans les brides puis de les bloquer avec les vis de serrage.

EQUIPEMENT DU CHÂSSIS

On commence par la connectique à l'arrière du châssis, puis les potentiomètres en face avant.

On fixe le petit module redressement / filtrage 6,3 V au châssis en se servant du pont redresseur, le châssis lui servant ainsi de dissipateur. On utilise à cet effet la visserie de 4 au centre du châssis (voir 3^{ème} de couverture).

Ensuite, mettre en place les deux modules de puissance en les posant sur les entretoises filetées, puis les immobiliser avec de la visserie de 3x5 mm. Si vous avez travaillé la mécanique avec précision, les 5 supports de chacun des modules doivent apparaître bien centrés par rapport aux découpes effectuées dans le châssis.

On insère les transformateurs de sortie dans les fenêtres correspondantes, les primaires orientés vers les modules de commande, puis on immobilise avec des écrous de 4.

Faire de même avec le transformateur d'alimentation, le primaire orienté vers l'extérieur.

LES INTERCONNEXIONS

Pour les interconnexions, nous utilisons du câble de section 1 mm² de différentes couleurs.

Commencer par le primaire du transformateur d'alimentation en partant de la prise secteur 220 V ~. Nous ne donnons pas de précision étant donné que nous utilisons une plaquette moulée prise/inter/porte-fusible que vous n'adopterez peut-être pas. Cependant la progression du câblage reste la même. Souder les anodes des deux diodes de redressement, des BYW96E sur le prototype, aux cosses extrêmes de l'enroulement haute tension de 2x230 V~.

Réunir leurs cathodes et y souder un câble (de couleur rouge) dont l'autre extrémité sera connectée, par l'intermédiaire d'une cosse, au (+) du condensateur de filtrage de tête de 1500 μ F.

Souder deux câbles (de couleur rouge pour repérer le +H.T.) à une cosse vissée au canon (+) du deuxième condensateur de filtrage, l'un d'une longueur de 20 cm et l'autre d'environ 40 cm. Chacun de ces fils doit ensuite être relié aux cosses

(+) du primaire du transformateur de sortie et au picot H.T. du module (près de R17).

Relier les picots (A1) et (A2) des modules aux cosses (P) des transformateurs de sortie (P pour plaque ou anode), avec du câble de couleur «verte». Picots et cosses se trouvent face à face à une distance de 6 cm.

Relier les câbles du chauffage des filaments des 6V6 de chacun des modules au transformateur d'alimentation, enroulement 6,3 V/5 A, en prenant soin de torsader les fils sur toute la longueur.

Sur le prototype, nous avons utilisé du câble de couleur «noire».

Relier les picots (f) des modules à l'alimentation 6,3 V continue. Sur le prototype, nous avons utilisé un câble en nappe 4 conducteurs «Rouge/Vert/Bleu/Noir».

Les fils «Rouge/Bleu» sont connectés au picot (+) du module redressement / filtrage et les fils «Vert/Noir» au picot (-).

Relier les picots «c.r.» des modules aux cosses 4 Ω des transformateurs de sortie. Fils «blancs» sur l'appareil.

Avec du câble HP de bonne section, relier les cosses 0 et 8 Ω des transformateurs aux bornes de sortie. La polarité (+) de notre câble est repérée par un filet rouge. Eviter les inversions de phase entre les deux canaux.

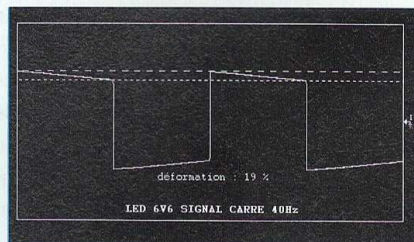
En 3^e de couverture, vous pouvez remarquer l'existence de 4 fils de faible section «jaune/vert» soudés à des cosses. Ils permettent de mettre à la masse la broche 1 des tétrodes 6V6 (blindage).

Nous n'avons constaté aucune amélioration dans le rapport signal/bruit de l'appareil, alors à vous de voir si vous effectuez ce câblage ou non ?

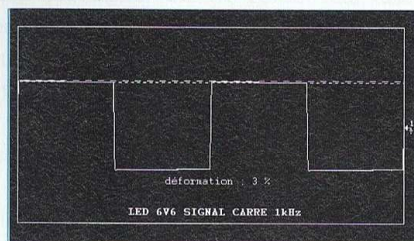
Raccorder prises Cinch et potentiomètres de volume avec du câble blindé de bonne qualité, du Gotham sur notre appareil. Câble de couleur «noire» pour le canal gauche et de couleur «rouge» pour le canal droit.

Faire de même entre modules et potentiomètres, en utilisant les curseurs de ceux-ci pour véhiculer la modulation.

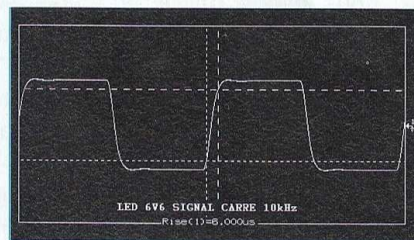
DOUBLE PUSH-PULL OU SINGLE-END



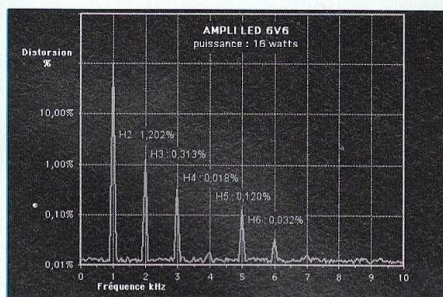
Signal carré à 40 Hz



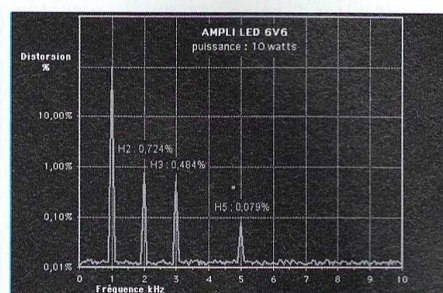
Signal carré à 1 kHz



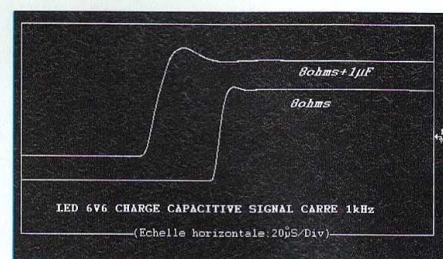
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

Puissance efficace : 20 W
Sensibilité d'entrée : 1,15 V
Puissance impulsionnelle : 21 W
(Gain de 1 W ou 5 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 105 dB
Pondéré : 120 dB
Diaphonie : 85 dB

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	16 W (-1 dB)	10 W (-3 dB)	5 W
100 Hz	1,3 %	0,82 %	0,36 %
1 kHz	1,4 %	0,82 %	0,40 %
10 kHz	1,6 %	1,25 %	0,70 %

Raccorder les pattes (~) du pont redresseur vissé au châssis à l'enroulement 6,3 V / 1,5 A du transformateur d'alimentation, fils «orange» sur notre maquette.

Le câblage de la ligne de masse

C'est d'elle que dépend le rapport signal/bruit de l'amplificateur et donc la présence ou l'élimination des bruits parasites toujours agaçants en absence de modulation.

Tout d'abord, nous avons choisi arbitrairement notre mise à la «masse châssis» à une patte de fixation du transformateur de sortie, celui près du transformateur d'alimentation.

Vérifier à l'ohmmètre que la résistance en ce point est bien nulle (par rapport aux vis de fixation des modules par exemple), si non gratter l'oxydation du châssis.

Nous avons utilisé du câble de couleur

«bleue» et avons obtenu d'excellents résultats en procédant ainsi :

- Relier entre eux les canons (-) des condensateurs de filtrage (utiliser des cosses à souder).
- Relier la cosse 0 du premier transformateur de sortie au châssis, en vissant une cosse à une patte de fixation de celui-ci.
- Relier le canon (-) du premier condensateur à la «masse châssis».
- Relier le point milieu de l'enroulement haute-tension 2x230 V au châssis.
- Relier la cosse 0 du deuxième transformateur de sortie au châssis.
- Relier une des deux cosses de l'enroulement 6,3 V destiné aux filaments des 6V6 au châssis.
- **Bien serrer** les 5 cosses contre le châssis pour s'assurer d'une parfaite mise à la masse.

- Enfin, relier les canons (+) des deux condensateurs de 1 500 μ F à la résistance bobinée R2 de 4,7 Ω / 16 W en utilisant des cosses à souder.

C'est terminé, votre appareil doit parfaitement fonctionner dès la première mise sous tension si aucune erreur de câblage n'a été commise.

PREMIÈRE MISE SOUS TENSION

QUELQUES RELEVÉS

- Tension secteur : 230 V~.
- Haute tension : après une surtension de quelques secondes à froid à +340 V, la haute tension aux bornes du deuxième condensateur de filtrage de 1 500 μ F redescend à +300 V.
- Haute tension du préamplificateur / déphaseur : +283 V après la cellule de filtrage 10 k Ω / 100 μ F.

LA 6V6 FACE A L'EL84

NOMENCLATURE

TRA1 : transformateur alimentation ACEA 2x230 V / 6,3 V-4,5 A / 6,3 V-1,5 A	4 borniers HP isolés (2 noirs + 2 rouges)
D1, D2 : diode de redressement BYW96E (ou équivalent)	1 plaquette encastrable châssis mâle avec interrupteur et porte-fusible
C1, C2 : 1 500 µF / 350 V	Cosses à souder pour vis M4 et M5
R2 : résistance bobinée 4,7 Ω / 16 W	4 pieds ø 38 mm (hauteur 20 mm)
2 châssis IDDM, référence 55360	2 boutons (volume)
2 prises Cinch châssis isolées	1 m de câble H.P. 2 conducteurs
	1 m de câble Gotham GAC1 en rouge
	1 m de câble Gotham GAC1 en noir

- Chauffage filament des 6V6 : 6,9 V~.
- Chauffage filament des ECC83 : +6,7 V.
- Tension de polarisation des 6V6 : entre +19 V + 20 V (aux bornes de R14 et R15).
- Pmax 22,73 Weff canal droit.
- Pmax 21,9 Weff canal gauche.
- Sensibilité d'entrée : 1,1 Veff.

UNE LED TÉMOIN HT

Nous n'en avons pas parlé jusqu'ici, car elle n'est nullement indispensable au bon fonctionnement de l'appareil. Cette Led de ø 5 mm présente à gauche de la face avant est alimentée directement par la résistance bobinée de 4,7 Ω. Nous prélevons la tension à ses bornes, en sachant que l'anode est reliée au (+) du premier condensateur de 1 500 µF et la cathode au (+) du second.

LES MESURES

Elles ont été faites au laboratoire de PV Editions par Mr Pierre Stemmelin et le 6V6 a subi les mêmes tests que ceux infligés aux appareils du commerce.

Nous avons gardé la même technique de «mise à la masse» que pour le précédent amplificateur (Le Sono 100 du Led n°165) et on peut dire que c'est «payant».

Le rapport signal/bruit est de 105 dB en LIN et supérieur à 120 dB en Pondéré (A). Autant dire qu'avec le 6V6 sous tension, on n'entend strictement rien dans les enceintes !

LE PEAUFINAGE

Nous avons utilisé des résistances de cathode de 270 Ω pour les 6V6, valeur normalisée oblige dans la série E12. La valeur théorique est de 255 Ω. Si vous souhaitez peaufiner votre réalisation, vous pouvez souder en parallèle sur les résistances R14 et R15 des éléments résistifs de 4,7 kΩ / 3 W. La résistance équivalente descend ainsi à 255,33 Ω.

La puissance maximale disponible va légèrement augmenter et le 6V6 va pouvoir fournir environ 2x23 Weff.

DE L'EL84 À LA 6V6

LE 6V6 est une évolution du double push-pull d'EL84 publié dans les numéros 136 et 137 de Led, évolution positive car l'écoute s'en trouve bien améliorée, sans parler du rapport signal/bruit époustoufflant.

Le châssis reste le même et l'implantation du circuit imprimé a été étudiée pour que les supports OCTAL des 6V6 puissent sortir aux mêmes endroits que les supports NOVAL des EL84.

Il suffit tout simplement d'agrandir les 4 trous et de les porter de ø22 mm à ø27 mm. Le bulbe de la 6V6 étant beaucoup plus important (diamètre) que celui de l'EL84, nous avons augmenté l'entraxe des deux paires de tubes au maximum, en fonction des trous déjà existants dans le châssis.

Pour les heureux possesseurs du double push-pull d'EL84, la modification peut être effectuée en une demie journée et à moindre coût.

Ce qui caractérise cette tétrode par rapport à la pentode EL84, c'est sa douceur, sa précision, est ce dû à un apport de micro-informations complémentaires ?

Ce que nous avons constaté depuis que nous nous passionnons pour les amplis à lampes, c'est que la qualité auditive d'un tube semble être inversement proportionnelle à son nombre de grilles.

La grille «suppresseuse» semble bien porter son nom !

L'ÉCOUTE

On peut la qualifier d'excellente sur tout le spectre audio. Les paliers peu inclinés du carré à 40 Hz témoignent d'une excellente réponse aux basses fréquences, l'énergie ne manque pas pour actionner les boomers.

Le médium est surprenant par sa précision, sa neutralité et sa dynamique, ce qui donne une présence stupéfiante à la scène sonore, proche de ce que nous avons pu écouter avec la triode 845.

L'aigu file vers le haut du spectre sans aucune agressivité, ce qui permet des écoutes prolongées sans fatigue.

Le passage d'une plage à l'autre d'un CD se fait dans un silence absolu, pas de souffle, pas la moindre ronflette.

La version double push-pull de ce 6V6 laisse loin derrière elle la version en EL84.

La puissance de 2x20 Weff permet de driver la plupart des enceintes proposées par le vaste marché de la Hi-Fi.

DU PUSH-PULL AU SINGLE-END

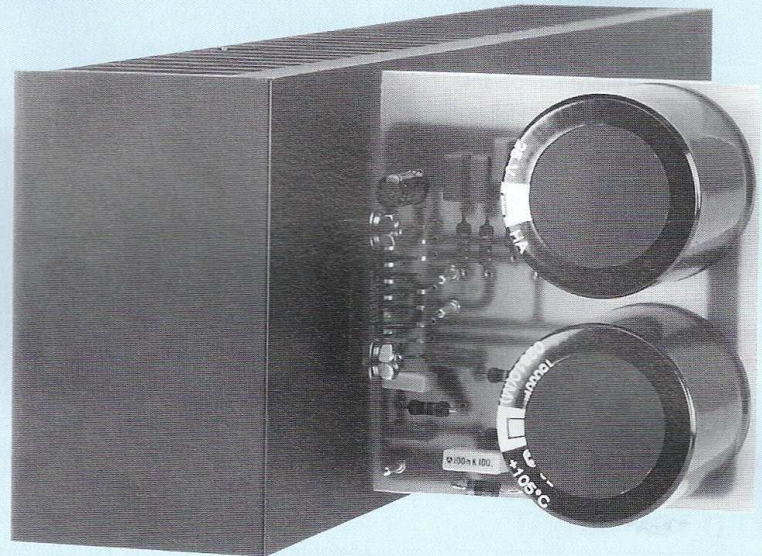
Nous aborderons cette transformation dans notre prochain numéro et sommes déjà convaincus que la version 6V6 enterrerait le QUATUOR du Led n°140.

Bernard Duval

L'AUDIOMOBILE ET LE TDA1562Q DE PHILIPS

Le circuit intégré TDA1562Q est produit par la société Philips Semiconductors.

Ce circuit est capable de fournir à lui seul une puissance aussi élevée que 50 W lorsqu'il est chargé par une impédance de 4 Ω et alimenté par une unique batterie de 14,4 V. Il est donc tout particulièrement destiné aux systèmes audio pour automobiles ou aux sonorisations de plein air.



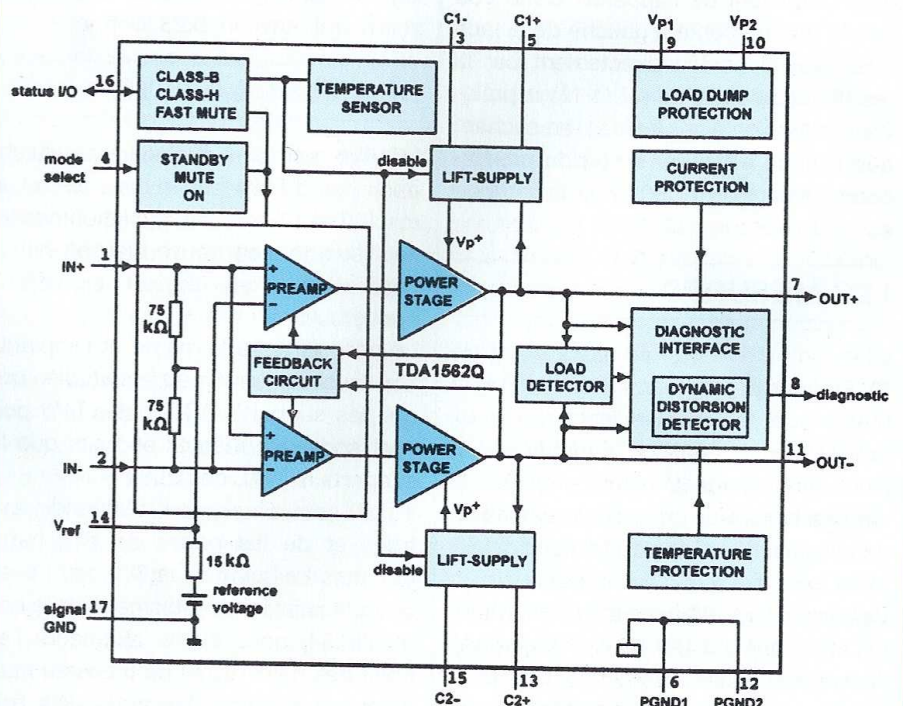
Encapsulée dans un boîtier SOT243 à 17 pattes, la puce est refroidie par l'intermédiaire d'une surface métallique placée à l'arrière et qui, dans la pratique, sera à plaquer à un dissipateur conséquent, vu la puissance que peut développer ce petit «pavé» de plastique. La fixation se fait en deux points, sans précaution particulière à prendre pour les vis.

Le maintien au radiateur est donc énergique, ce qui assure un bon transfert de la chaleur dissipée.

Nous vous communiquons en figure 1 le bloc diagramme du TDA1562Q. La «bête» renferme de nombreux étages pour traiter la modulation, mais encore pour protéger sa longévité en cas de maladroites (court-circuit, surcharge).

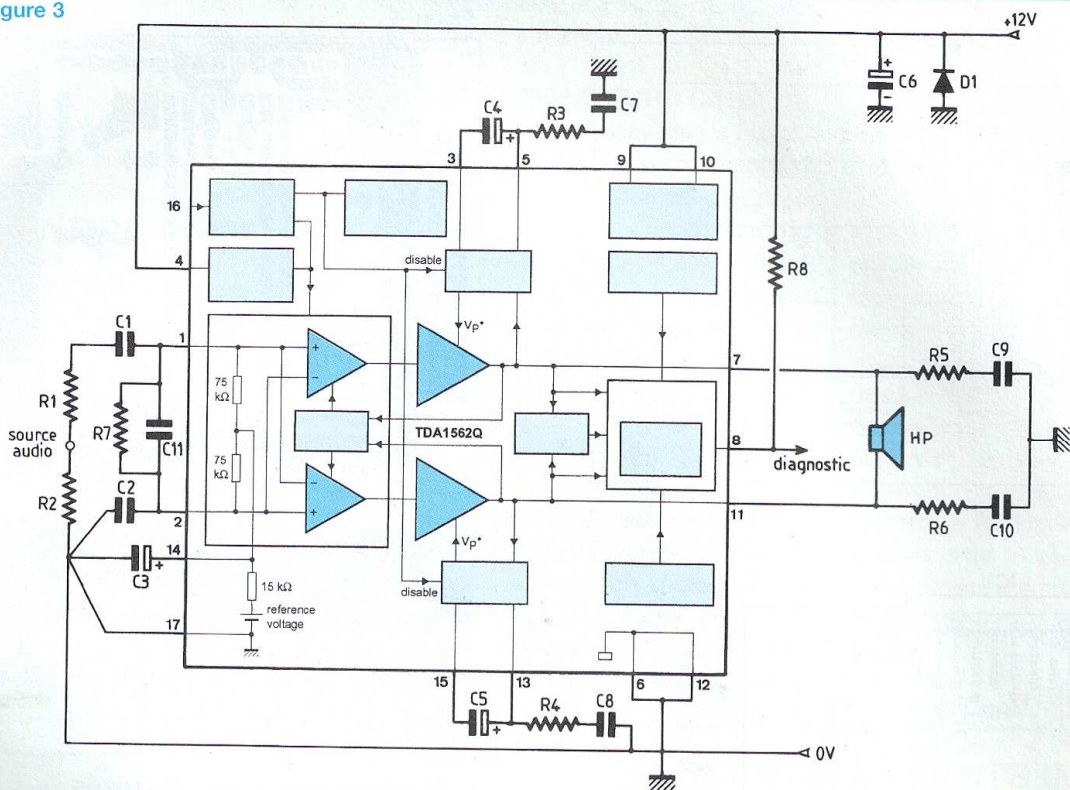
Nous y retrouvons le traditionnel Standby/Mute accessible à la broche 4, mais le plus important du TDA1562Q se concentre aux broches 3 et 5 ainsi qu'aux broches 13 et 15. Ces broches donnent accès à des convertisseurs continu/

Figure 1



MINI TENSION POUR MAXI PUISSANCE

Figure 3



continu qui élèvent et doublent la valeur de la tension d'alimentation. Il suffit tout simplement de shunter celles-ci par des condensateurs de forte capacité.

Le TDA1562Q renferme deux étages identiques dont les entrées sont accessibles aux broches 1 et 2. Pour obtenir la puissance annoncée de 50 watts, il suffit de les ponter et donc de charger les sorties en «flottant» (sans référence de masse). Le fonctionnement est assuré en injectant aux entrées deux signaux en opposition de phase, (IN+) et (IN-).

Les broches 9 et 10 sont réservées à la polarité (+) de la batterie, tandis que le (-) est appliqué aux broches 6 et 12.

La broche 8 «diagnostic» permet de détecter une distorsion dynamique trop importante (surcharge).

L'information fournie peut être utilisée pour piloter un système qui va intervenir et atténuer le signal d'entrée, limitant ainsi automatiquement cette distorsion. Cette broche permet également d'informer l'utilisateur sur un court-circuit des

sorties, sorties portées au + alimentation ou à la masse. Pendant l'anomalie de fonctionnement, la broche «diagnostic» est continuellement au niveau «bas» (Low).

Les étages de sortie sont déconnectés et seront reconnectés environ 20 ms après l'élimination du défaut.

Quand c'est la charge qui est court-circuitée, les étages de sortie sont déconnectés pendant 20 ms environ et connectés pendant 50 μ s tant que le court-circuit est présent. La sortie «diagnostic» bascule des niveaux «bas» aux niveaux «haut», 20 ms-50 μ s-20ms...

La figure 2 montre les signaux obtenus en fonction des différentes anomalies.

APPLICATION DU CIRCUIT

Très peu de composants extérieurs sont nécessaires au fonctionnement du TDA1562Q, l'intégration y étant maximum.

Nous proposons en figure 3 le schéma

très simple de l'amplificateur automobile.

L'entrée (IN+) est connectée à un condensateur de liaison qui véhicule la modulation en provenance de l'autoradio. L'entrée (IN-) est découplée à la masse par un condensateur de même valeur, C1/C2/100 nF.

La tension de référence, broche 14 est découplée par un condensateur C3 de 10 μ F.

La broche 4 du Standby est reliée directement au +12 V, de même que les broches 9 et 10.

La masse est connectée aux broches 17-6 et 12.

Les condensateurs des convertisseurs, C4 et C5, de forte valeur (15 000 μ F) shuntent les broches 3-5 et 13-15.

La broche 8 «diagnostic» est chargée par une résistance de 10 k Ω (nous l'avons omise sur notre module).

La tension d'alimentation est découplée par le condensateur C6 de 100 nF et la diode D1 protège le circuit intégré contre

LE TOA1562Q ET L'AUDIOMOBILE

Figure 2

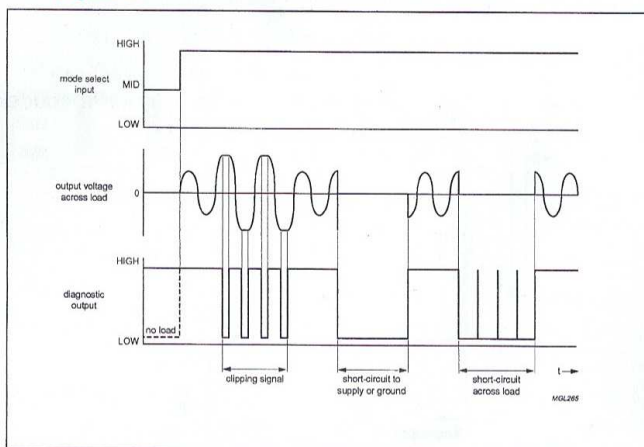


Figure 4

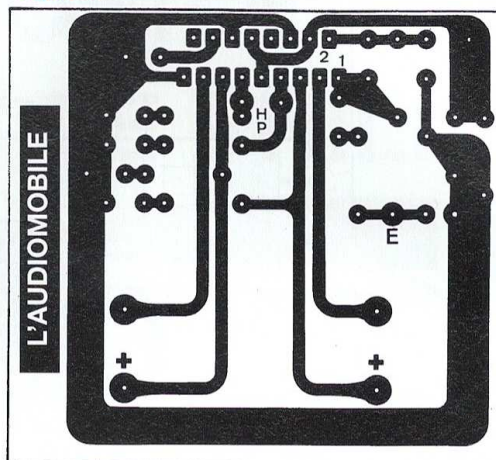
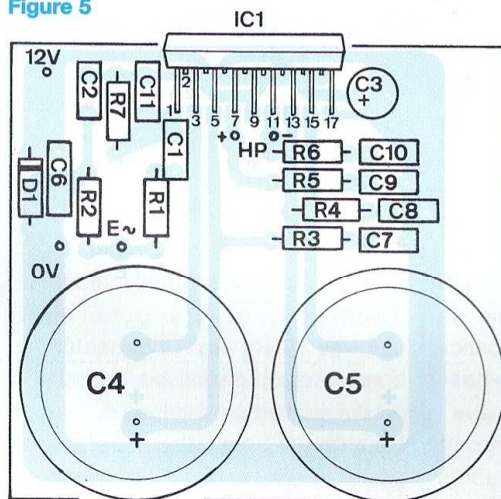


Figure 5



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- Résistances à couche $\pm 5\%$ 1/2 W

R1, R2, R8 : 10 k Ω
R3, R4, R5, R6 : 2,2 Ω
R7 : 100 k Ω

- Condensateurs non polarisés

C1, C2, C6 : 0,1 μF / 63 V
C7, C8, C9, C10 : 0,22 μF / 63 V
C11 : 100 pF

- Condensateurs polarisés

C3 : 10 μF / 16 V
C4, C5 : 15 000 μF / 25 V

- Semiconducteur

IC1 : TDA1562Q

une inversion de polarité lors du raccordement de la batterie (on ne sait jamais !). Les réseaux complémentaires R4/C8, R5/C9, R6/C10 et R3/C7 bien que n'étant pas indispensables permettent de renforcer la stabilité de fonctionnement du TDA1562Q, de même que le condensateur qui shunte les entrées (IN+) et (IN-).

LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Une implantation vous est proposée en figure 4 et à l'échelle 1 afin de vous en faciliter la reproduction si vous gravez vous-mêmes vos circuits imprimés. Les pistes sont larges, les courants véhiculés étant importants.

Deux picots de raccordement du HP sont prévus au plus près des pattes 7 et 11 du TDA1562Q.

Sans la présence des deux volumineux condensateurs des convertisseurs, le CI aurait pu être réduit de moitié.

Toutefois, réussir à obtenir un module amplificateur alimenté en 12 V de 50 W sur un CI d'une surface de 0,39 dm² reste un exploit que nous devons à Philips.

LE CÂBLAGE DU MODULE

En s'aidant de la figure 5 et de la nomenclature des composants, le câblage doit être rapidement effectué vu le peu d'éléments à insérer.

Pour le circuit intégré qui sera le dernier composant à souder, veiller à ce que le dos de celui-ci dépasse légèrement du circuit imprimé afin que la semelle métallique puisse être bien plaquée contre le dissipateur lors du vissage. C'est indispensable pour un bon transfert des calories si l'on veut que le TDA1562Q fournisse la puissance indiquée, sinon gare à la protection thermique !

Le soudage terminé, dissoudre la résine de la soudure et vérifier qu'aucun court-circuit ne s'est produit entre pistes ou pastilles, surtout au niveau du circuit intégré avec ses 17 pattes.

Bien que la sortie HP soit «flottante»,

MINI TENSION POUR MAXI PUISSANCE

nous avons repéré les picots par les polarités (+) et (-). Il faut en effet que pour une réalisation stéréophonique les raccordements des haut-parleurs soient effectués en phase.

Comme nous le disions un peu plus en avant dans le rédactionnel, nous avons ignoré la résistance de charge de 10 k Ω connectée entre la broche 8 et le +12 V. Si vous désirez utiliser cette sortie «diagnostic», il vous suffit de souder la résistance directement entre les pastilles 4 et 8 du TDA1562Q.

Aucun réglage n'est à prévoir, Philips nous simplifie la vie au maximum. Même le gain en tension de l'amplificateur est fixé sur la puce à la fabrication. Celui-ci est de 26 dB à ± 1 dB.

Philips nous garantit également une tension d'offset maximale en sortie de 100 mV.

Précisons également que le TDA1562Q

fonctionne dans une plage de tensions allant de +8 V à +18 V.

LES CONDENSATEURS C4 ET C5

Ces condensateurs déterminent l'aptitude que peut avoir le module amplificateur à fournir de la puissance aux basses fréquences. Le circuit d'application proposé par Philips préconise des 4 700 μ F. Nous avons jugé cette valeur un peu faible et ainsi avons nous préféré la porter à 15 000 μ F pour pouvoir récupérer d'avantage d'énergie.

ESSAIS DU TDA1562Q

Nous avons effectué ces essais sur table et avons «troqué» la batterie automobile contre une alimentation secteur, ce qui est beaucoup plus facile pour faire quelques mesures. Cette alimentation des plus sommaire avec le minimum de

composants nécessaires (transfo. 12 V, pont redresseur et condensateur de filtrage de 22 000 μ F) nous permet d'obtenir à vide une tension continue de +16 V. Rien à craindre donc pour la «puce» qui résiste jusqu'à +18 V.

La sortie chargée par une résistance de 4 Ω , nous mesurons à ses bornes un signal sinusoïdal maximum avant écrêtage de 13,2 V de 100 Hz à 10 kHz. A ce moment la tension d'alimentation est de +13,2 V. La puissance délivrée est donc de 43,5 Weff.

A la fréquence de 50 Hz le signal chute à 12,8 Weff, la puissance est donc de 41 Weff. En glissant vers le bas du spectre, à 30 Hz, nous mesurons une puissance de 18 Weff.

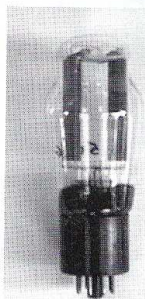
La sensibilité d'entrée pour la puissance max est de 0,82 V (820 mV).

Bernard Duval

FREQUENCE TUBES

La passion des tubes

OUVERT
EN JUILLET
ET AOÛT



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

SYSTÈME
HAUT RENDEMENT
RADIUM/SELENIUM
ACTIF OU PASSIF
2, 3 OU 4 VOIES
KLARK, TEKNIK,
DYNACORD

CÂBLE MPC AUDIO - SECTEUR, MODULATION ET NUMÉRIQUE

PLUS DE 1000 REF EN STOCK.

COMPOSANTS, POTENTIOMÈTRES SPÉCIAUX, PIÈCES DÉTACHÉES,
SUPPORT DE TUBES, SAV ÉLECTRONIQUE : TUBES ET TRANSISTORS,
RÉPARATION HAUT PARLEURS EN PIÈCES D'ORIGINE, ALTEC,
ELECTRO-VOICE, POSTEX, JBL, TAD, TRIANGLE...

ATTENTION NOUVELLE ADRESSE

79, RUE D'AMSTERDAM - 75008 PARIS
TÉL. 01 40 16 45 51 - 01 40 16 46 51 - FAX : 01 40 23 95 66
OUVERT LE LUNDI DE 14 H À 19 H,
DU MARDI AU SAMEDI DE 10 H À 19 H

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 μ m

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés et étamés	Total
* Pédale Jazz-Wah			98,00 F	
* Amplificateur 6V6			66,50 F	
- Préamplificateur / déphaseur			12,00 F	
- Carte alimentation +6,3 V				
* L'audiomobile TDA1562Q			25,00 F	
* Horloge murale		Supprimé	90,00 F	
- Carte 68HC11			18,00 F	
- Carte température			175,00 F	
- Carte affichage			26,00 F	
- Carte de radiocommande				
Frais de port et emballage				10 F
Total à payer				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

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

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



La **PROMO** du
nouveau
Millénaire
Valable pour toute
commande reçue
avant le
01/08/2001

IMPORTANT : sur la commande de matériel
indiquer le N° de téléphone.

- Le transformateur d'alimentation (sans le 12 V) en cuve 1 000 F
- Les transformateurs de sortie en cuve 3 400 F
- Les tubes 845 appariés 880 F
- Les supports 280 F
- Les tubes ECL86 190 F
- Les supports NOVAL pour C.I. 44 F
- La self de filtrage 290 F
- Le transformateur d'alimentation 2 x 12 V en boîte 510 F
- Les 2 condensateurs 2 200 µF / 450 V
- + les 2 condensateurs 150 000 µF / 16 V (fabrication française) 1 140 F
- Frais de port 250 F
- Total : 7 984 F
- Cadeau du Millenium - 484 F

Total TTC

7 500 F

LE TÉTRODE 6V6 Led N° 166

IMPORTANT : sur la com-
mande de matériel indi-
quer le N° de téléphone.



PROMOTION
valable jusqu'au
15/09/2001

- Le transformateur d'alimentation 560 F
- Les deux transformateurs de sortie 1 280 F
- Les 8 triodes 6V6 GT 960 F
- Les supports OCTAL 240 F
- Les tubes ECC83 160 F
- Les supports NOVAL pour C.I. 44 F
- Les 3 capots nickelés 360 F
- Les 2 condensateurs 1 500 µF / 350 V 360 F
- Frais de port 140 F
- Total : 4 104 F
- Cadeau du Millenium - 504 F

Total TTC

3 600 F

TRANSFORMATEUR DE SORTIE

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Poids	Prix TTC
136-154-166	4 000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	2,8 kg	640 Frs
138	5 000 Ω	4/8/16 Ω		1,2 kg	330 Frs
140	1 250 Ω	4/8 Ω	20 W	2,8 kg	590 Frs
143	2 000 Ω	4/8 Ω	60 W	4,0 kg	700 Frs
146	625 Ω	4/8 Ω	40 W	4,8 kg	680 Frs
146-150	6 600 Ω	4/8 Ω		2,9 kg	650 Frs
146-150-152 et 165		self 10H, tôle			350 Frs
151	9 000 Ω	4/8 Ω			550 Frs
152	2,3/2,8/3,5 kΩ	4/8/16 Ω	30 W circuit C en cuve		1 400 Frs
155	8 000 Ω	4/8/16 Ω	20 W		620 Frs
157-160	3 800 Ω	4/8/16 Ω	50 W		680 Frs
159-160	3 500 Ω	4/8 Ω	15 W circuit C en Cuve		930 Frs
161-162	Circuit C. Modèle en Cuve pour Single tube 845 (impéd. 4/8 Ω)				1 700 Frs
165	2 000 Ω	4/8 Ω			580 Frs

LAMPES

ECC83	Prix Unit : 80 Frs	ECC82	Prix Unit : 60 Frs
EF 86	Prix Unit : 150 Frs	ECC81	Prix Unit : 70 Frs
ECL86	Prix Unit : 115 Frs	ECF82	Prix Unit : 70 Frs
GZ32	Prix Unit : 100 Frs	EZ80	Prix Unit : 53 Frs
EZ81	Prix Unit : 89 Frs		

LAMPES APPAIRÉES (prix par 2)

Jeu EL34	Prix : 265 Frs	Jeu EL84	Prix : 110 Frs
Jeu KT88	Prix : 480 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 : 720 Frs
Jeu de 845	Prix : 880 Frs	Jeu de 6V6 GT	Prix : 240 Frs

LAMPES : de 1 à 4 : 50 Frs et de 5 à 10 : 65 Frs (gratuit avec achat d'un jeu de 3 transfos).

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	520 Frs
138	2x300 V-2x6,3 V	2,8 kg	420 Frs
142	2x300 V, 2x6,3 V tôle (PR001)	1,2 kg	375 Frs
143-145	2x230/240 V-12 V	4,6 kg	595 Frs
146-150	2x380-2x6,3 V-5 V	6,0 kg	595 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	510 Frs
152	Prim. 230 V - Écran - Sec. 2x300 V-2x6,3 V	6 kg	640 Frs
154-159-160	Prim. 230 V - Écran - 2x360 V-5 V-6,3 V		580 Frs
155	Prim. 230 V - Écran - 2x230 V ou 2x330 V+12 V		520 Frs
157-160	Prim. 230 V - Écran - 380 V+6,3 V+4x3,15 V		590 Frs
161-162-163	Prim. 220 V / 230 V - Écran - 2x330 V-12 V-6,3 V en cuve	1 100 Frs	
	Prim. 230 V - Sec. 2x12 V - Écran : 350 F avec capot et 510 F en boîte		
163	Prim. 230 V - Sec. 2x240 V + 12 V - Écran (Filtre Actif)		350 Frs
165	Prim. 230 V - Écran - Sec. 400 V+6,3 V+4x3,15 V+75 V		680 Frs
166	Prim. 230 V - Écran - Sec. 2x230 V + 6,3 V + 6,3 V- 4,5 A		560 Frs

SUPPORTS

Support NOVAL C.I.	Prix Unit : 22 Frs	NOVAL Châssis	Prix Unit : 30 Frs
Support 4 cosses «300B»	Prix Unit : 65 Frs	OCTAL Châssis	Prix Unit : 30 Frs
Support Jumbo (845)	Prix Unit : 140 Frs	Capot nickelé	Prix Unit : 120 Frs

CONDENSATEURS

1 500 µF / 350 V	Prix Unit : 180 Frs		
2 200 µF / 450 V	Prix Unit : 350 Frs		
150 000 µF / 16 V	Prix Unit : 220 Frs		

CONDITIONS de VENTE : France métropole Règlement par chèque joint à la commande.
PORT : 80 Frs le premier transfo, 30 Frs en plus par transfo supplémentaire.



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

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

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

ENCEINTE SEAS 01

Nous vous avons proposé en 1989 l'enceinte « JCG1a » qui a connu un certain succès auprès de nos lecteurs. Nous avons alors utilisé une disposition des haut-parleurs suivant un principe énoncé par M. Joseph d'Appolito. Nous souhaitons étudier une nouvelle enceinte basée sur ce principe avec comme priorités: un volume encore acceptable et une bonne directivité horizontale.

L'enceinte présentée dans cet article, offre un rendement de 90dB pour 2.83V à 1m avec une courbe de réponse amplitude-fréquence exceptionnellement régulière et une excellente directivité horizontale.

IMPORTANCE DE LA PIÈCE D'ÉCOUTE

Avant de vous parler du cahier des charges de cette enceinte, nous voudrions vous rappeler l'importance considérable de la pièce d'écoute. On peut réellement la considérer comme un élément aussi important que les enceintes elles-mêmes. En effet, les meilleures enceintes au monde «sonneront» mal dans une pièce inadaptée. Certains lecteurs, ayant construit notre caisson de grave assisté électroniquement, ont eu des difficultés d'intégration dans leur pièce d'écoute. C'est compréhensible quand on sait que plus on «descend» bas, plus on risque d'exciter les résonances principales. Il faut donc déplacer ces caissons pour trouver la position la plus favorable pour une écoute optimale. Pour illustrer ces propos, nous avons découvert un logiciel permettant de visualiser les interactions enceintes / local en fonction du volume, de l'ameublement présent et des traitements acoustiques. Il s'agit du logiciel CARA 2.0 (Computer Aided Room Acoustics). Celui-ci est commercialisé pour PC, en langue anglaise ou allemande. Il est vendu par ELAC Technische Software GMBH au prix très modique de 69DM. Ce logiciel est extrêmement ambitieux.

La version 2.0, ou subsistent encore quelques «bugs», est néanmoins un excellent outil pour appréhender l'acoustique d'une petite salle. En général la fourchette de prix de ce type d'outils utilisés par les professionnels du son se situe plutôt dans les 10 à 20 000 francs. Le prix attractif de ce logiciel est une excellente surprise pour les amateurs, même si on ne peut pas le classer tout à fait dans la même catégorie que ses grands frères. Les lecteurs intéressés consulteront avec intérêt le site Web www.cara.de.

CAHIER DES CHARGES

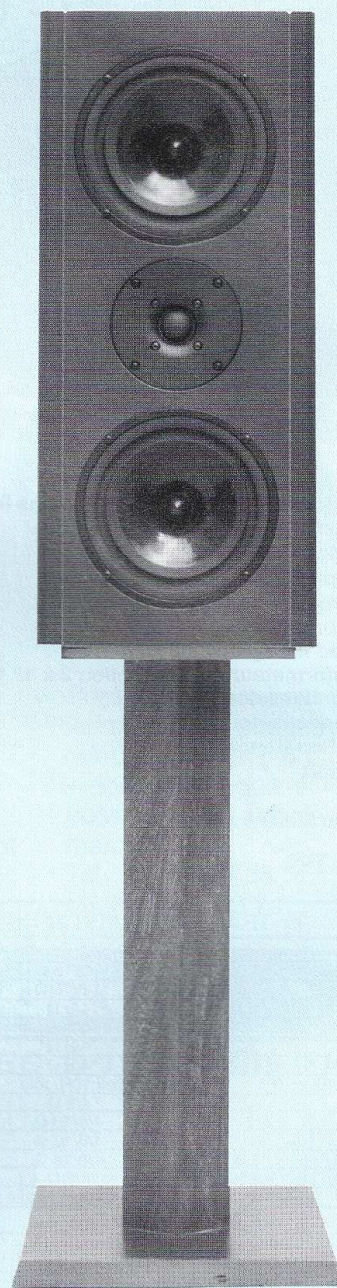
PRINCIPE D'APPOLITO

M. Joseph d'Appolito a présenté lors de la 74^{ème} convention de l'Audio Engineering Society en 1983, une nouvelle disposition de haut-parleurs qui consiste à utiliser dans le plan vertical deux haut-parleurs identiques de part et d'autre d'un tweeter. Cette disposition a reçu le nom de MTM, où «M» représente les grave-médiums et «T» le tweeter. En choisissant judicieusement la distance séparant ces haut-parleurs et le type de filtre utilisé, il est possible de contrôler en partie la directivité verticale d'une enceinte acoustique. Le contrôle de cette directivité permet, à certaines fréquences, de limiter les réflexions au sol et au plafond.

Lors de la publication de ce principe à l'AES, M. d'Appolito avait fait remarquer qu'il avait constaté que les filtres de type Butterworth du 3^{ème} ordre offraient le meilleur compromis pour les lobes de directivité verticale. Quelques années

plus tard, il revint sur ce choix et préconise maintenant des filtres Linkwitz-Riley du 4^{ème} ordre. Rappelons que ces filtres résultent de la mise en cascade de deux cellules de filtrage de type Butterworth d'ordre pair.

Bien que cela représente à notre avis moins d'intérêt, il est possible d'étendre ce principe à une enceinte 3 voies (ou plus) en adoptant par exemple la dispo-



LE PRINCIPE D'APPOLITO



sition GMTMG («G» pour Grave, «M» pour Médium et «T» pour Aigu).

RENDEMENT

Nous voulions pouvoir utiliser cette enceinte avec un ampli de puissance relativement modeste. Pour cela, nous avons donc fixé une valeur minimum de 88dB / 2.83V / 1 mètre. Par ailleurs, nous avons constaté que le rendement mesuré de nombreuses petites enceintes commerciales (particulièrement les deux voies) est nettement plus faible que celui annoncé dans les brochures accompagnant celles-ci. Il n'est pas rare en effet de mesurer des valeurs de 4 à 6 dB de moins. Rappelons-nous que 6 dB représente un écart de puissance de 4 et que l'amplificateur devra donc délivrer une puissance 4 fois supérieure pour obtenir le même niveau sonore. C'est tout simplement colossal. Alors pourquoi une telle différence ? La raison majeure, c'est qu'il est très difficile de concevoir une enceinte acoustique de petites dimensions avec un bon rendement et une réponse suffisamment étendue dans le grave. L'un des problèmes à surmonter est ce que l'on appelle la «diffraction de baffle». C'est le changement de mode de rayonnement qui passe de 2π à 4π dans une zone de fréquences où les dimen-

sions de la face avant sont proches de la moitié de la longueur d'onde des fréquences à reproduire. Cette diffraction introduit une diminution théorique de 6 dB de la pression sonore rayonnée et donc du rendement. Notons que celui indiqué dans les paramètres Thiel et Small est valable dans l'espace 2π . Nous pensons que certains constructeurs corrigent ce phénomène de diffraction de baffle au niveau du filtre en omettant, volontairement ou non, de remesurer le rendement une fois l'enceinte terminée. Il est évident qu'il est du plus grand intérêt de publier un rendement de 87 dB plutôt qu'un médiocre 81 ou 82 dB !

DIRECTIVITÉ HORIZONTALE

Notre expérience a montré qu'une courbe de réponse en amplitude / fréquence très régulière non seulement dans l'axe mais aussi à 10 et 20° de part et d'autre permet d'obtenir une très bonne image sonore. Nous nous attacherons donc à obtenir la meilleure directivité horizontale possible.

RÉPONSE DANS LE GRAVE

Les enceintes que nous vous avons proposées jusqu'à présent dans la revue Led (JCG1a, Euridia, Euridia 2000 et la Coaxiale) ont été optimisées dans le

grave pour un placement relativement éloigné (>1 m) des murs arrière et latéraux. Reconnaissons qu'il n'est pas très esthétique de voir une paire d'enceintes et ses câbles au beau milieu du salon, mais cela demeure, à notre avis, la meilleure solution pour limiter l'impact des réflexions proches dues à la pièce. Nous avons donc décidé d'étudier la réponse de cette enceinte pour un placement proche du mur arrière (environ 10 à 20 cm) de façon à améliorer le SAF ! Pour ceux qui l'ignoraient, le coefficient SAF (Spouse Acceptance factor) cher à nos amis anglo-saxons pourrait se traduire par «degré d'acceptation par son épouse». Qui n'a pas entendu un jour son épouse ou sa compagne lui dire que les enceintes «là» au milieu du salon sont gênantes et que l'on doit certainement pouvoir les écouter aussi bien en les laissant contre le mur !

PRÉSENTATION DES HAUT-PARLEURS UTILISÉS

LE GRAVE-MÉDIUM

La société BC Acoustique, importatrice de la gamme SEAS, a aimablement mis à notre disposition un certain nombre de haut-parleurs. Après de nombreux essais, nous en avons sélectionné deux de 17 cm : un de la gamme Excel et un de la gamme standard. Celui de la gamme Excel, avec une membrane très rigide au magnésium, offre une très faible distorsion avec pour corollaire une bosse très marquée dans le haut du spectre et un rendement moyen. Celui de la gamme standard, avec sa membrane en papier traité, présente une réponse amplitude / fréquence très régulière sans accidents majeurs associée à un meilleur rendement. La contrepartie est une distorsion légèrement plus élevée. Après de nombreux essais et écoutes, nous avons retenu le CB17RCY/P (photos 2, 3, 4 et tableau 1), haut-parleur de la gamme standard. Ce choix nous permettra de simplifier considérablement le filtre passif avec en prime un meilleur rendement.

ENCEINTE SEAS 01

Tableau 1 : paramètres du P17RCY/P

Paramètres du boomer-médium SEAS P17RCY/P 17cm		
Impédance nominale	Z	8 Ω
Rendement (1 W à 1 m)	E	91 dB SPL
Bande-passante recommandée	BP	40 à 4000 Hz
Puissance maximale (AES)	P	75 W
Puissance de fonctionnement moyen-96dB SPL / 1m		3,2 W
Inductance de la bobine mobile		0,65 Mh
Facteur de force	BL	7,0 N/A
Masse mobile	Mms	0,010kg
Diamètre de la bobine mobile		26 mm
Hauteur de la bobine mobile		12 mm
Hauteur de l'entrefer		6 mm
Densité du flux		1,25 T

Paramètres Thiele-Small : Typiques (limites QC)

Fréquence de résonance	Fs	36 Hz
Résistance continue de la bobine mobile	Re	5,7 Ω
Facteur de qualité mécanique	Qms	1,24
Facteur de qualité électrique	Qes	0,29
Facteur de qualité total	Qts	0,23
Charge d'air équivalent Cas	Vas	0,0389 m ³
Excursion linéaire du diaphragme	Xmax	± 3 mm
Poids net du haut-parleur		1,41 kg

Valeurs maximales absolues

Puissance maximale courte durée	Pmax	250 W
Excursion maximale avant dommages	Xdam	± 8 mm

Tableau 2 : paramètres du SEAS T25-001

Paramètres du tweeter SEAS T 25-001		
Impédance nominale	Z	6 Ω
Rendement (1 W à 1 m)	E	90 dB SPL
Bande-passante recommandée	BP	2 à 25 KHz
Puissance maximale (AES)	P	90 W
Puissance de fonctionnement moyen-96dB SPL / 1m		4 W
Inductance de la bobine mobile		0,05 Mh
Facteur de force	BL	3,5 N/A
Masse mobile	Mms	0,00033kg
Diamètre de la bobine mobile		26 mm
Hauteur de la bobine mobile		1,5 mm
Hauteur de l'entrefer		2 mm
Densité du flux		1,8 T

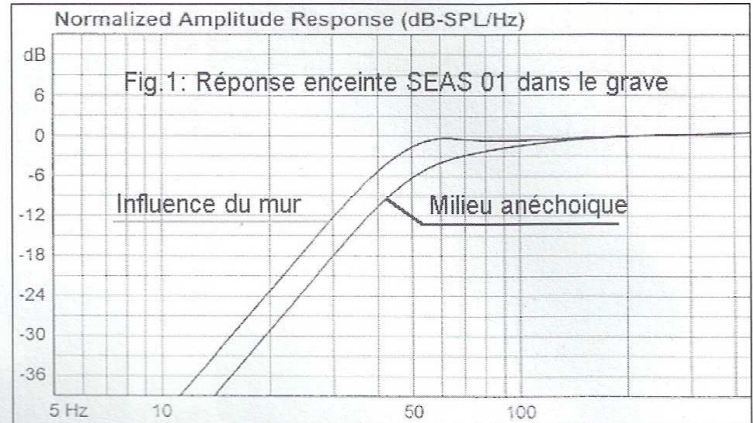
Paramètres Thiele-Small : Typiques (limites QC)

Fréquence de résonance	Fs	750 Hz
Résistance continue de la bobine mobile	Re	4,3 Ω
Excursion linéaire du diaphragme	Xmax	± 0,75 mm
Poids net du haut-parleur		0,800 kg

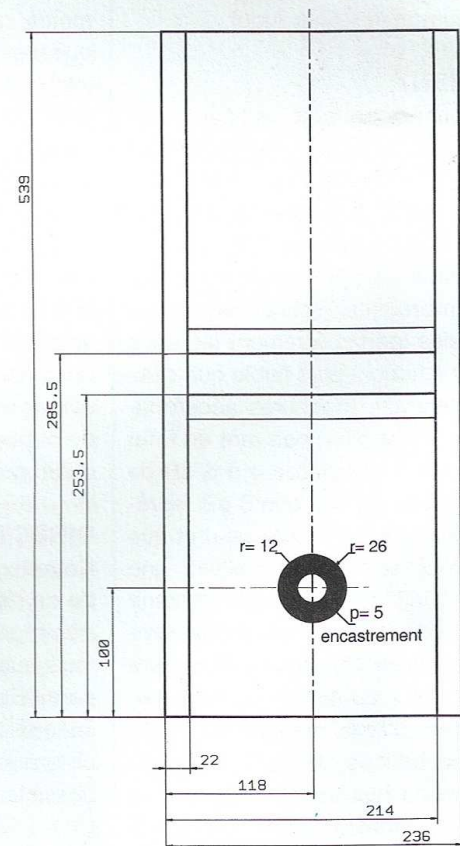
Valeurs maximales absolues

Puissance maximale courte durée	Pmax	200 W
---------------------------------	------	-------

Figure 1



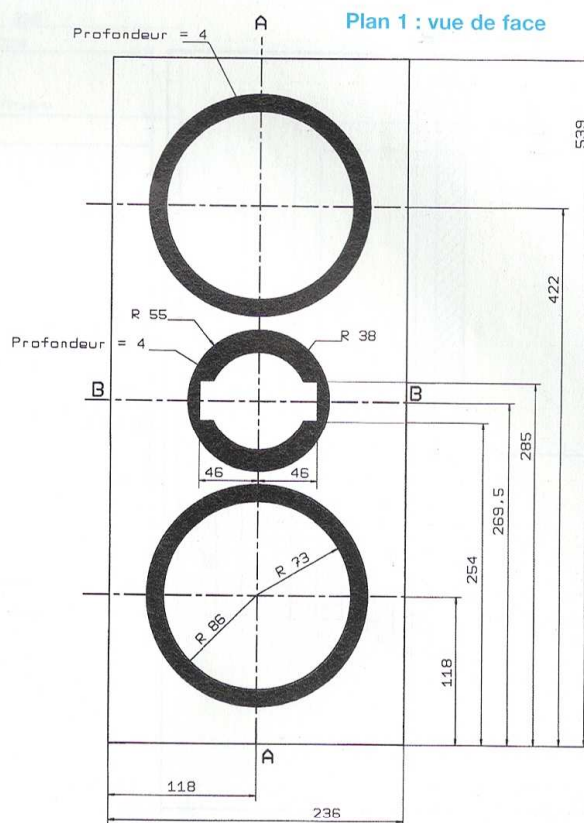
Plan 2 : vue de l'arrière



LE PRINCIPE D'APPOLITO



Photo 1 :



Ce haut-parleur présent depuis longtemps dans la gamme SEAS, est ou a été utilisé par plusieurs fabricants d'enceintes acoustiques, et utilise le même châssis moulé que son pendant de la gamme Excel. La réponse étendue sans accident jusqu'à 4 kHz, le rendement de 91 dB et la tenue en puissance en continu de 75 W en font un candidat parfait pour notre nouvelle étude d'enceinte acoustique. Les lecteurs souhaitant avoir davantage de renseignements sur ce haut-parleur pourront consulter le site Web de SEAS www.seas.no.

LE TWEETER

Lors de la conception de l'enceinte Euridia 2000, notre choix s'était porté sur le tweeter SEAS T25-001 (photos 2, 3 et tableau 2) parmi de nombreux autres modèles testés. Les nouveautés se font rares dans ce domaine depuis notre der-

nière réalisation c'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser le même tweeter qui nous donne toujours entière satisfaction. De surcroît, son rendement s'accorde très bien avec celui du grave-médium retenu. Nous rappelons à nos chers lecteurs, qu'il s'agit d'un tweeter avec un dôme semi-souple de 25 mm doté d'un rendement de 90 dB et d'une tenue en puissance de 90 W. Pas mal !

LE COFFRET

CHOIX DU TYPE DE CHARGE

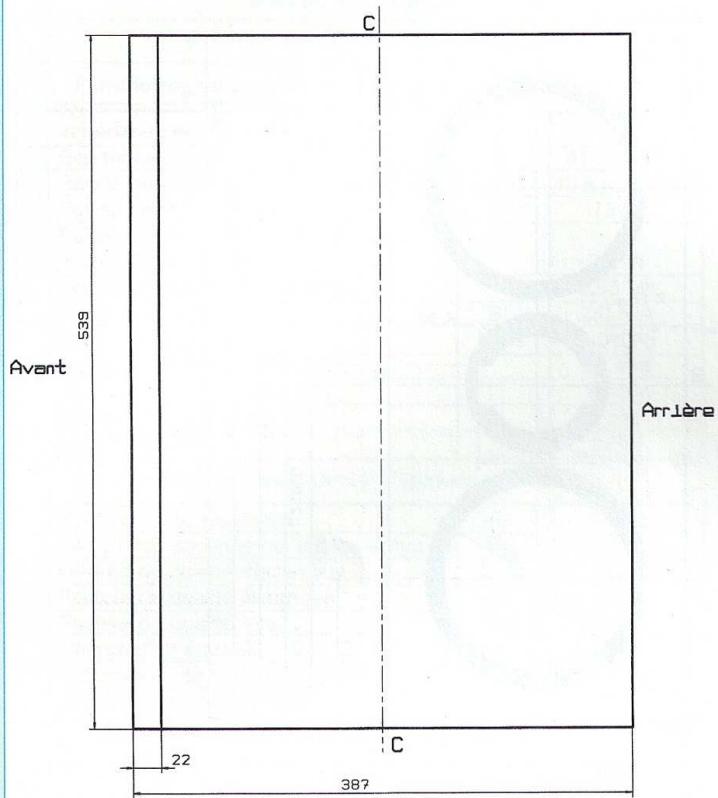
Dans notre cahier des charges, nous avons décidé d'utiliser cette enceinte placée le long du mur arrière. Il faut donc tenir compte de l'augmentation de niveau produit par cette disposition, à certaines fréquences. Nous avons constaté qu'en jouant sur le volume de charge et la fréquence d'accord de

l'évent nous pouvons facilement modéliser la réponse de cette enceinte. Quelques simulations ont permis de déboucher sur la conception d'un prototype dont nous pouvons faire varier la longueur de l'évent et donc sa fréquence d'accord. Ceci nous a aidé à fixer le volume interne à 28 litres et l'accord à 46 Hz.

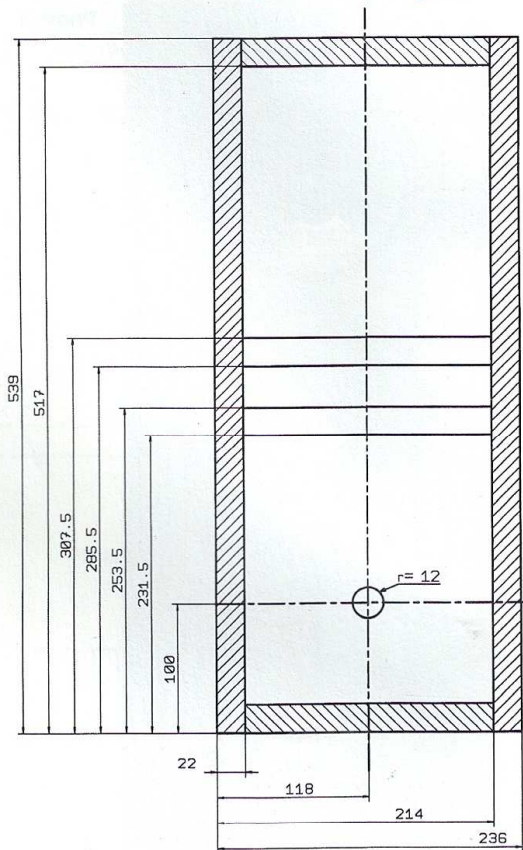
La figure 1 montre la réponse de l'enceinte seule, puis celle combinée avec le mur arrière. La fréquence de coupure basse est de 45 Hz \pm 3 dB. Cette fréquence de coupure n'a pas été choisie de façon anodine. En effet, nous avons remarqué que de nombreuses pièces d'écoute, ont une fréquence de résonance principale dans la bande des 30 à 40 Hz. Ceci occasionne une grosse «bosse» lorsqu'elle est excitée. Pour s'affranchir de cette anomalie, il y a deux possibilités : soit éviter de l'exciter, soit la

ENCEINTE SEAS 01

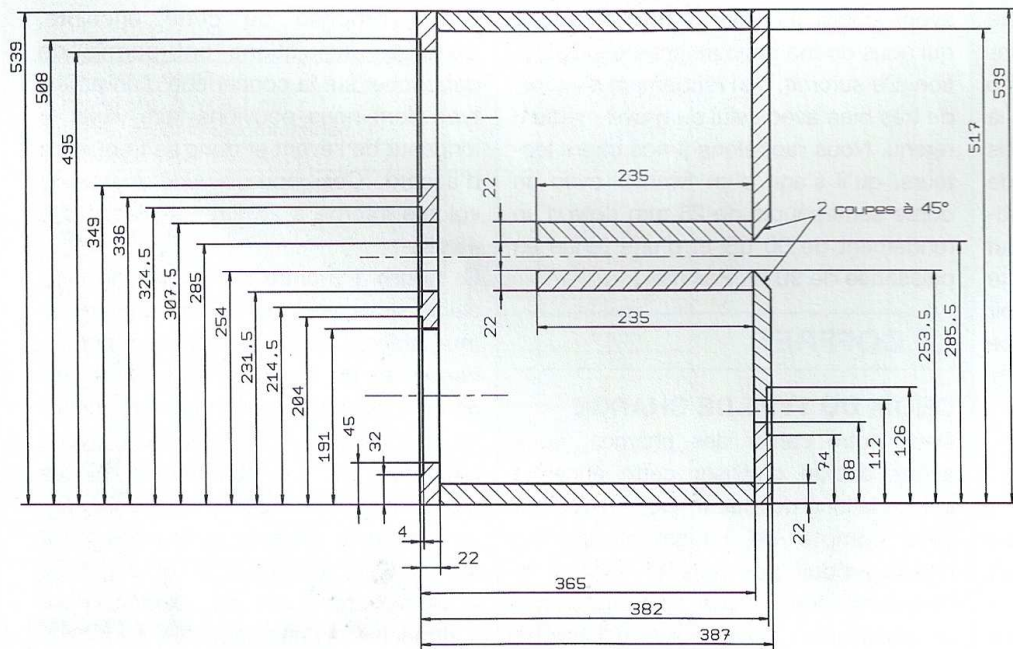
Plan 3 : vue extérieure, de côté



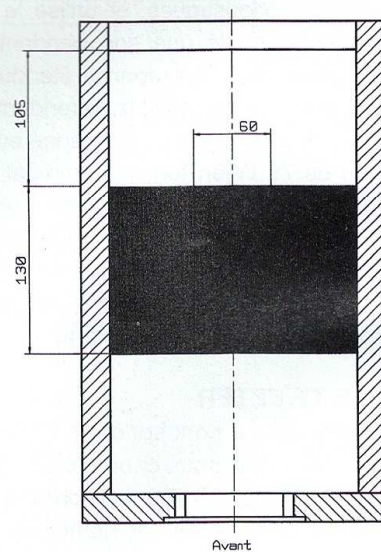
Plan 7 : vue de face, intérieure, coupe CC



Plan 4 : vue en coupe AA, de côté

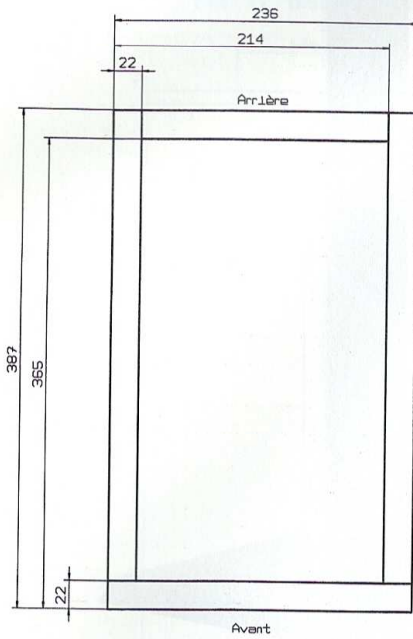


Plan 10 : position de la laine de verre, vue de dessus

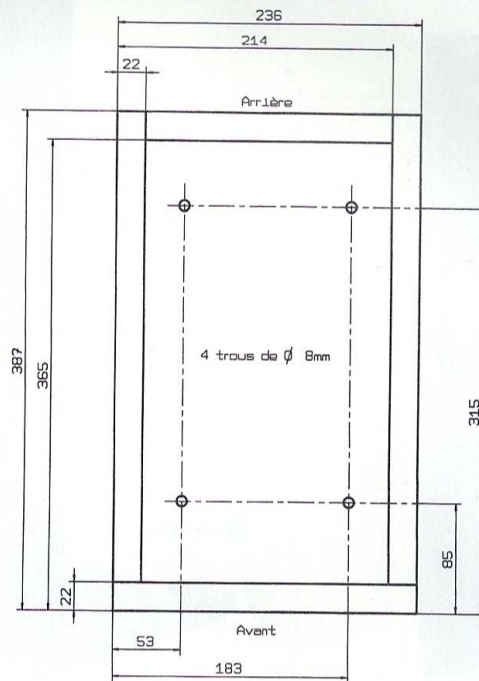


LE PRINCIPE D'APPOLITO

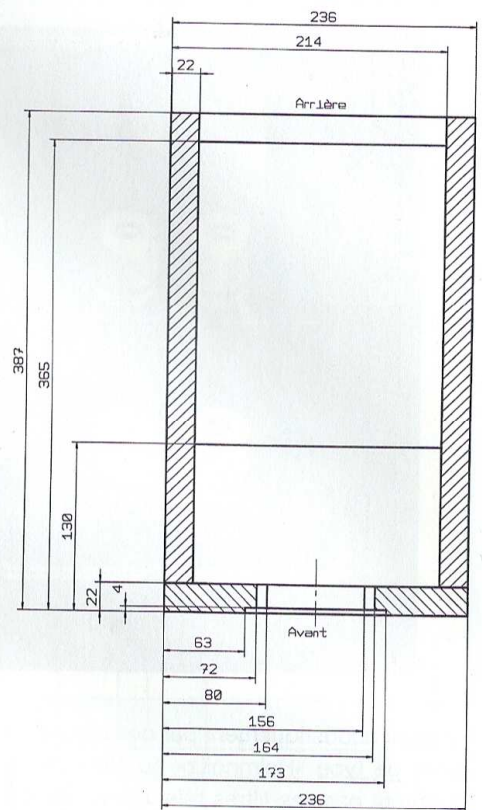
Plan 5 : vue de dessus



Plan 6 : vue de dessous



Plan 8 : vue de dessus, intérieure



Plan 9 : position de la laine de verre, vue de face

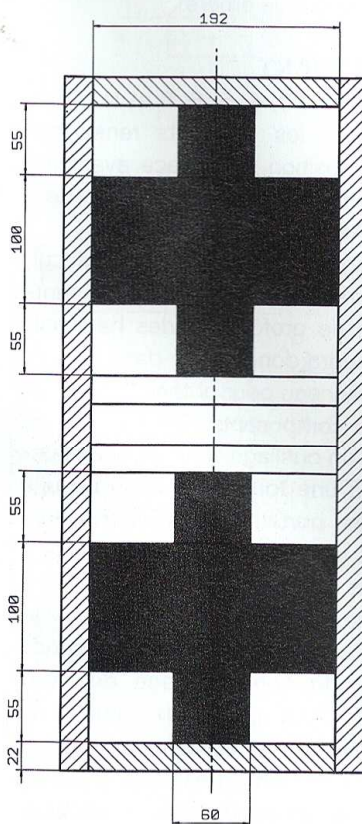


Photo 8

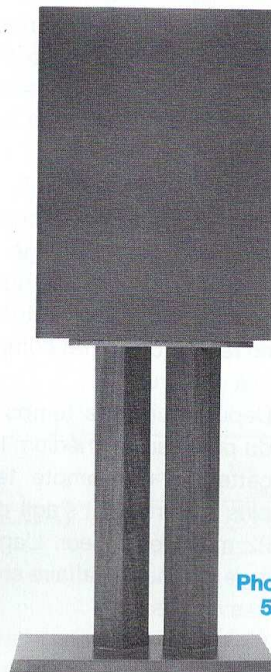
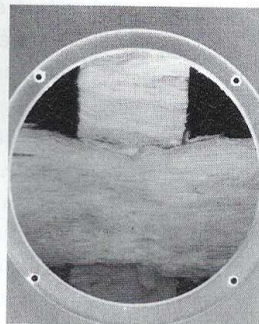


Photo 5

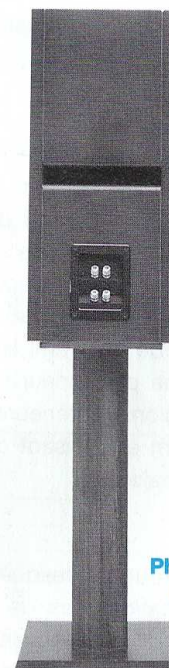


Photo 6

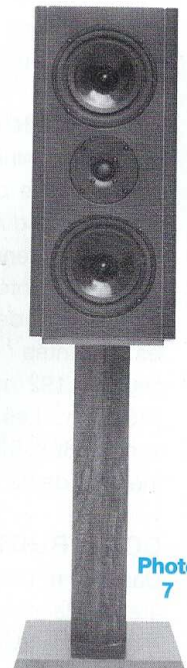


Photo 7

ENCEINTE SEAS 01

Photo 9

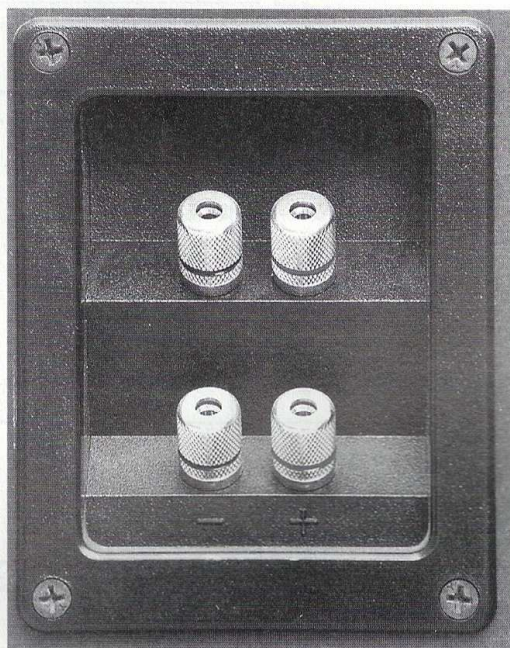


Photo 10



corriger acoustiquement par des résonateurs de type «Helmholtz» ou électroniquement par des filtres réjecteurs. Nous avons choisi la première solution. Les lecteurs désirant plus de grave, pourront toujours utiliser un ou deux caissons de grave tels que ceux décrit dans cette revue il y a quelques mois.

DIMENSIONS

Ayant déterminé le volume interne de 28 litres, le type de charge bass-reflex, la disposition «d'Appolito» et un évent de grandes dimensions situé à l'arrière, les dimensions intérieures de l'enceinte sont quasiment déterminées. Elles sont les suivantes : hauteur de 495 mm, largeur de 192 mm et une profondeur de 343 mm. Les dimensions extérieures sont : 236x387x539 mm en utilisant du médium de 22 mm d'épaisseur.

CONSTRUCTION

Dans les n°158 et 159, tout ou presque a été dit dans nos explications lors de la réalisation EURIDIA 2000. A nouveau, nous vous conseillons de vous y reporter afin de prendre connaissance des

astuces, des tours de main, ainsi que des renseignements concernant les matériaux, la colle, la visserie etc.

LE COFFRET

Les plans n°1 à 10 et les photos n°1, 4, 5, 6, 7 et 8 vous présentent les différents dessins et vues d'un coffret. Les dimensions extérieures du caisson sont : largeur 236 mm, hauteur 539 mm et profondeur 387 mm.

Au premier coup d'œil, on constate la simplicité de conception de cette nouvelle enceinte. La charge étant de type bass-reflex, il y a juste deux simples panneaux qui forment le tunnel d'accord. Il en résulte un coffret compact et très facile à construire.

Depuis quelques temps, nous utilisons du panneau de médium hydrofuge, mais cette fois-ci, compte tenu du volume plus important, il s'agit de panneaux de 22 mm d'épaisseur. L'aggloméré hydrofuge fera aussi l'affaire si vous ne trouvez pas de médium.

Ultérieurement, du matériau d'amortissement en laine de verre Isover Telstar (plans 9 et 10), sera judicieusement

placé à l'intérieur, pour maîtriser les turbulences de l'onde arrière.

LA FACE AVANT

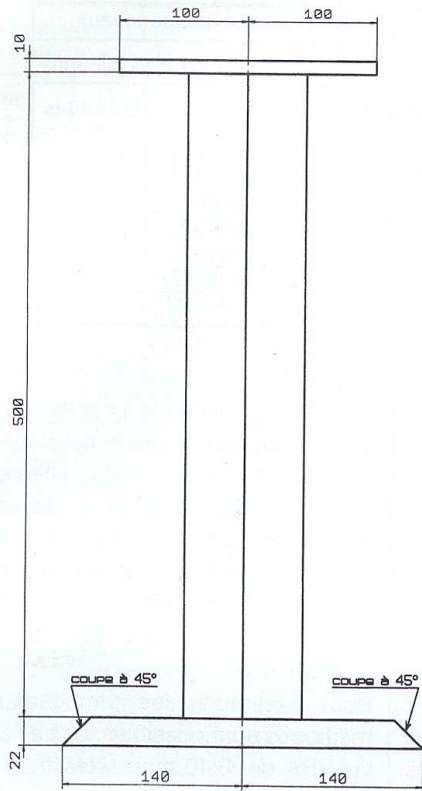
Les plans n°1, 3, 4, 5, 6, 8 et la photo n°1 donnent les différents renseignements et position de la face avant (ou baffle) dont les dimensions sont de : 236 x 539 x 22 mm.

Son usinage ne présente pas de difficultés majeures, hormis les encastremets de 4 mm de profondeur des haut-parleurs. Il faudra donc fraiser dans l'épaisseur du panneau pour obtenir l'emplacement des composants. Cet usinage se fera avec un outillage spécialisé, en l'occurrence : une toupie sur table ou une défonceuse portative, que les amateurs avertis et les spécialistes sauront manipuler sans danger.

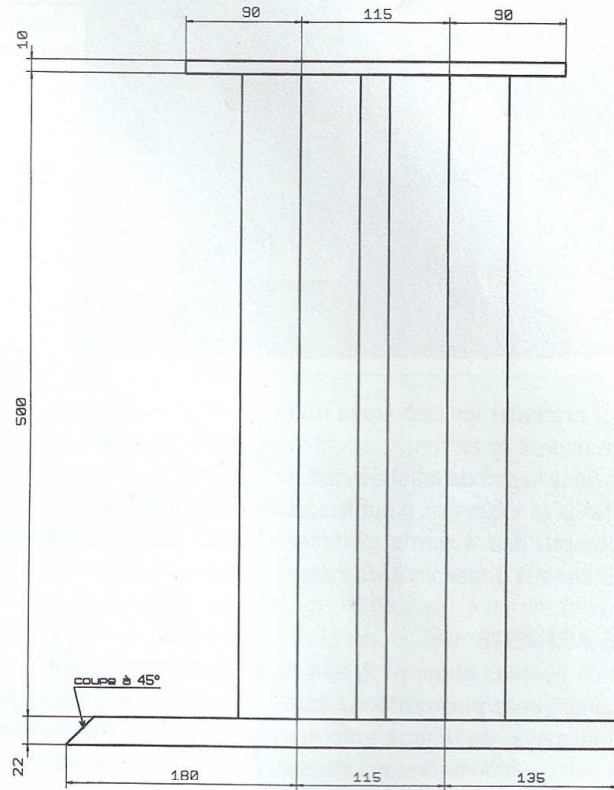
Si vous ne disposez pas d'un tel outillage, vous aurez recours à cette seconde solution : le contre-collage de deux épaisseurs de panneaux, l'une de médium de 22 mm et l'autre en contre-plaqué de 4 mm. Les haut-parleurs seront ainsi encastrés dans le panneau de 4 mm d'épaisseur. Une scie sauteuse

LE PRINCIPE D'APPOLITO

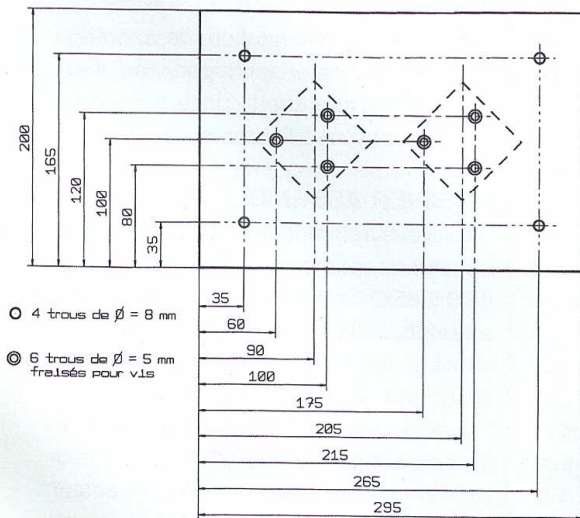
Plan 11 : pied vu de face



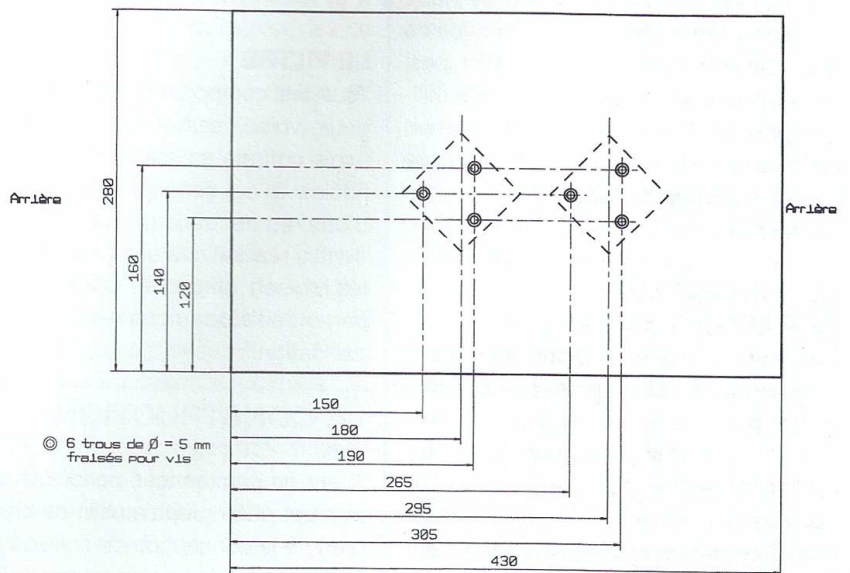
Plan 12 : pied vu de côté



Plan 13 : vue de dessus (plateau)



Plan 14 : vue du dessous (pied)



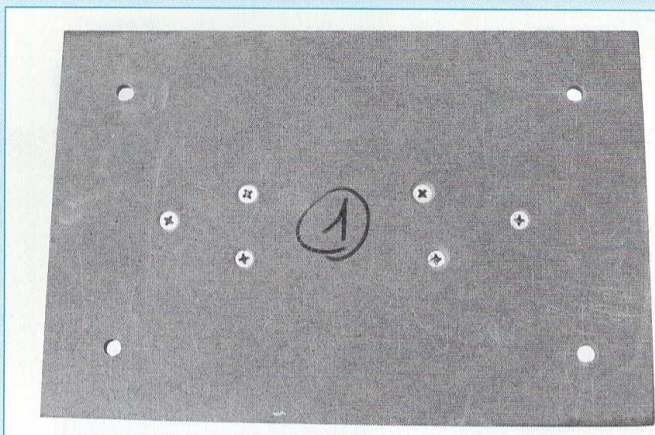


Photo 11

Tableau 3 : débits des panneaux		
Dimensions des débits pour deux caissons		
Désignation	Dimensions	Quantités
Face avant	539x236x22	2
Côté gauche	539x365x22	2
Côté droit	539x365x22	2
Dessus	365x192x22	2
Dessous	365x192x22	2
Face arrière	253,5x192x22	4
Event	235x192x22	4

suffira pour pratiquer les découpes dans les panneaux de 4 et 22 mm.

Attention, dans le cas de la face avant en deux panneaux (4 + 22 mm), n'oubliez pas de tenir compte des 4 mm supplémentaires à ajouter aux dimensions de base.

LA FACE ARRIÈRE

Cette-fois ce sont les plans n° 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, ainsi que la photo n°6 qui aideront à la réalisation de la face arrière en deux panneaux. Sur le panneau inférieur, on retrouve l'usinage circulaire de 22 mm prévu pour le connecteur spécial haut-parleur. Concernant la platine de fixation, compte tenu de sa faible épaisseur (5 mm), elle supportera de ne pas être encastrée. Vous déciderez en fonction de votre équipement. Sur les prototypes, une platine à 4 bornes dorées a été utilisée (photo n°9). Ce genre de composant est plus difficile à trouver et réclame une découpe plus importante. Vous déciderez selon vos désirs.

LE CONNECTEUR DE RACCORDEMENT

Désormais devenu un standard dans le domaine professionnel, le connecteur à quatre pôles Neutrik Speakon NL4 MPR à platine circulaire de grand diamètre, comporte quatre points de fixation et trouvera sa place sur la face arrière, monté en applique ou en encastrément. Sur ce connecteur, viendront se souder six câbles qui raccorderont les trois haut-parleurs de cette nouvelle étude. Le

même modèle équipera les coffrets des filtres passifs deux voies.

LES PIEDS

Pour cette nouvelle enceinte, nous vous proposons des pieds solides et stables, 100 % fabrication maison. Outre le plus bel effet esthétique, ils seront très efficaces comme amortisseurs de vibrations. Plus de problème d'approvisionnement car ils sont entièrement réalisés avec des matériaux standards : du bois. Ainsi, les caissons seront isolés du sol et à la bonne hauteur de l'auditeur assis confortablement dans son fauteuil. Les plans de référence sont les n° 11 à 14 et les photos n°5, 7, 10 et 11 qui illustrent cet article.

LE FILTRE

Tous les composants des filtres passifs deux voies, seront intégrés dans des minis coffrets en médium. Nous restons fidèles à ce concept qui a fait l'objet d'une étude sérieuse pour les précédentes réalisations et a prouvé ses qualités et son efficacité. Dans la seconde partie de l'étude nous reviendrons sur la réalisation.

LA CONSTRUCTION

Avant de commencer, consultez tous les plans et photographies afin de bien comprendre la conception du caisson et d'effectuer le travail avec assurance. Pensez et imaginez comment vous allez opérer et dans quel ordre. Vérifiez si vous disposez

de tous les éléments pour la construction : panneaux, visserie ou clous, sans oublier l'outillage à bois. Utilisez une bonne colle à bois. Une fois que les panneaux sont débités, contrôlez toutes les dimensions (tableau 3), cela évitera les surprises désagréables au montage.

CONSEILS

Pour assembler les panneaux, deux méthodes sont possibles, soit à l'aide de vis VBA de 4x40 mm, têtes fraisées ou tout simplement avec des pointes sans tête de 2x40 mm.

A ce stade, nous considérons que tous les débits sont effectués ainsi que tous les usinages et découpes. Alors, à vos outils nous commençons l'opération d'assemblage.

Dernière recommandation, le montage se faisant panneau après panneau, il est préférable d'attendre la prise de la colle avant de passer à l'étape suivante.

PREMIER ASSEMBLAGE

* En vous référant aux différents plans concernés, prenez un panneau de côté (539x365x22 mm), le dessus et le dessous (365x192x22 mm). Encollez les parties à coller et assemblez les avec des vis ou des pointes.

* Ensuite, montez les deux panneaux de la face arrière (253,5x192x22 mm) sans oublier que celui recevant le connecteur est en bas du caisson.

* Continuez par la pose des deux planchettes formant l'évent (235x192x22).

LE PRINCIPE D'APPOLITO

Tableau 4 : débit du bitume en plaque

Dimensions des débits du matériau anti-vibratoire		
Désignation	Dimensions	Qtés
Côté gauche et droit en haut	340 x 196 mm	4
Côté gauche et droit en bas	340 x 196 mm	4
Partie devant les événements	108 x 76 mm	4
Events	232 x 192 mm	4
Dessus	340 x 192 mm	2
Dessous	340 x 192 mm	2
Face arrière, en deux parties	209 x 192 mm	4

Tableau 5 : débit du bitume en plaque

Dimensions des débits du matériau d'amortissement		
Désignation	Dimensions	Qtés
Grands coussins	195x130x100 mm	4
Petits coussins	130x60x60 mm	8

Tableau 6 : débits des pièces pour les pieds

Dimensions des débits pour deux pieds		
Désignation	Dimensions	Quantités
Embase	430x280x22	2
Socle	295x200x10	2
Pieds	500x65x65	4

Photo 12



* Ceux qui disposent de serre-joints auront intérêt à les utiliser afin de maintenir le montage pendant la période de séchage de la colle. Vérifiez à nouveau l'équerrage et les alignements, laissez sécher quelques temps.

* Continuez en assemblant l'autre côté (365x192x22 mm).

* Enfin, montez la face avant pour achever le premier caisson.

* Passez au montage de la deuxième enceinte pendant que la première termine son séchage.

* Si tous les collages sont corrects, un excédent de colle subsiste sous la forme d'un cordon. Si nécessaire, n'hésitez pas à combler un manque par un cordon de colle supplémentaire, surtout à l'intérieur de la boîte, car l'étanchéité doit être irréprochable.

* Ceux qui envisagent de construire les pieds décrits dans cette étude, prendront le **plan n° 6** afin de percer les quatre trous de 8 mm de diamètre prévus pour la fixation de chaque caisson. On peut acheter chez les bons quincailliers, des inserts de 8 mm, à visser dans les panneaux de bois. C'est très pratique car on utilise des vis métaux pour les fixations. Dans ce cas, le diamètre de perçage sera plus grand.

* Avec un chasse-pointe, enfoncez toutes les têtes des pointes d'au moins 1 mm. Bouchez toutes les têtes de vis et les trous avec du mastic synthétique à

base de deux composantes (pâte époxy + durcisseur) comme le Sintofer. Cette résine célèbre est plus facile à travailler et à appliquer car elle accroche mieux sur la surface métallique des vis.

* Attendez 24 heures puis poncez le surplus de mastic avec du papier abrasif moyen.

* Poncez les caissons avec de l'abrasif n°200 en feuille, pour obtenir une finition parfaite.

* Vos caissons sont prêts pour la suite des opérations.

FINITION DE L'ÉBÉNISTERIE

C'est toujours en fonction des envies ou des goûts de chacun que s'effectuera la décoration et la touche finale esthétique..

LE TRAITEMENT ANTIVIBRATOIRE

Dans le numéro 159 nous vous parlions des matériaux anti-vibratoires dont il vous faut revêtir l'intérieur de chaque caisson pour briser un maximum de vibrations des parois des coffrets. Nous sommes restés fidèles au bitume en plaque autocollante car il est disponible chez tous les accessoiristes automobiles et il est de plus très bon marché. La plus fréquemment disponible est la marque RESTAGRAF que l'on trouve chez NORAUTO par exemple. Un modèle de plaque de goudron est présenté sur la **photo n°12**.

Débitez les panneaux de bitume selon les plans, à l'aide d'un cutter, en vous aidant du tableau ci-contre. Attention, les dimensions sont déterminées d'après les plans et tiennent compte des épaisseurs des plaques. Avant de coller les panneaux, vérifiez que leurs dimensions correspondent bien aux dimensions intérieures de vos boîtiers (**tableau 4**). Ajustez-les si nécessaire et surtout dégraissez les parois avec un chiffon imbibé de trichloréthylène, avant d'encoller les plaques.

Mise en place du bitume en plaque

Partie basse du caisson :

* Commencez par introduire et coller le panneau du dessous (340 x 192)

* Continuez par la face arrière (209 x 192)

* Ensuite, collez la plaque de l'évent (232 x 192)

* Terminez par les panneaux gauche et droit

Partie haute du caisson :

* Collez le panneau du dessus (340 x 192)

* Continuez par la face arrière (209 x 192)

* Ensuite, collez la plaque de l'évent (232 x 192)

* Placez les panneaux gauche et droit

* Terminez par les deux petits morceaux (108 x 76) devant l'évent et entre les plaques de côté.

Tableau 7 : composants	
Nomenclature des composants	
Désignation	Quantités
Boomer-médium SEAS CB17RCY/P	4
Tweeter SEAS T25-001	2
Connecteur Neutrik SPEAKON NL4MPR	2
Laine de verre Panolène PB Telstar ISOVER	1
Plaque bitume autocollante REST AGRAF	1

* A l'aide d'un outil lourd, renforcez le collage en tapant sur toute la surface du bitume.

LA LAINE DE VERRE

Il est temps maintenant de placer les coussins de Panolène PB Telstar de chez ISOVER selon les plans 9 et 10. Le tableau 5 indique les dimensions des coussins à préparer. La photo n°8 dévoile l'intérieur de l'enceinte et montre comment placer cette laine de verre.

En comparant le tableau précédent avec les plans 9 et 10, vous constaterez que certaines dimensions sont augmentées de 5 mm. Ce n'est pas une erreur. C'est pour exercer une légère compression sur les coussins, entre eux, afin d'obtenir un bon maintien une fois mis en place.

Maintenant voici la paire d'enceintes prête à recevoir ses composants électriques.

CÂBLAGE

CÂBLAGE ET FINITION DES CAISSONS

* Câblez les embases Speakon à quatre broches avec du câble de bonne qualité, comme de l'O.F.C. par exemple (cuivre sans oxygène) ou du câble employé pour les cordons de mesure, d'au moins 1,5 mm² de section (du 2,5 mm² serait parfait).

* Il est préférable d'effectuer les connexions sur les haut-parleurs avec des cosses Faston de 6,35 mm, particulièrement pour les tweeters, car un échauffement prolongé et trop chaud risque d'endommager l'intérieur du tweeter qui est en résine moulée.

Câblez en respectant la norme suivante :

* Borne + (point rouge) de chaque boomer-médium à la borne 1+ du connecteur

* Borne - de chaque boomer-médium à la borne 1- du connecteur

* Borne + (fil rouge) du tweeter à la borne 2+ du connecteur

* Borne - (fil noir) du tweeter à la borne 2- du connecteur

* Ne laissez pas trop de mou sur les câbles, afin qu'ils soient le plus court possible.

* On termine en fixant avec quatre vis à aggloméré, sur la face arrière, l'embase du connecteur SPEAKON

* On aura intérêt à parfaire l'étanchéité du montage avec un petit joint de caoutchouc mince ou par un fin cordon de joint silicone.

* Connectez les deux fils correspondant (cosses Faston) au haut-parleur 17 cm du bas et placez dans l'encastrement le joint plat fourni avec chaque composant (photo 2 et 3). Fixez le 17 cm avec 4 vis parker noires de 4x25mm, ou mieux encore avec des vis métaux de 4x30 et quatre écrous à griffes pour vis de 4 mm préalablement placés sur le baffle, à l'intérieur.

* Renouvelez l'opération pour le second 17 cm.

* Enfin, achevez le montage par le tweeter en connectant les cosses avec précaution, car les cosses du transducteur sont un peu délicates à manipuler.

LES PIEDS

Très facile à réaliser à l'aide des plans n°11 à 14 et les photos 5, 10 et 11. Le

tableau 6 liste les débits fort simples des coupes. La semelle et l'embase seront en médium et les pieds en bois dur comme du hêtre ou du chêne.

Veillez à obtenir des coupes d'équerre pour les longs morceaux de tasseaux de section carrée (65x65 mm). La position et la stabilité finale de ceux-ci dépendent de l'opération impeccable des coupes.

* Débitez les 8 différentes pièces et vérifiez les coupes et l'équerrage.

* Tracez et percez le socle et l'embase comme indiqué sur les plans.

* Tracez et pré-percez les pieds (aux deux extrémités) avec une mèche de 4 mm de diamètre, afin de faciliter le vissage car le chêne ou le hêtre sont des bois à fibres serrées, donc très durs.

* Encollez les pieds et fixez les avec 6 vis VBA, tête fraisée de 5x50 mm. sur l'embase en respectant l'alignement en diagonale.

* Achevez le montage en plaçant le socle solidement vissé avec 6 vis VBA, tête fraisée de 5x40 mm.

* Après 24 heures de séchage, les pieds sont prêts pour une peinture ou un vernissage.

Tout est prêt pour l'assemblage final des caissons sur leurs pieds respectifs avec quatre vis métaux de 8x30 mm qui seront vissées dans les quatre inserts placés en dessous de chaque enceinte.

CONCLUSION PROVISOIRE

Dans la deuxième partie de cette étude, nous achèverons le travail en réalisant les filtres. Nous vous dévoilerons et commenterons aussi les courbes résultantes des mesures effectuées sur cette dernière réalisation SEAS 01.

Le temps que chacun construise et décore ses enceintes acoustiques, la suite sera prête, patience et bonnes vacances à tous.

à suivre...

Jean-Claude GAERTNER

Gabriel KOSSMANN

Remerciements à BC-ACOUSTIQUE

Prestige **AUDIO VIDEO**

NE MANQUEZ PAS LE

HORS SERIE 2001

LE GUIDE INDISPENSABLE

POUR CHOISIR ET OPTIMISER

SON MATERIEL HI-FI & HOME CINEMA

- **LE TOUR DE FRANCE DES AUDITORIUMS :**
ANNUAIRE DES SPÉCIALISTES
- **QUI FAIT QUOI ? :**
INDEX DES FABRICANTS & DISTRIBUTEURS.

ACTUELLEMENT EN KIOSQUE

30_f

Hifi Vidéo Home Cinéma

change de look

Avec la généralisation des techniques numériques,
la revue numéro 1 d'initiation et de bancs d'essais

Vidéo, Hi-Fi et Home Cinéma,
adopte une nouvelle maquette,
un nouveau style ...

20^F



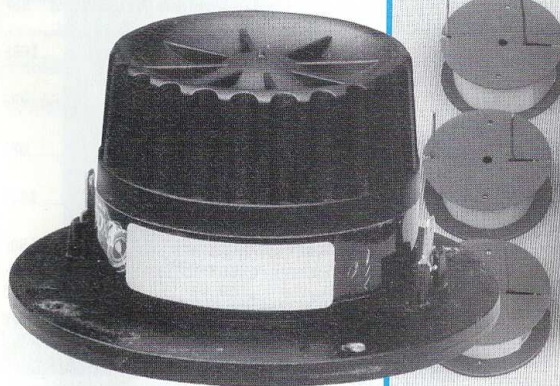
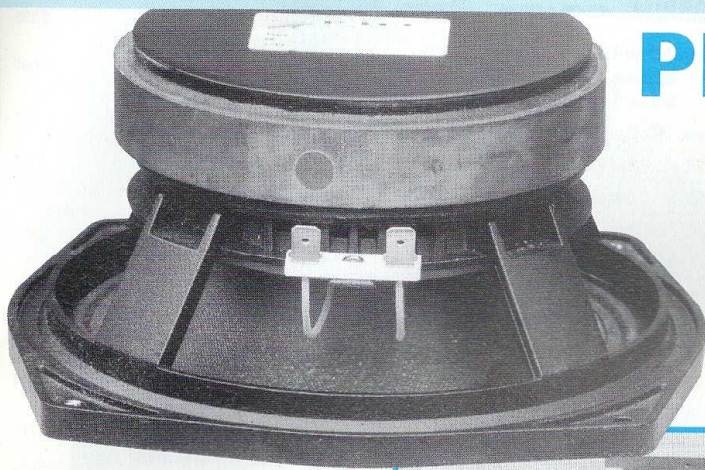
Des dossiers, des bancs d'essais qui font autorité.

**Son supplément DVD Mag vous informe
de toute l'actualité DVD.**

Chaque mois en kiosque, toujours 20 F !

**PV Editions 5 boulevard Ney, 75018 Paris
Tél. : 01 44 65 81 25 - Fax : 01 44 65 81 26**

PHL-AUDIO / SEAS



BOOMER MÉDIUM PHL AUDIO / SP 1280
TWEETER SEAS / T25FC001. CONNECTEURS SPEAKON MÂLE / FEMELLE
ENSEMBLE DES COMPOSANTS DU FILTRE PASSIF 2 VOIES. SELFS. CONDENSATEURS.
RÉSISTANCES. PRISES SPEAKON MÂLE / FEMELLE

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

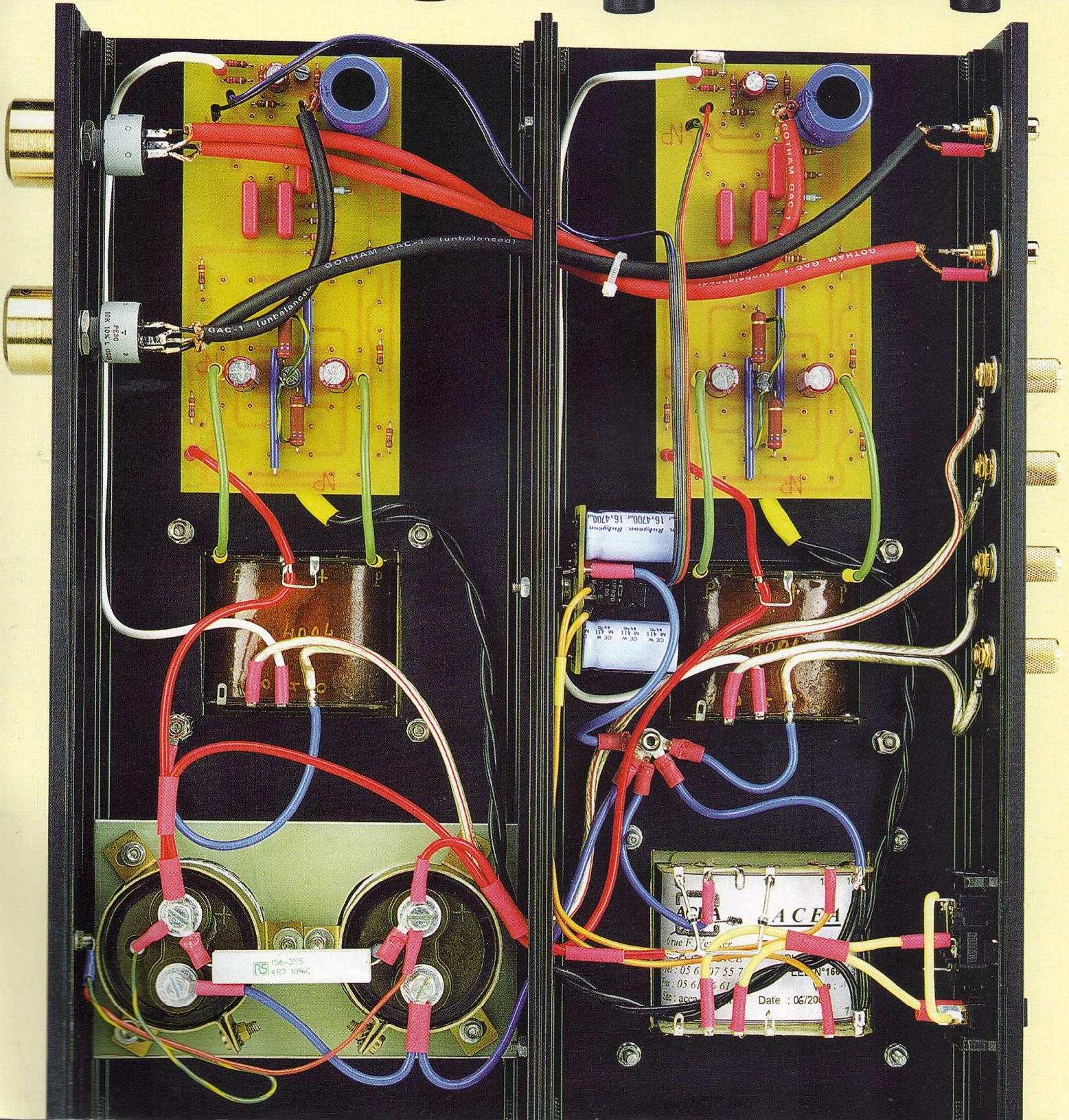
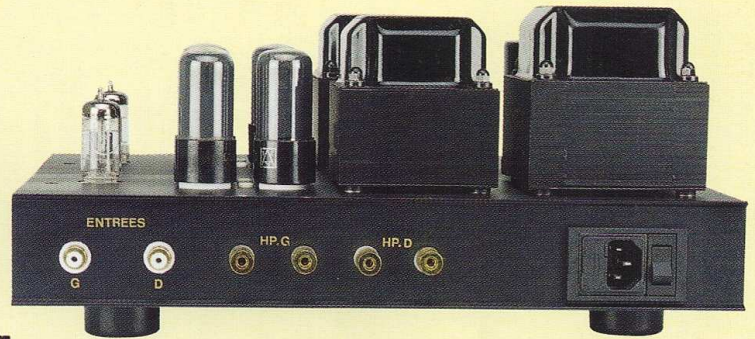
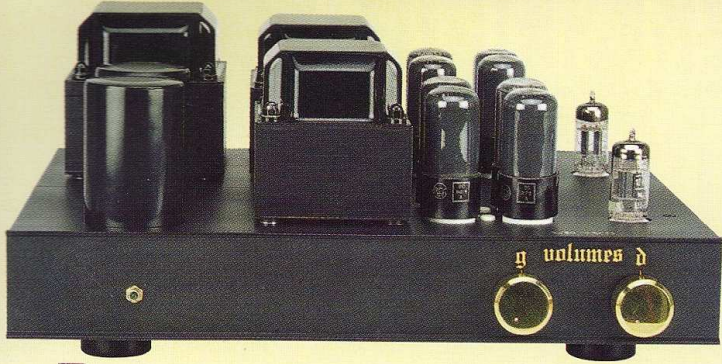
par mandat

A retourner accompagné de votre règlement à :

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



INTERCONNEXIONS DU 6V6



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-medium 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**.