

Lead

LE MICROCONTRÔLEUR SX 28 (6^{ème} partie)

GESTION DES AFFICHEURS LCD

UN BLOC AMPLIFICATEUR PUSH-PULL

DE TRIODES 845 DE 40 Weff (2^{ème} partie)

ALIMENTATION H.T. POUR AMPLIS À TUBES

ENCEINTE HAUT RENDEMENT, HP COAXIAL



**ALIMENTATION
HAUTE TENSION
POUR TUBES**



**SINGLE
KT88E.H./6SN7**



**Le SX 28
et les afficheurs
LCD**



PUSH-PULL DE TRIODES 845

M 01226 - 173 - F: 4,50 € - RD



Quoi de Neuf chez Selectronic ...

Pour tous vos montages audiophiles ...



CONDENSATEURS :

- **BLACKGATE :**
Série BG : pour découplage.
Série BG-C : pour liaison.
Série BG-N : non polarisés.
- **ELNA :** SILMIC-II.
- **STYROFLEX de précision :**
de 100 pF à 82 nF.
- **MICA argenté 1% :**
de 10 pF à 100 nF.

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION type "R"

Ce qui se fait de mieux pour vos appareils audio.

- Faibles pertes.
- Très faible capacité E/S.
- De 30 VA à 500 VA.



Kit d'enceinte



Selectronic

2 voies 15"



Les H.P et le filtre



Le Kit ébénisterie

- Polyvalente, pour sonorisation de qualité ou usage HI-FI.
- Dynamique exceptionnelle.
- Équipée des excellents HP **MONACOR :**
- Boomer 15" (38 cm) SP-15/200PA
- Médium-tweeter à chambre de compression MHD-170.
- Haut rendement : 98 dB @ 1 W @ 1 m.
- Puissance nominale : 200 W RMS.
- Filtre LINKWITZ 24 db/octave ● Bande passante : 55 à 17.000 Hz.
- Impédance nominale : 8 ohms ● Volume de charge : 100 litres.
- Ébénisterie en MHD fournie entièrement découpée et prête à assembler ● Dim. : 764 x 484 x 400 mm ● Poids total : 37 kg.
- Accessoires fournis : Bornier, événements, fil de câblage interne, etc.
- Filtre avec condensateurs MKP.

Le Kit **COMPLET** 115.0921 (avec accessoires et visserie)

375,00 € TTC / 2459,84 F

L'ébénisterie **SEULE** 115.0921-1

99,50 € TTC / 652,68 F

Supplément de port sur ce produit (pour colis lourd) de 12,20 € / 80,00 F

Kit BASIC Préamp

Selectronic

- **Entrée LIGNE :**
- Technologie classe A à J-FET.
- Gain : 0 dB / 600 Ω.
- B.P. : > 1 MHz.
- Taux de distorsion : < 0,001 % de 20 à 20 kHz.
- Niveau de saturation : 14 V.
- **Entrée RIAA :**
- Sensibilité : 2,5 mV / 47 kΩ (adaptable) pour 200 mV en sortie.
- Taux de distorsion : < 0,001 % de 20 à 20 kHz.
- Respect de la courbe RIAA : ± 0,2 dB
- Rapport S/B : > 90 dB.
- **Sortie AUXILIAIRE :**
- Gain + 6 dB.
- **DIVERS :**
- E/S sur RCA dorées.
- Circuits imprimés epoxy double-faces trous métallisés avec sérigraphie.
- Alimentation : 230 VAC.
- Boîtier en ABS beige.
- Dimensions : 16 x 6,5 x 26 cm.
- Fourni avec faces Avant et Arrière imprimées adhésives.

Le Kit **COMPLET** 115.6200

199,00 € TTC / 1305,35 F

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



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

NOUVEAU



Série GRAND MOS

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



Section Filtre actif

Section amplificateurs

NOUVEAU

Kit TRIPHON II

Selectronic

SECTION FILTRE ACTIF

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

Remarque importante :

Nous préciser impérativement lors de votre commande, les fréquences de coupure choisies pour votre système.

SECTION AMPLIFICATEURS

- Alimentations totalement séparées pour les voies droites et gauches.
- 4 x 16 W RMS / 8 ohms, pure classe A.
- Technologie MOS-FET.

DIVERS

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

Le Kit **COMPLET Filtre + Ampli** 115.4250-2 1769,00 € **PROMO**

1590,00 € TTC / 10429,72 F

Selectronic

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 11e (Métro Nation)

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



Catalogue Général 2003

Envoi contre 10 timbres au tarif "LETTRE" en vigueur (0,46 € au 1er janvier 2002).

Conditions générales de vente : Règlement à la commande : frais de port et d'emballage 4,27€ (28,00F), FRANCO à partir de 121,96€ (800,00F). Contre-remboursement : +9,15€ (+60,00F). Livraison par transporteur : supplément de port de 12,20€ (80,00F). Tous nos prix sont TTC.

Led

Société éditrice :
Editions Périodes

Siège social :
5 bd Ney, 75018 Paris

SARL au capital de 7 775 €
Directeur de la publication
Bernard Duval

Led

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

Services :

Rédaction - Abonnements :

01 44 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
Jérôme Gest

Abonnements :

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

Publicité :

Bernard Duval

Réalisation :

- PV Editions
Christian Mura
Frédy Vainqueur

Secrétaire de rédaction :

Fernanda Martins

Photos :

Antonio Delfin

Impression :

Berger Levraut - Toul

Imprimé en France

6

LE MICROCONTROLEUR SX28 (SCÉNIX) GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES (6^{ÈME} PARTIE)

Ces périphériques d'affichage sont devenus incontournables en raison de leur excellent rapport qualité/prix. En effet, disponibles pour le prix de quelques afficheurs 7 segments, ils assurent simultanément l'affichage de textes et de données numériques, pour une consommation totale minimale (de l'ordre de 10 mW pour un afficheur 2x16, rétro-éclairage désactivé).

20

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

22

PETITES ANNONCES

25

PUSH-PULL DE TRIODES 845 BLOC MONO DE 40 Weff (2^{ÈME} PARTIE)

Nous allons aborder d'entrée, avec cette deuxième partie de notre projet, la réalisation du châssis en aluminium. Le coffret utilisé, de 45x442x254 mm, va rassembler tous les éléments nécessaires à la mise au point de ce Push-Pull de triodes 845. Il se décompose en quatre parties vissables les unes aux autres, ce qui va nous faciliter le travail de la mécanique, notamment les perçages dans la partie supérieure.



38

LES ALIMENTATIONS H.T. POUR AMPLIFICATEURS À TUBES

La conception des amplificateurs à tubes pose des problèmes pratiques et technologiques bien particuliers. Les performances musicales dépendent directement de la conception de l'alimentation. Si celle-ci, pour être parfaite, devait simplement présenter une tension de sortie constante quelle que soit la charge connectée, il n'en serait pas moins très difficile de s'approcher de cet idéal, d'autant que les amplificateurs à tubes nécessitent des tensions élevées pour fonctionner.

42

ENCEINTE HAUT RENDEMENT AVEC HP COAXIAL

Longtemps demandée par nos lecteurs, nous vous proposons une enceinte à haut rendement équipée d'un haut-parleur coaxial RADIAN de référence 5312-8. Elle vous permettra d'y raccorder un amplificateur à lampes de faible puissance, notamment tout «Single End» à base de 300B, 845 ou 6550, ces appareils qui ne délivrent qu'une dizaine de watts.

46

UN CLASSE A KT88E.H./6SN7 SURPRENANT AVEC CÂBLAGE À L'ANCIENNE SANS CIRCUIT IMPRIMÉ

Pas entièrement convaincus par les résultats obtenus à l'écoute du SINGLE proposé dans notre n°171 et utilisant une ECF82 en driver, notre ténacité à toujours vouloir améliorer un produit a été payante avec la double triode 6SN7.



DROITS D'AUTEUR

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

VENTE AU NUMÉRO

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

N° 145

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Réalisez un kit de développement évolutif pour microcontrôleur 68HC11 (1^{ère} partie)

N° 146

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- 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 de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Kit de développement pour 68HC11 (4^{ème} partie)
Gestion de claviers matriciels

N° 152

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- 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)
- Ampli 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 (3^{ème} partie)
- 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)
- Gén. 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
- Gén. vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (3^{ème} partie)

N° 159

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

N° 160

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

N° 161

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

N° 162

- Boîte de mesure secteur
- GBF Synthésisé 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 68HC11 (2^{ème} partie)
- Filtre actif 2 voies à triodes ECC83, pente d'atténuation de 12 dB/octave
- GBF synthésisé 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 synthésisé 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

N° 166

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Double push-pull de tétrodes 6V6 GT : 2x20 Weff
- Enceinte SEAS 01 (1^{ère} partie)

N° 167

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Enceinte SEAS 01 (2^{ème} partie)
- Ampli classe A à transistors bipolaires 2 x 30 Weff
- Bloc de puissance Hi-Fi : triple Push-Pull d'EL34 pour 120 Weff

N° 168

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 4,60 €) :
- Module de développement pour microcontrôleur SX28 (Scénix) (1^{ère} partie)
- Préampli haut niveau à tubes : ECC83 / ECC81 4 entrées / 2 sorties à basse impédance
- Un bloc amplificateur mono de très forte puissance : 280 Weff/8 Ω avec des LM3886 (1^{ère} partie)

N° 169

- Module de développement pour microcontrôleur SX28 : bases de programmation en assembleur (2^{ème} partie)
- Amplificateur de 2 x 60 Weff : un push-pull de tétrodes 6550 avec déphaseur 6SN7
- Préampli à tubes ECC83/ECC81. Complément d'informations du haut niveau au bas niveau (2^{ème} partie)
- Push-Pull de triodes 845 : 43 Weff à 2 % de distorsion
- Un bloc amplificateur mono de très forte puissance : 280 Weff/8 Ω avec des LM3886 (2^{ème} partie)

N° 170

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

N° 171

- Le MICROCONTROLEUR SX28 (Scénix) mise en œuvre des convertisseurs (4^{ème} partie)
- Ampli guitare de 50 Weff avec correcteurs, tremolo et overdrive
- La 6550 Electro-Harmonix en single-end : 2x10 Weff
- Wattemètre audio de 0,2 W à 100 W

N° 172

- Le MICROCONTROLEUR SX28 (Scénix) gestion des claviers alphanumériques (5^{ème} partie)
- Push-Pull de 845 : Bloc mono de 40 Weff (1^{ère} partie)
- La capacité du condensateur
- Chronomètre/analyseur à mémoire (1^{ère} partie)
- Compresseur de modulation audio

Je vous fais parvenir ci-joint le montant de €

par CCP par chèque bancaire par mandat

4,60 € le numéro
(frais de port compris)

NOM : PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL : VILLE :

Quelques numéros encore disponibles (prix 4,60 €) :
122, 123, 125, 132, 133, 135, 141, 143, 149, 151

Je désire :

...n° 153 ...n° 158 ...n° 163 ...n° 171

...n° 154 ...n° 159 ...n° 164 ...n° 172

...n° 155 ...n° 160 ...n° 165

...n° 156 ...n° 161 ...n° 169

...n° 157 ...n° 162 ...n° 170

Photocopies d'articles (préciser l'article) :

...n° 145 ...n° 148 ...n° 166 ...n° 168

...n° 146 ...n° 152 ...n° 167

LE MICROCONTROLEUR SX28 (SCÉNIX) GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES



Ces périphériques d'affichage sont devenus incontournables en raison de leur excellent rapport qualité/prix. En effet, disponibles pour le prix de quelques afficheurs 7 segments, ils assurent simultanément l'affichage de textes et de données numériques, pour une consommation totale minimale (de l'ordre de 10 mW pour un afficheur 2x16, rétro-éclairage désactivé).

Une application basée sur le SX28 a donc tout intérêt à être équipée d'un module LCD. Nous verrons qu'un port d'extension de 8 bits (matérialisé par le port B sur le kit) est largement suffisant pour utiliser un afficheur LCD, quel que soit son type. Dans le cas d'un afficheur graphique, une petite adaptation sera toutefois nécessaire pour limiter la largeur du bus de données. Nous allons présenter trois types d'afficheurs :

* un module alphanumérique à bus parallèle, dont la capacité d'affichage peut aller jusqu'à 2x40 caractères,

* un module à liaison série, dont le fonctionnement interne est identique au précédent

* un afficheur graphique de 128x64 pixels.

ORGANISATION INTERNE D'UN MODULE LCD ALPHANUMÉRIQUE

Du point de vue matériel, le module est réalisé autour d'un circuit imprimé dont la face supérieure reçoit un panneau à cristaux liquides, comme indiqué en **figure 1**. La face inférieure, quant à elle, est dotée d'au moins un circuit intégré de

technologie CMS : c'est le contrôleur du module. Dans la majorité des cas il s'agit d'un HD44780 (Hitachi) ou l'un de ses nombreux clones. La face avant d'un module du type LTN211 (Philips) montre 14 broches alignées sous le panneau LCD. Cependant, certains fabricants disposent ce connecteur au dessus de l'afficheur, voire sur le coté en deux rangées de 7 broches (cas du module de 2x40 caractères). Rassurez-vous, dans la majorité des cas la numérotation des broches est indiquée, et l'affectation des broches reste identique pour chaque constructeur.

L'organisation fonctionnelle d'un module est indiquée en **figure 2**. Un port d'entrée/sortie est doté de huit bits de données (D0..D7), associés à trois bits de contrôle (RS, E et R/W). L'utilisateur à accès directement à trois registres depuis ce port :

* un registre de données, bidirectionnel, qui reçoit les codes ASCII des caractères à afficher. Les codes seront ensuite stockés dans la DD-RAM, d'une capacité de 80 octets. Le registre de données permet aussi de lire le contenu de la DD-RAM.

* un registre de contrôle, destiné à recevoir les consignes de contrôle, comme effacer l'afficheur, déplacer le curseur, etc.. (accessible uniquement en écriture),

* un registre d'état qui est destiné à indiquer à l'utilisateur si le processeur interne est prêt à recevoir une instruction (accessible en lecture seule).

La CG-ROM est une ROM génératrice de caractères qui fournit 192 motifs de caractères différents en matrices de 5 x 7 points. La relation entre le code à transmettre et le motif du caractère est donnée par le **tableau 1**. Il faut signaler que la correspondance **ASCII** est respectée uniquement entre les codes \$20 et \$7D de ce tableau, c'est à dire pour les chiffres de 0 à 9, les lettres majuscules et minuscules, et enfin quelques signes couramment utilisés. Les autres codes risquent de proposer des symboles spécifiques à certains modules (notamment

LE MICROCONTRÔLEUR SX28

Figure 1 : afficheur Samsung 2x16, réf KP03

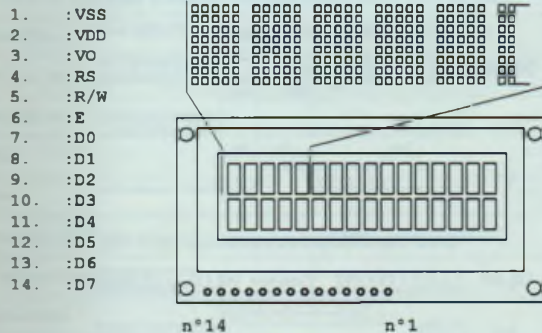


Figure 2 : organisation interne d'un module LCD alphanumérique

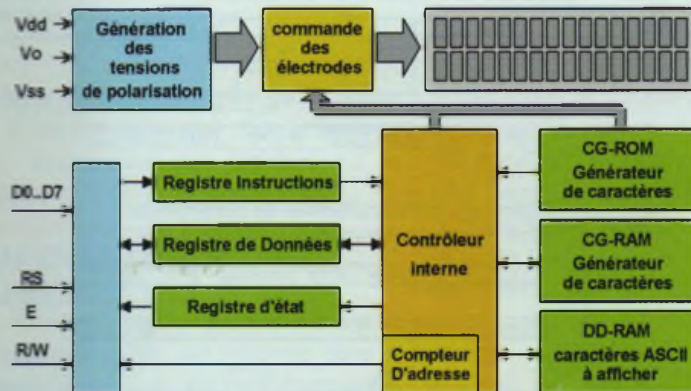


Tableau 1 : codes de caractères de la matrice

Low Order 4 bit	High Order 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
CG RAM (1)	xxx0000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
(2)	xxx0001	!	@	#	\$	%	&	'	()	*	+	=	>
(3)	xxx0010	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	=	>	?
(4)	xxx0011	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	=	>	?	0
(5)	xxx0100	\$	%	&	'	(	)	*	+	=	>	?	0	1
(6)	xxx0101	%	&	'	(	)	*	+	=	>	?	0	1	2
(7)	xxx0110	&	'	(	)	*	+	=	>	?	0	1	2	3
(8)	xxx0111	'	(	)	*	+	=	>	?	0	1	2	3	4
(9)	xxx1000	(	)	*	+	=	>	?	0	1	2	3	4	5
(10)	xxx1001	)	*	+	=	>	?	0	1	2	3	4	5	6
(11)	xxx1010	*	+	=	>	?	0	1	2	3	4	5	6	7
(12)	xxx1011	+	=	>	?	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(13)	xxx1100	=	>	?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(14)	xxx1101	>	?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
(15)	xxx1110	?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
(16)	xxx1111	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C

en fonction du pays auquel les afficheurs sont destinés).

La DD-RAM reçoit les codes des caractères à afficher. L'adresse à laquelle est placé un code dans la DD RAM définit la position du caractère sur le panneau d'affichage. Le pointage d'un élément dans la DD-RAM ou la CG-RAM est déterminé par un compteur d'adresses interne, accessible en lecture par l'utilisateur.

- Cas d'un afficheur à deux lignes de caractères

Les adresses de la seconde ligne ne sont pas consécutives à celles de la première ligne de caractères. Quand l'affichage est décalé, les adresses se décalent uniquement vers la droite ou vers la gauche d'une même ligne. Les adresses assignées à chacune des lignes sont les suivantes :

Ligne n°1 : \$00 à \$27

Ligne n°2 : \$40 à \$67

- Cas d'un afficheur à une seule ligne de 16 caractères

Les adresses de la seconde moitié de la ligne ne sont pas consécutives à celles de la première moitié. Les adresses assignées à chacune des moitiés de lignes sont les suivantes :

Caractères 1 à 8 : \$00 à \$07

Caractères 9 à 16 : \$40 à \$47

Le module contient aussi une RAM génératrice de caractères (CG-RAM) grâce à laquelle l'utilisateur peut définir jusqu'à 8 motifs de caractères personnalisés. Signalons également que les modules d'affichage LCD peuvent fonctionner à partir d'un bus de données 4 bits ou 8 bits.

INTERFAÇAGE DU MODULE AVEC LE PORT B DU SX28

La figure 3 montre une solution d'interfaçage du module avec le port B du SX28, dans le cas d'un transfert de données en mode 4 bits. Le module dispose de 3 bornes d'alimentation : VDD, VSS et Vo. Une tension de contrôle du contraste comprise entre 0 V et 5 V doit être appliquée sur la broche Vo, par l'intermédiaire d'un potentiomètre de 10 kΩ (le meilleur réglage sera obtenu entre 0 V et 1 V). VDD est relié à l'alimentation +5 V, et VSS à la masse. Le quartet de poids fort du bus de données [D4..D7] est dirigé sur le quartet de poids faible du port B, tandis que les entrées de contrôle RS et E sont pilotées par deux bits de poids fort du port B (D5 et D4). Pour simplifier le pilo-

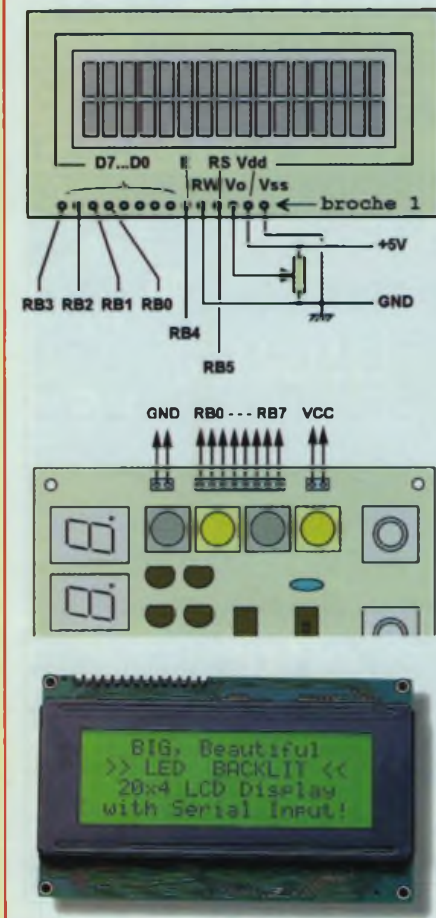


Figure 3 : câblage du module LCD

Figure 4a : chronogramme de commande dans le cas d'un transfert en mode 8 bits

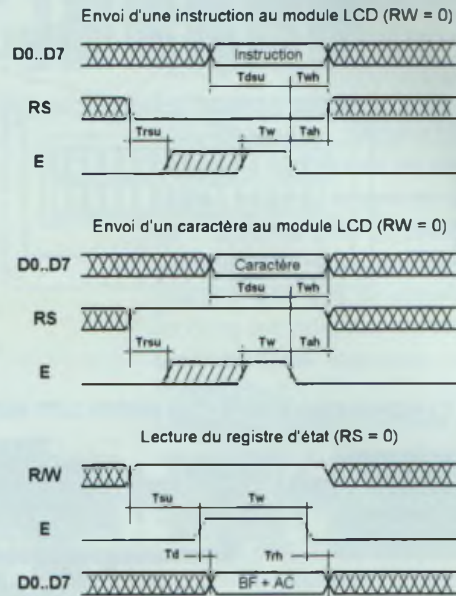
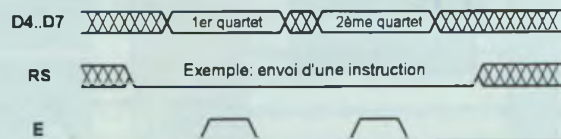


Figure 4b : chronogramme de commande dans le cas d'un transfert en mode 4 bits



tage du module LCD, l'entrée **R/W** est directement câblée à la masse. Nous n'avons pas osé proposer un circuit imprimé spécifique pour le module LCD, étant donné que les 14 broches du module sont placées différemment en fonction du fabricant.

PILOTAGE DU MODULE LCD

A priori, l'affichage d'un caractère sur le module sera effectué en deux temps : il faut d'abord envoyer une information de positionnement du curseur dans le registre d'instruction, puis le code ASCII du caractère dans le registre de données. Le module affiche alors le motif de caractère à l'emplacement indiqué. En fait, selon le mode d'affichage initialisé par l'utilisateur, le processeur du module

peut assurer automatiquement le déplacement du curseur vers la droite ou vers la gauche. Dans ce cas, il suffit d'entrer une succession de codes ASCII pour obtenir l'affichage d'une suite de caractères.

La ligne de contrôle **RS** permet de préciser au module si la donnée qu'on lui envoie est une instruction (**RS = 0**) ou un caractère (**RS = 1**). L'entrée **E**, active sur front descendant, permet de valider la commande. Les premiers chronogrammes de la **figure 4a** indiquent les signaux à envoyer au module dans les deux cas. Le troisième chronogramme correspond à une séquence de lecture du registre d'état (BF) et du compteur d'adresse (AC).

Le rôle du bit d'état n'est pas négligeable : en effet, il passe à 1 lorsque le module est en court d'exécution d'une

opération interne. Pendant cette période, l'afficheur est incapable de traiter une autre instruction. L'utilisateur peut alors consulter le registre d'état, afin d'envoyer une nouvelle instruction au module dès que le bit D7 revient à 0. Une autre approche consiste à déclencher une temporisation de durée appropriée après chaque sollicitation de l'afficheur. Cette procédure permet d'utiliser le module uniquement en écriture. On remarquera que le contenu du registre d'état est présent sur le bus de données tant que E et R/W sont à l'état haut.

Le **tableau 2** indique le timing à respecter pour que les échanges entre le microcontrôleur et le module LCD aient lieu dans de bonnes conditions. Dans le cas où le module LCD est piloté dans le mode de transfert à 4 bits, les données sont envoyées en deux temps, comme

LE MICROCONTRÔLEUR SX28

TIMING CHARACTERISTICS

T_{amb} = 0 to 50 °C, V_{DD} = 5 V ± 5% unless otherwise stated

Tableau 2

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Enable cycle time	t _{cyc}	1000	—	—	ns
Enable pulse width	t _W	450	—	—	ns
Rise time	t _r	—	—	25	ns
Fall time	t _f	—	—	25	ns
Register select set-up time	t _{rsu}	140	—	—	ns
Read and write set-up time	t _{su}	140	—	—	ns
Data set-up time	t _{dsu}	195	—	—	ns
Data delay time	t _d	—	—	320	ns
Address hold time	t _{AH}	10	—	—	ns
Data hold time write	t _{WH}	10	—	—	ns
Data hold time read	t _{RH}	20	—	—	ns

Tableau 3

Instrinctions	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Time
Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,84ms
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	1,84ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40µs
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40µs
Curs/Displ Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	40µs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	0	*	*	40µs
CG-RAM address set	0	0	0	1	A-CG					40µs	
DD-RAM address set	0	0	1	A-DD					40µs		
Busy/Address read	0	1	BF	AC					0		
CG/DD-RAM write	1	0	Write DATA					40µs			
CG/DD-RAM read	1	1	Read DATA					40µs			

l'indique le chronogramme de la figure 4b. C'est ce mode que nous utiliserons pour économiser des broches sur le SX28.

JEU D'INSTRUCTIONS DU MODULE LCD

La liste des codes est indiquée dans le tableau 3 pour un afficheur compatible RTC (Philips), ce qui est le cas de la majorité (voire la totalité) des afficheurs alphanumériques actuels.

- Effacer l'affichage (Display clear)

La DD-RAM est remplie avec le code \$20 (Espace). Le compteur d'adresse est remis à zéro. Si l'affichage a été décalé, la position initiale est rétablie. Après exécution de cette instruction, l'affichage disparaît et le curseur est ramené à la position située en haut à gauche.

- Initialiser le curseur (Cursor home)

Le compteur d'adresse est remis à zéro. Si l'affichage a été décalé, la position initiale est rétablie. Le contenu de la DD-RAM n'est pas modifié. Le curseur ou le clignotement du caractère, si activé, est ramené à sa position initiale.

- Initialiser le mode d'entrée des données (Entry mode set)

I/D (Inc./Dec.) : lorsqu'on envoie le code d'un caractère à afficher, le curseur se déplace d'une position d'affichage vers la droite (I/D = 1) ou la gauche (I/D = 0). Ce fonctionnement est valable également quand une donnée est lue ou écrite dans la CG-RAM.

S (Shift) : Quand S = 1, l'ensemble de l'affichage est décalé d'une position vers la gauche (I/D = 1) ou la droite (I/D = 0) après écriture du code d'un caractère dans la DD-RAM. Le curseur garde la même position relative sur l'afficheur. Si S = 0, l'affichage n'est pas décalé.

Remarque : Quand un décalage d'affichage est exécuté, les 2 lignes sont décalées simultanément. Quand l'opération de décalage de l'affichage est répétée, les caractères d'une ligne ne sont pas déplacés vers l'autre ligne mais sont rebouclés sur la même ligne.

- Allumer/éteindre l'affichage (Display ON/OFF)

D (Display) : l'affichage est allumé si D = 1. Quand D = 0, l'affichage est éteint, mais les codes de caractères sont conservés dans la DD-RAM.

C (Cursor) : le curseur est affiché à la position courante du compteur d'adres-

se si C = 1. Quand C = 0, le curseur n'est pas visible.

B (Blink) : si B = 1, le caractère à la position du curseur clignote à 1,2 Hz environ.

- Décaler le curseur/l'affichage (Cursor/display shift)

Dès que cette commande est envoyée au module LCD, l'affichage et/ou le curseur sont décalés vers la droite ou la gauche.

Pour un afficheur à deux lignes, le curseur se déplace de la 40^{ème} position de la ligne du haut à la première position de la seconde ligne. A la fin de la seconde ligne (adresse \$67), le curseur ne retourne pas à l'adresse \$00 mais à la première position de la seconde ligne (adresse \$40).

S/C (Shift/Cursor) : déplacement du curseur si S/C = 0. lorsque S/C = 1, c'est tout l'affichage, avec le curseur, qui est décalé.

R/L (Right/Left) : décalage vers la gauche (R/L = 0), ou vers la droite (R/L = 1).

- Initialiser le mode de fonctionnement (Function set)

DL (Data Length) sélectionne la largeur du bus de données : 8 bits (DL = 1) ou 4 bits (DL = 0).

N (Number of lines) initialise l'affichage

GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES

```

;*****
;*** pilotage d'un afficheur ***;
;*** standard en mode 4 bits ***;
;*****

        device SX28, osc1MHz, turbo, stackx_optionx
        freq 1_000_000
        raset Start

        org $08

data    ds 1
compteur ds 1
duree1  ds 1
duree2  ds 1
lcd_tamp ds 1
lcd_count ds 1

;*** affectation du port B ***;
;*****

lcd_data = rb
lcd_RS   = rb.1 ; 0 = instruction, 1 = donnée
lcd_RW   = rb.2 ; 0 = écrire, 1 = lire
lcd_E    = rb.3 ; 1,1-->0 validation du LCD
lcd_DB4  = rb.4 ; DB4 = Data bus line 4 (LSB)
lcd_DB5  = rb.5
lcd_DB6  = rb.6
lcd_DB7  = rb.7 ; DB7 = Data bus line 7 (MSB)

        org $100

;*** INITIALISATION DES PORTS ***;
;*****

Start   mov M, #0f
        mov w, #00000000 ; met le port B a zero
        mov zb, w
        mov w, #00000000 ; port B en sortie
        mov !rb, w

;*****
;*** PROGRAMME PRINCIPAL: ***;
;*** Affichage d'un texte ***;
;*****

        call @lcd_init

        mov W, #01000000 ; début 1ère ligne
        call @lcd_write_ctrl
        call @attente_fin

        clr compteur ; pointer la table
        call @affichage ; afficher le 1er mot

        mov W, #01100000 ; début 2ème ligne
        call @lcd_write_ctrl
        call @attente_fin

        inc compteur ; déplacement du pointeur
        call @affichage ; afficher le 2ème mot

wait    jmp wait

        org $400

table   dw ' Afficheur LCD'
        dw 0
        dw ' en mode 4 bits'
        dw 0

;*****
;*** SOUS-PROGRAMMES ***;
;*****

        org $200

lcd_init mov W, #00101000 ; mode 4 bits, 2 lignes
        call @lcd_write_ctrl
        call @attente_fin

        mov W, #00001100 ; Afficheur on, curseur off
        call @lcd_write_ctrl
        call @attente_fin

        mov W, #00000110 ; décalage à droite curseur
        call @lcd_write_ctrl
        call @attente_fin

        mov W, #00000001 ; effacer Afficheur (DD-RAM)
        call @lcd_write_ctrl
        call @attente_fin

        retp

;*** Pilotage du module LCD ***;
;*****

lcd_write_ctrl
        clrb lcd_RS ; RS=0 (commandes)
        jmp lcd_write ; goto WRITE code

lcd_write_data
        setb lcd_RS ; RS=1 (données)

lcd_write
        mov lcd_tamp, w
        mov lcd_count, #2
        mov M, #0f
        mov w, #00h
        mov !rb, w ; bits de donnée en sortie
        clrb lcd_RW ; R/W = 0 (écriture)

lcd_write_loop
        and lcd_data, #0Fh ; protéger les bits de contrôle !
        mov W, lcd_tamp
        and W, #0f0
        or lcd_data, W ; remettre tout les bits ensemble
        setb lcd_E ; E=1
        clrb lcd_E ; E=0
        swap lcd_tamp ; inverser les quartets de donnée
        decsz lcd_count
        jmp lcd_write_loop

        mov duree1, #15 ; 4µs x 15 = 60µs
        decsz duree1
        jmp :suite
        retp

;*** temporisation de 2ms ***;
;*****

attente_fin
        mov duree1, #2 ; tempo de environ :
suite1 mov duree2, #250 ; 4µs x 250 x 2 = 2ms
suite3 decsz duree2
        jmp suite3
        decsz duree1
        jmp suite1
        retp

;*** Affichage sur une ligne ***;
;*****

affichage mov w, compteur
        mov M, #04
        iread
        mov lcd_tamp, w
        cje lcd_tamp, #0, fin
        call @lcd_write_data
        inc compteur
        jmp affichage

fin       retp

```

Figure 5

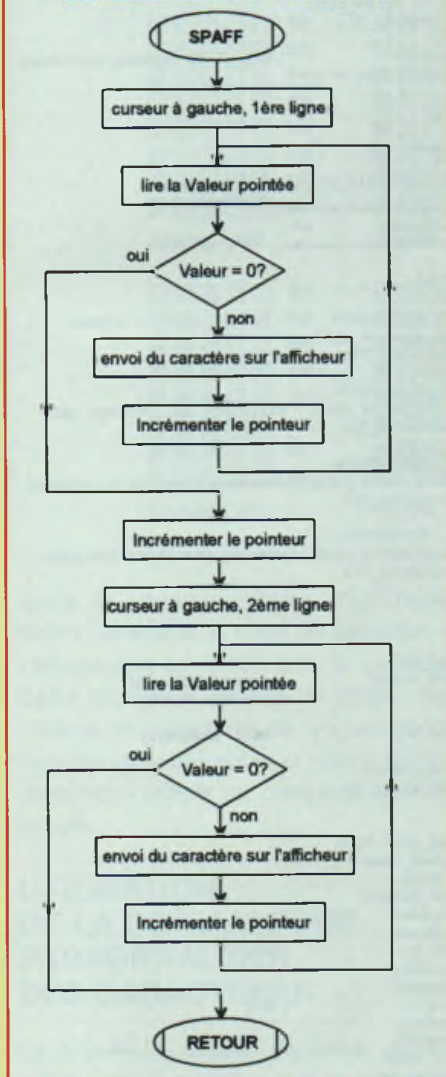
sur une ligne si $N = 0$, et deux lignes si $N = 1$. Cependant, les afficheurs de 1x16 lignes utilisent en fait un mode d'affichage sur deux lignes de

8 caractères, ce qui est plutôt déroutant !

Remarque : cette instruction doit être exécutée au début du programme du

microprocesseur, avant toute autre instruction (à l'exception de l'instruction de lecture du bit d'état et du compteur d'adresse).

Figure 6 : organigramme de gestion des deux chaînes de caractères



- Positionner l'adresse de la CG-RAM (CG-RAM address set)

Cette instruction permet au compteur d'adresses de pointer une adresse dans la CG-RAM. Un transfert de données pourra ensuite être réalisé entre le microcontrôleur et la CG-RAM.

- Positionner l'adresse de la DD-RAM (DD-RAM address set)

Cette instruction permet au compteur d'adresses de pointer une adresse dans la DD-RAM. Un transfert de données pourra ensuite être réalisé entre le microcontrôleur et la DD-RAM.

- Lire le registre d'état et le compteur d'adresse (Busy flag/address read)

Le bit **BF** (busy flag) ne peut être que lu et indique si le module est occupé par le traitement d'une instruction. **BF** = 1 indique l'état occupé (opération interne) et une nouvelle instruction ne sera pas acceptée tant que **BF** ne sera pas égal à 0. Cette instruction lit aussi le contenu du compteur d'adresses, exprimé par un nombre binaire de 7 bits. Lors d'une lecture, le compteur d'adresses va contenir une adresse de la DD-RAM ou de la CG-RAM selon la dernière instruction d'adressage exécutée.

- Ecrire une donnée dans la CG-RAM/DD-RAM (CG-RAM/DD-RAM data write)

Une donnée de 8 bits est écrite dans la CG-RAM ou la DD-RAM selon l'adresse spécifiée par le compteur d'adresses. Après écriture de la donnée dans la RAM, le compteur d'adresses est incrémenté ou décrémenté selon le mode d'entrée prédéfini.

- Lire une donnée dans la CG-RAM/DD-RAM (CG-RAM/DD-RAM data read)

Une donnée de 8 bits est lue dans la DD-RAM ou la CG-RAM selon la dernière instruction d'adressage exécutée, à l'emplacement indiqué par le compteur d'adresses. Cette instruction doit être précédée par une instruction de positionnement d'adresse dans l'une des deux «RAM», ou une instruction de décalage du curseur.

- Initialisation du module à la mise sous tension

À la mise sous tension, le module exécute une procédure d'initialisation automatique, qui assure les fonctions suivantes :

- * Effacement de la DD-RAM
- * Extinction de l'afficheur.
- * Format des données : 8 bits
- * Affichage sur une seule ligne
- * Curseur fixe

* déplacement du curseur vers la droite à chaque écriture de caractère

Pendant cette phase d'initialisation, qui dure environ 15 ms, le bit d'état est mis à l'état haut. Il est toutefois préférable d'assurer l'initialisation du module par programmation avant d'envoyer les premiers caractères au module.

EXEMPLE D'UTILISATION DU MODULE

Pour cette première application, contentons-nous d'écrire le texte suivant sur les deux lignes du module :

« AFFICHEUR LCD »
« en mode 4 bits »

Un exemple de listing assurant cette fonction est indiqué en figure 5. Nous avons choisi d'utiliser l'horloge interne du SX28, fixée à 1 MHz, afin de limiter l'emploi de temporisations. La procédure «**LCD_init**» permet d'initialiser le mode de fonctionnement du module au début du programme. La procédure «**afficheur**» assure l'affichage d'une série de caractères pointés dans la table à partir de la position courante du curseur. Les deux sous-programmes «**lcd_write_ctrl**» et «**lcd_write_data**» permettent de fournir les données à l'afficheur conformément à l'organigramme de la figure 4b. Afin de respecter le timing imposé par le constructeur, on fait appel à une temporisation de 2 ms après l'envoi de chaque code de contrôle vers le module. La temporisation est ramenée à 60 µs dans le cas des données ASCII.

L'organigramme de la procédure complète d'affichage sur deux lignes est indiqué en figure 6, et permet de mieux comprendre la technique utilisée pour gérer une table de caractères.

Remarquez que les deux lignes de texte sont suivies du code \$00. Après chaque lecture d'une donnée dans la table, on vérifie si la valeur renvoyée est égale à zéro. Si c'est le cas, on considère que la totalité du message a été envoyée et on

GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES

Tableau 4 : personnalisation d'un caractère dans la CG-RAM

Code Caractère (DD-RAM)	Adresse CG-RAM	Motif de caractère (CG-RAM)	code hexa
7 6 5 4 3 2 1 0	5 4 3 2 1 0	7 6 5 4 3 2 1 0	
0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0	0 0 1 0 0	\$04
		0 0 1	\$0A
		0 1 0	\$11
		0 1 1	\$11
		1 0 0	\$1F
		1 0 1	\$0E
		1 1 0	\$0A
		1 1 1	\$11

codes \$00 à \$07 ou \$08 à \$0F bits 5 à 3: 000 à 111 Attention: ligne [111] = ligne du curseur

Figure 7

```

;*****
;*** utilisation de la CGRAM ***
;*****

device SX28L, oscxt4, turbo, stacks_optionx
freq 50_000_000
reset Start

org $08

data ds 1
compteur ds 1
duree1 ds 1
duree2 ds 1
lcd_temp ds 1
lcd_count ds 1

;*** affectation du port B ***
;*****

lcd_data = rb

lcd_RS = rb.1 ; 0 = instruction, 1 = donnée
lcd_RW = rb.2 ; 0 = écrire, 1 = lire
lcd_E = rb.3 ; 1,1-->0 validation du LCD

lcd_DB4 = rb.4 ; DB4 = Data bus line 4 (LSB)
lcd_DB5 = rb.5
lcd_DB6 = rb.6
lcd_DB7 = rb.7 ; DB7 = Data bus line 7 (MSB)

org $100

;*** INITIALISATION DES PORTS ***
;*****

Start mov M,$02
mov w,$00000000 ; met le port B a zero
mov rb,w
mov w,$00000000 ; port B en sortie
mov !rb,w

;*****
;*** PROGRAMME PRINCIPAL ***
;*** création d'un symbole ***
;*****

call @lcd_init

mov W, $01000000 ; pointer début CG-RAM
call @lcd_write_ctrl
call @attente_fin

:suite clr compteur
mov w,compteur
mov M,$04
iread
call @lcd_write_data
inc compteur
cje compteur,$8,finl
jmp :suite
    
```

Suite figure 7

```

finl mov W, $01000000 ; pointer début afficheur
call @lcd_write_ctrl
call @attente_fin

mov w,$00 ;affichage symbole personnel
call @lcd_write_data

fin jmp fin

org $400

table dw $04,$0A,$11,$11,$1F,$0E,$0A,$11
;*****
;*** SOUS-PROGRAMMES ***
;*****

org $200

lcd_init mov W, $00101000 ; mode 4 bits, 2 lignes
call @lcd_write_ctrl
call @attente_fin

mov W, $00001100
call @lcd_write_ctrl ; Afficheur on, curseur off
call @attente_fin

mov W, $00000110
call @lcd_write_ctrl ; décalage à droite du curseur
call @attente_fin

mov W, $00000001
call @lcd_write_ctrl ; effacer Afficheur (DD-RAM)
call @attente_fin

retpl

lcd_write_ctrl clrb lcd_RS ; RS=0 (commandes)
jmp lcd_write ; goto WRITE code

lcd_write_data setb lcd_RS ; RS=1 (données)

lcd_write mov lcd_temp,w
mov lcd_count,$2

lcd_write_loop and lcd_data,$0Fh
mov W,lcd_temp
and W,$020
or lcd_data,W
call @nopdel
call @nopdel
setb lcd_E ; E=1
call @nopdel
call @nopdel
clrb lcd_E ; E=0
call @nopdel
call @nopdel
swap lcd_temp
decsz lcd_count
jmp lcd_write_loop

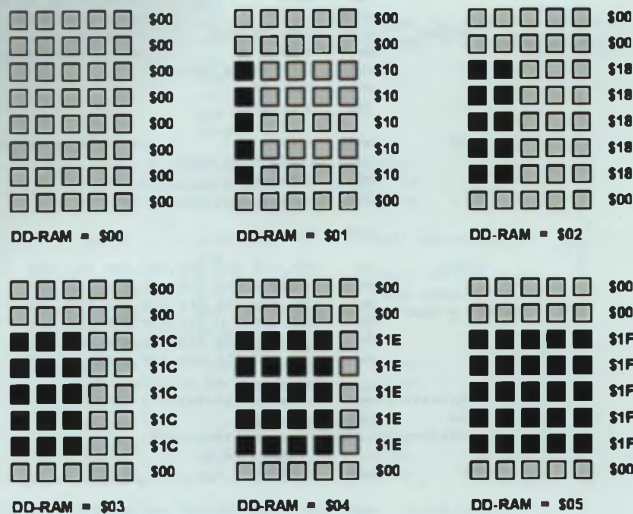
mov duree1,$200 ; 300ns x 200 = 60µs

:suite call @nopdel
decsz duree1
jmp :suite
retpl

attente_fin mov duree1,$125 ; tempo de environ 2ms :
suite1 mov duree2,$200 ; 80ns x 200 x 125 = 2ms
suite3 decsz duree2
jmp suite3
decsz duree1
jmp suite1
retpl

nopdel nop ;attente de 15 cycles = 300ns
nop
nop ;appel "call ..." = 4 cycles!
nop
nop ;nopdel = 11 cycles d'horloge
nop
nop
retpl
    
```

Figure 8 : configuration des matrices pour le BARGRAPH



quitte le sous-programme d'affichage. Sinon, on envoie le code du caractère à l'afficheur et on incrémente le pointeur. Cette technique permet de traiter des chaînes de caractères de longueurs différentes avec une seule et même procédure, sans utiliser un compteur dans la boucle.

UTILISATION DE LA CG-RAM POUR PERSONNALISER DES CARACTÈRES

La CG-RAM, d'une capacité de 64 octets, offre 8 matrices de 5x8 points qui peuvent être programmées par l'utilisateur. Pour afficher l'un des caractères issu de la CG-RAM, un code caractère compris entre 0 et 7 doit être écrit dans la DD-RAM. Les codes compris entre 8 et 15 renvoient les mêmes caractères que les précédents. Le **tableau 4** indique la correspondance entre le code du caractère, l'adresse de la CG-RAM et le motif affiché. Un pixel qui doit apparaître en noir sera positionné à l'état haut. Ce sont les bits de données 0 à 4 de la CG-RAM qui correspondent aux colonnes de chaque motif du caractère, tandis que les bits 5 à 7 ne sont pas uti-

lisés. Les bits d'adresse 0 à 2 de la CG-RAM sont associés à chacune des lignes d'un motif du caractère. La huitième ligne d'un motif correspond à la position du curseur. Si le curseur est affiché, une fonction **OU** logique est appliquée entre la huitième ligne de la CG-RAM et le curseur. En conséquence, si le curseur est affiché, il est recommandé de laisser les bits de la 8^{ème} ligne à l'état bas. Signalons enfin que la zone inutilisée de la CG-RAM peut être employée comme un espace mémoire RAM supplémentaire, le SX28 n'étant pas très riche à ce niveau. Si tel est le cas, il sera nécessaire de piloter la broche **R/W** de l'afficheur. Le listing présenté en **figure 7** assure la configuration d'un caractère de la CG-RAM tel qu'il a été représenté sur le tableau 4, puis l'affichage du motif correspondant sur le module LCD. Vous pourriez également vérifier qu'on obtient le même résultat si on choisit le code \$08 au lieu du code \$00 pour appeler notre motif du caractère. Les routines ont été légèrement modifiées afin de fonctionner avec l'oscillateur externe de 50MHz. Signalons notamment la procédure «**nopdel**» qui a été ajoutée afin de respecter le timing des signaux d'horloge du module LCD.

RÉALISATION D'UN BARGRAPH À PARTIR D'UN MODULE LCD

La CG-RAM va nous permettre de créer les cinq blocs de points illustrés sur la **figure 8**. A partir de ces motifs, il sera possible d'animer un **Bargraph horizontal** dont la résolution ne dépendra que de la capacité du module LCD. Avec un module de 16 caractères, il est possible d'aligner jusqu'à 5x16 barres dans le sens horizontal, soit 80 barres au total. A titre d'application, notre Bargraph visualisera sur 63 barres le niveau de la tension prélevée sur le curseur du potentiomètre installé sur le kit. Le listing correspondant est indiqué en **figure 9**. Il a été suffisamment commenté pour vous laisser le soin d'en analyser le fonctionnement. Puisque le résultat de conversion risque d'atteindre 255, il est décalé deux fois vers la droite afin de le diviser par 4. Si vous utilisez un module LCD de 2x40 caractères, il suffit d'effectuer un seul décalage afin d'obtenir un Bargraph de 127 colonnes. La principale subtilité du programme consiste à vérifier si le résultat issu du convertisseur est inférieur à 5, car les matrices possèdent 5 colonnes. Si c'est le cas, le résultat [0..4] permet de pointer directement le motif adéquat qu'il faut afficher.

Dans le cas contraire, on soustrait 5 au résultat, on affiche un motif plein et on renouvelle le test jusqu'à ce que le résultat tombe au dessous de 5. Ce principe permettrait d'obtenir un vu-mètre stéréophonique s'il était appliqué aux deux lignes.

MISE EN ŒUVRE D'UN AFFICHEUR LCD À LIAISON SÉRIE

Il s'agit d'un afficheur rétro-éclairé de deux lignes de 16 caractères référencé **HAC-162J** et doté d'un contrôleur **KS0074** de **Samsung**. Il est disponible auprès de Sélectronic pour moins de

GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES

Figure 9

```

;*****
;*** réalisation d'un BARGRAPH ***
;*****

device SX28L,oscxt4,turbo,stackx_optionx
freq 50_000_000
reset Start

        org     $08

HEXA    ds     1
data    ds     1
COMPT1  ds     1
COMPT2  ds     1
tempo1  ds     1
tempo2  ds     1
tempo3  ds     1
lcd_tamp ds     1
lcd_count ds    1

;*** affectation du port A ***
;*****

SDATA   =     ra
SCR     =     ra.1
CAN     =     ra.2
CNA     =     ra.3

;*** affectation du port B ***
;*****

lcd_data =     rb
lcd_RS   =     rb.1      ; 0 = instruction, 1 = donnée
lcd_RW   =     rb.2      ; 0 = écrire, 1 = lire
lcd_E    =     rb.3      ; 1,1-->0 validation du LCD
lcd_DB4  =     rb.4      ; DB4 = Data bus line 4 (LSB)
lcd_DB5  =     rb.5
lcd_DB6  =     rb.6
lcd_DB7  =     rb.7      ; DB7 = Data bus line 7 (MSB)

        org     $000

;*** INITIALISATION DES PORTS ***
;*****

Start   mov     M,$0D
        mov     !ra,$0001      ; SDATA = TTL
        mov     M,$0F
        mov     rb,$00000000    ; met le port B a zero
        mov     !rb,$00000000    ; met le port B en sortie

        mov     !ra,$0001      ; SDATA input
        clr     SCR           ; SCR=0
        mov     M,$0D
        mov     !ra,$0001      ; SDATA = TTL

;*****
;*** PROGRAMME PRINCIPAL ***
;*** création d'un symbole ***
;*****

        call    @lcd_init

        mov     W,$01000000    ; pointer début CG-RAM
        call    @lcd_write_ctrl
        call    @attente_fin

:suital  clr     COMPT1
        mov     w,COMPT1
        mov     M,$4
        ibrad
        call    @lcd_write_data
        inc     COMPT1
        cje     COMPT1,$48,fin1
        jmp     :suital

fin1     mov     W,$00000001    ; effacer Afficheur (DD-RAM)
        call    @lcd_write_ctrl
        call    @attente_fin

        mov     W,$10000000    ; pointer début afficheur
        call    @lcd_write_ctrl
        call    @attente_fin

```

Suite
figure 9

```

        call    @CONVE
        rr     HEKA           ;limitation de HEKA à 63
        clr    HEKA           ;pour afficheur 2x16
        rr     HEKA           ;limitation de HEKA à 127
        clr    HEKA           ;pour afficheur 2x40
        cjb    HEKA,$5,fin2    ;compare et saute si inférieur
        mov     w,$5           ;sinon affichage barre maxi (5)
        call    @lcd_write_data
        sub     HEKA,$5
        jmp     :suite2

        fin2     mov     w,HEKA           ;affichage barre 0 à 4
        call    @lcd_write_data
        call    @tempo100
        jmp     fin1

        org     $400

        table    dw     $00,$00,$00,$00,$00,$00,$00,$00,$00
                dw     $00,$00,$10,$10,$10,$10,$10,$10,$00
                dw     $00,$00,$18,$18,$18,$18,$18,$18,$00
                dw     $00,$00,$1C,$1C,$1C,$1C,$1C,$1C,$00
                dw     $00,$00,$1E,$1E,$1E,$1E,$1E,$1E,$00
                dw     $00,$00,$1F,$1F,$1F,$1F,$1F,$1F,$00

;*****
;*** SOUS-PROGRAMMES ***
;*****

        org     $200

lcd_init  mov     W,$00101000    ; mode 4 bits, 2 lignes
        call    @lcd_write_ctrl
        call    @attente_fin

        mov     W,$00001100
        call    @lcd_write_ctrl ; Afficheur on, curseur off
        call    @attente_fin

        mov     W,$00000110
        call    @lcd_write_ctrl ; décalage à droite du curseur
        call    @attente_fin

        mov     W,$00000001
        call    @lcd_write_ctrl ; effacer Afficheur (DD-RAM)
        call    @attente_fin

        retp

        lcd_write_ctrl  clr     lcd_RS           ; RS=0 (commandes)
                        jmp     lcd_write        ; goto WRITE code

        lcd_write_data  setb    lcd_RS           ; RS=1 (données)

        lcd_write       mov     lcd_tamp,w
                        mov     lcd_count,$2

        lcd_write_loop  and     lcd_data,$0Fh      ; préserver les bits de ctrl
                        mov     W,lcd_tamp
                        and     W,$F0
                        or     lcd_data,W        ; remettre les bits ensemble
                        call    @nopdel
                        call    @nopdel
                        setb    lcd_E           ; E=1
                        call    @nopdel
                        call    @nopdel
                        clr     lcd_E           ; E=0
                        call    @nopdel
                        call    @nopdel
                        swap    lcd_tamp        ; inverse les quartets de data
                        decsz   lcd_count
                        jmp     lcd_write_loop

        :suite         mov     tempo1,$200      ; 300ns x 200 = 60µs
                        call    @nopdel
                        decsz   tempo1
                        jmp     :suite
                        retp

        attente_fin    mov     tempo1,$125      ; tempo de environ :
        suite1         mov     tempo2,$200      ; 80ns x 200 x 125 = 2ms
        suite3         decsz   tempo2
                        jmp     suite3
                        decsz   tempo1
                        jmp     suite1
                        retp

```

LE MICROCONTRÔLEUR SX28

Suite figure 9

```
nopdel   nop                ;attente de 15 cycles = 300ns
         nop
         nop                ;appel "call @.." = 4 cycles!
         nop                ;nopdel = 11 cycles d'horloge
         nop
         nop
         nop
         nop
         nop
         nop
         nop
         nop
         nop
         nop
         retp

;.....;
;** conversion 8 bits sur AD7823 **;
;.....;

CONVS    clr    CAM          ;init conversion
         nop
         nop                ;délai de réaction
         nop                ; des composants.
         nop                ; (tempo = 100ns)
         setb   CAM

;**      tempo de 5µs:          **;
;** attente de fin de conversion **;
;.....;

TS08     mov    COMPT2,063    ;63 x 80ns = 5µs
         decsz  COMPT2       ;20ns
         jmp    TS08         ;60ns

;** lire CAM AD7823 en 8x1 bits **;
;** + sauvegarde dans HEXA **;
;.....;

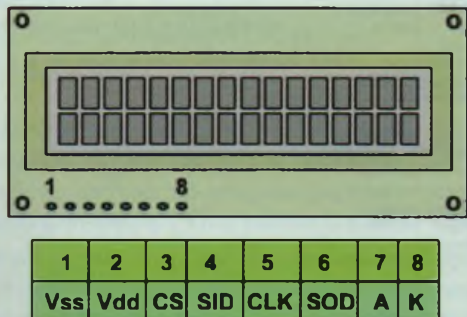
         mov    COMPT2,08
         cllc
         clr    w
         clr    HEXA
CONVS    setb   SCK          ;SCK=1 pendant 100ns
         rl    HEXA         ;+ decaler resultat
         mov   w,SDATA       ;lecture CAM(SDATA)
         and   w,#1         ;masquer sdata (t-1)
         or    HEXA,w        ;transfert bit
         clr   SCK          ;SCK=0 pendant 100ns
         decsz COMPT2       ;compteur=0?
         jmp   CONVS        ;sinon, on continue
         retp

;.....;
;*** temporisation de 100ms ***;
;*** 100ns x 100 x 100 x 100 ***;
;.....;

tempo100 mov  tempo1,#100
:tempo3  mov  tempo2,#100
:tempo2  mov  tempo3,#100
:tempo1  nop
         decsz tempo3
         jmp  :tempo1
         decsz tempo2
         jmp  :tempo2
         decsz tempo1
         jmp  :tempo3
         retp
```

Figure 10

Afficheur LCD à liaison série (HAC-162J)



afficheur graphique de 122 x 32 pixels (réf : G12032)



23 € (prix catalogue 2002). Son brochage, indiqué en figure 10, présente un connecteur limité à 8 broches, dont deux sont réservées pour le rétro-éclairage (broches A et K). L'éclairage est optimal si on applique une tension de 3,8V sur l'anode du panneau électroluminescent (la broche K doit être reliée à la masse). Quatre broches sont affectées au transfert de données :

- * CS (Chip Select) permet de valider et initialiser la communication.
- * SID (Serial Input Data) assure le transfert des données vers l'afficheur.
- * SOD (Serial Output Data) assure le transfert des données vers le microprocesseur.
- * CLK (Clock) assure la synchronisation des échanges de données.

On en déduit que le port d'entrée/sortie du module LCD utilise une liaison de type SPI, c'est à dire une liaison série synchrone. Cette particularité mise à part, les fonctions internes de l'afficheur sont entièrement compatibles avec les modules standards. Les motifs de caractères répondent toujours au standard ASCII et le jeu d'instructions englobe totalement celui qui est proposé dans le tableau 3. Le chip **KS0074** de Samsung possède cependant un jeu d'instructions étendu qui est accessible en positionnant à l'état haut le bit D2 de la commande «**Function Set**». Ces instructions supplémentaires sont toutefois destinées à des modèles de modules LCD dotés d'une matrice de pixels uniforme (sans espaces entre chaque caractère). Elles permettent notamment d'accéder à des caractères de 6 colonnes ou à un scrolling horizontal plus fin.

PROTOCOLE DE COMMUNICATION

L'envoi d'une commande nécessite comme précédemment de positionner préalablement le bit de lecture/écriture (R/W) et le bit RS (sélection instruction/caractère). On peut alors envoyer une

GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES

Figure 13

```

;*****
;*** pilotage d'un afficheur ***;
;*** série 2x16 caractères ***;
;*****

device SX28, osc1MHz, turbo, stackx_optionsx
freq 1_000_000
reset Start

org $08

Data ds 1
StartData ds 1
LowerData ds 1
UpperData ds 1
compteur1 ds 1
compteur2 ds 1
duree1 ds 1
duree2 ds 1

;*** affectation du port B ***;
;*****

SID = rb.0
SCLK = rb.1
SOD = rb.2
CS = rb.3

org $100

;*** INITIALISATION DES PORTS ***;
;*****

Start mov M, $0f
      Mov w, $00000100 ; SOD en entrée (1)
      mov !rb, w
      mov w, $00001111 ; met le port B a 1
      mov rb, w

;*****
;*** PROGRAMME PRINCIPAL: ***;
;*** Affichage d'un texte ***;
;*****

      call @lcd_init

debut mov Data, $01000000 ; début 1ère ligne
      call @lcd_write_ctrl

:suite clx compteur1
      mov w, compteur1
      mov M, $04
      iread
      mov Data, w
      cje Data, $0, fin1
      call @lcd_write_data
      inc compteur1
      jmp :suite

fin1 mov Data, $01001000 ; début 2ème ligne
      call @lcd_write_ctrl

      inc compteur1

:suite mov w, compteur1
      mov M, $04
      iread
      mov Data, w
      cje Data, $0, fin
      call @lcd_write_data
      inc compteur1
      jmp :suite

fin jmp debut

org $400

table dw ' AFFICHEUR LCD'
      dw 0
      dw ' 2x16 segments'
      dw 0
    
```

Suite figure 13

```

;*****
;*** SOUS-PROGRAMMES ***;
;*****

org $200

lcd_init call @tempo50ms

mov Data, $00110000 ; 8 bits + 1 ligne
call @lcd_write_ctrl

mov Data, $00000001 ; effacer Afficheur
call @lcd_write_ctrl
call @tempo50ms ; pause > A 1,7ms

mov Data, $00000110 ; décalage à droite
call @lcd_write_ctrl ; du curseur

mov Data, $00001100 ; Afficheur ON
call @lcd_write_ctrl ; curseur OFF!

retpl

;*** ENVOI d'une trame série ***;
;*****

lcd_write_ctrl mov StartData, $01F ; RS=0 (instruction)
               jmp lcd_write

lcd_write_data mov StartData, $05F ; RS=1 (caractère)

lcd_write clr rb CS ; CS=0 (LCD validé)
          clr rb SCLK ; SCLK=0

          mov LowerData, Data ; rangement de Data
          and LowerData, $00F ; pour un transfert
          swap Data ; par paquets 4 bits
          mov UpperData, Data
          and UpperData, $00F

          mov Data, StartData ;transfert série
          call @Send8 ;en 3 passes

          mov Data, LowerData
          call @Send8
          mov Data, UpperData
          call @Send8

          setb SCLK ; SCLK=1
          setb CS ; CS=0 (LCD inhibé)
          retpl

;*** ENVOI d'un octet sur SID ***;
;*****

Send8 mov compteur2, $8
      clc
      setb SID
      rr Data
      sb STATUS.0
      clr rb SID
      nop
      setb SCLK ;SCLK=1
      nop
      clr rb SCLK ;SCLK=0
      DECSZ compteur2 ;compteur=0?
      jmp SENDS ;sinon, on continue
      retpl

;*** TEMPORISATION ***;
;*****

Tempo50ms mov duree1, $50 ; tempo de 50ms :
suite4 mov duree2, $250 ; durée2: 4µs x 250
suite3 decsz duree2 ; lms x 50 = 50ms
      jmp suite3
      decsz duree1
      jmp suite4
      retpl
    
```


LE MICROCONTRÔLEUR SX28

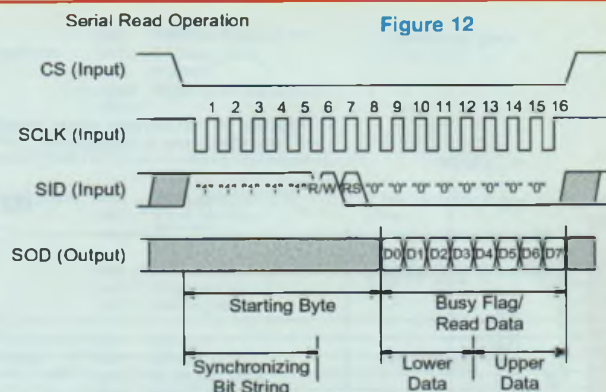
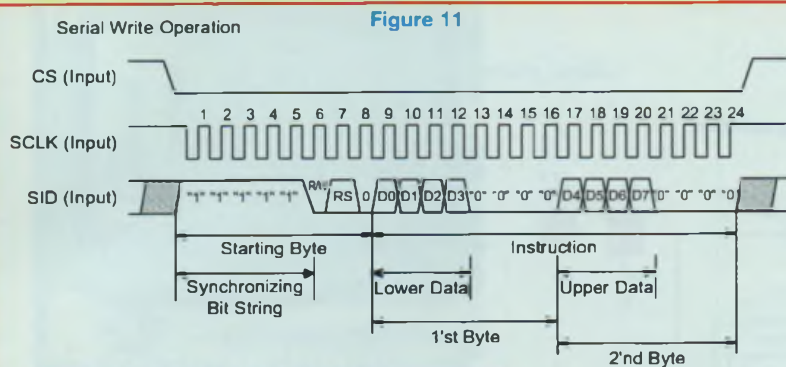


Tableau 5 : brochage du module LCD graphique GDM12864A

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SIGNAL	Vss	Vdd	V0	RS	R/W	E	DB0	DB1	DB2	DB3
PIN	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SIGNAL	DB4	DB5	DB6	DB7	CS1	CS2	RES	VEE	A	K

Tableau 6

Instruction	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Fonction
Lecture donnée	1	1	Lecture de la donnée								Lecture de la DD-RAM (RAM d'affichage)
Ecriture donnée	1	0	Ecriture de la donnée								Ecriture de la DD-RAM (RAM d'affichage)
Lecture registre d'état	0	1	B	0	O/F	Raz	0	0	0	0	Lecture des bits d'état Busy, On/Off et Reset
Afficheur ON/OFF	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0/1	Allumage (1) ou extinction (0) du module
Adresse Y	0	0	0	1	Y [0..63]					Compteur d'adresse Y	
Adresse X	0	0	1	0	1	1	1	1	X [0..7]		Compteur d'adresse X
Départ de la Ligne	0	0	1	1	Adresse de départ [0..63]					Indique la ligne de la DD-RAM qui doit être affichée en haut sur l'écran	

donnée au module. Le chronogramme de la **figure 11** nous indique que cette procédure utilise une trame de 3 octets envoyée sur la ligne SID. Le premier octet (ou octet de start) permet de synchroniser la trame et fournit les informations de contrôle R/W et RS. Ensuite, la donnée doit être transmise en deux paquets de 4 bits suivis de 4 zéros. Remarquez que le LSB (D0) est transmis en premier. Dans le cas de la lecture du registre d'état (**figure 12**), l'octet de start est suivi par la réception d'une donnée sur la ligne SOD.

EXEMPLE DE PROGRAMMATION DU MODULE SÉRIE

Le programme listé à la **figure 13** permet d'afficher un message sur les deux lignes du module. La mise en œuvre de l'horloge interne à 1 MHz permet d'éviter d'avoir recours à une temporisation après l'envoi de chaque instruction ou caractère. En effet, les 40 µs nécessaires

au traitement des données sont absorbées par la procédure de sérialisation des données (Send8), qui dure une centaine de microsecondes.

MISE EN ŒUVRE D'UN MODULE LCD GRAPHIQUE

Nous avons testé un module rétro-éclairé de 128x64 pixels référencé **GDM12864A**, également disponible auprès de Sélectronique. Son brochage, indiqué dans le **tableau 5**, laisse deviner un connecteur assez dense de 20 broches, dont deux sont réservées pour le rétro-éclairage (broches A et K). L'éclairage est optimal si on applique une tension de 5,2 V sur l'anode du panneau électroluminescent. Les broches Vss, Vdd, V0, RS, R/W et E correspondent aux broches du même nom sur un afficheur LCD standard, et fonctionnent exactement de la même façon. Par contre, le bus de donnée de 8 bits n'est pas modulable en 2 x 4 bits, probablement pour limiter les temps d'affichage

des pixels, étant donnée la taille de la matrice. Le module possède en supplément trois entrées spécifiques, **Reset**, **CS1** et **CS2**.

La broche «Reset» assure l'initialisation du module et l'extinction de l'affichage. **CS1** et **CS2** permettent de sélectionner séparément deux contrôleurs internes, chaque contrôleur assurant séparément la gestion d'un module de 64 x 64 pixels. Enfin, **Vee** est une sortie d'alimentation négative de -5 V générée en interne, qui permet de polariser le potentiomètre de réglage de contraste.

DESCRIPTION DU JEU D'INSTRUCTION

Le jeu d'instruction est particulièrement réduit, comme on peut le constater sur le **Tableau 6**. Lorsque la broche R/W est à 1, il est possible d'accéder au contenu du registre d'état ou à un octet dans la DD-RAM. Sinon, cinq fonctions sont accessibles en écriture :

* Allumage ou extinction de l'afficheur.

GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES

Figure 14 : interface pour module graphique

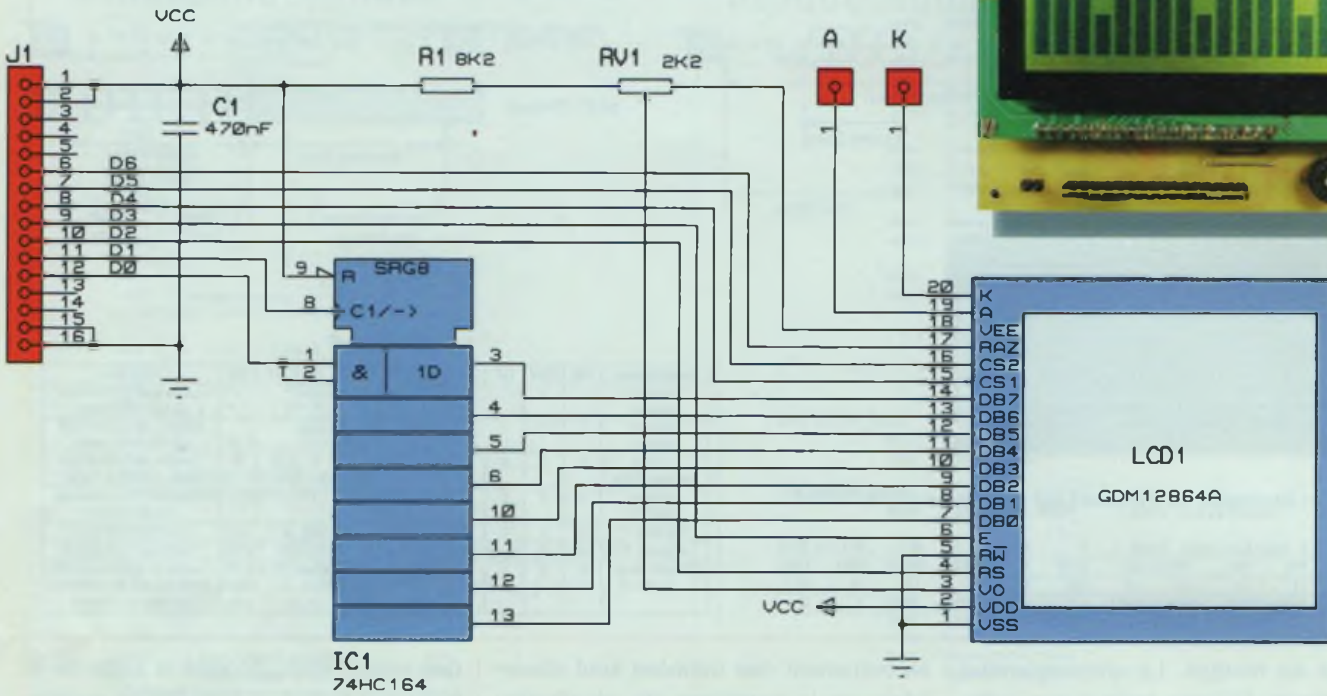


Figure 15

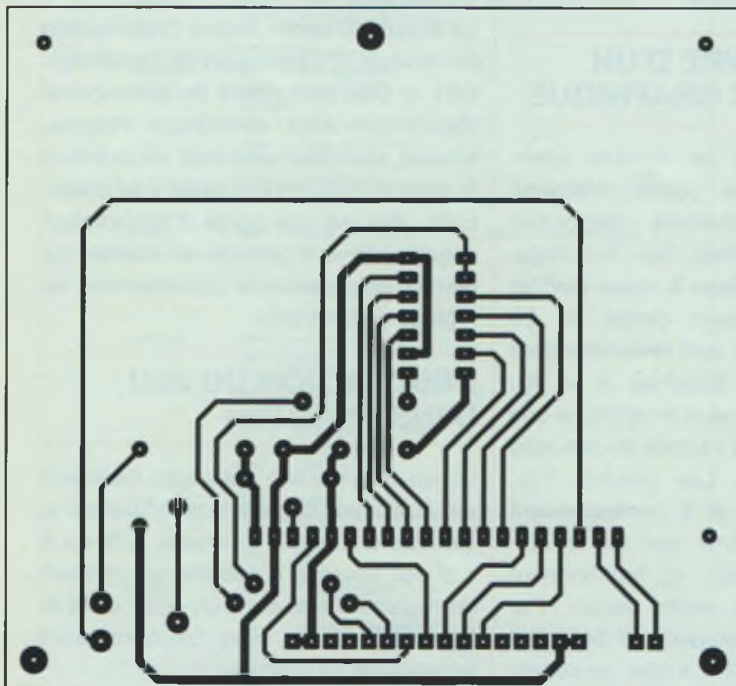
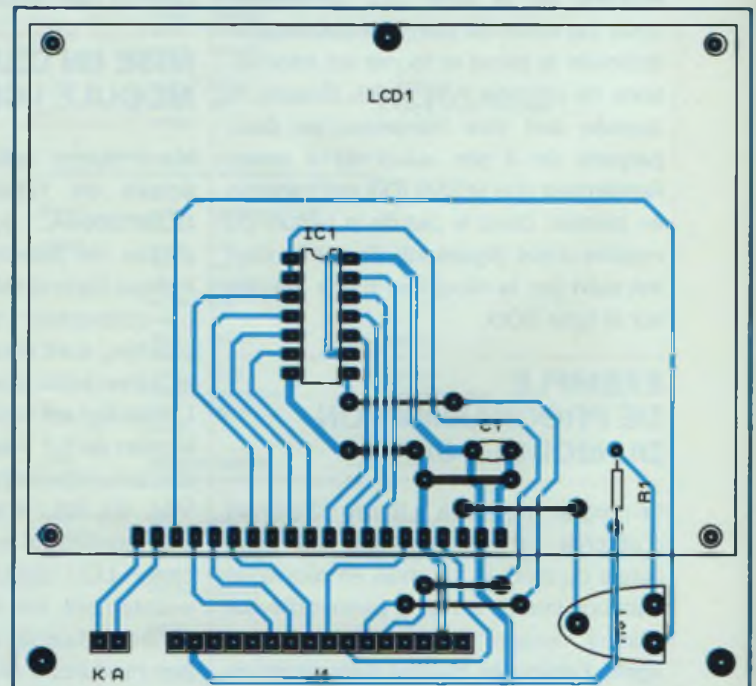


Figure 16



LE MICROCONTRÔLEUR SX28

Figure 17

```

;*****
;*** pilotage de l'afficheur ***
;*** graphique 128x64 pixels ***
;*****

device SX28L,oscxt4,turbo,stackx_optionx
freq 50_000_000
reset GO

org $08

data ds 1
tempo1 ds 1
tempo2 ds 1
tempo3 ds 1
COMPT1 ds 1
COMPT2 ds 1
COMPT3 ds 1

;*** affectation du port B ***
;*****

shr_data = rb.0
shr_ck = rb.1
lcd_rs = rb.2 ; 0=instruction, 1=donnée
lcd_e = rb.3 ; 1,1-->0 : validation LCD
lcd_cs1 = rb.4
lcd_cs2 = rb.5
lcd_raz = rb.6

org $0

;*** INITIALISATION DES PORTS ***
;*****

GO mov M,$02
mov !rb,$00000000
mov rb,$00110000 ;reset LCD
call @tempo_2us
mov rb,$01110000 ;Stand-by!
call @wait_LCD

;*****
;*** PROGRAMME PRINCIPAL ***
;*** Affichage de HELLO! ***
;*****

call @Lcd_init

mov data,$01011011 ;sélection page 3
call @lcd_wr_com
call @wait_LCD

mov data,$01010010 ;sélection adr. 18
call @lcd_wr_com
call @wait_LCD

:CodeSuiv mov COMPT3,$0 ; début de table
mov M,$03 ; M=3: => $300
mov W,COMPT3
IREAD
mov data,W
call @lcd_wr_data
call @wait_LCD
inc COMPT3
cjne COMPT3,$27,:CodeSuiv

;*** Scrolling de HELLO! ***
;*****

debut mov COMPT3,$63 ;select. lere ligne
:CodeSuiv mov data,$011000000 ;commande de scroll
or data,COMPT3 ;position de scroll
call @lcd_wr_com
call @wait_LCD
call @t_scroll
dec COMPT3
cjne COMPT3,$255,:CodeSuiv
jmp debut

;*****
;*** SOUS-PROGRAMMES ***
;*****

org $200

Lcd_init mov data,$00111111 ;allumage (D0=1)
call @lcd_wr_com
call @wait_LCD

;*** Effacement de l'écran LCD ***
;*****

PageSuiv mov COMPT3,$010111000 ;sélection page 0
call @Clear_Line
inc COMPT3
cjne COMPT3,$8,PageSuiv
retpl

;*** Effacement d'une ligne (Y) ***
;*****

Clear_Line mov data,COMPT3 ;sélection d'une page
call @lcd_wr_com
call @wait_LCD

mov data,$01000000 ;sélection adresse 0
call @lcd_wr_com
call @wait_LCD

Efface clr COMPT2
mov data,$0 ;affichage "0"
call @lcd_wr_data
call @wait_LCD
inc COMPT2
cjne COMPT2,$64,Efface
retpl

;*** Envoi d'un code au module ***
;*****

lcd_wr_com clrb lcd_rs ; RS=0 (commandes)
jmp lcd_write ; goto WRITE code

lcd_wr_data setb lcd_rs ; RS=1 (données)

lcd_write call @send8
call @tempo_2us
setb lcd_e ; E=1
call @tempo_2us
clrb lcd_e ; E=0
call @tempo_2us
retpl

send8 mov COMPT1,$8
clc
setb shr_data
rr data
sb STATUS.0
clrb shr_data
nop
setb shr_ck ;SCR=1
nop
clrb shr_ck ;SCR=0
DECSZ COMPT1 ;compteur=0?
jmp SENDS ;sinon, on con
retpl

SENDS

wait_LCD mov tempo1,$30 ;tempo totale:
:suite1 call @tempo_2us
decnz tempo1
jmp :suite1
retpl

tempo_2us mov tempo3,$20 ;tempo de 2us
:suite1 nop
decnz tempo3
jmp :suite1
retpl

t_scroll mov tempo1,$200 ;tempo totale:
:suite1 mov tempo2,$250 ;(tempo de 500)
:suite2 call @tempo_2us
decnz tempo2
jmp :suite2
decnz tempo1
jmp :suite1
retpl

;*** TABLES ***
;*****

org $300

table DW $11111111,$00010000,$00010000
DW $11111111,$00000000,$11111111
DW $1001001,$1001001,$1000001
DW $0000000,$1111111,$1000000
DW $1000000,$1000000,$0000000
DW $1111111,$1000000,$1000000
DW $1000000,$0000000,$01111110
DW $1000001,$1000001,$01111110
DW $0000000,$0000000,$10111111

```

GESTION DES AFFICHEURS LCD ALPHANUMÉRIQUES ET GRAPHIQUES

- * Initialisation du compteur Y (déplacement horizontal sur la matrice).
- * Initialisation du compteur X (déplacement vertical sur la matrice).
- * Départ de la ligne (positionnement d'une ligne de la DD-RAM en haut de l'écran)
- * Ecriture d'une donnée (envoi d'une colonne de 8 pixels sur le module).

Une donnée de 8 bits envoyée à l'afficheur provoque l'allumage de 8 pixels sur une même colonne (affichage vertical). Cette particularité explique que le compteur vertical (nommé X par le constructeur !) est limité à 8 valeurs [0..7] pour un module de 64 pixels. Le compteur horizontal (Y !) est limité à 64 puisque chaque contrôleur ne pilote qu'un seul bloc de 64 colonnes. Enfin, une instruction permet de définir la ligne de la DD-RAM qui doit être positionnée en haut de l'écran. Les autres lignes sont alors décalées en conséquence, ce qui permet d'accéder à une fonction de scrolling vertical.

CONNEXION D'UN MODULE GRAPHIQUE AU KIT SX28

Le module graphique possède un connecteur bien trop fourni pour le connecter directement au port d'extension du kit. Plus généralement, il est d'ailleurs souhaitable de relier cet afficheur à un seul port 8 bits du microprocesseur, afin d'économiser ses ressources. Une solution simple qui fait appel à un registre à décalage est proposée en **figure 14**. Les données sont transmises au module graphique à partir du port RB0 sous la forme d'une trame série, synchronisée par RB1. La rapidité du SX28 permet de limiter la perte de temps induite par cette procédure. RV1 permet d'ajuster le contraste de l'afficheur. Le tracé des pistes de cette interface est proposé en **figure 15** et l'implantation des composants en **figure 16**. C'est un circuit simple-face doté de 6

straps a été placée sous le module graphique afin de limiter l'encombrement de l'interface.

EXEMPLE DE PROGRAMMATION DU MODULE GRAPHIQUE

Le listing de la **figure 17** donne un aperçu des possibilités de ce périphérique d'affichage. Après un reset, tous les pixels de l'afficheur sont noirs. Une phase d'initialisation (Lcd_init) assure la sélection simultanée des deux matrices de 64x64 pixels et l'effacement de tous les pixels du module.

La routine suivante fournit aux matrices les codes d'affichage du message «HELLO» prélevés dans une table. Enfin, une dernière boucle commande un scrolling d'écran vertical.

à suivre...
Bernard Dalstein

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

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

	Qté	Circuits percés et étamés		Total
		Prix		
		en francs	en euro	
* Le microcontrôleur SX28				
- Carte SX28 à trous métallisés		110,00 F	16,77 €	
- Carte clavier (Led n°172)		54,00 F	8,24 €	
- Carte affichage		56,41 F	8,60 €	
* Push-Pull de 845				
- Carte de commande		57,72 F	8,80 €	
- Carte alimentation H.T.		52,48 F	8,00 €	
- Carte alimentation B.T.		21,00 F	3,20 €	
- Carte stabilisation H.T.		29,52 F	4,50 €	
- Carte 12 V / ECL86		12,14 F	1,85 €	
- Carte temporisation		31,16 F	4,75 €	
* Alimentation H.T.				
- Carte de régulation à TL431		27,22 F	4,15 €	
* Single KT88 / 6SN7				
- Carte 6,3 V / 6SN7		12,14 F	1,85 €	
- Carte stabilisation HT		29,52 F	4,50 €	
Frais de port et emballage			1,60 €	
Total à payer				€

NOM :

PRÉNOM :

N° : RUE

.....

CODE POSTAL :

VILLE :

Paiement par CCP par chèque bancaire par mandat

libellé à l'ordre de

EDITIONS PÉRIODES

5, boulevard Ney, 75018 Paris

Tél. : 01 44 65 88 14

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

345 € 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



elc

les avantages de l'AL936, +...

TROIS VOIES SOUS 3A
SOIT **200 W UTILES**,
SANS ÉCHAUFFEMENTS INUTILES

GRÂCE À SON TRANSFORMATEUR TORIQUE ET
À SA **VENTILATION CONTRÔLÉE** ET
SILENCIEUSE :

PLUS DE DISSIPATEURS EXTÉRIEURS

DOUBLE ISOLATION PAR RAPPORT
AU SECTEUR

LABEL DE SÉCURITÉ **GS**
CERTIFICAT N° S 9591010

UNE VÉRITABLE TROISIÈME VOIE AVEC
AFFICHAGE DE LA TENSION OU DU COURANT

EMPLOI AISÉ GRÂCE AUX COMMANDES
DIGITALISÉES : UNE PRESSION SUR UNE TOUCHE
ET LE MODE DE FONCTIONNEMENT DÉSIRÉ
EST SÉLECTIONNÉ

**Y COMPRIS LA MISE EN SÉRIE OU
EN PARALLÈLE
ET LA LECTURE EST DIRECTE :**

NOUVEAU

alimentation AL 936N

la nouvelle référence professionnelle

592,02 € TTC
3 883,40 FF

**Tout
en 1**



alimentation AL 936 N

Voies principales		Sortie auxiliaire
2 x 0 à 30 V / 2 x 0 à 3 A	séparé	2 à 5,5 V / 3 A
ou 1 x ± 0 à 30 V / 0 à 3 A	tracking	5,5 V à 15 V / 1 A
ou 1 x 0 à 30 V / 0 à 6 A	parallèle	lecture U ou I
ou 1 x 0 à 60 V / 0 à 3 A	série	

alimentation AL 936 ... ses avantages

la référence professionnelle

544,18 € TTC
3 569,59 FF

7 en 1

UNE SEULE PRESSION
SUR UNE TOUCHE POUR L'UTILISER EN
SÉPARÉ, TRACKING, SÉRIE OU PARALLÈLE
AVEC LECTURE DIRECTE DES VALEURS

MISE SOUS TENSION ET HORS TENSION
DE LA CHARGE,
SANS DÉBRANCHER LES CORDONS*

CONNEXION ET DÉCONNEXION
AUTOMATIQUE DE LA CHARGE,
À CHAQUE CHANGEMENT DE
CONFIGURATION*

**RÉGLAGE DE ICC SANS
DÉCONNECTER LA CHARGE**

TROISIÈME VOIE AVEC AFFICHAGE DIGITAL ET
COMMUTATION 5V FIXE OU VARIABLE 15V

(*Voies maître et esclave)



1 € = 6,55957 FF

alimentation AL 991S

interface RS 232 - logiciel fourni

298,00 € TTC
1 561,18 FF

4 en 1

avantages

TROIS VOIES SIMULTANÉES
MÉMORISATION DES
DERNIERS RÉGLAGES

alimentation AL 991S

± 0 à 15 V / 1 A ou 0 à 30 V / 1 A
2 à 5,5 V / 3 A
- 15 à +15 V / 200 mA



alimentation AL 936

Sorties principales		Sortie auxiliaire
2 x 0 à 30 V / 2 x 0 à 2,5 A	séparé	1 x 5 V / 2,5 A
ou 1 x ± 0 à 30 V / 0 à 2,5 A	tracking	ou 1 x 1 à 15 V / 1 A
ou 1 x 0 à 30 V / 0 à 5 A	parallèle	
ou 1 x 0 à 60 V / 0 à 2,5 A	série	

simplifiez... sécurisez... actualisez...

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

Je souhaite recevoir une documentation sur :

Nom Adresse

..... Ville Code Postal

FREQUENCE TUBES

La passion des tubes

**PLUS DE
1000 REF. DE TUBES
EN STOCK.**

COMPOSANTS :

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

RÉPARATION ET RESTAURATION
DE TOUTES LES ÉLECTRONIQUES :

TUBES ET TRANSISTORS
TOUTES MARQUES



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

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



CÂBLES MPC AUDIO
SECTEUR, MODULATION
ET NUMÉRIQUE
FABRICATION FRANÇAISE



TUBES ELECTRO HARMONIX

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

300 B	E.H.	210 E	(1 377,51 FF)	TTC
300 B Gold	E.H.	255 E	(1 672,69 FF)	TTC
6550	E.H.	49 E	(321,42 FF)	TTC
EL 34	E.H.	24 E	(157,43 FF)	TTC
6CA7	E.H.	38 E	(249,26 FF)	TTC
6L6 GC	E.H.	29 E	(190,23 FF)	TTC
6V6 GT	E.H.	18 E	(118,07 FF)	TTC
12AX7	E.H.	20 E	(131,19 FF)	TTC
7591	E.H.	35 E	(229,58 FF)	TTC
6CG7	E.H.	30 E	(196,79 FF)	TTC
6SN7	E.H.	30 E	(196,79 FF)	TTC
12AY7	E.H.	16 E	(104,95 FF)	TTC
12BH7	E.H.	22 E	(144,31 FF)	TTC
12AU7	E.H.	21 E	(137,75 FF)	TTC
12AT7	E.H.	20 E	(131,19 FF)	TTC
KT88	E.H.	66 E	(432,93 FF)	TTC
5U4GB	E.H.	22 E	(144,31 FF)	TTC
EL84	E.H.	18 E	(118,07 FF)	TTC

DISPONIBILITÉ D'UN VASTE ASSORTIMENT DE TUBES AMÉRICAINS.
Tous nos tubes sont triés et appariés par quantité sur banc dynamique

TRANSFORMATEURS AUDIO (Fabrication française : MAGNETIC SA)

TYPE	Z	CAPOT	CUVE
PUSH EL84	8000	38,00 €	53,00 €
PUSH EL34	3800	54,00 €	65,00 €
300B	3000	68,00 €	86,00 €
300B	3000	PRESTIGE	183,00 €
PUSH 6C33	3000	TORIQUE	50,00 €
845 SE	9000		125,00 €
PUSH 6550	3800	68,00 €	86,00 €
QUATUOR 6V6	1250	54,00 €	65,00 €
SELF	5HY 03A	25,00 €	38,00 €
SELF	10HY 03A	29,00 €	42,00 €
SELF	10HY 05A	37,00 €	49,00 €
ALIM	150VA	43,00 €	54,00 €
ALIM	250VA	53,00 €	68,00 €
ALIM	350VA	65,00 €	82,00 €
ALIM	500VA	83,00 €	110,00 €

CONSULTEZ-NOUS

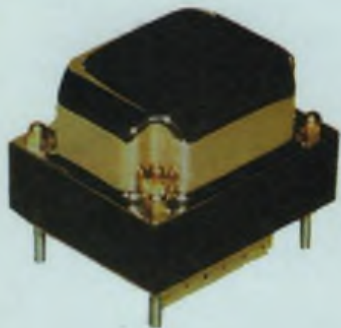
POUR TOUTES VOS DEMANDES SPÉCIALES
NOUS FABRIQUONS SELON VOS SPÉCIFICATIONS



Electronique J.C. Verdier
PRÉAMPLI, AMPLI DE 3 À 40 W



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



Capot nickelé poli



Cuve peinture au four
Transfo moule résine

LED N°169

PUSH PULL 845 - SCHEMA R. CARIOU

TRANSFO ALIM : 115,00 €
TRANSFO SORTIE : 86,00 €
INDUCTANCE : 52,00 €
INTERETAGE : 65,00 €

PUSH-PULL DE 845 BLOC MONO DE 40 Weff



Nous allons aborder d'entrée, avec cette deuxième partie de notre projet, la réalisation du châssis en aluminium. Le coffret utilisé, de 45x442x254 mm, va rassembler tous les éléments nécessaires à la mise au point de ce Push-Pull de triodes 845.

Il se décompose en quatre parties vissables les unes aux autres, ce qui va nous faciliter le travail de la mécanique, notamment les perçages dans la partie supérieure.

Les transformateurs étant de type «en cuve», mis à part le côté esthétique du produit, nous allons apprécier le fait de ne pas avoir à découper des fenêtres pour laisser le libre passage aux carcasses. Les sorties par fils au centre des transformateurs ne demandent que des découpes circulaires dans le châssis.

Les cuves sont remplies de résine époxy et quatre entretoises filetées sont noyées au moment du moulage. La fixation par vis est ainsi des plus aisée.

LA MÉCANIQUE

Mis à part la découpe d'une fenêtre de 19x28 mm dans la face arrière pour la prise secteur, il n'y a que des découpes circulaires à effectuer. L'utilisation d'emporte-pièces est une aide précieuse pour la précision et la propreté du travail.

La **figure 14** montre l'implantation retenue pour la pose des transformateurs, celle des modules et enfin celle des supports des triodes 845.

Nous parlons bien de pose, car de nombreuses cotations sont manquantes.

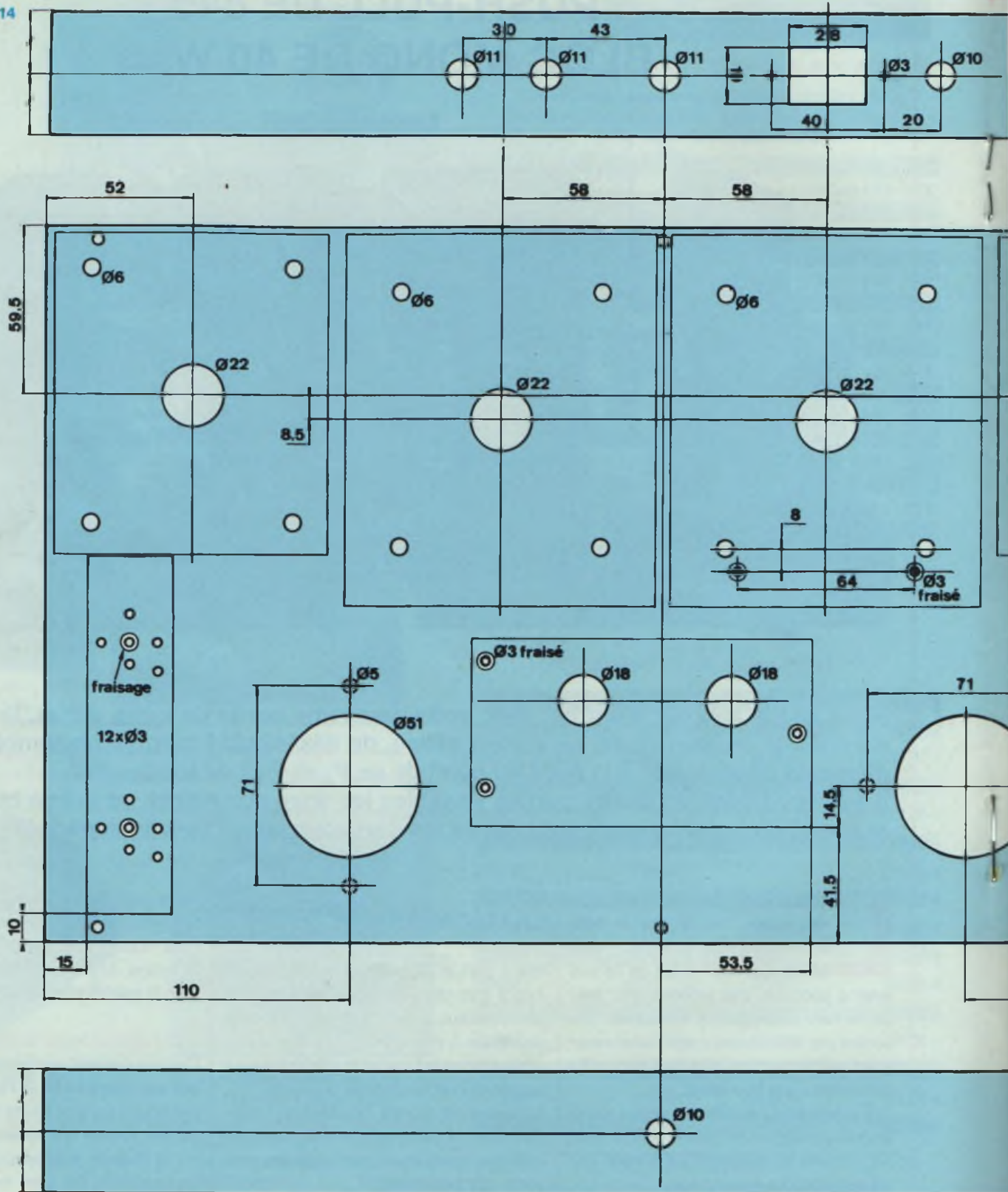
Pour obtenir une grande précision dans le forage de certains trous, nous adoptons la méthode du «collage».

- Les transformateurs

Ces volumineux composants sont dessinés aux **figures 15A** et **15B**. Il suffit de les reproduire sur une feuille de papier ou de calque, feuilles qui seront ensuite collées sur le châssis supérieur comme indiqué, en se servant des axes de symétries.

PUSH-PULL DE 845

Figure 14



UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

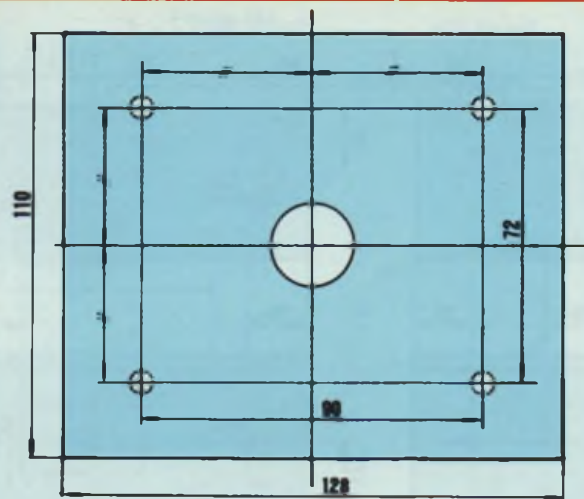
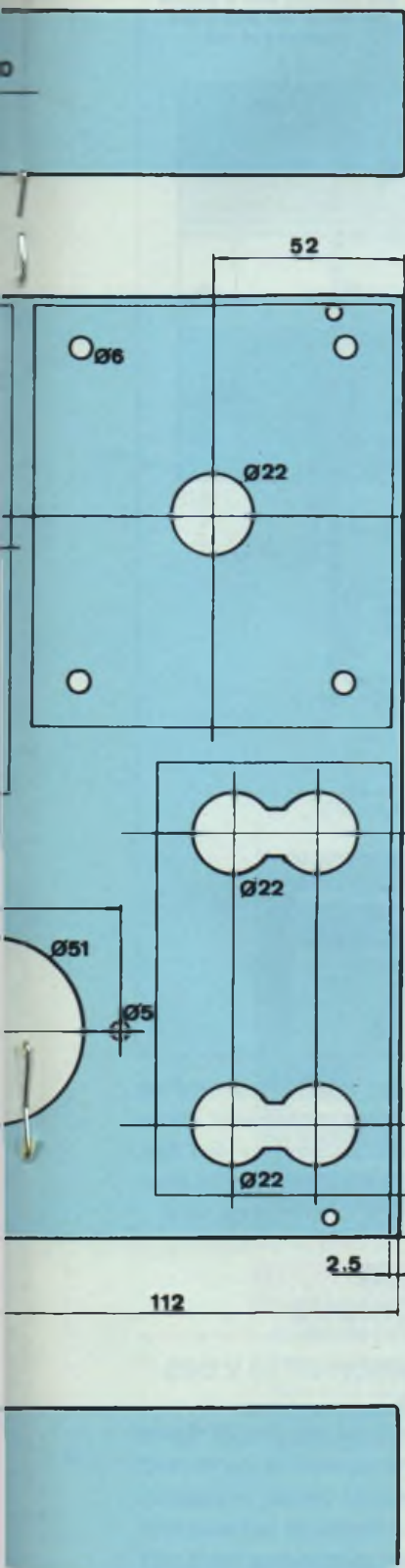


Figure 15A (échelle 1/2)

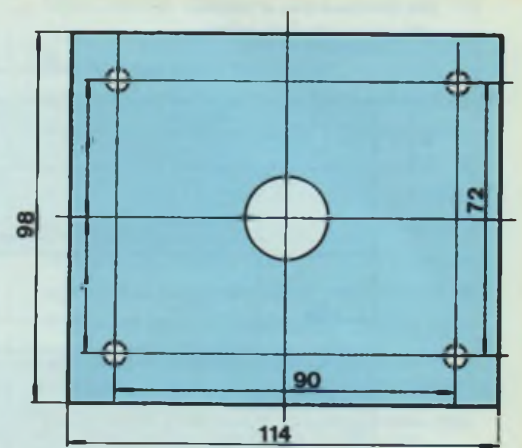


Figure 15B (échelle 1/2)

- Les modules

Là, il suffit de photocopier les implantations des circuits imprimés proposées dans notre précédent numéro.

Concernant le module de commande, une grande précision est demandée pour le forage des deux trous à $\varnothing 18$ mm. Pour cela, il nous faut connaître le centre des cercles.

Il se détermine aisément en joignant deux à deux des pastilles opposées des supports NOVAL (4/9 et 1/6 par exemple). L'intersection des deux droites désigne ce centre.

L'utilisation d'un emporte-pièce de $\varnothing 18$ mm est souhaitable. La matrice (partie circulaire plane) a un diamètre de $\varnothing 25$ mm, diamètre qu'il est intéressant de reporter sur le circuit imprimé autour des 9 pastilles des supports afin d'obtenir un parfait centrage de la pièce de découpe. La vis de serrage a un diamètre de $\varnothing 10$ mm, il faut donc forer à $\varnothing 11$ mm pour l'introduire dans la plaque d'aluminium, le jeu permettant de centrer parfaitement la matrice au moment du serrage.

Concernant le module de filtrage basse-tension, on peut utiliser directement le circuit imprimé positionné à 10 et 15 mm du bord du capot supérieur.

Les pistes cuivrées doivent être plaquées

contre l'aluminium. Il y a 12 forages à repérer, ce qui peut se faire avec un crayon à papier. On peut également le marquer sur une feuille de papier et la coller ensuite comme nous l'avons fait pour les transformateurs et le module de commande.

Concernant le module de filtrage haute-tension, seules 4 indications nous intéressent.

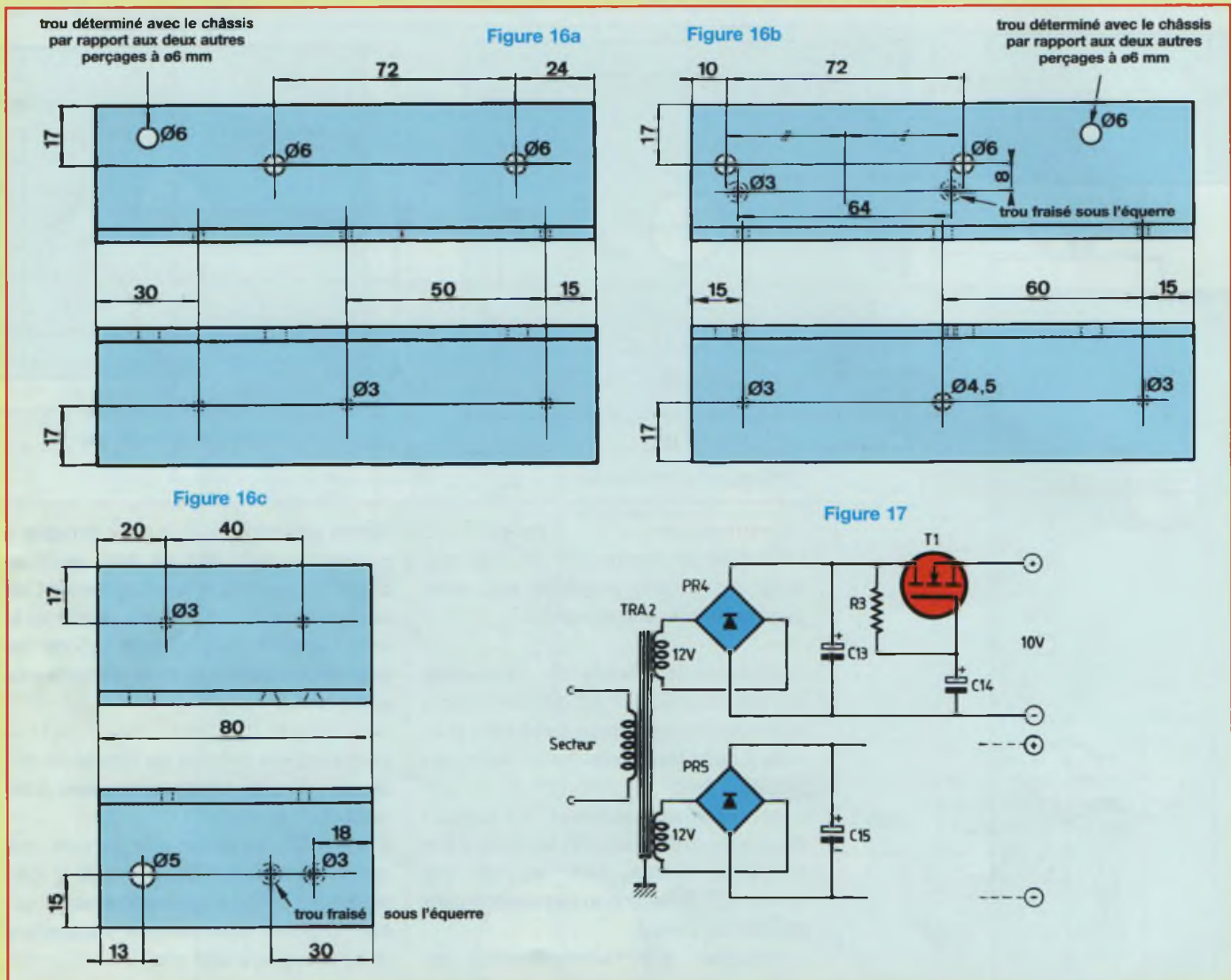
Il s'agit du passage des canons des condensateurs de $470 \mu\text{F} / 500 \text{V}$. Ces repérages se font aisément avec le circuit imprimé. Les canons nécessitent des découpes à $\varnothing 22$ mm.

Concernant le module de stabilisation HT, il se fixe en deux points. Les cotes sont portées en figure 14, au niveau du transformateur d'alimentation haute-tension.

Les deux forages à $\varnothing 3$ mm sont ensuite fraisés.

- Les supports des 845

Ces volumineux supports nécessitent des découpes circulaires de $\varnothing 51$ mm, délicates à obtenir proprement si on ne dispose pas d'un emporte-pièce de $\varnothing 50$. On notera une très légère dissymétrie dans leur positionnement sur le châssis (cotes de 110 et 112 mm).



- Préparation du châssis

Tous les éléments mis en place, on peut alors procéder avec précision au poinçage de tous les trous à effectuer dans le capot supérieur. On commence les perçages avec un foret de $\varnothing 2$ mm de façon à obtenir un bon centrage.

La découpe de la fenêtré de 19x28 mm dans la face arrière est aisément obtenue avec une scie à lame abrasif, la finition se faisant à la lime plate.

La mécanique terminée, il ne reste plus qu'à ôter tous les papiers collés, à dissoudre la colle au trichloréthylène et à revisser le capot supérieur aux faces avant et arrière.

• LES ÉQUERRES DE REFROIDISSEMENT

Deux équerres de 40x40x150 mm vont servir non seulement à dissiper la chaleur dégagée par quelques composants, mais également à consolider le coffret en évitant au capot supérieur de fléchir sous le poids des transformateurs.

La figure 16 donne les indications nécessaires quant aux différents perçages à effectuer dans ces équerres. La figure 16a sera à visser côté module «filtrage HT», tandis que la figure 16b sera à visser de l'autre côté, près du module «filtrage BT».

La figure 16c montre l'équerre de

40x40x80 mm sur laquelle viennent se visser les deux ponts redresseurs destinés au chauffage en continu des filaments des triodes 845 ainsi que les transistors pour obtenir la tension de 10 V.

RETOUR SUR L'ÉLECTRONIQUE

• L'ALIMENTATION EN 10 V DES TRIODES 845

Dans notre précédent numéro, en figure 7, nous n'avons représenté qu'un seul enroulement de 12 V. En fait, le transformateur séparé de celui de la haute tension possède deux enroulements de 12 V

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

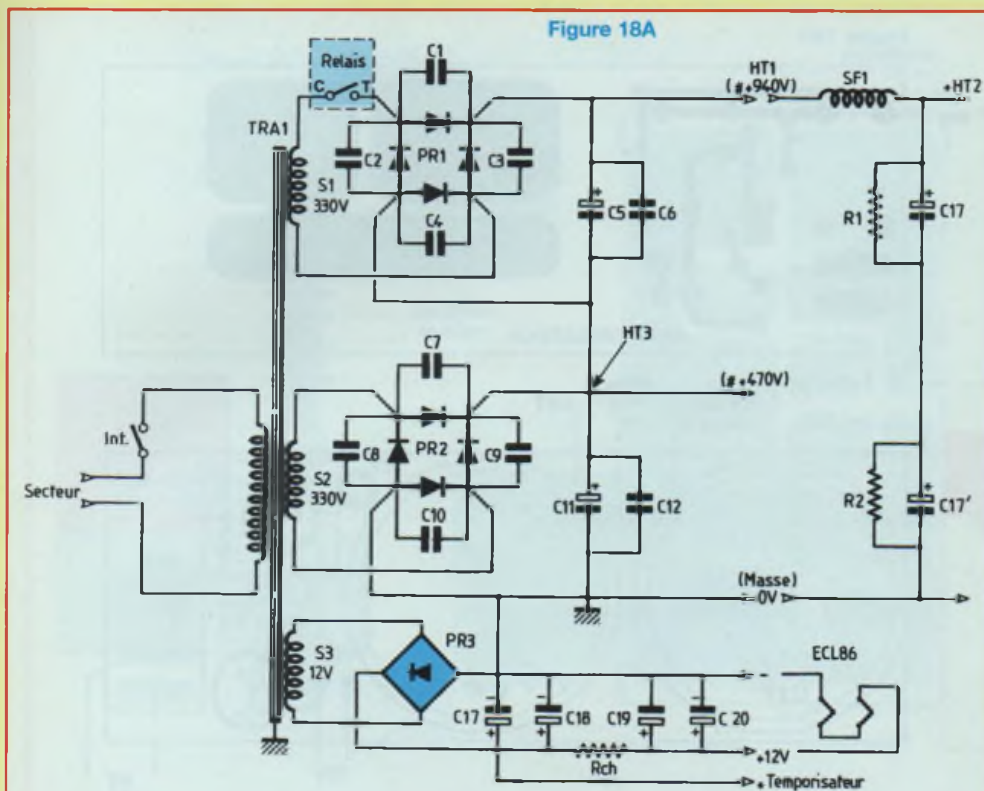


Figure 18B

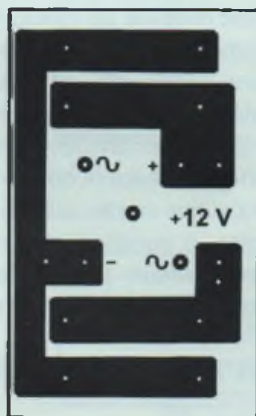
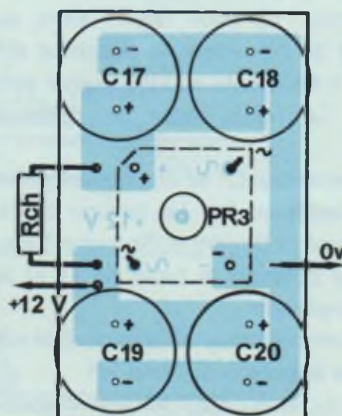


Figure 18C



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIMENTATION BASSE TENSION

PR3 : pont redresseur 6 A / 600 V

Rch : 0,22 Ω / 20 W en boîtier T0220 ou tout autre modèle 0,22 / 7W

C17, C18, C19, C20 : 4 700 μ F / 16 V

de façon à pouvoir alimenter séparément les cathodes des triodes 845.

Notre démarche finale a été différente de

ce qui a été dessiné autour de l'enroulement S3 de la figure 7 du Led n°172.

La figure 17 vous précise la solution que

nous avons adoptée pour alimenter en 10 V une seule triode. Le principe est identique pour la seconde.

Chaque enroulement de 12 V est redressé par un pont de diodes de puissance. Un condensateur de forte capacité de 47 000 μ F/16 V lisse la tension continue obtenue après redressement, celle-ci à vide étant de l'ordre de +17 V. N'oublions pas que la consommation par 845 est de 3,25 A et que le réservoir C13 doit pouvoir fournir de l'énergie (9,1 A pour le modèle choisi). Monsieur KOSSMANN dans notre précédent numéro nous rappelait fort bien et utilement le rôle d'un condensateur dans une alimentation de puissance.

Après le condensateur, nous ne rencontrons pas une résistance chutrice, mais un transistor MOSFET, fort utile dans cette application. En effet, la tension Gate/Source de ce composant étant de 4 V minimum, et notre tension aux bornes de C13 chutant à environ 14,5 V en charge, nous nous retrouvons automatiquement avec une tension de 10 V sur sa source.

Nous en profitons pour insérer un condensateur de 220 μ F dans sa «Gate» pour parfaire le filtrage.

Le circuit imprimé de la figure 8 (Led N°172) reçoit les deux condensateurs de 47 000 μ F/16 V/9,1 A.

Les autres composants sont directement montés et interconnectés sur l'équerre de 40x40x80 mm.

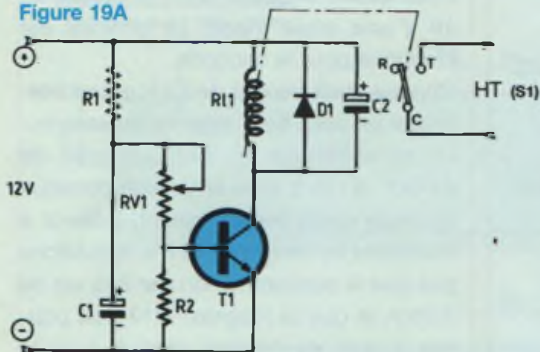
• LES FILAMENTS DES ECL86

Comme le mentionne le plan de câblage de la figure 5, le chauffage s'effectue en 12 V, les filaments des ECL86 étant reliés en série au niveau du circuit imprimé.

Nous utilisons l'enroulement de 12 V ~ fourni par le transformateur «Haute Tension» et traitons celui-ci à peu près de la même façon que précédemment, ce qu'indique la figure 18 A.

Après redressement par un pont de diodes, un énergique filtrage en π permet de disposer en sortie d'une tension continue de 12 V. Pour cela, en pratique,

Figure 19A



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

TEMPORISATEUR

- R1 : 10 k Ω
- R2 : 270 k Ω
- RV1 : 50 k Ω
- C1 : 2 200 μ F / 16 V
- C2 : 10 μ F / 63 V
- D1 : 1N4007
- RI1 : Relais 12 V / 2RT / 5 A
- T1 : BC141 ou équivalent avec dissipateur

Figure 19B

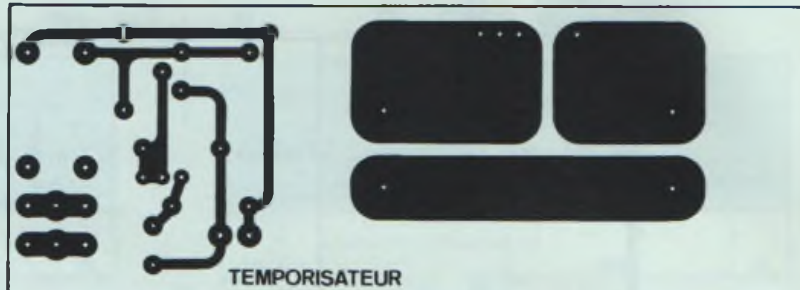
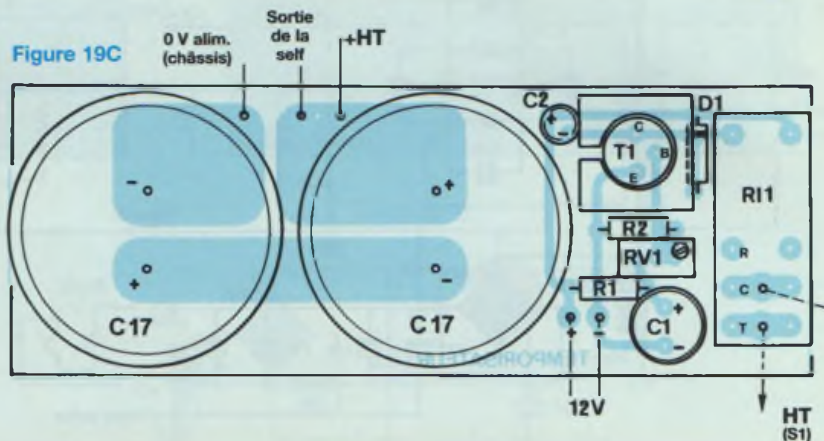


Figure 19C



nous utilisons notre éternel circuit imprimé que nous retrouvons en **figure 18B** accompagné de son plan de câblage en **figure 18C**.

• LA HAUTE TENSION HT2 ET LE TEMPORISATEUR

La **figure 7** fait état d'un condensateur C17 en sortie de la self de filtrage. Le potentiel en ce point étant très élevé, C17 se compose de ce fait de deux éléments de 100 μ F/450 V reliés en série.

Nous en profitons pour y insérer, comme lors de l'étude du «Single End», un étage de temporisation qui va permettre de n'appliquer la haute tension au point milieu du transformateur de sortie que 2 à 3 mn après avoir chauffé les filaments des triodes 845.

Le schéma de cette temporisation vous est rappelé en **figure 19A**, elle allie simplicité et efficacité. Elle est basée sur le blocage et l'état «passant» d'un transistor NPN.

A la mise sous tension, le condensateur

C1 est déchargé et se conduit comme un court-circuit. La base de T1 étant au potentiel de l'émetteur, le transistor est bloqué, il ne circule aucun courant collecteur. Le relais reste en position «repos».

Le condensateur C1 se charge au travers de la résistance R1. La tension à ses bornes croît et devient suffisamment élevée pour polariser la base de T1 et le rendre «passant».

Un courant collecteur se crée qui finit par actionner la bobine du relais RI1.

La lame du relais passe de l'état «Repos» à l'état «Travail», ce qui permet de véhiculer la haute tension alternative de S1 par les contacts T/C.

Le circuit imprimé de la **figure 19B** et l'insertion des composants de la **figure 19C** vont vous permettre de mener à bien la réalisation de ce module qui, s'il n'est pas indispensable, va vous permettre de prolonger la durée de vie de vos triodes 845 en n'appliquant pas la haute tension à froid aux anodes.

La tension d'alimentation de la temporisation est prélevée au niveau du «chauffage filaments» des ECL86, soit du +12 V. Pour une commodité de fixation de la temporisation, nous avons utilisé pour C17 des condensateurs à fixation par «goujon». Il est évident qu'une autre fixation et d'autres condensateurs sont envisageables, à condition de garder pour les condensateurs une tension d'isolement de 450 V. C'est le seul impératif.

EQUIPEMENT DU CHÂSSIS

On commence par mettre en place la self de filtrage et le transformateur basse tension de 2x12 V~.

La self de filtrage, cela va de soi, doit se situer au-dessus du module redressement/filtrage HT, avec ses condensateurs de 470 μ F / 500 V.

Poursuivre avec le transformateur d'alimentation haute tension, fixé près de la self et enfin le transformateur de sortie à introduire dans l'espace resté libre.

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Figure 20

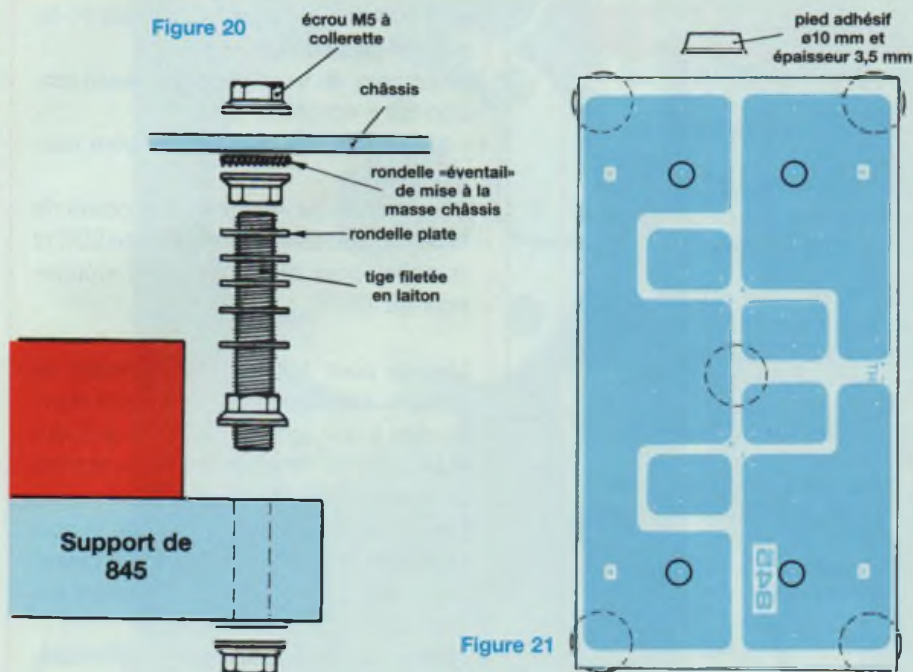
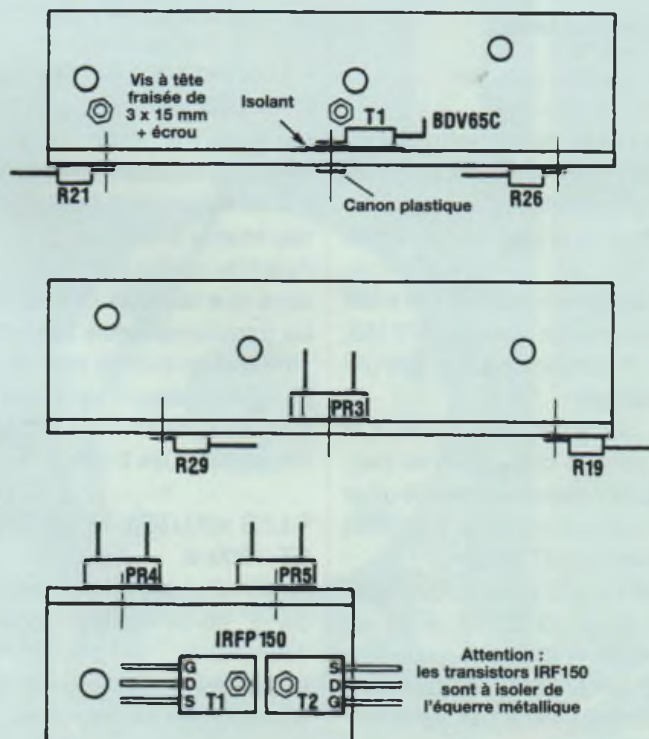


Figure 21

Figure 22



Ces volumineux boîtiers sont solidement maintenus avec de la visserie de 5.

Concernant les vis situées au centre du châssis, celles des deux gros transformateurs, elles vont également servir à immobiliser les deux équerres de 40x40x150 mm.

Fixer le circuit imprimé du module de filtrage basse tension, dans le bon sens, les dix forages pratiqués dans le châssis devant correspondre aux pastilles du CI. Mettre en place les 3 pattes de fixation du module de commande en utilisant une vis à tête fraisée M3 de 5 mm, une entretoise filetée mâle/femelle de 5 mm de hauteur, la tête de vis prenant en sandwich le châssis et bloquant ainsi l'entretoise à l'intérieur de celui-ci.

Faire de même pour les supports des triodes 845, en suivant les indications de la **figure 20**.

Fixer le circuit imprimé du module redressement/filtrage haute tension en suivant les indications de la **figure 21**. Le châssis est pris en sandwich entre le module et les condensateurs de 470 µF.

Equiper la face arrière de ses différentes prises. Faire de même pour les 3 équerres de refroidissement en prenant soin de bien isoler le transistor darlington BDV65C de la régulation avec un mica et un canon plastique pour la visserie. Pour les résistances, aucune protection particulière n'est à prendre. Se conformer à la **figure 22** pour les emplacements des composants.

Mettre en place le module de commande et immobiliser celui-ci avec 3 écrous. Les collerettes des supports NOVAL doivent parfaitement coulisser dans les trous de ø18 mm.

Mettre en place le module de régulation dans les tiges filetées des vis 3 x 15 mm et l'immobiliser avec 2 écrous.

Fixer le module redressement/filtrage basse tension 12 V à son équerre en «L» en plaquant le pont redresseur PR3 contre celle-ci. Utiliser de la visserie de 3 et faire en sorte que les 3 picots à souder soient orientés vers le haut.

Reste à fixer les deux condensateurs de

NOMENCLATURE COMPLÉMENTAIRE

ETAGE DE PUISSANCE

• Condensateurs

C11, C12 : 0,47 μ F/630 V si possible au polypropylène

C13, C14, C15, C16 : 22 μ F/250 V à sorties axiales, non polarisé (ou 47 μ F/160 V électrochimiques)

• Résistances

R22, R23 : 180 k Ω /3 W

R24, R25, R27, R28 : 22 Ω /11 W

R26, R29 : 1 k Ω /50 W en boîtier TQ220

• Tubes

T3, T4 : triode 845 avec socle 4 contacts

• Transformateur ACEA

TRS : impédance primaire 2x7 k Ω , impédances secondaires 4 et 8 Ω

ALIMENTATION +10 V

TRA2 : transformateur 220 V/230 V - 2x12 V avec écran

C13, C15 : 47 000 μ F/16 V/9,1 A (Aerovox, série ALP20)

T1, T2 : IRFP150 ou équivalent (avec mica isolant)

R3, R4 : 33 Ω /1 W

C14, C16 : 220 μ F/25 V à sorties axiales

PR4, PR5 : pont redresseur 8 A

R15 : 150 Ω / 3 W

Remplacer cette résistance du module de commande par une 220 Ω / 3 W

ALIMENTATION HT

TRA1 : transformateur HT :

primaire : 220 V-230 V avec écran

secondaires : 2x330 V + 12 V

SF1 self de filtrage 10 H avec écran

C17 : 2x100 μ F/450 V (série ALT23A Aerovox pour le type à goujon)

Int : interrupteur unipolaire 2 A/250 V

R1, R2 : 150 k Ω /3 W/750 V

(ou >450 V) - facultatif

Prise secteur châssis 3 broches mâles

F1 : picofuse de 250 mA

DIVERS

Coffret : Radiospares, code 226-117 (45x44x254 mm)

P1 : Pot log. de 47 k Ω (volume) avec bouton de commande

4 pieds en caoutchouc \varnothing 40 mm/ hauteur 20 mm

1 prise CINCH châssis isolée

2 borniers HP

la haute tension, par goujons sur le prototype, à l'arrière de l'amplificateur au moyen de vis M8.

Le châssis de l'appareil «flashé en vue de dessous» vous permet de compléter les renseignements donnés ci-dessus pour cet assemblage général qui précède les interconnexions.

Nous pouvons, arrivé à ce stade, commencer celles-ci.

LES INTERCONNEXIONS

• LE +10 V DES TRIODES 845

Commencer par relier les secondaires du transformateur basse tension aux ponts redresseurs, aux pattes ~, fils «gris» et «blanc» pour un pont et fils «violet» et «marron» pour le second.

Souder 2 fils «rouge» à la patte (+) de chaque pont, l'un d'eux ensuite ira se

souder sur le drain du transistor MOSFET (patte du milieu) et l'autre au (+) du condensateur de 47 000 μ F.

Souder 1 fil «noir» à la patte (-) de chaque pont.

Souder une résistance de 33 Ω /1 W entre «Gate» et «Source» de chaque IRFP150, puis le (+) d'un condensateur de 220 μ F/25 V sur le «Gate».

Le fil «noir» précédemment soudé à la patte (-) du pont se connectera au passage au (-) du condensateur de 220 μ F et terminera son parcours sur la pastille (-) du condensateur de 47 000 μ F.

L'alimentation en +10 V va se faire entre la «source» du MOSFET et le (-) du condensateur de 47 000 μ F. La «source» se situe à droite du boîtier lorsque les 3 pattes se trouvent vers le bas : G-D-S.

Sur notre prototype, nous avons utilisé du câble «blanc» pour la polarité (-) et du

câble «jaune» pour la polarité (+). Ces fils sont donc à connecter aux cosses (F) du support de la 845.

Le primaire du transformateur basse tension est à connecter ainsi :

- fil «bleu» à une cosse de la prise secteur châssis

- fil «orange» ou «rouge» à une cosse de l'interrupteur, suivant votre réseau EDF, fil «orange» pour du 220 V ou fil «rouge» pour du 230 V.

L'écran pour terminer est à relier au châssis. Les fils «vert/jaune» sont donc soudés à une cosse à «oeil» de \varnothing 5 mm et bloqués au niveau d'une vis de fixation du transformateur.

Les mises à la masse sont très importantes, alors vérifier chaque fois à l'ohmmètre que la résistance de contact est bien nulle.

Gratter un peu l'oxydation du châssis autour du trou et intercaler entre la cosse à «oeil» et le châssis une rondelle «éventail». Au blocage de la vis, cette rondelle va s'enfoncer dans l'aluminium et assurer ainsi une bonne masse châssis.

• LES POINTS DE MASSE CHÂSSIS

Les mises à la masse vont se faire soit au niveau de la fixation des transformateurs, soit au niveau de la fixation des supports des triodes 845.

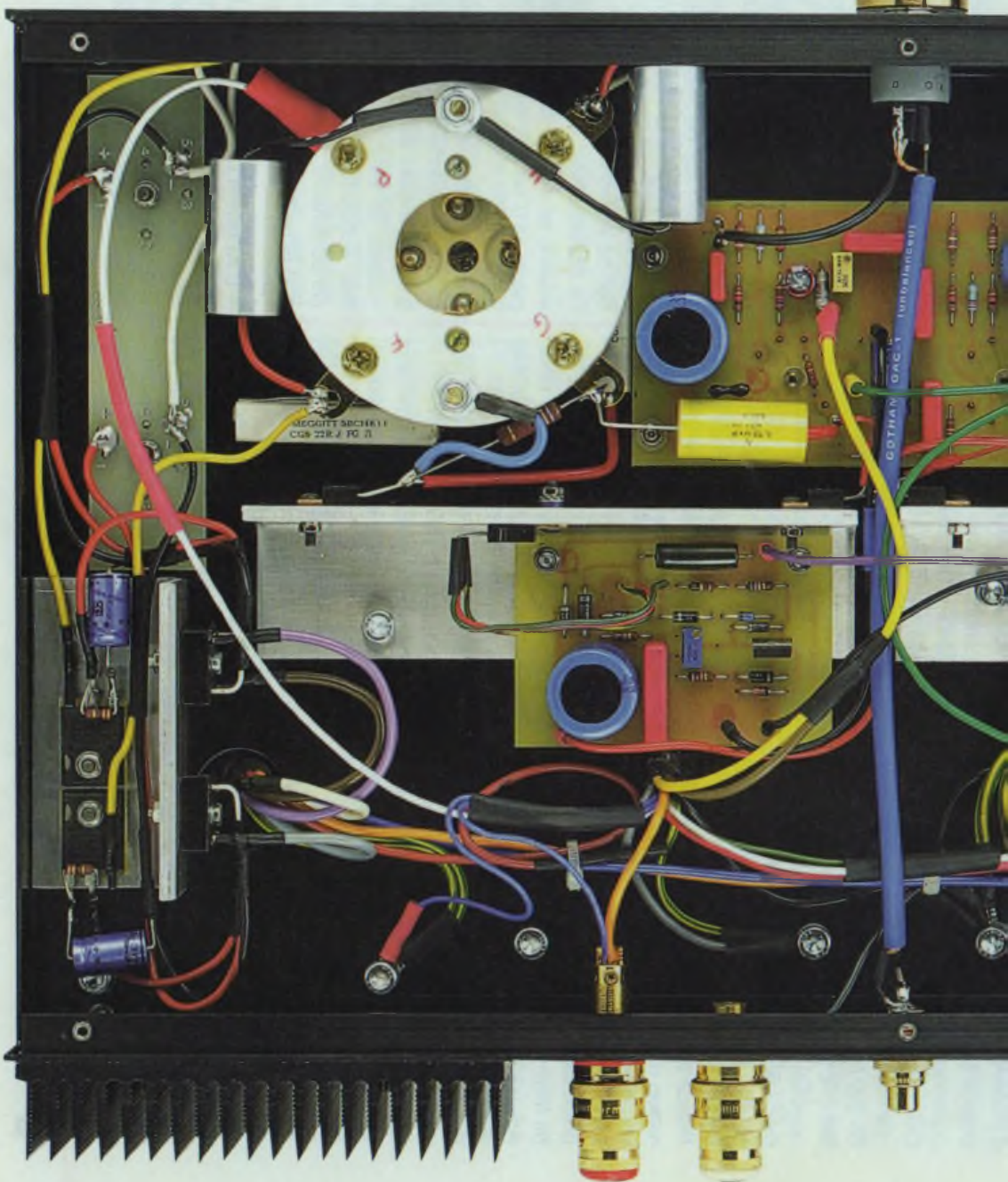
Avant de continuer le câblage, s'assurer donc que les têtes des vis immobilisant les transformateurs à l'arrière du châssis sont bien en contact entre elles, résistance nulle, mais qu'elles sont également bien en contact avec les 4 écrous qui immobilisent les 2 supports.

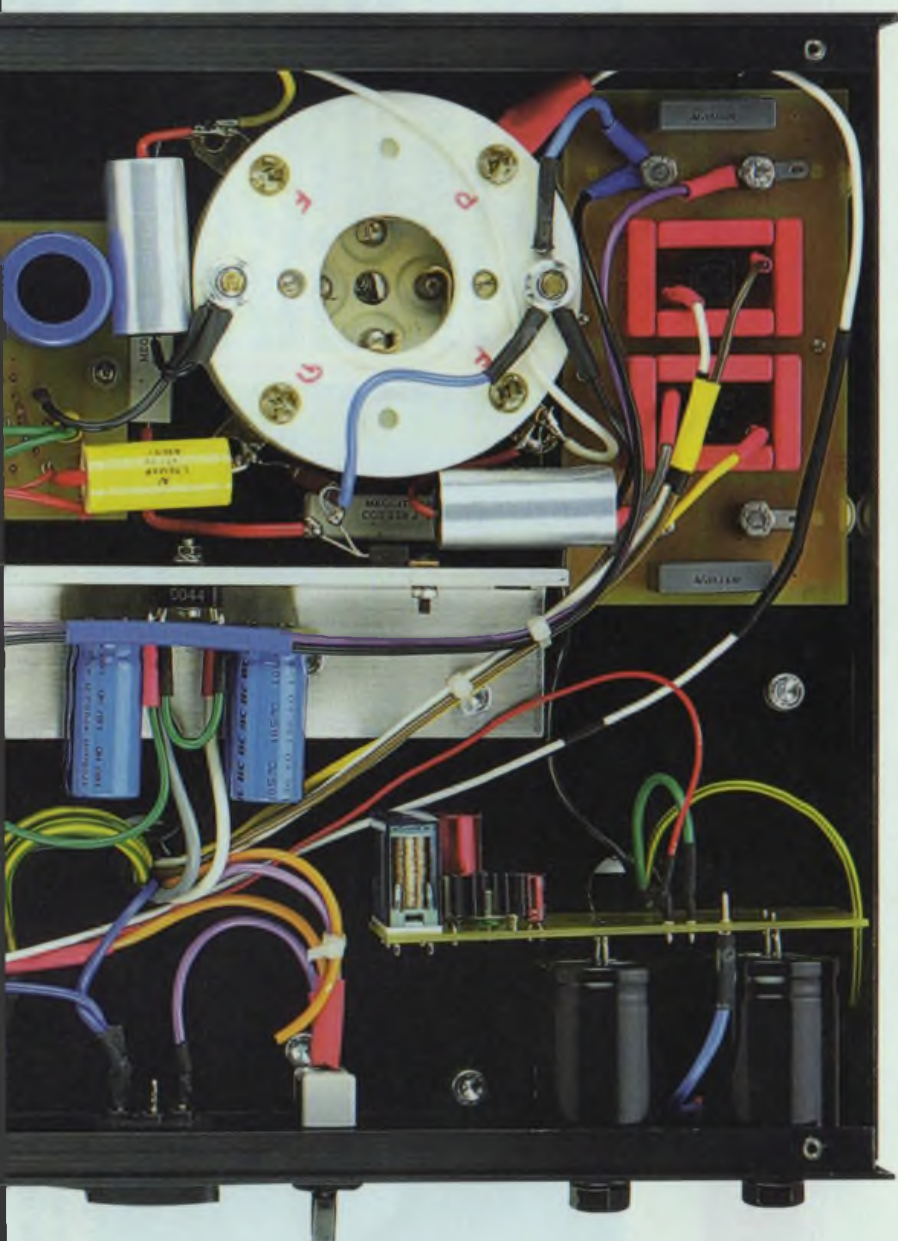
• LES HAUTES TENSIONS +450 V ET +900 V

Le transformateur haute tension dispose de 2 enroulements secondaires de 330 V ~.

Le premier enroulement est repérable par ses fils «marron» et «blanc», le second par ses fils «gris» et «jaune».

Ces 4 fils vont aller se connecter aux





ponts soudés au module «Redressement/Filtrage HT».

Utiliser des picots «femelles» pour les interconnexions, ce qui simplifie le travail et évite de brûler les condensateurs de 0,22 μ F avec le fer à souder. Attention aux couleurs ! le «jaune» avec le «gris» et le «marron» avec le «blanc».

Avant de poursuivre au niveau de ce module, s'assurer à l'ohmmètre que le picot à souder situé vers l'extérieur du châssis est bien en contact avec l'écrou (-) de C5 et celui (+) de C11.

Faire de même avec le picot -HT et l'écrou (-) de C11 et enfin avec le picot +HT et l'écrou (+) de C5.

Si ce n'est pas le cas, il faut alors envisager les interconnexions données à la **figure 10** du précédent numéro, entre les 3 picots soudés au circuit imprimé et des cosse à «oeil» vissées aux canons des condensateurs de 470 μ F/500 V.

Les pieds auto-collants que nous avons utilisés de \varnothing 10 mm pour une hauteur de 3,5 mm (pieds fournis avec les coffrets IDDM Réf 55360 par exemple) nous ont évité ce travail, puisqu'au vissage des canons des condensateurs, ceux-ci sont bien plaqués contre le circuit imprimé.

Prévoir 2 cosse à «oeil» de \varnothing 5 mm au niveau du canon (-) de C11 et une seule cosse pour le canon (+) de C11.

Avec un fil «bleu» court, interconnecter une cosse du canon (-) de C11 à l'écrou de fixation du support de la 845.

A ce niveau, prévoir 3 cosse à «oeil» de \varnothing 5 mm.

Souder du fil «noir» à la deuxième cosse du canon (-) de C11, puis un fil «violet» à la cosse du canon (+) de C11. Ces deux câbles vont aller se connecter à l'autre extrémité au module de stabilisation, picots de masse (fil noir) et +Ue.

Reste à relier le fil «noir» de la self de filtrage, en utilisant toujours une cosse à «oeil» en interface, au canon (+) de C5.

• LA BASSE TENSION 12 V

A ce niveau, ne suivez pas notre câblage, car notre transformateur fournissait du

6,3 V ~ et non du 12 V ~. Nous avons donc dû alimenter les filaments des ECL86 en parallèle et non en série (le résultat final est le même).

L'enroulement est repérable grâce aux fils «blanc» et «gris». Ces fils sont donc soudés directement aux pattes ~ du pont redresseur entre les condensateurs de filtrage de 4 700 μ F.

Le picot à souder 0 V du module est relié à la masse châssis par l'intermédiaire d'un court fil «noir» doté à l'autre extrémité d'une cosse à «oeil». Ce même point de mise à la masse va servir également à la prise «écran» du transformateur d'alimentation. Il y a à ce niveau 2 fils «jaune/vert» de bonne section.

• LE PRIMAIRE DU TRANSFORMATEUR HT

Il est à connecter ainsi :

- le fil «bleu» à la cosse de la prise secteur châssis, comme précédemment avec le transformateur basse tension.

- le fil «orange» ou le fil «violet», suivant la tension secteur EDF, à la cosse de l'interrupteur comme précédemment.

Sur le prototype, nous avons utilisé le fil «violet».

L'excédent de fil «violet» va nous servir à établir le contact entre l'autre cosse de l'interrupteur et l'autre cosse de la prise secteur.

• LE MODULE DE COMMANDE

Souder entre elles les pattes des résistances de 10 k Ω en boîtier TO220 situées face à face.

Relier chacune des autres pattes aux picots (A1) ou (A2) du module.

Avec un fil «noir», relier le deuxième picot de masse du module de stabilisation au picot -HT4.

Avec un fil «rouge», relier le picot +Us du module de stabilisation, tout d'abord au passage, aux pattes communes des résistances de 10 k Ω , puis terminer la connexion sur le picot +HT4.

Avec un fil «vert», strapper le picot 12 V (vers R15) au picot +12 V du module «Redressement/Filtrage». En profiter

pour souder la résistance de 0,22 Ω /3 W aux 2 picots restants.

Avec un fil «noir», strapper l'autre picot 12 V (vers R17) avec un écrou de fixation du support de la 845. Utiliser une cosse à «oeil» de \varnothing 5 mm pour l'autre extrémité.

Utiliser un morceau de câble blindé de faible diamètre pour relier l'entrée EG du module de commande au curseur du potentiomètre de volume.

Avec une longueur de câble GOTHAM, relier le potentiomètre de volume à la prise CINCH.

Le blindé passe entre les deux équerres.

• LES SUPPORTS DES 845

Relier entre elles les 2 cosse «filament» (F) des supports par des résistances de 22 Ω /11 W.

Souder le point commun de ces résistances à une patte de la résistance de cathode de 1 k Ω en boîtier TO220 vissée au dissipateur. Isoler les pattes des résistances de 22 Ω avant soudage.

Souder une résistance de 180 k Ω /3 W et un condensateur de 0,47 μ F à la cosse (G) des supports. La résistance de 180 k Ω /3 W se connecte, de l'autre côté, à la seconde patte de la résistance de cathode de 1 k Ω . De cette soudure, avec un fil «bleu», relier les deux composants à la masse au niveau de l'écrou de fixation du support.

Le condensateur de 0,47 μ F (à sorties axiales) se soude, de l'autre côté, aux picots (A1) ou (A2) du module de commande.

Entre les cosse «filament» F et la masse, souder des condensateurs non polarisés à sorties axiales de 22 μ F/250 V. Pour les masses, se servir des écrous de fixation des supports. Isoler les pattes des condensateurs, surtout côté haute tension (environ 100 V).

• L'ALIMENTATION STABILISÉE

Ne pas oublier de raccorder le transistor darlington au module, en faisant attention de ne pas intervenir les pattes «base» et «émetteur» de celui-ci.

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Vérifier également à l'ohmmètre que le boîtier métallique est bien isolé du châssis, ce qui devrait être le cas en ayant utilisé un mica et un canon «plastique» pour la visserie.

• LE TRANSFORMATEUR DE SORTIE

Relier les fils «blanc» et «blanc/noir» aux cosses (P) des supports. Le fil «blanc/noir» doit interconnecter le support situé à côté du module «Redressement/Filtrage HT».

Avec une cosse à «oeil», mettre le fil «noir» à la masse châssis et faire de même avec le bornier (-) de la sortie haut-parleur.

Mettre également à la masse de la même façon les fils «jaune/vert» et «gris».

Visser au bornier (+) de la sortie HP le fil «orange» (pour une impédance de 8 Ω) et le fil «bleu/noir».

Le fil «bleu» est à mettre à la masse châssis.

Relier entre eux les fils «marron» et «jaune» et y souder une résistance de contre-réaction de 6,2 k Ω /0,25 W.

Cette résistance ira ensuite se souder au picot (CR) du module de commande.

• LE CONDENSATEUR DE FILTRAGE C7

Comme nous l'avons dit, il se compose de deux éléments de 100 μ F/450 V reliés en série, et sur le prototype ils sont de type à fixation par goujon.

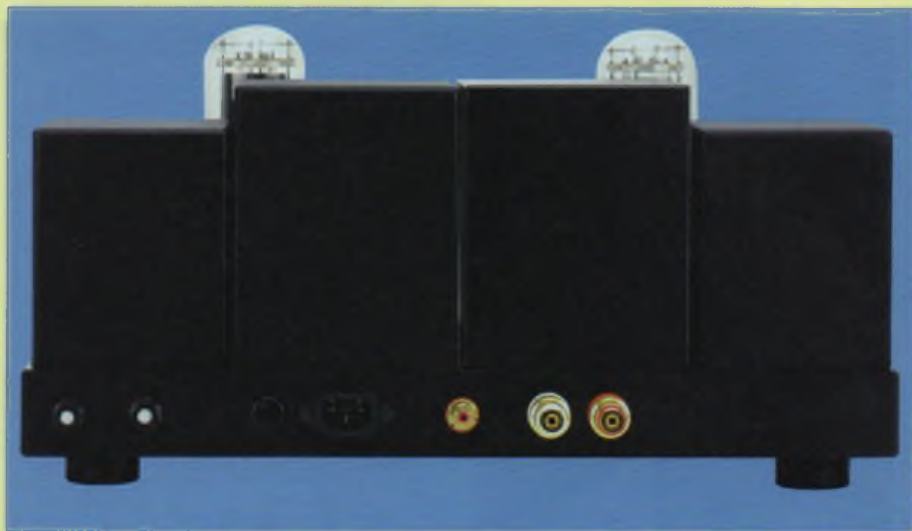
Attention

Si vous utilisez ce type de composant, il faut impérativement isoler la vis de fixation du premier condensateur, celui dont le (-) n'est pas connecté à la masse, mais au (+) du deuxième condensateur.

La patte (-) étant mécaniquement reliée à la vis de fixation, sans cette précaution, vous court-circuitez le premier élément et vous appliquez du +850 V au second !

- Sans la temporisation

Une fois les condensateurs reliés en série (+/- +/-), avec un câble «bleu», connecter la cosse (-) de C17 au châssis



en utilisant une cosse à «oeil». On en profite pour également raccorder au même niveau le fil «vert/jaune» de la self de filtrage.

Sur la cosse (+) de C17, souder le fil «vert» de la self et le fil «rouge» du transformateur de sortie. On peut à cet endroit insérer un picofuse dans la liaison avec le fil «rouge».

- Avec la temporisation

Raccorder le picot 0 V au châssis avec un fil «bleu» muni d'une cosse à «oeil» comme précédemment.

Raccorder le picot «sortie de la self» au fil «vert» de celle-ci. Il ne reste plus qu'à alimenter le «Temporisateur» pour actionner le relais.

Le picot (-) est mis à la masse par le picot (-) de C17 (strap).

Le picot (+) est connecté au +12 V du module de chauffage des ECL86, avant la résistance chutrice.

Les interconnexions sont presque terminées.

MISE SOUS TENSION

Les seuls réglages à effectuer, après un temps de chauffe de 3 mn à 5 mn de l'appareil, sont ceux de la stabilisation HT et la temporisation.

Avant de mettre l'appareil sous tension, charger la sortie HP par une résistance

de 8 Ω /25 W et tourner le bouton de volume à «fond» vers la gauche (position minimum du potentiomètre de volume).

Ajuster la stabilisation entre le picot +Us et la masse à +400 V.

La haute tension est d'environ +850 V. Elle peut varier en fonction du réseau EDF.

Les tensions de cathode des 845 sont de 91 V et 92 V sur notre appareil, soit des consommations de l'ordre de 90 mA.

La tension anode/cathode est de 740 V, soit une dissipation de 66,6 W, ce qui n'est pas exagéré. Les constructeurs annoncent une dissipation plaque max de 75 W à 100 W.

Les tensions continues de chauffage des cathodes des 845 sont de 9,7 V.

Après la mise sous tension de l'amplificateur, le relais doit commuter avec un retard de 2 à 3 mn, le temps laissé aux filaments des 845 pour être à température et appliquer seulement alors la HT. L'ajustable RV1 de la temporisation permet ce réglage.

QUELQUES MESURES

Comme pour toutes nos réalisations, nous avons confié notre appareil au laboratoire de PV Editions afin qu'il soit traité comme tous les amplificateurs de «Marques» qui passent en banc d'essai dans les revues «Prestige Audio Vidéo» ou «Hifi Vidéo Home Cinéma». Les diff-

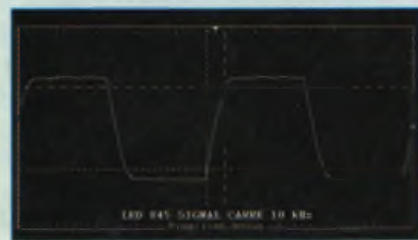
PUSH-PULL DE 845



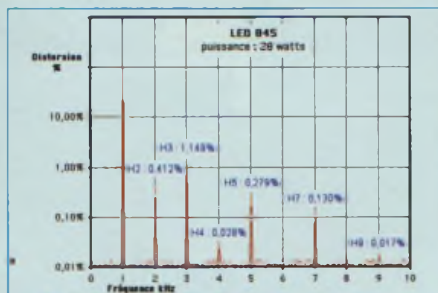
Signal carré à 40 Hz



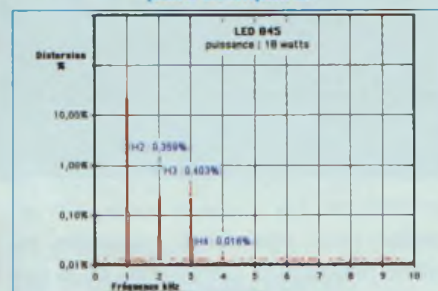
Signal carré à 1 kHz



Signal carré à 10 kHz



Très beau dégradé des harmoniques pairs et impairs.



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive
On ne remarque aucune suroscillation

Puissance efficace : 35 W
Sensibilité d'entrée : 130 mV
Puissance impulsionnelle : 35 W
(Gain de 0 W ou 0 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 90 dB
Pondéré : 132 dB

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	28 W (- 1 dB)	18 W (- 3 dB)	9 W (- 6 dB)	5 W
100 Hz	1,2 %	0,5 %	0,28 %	0,18 %
1 kHz	1,3 %	0,5 %	0,29 %	0,19 %
10 kHz	1,6 %	0,6 %	0,27 %	0,14 %

rentes mesures publiées permettent de se rendre compte de la qualité obtenue avec notre étude d'un Push-Pull de 845.

La sensibilité d'entrée de 130 mV permet de se passer d'un préamplificateur entre la source et le 845 et dans le cas de la lecture d'un disque vinyl, seule la préamplification avec la correction RIAA est nécessaire, soit le «Préampli vinyl» du Led N°169.

Le rapport signal/bruit est excellent, 90 dB et 132 dB. Le 845 sous tension, vous n'entendez strictement rien dans l'enceinte.

La distorsion reste très faible et non décelable. L'oreille détecte une anomalie vers les 3 %.

Le signal carré à 10 kHz ne présente aucune oscillation sur ses plateaux et le comportement sur charge capacitive est exemplaire. Aucune surtension ne se manifeste.

Les flancs montants et descendants ne montrent aucune cassure.

Le temps de montée de 8,9 μ s peut aisément être raccourci en faisant travailler l'ECL86 en pentode et non plus en pseudo-triode.

Nous avons fait cette «manipe» avec «Le classique», push-pull d'EL34 publié dans les numéros 146 et 150.

En pentode, le temps de montée était de 3,8 μ s, contre 5,5 μ s en pseudo-triode.

L'écoute donnait par contre pour la majorité des oreilles, une préférence à la pseudo-triode.

Cette remarque s'applique également au «Single End» de 845 des numéros 161 et 162.

Dans cette application nous faisons travailler l'ECL86 en pentode.

Ce push-pull de 845 peut également fonctionner, sans être aucunement perturbé, avec ou sans contre-réaction. A vous de faire des essais comparatifs.

L'ÉCOUTE

Elle vient confirmer les mesures en retrouvant les mêmes qualités sonores qui nous avaient «emballés» avec le Single End : présence, dynamique, maîtrise du signal avec ses micro-informations, neutralité du son sur tout le spectre, avec ici en supplément de la puissance et un extrême-grave plus présent et plus ferme. De quoi satisfaire toutes les enceintes.

La triode 845, une fois de plus, reste en Push-Pull comme en Single End notre référence d'écoute.

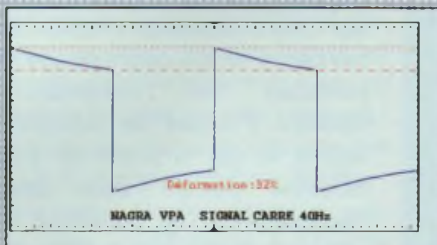
POUR TERMINER CE 845

Déconnecter le fil «gris» de son picot situé à côté du pont redresseur PR1 (module HT). Le souder à la pastille (C) du relais de la temporisation.

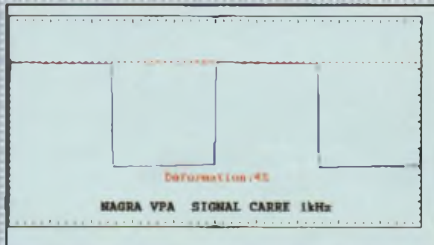
UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Laboratoire *Prestige* Hi-Fi

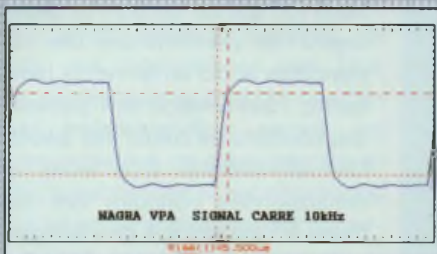
Nagra VPA n° 5520114



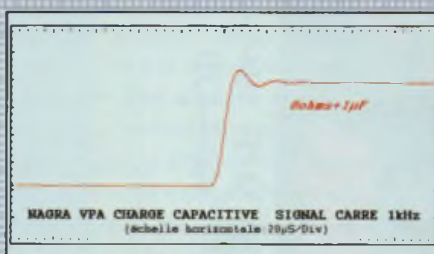
Signal carré à 40 Hz : déformation 64 %



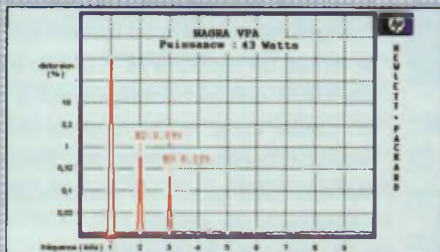
Signal carré à 1 kHz : déformation 8 %



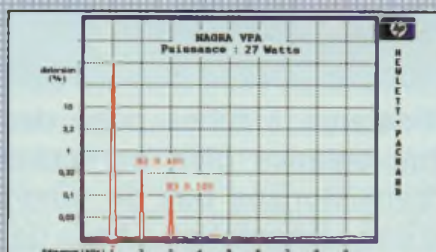
Signal carré à 10 kHz, temps de montée 5,5 μs



En haut signal carré à 1 kHz avec 8 Ω + 1 μF



Spectre de distorsion à la puissance max. 54 W - 1dB, soit 43 W. très beau dégradé d'harmonique



Spectre de distorsion à mi puissance, soit 27 W. Le dégradé reste constant.

Puissance, les deux canaux en service, sur 8 Ω :
 continue : 54 W pour 350 mV
 impulsionnelle : 54 W
Rapport signal/bruit à la puissance max. :
 linéaire : 88 dB / pondéré : 99 dBA

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	43 W	27 W	13 W	5 W
100 Hz	0,8%	0,6%	0,50%	0,25%
1 kHz	0,9%	0,5%	0,45%	0,22%
10 kHz	1,5%	0,5%	0,50%	0,23%

CARACTERISTIQUES CONSTRUCTEUR

Prix indicatif : 87 000 F
 Dimensions : 20 x 51 x 35 cm
 Poids : 13,5 kg
 Puissance sur 8 Ω : 50 W
 Sensibilité : 400 mV
 Bande passante : 30 Hz - 40 kHz + 0 - 1 dB
 Rapport signal/bruit : 100 dBA

COMMENTAIRES DE NOS MESURES

Avant de commenter les valeurs des mesures relevées en laboratoire, il faut tout d'abord rappeler que les circuits de puissance travaillent sans contre-réaction. On notera cependant l'incredible stabilité du montage, qui sur charge capacitive n'oscille absolument pas, voici des unités de puissance qui n'auront pas peur des électrostatiques. Les spectres de distorsion présentent un remarquable dégradé dont l'enveloppe ne change pas à pleine puissance ou à mi-puissance. Les valeurs sont constantes, autre signe favorable à la musicalité. Le temps de montée est court prouvant la qualité du transformateur de sortie.

Souder un fil de même couleur à la pastille (T) du relais et le reconnecter au picot de départ. C'est terminé.

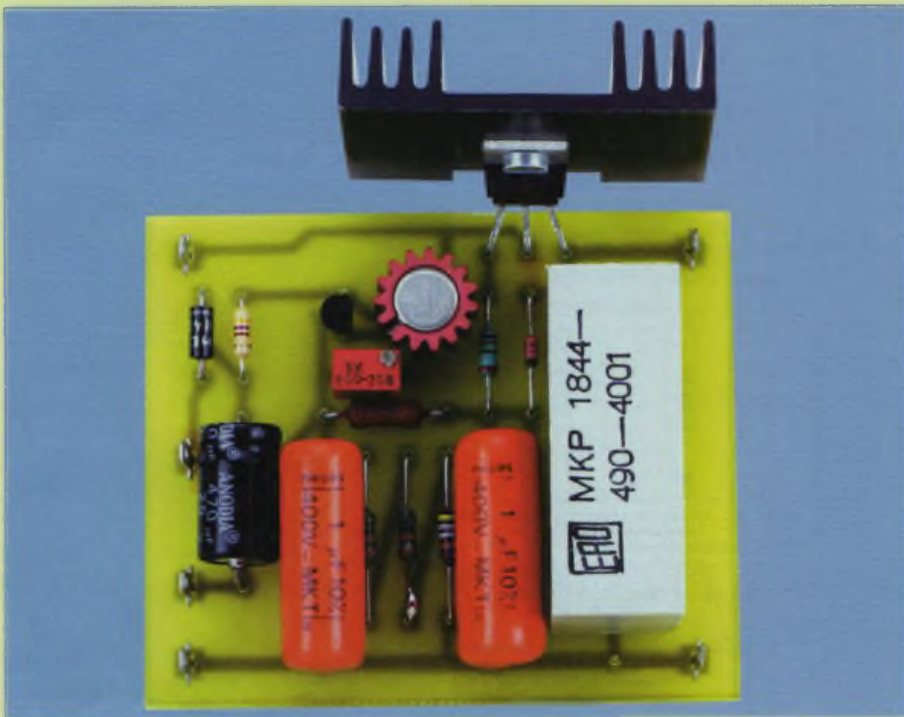
Un deuxième amplificateur est en construction afin de pouvoir effectuer des écoutes approfondies en stéréo, ce qui nous permettra de vous livrer les commentaires d'oreilles exercées dans notre prochain numéro de Novembre/Décembre.

UN PUSH-PULL DE 845 CHEZ NAGRA

C'est le seul banc d'essai d'un Push-Pull 845 que nous ayons trouvé dans les revues spécialisées, il s'agit du N°40 de février 1999 de la revue Prestige Audio Vidéo. Les mesures publiées sur le NAGRA-VPA confrontées à celles obtenues avec notre étude montrent que notre amplificateur n'a rien à envier à un appareil de très grande marque telle que NAGRA, mis à part la puissance. Mais cette puissance nous l'avons volontairement limitée d'entrée par une haute tension ne dépassant pas les 860 V, ce qui est déjà conséquent !

Bernard Duval

LES ALIMENTATIONS POUR AMPLIFICATEURS À TUBES



La conception des amplificateurs à tubes pose des problèmes pratiques et technologiques bien particuliers. Si pour certains montages transistorisés bas de gamme on peut parfois se contenter d'une alimentation à base de régulateurs intégrés, il n'en est pas de même lorsque l'on est en quête d'absolu ... Il m'est apparu dès la réalisation de mes premiers montages à tubes que les performances musicales dépendaient directement de la conception de l'alimentation. Si celle-ci, pour être parfaite, devait simplement présenter une tension de sortie constante quelle que soit la charge connectée, il n'en serait pas moins très difficile de s'approcher de cet idéal, d'autant que les amplificateurs à tubes nécessitent des tensions élevées pour fonctionner.

Il faut insister sur l'importance de l'alimentation et celle-ci ne doit en aucun cas être dissociée du montage qui lui est connecté. L'étude rationnelle d'un amplificateur devrait toujours commencer par l'estimation de ses besoins en terme d'énergie et donc d'alimentation, on éviterait ainsi d'avoir à traiter le problème en

dernier lieu, quand le prototype de l'amplificateur est déjà au point. Il n'est pas rare cependant de constater que certains constructeurs, et bien que prêtant une attention particulière à la topologie des circuits et aux composants, vont se contenter pour leur montage du plus petit dénominateur commun en terme d'ali-

mentation, c'est à dire un simple redressement filtrage, ce qui conduira à l'obtention de résultats d'écoute médiocres malgré des mesures en régime sinusoïdal tout à fait acceptables. Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue durant l'étude de l'amplificateur que l'alimentation doit répondre à toutes les sollicitations de celui-ci et que la notion de puissance moyenne devient alors totalement inadaptée. Si l'on considère souvent aujourd'hui qu'un bon amplificateur doit avant tout être un amplificateur d'impulsions (ce qui est de plus en plus vrai au regard des performances des nouveaux standards audio en terme de bande passante), l'alimentation doit pouvoir fournir des courants de crêtes très élevés.

Une alimentation trop lente ou sous dimensionnée conduira lors des plus fortes sollicitations à des écrêtages violents, source de distorsions intolérables, et ne permettra pas dans tous les cas d'obtenir la puissance maximale que l'amplificateur pourrait fournir. En outre, le temps de réponse lié à la faible bande passante des alimentations est à mettre en cause dans le manque de définition souvent constaté dans les fréquences élevées tant pour les amplificateurs à tubes qu'à transistors.

DIFFÉRENTS TYPES D'ALIMENTATIONS

Deux technologies s'opposent pour concevoir un montage d'alimentation performant. La première et la plus simple dans son fonctionnement est l'alimentation passive. L'absence de tout composant actif et par conséquent de problèmes liés à ce type de composant fait souvent préférer ces alimentations aux audiophiles. Si cette technologie et en particulier le filtrage LC permet de s'approcher de la perfection, ce sera toujours au prix d'un poids, d'un encombrement et d'un surcoût non négligeable... Il sera en effet nécessaire d'utiliser pour cet usage des selfs de fortes valeurs pour éliminer au mieux l'ondulation résiduelle, mais posséd-

L'IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION

dant malgré tout une faible résistance ohmique permettant d'obtenir une impédance de sortie la plus basse possible. Du côté des condensateurs de filtrage, les fortes valeurs requises ne permettront pas d'employer les types les plus favorables du point de vue de la résistance série, ce qui orientera le choix sur des condensateurs chimiques qui s'accommoderont avec plus ou moins de bonheur des températures parfois élevées régnant au sein de nos chers amplificateurs à tubes. Il sera par ailleurs nécessaire de monter en parallèle sur ces condensateurs chimiques d'autres modèles capables de répondre aux sollicitations les plus rapides, condensateurs dont les caractéristiques impulsionnelles seront les meilleures possibles, ce qui se traduira en mathématiques par une valeur très grande de di/dt (cette caractéristique est aujourd'hui souvent donnée par les constructeurs). Les capacités au polypropylène et mieux encore au polystyrène seront celles qui s'acquitteront le mieux de cette tâche. Malgré ces limitations, force est de constater que la technologie passive permet d'obtenir des résultats remarquables. Des exemples comme les Radford ou d'autres appareils de la même époque possédaient des temps de récupération très courts favorables à l'écoute, et ce grâce à l'utilisation de capacités dont les valeurs modestes paraissent insuffisantes aujourd'hui. On peut encore citer l'excellent préampli SRPP paru dans le N°2 de l'Audiophile dont l'alimentation totalisant 6000 μF de capacité permettait d'obtenir un recul du bruit de fond et des performances hors du commun. Ce dernier exemple nous permet d'aborder un inconvénient important que présentent ces alimentations : de tels résultats impliquent un sur dimensionnement qui peut vite devenir dangereux et même fatal en cas de mauvaises manipulations. La prudence sera donc de rigueur, même lorsque l'appareil ne sera plus sous tension, car il ne faut pas oublier que l'énergie accumulée est fonction du carré de la tension et que celle-ci peut vite devenir

considérable dès lors que l'on dépassera 4 ou 500 V. Un autre inconvénient existe et peut s'avérer gênant. Dans le cas de montages fonctionnant sous des tensions élevées (de l'ordre du kV), les fluctuations de la tension secteur seront à multiplier par 5 et il ne sera pas rare de relever des différences de 50 V en sortie de l'alimentation selon que l'on utilisera l'appareil à midi ou à minuit...

Le 2^{ème} grand type d'alimentation, dit actif, peut permettre lui aussi d'obtenir des performances tout à fait remarquables. On peut considérer 2 variantes dans la conception de celles-ci, selon qu'elles feront appel ou pas à la contre-réaction. Intéressons-nous tout d'abord à la première catégorie d'alimentation active que sont les alimentations stabilisées. Celles-ci, bien que faisant usage d'éléments actifs, ne font pas appel à la contre-réaction. De conception fort simple, la stabilisation n'utilise le plus souvent qu'un élément ballast associé à une référence de tension. Cette simplicité de mise en œuvre présente comme principal avantage d'obtenir un comportement stable et assez proche d'une alimentation passive. Il ne sera malheureusement pas possible d'obtenir simplement une très faible impédance de sortie et une stabilité à toute épreuve. S'il est possible de trouver pour les basses valeurs des références de tension à très faible coefficient de température, il n'en est pas de même avec les diodes zeners adaptées aux hautes tensions. En effet, dès lors que l'on considérera des tensions de zener de l'ordre de 100 V, la stabilité thermique descendra aux alentours de 0,1 % /°C (voire moins), ce qui conduira à des dérives intolérables en sortie d'alimentation lorsque l'on utilisera des circuits réclamant des points de fonctionnement très stables. Dans le cas d'une alimentation 450 V pour amplificateur 300B, une élévation de température des circuits somme toute modérée de 30°C après 2 heures de fonctionnement se traduira par une variation d'une quinzaine de volts en sortie. Il ne faut pas oublier que le coefficient thermique des

zeners étant positif pour les fortes valeurs, la tension de sortie de l'alimentation aura tendance à croître avec la température, ce qui aura pour conséquence de faire augmenter le courant et la puissance dissipée par les circuits créant ainsi un échauffement supplémentaire. Un emballement thermique pourra même être à craindre en particulier avec des tubes à faible résistance interne. A ce problème de stabilité viendra s'ajouter celui du bruit thermique qui nécessitera un très fort découplage de la référence de tension, d'autant que la résistance dynamique de ce type de composant est faible (<10 Ω). Ce découplage nécessaire pourra être source de désagréments graves comme la destruction pure et simple de l'élément ballast supportant mal le court-circuit transitoire de la référence de tension par son condensateur au moment de l'allumage. Mais l'inconvénient notable que présente la stabilisation est probablement le fait que tubes et transistors ne présentent aucune propension à servir d'élément de puissance pour une alimentation haute tension. En effet, même les tubes les mieux adaptés à cet usage comme les 6080, 6336 et autres 6C33 ne présentent pas une résistance interne assez faible pour permettre l'obtention d'une impédance de sortie suffisamment basse pour être réellement intéressante dans une alimentation stabilisée. Il est impensable de se contenter d'une valeur de l'ordre de la centaine d'ohms qui serait pénalisante sur les crêtes de modulation les plus élevées. L'emploi de tubes présente encore l'inconvénient grave d'interdire toute possibilité d'abaisser l'impédance de sortie par l'emploi de condensateurs de fortes valeurs en parallèle sur la charge, ce qui conduirait irrémédiablement à la destruction de la cathode du ballast si des dispositifs de mise en tension progressive n'étaient pas utilisés pour se prévenir du court-circuit transitoire des condensateurs en début de charge.

Le transistor, meilleur candidat potentiel si l'on considère uniquement sa faible résistance Base-Emetteur, posera d'autres

LE MOSFET EN BALLAST

Figure 1

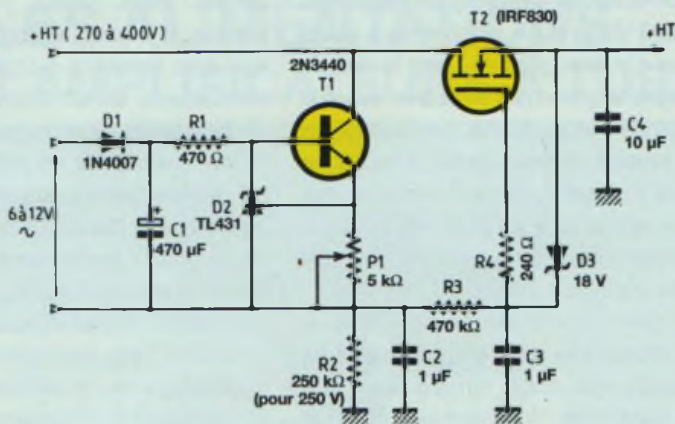


Figure 2

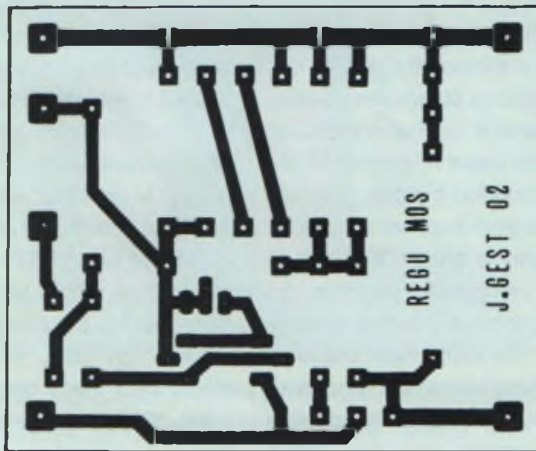
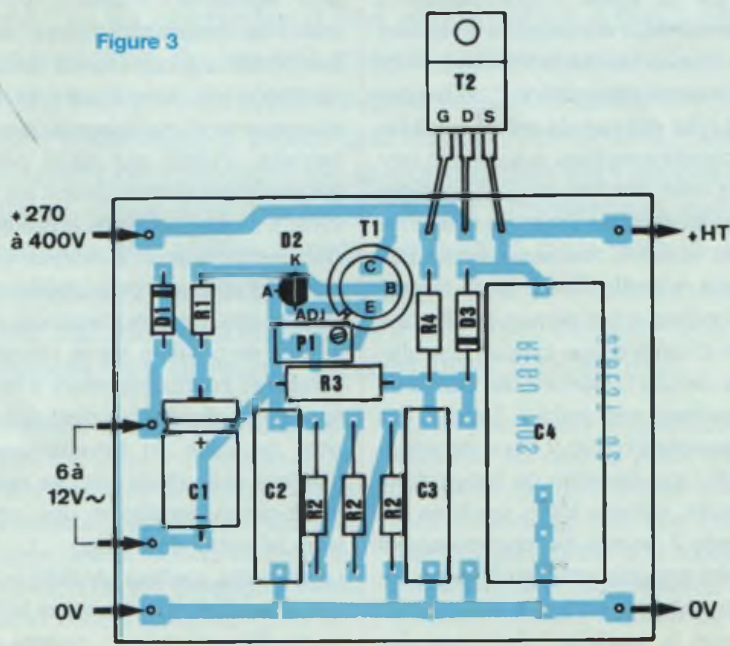


Figure 3



problèmes pratiques, le principal étant sans doute sa mauvaise tolérance aux surcharges ou aux surtensions. Le problème de 2^{ème} claquage sera aussi d'autant plus sensible que la tension Vce et la puissance dissipée seront élevées. Il faut préciser à ce sujet que des transistors pour balayage TV comme les BU508 pourront claquer dès 6 ou 700 V et ce malgré des tensions Vce max données pour plus de 1 kV. Il est en effet important de noter que ce type de transistor prévu à l'origine pour un fonctionnement en régime impulsionnel verra sa fiabilité baisser de façon drastique utilisé en tant que ballast, la puissance moyenne dissipée étant souvent trop importante par rapport à sa capacité réelle. En faisant usage de transistors, l'emploi de condensateurs en sortie sera là encore à accompagner de précautions, le court-circuit transitoire à l'allumage pouvant se révéler destructeur. Notons que les valeurs des capacités seront néanmoins bien plus faibles ici de par la faible résistance d'émetteur, mais la présence de condensateurs de sortie sera toujours dangereuse vu la faible tolérance du transistor bipolaire voyant sa jonction Base-Emetteur portée brutalement à un fort potentiel. Le dernier inconvénient que présente le transistor est le courant non nul drainé par la base qui contribuera à l'échauffement de la référence de tension se voyant traversée par celui-ci (l'utilisation d'un Darlington permet cependant de s'affranchir simplement de ce problème).

DESCRIPTION DU MONTAGE

Le meilleur élément ballast pour une alimentation stabilisée est pour moi le Mosfet de puissance. Disponible aujourd'hui avec des tensions Vds max données pour 1 à 1,2 kV, ces composants permettent de construire à peu de frais une alimentation stabilisée simple et performante. La résistance de sortie de ces composants destinés aux hautes tensions peut paraître un peu élevée par rapport à l'équivalent en bipolaire (on pourra en effet avoir Ron de l'ordre de 2 à 3 Ω). Il ne faut néan-

L'IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION

moins pas perdre de vue que dans le cas d'une alimentation pour amplificateur à tubes, le courant drainé par le montage dépassera rarement 100 mA et que la chute de tension provoquée par cette résistance de sortie ne dépassera guère 0,5 V ce qui est parfaitement négligeable... L'impédance de sortie pourra bien sûr être abaissée en connectant un condensateur entre la source du Mosfet et la masse du montage afin de parfaire les performances en régime dynamique. On pourra se limiter pour ce dernier à une valeur assez basse mais avec un di/dt élevé, son rôle étant essentiellement de fournir les crêtes de courant importantes tout en éliminant le bruit engendré par le transistor. Nous abordons ici un des principaux avantages de l'utilisation du Mosfet en tant qu'élément ballast. En effet, ce type de composant permet d'atteindre des niveaux de bruit en sortie très bas, inférieurs à ce que l'on obtiendrait avec des bipolaires. J'utilise pour ma part depuis plusieurs années le montage décrit ici pour des usages nécessitant un fort recul du bruit de fond (alimentation des étages d'entrée ou de grille écran des pentodes) et ce avec entière satisfaction. Ces résultats n'ont été rendus possibles qu'en éliminant purement et simplement les diodes zeners comme élément de référence, celles-ci étant particulièrement génératrices de bruit. Le problème du remplacement de ces références de tensions élevées a été résolu de façon élégante en faisant usage d'un générateur de courant constant débitant dans une association de résistances à faible coefficient de température. On obtient avec ce procédé une remarquable stabilité de la tension de sortie, très supérieure à celle d'un montage à zeners. Le générateur de courant à proprement parler est constitué d'un régulateur shunt de type TL 431 (dont le coefficient de température est de 30 ppm seulement) commandant la base d'un transistor bipolaire NPN haute tension 2N3440. Le régulateur se voit alimenté par une tension extérieure de 6V après

redressement et filtrage, de façon à ce que les variations éventuelles de la haute tension n'influent en rien sur la valeur du courant débité par le générateur et par là même sur la tension de référence. Les résistances de référence seront choisies de préférence du type à couche métallique afin d'obtenir une grande stabilité thermique et une faible dérive de la valeur à long terme. Les emplacements prévus sur la carte sont au nombre de 3 : il vaut mieux en effet employer plusieurs résistances en série plutôt qu'une seule afin de limiter la dissipation et la tension appliquée à celles-ci (une tension trop forte peut en effet provoquer un changement de la valeur de la résistance ou même un claquage). Afin d'éliminer le faible bruit engendré par ces résistances, il sera nécessaire de prévoir un découplage par un condensateur de 1 μ F au polypropylène. Cette faible valeur, toutefois très suffisante ici, limitera les risques de destruction du générateur de courant à l'allumage. Si l'on décide de faire débiter 1 mA au générateur de courant, la résistance de référence totale devra être de 250 k Ω pour obtenir environ 250 V en sortie par exemple. La puissance dissipée sera alors de 1/4 de watt pour l'ensemble, ce qui est bien faible et parfaitement compatible avec des résistances de précision à couche métallique. Avec des valeurs aussi élevées que 250 k Ω , on voit bien ici que le condensateur de 1 μ F constituera un découplage efficace même pour les basses fréquences ($f_c = 1/2\pi RC$). Afin de réduire au minimum les bruits et ronflements présents sur la gate du Mosfet, celle-ci sera polarisée à travers une cellule de filtrage RC. Cette cellule va permettre d'obtenir, en outre, une montée progressive de la tension de sortie, le générateur de courant devant dans un premier temps charger le condensateur dont la valeur de 1 μ F choisie ici donnera $t_r = 0,5$ s environ. Il ne faudra pas oublier de protéger la gate du Mosfet par une zener de 18 V, ce qui évitera un claquage si sa tension V_{GS} devait augmenter brutalement (court-circuit en sor-

tie par exemple). Le choix du Mosfet de puissance sera fonction du courant à fournir et de la tension de fonctionnement. Le modèle IRF 830, disponible partout à petit prix, me paraît adapté aux utilisations les plus courantes, sa tension de service de 500 V lui permettant de s'intégrer parfaitement dans des alimentations 400 V au maximum.

CARACTÉRISTIQUES

Rout varie entre 0,5 Ω ($I > 100$ mA)
($V_{out} = 230$ V)

et 2,6 Ω ($I = 30$ mA)
($V_{out} = 400$ V)

Stabilité en fonction de la température :
mieux que 0,01 %

Régulation de ligne : comprise entre
0,25 % à vide et 0,36 % à 60 mA

Ondulation en sortie : $< 0,5$ mVeff pour
 $I = 100$ mA

CONCLUSION

Bien que de conception fort simple, l'alimentation décrite ici pourra rendre de grands services de par ses qualités évoquées plus haut. Sa fiabilité est particulièrement bonne et je n'ai eu à ce jour à déplorer aucune panne sur la dizaine d'exemplaires construits jusqu'ici. Sa tension de sortie est facilement réglable par action sur le générateur de courant ou par le changement des résistances de références. Le dernier avantage que présente cette alimentation est de se contenter d'une faible tension V_{DS} pour fonctionner correctement. Ainsi, la tension en aval du montage pourra être supérieure à la tension de sortie de 20 V seulement pour assurer une bonne stabilisation. Rien n'empêchera d'utiliser cette alimentation pour un montage de puissance à condition d'adapter les composants à cet usage... (le Mosfet en particulier). A très bientôt pour un montage d'alimentation régulée hybride de haute qualité et ... à votre fer à souder !

Jérôme Gest

ENCEINTE À HAUT RENDEMENT AVEC HAUT-PARLEUR COAXIAL RADIAN

Longtemps demandée par nos lecteurs, nous faisons un premier pas en avant en vous proposant cette enceinte à haut rendement, le produit approprié qui vous permettra d'y raccorder un amplificateur à lampes de faible puissance, notamment les «Single End» à base de 300B, 845 ou 6550... Ces appareils qui ne délivrent qu'une dizaine de watts.

Nous allons en quelques articles et reportages vous guider sur des fabrications sérieuses en abordant successivement les différents composants les constituant : choix des haut-parleurs, le filtrage, la fabrication de l'ébénisterie.

QU'EST-CE QUE LE HAUT RENDEMENT

On parle de haut-rendement lorsqu'une enceinte affiche un 100 dB/1 W/1 m. Des composants permettent d'obtenir des pressions acoustiques élevées avec très peu d'énergie et avec une définition exceptionnelle où l'ensemble du spectre des instruments approche la perfection, avec une ouverture que le bas rendement ne pourra jamais égaler.

Il y a deux types de réalisations en haut rendement :

1 - L'association de plusieurs composants comme un haut-parleur de $\varnothing 38$ cm ou un $\varnothing 30$ cm avec une chambre de compression 1', 1,4' ou 2' en multivoies, car il est toujours possible de doubler les 38 ou les 30 cm afin d'augmenter la surface émissive dans le bas du spectre.

2 - Utiliser un haut-parleur coaxial, composant mal connu des passionnés de haute-fidélité car il n'y a à ce jour que très peu de fabrications sérieuses. Nous vous proposons de vous faire découvrir avec cet article le 5312-8 de RADIAN.

LE COAXIAL

La grande particularité du coaxial est

que, contrairement à un système conventionnel haut rendement qui comprend un haut-parleur de grave, une chambre de compression et un pavillon, le coaxial lui réunit l'ensemble des composants sur la même structure mécanique.

Le coaxial est très intéressant pour l'audiophile qui n'a pas trop de place à consacrer à son installation, sachant qu'il obtiendra les mêmes résultats qu'avec un système conventionnel, la base des composants restant la même.

Le coaxial procure une excellente homogénéité de reproduction de l'ensemble de la bande de fréquences audio et une non localisation des composants.

Il est certes plus délicat à fabriquer, la chambre de compression étant fixée derrière le circuit magnétique du haut-parleur qui lui même doit être percé pour permettre le passage de la corolle qui possède une ouverture de 90° (sur la fabrication RADIAN).

Ceci permet d'obtenir la même ouverture que sur l'ensemble des pavillons.

Hormis toutes les contraintes de fabrication, il faut confondre tous les axes virtuels des différentes pièces mécaniques pour que le résultat soit parfait.

Entre autres, il ne faut pas oublier cette grosse difficulté qui est l'influence des courants de Foucault émis entre eux par les circuits magnétiques. Pour cette raison les plaques de champ ont des usinages particuliers.

Le coaxial est une pièce d'horlogerie qui fait que son propriétaire possède un objet qui lui donnera toute satisfaction durant de longues années.



LE 5312 RADIAN

Le coaxial 5312 est le haut de gamme des 30 cm fabriqués par RADIAN. Il existe une gamme très complète de coaxiaux de même type dont un 21 cm : le 508/2B, un 30 cm avec un driver 1 pouce et le 521/5B, un 38 cm avec un driver 2 pouces.

Le 5312 qui nous intéresse ici est associé à un driver 2 pouces de très haute qualité (photo A).

Ce transducteur est capable de reproduire des pressions acoustiques de 127 dB en continu avec des pointes pouvant atteindre 130 dB.

La bande passante s'étend de 45 Hz à 20 kHz dans un couloir de 5 dB (figure 1).

• SPÉCIFICATIONS

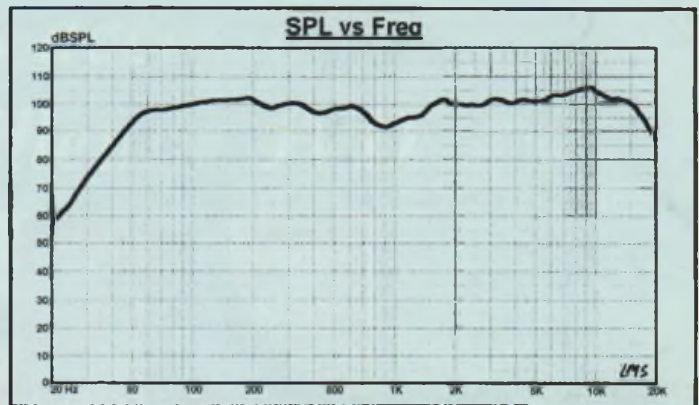
Réponse en fréquence :	60 Hz - 20 kHz
Puissance maximale :	500 Weff
Rendement :	96 dB/1 W/1 m
Fréquence de raccordement recommandée :	950 Hz avec
pente de 24 dB / octave	
Impédances nominales :	2 x 8 Ω
Diamètre des bobines :	101,6 mm
(boomer) et 76,2 mm	
Dispersion nominale :	90°
Cône du boomer :	papier renforcé
Poids :	13,64 kg

ENCEINTE 2 VOIES



Photo A

Figure 1



Réponse en fréquence du RADIAN 5312 mesurée dans l'axe à une puissance de 1 W (2,83 Veff et charge de 8 Ω).

- Paramètres de THIELE

QTS	: 0,3653
QMS	: 2,6136
QES	: 0,4246
VAS	: 55,444 litres
Fs	: 54 Hz
XMAX	: 0,113"
RE	: 6 Ω
SD (IN ²)	: 82,08

L'ÉBÉNISTERIE

Elle est réalisée dans un médium haute densité de 30 mm d'épaisseur. Elle est de type traditionnel pour vous en faciliter la réalisation. Ses dimensions de 400 x 510 x 430 mm lui permettent de s'intégrer aisément dans un salon.

L'assise du haut-parleur et de l'évent sont rainurés afin d'obtenir une finition parfaite, mais ce n'est pas une obligation.

Les plans de cette ébénisterie vous sont communiqués en figure 2. Si vous utilisez un médium de moindre épaisseur, il est impératif de garder les cotations internes de 450 x 340 x 370 mm. Les panneaux latéraux ont une surface de 510 x 430 mm.

Cette ébénisterie peut également vous être fournie, prête à l'emploi, par la société CICE.

Elle est entièrement assemblée en feuillures et rainurages et montée sous presse. Il n'y a pas une seule vis pour obtenir une meilleure rigidité.

Ce travail peut être réalisé par tout menuisier équipé d'une scie murale, d'une toupie à grand col de cygne et un certain nombre de grands serre-joints de bonne qualité.

Les photos B et C montrent l'enceinte assemblée et plaquée.

LE FILTRE 2 VOIES

Le filtrage est réalisé avec deux cellules distinctes pour obtenir un meilleur résultat, ce qui permet le bi-câblage au départ de l'amplificateur. Il est cependant possible de réaliser un filtre traditionnel deux voies comprenant un passe-haut et un passe-bas.

La photo D montre l'assemblage des composants sur une plaquette en bois et leurs raccordements aux borniers.

Quelques petites modifications pouvant encore intervenir, le schéma définitif de

ce filtre vous sera communiqué dans notre prochain numéro.

L'ÉVENT ET L'AMORTISSEMENT

L'évent est placé en face arrière comme le montre la photo E. Son diamètre est de $\varnothing 120$ mm x 120 mm.

Nous y remarquons également les borniers de raccordements pour le bi-câblage.

L'amortissement se fait avec de la laine de verre de 60 mm d'épaisseur qui tapisse les parois latérales, la face arrière et le fond de l'enceinte.

L'ÉCOUTE

Il est possible d'écouter ce produit à Paris aux Ets CICE situés au 79 Rue d'Amsterdam pour vous familiariser et apprécier cette enceinte à haut rendement.

Il vous sera également possible d'acquiescer l'ébénisterie «brute d'usinage» ou avec finition.

Nous pensons que de nombreux lecteurs apprécieront cette offre consentie par

LE 5312-8 DE RADIAN

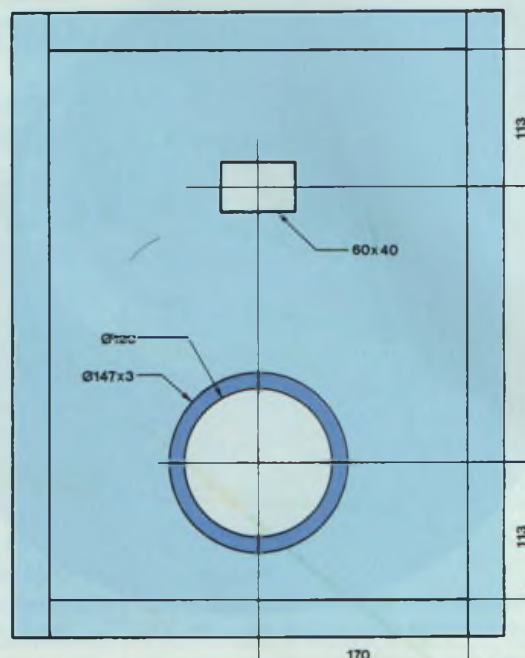
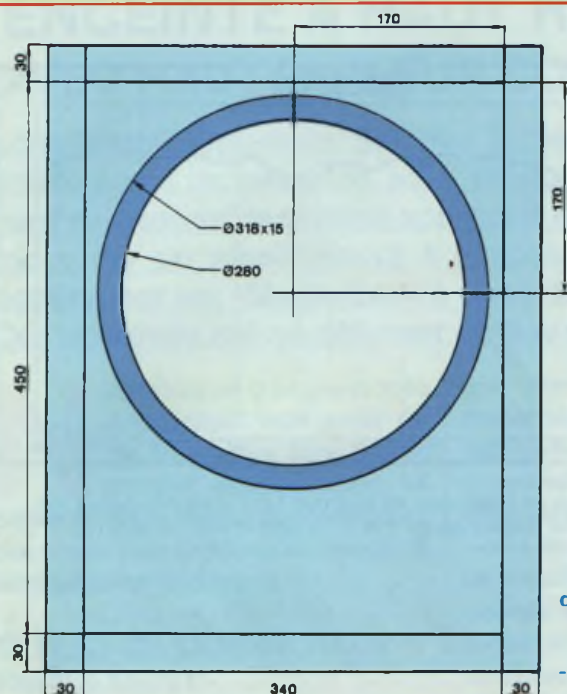


Figure 2 :
les dimensions
extérieures
de l'enceinte sont de :
- hauteur : 510 mm
- largeur : 400 mm
- profondeur : 430 mm



Photo B



Photo C



Photo E

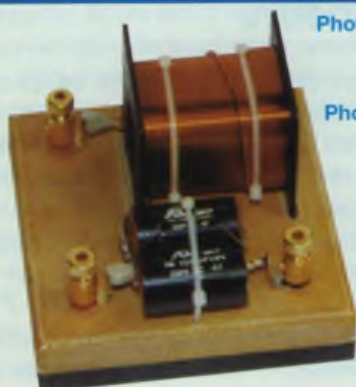


Photo D

CICE, la réalisation d'une ébénisterie rebutant nombre d'entre vous.

Nous avons écouté ces enceintes et avons été étonné par la rapidité de réaction du 5312 RADIANT. Voilà une enceinte qui ne traîne pas et qui procure un grave ferme et puissant.

Avec des parois de 30 mm d'épaisseur, aucune vibration parasite ne vient perturber le message musical qui offre à la fois un grave bien assis et un aigu qui file haut sans agressivité.

Bernard Duval

Bon de commande

Hors-Série 2002

Tout sur les accessoires
Les 50 meilleurs DVD



- *Le tour de France des auditoriums (près de 300 adresses).*
- *Qui fait Quoi ? Index des fabricants et des distributeurs.*

Tarifs :

- 7,20 € pour la **FRANCE**
- 10,20 € pour les **DOM-TOM par avion.**

ETRANGER PAR AVION

- 8,20 € pour la **CEE et Suisse**
- 9,20 € pour **Autres Europe, Afrique, Moyen et Proche Orient**
- 10,20 € pour **USA et Canada.**
- 12,20 € pour **Asie, Océanie, Amérique du Sud.**

Nous n'acceptons pas les règlements par timbres postaux.

Bon à retourner accompagné de votre règlement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de : P.V. Editions
P.V. Editions SAS, 5 Bd Ney, 75018 Paris

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél. : _____

UN SINGLE KT88 E.H./6SN7 SURPRENANT MIEUX QU'UNE 300B ! AVEC UN CÂBLAGE À L'ANCIENNE SANS CIRCUIT IMPRIMÉ



Pas entièrement convaincus par les résultats obtenus à l'écoute du SINGLE proposé dans notre n°171, notre ténacité à toujours vouloir améliorer un produit a été payante. C'est ainsi que nous avons eu l'idée, pour nous rapprocher d'avantage du Push-Pull du Led n°169, de driver le tube de sortie par une double triode 6SN7GT.

Nous n'allons pas ici reprendre entièrement cette étude, puisqu'au niveau du châssis, il suffit simplement de repercer les trous réservés aux ECF82 de $\varnothing 22$ mm à $\varnothing 27$ mm, de façon à pouvoir venir y visser deux supports OCTAL pour les 6SN7. Revoiyons l'étage de commande qui est vraiment la nouveauté.

LE SCHÉMA ADOPTÉ

Celui-ci vous est proposé en **figure 1**. Nous y retrouvons la 6SN7, double triode, très réputée en audio, montée en Mu-Follower.

Les cathodes sont chargées par des résistances de même valeur, R1/R4/1,2 k Ω , tandis que la résistance d'anode R2 a une valeur beaucoup plus élevée de 27 k Ω .

Le signal à amplifier est appliqué à la grille de la triode inférieure tout en étant dosé par un potentiomètre qui agit en

"commande de volume".

Le condensateur C1 sert de liaison entre les deux étages en prélevant la modulation amplifiée et présente sur l'anode de la triode inférieure pour l'appliquer à la grille de la triode supérieure. Il bloque également la tension continue présente sur l'anode, en ne véhiculant que l'alternatif.

La résistance de grille R3 est connectée entre les résistances séries R2 et R4.

L'anode de la triode supérieure est directement reliée à la haute tension et c'est sur sa cathode qu'est prélevé le signal audio, à basse impédance.

Là encore le condensateur C2 a les mêmes fonctions que C1, il bloque la tension continue élevée présente sur la cathode afin de ne transmettre que la modulation alternative à la grille de l'étage de puissance. Ce condensateur doit être d'excellente qualité, de préférence au polypropylène.

A la mise sous tension de l'amplificateur,

C2 se charge au travers de R5. C'est un véritable court-circuit un court instant et la tension de cathode se retrouve aux bornes de R5.

Nous en arrivons à l'étage de puissance basé sur l'utilisation d'une tétrode 6550 ou une KT88 d'Electro Harmonix.

La particularité de ce "Single End" est d'avoir une résistance de polarisation de cathode dépourvue de tout condensateur de découplage. Si la sensibilité d'entrée s'en ressent au niveau des mV à injecter aux bornes de P1, nos oreilles par contre décèlent instantanément la différence d'écoute et préfèrent se passer de ce condensateur qui n'apporte que distorsion non négligeable et manque d'aération de la scène sonore. Oté, l'amplificateur respire, est plus précis et semble plus nerveux même si l'extrême grave est un peu moins prononcé, moins présent sans le condensateur.

La "grille écran" est directement polarisée par le transformateur de sortie, la prise étant située à 2,3 k Ω pour une impédance totale de 3,5 k Ω .

Aucune contre réaction n'est appliquée à l'étage d'entrée, le secondaire du transformateur de sortie ne voyant à ses bornes que le haut-parleur.

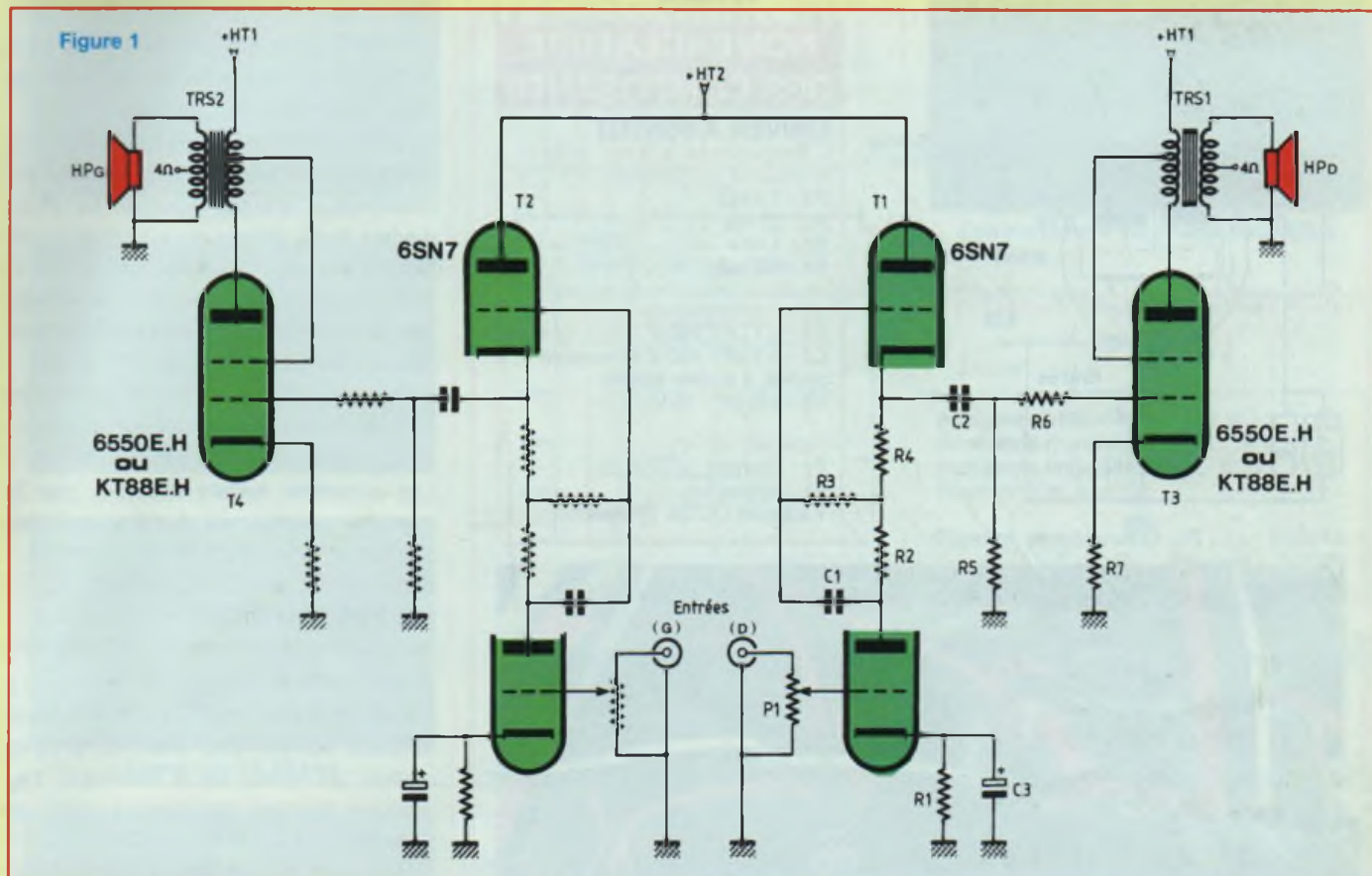
C'est une amplification au final qui est fort simple, ne nécessitant que peu de composants (ce qui nous a conduit à ce câblage à l'ancienne sans circuit imprimé) et dont la musicalité est surprenante par sa précision, sa rapidité et son grave très ferme.

L'absence de condensateur de découplage aux bornes de R7 porte la sensibilité d'entrée à 2,8 volts, ce qui peut paraître élevé, mais qui ne l'est guère en utilisant un préamplificateur qui pour une fois va servir à quelque chose.

A ce stade, trois options se présentent à nous, soit :

- l'utilisation du préamplificateur du Led n°168
- l'utilisation du préamplificateur du Led n°147, ce qui revient à utiliser l'étage d'attaque du Led n°171 avec l'ECF82, étage qui dans ces nouvelles conditions

UN CÂBLAGE À L'ANCIENNE



de fonctionnement donne d'excellents résultats.

Nous avons essayé et longuement écouté l'un et l'autre sans pouvoir vraiment dire quel est le meilleur choix, à une seule condition toutefois, utiliser des ECF82 qui **ne soufflent pas**.

- l'utilisation d'un transformateur en pré-amplification passive.

Sur le schéma de principe nous remarquons deux potentiels HT.

Le HT1 est simplement redressé et filtré énergiquement par une cellule LC en Pi, tandis que le HT2 est issu d'une stabilisation identique à celle proposée dans le Led n°171.

LE CÂBLAGE

Nous nous intéresserons uniquement au câblage de la triode 6SN7, le reste étant identique à ce qui a été écrit en détails dans le Led n°171.

Les interconnexions des composants au support OCTAL vous sont dévoilées en **figure 2**, c'est simple ! Comme nous le remarquons sur la photo de l'appareil vu de dessous, le condensateur de liaison C1 de 0,1 $\mu\text{F}/250\text{ V}$ est soudé directement de cosse à cosse (A1/G2) au-dessus du support.

La liaison de grille G1/ curseur de P1 se fait avec un fil tout ordinaire, pas besoin de blindé.

Les "mises à la masse" se font au niveau des **deux pattes de fixations** qui servaient pour le maintien du module de préamplification à ECF82, en utilisant des cosses à souder.

Pour une commodité de câblage, il est préférable que le condensateur électrochimique C3 soit à sorties axiales.

Le condensateur C2 de 4,7 $\mu\text{F}/400\text{ V}$ à **sorties axiales** qui sert de liaison entre la 6SN7 et la KT88/6550 doit avoir ses pattes isolées, celles-ci étant sou-

lignées à des hautes tensions non négligeables.

Pour les lecteurs qui entreprennent de modifier l'étude du Led n°171, ne pas omettre de couper les condensateurs qui shuntent les résistances châssis de 330 $\Omega/25\text{ W}$ et de relier la prise «écran» du transformateur de sortie (fil gris) à la cosse écran du support OCTAL du tube de puissance.

Ne pas oublier de relier une tresse de masse au niveau d'un des potentiomètres de volume à une cosse à souder vissée au châssis.

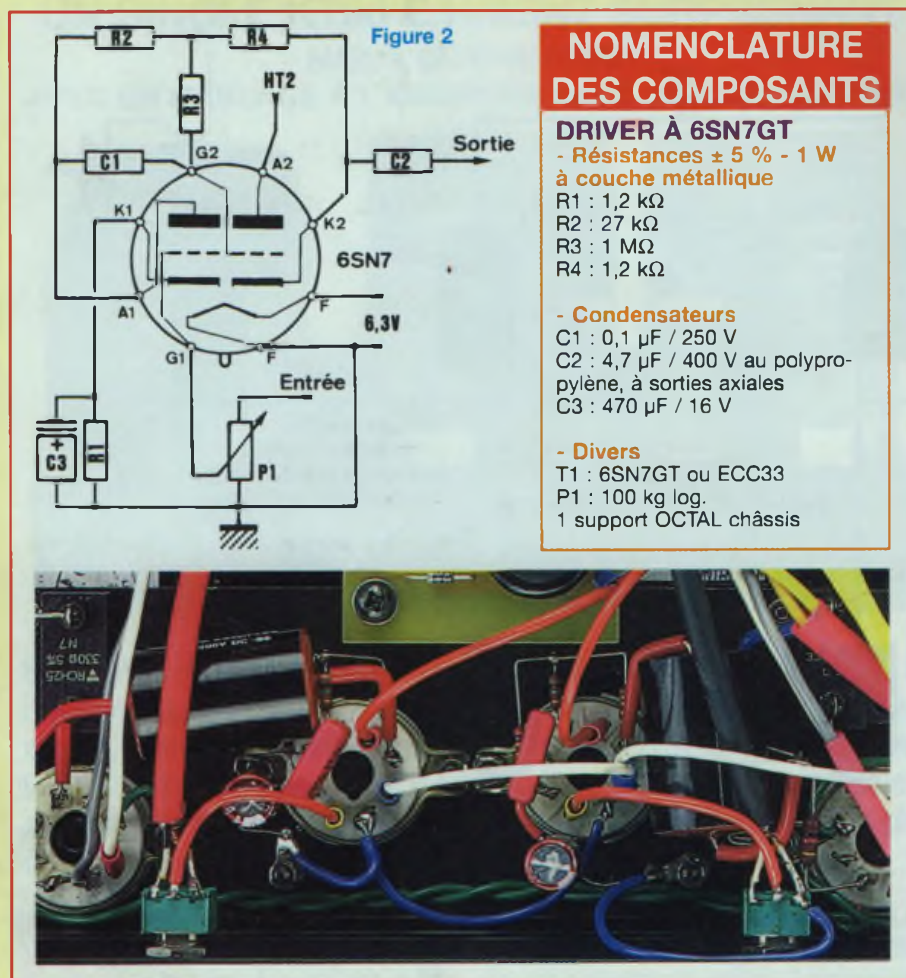
LE RÉGLAGE

Un seul et unique réglage qui est celui de la tension stabilisée.

Le potentiel est porté à +370 V pour la HT2 avec l'ajustable P1.

Au niveau de la basse tension, le 6,3 V est approché avec une résistance R1 de

6SN7GT / KT88E.H : UN DUO QUI FAIT MERVEILLE



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

DRIVER À 6SN7GT

- Résistances $\pm 5\%$ - 1 W
à couche métallique

R1 : 1,2 k Ω

R2 : 27 k Ω

R3 : 1 M Ω

R4 : 1,2 k Ω

- Condensateurs

C1 : 0,1 μ F / 250 V

C2 : 4,7 μ F / 400 V au polypropylène, à sorties axiales

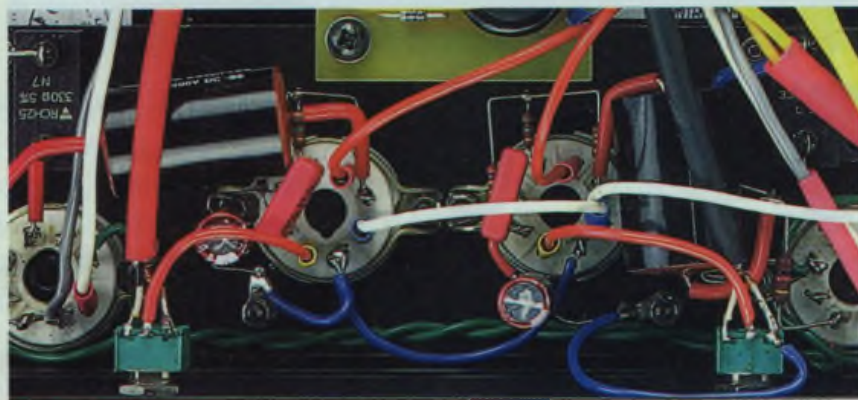
C3 : 470 μ F / 16 V

- Divers

T1 : 6SN7GT ou ECC33

P1 : 100 kg log.

1 support OCTAL châssis



0,68 Ω et non plus de 1 Ω , soit la mise en parallèle d'une résistance de 2,2 Ω /3 W sur celle existante.

LE TANDEM LED 168 / 173

Le couplage des deux appareils permet d'accéder à une qualité d'écoute intéressante, supérieure à ce que nous obtenions avec des 300B et pour un coût nettement inférieur.

L'association 6SN7/KT88 (ou 6550) Electro-Harmonix fait encore merveille, ce que nous avons déjà constaté lors de l'écoute du push-pull publié dans le Led n°169.

Le préamplificateur est là juste pour "booster" très légèrement l'entrée de l'amplificateur qui peut alors faire exploser ses 2x10 Weff, ce qui, avec des enceintes

à bon rendement comme les LYRR de chez Triangle autorise déjà une écoute plus que confortable dans un salon.

La superposition des deux boîtiers permet de posséder un ensemble compact et homogène que les appareils soient réalisés avec des coffrets IDDM ou Radiospares.

En fonctionnement, mis à part un extrême grave légèrement en retrait et que l'on constate sur tout "Single End" par rapport à un "Push-Pull", cet amplificateur permet d'accéder à une qualité d'écoute surprenante. Il décortique minutieusement le signal avec rapidité, sans délaisser les micro-informations, avec une parfaite stabilité de l'image sonore.

L'écoute de "NIVRAM" des Shadows, par exemple, ne fait apparaître aucune atténuation de la guitare basse en solo,

de même que le tintement de la cloche du "RING DEM BELLS" du Cotton Club est toujours aussi scintillant et prolongé dans le temps après la frappe.

La permutation des KT88 avec des 6550 ne permet pas par contre de déceler une différence d'écoute flagrante. Le choix devient donc difficile pour justifier la différence de prix. Nous pensons que la KT88 doit être un peu plus puissante (dissipation plaque), donc d'une durée de vie plus importante.

Ce qui est impressionnant également c'est le silence absolu obtenu en absence de modulation.

Les enceintes restent muettes, pas le moindre souffle ne vient agacer les oreilles.

LES MESURES

Effectuées avec l'étage de commande à ECF82 puis avec la 6SN7GT, nous nous rendons compte des énormes progrès réalisés au niveau de la distorsion. Les mesures viennent parfaitement confirmer l'écoute.

La triode/pentode ECF82 est intéressante à utiliser pour un étage "préamplificateur en tension" de faible amplitude mais a du mal à driver un tube de puissance sans introduire un taux de distorsion élevé. La double triode 6SN7 par contre est beaucoup plus à l'aise face à la KT88 ou la 6550. Le bon choix est donc finalement fait ce qui permet maintenant au Single d'exploser et de fournir enfin une qualité d'écoute supérieure à celle obtenue avec le 300B du Led n°152, c'est peu dire !

A ce propos, si vous souhaitez améliorer la réponse en fréquence dans le bas du spectre à 40 Hz, il suffit tout simplement de charger le tube de puissance par le transformateur destiné à la triode 300B, le succès est garanti. La différence de prix entre les deux transformateurs de sortie en vaut la peine (141,80 € ou 213,40 € chez ACEA).

Bernard Duval

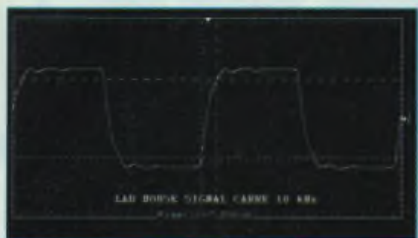
UN CÂBLAGE À L'ANCIENNE



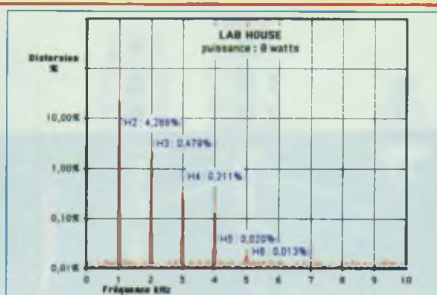
Signal carré à 40 Hz



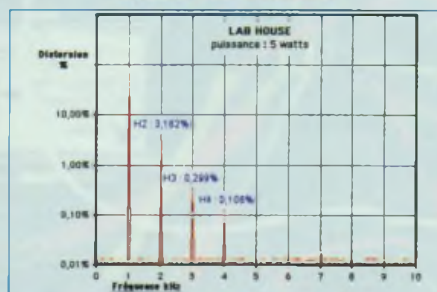
Signal carré à 1 kHz



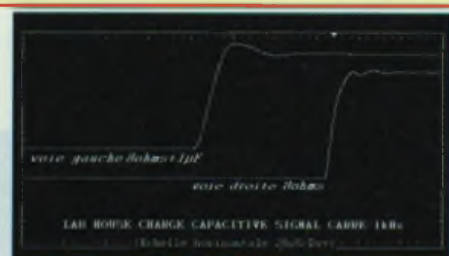
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

SINGLE ECF82 / 6550 E.H (Led N°171)

Puissance efficace : 10 W
Sensibilité d'entrée : 1 V
Puissance impulsionnelle : 10 W
(Gain de 0 W ou 0 %)

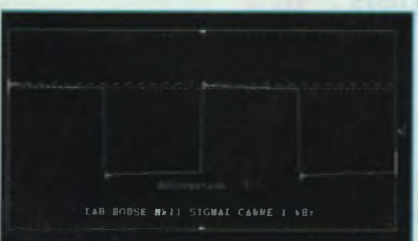
Rapport signal/bruit : LIN : 98 dB
Pondéré : 107 dB

Distorsion par harmoniques totale

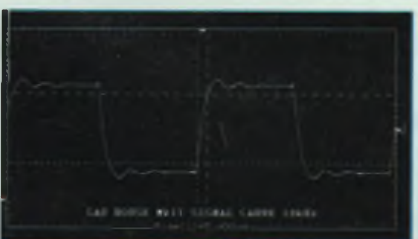
Fréquences	8 W (- 1 dB)	5 W (- 3 dB)	2,5 W (- 6 dB)
100 Hz	4,5 %	3,2 %	2,3 %
1 kHz	4,3 %	3,2 %	2,1 %
10 kHz	3,5 %	2,6 %	1,7 %



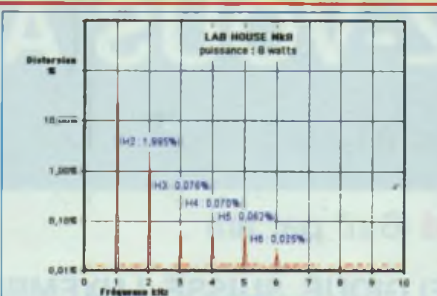
Signal carré à 40 Hz



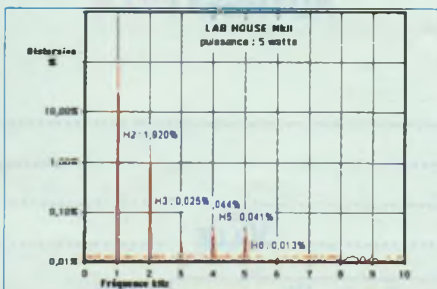
Signal carré à 1 kHz



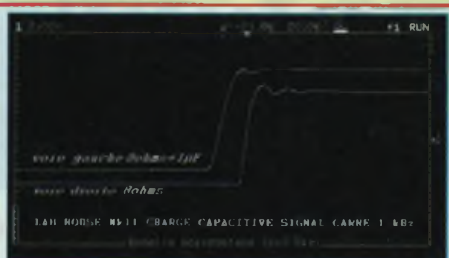
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

SINGLE 6SN7 / 6550 E.H OU KT88 E.H (Led N°173)

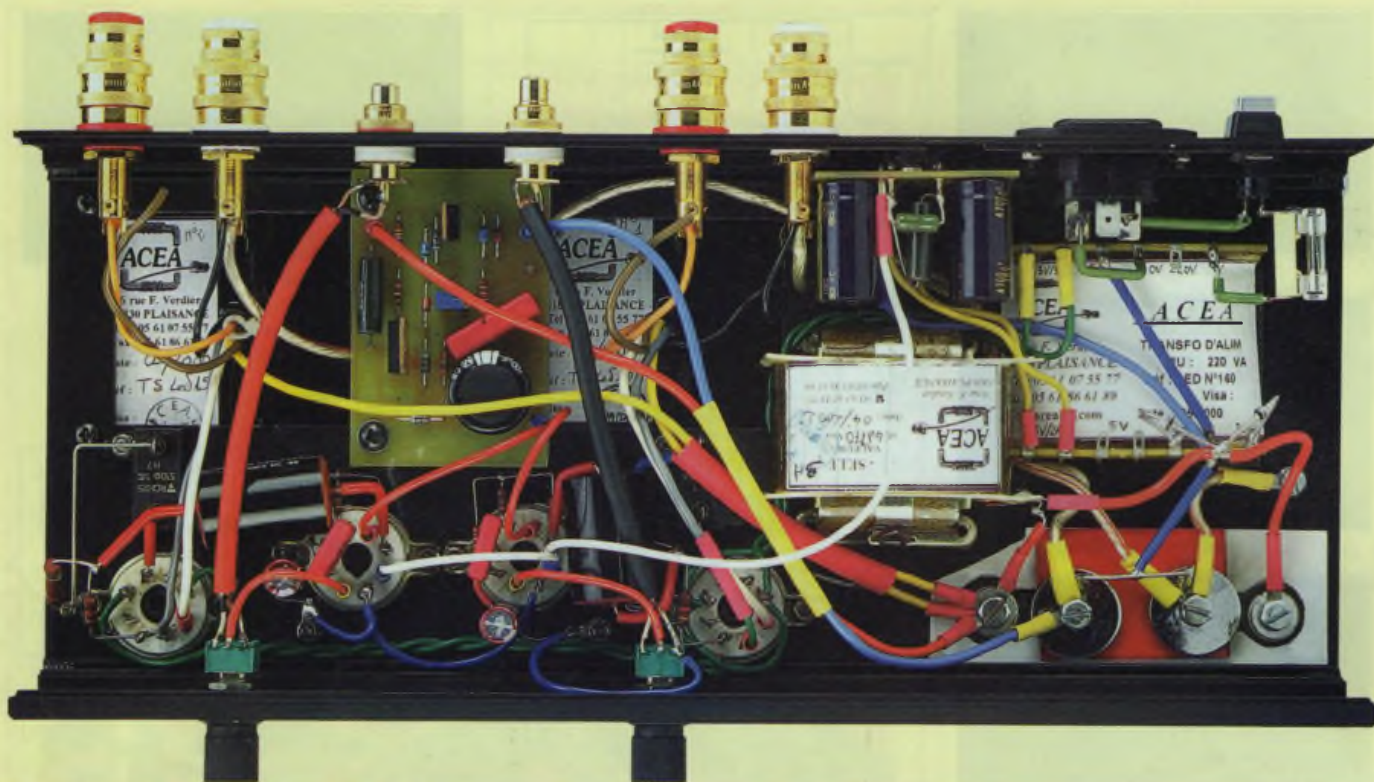
Puissance efficace : 10,5 W
Sensibilité d'entrée : 2,8 V
Puissance impulsionnelle : 10,5 W
(Gain de 0 W ou 0 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 98 dB
Pondéré : 107 dB

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	8 W (- 1 dB)	5 W (- 3 dB)	2,5 W (- 6 dB)
100 Hz	1,8 %	1,4 %	1,2 %
1 kHz	2,1 %	1,9 %	1,3 %
10 kHz	1,9 %	1,6 %	1,2 %

6SN7GT / KT88E.H : UN DUO QUI FAIT MERVEILLE



ABONNEZ-VOUS À

Led

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

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

AUTRES* : **27 €**

* Ecrire en CAPITALES, S.V.P.

NOM :

PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL : VILLE :

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

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

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

A retourner accompagné de votre règlement à :

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

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

PUSH-PULL 845

Led N° 172 - 173



- kit comprenant : pour 1 bloc**
- 1 transfo d'alimentation en cuve 198,20 €
 - 1 transfo de sortie en cuve 259,20 €
 - 2 tubes 845 appariés 152,40 €
 - 2 tubes ECL86 35,00 €
 - 2 supports dorés 42,60 €
 - 2 supports NOVAL pour C.I. 6,70 €
 - 1 self de filtrage en cuve 71,65 €
 - 1 transfo d'alim. 2x12 V en cuve 85,00 €
 - 2 condensateurs 470 µF / 500 V 60,00 €

Frais de port 25,91 €
Total : 936,66 €
 Cadeau sur kit - 56,66 €

Total TTC pour 1 bloc 880 €
Total TTC pour 2 blocs 1 720 €
 (880 x 2 = 1 760 - remise 40 €)
 - option sur kit (vendu exclusivement avec kit)
 1 boîtier 226 117 (idem au montage Led) 110,50 €

PROMOS

valables pour toute commande reçue avant le 15/11/2002

PRÉAMPLIS

Led N°s 168 - 169



DERNIÈRE PROMO

- kit comprenant :**
- 2 transformateurs 38,26 €
 - 1 lampe ECC81 13,70 €
 - 2 lampes ECC83 24,40 €
 - 3 supports NOVAL CI 9,20 €

Frais de port 16,77 €
Total : 102,33 €
 Cadeau sur kit - 13,33 €

Total TTC 89 €

SINGLE 6550

Led N° 173



- kit comprenant :**
- 1 transfo d'alimentation Led 171 88,40 €
 - 1 capot nickelé 18,30 €
 - 2 transfos de sortie - 3,5 kΩ en cuve, circuit C 283,60 €
 - 1 self circuit C 3H 44,20 €
 - 4 supports OCTAL châssis 18,40 €
 - 2 tubes 6SN7 43,60 €
 - 2 tubes 6550 (E.H.) 93,40 €
 - 2 condensateurs 470 µF/500 V 60,00 €

Frais de port 25,91 €
Total : 675,81 €
 Cadeau sur kit - 45,81 €

Total TTC 630 €

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

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	97,60 €
138	5 000 Ω	4/8/16 Ω		1,2 kg	50,30 €
140-170	1 250 Ω	4/8 Ω	Single 20 W	2,8 kg	90,00 €
143	2 000 Ω	4/8 Ω	60 W	4,0 kg	103,60 €
146	625 Ω	4/8 Ω	Single 40 W	4,8 kg	103,60 €
146-150	6 600 Ω	4/8 Ω		2,9 kg	103,60 €
146-150-152 et 165		self 10H, tôle	50 W		53,40 €
151	9 000 Ω	4/8 Ω			83,80 €
152	2,3/2,8/3,5 kΩ	4/8/16 Ω	30 W circuit C en cuve		213,40 €
155	8 000 Ω	4/8/16 Ω	20 W		94,50 €
157-160-169	3 800 Ω	4/8/16 Ω	50 W		103,60 €
159-160-171	3 500 Ω	4/8 Ω	15 W circuit C en Cuve		141,80 €
161-162	Circuit C. Modèle en Cuve pour Single tube 845 (impéd. 4/8 Ω)				259,20 €
167	2 000 Ω	4/8 Ω			103,60 €

LAMPES			
ECC83	Prix Unit : 12,20 €	ECC82	Prix Unit : 9,10 €
EF 86	Prix Unit : 22,90 €	ECC81	Prix Unit : 13,70 €
ECL86	Prix Unit : 17,50 €	ECF82	Prix Unit : 10,70 €
G232	Prix Unit : 15,20 €	EZ80	Prix Unit : 8,00 €
EZ81	Prix Unit : 16,60 €	6SN7GT	Prix Unit : 21,80 €

LAMPES PRIX À L'UNITÉ					
EL34 Tesla	Prix : 24,20 €	EL84	Prix : 8,40 €	6L6 E.H.	Prix : 22,00 €
KT88 Tesla	Prix : 45,00 €	7189	Prix : 22,80 €	6550 E.H.	Prix : 46,70 €
300B	Prix : 122,00 €	KT90	Prix : 54,80 €	6V6 E.H.	Prix : 18,00 €
6L6	Prix : 18,30 €	6V6 GT	Prix : 18,00 €	300B E.H.	Prix : 200,00 €
845 Chine	Prix : 76,20 €				

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

TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION			
LED N°	Secondaires	Poids	Prix TTC
136-140	2x225 V-2x6,3 V	4,0 kg	79,30 €
138	2x300 V-2x6,3 V	2,8 kg	64,00 €
142	2x300 V, 2x6,3 V tôle (PR001)	1,2 kg	57,20 €
143-145	2x230/240 V-12 V	4,6 kg	90,70 €
146-150	2x380-2x6,3 V-5 V	6,0 kg	90,70 €
147-148	PRÉAMPLI TUBES circuits «C»	1,0 kg	74,70 €
149-158	ALIM. H.T. / Préampli tubes 2x300 V + 6,3 V	1,0 kg	77,80 €
152	Prim 230 V - Écran - Sec. 2x300 V-2x6,3 V	6 kg	97,60 €
154-159-160	Prim 230 V - Écran - 2x360 V-5 V-6,3 V		88,40 €
155	Prim 230 V - Écran - 2x230 V ou 2x330 V+12 V		79,30 €
157-160	Prim 230 V - Écran - 380 V+6,3 V+4x3,15 V		90,00 €
161-162-163	Prim 220 V / 230 V - Écran - 2x330 V-12 V-6,3 V en cuve		198,20 €
	Prim 230 V - Sec. 2x12 V - Écran : 53,36 € avec capot et 77,75 € en boîte		
163	Prim 230 V - Sec. 2x240 V + 12 V - Écran (Filtre Actif)		53,40 €
166	Prim 230 V - Écran - Sec. 2x230 V + 6,3 V + 6,3 V - 4,5 A		85,40 €
167-169	Prim 230 V - Écran - Sec. 400 V+6,3 V+4x3,15 V+7,5 V		103,70 €
171	Prim 230 V - Écran - 2x360 V-6,3 V / 2 A + 6,3 V / 5 A		88,40 €

SUPPORTS			
Support NOVAL C.I.	Prix Unit : 3,35 €	NOVAL Châssis	Prix Unit : 4,60 €
Support 4 cosses «300B»	Prix Unit : 9,90 €	OCTAL Châssis	Prix Unit : 4,60 €
Support Jumbo (845) doré	Prix Unit : 21,30 €	OCTAL C.I.	Prix Unit : 4,60 €
Capot nickelé	Prix Unit : 18,30 €	Bride condo ø50	Prix Unit : 1,50 €

CONDENSATEURS			
1 500 µF / 350 V	Prix Unit : 27,40 €	150 000 µF / 16 V	Prix Unit : 33,50 €
2 200 µF / 450 V	Prix Unit : 53,40 €	470 µF / 500 V	Prix Unit : 30,00 €

CONDITIONS de VENTE : France métropole Règlement par chèque joint à la commande.
PORT : 12,20 € le premier transfo, 4,57 € en plus par transfo supplémentaire.



✉ 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



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

**Réparation Haut Parleur
et vente de pièces détachées d'origines :**

TAD - RADIAN - JBL - FOSTEX - SELENIUM -
B&C - SOLTON - ALTEC - TRIANGLE - FOCAL
L'ensemble de ces produits est disponible en neuf
ainsi que leurs accessoires et leurs complémentaires,
permettant d'élaborer des systèmes audio



COMPRESSION HAUT DE GAMME



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

450 PB : 1" - 25 W RMS : 50 W Programme. 105 dB 1W/1m: 800 Hz à 20 kHz	200 € ttc
465 PB : 1" - 30 W RMS : 60 W Programme. 108 dB 1W/1m: 800 Hz à 20 kHz	267 € ttc
475 PB : 1" - 30 W RMS : 60 W Programme. 109 dB 1W/1m: 800 Hz à 21 kHz	312 € ttc
636 PB : 1"4 - 50 W RMS : 100 W Programme. 110 dB 1W/1m: 500 Hz à 20 kHz	335 € ttc
745 PB : 1"4 - 60 W RMS : 120 W Programme. 111 dB 1W/1m: 500 Hz à 20 kHz	442 € ttc
835 PB : 1"4 - 75 W RMS : 150 W Programme. 113 dB 1W/1m: 500 Hz à 20 kHz	602 € ttc
651 PB : 2" - 50 W RMS : 100 W Programme. 110 dB 1W/1m: 500 Hz à 20 kHz	335 € ttc
760 PB : 2" - 60 W RMS : 120 W Programme. 111 dB 1W/1m: 500 Hz à 20 kHz	442 € ttc
850 PB : 2" - 75 W RMS : 150 W Programme. 113 dB 1W/1m: 500 Hz à 20 kHz	602 € ttc
Nouveau modèle - 2 pouces Neodin, bobine 4 pouces. 950 PB-16 : 100 W Programme 111 dB : 500 Hz à 20 kHz	1036 € ttc



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

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



HAUT PARLEUR RADIAN.

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



Pavillon bois massif II



2208B



950PB



2216

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



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

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

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



Coaxiaux

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

Station technique : Electro Voice - RADIAN - JBL - Reconditionnement et optimisation de tous systèmes.
Distributeur officiel : DYNACORD - Haut Parleurs Electro Voice - Composants et enceintes RADIAN.