

Led

INTERFACE 12 BITS POUR CAMÉRA KITTY

PROGRAMMATION DE LA CARTE

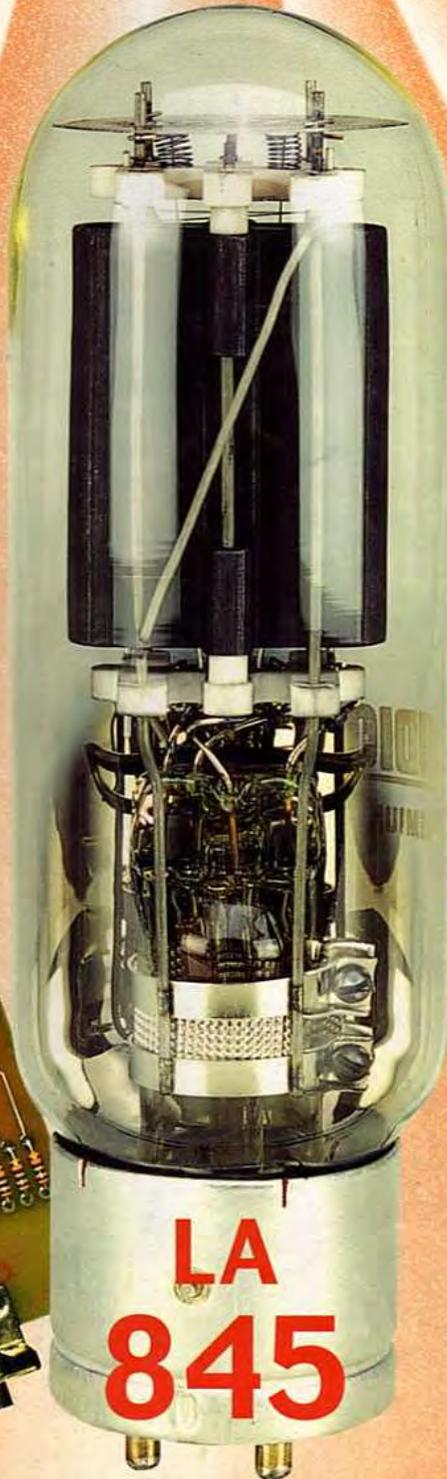
LA COAXIALE : MINI ENCEINTE DE 5 L AVEC

HAUT-PARLEUR SP1460 DE PHL AUDIO

AMPLIFICATEUR SINGLE END DE 2 x 18 Weff

AVEC L'EXCEPTIONNELLE TRIODE 845

**CAMÉRA KITTY
INTERFACE 12 BITS
SA PROGRAMMATION**



**MINI ENCEINTE
POUR
ÉCOUTE MAXI**



LA COAXIALE

M 1226 - 161 - 28,00 F - RD



elc

pour 1 550 FF 236,30 euro AL 991S
pour 3 600 FF 548,82 euro AL 936
les Alimentations ELC
vous changent la vie

en simultanément
3 voies disponibles

mémorise
les réglages

affiche la tension
détecte les défauts

se connecte
avec l'informatique
RS 232

4 en 1

affiche simultanément
toutes les voies

sélectionne
configure automatiquement

réglage lcc
sans déconnecter

connecte
déconnecte

sécurité
la garantie
supplémentaire

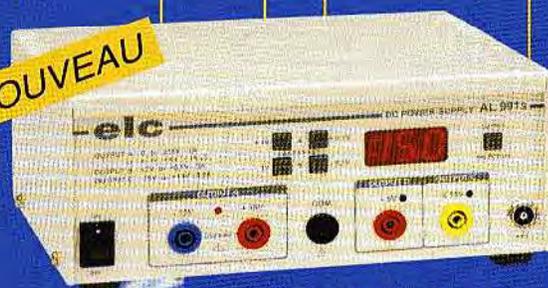
7 en 1

1 voie fixe
5V / 2,5A

+1 voie réglable
1 à 15V / 1A

ajoutez la facilité,
la sécurité y est,

ultra-automatisé !



alimentation AL 991S

logiciel fourni - interface RS 232

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



alimentation AL 936

la référence professionnelle

Sorties principales
2 x 0 à 30V / 2 x 0 à 2,5A
ou 1 x ± 0 à 30V / 0 à 2,5A
ou 1 x 0 à 30V / 0 à 5A
ou 1 x 0 à 60V / 0 à 2,5A

séparé
tracking
parallèle
série

Sortie auxiliaire
1 x 5V / 2,5A
ou 1 x 1 à 15V / 1A

automatisez automatisez auto

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

elc 59, Avenue des Romains - 74000 ANNECY ☎ 33(0)4 50 57 30 46 - FAX 33(0)4.50.57.45.19

Led

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

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

LED

Bimestriel : 28 F
Commission paritaire : 64949
Tous droits de reproduction réservés
textes et photos pour tous pays,
LED est une marque déposée
ISSN 0753-7409

Services :**Rédaction - Abonnements :****01 44 65 88 14**

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

Ont collaboré à ce numéro :

Bernard Dalstein
Bernard Duval
Gabriel Kossmann

Abonnements :

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

Publicité :

Henri Mézerette, poste 7060

Réalisation :

- PV Editions
Frédy Vainqueur

Secrétaire de rédaction :

Fernanda Martins

Photos :

Antonio Delfin

Impression :

Berger Levraut - Toul

6

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : PROGRAMMATION DE LA CARTE 12 BITS (9^{ème} PARTIE)

La caméra Kitty ne peut prendre vie qu'associée à un logiciel spécifique. Rappelons que l'auteur propose un programme d'acquisition destiné aux cartes 8 et 12 bits, qui est disponible en téléchargement sur son site Web : il est donc prudent de s'y connecter de temps en temps afin d'accéder aux mises à jour du logiciel.

48**PETITES ANNONCES GRATUITES****49****SERVICES CIRCUITS IMPRIMÉS
ET ABONNEMENTS****24**

LA «COAXIALE» : MINI ENCEINTE DE 5 LITRES

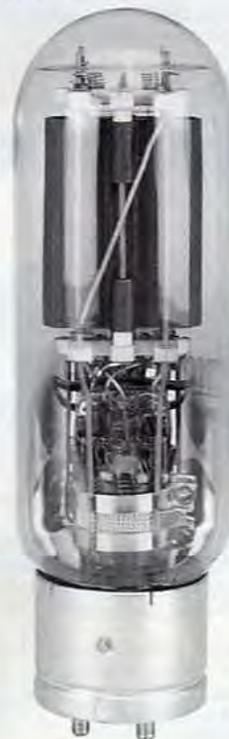
Nous vous proposons une minuscule enceinte de moins de 5 litres qui, compte tenu de sa taille et de ses performances, devrait aisément trouver sa place dans votre intérieur. Elle utilise un haut-parleur coaxial de PHL Audio, le SP1460 qui réunit un haut-parleur de 17 cm et un étonnant petit tweeter à dôme, conçu spécialement pour cette application. Le tweeter est placé au centre, à la place du cache noyau.

40

LA TRIODE 845 : AMPLIFICATEUR DE 2 x 18 Weff EN SINGLE END SANS CONTRE-RÉACTION (1^{ère} PARTIE)

Si vous aimez la 300B, la 845 ne pourra pas vous laisser indifférents.

Cette triode est magique. Si elle ne se laisse pas facilement apprivoiser, une fois domptée, elle vous restitue une musicalité envoûtante avec une présence de la scène sonore surprenante de réalisme. Les enceintes acoustiques disparaissent de la pièce pour laisser le mélomane devant une scène, en écoute directe. Pouvant fournir jusqu'à 30 Weff en «Single End», elle peut piloter des enceintes à rendement moyen.

**SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS**

Il permet aux lecteurs d'obtenir des circuits imprimés en verre époxy, avec cuivre étamé, en versions percées ou non percées (une remise de 25 % est consentie aux abonnés). Les gravures se faisant à réception de commande, les circuits imprimés des précédents numéros sont donc toujours disponibles.

DROITS D'AUTEUR

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

BON DE COMMANDE

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

N° 133

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

N° 136

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 30 F) :
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (1^{ère} partie)

N° 137

Photocopies de l'article (Prix de l'article : 30 F) :
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (2^{ème} partie)

N° 138

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

N° 140

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

N° 143

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

N° 144

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

N° 145

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

N° 146

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

N° 147

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

N° 148

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

N° 149

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

N° 151

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

N° 152

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

N° 153

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

N° 154

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

N° 155

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

N° 156

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

N° 157

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

N° 158

- Commande d'un moteur Pas à Pas bipolaire avec le kit de développement 68HC11
- Préamplificateur bas niveaux à tubes ECC83/ECC81 pour platines vinyls ou microphones
- Enceinte deux voies Euridia 2000
- Générateur vobulé 1 Hz - 1,5 MHz avec marqueur (3^{ème} partie)

N° 159

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

N° 160

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

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

de F par CCP par chèque bancaire
par mandat

30 F le numéro (frais de port compris)

NOM : PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL : VILLE :

Quelques numéros encore disponibles (prix 30 F) :

122, 123, 125, 132, 135, 141, 142, 150

Je désire :

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

Photocopies d'article :

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

ST QUENTIN RADIO

Prix Toutes Taxes Comprises 20,6%

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

Prix donnés à titre indicatif

TRANSISTORS ET CIRCUITS INTÉGRÉS

AD 818AN ... 28F	MPSA 06 ... 2F
AD 826AN ... 48F	MPSA 56 ... 2F
IRF 150 ... 49F	MPSA 42 ... 2F
IRF 530 ... 12F	MPSA 92 ... 2F
IRF 540 ... 15F	NE 5532AN 10F
IRF 840 ... 18F	NE 5534AN ... 7F
IRF 9530 ... 15F	OP 22HP ... 45F
IRF 9540 ... 15F	OP 27C ... 21F
IRFP 150 ... 44F	OP 776P ... 19F
IRFP 240 ... 32F	OPA 604 ... 22F
IRFP 350 ... 38F	OPA 627 ... 149F
LF 356N ... 8F	OPA 2604 ... 30F
LM 317T ... 5F	OPA 2658P ... 55F
LM 317K ... 20F	SSM 2017 ... 30F
LM 317HKV ... 63F	SSM 2018 ... 44F
LM 337T ... 8F	SSM 2110 ... 67F
LM 344H ...	SSM 2120 ... 73F
HA2.2845-5 ... 60F	SSM 2131 ... 30F
LM 395T ... 27F	SSM 2139 ... 45F
LM 675T ... 46F	SSM 2141 ... 30F
LT 1028 ... 60F	SSM 2142 ... 39F
LT 1038CK135F	SSM 2210 ... 35F
LT1070HVC778F	SSM 2220 ... 40F
LM 3886 ... 61F	SSM 2402 ... 57F
MAT 02FH ... 89F	SSM 2404 ... 49F
MAT 03FH ... 89F	TDA 2050 ... 30F
MAX 038 ... 156F	TDA 7294 ... 53F
MJ 15001 ... 21F	445.20F les 10
MJ 15002 ... 23F	2N 3055 ... 11F
MJ 15003 ... 22F	2N 3440 ... 7F
MJ 15004 ... 23F	2N 3904 ... 2F
MJ 15024 ... 33F	2N 3906 ... 2F
MJ 15025 ... 33F	2N 5401 ... 3F
MJE 340 ... 5F	2N 5416 ... 8,50F
MJE 350 ... 5F	2N 5551 ... 3F

Potent. Prof. ALPS

AUDIO PROFESSIONNEL, double
Logarithmique
2x10K, 2x20K, 2x50K, 2x100K.
75F TTC pièce



Potent. SFERNICE PE 30

Piste Cermet, dissip. max 3W/70°C, axe métal 40mm, cosses à souder. **MONO LINÉAIRE**
470 ohms, 1K, 2K, 4K, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K 89F



Potent. SFERNICE P11

Piste CERMET 1 Watt/70°C, axe long métal 50mm, pour Circuit Impr. **MONO LINÉAIRE** : 470 ohms, 1K, 2K, 4K, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ... 38F
MONO LOG. : 470 ohms, 1K, 2K, 4K, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ... 40F
STEREO LINÉAIRE : 2x2K, 2x4K, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K, (2X1M-68F) ... 85F
STEREO LOG. : 2x2K, 2x4K, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K ... 89F



APPL. CAMERA CCD
EL 7242C 63F AD 823 ... 38F Capteur CCD
AD 822 ... 35F LM4040 ... 79F TC255 ... 440F

CÂBLE AUDIO PROFESSIONNEL

CÂBLE Haut-Parleur CULLMANN (Le mètre)

2x0,75mm², transparent, 1^{er} âme: fils de cuivre clairs, 2^e âme: fils de cuivre étamés, construction d'âme: 2x24x0,20Cu clair.
Diam: 5,0x2,5mm. Isolation PVC ... 8F
2x1,5mm², transparent, construction d'âme: 2x385x0,07 OF Cu clair. Diam: 8,0x2,5mm. Isolation PVC ... 16F
2x4,0mm², transparent, construction d'âme: 2x1041x0,07 OF Cu clair. Diam: 4,0x12,5mm. Isolation PVC ... 48F
2x2,5mm², transparent, construction d'âme: 2x1281x0,05 OF Cu argenté. Diam: 10,50x3,6mm. Isolation PVC ... 45F

CÂBLE MODULATION HAUT DE GAMME CULLMANN

Câble modulation type stéréo
2x0,57mm, avec marquage aubergine, construction d'âme: 2x73x0,10LC-0FC, isolation: PE+PC-OC,LC-0FC, diam ext: 2x5,0mm ... 28F

Câble modulation mono
0,62mm, violet, construction d'âme: 80x0,10LC-0FC, isolation: PE+feuille d'aluminium+LC-0FC+PVC, diam ext: 8,0mm ... 28F

Câble modulation mono
Audio SPEED Signal, blindé double isolation, 1X0,38" ... 30F

COFFRETS ALU. Série TM HIFI, noir

Profondeur = 150mm
55275 L:275, H:55mm ... 175F
55360 L:360, H:55mm ... 188F
80275 L:275, H:80mm ... 155F
80360 L:360, H:80mm ... 205F



COFFRETS GALAXY

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

Série GALAXY BASSE (haut 40mm)			
	Largeur	Prof.	
GX143	124mm	73mm	175F
GX147	124mm	170mm	210F
GX247	230mm	170mm	255F
GX243	230mm	230mm	265F

Série GALAXY BASSE (haut 80mm)			
	Largeur	Prof.	
GX187	124mm	170mm	255F
GX287	230mm	170mm	260F
GX283	230mm	230mm	280F

CONDENS. DÉMARRAGE MOTEUR

8µF/400V (35x60mm) (Diam x hauteur) ... 50F
10µF/400V (35x78mm) ... 55F
16µF/400V (35x98mm) ... 60F
20µF/400V (35x98mm) ... 70F
30µF/400V (40x98mm) ... 90F



GOTHAM (Suisse) (Le mètre)

GAC 1 : 1 cond. blindé ø 5,3mm, Rouge ou noir ... 13F
GAC 2 : 2 cond. blindés ø 5,4mm (noir, rouge, menthe, bleu) 14F
GAC 2 mini : 2 cond. blindés ø 2,2mm ... 5F
GAC 2 AES/EBU (pour son digital) ... 36F
GAC 3 : 3 cond. blindés ø 4,8mm ... 16F
GAC 4 : 4 cond. blindés ø 5,4mm ... 18F

MOGAMI (Japon) (Le mètre)

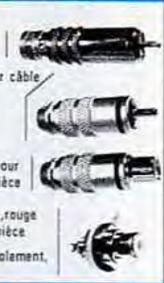
2534 : 4 cond. (sym.) blindés ø 6mm ... 20F
2792 : 2 cond. blindés ø 6mm (+ gaine carb.) ... 12F
2582 : 2 cond. blindés ø 6mm ... 12F

CÂBLE Néglex pour Haut-parleur MOGAMI (Le mètre)

2972 : 4 cond. de 2mm², ø 10mm ... 52F
2921 : 4 cond. de 2,5mm², ø 11,5mm ... 46F
3082 : 2 cond. de 2mm², ø 6,5mm (pour XLR) ... 23F

FICHES RCA PRO

Fiches RCA dorées mâle, à blocage sur femelle, pour câble de 8mm, rouge ou noir ... 35F la pièce
Mâle, téflon, doré, rouge ou noir, pour câble de 5,6mm max ... 25F la pièce
Idem ci-dessus, pour câble de 8mm max ... 28F la pièce
Femelle, téflon, doré, rouge ou noir, pour câble de 5,6mm max ... 28F la pièce
Chassis doré, avec bague d'isolation, rouge ou noir ... 23F la pièce
Chassis doré, téflon, avec bague d'isolation, rouge ou noir ... 32F la pièce



FICHES HAUT-PARLEURS DORÉES

Cosses à fourche
Pour fiche banane ou pour câble, rouge ou noir ... 26F la pièce

Fiches bananes ø 4mm
Pour fiche banane ou pour câble, rouge ou noir ... 30F la paire

Fiches Haut-parleur chassis dorées isolées
Pour fiche banane ou pour câble diam 5mm. A vis courte, en rouge ou noir ... 56F la paire
Idem ci-dessus mais vis longue ... 72F la paire



SOUDURE À L'ARGENT

100g - 10/10° - 96% étain, 4% argent ... 50F
250g - 8/10° - 60% étain, 38% plomb, 2% argent ... 85F
500g - 8/10° - 60% étain, 38% plomb, 2% argent ... 140F

LASER-POINTEUR

Pointeur laser 1mW, type port-clé. Livré avec 4 têtes amovibles, représentant des symboles divers. Alimentation par 3 piles boutons fournies. / 85F



CONDENS. STYROFLEX (AXIAL) 160V

10µF ... 7F	220µF ... 7F	1nF ... 7F	1nF ... 7F	10nF ... 10F
22µF ... 7F	330µF ... 7F	2,2nF ... 7F	2,2nF ... 7F	22nF/63V-14F
47µF ... 7F	470µF ... 7F	10nF ... 7F	3,3nF ... 8F	33nF/63V-16F
100µF ... 7F	680µF ... 7F	22nF ... 7F	4,7nF ... 8F	680µF ... 9F

STYROFLEX (AXIAL) 630V

330µF ... 9F	820µF ... 9F
470µF ... 9F	1nF ... 9F
680µF ... 9F	

CONDENSATEUR CLASSE X2

0,22µF-7F / 0,33µF-8F / 0,47µF-9F / 0,1µF-8F / 47nF-5F / 22nF-4F
Condens. MKT classe X2 (pour filtre antiparasites secteur), 250 AC, Radial.

CONDENSATEUR POLYPROPYLENE

1nF/1000V axial ... 10F00	47nF/630V axial ... 9F50	4,7µF/250V radial MKP MONA ... 22F
2,2nF/1000V axial 10F00	100nF/630V axial ... 8F	10µF/250V radial MKP MONA ... 48F
4,7nF/630V axial ... 4F50	220nF/630V axial ... 13F	10µF/400V axial MKP ARCTRONIC 135F
4,7nF/1000V axial 13F50	470nF/630V axial ... 23F50	
10nF/630V axial ... 5F	0,1µF/250V radial polyprop. WIMA ... 4F50	
22nF/630V axial ... 6F	0,22µF/250V radial polyprop. WIMA ... 6F00	
33nF/630V axial ... 7F	2,7µF/250V radial MKP MONA ... 18F	

CONDENSATEURS DIVERS

0,1µF/100V radial polycarbonate ... 10F	2,2µF/400V radial MKS WIMA ... 22F
0,47µF/400V radial MKS WIMA ... 10F	4,7µF/250V radial MKS WIMA ... 25F

VENTILATEUR 	12V	40x40mm - 10mm / 65F
		40x40mm - 20mm / 65F
		60x60mm - 10mm / 65F
		60x60mm - 25mm / 65F
		80x80mm - 25mm / 65F
		80x80mm - 25mm / 65F
		92x92mm - 25mm / 65F
		120x120mm - 25mm / 89F
		120x120mm - 38mm / 80F
		120x120mm - 38mm / 80F
	220V	80x80mm - 25mm / 119F
		80x80mm - 38mm / 125F
		92x92mm - 25mm / 125F
		120x120mm - 25mm / 109F
		120x120mm - 38mm / 109F

FICHES PROFESSIONNELLES XLR NEUTRIK

	Prolongateur Male		Prolongateur femelle		Chassis	
	droit	coudé	droit	Coudé	mâle	fem.
3 br	30F	49F	35F	55F	30F	35F
3br noir doré	40F	..	45F	..	45F	48F
4 br	35F	55F	45F	68F	45F	48F
5 br	51F	..	61F	..	45F	72F
6 br	70F	..	70F	..	68F	95F
7 br	80F	..	80F	..	105F	125F

XLR importation (très bonne facture)
3br mâle prolongateur ... 14F/1, 120F les 10
3br femelle prolong. ... 15F/1, 130F les 10



FICHES JACK NEUTRIK

Mono mâle droit 6,35mm ... 28F
Stéréo mâle droit 6,35mm ... 35F
Mono mâle coudé 6,35mm ... 30F
Stéréo mâle coudé 6,35mm ... 55F
Stéréo femelle prolongateur ... 55F



SPEAKON D'IMPORTATION

Fiche 4 cts pour sorties Haut-parleur
Fiche pro. ... 28F - Chassis. ... 18F

SPEAKON DE NEUTRIK

Fiche 4 cts pour sorties Haut-parleur
Fiche pro. ... 55F - Chassis. ... 28F



CINCH NEUTRIK

Doré, téflon, grâce à un système de ressort, lamasse est connecté en premier.
La paire ... 130F



EXPÉDITION COLISSIMO ENTREPRISE (*) UNIQUEMENT : mini 100F de matériel. Tarifs postaux Ile de France (75,77,78,91,92,93,94,95) : 0-250g = 20F, 250g-2Kg = 28F, 2Kg-5Kg = 48F, 5Kg-10Kg = 58F, 10Kg-15Kg = 88F, 15Kg-20Kg = 108F. Autre dép. France Métropole : 0-250g = 28F, 250g-2Kg = 38F, 2Kg-5Kg = 58F, 5Kg-10Kg = 72F, 10Kg-15Kg = 98F, 15Kg-20Kg = 128F. DOM-TOM et étranger nous consulter. Paiement : chèque, mandat, carte bleue. (*) comme un recommandé.

Horaires d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 19h. Le samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Fermé le samedi en juillet et août.

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : PROGRAMMATION DE LA CARTE 12 BITS



La caméra Kitty ne pourra prendre vie qu'associée à un logiciel spécifique. Rappelons que l'auteur propose un programme d'acquisition destiné aux cartes 8 et 12 bits, qui est disponible en téléchargement sur son site Web : il est donc prudent de s'y connecter de temps en temps afin d'accéder aux mises à jour du logiciel.

Précisons que ce programme assure toujours le pilotage des deux têtes de caméras prévues à l'origine, c'est à dire dotées du TC255P (320x240 pixels) ou du TC237 (650x490 pixels). A l'heure actuelle, ce logiciel est encore relativement limité en ce qui concerne le traitement d'images dans le domaine de l'astronomie. Cependant, il propose déjà quelques fonctions spécifiques comme le masque flou, et nous en ferons une rapide présentation dans ces lignes. Dans les mois qui suivent, le programme devrait s'étoffer avec notamment des fonctions de compositage des images. Enfin, pour permettre aux programmeurs chevronnés d'écrire leurs propres logiciels de pilotage, nous fournirons les protocoles de dialogue entre le

PC et le SX28 installé sur la carte 12 bits. Ecrites en Pascal (Turbo Pascal 7.0 / Delphi 3), elles pourraient facilement être transposées en Basic ou en C++.

LE PROGRAMME KOOL, V1.00

Lors de la description de la carte d'interface 8 bits, nous annonçons le programme «Kitty08», destiné à la gestion des caméras de la gamme Kitty (Kitty-255 / Kitty-237). Il se trouve qu'un virus récent nommé «Kitty.exe» se ballade actuellement sur le Web, et il ne faudrait pas le confondre avec notre logiciel. En conséquence, la nouvelle version du programme a été nommée «Kool». Il pilote les cartes d'interfaces 8 et 12 bits, et ne fonctionne qu'à partir de Windows 95 (de

Microsoft). L'illustration présentée en **figure 1** correspond à l'interface utilisateur du logiciel. On retrouve en haut une barre de menus et une barre d'outils, comme sur la plupart des programmes destinés à windows. En ce qui concerne la barre d'outils, composée d'icônes, elle est segmentée en groupes de commandes, avec dans l'ordre :

- * Charger, Sauver, Fermer (le fichier actif).
- * Un point rouge, qui permet de lancer une acquisition.
- * Des fonctions de correction et d'analyse (Fenêtrage, Echelle logarithmique, Histogramme).
- * Enfin, le dernier groupe concerne certaines commandes de visualisations (Inversion vidéo, Loupe, Zoom avant, Zoom arrière, Centroïde).

En bas de l'écran, une barre d'état permet à l'utilisateur d'obtenir des informations sur les opérations en cours ou les commandes sollicitées. On notera toutefois, à l'extrême droite, une fenêtre destinée au réglage des niveaux de l'affichage des images.

FORMAT DE SAUVEGARDE DES IMAGES

Signalons une nouveauté nécessitée par la venue de la carte d'interface 12 bits : le menu **Fichier** permet d'effectuer toutes les opérations de lecture ou de sauvegarde d'images dans le format «**FITS**». C'est un format standard utilisé par de nombreux logiciels scientifiques, qui permet de sauver des images jusqu'au format 16 bits. Bien sûr, le format **BMP** est maintenu, car c'est un format 8 ou 24 bits non compressé reconnu par tous les logiciels du traitement d'images.

DESCRIPTION DU TABLEAU DE BORD

Depuis la première version du logiciel, le tableau de bord a sensiblement évolué comme vous pourrez le constater sur la

INTERFACE 12 BITS

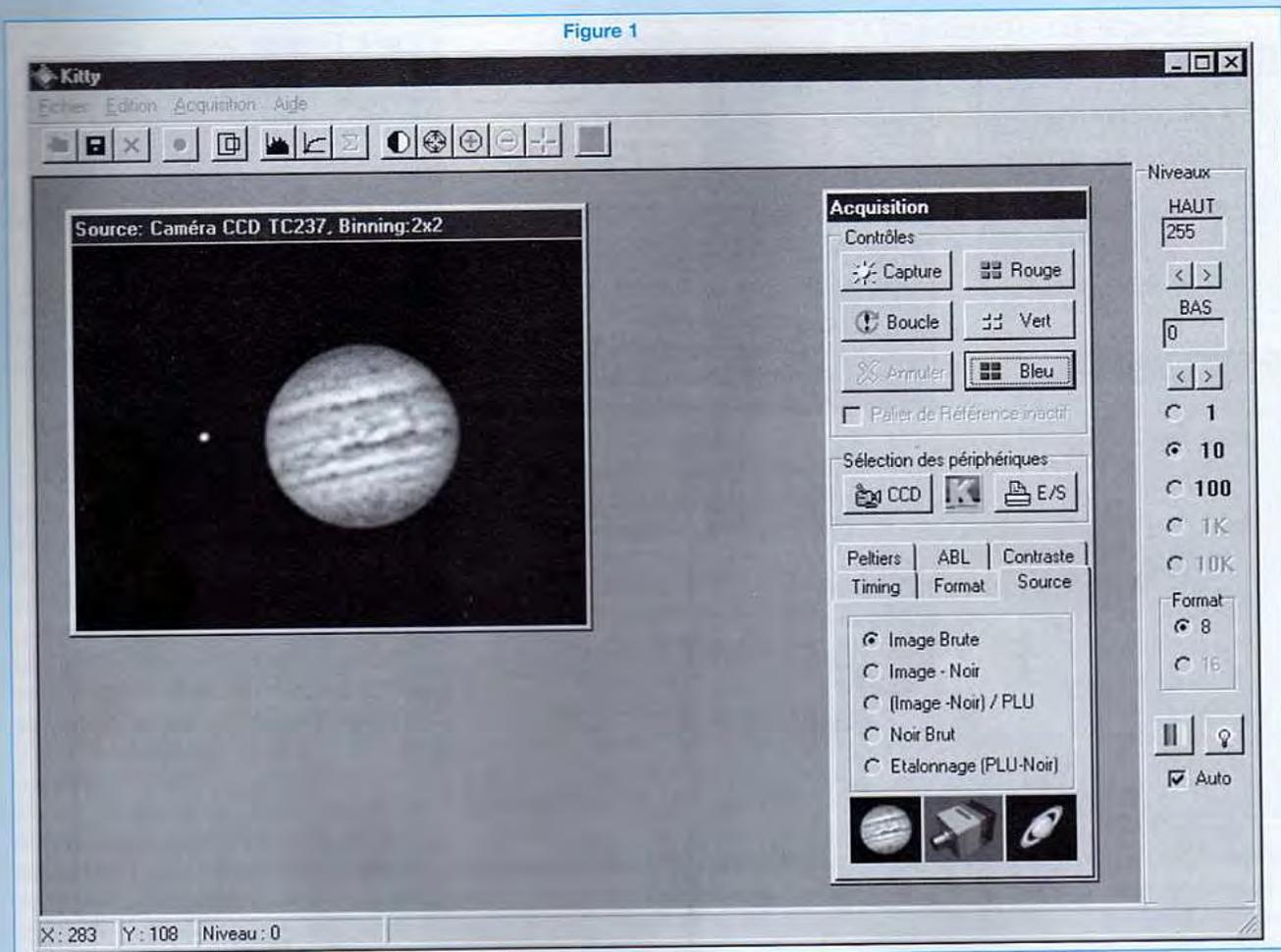


figure 1. Il permet d'accéder à de nombreuses fonctions directement liées à l'acquisition d'une image, et sa surface est divisée en trois zones. La fenêtre supérieure dénommée «contrôles» permet de déclencher une prise d'image par la caméra et de la transférer vers l'ordinateur, tandis que la fenêtre inférieure permet de sélectionner les paramètres de l'acquisition. Au centre, vous trouverez deux boutons. Celui de droite permet de paramétrer le port parallèle (**figure 2**), tandis que celui de gauche sert à indiquer au système le type de caméra qui est relié au PC (**figure 3**). Dans cette boîte de dialogues, deux informations sont à sélectionner : le capteur CCD et la carte d'interface. Rappelons que deux convertisseurs ont été prévus sur la carte

12 bits. Il ne faudra surtout pas oublier de préciser lequel est installé sur l'interface (AD7893-AN2 ou AD7893-AN5).

DESCRIPTION DES FONCTIONS D'ACQUISITION AVEC L'INTERFACE 12 BITS

Le bouton «**Capture**» déclenche une seule acquisition d'image. Pendant cette phase, les interruptions du PC ne sont pas inhibées puisque c'est le SX28 installé sur la carte d'interface qui gère le temps de pose et les horloges du capteur CCD. Il est donc possible d'interrompre une pose avec le bouton «**Annuler**».

Le bouton «**Boucle**» déclenche une série

d'acquisitions jusqu'à ce qu'on appuie sur le bouton «**Annuler**». C'est une fonction très pratique pendant les phases de recherche d'un objet et de mise au point (focalisation de la source).

Les boutons «**Rouge**», «**Vert**» et «**Bleu**» déclenchent une acquisition dans un buffer au format 24 bits. Chacun des plans R, V ou B de l'image est directement affiché à l'écran après l'acquisition. On voit alors se former une image en couleur au fur et à mesure des trois acquisitions nécessaires à la synthèse de l'image complète en couleurs. Cette procédure utilise le principe de la synthèse additive des couleurs. Elle implique de mettre en place avant l'acquisition le filtre approprié (Rouge, Vert puis Bleu) devant l'objectif ou devant la source de

Fig. 2



Fig. 3



Figure 4



Figure 4: Soustraction du Noir
 Image du haut: la nébuleuse d'Orion obtenue après une pose de plusieurs minutes.
 Image de gauche: pose dans l'obscurité avec un temps de pose de même durée.
 Image de droite: Image finale obtenue à partir de la soustraction des 2 images précédentes.

Figure 5

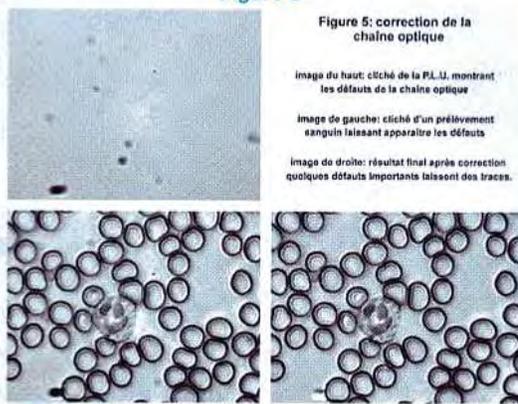


Figure 5: correction de la chaîne optique
 Image du haut: cliché de la P.L.U. montrant les défauts de la chaîne optique
 Image de gauche: cliché d'un prélèvement sanguin laissant apparaître les défauts
 Image de droite: résultat final après correction quelques défauts importants laissent des traces.

lumière qui éclaire l'objet. Cette technique n'est pas applicable à l'astronomie, le changement de filtres impliquant systématiquement un léger décalage entre les différentes composantes. Elle sera donc réservée à la microscopie.

PARAMÉTRAGE DES ACQUISITIONS

Le paramétrage des acquisitions fait appel à six fenêtres accessibles par des onglets. Chaque fenêtre regroupe un ensemble de fonctions spécifiques, classées par familles : Source, Timing, Format, Peltier, Contraste et Antiblooming (ABL).

L'ONGLET «SOURCES» (figure 1)

Il permet de différencier la nature de l'image qui sera transférée. En effet, un capteur CCD n'est pas parfait, et la quantité totale d'informations reçues

dans le buffer de l'ordinateur est issue de la contribution de plusieurs phénomènes. Ainsi, on constate que le niveau électrique délivré par un pixel est la somme de l'information photonique utile, du bruit thermique, de la tension d'offset et du bruit de lecture de la caméra.

* Le bruit thermique est proportionnel au temps de pose mais peut être réduit en refroidissant le capteur CCD.

* La tension d'offset correspond à une composante continue présente sur le signal vidéo et dont la valeur varie d'un capteur à l'autre. Elle n'est pas compensée par l'électronique de la carte d'interface 12 bits et fait perdre un peu de dynamique.

* Le bruit de lecture est le plus délicat à supprimer, en raison de son caractère aléatoire. La solution la plus efficace

pour l'éliminer consiste à effectuer la moyenne ou la médiane de plusieurs images. En effet, le bruit global sera divisé par la racine carrée du nombre d'images utilisées pour réaliser cette moyenne. Par exemple, si on fait la moyenne de 9 images, on divise approximativement le bruit de lecture par 3.

En ce qui concerne le bruit d'origine thermique délivré par la caméra, précisons qu'il est spécifique à chacun des pixels du capteur. Afin d'éliminer la contribution de ce bruit dans l'image utile, il convient de réaliser une première acquisition pendant laquelle le capteur CCD est dans l'obscurité. On veillera à se placer dans les mêmes conditions (temps de pose et température) que celles qui seront utilisées pour l'image finale. Pour obtenir cette image d'obscurité, il faut cocher l'option «Noir Brut» de l'onglet «Source», afin d'obtenir le transfert du résultat dans un buffer spécifique. Ensuite, il suffit de cocher l'option «Image-Noir» pour obtenir directement l'affichage de l'image prétraitée lors des acquisitions. Les illustrations de la figure 4 mettent en évidence le bruit thermique et sa correction. Le cliché du haut représente une image de la nébuleuse d'Orion, dont la faible luminosité requiert une pose de plus d'une minute. On remarque que l'image est bruitée et que le fond de ciel est assez lumineux (en fait, ce phénomène provient du niveau de bruit thermique qui est ici autour de 30%, mais pourrait aussi avoir pour origine la pollution lumineuse d'une ville). Si on effectue un cliché dans l'obscurité, on obtient l'image thermique représentée en bas à gauche. Le résultat final est plus engageant, comme on peut le constater sur le cliché de droite. L'option «Etalonnage» de l'onglet «Source» permet d'effectuer une compensation des défauts de la chaîne optique. En particulier, sur la matrice du capteur CCD, tous les photosites n'ont pas le même rendement quantique. Ce qui se traduit par des écarts de niveaux

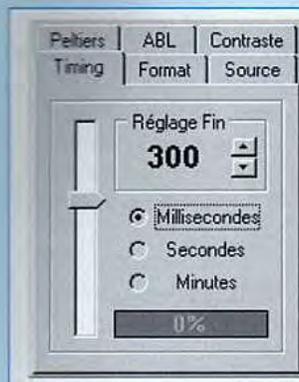


Figure 6



Figure 7

visibles sur l'image d'une source de lumière uniforme. La présence d'un défaut de fabrication sur les objectifs ou les oculaires pourrait produire le même phénomène. Enfin, vous aurez à combattre des ennemis encore plus redoutables : les poussières ou les traces d'un mauvais nettoyage sur les surfaces optiques. Vous trouverez une illustration de ces phénomènes sur le premier cliché de la **figure 5**. Il s'agit de l'image formée par un condenseur de microscope lorsque la lame est absente (une lame est un rectangle de verre de 25 x 75mm sur lequel est placé l'élément à observer). Ce type de cliché est nommé **P.L.U.** (plage de lumière uniforme, ou encore **Flat-Field** en anglais). On peut constater un défaut d'uniformité dans la source d'éclairage et surtout de nombreuses traces d'impuretés dans le champ. Si maintenant on place une lame sur la platine du microscope, on obtient le cliché situé en bas à gauche. Il s'agit ici d'un prélèvement sanguin mettant en évidence en majorité des globules rouges et un globule blanc central. L'information utile est sensiblement dégradée par les défauts de la chaîne optique. Après un traitement associant l'image thermique et l'image d'étalonnage, le résultat final indiqué sur le cliché de droite est déjà plus exploitable !. Cependant, on peut remarquer que les plus gros défauts n'ont pas pu être éliminés par cette procédure, qui ne représente pas une solution miracle : la chaîne optique doit donc être soigneusement nettoyée (ou présen-

vée des poussières) pour obtenir de bons résultats. L'opération réalisée par le programme, qui est indispensable pour obtenir des clichés exploitables scientifiquement, est de la forme suivante :

$$\text{Image traitée} = \frac{\text{Image brute} - \text{Image d'obscurité}}{\text{Image d'étalonnage} - \text{Image d'obscurité}}$$

L'image d'étalonnage (PLU) contient également un offset et une part de bruit thermique qui dépend du temps de pose. Pour obtenir une PLU utilisable dans la correction, il faut donc lui soustraire l'image d'obscurité. Afin de simplifier la procédure de traitement, cette opération est réalisée automatiquement par le logiciel. En d'autres termes, si vous cochez l'option «Etalonnage», vous obtiendrez après acquisition une image dépouillée de son offset et de son bruit thermique. Ceci implique évidemment **d'effectuer préalablement une image d'obscurité**, dont le temps de pose doit être identique à celui de la PLU. Il est conseillé d'effectuer la PLU à 60 % environ de la saturation, car les calculs sont optimisés pour cette valeur. Le contrôle du niveau d'acquisition en pourcentage est prévu dans l'onglet «Timing», que nous n'allons pas tarder à présenter. L'image de la PLU, comme l'image thermique, sont chacune stockées dans un buffer spécifique qui n'est pas modifié par l'utilisation des autres options d'acquisition. Il suffit donc de cocher l'option «Image Traitée» pour obtenir dans le buffer principal et à l'écran une image prête à archiver.

TRAITEMENT DIFFÉRÉ DES IMAGES

Toutes ces opérations de pré-traitement des images pourraient aussi être différées. Il suffit alors d'utiliser l'option «Image Brute» pour sauvegarder plusieurs images, quelles que soient leurs natures, sans les altérer. Cette procédure est à préférer lorsqu'il s'agit d'obtenir des images de haute qualité. On effectue alors l'acquisition d'une série d'images d'obscurité et d'étalonnage optique, pour en calculer la moyenne ultérieurement afin de réduire le bruit de lecture. Les traitements correctifs indiqués plus haut pourront ensuite être réalisés sur une sélection d'images brutes. Le programme d'acquisition fournira bientôt des fonctions permettant de réaliser ces pré-traitements sans quitter le logiciel.

L'ONGLET «TIMING» (figure 6)

Il est destiné au réglage du temps de pose. Un curseur permet de régler rapidement avec la souris la valeur souhaitée, qui est affichée dans une fenêtre numérique. Cette fenêtre est elle-même dotée de touches d'incrémement / décrémement afin d'obtenir un réglage fin du temps d'exposition. Le réglage du temps de pose est paramétrable en 3 gammes : millisecondes (1 à 9000), secondes (1 à 300) et minutes (1 à 30). Vous pouvez remarquer la présence d'une jauge qui indique, en pourcentage, le niveau de la dernière image transférée par rapport à la dynamique du convertisseur. Si vous êtes proche du minimum, le rapport signal/bruit est trop faible pour obtenir une image correcte, et il faut augmenter le temps de pose. Si vous approchez les 100 %, vous risquez des problèmes de blooming ou de saturation du convertisseur (100 % correspond à 255 pour l'AD7822, et 4095 pour l'AD7893).

L'ONGLET «FORMAT» (figure 7)

L'onglet Format propose deux options, le binning et le fenêtrage. Nous avons déjà présenté le binning lors de la présentation des capteurs CCD. Le binning

Figure 8

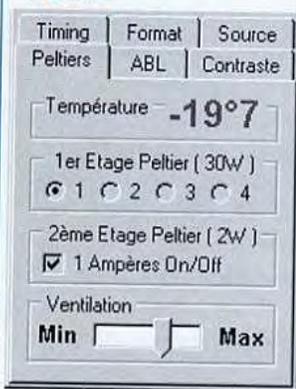


Figure 9



Figure 10



Traitement d'une image planétaire par Masque Flou

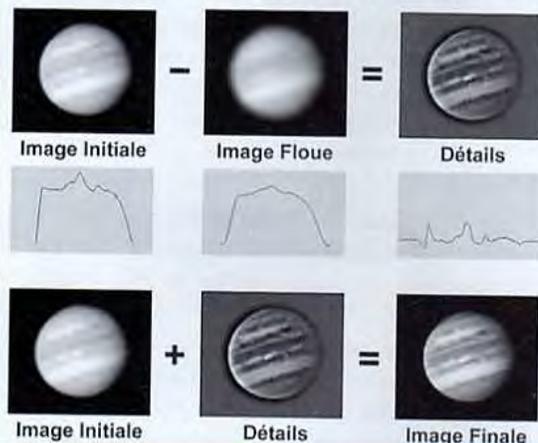
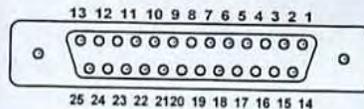


Figure 11

Figure 12



consiste à additionner le contenu de photosites voisins directement sur le capteur. Cette opération est obtenue en envoyant au capteur des signaux d'horloge selon un timing particulier.

L'intérêt du binning est multiple : le fait de réaliser un binning sur la matrice permet d'augmenter la dynamique du signal pour les faibles temps de pose ou les objets de faible luminosité (cas du ciel profond). Evidemment, les images obtenues seront plus petites (un binning 2x2 sur la capteur TC237 donnera une image de 325x245 pixels). Le binning permet également de diminuer le temps de transfert des images vers le PC pendant la phase de recherche d'un objet particulier, ou encore lors de la procédure de focalisation. Ainsi, le temps d'acquisition d'une image réalisée en binning 2x2 est sensiblement divisé par quatre. Sur le TC255P, le binning n'est possible que

verticalement, au niveau de la zone mémoire, tandis que le TC237 permet également le binning au niveau du registre horizontal.

Le fenêtrage consiste à sélectionner une zone particulière de la matrice, afin de ne transférer que la partie utile de l'image (par exemple une étoile pour affiner rapidement la focalisation, ou une planète qui n'occupe que 30 % du champ de la matrice). Il existe deux possibilités pour réaliser un fenêtrage :

1. Entrer les coordonnées (X1, X2, Y1, Y2) dans chacune des fenêtres d'édition prévues à cet effet permet de définir une zone avec précision, mais c'est assez fastidieux.
2. Cliquer sur l'icône de la souris, qui permet de sélectionner directement sur l'image la zone désirée avec la souris.

On peut ainsi limiter la taille des fichiers sur le disque, et surtout gagner du temps lors du transfert de l'image vers le PC. Dans une phase de focalisation sur une étoile, on peut ainsi obtenir plusieurs images par seconde à l'écran pour améliorer le confort de la mise au point.

L'ONGLET «PELTIER» (figure 8)

L'onglet Peltier est destiné essentiellement au contrôle du refroidissement, si toutefois ce dispositif a été installé sur la caméra. Il permet le pilotage du module Peltier de 30W, du module Peltier de 2W et du ventilateur. La commande du ventilateur est maintenant disponible en 3 vitesses. On peut considérer que le ventilateur devient indispensable dès que le module de 30W reçoit 1 ampère. C'est sur cet onglet que la température du CCD est visible. La valeur affichée sera erronée si vous n'avez pas indiqué préalablement au système le type de convertisseur installé sur la carte (AD7893-AN2 ou AD7893-AN5).

L'ONGLET «CONTRASTE» (figure 9)

Il est possible d'obtenir des images très contrastées en cochant la case «Affichage Contrasté». Dans ce cas, une correction d'offset et de gain est automatiquement appliquée après chaque transfert avant l'affichage et la sauvegarde de l'image. Cette fonction s'apparente au contrôle automatique de gain (CAG) des imageurs classiques. Les images sauvegardées au format BMP conservent la correction appliquée. Si elle n'est pas souhaitée sur le fichier final, il suffit de décocher cette case avant de procéder à la sauvegarde.

L'ONGLET «ANTI-BLOOMING» (figure 10)

Il permet tout simplement d'accéder au réglage de l'anti-blooming, qui est un dispositif limitant le débordement des photosites les uns sur les autres en cas de saturation du capteur CCD.

LES FONCTIONS DE TRAITEMENT D'IMAGES DU LOGICIEL «KOOL»

Nous vous invitons à vous reporter à la revue **Led n°155** pour obtenir des informations générales sur les filtres de convolution classiques (passe-bas, passe-haut, médian), car nous ne pouvons pas tout décrire dans ces lignes. Cependant, il nous paraît judicieux d'évoquer le compositage et de rappeler la technique du masque flou, qui sont spécifiques à l'astronomie et dont l'efficacité est assez spectaculaire.

LE COMPOSITAGE DES IMAGES

Le compositage consiste à additionner plusieurs images du même objet afin d'en augmenter le rapport signal/bruit. En effet, le bruit par définition à une incidence aléatoire sur chacune des images, tandis que la lumière de l'objet observé apporte sa contribution de façon régulière sur chacun des photosites. En conséquence, l'importance du bruit sur le cliché traité diminue au fur et à mesure que le nombre des images additionnées augmente. Evidemment, il est nécessaire de diviser le résultat par le nombre des images utilisées pour restituer à l'image sa luminosité d'origine. Signalons également que les images utilisées pour le compositage devront préalablement avoir été corrigées d'une pose d'obscurité. Finalement, le compositage permet de diviser le bruit global par la racine carrée du nombre d'images utilisées. C'est ainsi qu'à partir de 4 images, on réduit déjà le bruit d'un facteur 2.

LA TECHNIQUE DU MASQUE FLOU

C'est une technique assez spectaculaire pour amplifier les détails d'une image, mais qui s'applique principalement aux images planétaires. Nous l'avons illustrée sur la **figure 11** à partir d'un cliché de Jupiter. L'image située en haut à gauche est le cliché d'origine, dont les

détails sont noyés dans la luminosité planétaire. Les diagrammes placés sous les images représentent les niveaux d'intensité d'une coupe horizontale effectuée au centre de l'astre. Ils permettent de distinguer plus facilement les détails malgré leur faible amplitude. A partir de cette image, on réalise un «masque flou», c'est à dire une image dans laquelle tous les détails ont été supprimés par l'application d'un filtre passe-bas suffisamment efficace (une gaussienne). La deuxième coupe met en évidence le lissage de la coupe précédente. La troisième opération consiste à soustraire ce masque flou de l'image d'origine, afin d'en extraire uniquement les détails (image de droite). Cependant, cette image est bien trop contrastée, et parfois assez bruitée, pour être conservée ainsi. Pour terminer le traitement et donner à la planète un aspect plus naturel, l'image d'origine est additionnée à l'image des détails selon un dosage adéquat (mais le produit des deux images donne également, dans certains cas, des résultats intéressants au niveau du rendu artistique de l'image).

ROUTINES DE PILOTAGE DE L'INTERFACE 12 BITS

Cette section ne concerne surtout que les amateurs qui veulent concevoir leur propre logiciel d'acquisition, ou encore qui souhaitent intégrer la caméra Kitty dans leurs applications de traitements d'images. Dans un premier temps, nous allons présenter en détails l'organisation du port parallèle, ainsi que l'affectation des broches de ce port sur la carte 12 bits. Le câblage a sensiblement été modifié par rapport à celui de la carte 8 bits !. Nous passerons ensuite à la description du protocole de dialogue permettant des échanges de données fiables entre le PC et le SX28 sur une liaison maximale de **10 mètres**.

Rappelons que sur la carte 12 bits, le microprocesseur SX28 est indispensable : c'est lui qui prend à sa charge le pilotage de toutes les fonctions de la caméra !

DESCRIPTION DU PORT PARALLÈLE SPP

L'utilisation du port imprimante permet d'assurer la transmission de données dans les deux sens (entrée + sortie), sans nécessiter l'ouverture du capot de l'ordinateur, donc sans risques pour le PC. D'autre part, la caméra sera ainsi utilisable aussi bien sur un PC de bureau qu'un portable. Le terme **SPP** signifie «Standard Parallel Port», et correspond au mode de fonctionnement le plus ancien du port imprimante. Deux modes de communication plus récents ont été ajoutés sur les ordinateurs actuels : **EPP** et **ECP**. Ils permettent un taux de transfert plus élevé, mais fonctionnent suivant un protocole un peu particulier. L'interface de la Kitty utilise uniquement le mode **SPP**, qui est le plus universel.

L'illustration de la **figure 12** présente le connecteur du type «SUB 25D - Femelle» tel qu'il est visible à l'arrière du PC, et permet d'identifier les numéros de chaque broche. Le tableau de la **figure 13** indique la correspondance entre les broches de ce connecteur (broches CPU), leurs fonctions d'origine, et leurs affectations pour la caméra sur la **carte 12 bits**. Les fonctions assignées à chaque broche, clairement indiquées dans le tableau, laissent apparaître un bus de donnée de 8 bits (D0 à D7), ainsi qu'un certain nombre de lignes de contrôle ou d'état. On notera qu'il n'y a, en tout, que 5 broches disponibles en entrée !

LES REGISTRES INTERNES DU PORT SPP

Le document de la **figure 14** détaille les caractéristiques de ces trois registres, en précisant la correspondance entre les fonctions de la caméra et chacun des bits disponibles.

* Le registre de données, utilisable uniquement en sortie, utilise la totalité des 8

PROGRAMMATION DE LA CARTE 12 BITS

bits, tandis que les deux autres registres sont incomplets.

* Le seul registre utilisable en entrée est le registre d'état. Précisons que le bit de poids fort de ce registre (**D7**, soit la **broche 11** du connecteur) est complétement en interne. En d'autres termes, un niveau haut à l'entrée du connecteur sur la broche 11 se traduira par un niveau bas dans le bit D7 de ce registre.

* Les bits de contrôle **D0**, **D1** et **D3** du registre de contrôle sont également complétement dans le PC.

Les adresses de ces registres sont précisées en bas du document, en fonction du port qui est en service (normalement, LPT1= \$378, LPT2= \$278, LPT3= \$3BC).

ACCÈS PAR LOGICIEL AU PORT PARALLÈLE DU PC

La lecture ou l'écriture d'une donnée sur le port imprimante fonctionne comme l'accès à une adresse mémoire. Cependant, **Windows** a tendance à verrouiller l'accès aux connecteurs externes, et il va falloir ruser. Pour accéder physiquement au port parallèle à partir de Windows 95, il est nécessaire d'avoir recours à des routines en assembleur, placées dans des procédures indépendantes. Ainsi, pour écrire à l'adresse du bus de donnée principal, il faut appeler la routine indiquée en **figure 15a**. Si par exemple vous voulez envoyer le mot «\$2A» sur le bus de donnée principal, l'appel de cette procédure sera effectué en écrivant l'instruction :

Form1.PortOut(\$2A);

Form1 est le nom de la fiche créée par défaut au lancement de Delphi, mais il est souhaitable de la renommer en lui donnant un nom plus explicite. La syntaxe utilisée ici (le nom de la fiche suivi du nom de la procédure, le tout séparé par un point) est emprunté à la **programmation orientée Objet** de Delphi. Elle permet de signaler l'appartenance de la procédure **PortOut** à la fiche **Form1**.

Broches connecteur	Sens de transfert	Fonction caméra	Fonction sur le PC
1	→	Peltier 30W (A)	STROBE
2	→	D0	D0
3	→	D1	D1
4	→	D2	D2
5	→	D3	D3
6	→	RTCC	D4
7	→	Multiplexeur	D5
8	→	Vent1	D6
9	→	Vent2	D7
10	←	Din(3)	ACK
11	←	Empty Flag	Busy
12	←	Din(2)	PE
13	←	Din(1)	SLCT
14	→	Peltier 30W (B)	AutoFeed
15	←	Din(0)	ERROR
16	→	Temp / Vidéo	INIT
17	→	Peltier 2W	SLCT IN
18 - 25	→	GND	GND

Figure 13

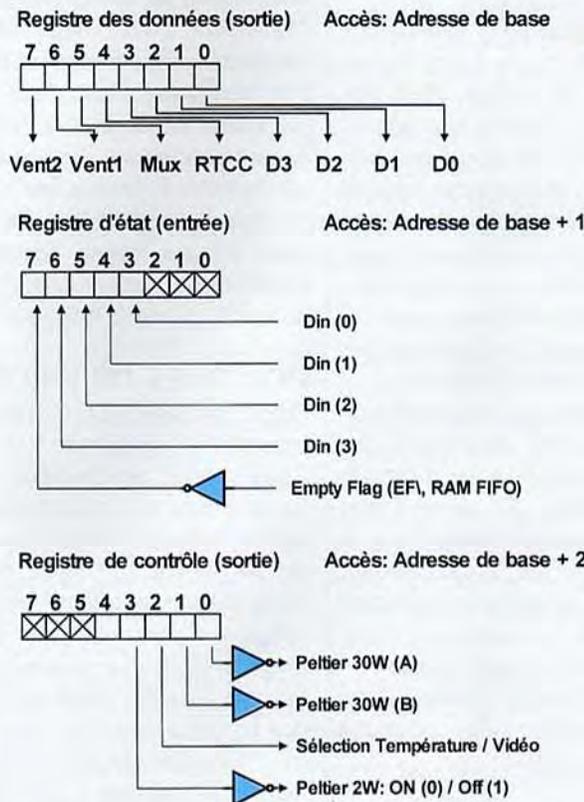


Figure 14

interface parallèle n°1: \$378 - \$37F	table des adresses :
interface parallèle n°2: \$278 - \$27F	0040 : 0008h -> lpt1
interface parallèle n°3: \$3BC - \$3BF	0040 : 000Ah -> lpt2

Ensuite, pour envoyer un mot vers le bus de contrôle du port parallèle, il faut utiliser la routine de la **figure 15b**. Si maintenant vous voulez envoyer le mot «\$FF»

sur le bus de contrôle, l'appel de cette procédure depuis le programme principal est effectué en écrivant l'instruction :

Form1.PortControl(\$FF);

Figure 15

Figure 15a:
écriture sur
le bus de donnée

```
procedure TForm1.PortOut(data_out:byte);
begin
  asm
    mov dx,$378
    mov al,data_out
    out dx,al
  end;
end;
```

Figure 15b:
écriture sur
le bus de contrôle

```
procedure TForm1.PortControl(data_out:byte);
begin
  asm
    mov dx,$37A
    mov al,data_out
    out dx,al
  end;
end;
```

Figure 15c:
lecture sur
le bus d'état

```
function TForm1.PortIn:byte;
var pix:byte;
begin
  asm
    mov dx,$379
    in al,dx
    mov pix,al
  end;
  PortIn:=pix;
end;
```

Pixel :=Form1.PortIn;

Finalement, il suffit ensuite d'une seule ligne de code pour faire appel à ces procédures, qui sont ainsi très simples à manipuler.

DESCRIPTION DU PROTOCOLE DE DIALOGUE SX28 ↔ PC

Le schéma fonctionnel de la figure 16 indique, sur la carte d'interface, les seuls éléments de liaisons nécessaires à la communication. La mémoire FIFO joue d'ailleurs un rôle important dans les échanges de données. Un multiplexeur permet au PC de recevoir des données soit du SX28 directement, soit en passant par la RAM FIFO. Afin d'économiser les bus du PC, du SX28 et d'optimiser la communication, les mots de données ont été standardisés à 4 bits. Les bus sont ainsi répartis comme suit :

BUS DE DONNÉE PRINCIPAL DU PC

* Le PC envoie au SX28 les mots de contrôle et les paramètres qui leur sont associés à partir des bits [PC3..PC0] du bus de donnée principal.

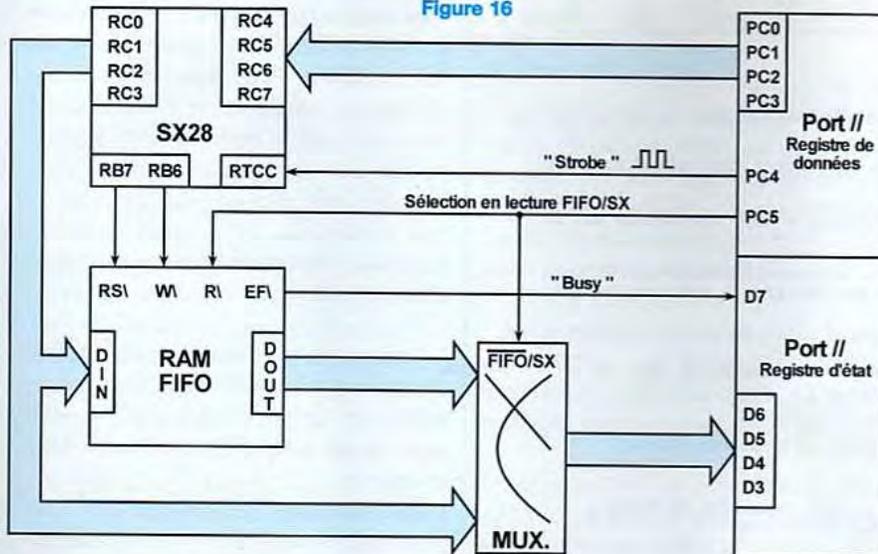
* Le bit PC4 du bus de donnée principal est utilisé comme **bit de contrôle** de la transmission (c'est l'équivalent du signal «Strobe» utilisé dans les communications parallèles). Ce bit permet d'indiquer au SX28 qu'une commande lui est envoyée.

* Le bit PC5 du bus de donnée principal permet de **sélectionner la source** des données que le PC va lire (Bus de sortie du SX28 ou bus de sortie de la RAM FIFO). Il assure également la validation de la mémoire en lecture.

BUS D'ÉTAT DU PC

* Les bits [D6..D3] constituent le **bus de donnée** de 4 bits utilisé en lecture. Ce bus permet soit de lire les données transmises à la RAM par le SX28 (données vidéo, température, décompte de

Figure 16



Enfin, pour recevoir un mot depuis le bus d'état du port parallèle, il faut utiliser la routine de la figure 15c. Nous utilisons ici une fonction, dont la particularité est

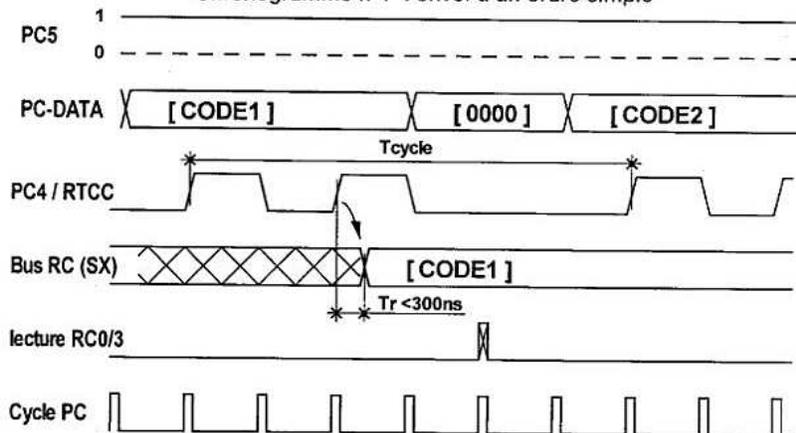
de renvoyer un résultat lors de son exécution. Il suffit d'affecter ce résultat à une variable, par exemple «Pixel» dans l'exemple qui suit :

PROGRAMMATION DE LA CARTE 12 BITS

Tableau 1 : Codes de commande de l'interface 12 bits (SX28 à 50MHz)

Commande	Catégorie	Fonctions remplies
0000	Ordre simple	Initialisation (RAZ FIFO, RC = 0, SX28 en attente)
0001	Contrôle du CCD	Nettoyage CCD + pose + transfert trame
0010	Contrôle du CCD	Transfert d'une ligne dans le registre horizontal
0011	Contrôle du CCD	Nettoyage du registre horizontal
0100	Contrôle du CCD	Transfert du registre horizontal vers la RAM FIFO
0101	Demande de données	Test du CAN / Lecture de la température
0110	Demande de données	Test de la RAM FIFO
0111	(Libre)	--
1000	Passage de paramètres	Nombre de pixels à supprimer en début de ligne
1001	Passage de paramètres	Nombre de pixels utiles sur chaque ligne
1010	(Libre)	--
1011	(Libre)	--
1100	(Libre)	--
1101	(Libre)	--
1110	Demande de données	Lecture de la version du logiciel
1111	Ordre simple	Annulation de la fonction en cours d'exécution

Chronogramme n°1 : envoi d'un ordre simple

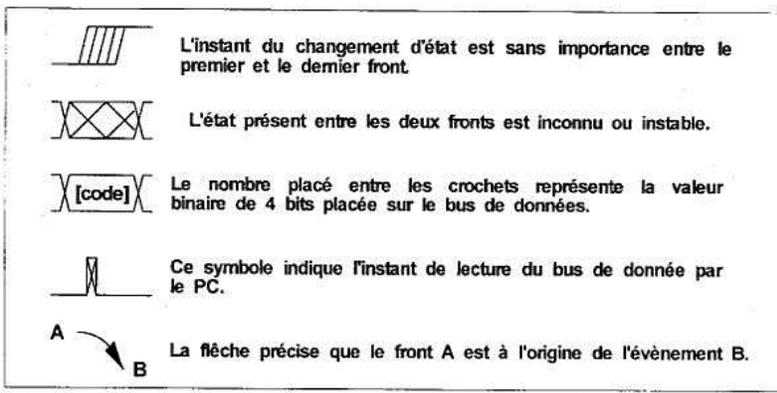


Définition des paramètres du chronogramme:

Tcycle: temps d'un cycle complet. Sa durée varie entre 8µs à 12µs suivant les ports parallèles.

Tr: délai de réaction maximal du SX28 pour retransmettre le code reçu sur son bus de données. Tr est inférieur à 250ns.

Remarque: si la carte 12 bits est partiellement ou totalement pilotée par un dispositif externe au port parallèle (un autre processeur, par exemple), il faut respecter une période de "cycle PC" minimale de 500ns.



pose, etc...), soit de lire directement le bus de sortie du SX28 dans le cas d'une communication sécurisée en mode «ECHO».

* Le bit **D7** représente la **ligne d'état** de la transmission entre le PC et le SX28 (c'est l'équivalent du signal «Busy» utilisé dans les communications parallèles). Il permet également au PC de réguler le flux de données pendant la saisie en rafales des données issues de la mémoire FIFO. Cette ligne est au niveau bas au repos (RAM vide !).

BUS DE DONNÉE DU SX28

Le bus de données **RC** est scindé en deux parties, tandis que les bits **RB6** et **RB7** sont utilisés pour le contrôle de la RAM FIFO :

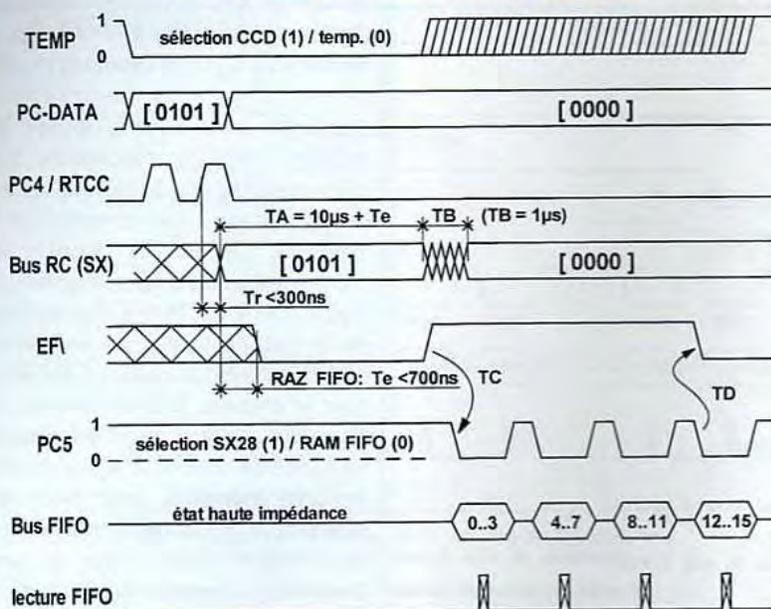
* les bits [RC7..RC4] sont configurés en entrée et utilisés conjointement avec l'entrée timer RTCC. Lorsqu'une double impulsion positive est détectée sur l'entrée RTCC, le microcontrôleur sait qu'il doit lire une commande sur ce bus.

* les bits [RC3..RC0] sont configurés en sortie et utilisés conjointement avec les sorties **RB6** et **RB7**. Avant d'écrire une donnée en mémoire, le SX28 exécute une RAZ sur la mémoire FIFO, puis envoie une impulsion d'écriture pour chacune des données placées sur le bus. Le drapeau «EF» passe au niveau haut dès l'écriture de la première donnée dans la RAM.

* Dans le cas d'une communication directe entre le SX28 et le PC, le microcontrôleur utilise les bits **RB7** et **RB6** pour piloter la ligne d'état «Busy» de la mémoire.

Remarque: que la mémoire FIFO est purement passive, bien qu'elle assure un rôle clef dans les dialogues. Le transfert de l'information d'état du SX28 par l'intermédiaire de la RAM permet d'utiliser l'unique bit d'entrée du PC (D7) pour ces deux boîtiers.

Chronogramme n°2 : lecture de la température



TA : durée de la conversion (6µs) + temps de lecture du convertisseur (4µs).
 TB : phase de transfert du résultat dans la mémoire FIFO.
 TC : front montant attendu par le PC pour débiter la lecture de la mémoire.
 TD : le front descendant de la dernière lecture entraîne automatiquement la réinitialisation du drapeau EFL.

DESCRIPTION DES COMMANDES DE L'INTERFACE 12 BITS

Avec des mots de 4 bits, on peut facilement transmettre au microcontrôleur jusqu'à 16 commandes principales.

Cependant, chaque commande est susceptible d'inclure des paramètres, ce qui oblige d'envoyer non pas des mots uniques mais plutôt des trames de commandes pour chaque fonction que le SX28 devra exécuter. La liste des commandes gérées actuellement par le SX28 est indiquée dans le **tableau 1**. On peut différencier plusieurs types de commandes :

* les ordres simples, qui se contentent d'un seul quartet.

* Les demandes de données spécifiques, qui se contentent d'un seul quartet également : le SX28 transfère les données demandées par le PC dans la RAM FIFO. Le PC les récupère ensuite à son rythme dans la mémoire séquentielle.

* les passages de paramètres à partir d'une trame : le SX28 se contente de stocker les paramètres indiqués dans sa mémoire interne, sans exécution.

* Les fonctions de contrôle du CCD à partir d'une trame : le SX28 exécute une fonction complexe sur le capteur CCD. Dans ce dernier type de commande qui met en question le contenu du capteur CCD, le PC envoie un paramètre de confirmation ou d'annulation de la commande en fin de trame (c'est le para-

mètre info, que nous développerons plus loin). Cette option est efficace dans le mode de dialogue «ECHO». En quoi consiste exactement ce mode de dialogue ? C'est simple : le SX28 place systématiquement toutes les données reçues sur son bus de données en moins de 300ns pour vérification. Ainsi, si le PC détecte que le code de commande ou les paramètres transmis dans la trame ne sont pas passés correctement, il peut demander l'annulation de la commande. Toutefois, afin de simplifier l'écriture du logiciel de pilotage, il n'est pas obligatoire de contrôler les codes qu'on envoie au SX28. Dans ce mode de communication simplifié, le PC doit systématiquement renvoyer au microcontrôleur, en fin d'une trame de contrôle du capteur CCD, un paramètre de confirmation .

DESCRIPTION DES ORDRES SIMPLES

Il y en a deux. Le premier code [0000] initialise la carte 12 bits. Le SX28 renvoie donc au PC la valeur [0000] sur son bus de donnée. Le second code de commande [1111] est envoyé au SX28 pour annuler une fonction en cours d'exécution. En fait, ce code est surtout destiné à permettre l'annulation d'une pose trop longue (précisons qu'on peut programmer jusqu'à 30mn de pose !). A l'utilisation, les possesseurs d'une Kitty comprendront vite l'intérêt inestimable de cette fonction.

Ces deux codes, envoyés successivement, peuvent être utilisés pour tester la communication entre le SX28 et le PC. Précisons que pour effectuer une lecture du bus de donnée [RC3..RC0], il faut penser à placer le bit PC5 du PC au niveau haut. Le **chronogramme n°1** présente en détails le timing d'un ordre simple. Pour chaque code ou paramètre placé sur le bus, le PC envoie deux impulsions positives. Dès réception du deuxième front montant sur RTCC, le SX28 renvoie ce code en moins de 250ns sur son bus, qui peut alors être contrôlé

Figure 17 Procédure TForm1.LectureLM35(Sender: TObject);
var Temp1, Temp2: Integer; BUSY: byte;

```

Begin
  // Envoi du code de commande //
  Port_out($25); // RTCC = 0, PC_DATA=$05
  Port_out($35); // RTCC = 1
  Port_out($25); // RTCC = 0
  Port_out($35); // RTCC = 1
  Port_out($20); // RTCC = 0, PC_DATA=$00

  // test du flag BUSY: EF=1 => Busy=0 ! //
  // RAM FIFO prête à lire si Busy = 0 ! //
  Repeat
    BUSY:=(port_in) and $80;
  Until BUSY=0;

  // Lecture RAM FIFO en 4 étapes //
  // le résultat est de 16 bits //
  Port_out($00);
  Temp1:=(port_in shr 3) and $000F;
  Port_out($20);
  Port_out($00);
  Temp1:= Temp1 or ((port_in shl 1) and $00F0);
  Port_out($20);
  Port_out($00);
  Temp1:= Temp1 or ((port_in shl 5) and $0F00);
  Port_out($20);
  Port_out($00);
  Temp1:= Temp1 or ((port_in shl 9) and $F000);
  Port_out($20);

  //transcodage, cas du AD7895-AN2 (0-2,5V) //
  If Camera.AD7893AN2.Checked=True then
  begin
    Temp2:=( Temp1 * 250 div 4096)-100;
    Temp1:=( Temp1 * 2500 div 4096)-1000-10*Temp2;
  end;

  // transcodage, cas du AD7895-AN5 (0-5V) //
  If Camera.AD7893AN5.Checked=True then
  begin
    Temp2:=( Temp1 * 500 div 4096)-100;
    Temp1:=( Temp1 * 5000 div 4096)-1000-10*Temp2;
  end;

  LabelTemp.Caption:=IntToStr(Temp2)+'°'+IntToStr(Temp1);
End;

```

par le PC. La nécessité d'une double impulsion provient de l'existence d'un prédiviseur placé sur l'entrée RTCC.

LA DEMANDE DE DONNÉES

Il suffit d'un seul mot de commande au PC pour faire exécuter au SX28 l'une des trois fonctions prévues dans cette catégorie : lecture de la température, remplissage de la RAM FIFO et lecture de la version du logiciel installé dans le microcontrôleur. L'envoi du code de commande suivi de la double impulsion de validation déclenche la remise à zéro de la RAM FIFO, puis le remplissage de la mémoire avec les informations demandées.

LECTURE DE LA TEMPÉRATURE

Cette commande pourra être utilisée pour tester la chaîne de conversion de la carte 12 bits. Le **chronogramme n°2** présente en détails le timing d'une demande de lecture de la température. On aura préalablement pris soin de sélectionner le LM35 en positionnant au niveau bas le bit D2 du bus de contrôle (adresse \$37A pour LPT1). Après avoir renvoyé le code de commande sur son bus, le SX28 déclenche alors une conversion puis place le résultat de 16 bits en quatre paquets dans la mémoire. Il faut moins de **12 µs** pour que la procédure soit terminée. Pour le programmeur, deux possibilités se présentent :

1. Attendre au moins **12 µs**, puis lire en aveugle le résultat dans la mémoire.
2. Tester le drapeau **EF**, et débiter la lecture lors du **front montant** de **EF**.

Dans les deux cas, la lecture de la mémoire FIFO est séquentielle. Il suffit d'envoyer des impulsions sur le bit PC5 pour obtenir l'incrémentement des adresses. Le bus de données de la mémoire étant actif au niveau bas, il faut positionner le bit PC5 à zéro au moment de la lecture du bus de données. Dès que la dernière donnée est placée sur le bus, le drapeau **EF** repasse au niveau bas pour indiquer que la mémoire est vide. Afin de donner un exemple concret de programmation, vous trouverez en **figure 17** la procédure d'acquisition de la température écrite dans le langage **Delphi3**. La gestion logicielle de cette fonction s'effectue en 4 temps :

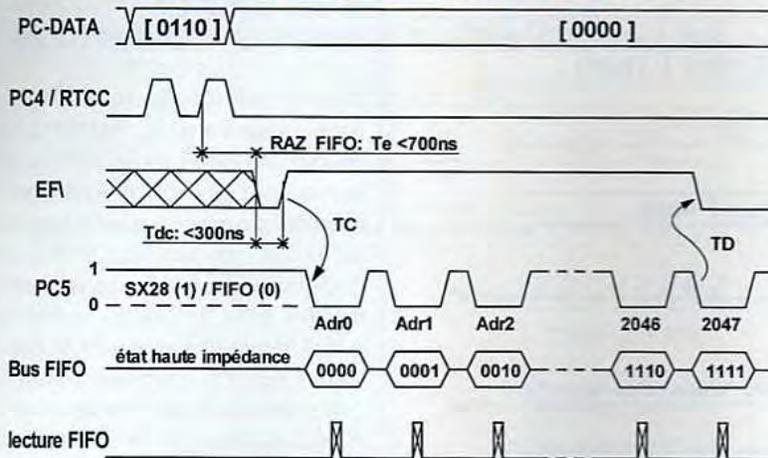
1. Envoi du code de commande \$5, [0101].
2. Test du drapeau **EF**, désigné dans le programme par la variable «**BUSY**».
3. Lecture du résultat de 16 bits.
4. transcodage du résultat et affichage à l'écran sous un Label (chaîne de caractères).

Nous vous renvoyons aux manuels de **Delphi** pour des informations complémentaires concernant la syntaxe ou le bon usage de la programmation orientée objets.

En ce qui concerne la lecture de la RAM FIFO, rappelons que seuls les bits **D3** à **D6** du registre d'état sont utilisés pour la lecture d'une donnée, puisque le bit **D7** est affecté au drapeau **EF**. Le listing de la **figure 17** développe chronologiquement la procédure d'acquisition d'une donnée de 16 bits, qui sera placée dans une variable du même format (sous Delphi, de type **Word** ou **ShortInt**) :

1. on effectue d'abord la lecture du quartet de poids faible [**D3..D0**]. Le contenu du registre d'état est donc décalé trois fois vers la droite (... **SHR3**), puis un

Chronogramme n°3 : test de la RAM FIFO



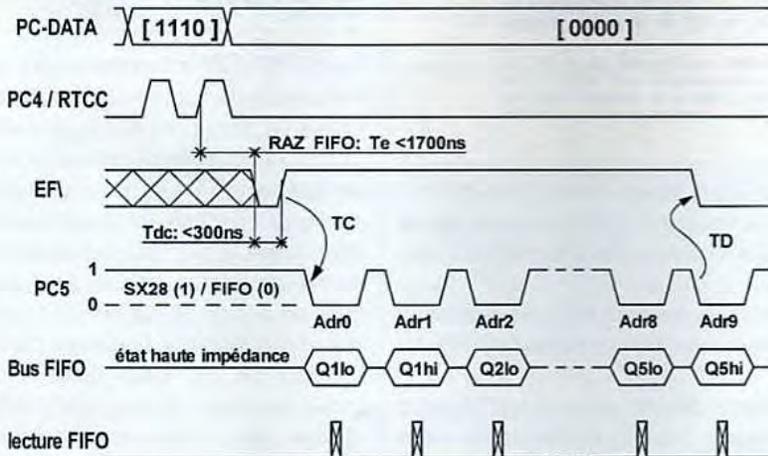
N.B.: le temps de chargement de la mémoire FIFO est de 1ms au maximum après réception du code de commande.

Tdc: temps de retard avant le début du chargement en mémoire.

TC: front montant attendu par le PC pour débuter la lecture de la mémoire.

TD: le front descendant de la dernière lecture entraîne automatiquement la réinitialisation du drapeau EFL.

Chronogramme n°4 : lecture de la version du logiciel



N.B.: le temps de chargement de la mémoire FIFO avec les 5 codes ASCII est de 2µs au maximum après réception du code de commande (1 code ASCII = 2 quartets).

Tdc: temps de retard avant le début du chargement en mémoire.

TC: front montant attendu par le PC pour débuter la lecture de la mémoire.

TD: le front descendant de la dernière lecture entraîne automatiquement la réinitialisation du drapeau EFL.

masquage logique permet de forcer les poids forts à zéro (... **AND \$000F**).

2. on effectue ensuite la lecture du premier quartet de poids intermédiaire [**D7..D4**]. Le contenu du registre d'état est alors décalé une fois vers la gauche (... **SHL1**), puis un masquage logique permet de forcer les bits inutiles à zéro (... **AND \$00F0**). Ce résultat est assemblé au précédent par une fonction logique (... **OR ...**).

3. on arrive à la lecture du deuxième quartet de poids intermédiaire [**D11..D8**]. Le contenu du registre d'état est cette fois décalé cinq fois vers la gauche (... **SHL5**), suivi toujours d'un masquage logique (... **AND \$0F00**) avant d'être assemblé au résultat précédent.

4. on obtient enfin le résultat final après intégration du quartet de poids fort [**D15..D11**], suivi de neuf décalages vers la gauche (... **SHL9**), et d'un dernier masquage logique (... **AND \$F000**).

En ce qui concerne la procédure de transcodage, il est utile de préciser que le convertisseur reçoit une tension de **1 volt** pour une température de **0°C**, et que le **LM35** fournit **10 mV/°C**. La variable **Temp2** contient la partie entière du résultat alors que **Temp1** retourne la fraction de température située derrière la virgule. L'affichage du résultat sera donc de la forme suivante :

«Temp2 ° Temp1»
(soit par exemple «-17°3»).

TEST DE LA MÉMOIRE FIFO

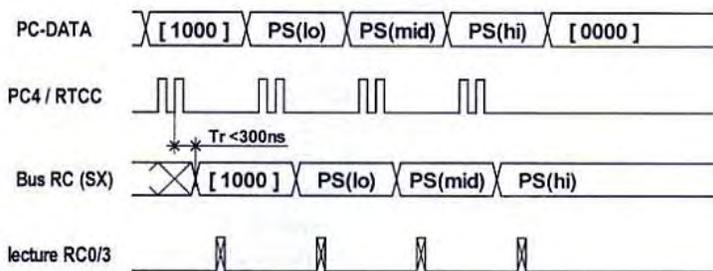
Le **chronogramme n°3** présente le timing d'une demande de test mémoire. En moins de **1 ms**, le SX28 remplit les 2048 adresses de la RAM avec une succession de données croissantes (séquences [0, 1, 2, 3, ..., 14, 15]). Nous avons ici aussi deux possibilités de lecture :

1. Attendre au moins **1 ms** puis lire en aveugle le résultat dans la mémoire.

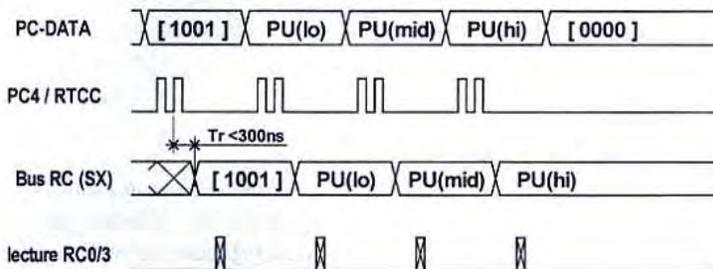
PROGRAMMATION DE LA CARTE 12 BITS

Chronogramme n°5 : transfert de paramètres au SX28

Code \$08 [%1000] : envoi du paramètre "pixels à supprimer"



Code \$09 [%1001] : envoi du paramètre "pixels utiles / lignes"



Attention: les paramètres transmis au SX28 sont des valeurs codées sur 7 bits (modulo 128). Ainsi, le paramètre Pn(lo) contient les bits [D3, D2, D1, D0], Pn(mid) contient les bits [D6, D5, D4], et Pn(hi) contient les bits [D10, D9, D8, D7] de la variable d'origine.

A chaque fois qu'un code de commande ou un paramètre est transmis par le PC, le SX28 le place sur son port RC (c'est un mode de communication avec écho). Il est donc conseillé de vérifier chacune des données avant de passer à la suivante dans une trame. Si une erreur est détectée, il faut toutefois terminer d'envoyer la trame complète, puis renouveler la commande.

2. Tester le drapeau **EF**, et débiter la lecture lors du **front montant** de **EF**.

On peut considérer que la mémoire est opérationnelle si les valeurs récupérées sont conformes à la séquence écrite.

LECTURE DE LA VERSION DU LOGICIEL

Le **chronogramme n°4** présente le timing d'une demande d'acquisition de la version du logiciel. Cette commande, qui fonctionne comme la précédente, peut s'avérer pratique pour évaluer la vétusté de la carte 12 bits. C'est aussi une aide à la décision pour savoir s'il est temps d'effectuer une mise à jour du SX28 !. Il faut moins de **2 µs** pour que la procédure soit terminée. Pour le programmeur,

il y a toujours nos deux possibilités :

1. Attendre au moins **2 µs** puis lire en aveugle le résultat dans la mémoire.

2. Tester le drapeau **EF**, et débiter la lecture lors du **front montant** de **EF**.

L'information de version du logiciel est fournie sous la forme de 5 caractères ASCII (donc 5 octets). Le premier caractère est une lettre qui correspond au type de caméra (ici, «K» pour Kitty), le deuxième un chiffre suivi d'un point et de deux autres chiffres. On obtiendra ainsi une séquence du type «K1.05». Le stockage des caractères par paquets de 4 bits est effectué dans l'ordre suivant : quartet de poids faible, puis quartet de poids fort.

PASSAGES DE PARAMÈTRES AU SX28

Avant d'effectuer la sauvegarde d'une ligne vidéo dans la RAMFIFO, il faut envoyer au SX28 2 paramètres en rapport avec la fonction de fenêtrage. Cette fonction, proposée sur le tableau de bord du logiciel principal (sur le PC), permet de sélectionner à la souris une zone particulière de la surface du capteur (CCD). Il faut donc fournir au SX28 les paramètres suivants (**chronogramme 5**) :

- Nombre de pixels à supprimer sur la ligne. Ce paramètre ne tient pas compte du binning, et le nombre à transmettre correspond toujours au nombre de pixels réels à supprimer au début de la ligne.
- Nombre de pixels utiles dans la ligne. Ce paramètre tient compte du binning, et le nombre à transmettre correspond au nombre de pixels que le PC doit afficher à l'écran.

FONCTIONS DE CONTRÔLE DU CAPTEUR CCD

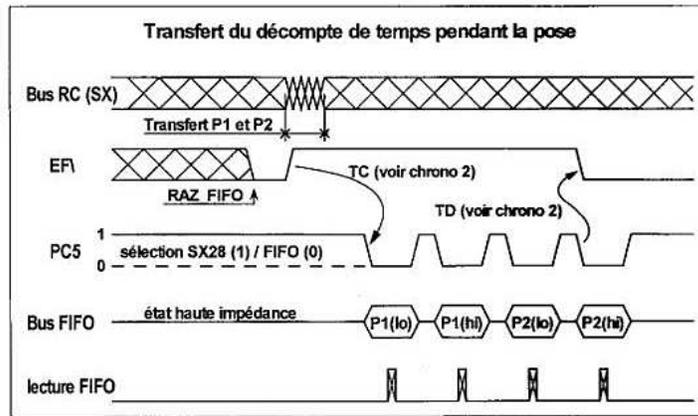
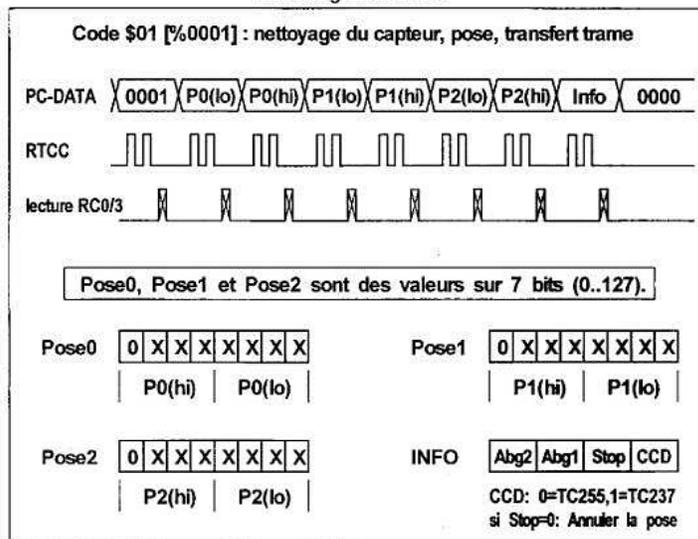
Il suffit de quatre fonctions pour piloter l'ensemble du capteur CCD. Et elles ont toutes un point commun : chacune des trames de commande se termine par le paramètre nommé «Info», qui permet de confirmer ou d'annuler la commande. En effet, puisque ces fonctions touchent au contenu du capteur CCD, il est souhaitable de pouvoir éviter une perte d'informations inhérente à une erreur de transmission. Le PC peut donc contrôler grâce au mode «Echo» du SX28 que chacun des paramètres de la trame est passé. Si une erreur survient, il suffit d'envoyer un paramètre d'annulation en fin de trame puis de renvoyer la commande.

FONCTION [0001] : POSE ET TRANSFERT DE TRAME

La première fonction est la plus importante, car elle assure à elle seule plusieurs phases du processus de gestion :

INTERFACE 12 BITS

Chronogramme n°6



1. le nettoyage systématique du capteur avant une pose,
2. le lancement de la pose pour une durée déterminée par le PC,
3. le transfert de trame dès la fin de la pose.

Sans compter que pendant la pose, le SX28 ne reste pas inactif : non seulement il renvoie à intervalles réguliers le décompte du temps de pose restant, mais en plus il reste à l'écoute du PC pour interrompre une pose si l'utilisateur en fait la demande. C'est ainsi la fonction la plus complète, mais aussi la plus complexe de toute la caméra. Le **chronogramme n°6** présente la trame de commande qu'il faut envoyer au SX28. Celle-ci comporte 8 mots de 4 bits. Le premier,

qui représente évidemment le code de la fonction, est suivi de 6 quartets représentatifs du temps de pose, puis du quartet final «Info». La durée de la pose est définie par trois mots de 7 bits, notés «Pose0», «Pose1» et «Pose2». La durée d'une pose est définie ainsi :
Durée d'une pose = $16384 \times \text{Pose2} + 128 \times \text{Pose1} + \text{Pose0}$ (en millisecondes).

La résolution du temps de pose est donc de **1 ms**, avec une précision meilleure que **0,1 %**. Si tous les paramètres sont fournis à leur valeur maximale, il est possible d'atteindre **35 mn** de pose environ (on obtient **20987151 millisecondes** exactement). En ce qui concerne le paramètre «Info», les 4 bits sont utilisés. Les deux bits de poids fort correspondent

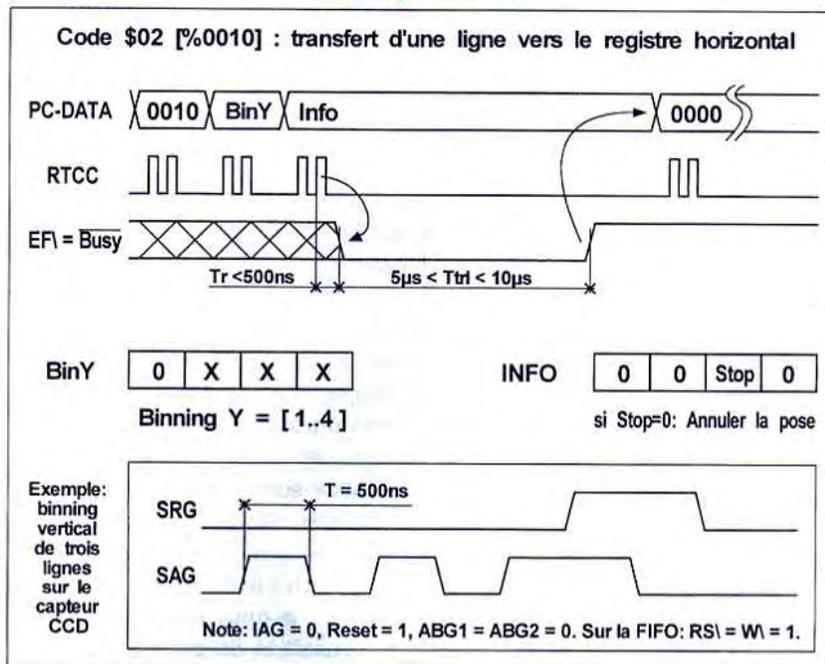
exactement aux valeurs que le SX28 doit affecter aux bits de contrôle de l'anti-blooming sur le capteur ([0,0] par défaut). Le bit D1 permet de confirmer (1) ou d'annuler (0) la commande. Enfin, le bit D0 précise au SX28 si le capteur est un TC255 (0) ou un TC237 (1).

Il est important que l'ordinateur replace son bus de donnée de 4 bits à zéro après l'envoi de la trame de commande. Si tout s'est bien passé, le SX28 renvoie dans la RAM FIFO le décompte du temps restant toutes les **128 ms**, selon la procédure indiquée dans la deuxième partie du **chronogramme n°6**. Ceci signifie que seuls les paramètres «Pose1» et «Pose2» sont retransmis. La résolution temporelle de cette information est bien suffisante pour l'utilisateur, puisqu'elle est rafraîchie 8 fois par seconde ! Afin de simplifier la gestion de la mémoire lors des transferts de paramètres, le microcontrôleur effectue une remise à zéro de la RAM FIFO avant chaque écriture (donc toutes les 128 ms). Le PC peut alors se contenter de lire le décompte du temps restant à son rythme, même une seule fois par seconde, ou encore uniquement à la demande de l'utilisateur : la valeur récupérée en mémoire correspondra effectivement à la durée de pose restante, à 128 ms près. Evidemment, on sait que la pose est terminée lorsque le total renvoyé est nul. On peut aussi purement et simplement négliger cette information et utiliser un compteur indépendant sur le PC, mais c'est toutefois à déconseiller !.

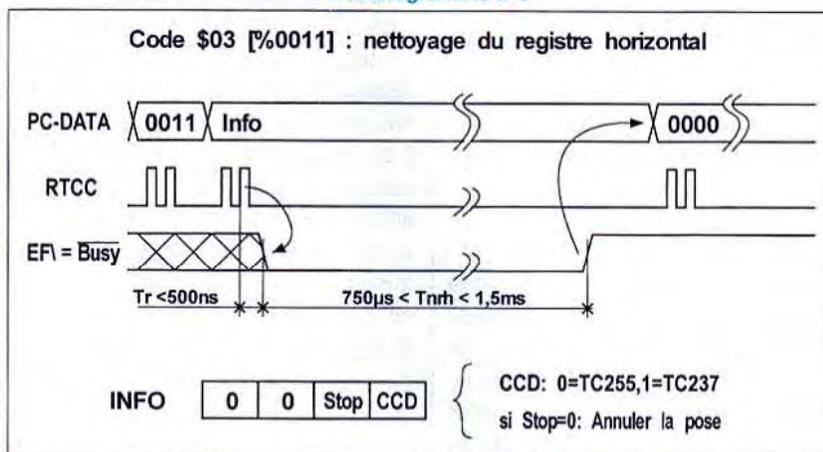
Pour en finir avec cette fonction, rappelons que toute pose en cours peut être annulée. Il suffit de placer sur le bus de contrôle le code de commande [1111], et rien de plus. Et surtout, il est inutile d'envoyer une impulsion de validation sur la ligne RTCC !. Le SX28 annule alors la pose dans un délai maximal de 128ms (temps de réaction de la boucle de scrutation), puis place les paramètres «Pose1» et «Pose2» à zéro dans la RAM FIFO, afin d'indiquer que la demande a été prise en compte.

PROGRAMMATION DE LA CARTE 12 BITS

Chronogramme n°7



Chronogramme n°8



FONCTION [0010] : TRANSFERT D'UNE LIGNE VERS LE REGISTRE HORIZONTAL

Les capteurs TC255 et TC237 sont capables d'effectuer un binning vertical directement sur la matrice. Pour obtenir le binning vertical, le SX28 doit générer des signaux d'horloges particuliers sur les broches SAG et SRG, comme indiqué dans la partie inférieure du **chronogramme n°7**. Il faut donc lui envoyer le paramètre de binning dans la trame de com-

mande. Toutefois, cette fonction est relativement simple à programmer. Il suffit d'envoyer le code de commande, suivi de la valeur de binning souhaitée et du paramètre «Info». Après avoir reçu le paramètre «Info» sur son bus, le SX28 effectue une RAZ de la RAM FIFO afin de positionner le bit EF\ à 0, puis exécute la commande en moins de **10 µs**. Pour le programmeur, deux possibilités se présentent :

1. Exécuter une pause de plus de **10 µs**

avant de reprendre le cours du programme.

2. Tester le drapeau EF\, puis continuer le processus lors du **front montant** de EF\

Il est prudent - mais pas obligatoire - d'envoyer au SX28 le code d'initialisation [0000] en fin d'exécution.

FONCTION [0011] : NETTOYAGE DU REGISTRE HORIZONTAL

Avant d'effectuer le premier transfert de ligne dans le registre horizontal, le SX28 doit vider ce registre de toute charge résiduelle. Il lui suffit alors de générer une série de créneaux d'horloges sur les broches **Reset** et **SRG**. Comme l'indique le **chronogramme n°8**, il faut lui envoyer le paramètre «CCD» dans le registre «Info», afin que le microcontrôleur puisse décider du nombre d'impulsions à envoyer au capteur. Après avoir reçu le paramètre «Info» sur son bus, le SX28 effectue une RAZ de la RAM FIFO afin de positionner le bit EF\ à 0, puis exécute la commande en moins de **750 µs** pour le TC255 et **1,5 ms** pour le TC237. Pour le programmeur, deux possibilités se présentent :

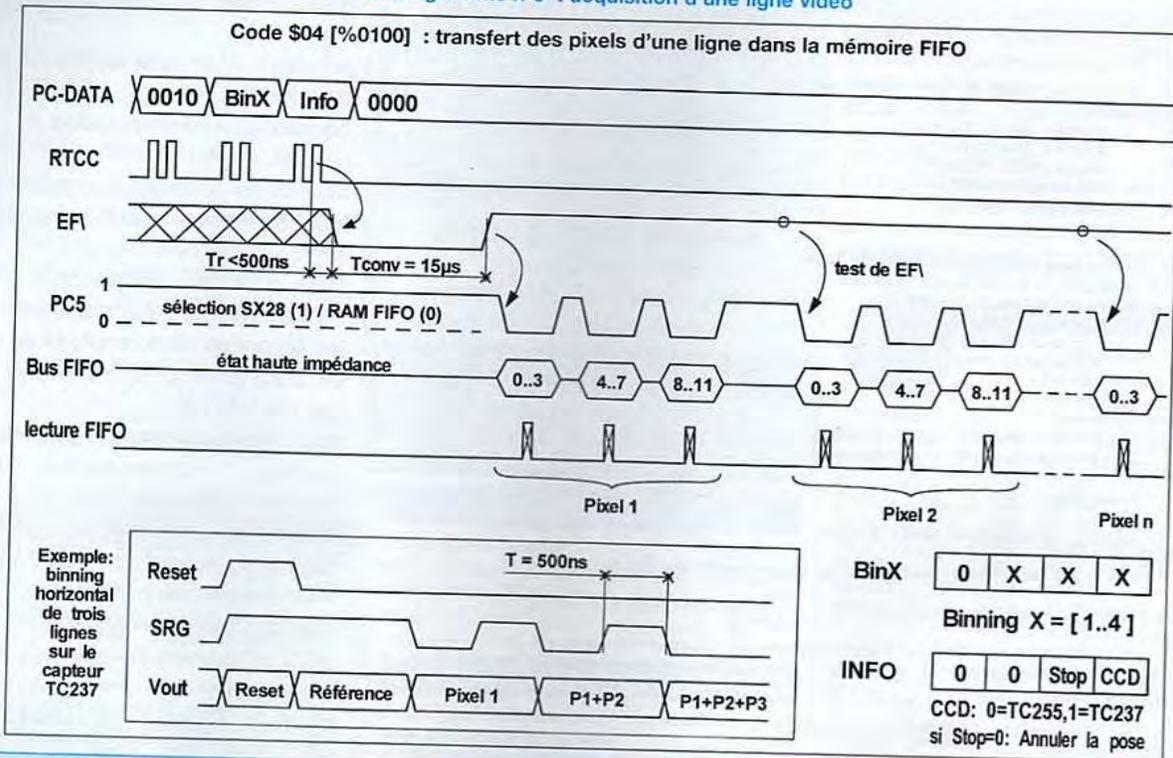
1. Exécuter une pause de durée suffisante avant de reprendre le cours du programme.

2. Tester le drapeau EF\, puis continuer le processus lors du **front montant** de EF\

Il est prudent - mais pas obligatoire - d'envoyer au SX28 le code d'initialisation [0000] en fin d'exécution. Le nettoyage du registre horizontal pourrait être effectué avant chaque transfert de ligne, mais ce n'est pas obligatoire : les capteurs de Texas possèdent un drain d'évacuation qui assure automatiquement la vidange des charges résiduelles dans le capteur.

En ce qui concerne le premier transfert, le problème est différent : après un trans-

Chronogramme n°9 : acquisition d'une ligne vidéo



fert de trame, le décalage de la totalité de la zone mémoire du CCD conduit à une saturation du drain, qui assure mal son rôle dans ce cas particulier !.

FONCTION [0100] : TRANSFERT DU REGISTRE HORIZONTAL VERS LA MÉMOIRE FIFO

Contrairement au TC255, le capteur TC237 est capable d'effectuer un binning horizontal directement sur la matrice. Mais pour réaliser ce binning sur le TC237, le SX28 doit générer des signaux d'horloges particuliers sur les broches **Reset** et **SRG**, comme indiqué dans la partie inférieure du **chronogramme n°9**. Toutefois, le SX28 prend également à sa charge la gestion d'un «binning numérique» sur le TC255, afin que cette fonction soit simple à gérer depuis un PC, quel que soit le capteur utilisé. En conséquence, il faut envoyer le paramètre de binning horizontal dans la trame de commande, entre le code de commande [0100] et le paramètre «Info». Il est pru-

dent de replacer le bus de donnée de 4 bits du PC à zéro après l'envoi de la trame de commande. Après avoir reçu le paramètre «Info» sur son bus, le SX28 effectue une RAZ de la RAM FIFO afin de positionner le bit **EFI** à 0, puis exécute la commande en **10 ms** au maximum (cas d'une ligne complète du TC237 sans binning). Pour le programmeur, deux possibilités se présentent :

1. Exécuter une temporisation de **10 ms** avant de débiter la lecture de la mémoire.
2. Tester le drapeau **EFI**, puis continuer le processus lors du **front montant de EFI**

Remarquez que la lecture des pixels se fait en trois paquets de 4 bits, du poids faible [D3..D0] au poids fort [D11..D8]. Pour assurer la gestion en lecture de la mémoire de façon fiable, il suffit de tester le bit **EFI** une seule fois pour chaque pixel, c'est à dire une seule fois sur trois

lectures. En effet, le temps de traitement d'un pixel par le SX28 est du même ordre de grandeur que le temps d'acquisition d'un pixel par le PC (entre 12 et 15 µs). Par contre, il faut moins d'une microseconde pour que le SX28 place les 12 bits d'un pixel dans la RAM FIFO. On en déduit que lorsque le PC détecte un front montant sur **EFI**, les trois quartets d'un pixel sont déjà en mémoire !.

ACQUISITION D'UNE IMAGE COMPLÈTE

Pour lever toute ambiguïté sur l'utilisation des routines précédentes, le listing de la **figure 18** présente une procédure typique d'acquisition d'une image complète. Les deux premiers tests font référence à deux cases à cocher d'une boîte de dialogue permettant à l'utilisateur de sélectionner le capteur CCD. Les paramètres du capteur installé sont alors initialisés. Ensuite, on lance une pose (on

Figure 18 :

```
procedure TAcquisition.CCD12bits(Sender: TObject);
begin
    If CapteurTC255.Checked=True then
    Begin
        Pixels_Inactifs:=13;
        Lignes_Inactives:=2;
        LargeurCCD:=320;
        HauteurCCD:=240;
        CCD:=0;
    End;

    If CapteurTC237.Checked=True then
    Begin
        Pixels_Inactifs:=29;
        Lignes_Inactives:=4;
        LargeurCCD:=650;
        HauteurCCD:=490;
        CCD:=1;
    End;

    LargX:=(LargeurCCD div BinningX);
    LargY:=(HauteurCCD div BinningY);

    Pose_CCD; //nettoyage CCD+pose+transfert-trame
    repeat LecturePose until Pose=0; //attente fin de pose
    for y:=1 to Lignes_Inactives do TransfertLigne12bits(1);
    NettoieRegistreHorizontal(CCD); //nettoyage registre horizontal
    //lecture de la RAM FIFO pour toutes les lignes du capteur CCD//
    for y:=0 to (LargY-1) do //lecture de "LargY" lignes
    begin
        TransfertLigne12bits(BinningY);

        SupprimerPixels(Pixels_Inactifs); //envoi param. vidage Horiz
        EnvoiPixelsUtiles(LargX); //envoi param. largeur utile

        TransfertFIFO(BinningX); //vidagepix.+conversion+fifo

        //transfert des pixels d'une ligne dans un tableau//
        for x:=0 to (LargX-1) do
        Begin
            tableau_Image[x+LargX*y]:=Lecture_FIFO_12bits;
        end;
    end;
end;
end;
```

suppose que la procédure associée «Pose_CCD» envoie au SX28 les paramètres de durée de la pose). Lorsque la pose est terminée (ce qui a été vérifié à partir de la procédure «LecturePose»), il est conseillé d'attendre plus de 500 µs que le transfert de trame soit terminé, puis on élimine du capteur les lignes inactives. Le paramètre placé entre parenthèses sur la fonction «TransfertLigne12bits(.)» correspond au binning vertical, et doit toujours être maintenu à 1 sur cette ligne du listing. Enfin, après une phase de nettoyage du registre horizontal, on peut commencer le transfert de l'image vers la mémoire du PC.

OU SE PROCURER LES PROGRAMMES ?

La première solution est la plus simple si vous êtes abonnés à internet : vous téléchargez gratuitement le **logiciel Kool** depuis le site web «perso» de l'auteur. Ce site, qui sera mis à jour régulièrement, vous permettra d'obtenir de nombreuses informations sur l'évolution des caméras et certains conseils ou astuces de montages proposés par d'autres amateurs. Vous y trouverez des réponses aux questions les plus fréquemment posées, une banque d'images réalisées par les constructeurs et utilisateurs d'une Kitty,

et surtout les futures versions du logiciel d'acquisition. Voici les contacts «internet» :

adresse E-Mail, pour joindre l'auteur par courrier :

bernard.dalstein@wanadoo.fr

Site «perso» réservé aux caméras «Kitty» :
<http://perso.wanadoo.fr/bernard.dalstein>

Enfin, pour faire connaissance avec l'association Aude, qui est spécialisée dans les échanges d'informations et conseils en astronomie CCD, connectez-vous à son site internet :

<http://www.visuanet.com/aude>

Si vous n'avez pas d'accès à internet, veuillez vous adresser directement à la rédaction de Led qui se chargera de vous indiquer la marche à suivre pour vous procurer le programme ainsi que le SX28 programmé pour la carte 12 bits.

VOILÀ, C'EST TERMINÉ !

Notre série d'articles concernant la caméra CCD touche à sa fin !. Ce dernier article, bien que ne comprenant pas d'électronique au sens propre du terme, devrait vous permettre d'avoir une vision globale des possibilités offertes par la caméra «Kitty» en version 12 bits.

Je tiens encore une fois à remercier Georges Authier qui travaille actuellement dans l'ombre pour préparer de nouvelles fonctions de traitements d'images. Mais je ne dois pas oublier tous mes collègues d'astronomie qui ont contribué - parfois indirectement - au développement de la Kitty, dont Christian Buil, à travers son ouvrage «CCD Astronomy», Jean Brunet avec qui nous avons défini les bases du cahier des charges de la Kitty, Michel Mathot, Danny Loudèche et Philippe Brottes, pour leurs conseils, leur soutien logistique et leur appui moral lors de la mise au point des prototypes.

A bientôt sur le Web !
Bernard Dalstein

WBT**CONNECTIQUES PROFESSIONNELLES****> RCA mâles**

WBT-0147.....Midline câble≤7,8mm.....	90F
WBT-0144.....Midline câble≤9mm.....	90F
WBT-0101.....Topline câble≤9mm.....	165F
WBT-0150.....Topline câble≤11,3mm.....	195F

> RCA chassis

WBT-0201.....RCA chassis isolé téflon...150F (pièce)

> Fourches

WBT-0660.....Fourche cuivre largeur 6mm...200F (paire)

> Bananes mâles

WBT-0644.....Midline jusqu'à 10mm ²	90F
WBT-0600.....Topline jusqu'à 10mm ²	185F
WBT-0645.....Connexion oblique isolée. Câble 2,5 à 10mm ²	100F

> Borniers

WBT-0730.....Bornier 200A pour fiches bananes. Câble de 1,5 à 10mm ² . Version à visser.....	210F
WBT-0735.....idem 0730. Version isolée.....	270F
WBT-0700.....Bornier pour parois≤50mm.....	490F (paire)

TUBES AUDIO

EL 34 Sovtek.....	98F	Support Optal CI.....	20F
6550 A.....	195F	Support Optal chassis.....	32F
EL 84 Radio Technique.....	89F	Support 4br pour 300B.....	68F
6L6GC STA appairé.....	160F	Blindage pour tube Noval.....	30F
6L6GC WGB Siemens.....	165F	ECF80 Siemens.....	39F
300 B Chine.....	690F	ECF82 Mazda.....	55F
ECC 81-12 AT 7.....	70F	EZ81-6CA4.....	89F
ECC 82-12 AU 7.....	75F	EZ80-6V4.....	89F
ECC 83-12 AX 7.....	60F	KT88 Chine.....	200F
Support Noval CI.....	18F	KT88 STA appairé.....	290F
Support Noval chassis.....	20F		

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

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

> Tension d'isolement 450 volts

0,47µf.....	8F	3,3µf.....	12F	15µf.....	29F
0,68µf.....	8,50F	3,9µf.....	13F	18µf.....	32F
0,82µf.....	9F	4,7µf.....	14F	22µf.....	39F
1µf.....	10F	5,6µf.....	15F	27µf.....	59F
1,5µf.....	10F	6,8µf.....	16F	33µf.....	66F
1,8µf.....	10F	8,2µf.....	18F	47µf.....	97F
2,2µf.....	11F	10µf.....	21F	68µf.....	115F
2,7µf.....	12F	12µf.....	24F		

CONDENSATEUR POLYPROPYLENE A ARMATURE ETAIN

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

> Tension d'isolement 250 volts

0,22µf.....	21F	0,68µf.....	33F	1µf.....	49F
0,33µf.....	22F	2µf.....	67F	1,5µf.....	66F
0,47µf.....	25F	2,2µf.....	72F	1,8µf.....	80F

> Tension d'isolement 400 volts**SN Radio Prim**

composants électroniques

159, rue La Fayette, 75010 Paris

Tél.: 01 40 35 70 50

Fax : 01 40 35 43 63

E-mail: contact@radioprim.comSite Web: <http://www.radioprim.com>**OUVERT DU LUNDI AU SAMEDI****> Du lundi au vendredi**

de 9h30 à 12h30 et de 14h00 à 19h00

> Samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h00 à 18h30**NOUS RÉALISONS SUR COMMANDE VOS CÂBLES AUDIO, VIDÉO, TOUS TYPES DE CONNECTIQUES****SOUDURE A L'ARGENT**

Idéal pour souder la connectique.

Soudure argent 4% 100Grs 1mm.....	49F
Soudure argent 3% 500Grs 0,8mm.....	205F
Soudure argent 3% 0,8mm.....	4F/mètre

CONNECTIQUES AUDIO PROFESSIONNELLES

RCA male "philex". Contact doré. Isolation téflon. Diam. 10mm. Serrage sur chassis. Gros corps de masse.....	49F
RCA mâle. Contact doré. Isolation téflon. Diam. 5mm.....	28F
RCA male. Contact doré. Serrage sur chassis. Diam. 8mm.....	26F
RCA chassis isolée. Isolation téflon.....	20F
BP 100 G. Fiche banane mâle dorée. Câble jusqu'à 6mm.....	21F
BP 500 G. Bornier doré unitaire. Diam. 4mm. Filage: 35mm.....	25F
Fourche dorée. Largeur: 5mm rouge et noir.....	3F
Cosse fast-on isolée 6,3mm. Contact doré rouge ou noir.....	2,50F

CONDENSATEUR PAPIER HUILE

L.C.C-SAFCO-TREVOUX

1,5µf 450V.....	140F	4µf 250V.....	250F	8µf 750V.....	290F
2µf 500V.....	145F	6µf 1000V.....	270F	12µf 500V.....	320F

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION POUR AMPLI A TUBE

Présentation à encaster avec "capot peinture epoxy noir".

Ecran électrostatique entre primaire et secondaire. Fabrication française.

TU75 2x250V et 2x300V 75mA. 0-5-6,3V 1.5A. 6,3V 3A.....	338F
TU100 2x250V et 2x300V 100mA. 0-5-6,3V 2A. 6,3V 4A.....	398F
TU120 2x250V et 2x300V 120 mA. 0-5-6,3V 3A. 6,3V 5A.....	435F
TU150 2x250V et 2x300V 150mA. 0-5-6,3V 3A. 6,3V 5A.....	495F
TU200 2x250V et 2x300V 200mA. 0-5-6,3V 4A. 6,3V 6A.....	597F
TU300 2x250V et 2x300V 300mA. 0-5-6,3V 4A. 6,3V 8A. 5V 3A.....	698F
TU400 2x250V et 2x300V 500mA. 0-5-6,3V 6A. 6,3V 12A. 5V 5A.....	915F

FABRICATION SPÉCIFIQUE, NOUS CONSULTER

FRAIS D'EXPÉDITION (COLISSIMO):

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

PAIEMENT: ■ Cheque ■ CB ETRANGER: nous consulter

CABLES AUDIO PROFESSIONNELS**CANARE [Prefer] Gotham &****> Modulation-BF**

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

HAUT-PARLEURS**AUDAX****NOUVELLE GAMME 2000****> Boomer**

HT240T0.....	362F
PR330M0.....	1586F

Gamme aérogel, saladier polymère, antimagnétique

> Tweeter

TM010A7.....	93F	AP100Z0.....	158F
TW010E1.....	51F	AP130Z0.....	177F
TW010F1.....	46F	AP170Z0.....	256F
TW010L1.....	92F	AP210Z0.....	287F
TW014R1.....	130F	Gamme papier traité, saladier polymère, antimagnétique	
TM025F1.....	180F	AP100G0.....	153F
TW025A0.....	172F	AP130G2.....	174F
TW025A16.....	350F	AP170G2.....	190F
TM025F7.....	190F	AP210G6.....	252F

> Medium

HT210T0.....	332F	Série prestige, saladier zemack, membrane aérogel	
PR170M0.....	597F	HM130Z0.....	470F

> Large bande

HT210A2.....	420F	HM170Z0.....	543F
		HM210Z0.....	651F

TRANSFORMATEURS DE SORTIE POUR AMPLI A TUBE "PUSH PULL"

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

Impédance secondaire 4,8,16ohms. Bande passante 30/60000Hz.	
3500ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
5000ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
6600ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
8000ohms, 35watts, 1,7kg.....	880F
Mêmes impédances en 65watts, 3,3kg.....	1158F
Mêmes impédances en 100watts, 7,4g.....	1388F

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

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

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

FABRICATION SPÉCIFIQUE, NOUS CONSULTER

La «COAXIALE»

L'enceinte EURIDIA 2000 objet des numéros 158 et 159 de Led connaît un grand succès, à en juger par vos nombreuses réactions, appels téléphoniques, lettres ou email. Cela nous fait très plaisir, car chacune de nos publications acoustiques est le fruit d'un important travail personnel. Est-il besoin de préciser, que les auteurs de ces articles ne bénéficient d'aucunes retombées commerciales ou pécuniaires en rapport avec les composants utilisés (en clair, nous ne touchons pas d'argent de la part des fabricants ou des importateurs)? Lorsque nous publions un article sur une enceinte acoustique, c'est essentiellement pour faire partager à nos fidèles lecteurs audiophiles le plaisir que nous avons eu à la mettre au point.

Nos critères sont toujours les mêmes : rigueur de conception et excellent rapport qualité-prix. Aujourd'hui, nous vous proposons une minuscule enceinte de moins de 5 litres (photo 1) qui, compte tenu de sa taille et de ses performances devrait aisément trouver sa place dans votre intérieur.

LA PETITE NOUVELLE

Ne vous méprenez surtout pas, la «COAXIALE» (c'est le nom que nous lui avons donné), n'est pas un sous-produit d'«EURIDIA 2000». Nous souhaitons créer une minuscule enceinte de qualité vraiment haute fidélité qui, associée à un caisson de grave (tel que celui publié récemment dans Led N°s 152, 153, 155, 156, 157) aurait permis une très haute qualité d'écoute.

De plus, les amateurs de «home cinéma» pourront se faire un gros plaisir avec une installation composée de quatre satellites «COAXIALE» (deux avants et deux arrières) plus un caisson d'extrême grave. Mieux encore, avec deux «EURIDIA 2000» comme reproducteurs frontaux associées à deux «COAXIALES» en position arrière et un caisson d'extrême grave. Là le grand frisson est garanti.

Remarquez que nous n'avons pas parlé d'enceinte centrale, dont certains amateurs avertis contestent l'utilité. Cette enceinte centrale permet de situer les voix des commentateurs ou des acteurs qui apparaissent à l'écran en plan rapproché. Nous pensons que si l'enregistrement stéréophonique est réalisé dans les règles de l'art et que les enceintes frontales sont en phase dans un local adapté, les voix seront localisées au centre. Sur ce sujet, nous aimerions avoir l'avis de nos lecteurs convertis au «Home Cinéma».

QUEL EST SON SECRET ?

Lorsque l'on veut concevoir une petite enceinte, on se heurte tout de suite au problème des faibles dimensions de la face avant pour le choix du ou des haut-parleurs, avec des conséquences immédiates, notamment sur la tenue en puissance et le rendement notamment. Utiliser un haut-parleur unique large bande est une solution possible, malheureusement nous n'avons pas trouvé le mouton à cinq pattes satisfaisant aux critères retenus. La seule solution restante pour pouvoir utiliser un boomer-médium avec une superficie émissive suffisante (c'est à dire un diamètre de membrane

important) est de placer le tweeter au centre, à la place du cache noyau.

C'est une technique déjà ancienne et utilisée par de nombreux constructeurs, aussi bien dans le milieu de la haute-fidélité que dans celui de la sonorisation professionnelle. Ce type de haut-parleur porte le nom de haut-parleur coaxial, d'où le nom de baptême de ce nouveau projet !

Un «coax» offre bien sûr des avantages mais également des inconvénients.





Photo 1 : Caisson et SP1460

Photo 4 :
le SP1460



Photo 5 :
le SP1460
(vue
arrière)



Tableau 1 : paramètres du XB171-8-1460

Paramètres du boomer-médium PHL AUDIO XB171-8-1460 : partie 17cm		
Impédance nominale	Z	8 Ω
Rendement (1 W à 1 m)	E	93 dB SPL
Bande-passante recommandée	BP	40 à 4000 Hz
Puissance maximale (AES)	P	100 W
Niveau de pression maximum	SPL Max	109 dB
Module d'impédance minimum	Zmin	6,6 Ω à 360
Inductance de la bobine mobile à 1 kHz		0,64 mH
Inductance de la bobine mobile à 10 kHz		0,23 mH
Facteur de force	BL	8,80 N/A
Masse mobile	Mms	0,011 kg
Paramètres Thiele-Small : Typiques (limites QC) mesurés à 20mA/20°C.		
Fréquence de résonance	Fs	44 Hz (±7)
Résistance continue de la bobine mobile	Re	6,1 Ω (±0,6)
Facteur de qualité mécanique	Qms	3,2
Facteur de qualité électrique	Qes	0,24
Facteur de qualité totale	Qts	0,22
Compliance mécanique de la suspension	Cms	1200.10 ⁻⁴ m/N
Surface effective du diaphragme	Sd	0,0133 m ²
Charge d'air équivalente Cas	Vas	0,029 m ³
Excursion linéaire du diaphragme	Xmax	± 3,5 mm
Déplacement linéaire du volume	Vd	0,047.10 ⁻³ m ³
Référence efficace	η0	1,0 %
Volume unitaire de charge	Vas Qts ²	1,5
Valeurs maximales absolues		
Tension d'entrée maximale courte durée	Vmax	60 V
Excursion maximale avant dommages	Xdam	± 8 mm
Température ambiante opérationnelle	Ta	-10 à + 50 °C
Température de stockage		-20 à + 70 °C
Environnement		Tropical
Informations d'application		
Volume occupé par le haut-parleur		0,5.10 ⁻³ m ³
Poids net du haut-parleur		2,15 kg
Volume de coffret recommandé (B-reflex)		15 L / 45 Hz

Parmi les avantages nous pouvons citer :

- * L'utilisation de la membrane du médium comme amorce de pavillon
- * La compacité
- * La coïncidence des centres acoustiques entre la partie grave-médium et le tweeter qui est un facteur extrêmement favorable à la cohérence sonore.

Et parmi les inconvénients :

- * Les contraintes sur le choix du tweeter imposées par le diamètre de la bobine mobile du haut-parleur «hôte»
- * La modulation possible entre les voies
- * les inévitables problèmes de déphasages à certaines fréquences entre les deux haut-parleurs.
- * L'influence sur la directivité de l'ensemble.

PHL AUDIO nous a confié en avant-première, il y a quelques mois, un nouveau haut-parleur coaxial qui a immédiatement aiguisé notre curiosité. Sous la référence SP1460, il réunit un haut-parleur de 17cm de type SP1360 (que nous connaissons bien pour l'avoir utilisé dans plusieurs réalisations) et un étonnant petit tweeter à dôme, conçu spécialement pour cette application.

LE SP1460 DE PHL AUDIO

LE BOOMER-MÉDIUM (PHOTOS 4 ET 5)

Il s'agit donc du modèle SP1360, issu de la même technologie que la série des 1120 et 1220 utilisés dans les versions «Euridia» de 1993 et «Euridia 2000». Le spider et la suspension périphérique sont légèrement plus souples et permettent ainsi une fréquence de résonance un peu plus basse. Le tableau 1 regroupe les principales caractéristiques fournies par le fabricant PHL Audio.

LE TWEETER (PHOTO 1)

C'est un tweeter à haut-rendement de 1,5 pouce (38 mm) de diamètre extérieur, spécialement développé pour être

LE SP1460 DE PHL AUDIO

Tableau 2 : paramètres du XB171-8-1460

Paramètres du tweeter Coaxial 1,5" TWX		
Impédance nominale	Z	6 Ω
Rendement (1 W à 1 m)	E	95 dB SPL
Bande-passante recommandée	BP	300 à 20.000 Hz
Angle de couverture	α	# 100
Puissance maximale (AES)	P	60 W
Niveau de pression maximum	SPL Max	111 dB
Module d'impédance minimum	Zmin	4,3 Ω à 4.5 kHz
Inductance de la bobine mobile à 20 kHz		100 μ H
Facteur de force	BL	8,80 N/A
Masse mobile	Mms	0,011kg
Paramètres Thiele-Small : Typiques (limites QC) mesurées à 20mA/20°C.		
Fréquence de résonance	Fs	1650 Hz (\pm 250)
Résistance continue de la bobine mobile	Re	3,9 Ω (\pm 0,5)
Excursion linéaire du diaphragme	Xmax	\pm 3.5 mm
Valeurs maximums absolues		
Tension d'entrée maximale courte durée	Vmax	40 V
Fréquence de coupure basse préconisée		3.0kHz
Température ambiante opérationnelle	Ta	-10 à +50 °C
Température de stockage		-20 à +70°C
Environnement		Traité humidité
Informations d'application		
Poids net du haut-parleur		53.10 ⁻³ kg
Filtre passif second ordre recommandé	C/L	4,7 μ F/0,33 mH

utilisé en assemblage au centre d'un haut-parleur.

Le diaphragme est un dôme semi-rigide traité, de 1 pouce (25 mm) de diamètre. Le moteur est constitué de deux aimants Neodymium. Ce type d'aimant permet d'obtenir un champ magnétique intense dans un volume très faible. Du Ferrofluid à faible viscosité assure un refroidissement efficace. Enfin, une bobine mobile ultra légère en fil d'aluminium, raccordée à des terminaisons filaires renforcées, complète ce véritable petit bijou. Ses caractéristiques principales sont présentées dans le tableau 2.

ETUDE TECHNIQUE

LE CAHIER DES CHARGES

- * Volume inférieur à 7 litres
- * Pression acoustique à 1 m, sans distortion audible \geq 105dB
- * Linéarité amplitude-fréquences 150 Hz - 18 kHz \pm 3dB
- * Faible directivité

LE CHOIX DU TYPE DE CHARGE

Le haut-parleur choisi est un modèle

1360 sans cache noyau, il a donc pratiquement les mêmes paramètres Thiele et Small que dans le cas d'EURIDIA ou EURIDIA 2000. Nous aurions pu utiliser la même charge. Nous obtiendrions ainsi une fréquence de coupure d'environ 55 Hz (- 3 dB). Mais nous souhaitions faire une micro enceinte, aussi avons nous opté pour une charge close de 5 litres, ce qui nous donne une fréquence de coupure de 125 Hz (- 3 dB) comme indiqué à la fig. N°1 (une simulation effectuée avec LEAP). Le fait d'avoir choisi une charge de type clos permet d'avoir la meilleure réponse transitoire possible, mais au détriment de la réponse dans le bas du spectre.

Il suffira d'associer un filtre actif Butterworth passe haut du 2^{ème} ordre avec la même fréquence de coupure (125 Hz) pour obtenir une réponse acoustique passe haut de type Linkwitz-Riley du 4^{ème} ordre.

LES MESURES SUR LE SP1460

Compte tenu de la taille réduite de cette enceinte et de l'utilisation présumée de

celle-ci comme satellite, nous optimiserons la réponse acoustique de cette enceinte à 20° de l'axe. Il ne sera donc pas nécessaire de les orienter vers les auditeurs.

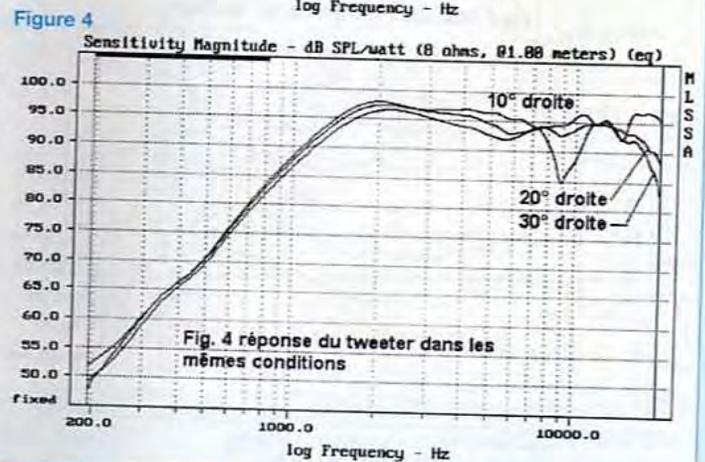
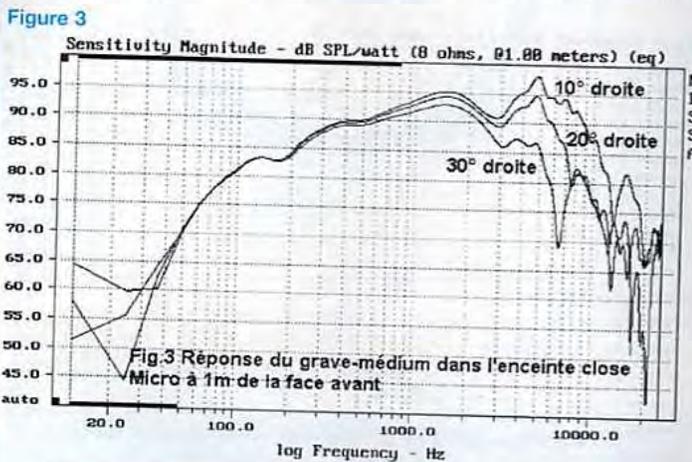
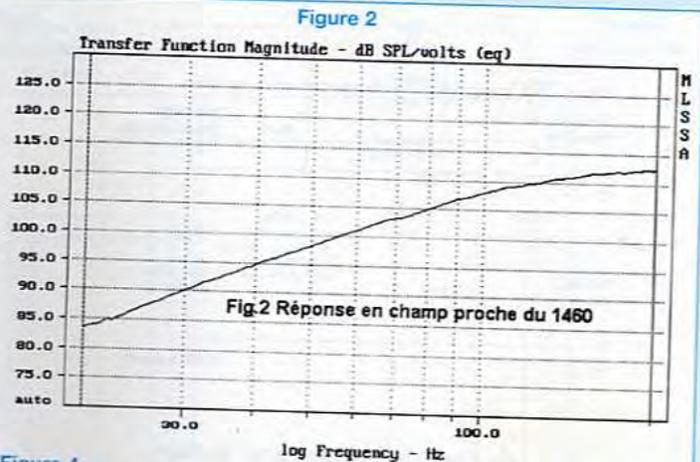
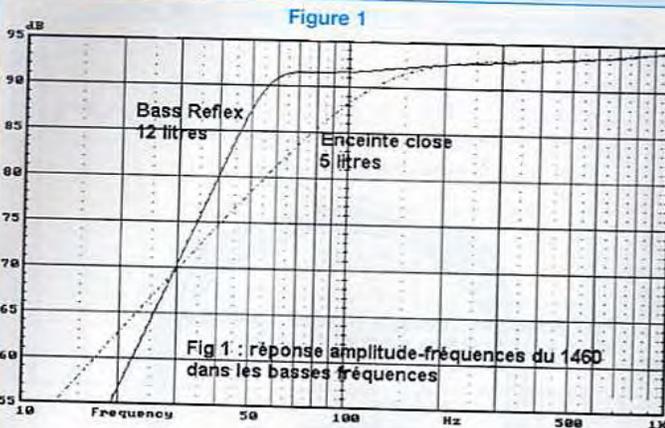
COURBE AMPLITUDE-FRÉQUENCES SANS FILTRE

La figure N°2 présente la réponse de l'enceinte, mesurée en champ proche de 20 Hz à 200 Hz. On remarque la très bonne adéquation entre la simulation de la fig. N°1 et la mesure. On retrouve la fréquence de coupure et la pente d'atténuation prévues.

La réponse du grave-médium (fig. N°3) n'appelle pas de commentaire particulier. On dispose d'un excellent haut-parleur. On remarque l'influence de la diffraction de baffle entre 180 Hz et 1500 Hz qu'il faudra corriger, un premier fractionnement de membrane vers 4800 Hz et un petit accident de phase à 7800 Hz sur la courbe à 30° de l'axe. Après corrections, le rendement de l'enceinte devrait s'établir autour de 87-88 dB.

La figure N°4 représente la réponse du tweeter. La courbe est régulière et le tweeter peu directif, avec une chute à partir de 15 kHz et seulement à 30° de l'axe. On remarque un accident aux environs de 9 kHz dans la mesure à 10° de l'axe, celui-ci disparaît complètement à 20° et 30°. C'est une interaction de phase typique entre le tweeter et le grave-médium, car ce trou n'existe pas lorsque l'on mesure le tweeter isolément. Cela nous conforte dans l'idée d'optimiser cette enceinte à 20° et non pas dans l'axe ou à 10°. Comme ce «trou» est non seulement étroit, mais dépendant de l'angle de mesure, il ne sera heureusement pas perceptible à l'écoute en milieu semi-réverbérant, comme les écoutes attentives ultérieures nous l'ont confirmé.

Nous avons eu l'occasion de mesurer quelques haut-parleurs coaxiaux d'autres marques et avons souvent retrouvé ce type d'anomalie.



LE FILTRE PASSIF

Comme dans bien des cas ce sont les courbes de réponse des haut-parleurs qui déterminent le type de filtre, la fréquence de coupure et les pentes d'atténuations. Un examen attentif montre une limite inférieure à 2 kHz pour le tweeter, et une limite supérieure à 3 kHz pour le grave-médium. Nous avons donc fixé la fréquence de coupure à 2,8 kHz. Il est impossible d'envisager une pente d'atténuation faible car nous retrouverions d'une part le fractionnement de la membrane du 17 cm, d'autre part un risque certain de surcharges du tweeter à forts niveaux.

Il reste en pratique :

- * un filtre Butterworth du 3^{ème} ou 4^{ème} ordre
 - * ou un filtre Linkwitz-Riley du 4^{ème} ordre
- Nous avons alors utilisé notre filtre élec-

tronique BSS FDS366 pour essayer rapidement ces trois types de filtres sans avoir pour cela à sortir le fer à souder. Nous avons préféré à l'écoute le Linkwitz-Riley du 4^{ème} ordre. Voilà donc les paramètres du filtre passif fixés, reste maintenant à le réaliser.

Après avoir importé les courbes de réponse et d'impédance des deux éléments dans le logiciel de simulation CALSOD, nous avons imposé les objectifs (filtre de Linkwitz-Riley du 4^{ème} ordre, fréquence de coupure de 2,8 kHz). Après un certain nombre d'optimisations, en essayant de diminuer au maximum le nombre des composants nécessaires, nous arrivons au filtre définitif présenté en fig. 5.

Pour la partie passe bas, la self de 0.8 mH associée au condensateur de 20 μ F forment un circuit du 2^{ème} ordre. Ce

qui ressemble à un circuit bouchon (1 mH / 8.2 Ω / 10 μ F) sert à la fois à compenser la diffraction de baffle (c'est à dire le passage du mode 4π au mode 2π) et à compléter le premier circuit.

Le passe haut est un classique circuit du 3^{ème} ordre. La résistance de 3.9 Ω (ou de 5.6 Ω si l'on souhaite une légère atténuation du niveau d'aigu) sert à ajuster les rendements.

RÉSULTATS

Ils sont excellents comme l'atteste la figure N°6. Nous obtenons une réponse qui tient dans un couloir de ± 2 dB. La fréquence de coupure est bien de 2 800 Hz et les pentes proches de celles d'un filtre de type Linkwitz-Riley du 4^{ème} ordre. Le rendement s'établit à 87 dB / 1.W / 1 m. Nous avons préféré ne pas atténuer la légère remontée de niveau entre 12 et

LE SP1460 DE PHL AUDIO

Figure 5
filtre passif

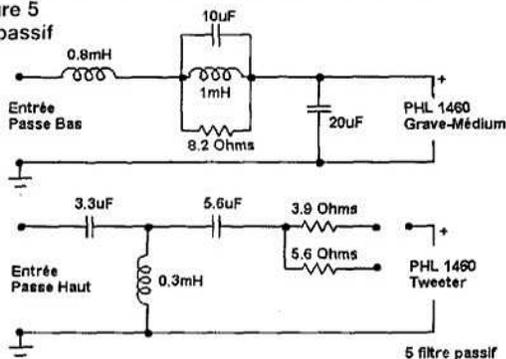


Figure 6 Sensitivity Magnitude - dB SPL/watt (8 ohms, 01.00 meters)

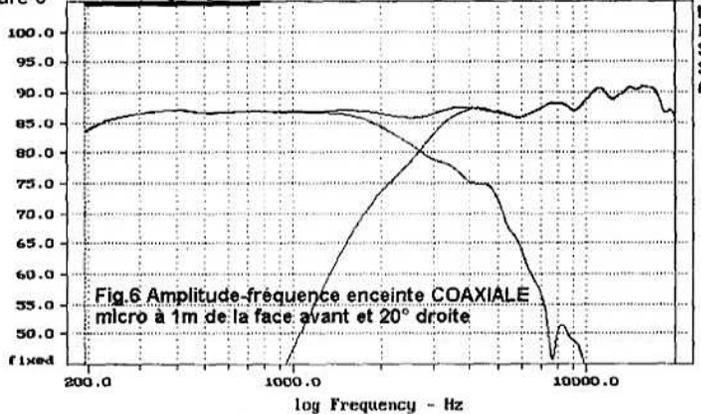


Figure 7 Fig.7 Directivité entre 0° et 60° de l'axe

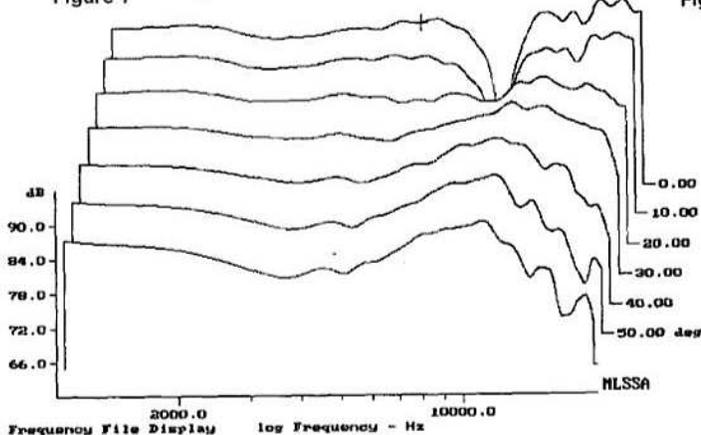
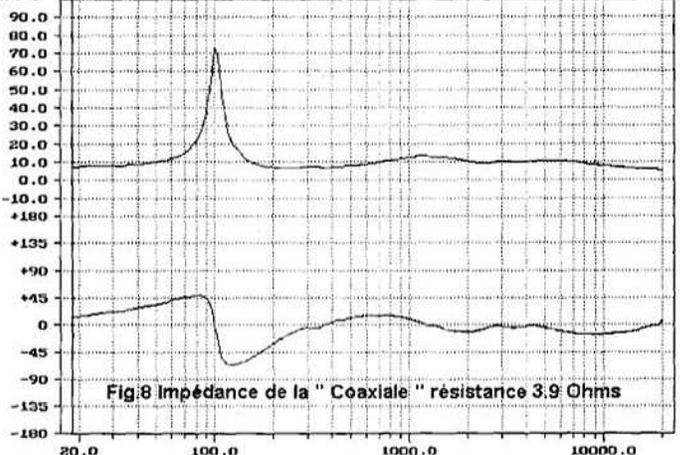


Figure 8 Impedance Bode Plot - ohms (eq)



18 kHz, car cela génère un léger surcroît de définition très agréable à l'écoute.

La directivité de cette mini enceinte est très faible, comme on peut le constater d'après la figure N°7. On remarque l'anomalie de phase aux environs de 8 kHz à 0° et à 10° qui disparaît complètement à partir de 20°. A 60° le niveau d'aigu ne commence à chuter qu'à partir de 10 kHz.

La courbe d'impédance, présentée figure N°8 est très régulière et presque résistive à partir de 300 Hz. Cette enceinte sera donc particulièrement facile à piloter pour les amplificateurs.

CONCLUSION TECHNIQUE

Le cahier des charges est largement respecté, de surcroît la COAXIALE a une très bonne directivité pour une enceinte à haut-parleur coaxial. Le rendement réel

s'établit à 87 dB pour 1 W à 1 m. Un ampli de puissance supérieure à 50 W est souhaitable pour en exploiter toutes les qualités. L'énergie et l'espace sonore que la «COAXIALE» est capable de délivrer, sont vraiment incroyables.

L'impédance très régulière et quasiment résistive, qui se situe légèrement au dessus de 8 Ω, représente une charge très facile à maîtriser pour un amplificateur.

Cette mini enceinte est à utiliser avec un caisson de grave (qui pourrait être unique) tel celui publié récemment dans la revue. Les caractéristiques du filtre actif seront les suivantes :

* Filtre passe haut Butterworth 2^{ème} ordre, Fc : 125 Hz (c'est à dire une seule section de filtrage).

* Filtre passe bas Linkwitz-Riley 4^{ème}

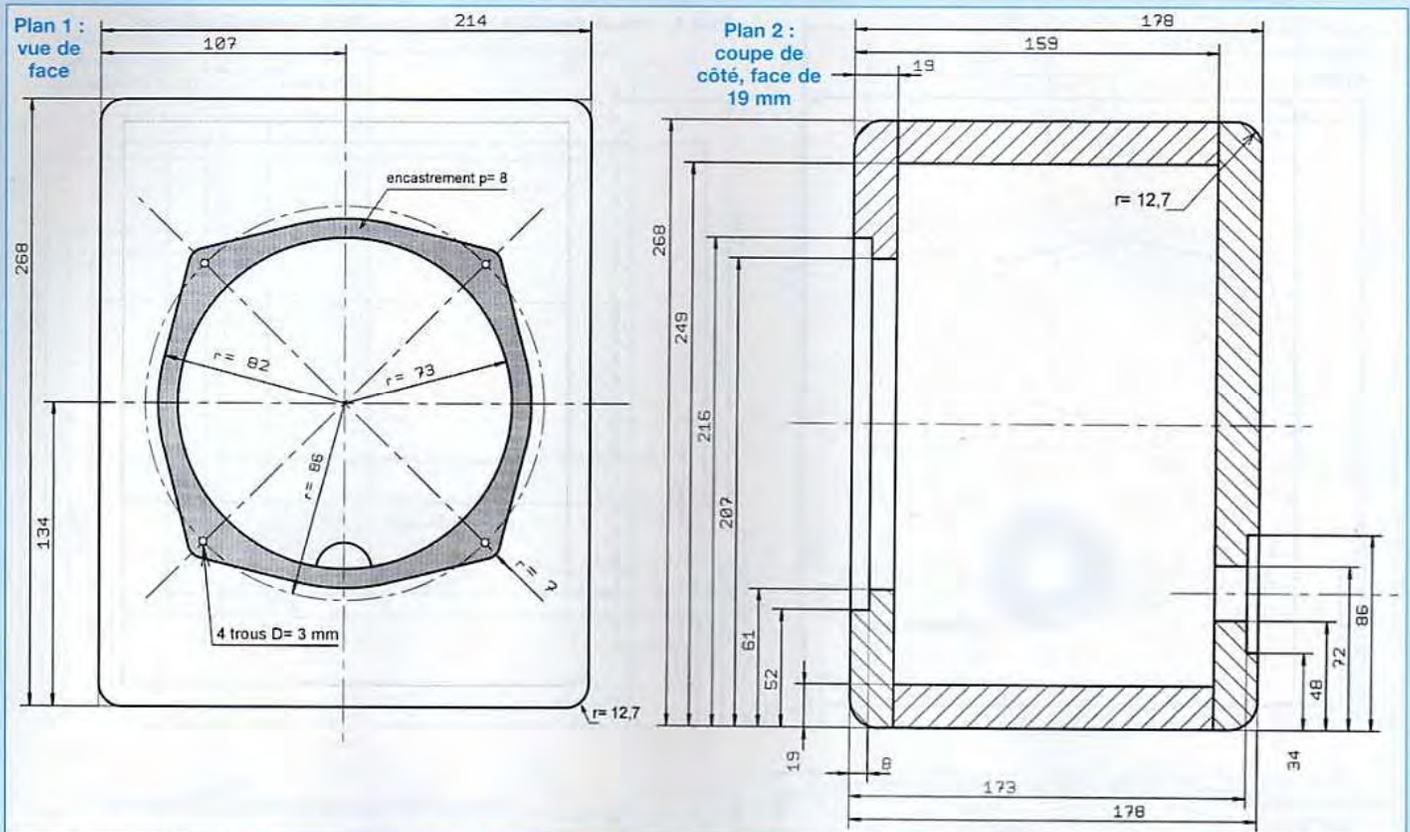
ordre, Fc : 125 Hz (c'est à dire deux sections de filtrage Butterworth 2^{ème} ordre en série).

Bien que l'étude n'ait pas été faite dans ce but, Il reste parfaitement envisageable de monter le haut-parleur SP1460 dans le coffret Bass Reflex de 12 litres décrit pour «EURIDIA 2000» (en omettant bien sûr les perçages pour le tweeter). La fréquence de coupure basse passe alors à quelques 55 Hz (-3dB) et permet ainsi de se dispenser d'un caisson supplémentaire. On peut utiliser le même filtre passif que pour la mini enceinte.

REVUE DE DETAILS

CONSEILS ET TOURS DE MAINS

Dans les n°158 et 159, tout ou presque a été dit dans nos explications pour réali-



ser EURIDIA 2000. C'est pourquoi nous vous conseillons de vous y reporter afin de prendre connaissance des astuces, des tours de mains, ainsi que des renseignements concernant les matériaux, la colle, la visserie etc..

LE COFFRET

Les plans n°1 à 12 et la photo 3, vous présentent les contours et les dimensions du petit caisson : largeur 214 mm, hauteur 268 mm et profondeur 178 mm.

Un rapide examen des plans permet de constater la simplicité de conception de cette « mini boîte » : un simple cube. La charge étant de type clos, il n'y aura pas de panneaux internes. Cela donne un coffret simple, compact et très facile à construire.

Nous demeurons fidèles au panneau de médium hydrofuge de 19 mm d'épaisseur qui nous donne entière satisfaction,

mais le cas échéant, l'aggloméré hydrofuge fera aussi l'affaire.

Nous comblerons plus tard le volume interne derrière le moteur du 17 cm, par du matériau d'amortissement (laine de verre Isover Telstar), pour maîtriser les turbulences de l'onde arrière.

Pour des raisons d'esthétique et d'écoulement de l'air sur la face avant, toutes les arêtes ont été usinées en 1/4 de rond afin d'adoucir les angles. Sans outillage spécial (fraise 1/4 rond) cette opération pourra se faire manuellement, avec une râpe à bois. Sinon, laissez les arêtes vives, cela ne détruira pas les qualités intrinsèques de la COAXIALE.

LA FACE AVANT (PHOTO 3)

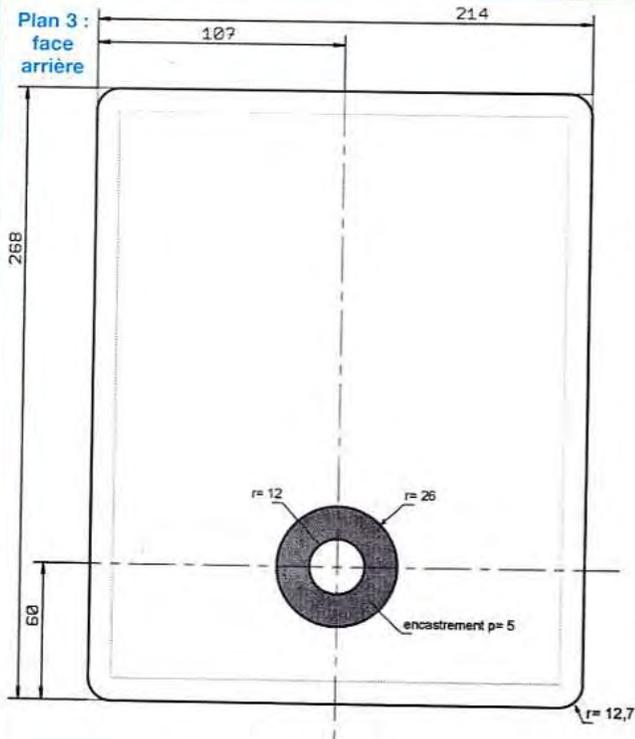
Nous vous proposons deux options pour réaliser la face avant. Vous choisirez selon vos compétences et votre outillage. Les dimensions réduites de cette

face, 214 mm x 268 mm, n'imposent pas une épaisseur supérieure à 19 mm, ce qui nous affranchira de la plupart des turbulences constatées sur un bafflage de trop grande surface (plans 1, 2, 4 et 5). Il faudra donc fraiser dans l'épaisseur du panneau pour obtenir l'encastrement du 17 cm. Cet usinage se fera avec un outillage spécialisé, en l'occurrence: une toupie sur table ou une défonceuse portative, que les amateurs avertis et les spécialistes sauront manipuler.

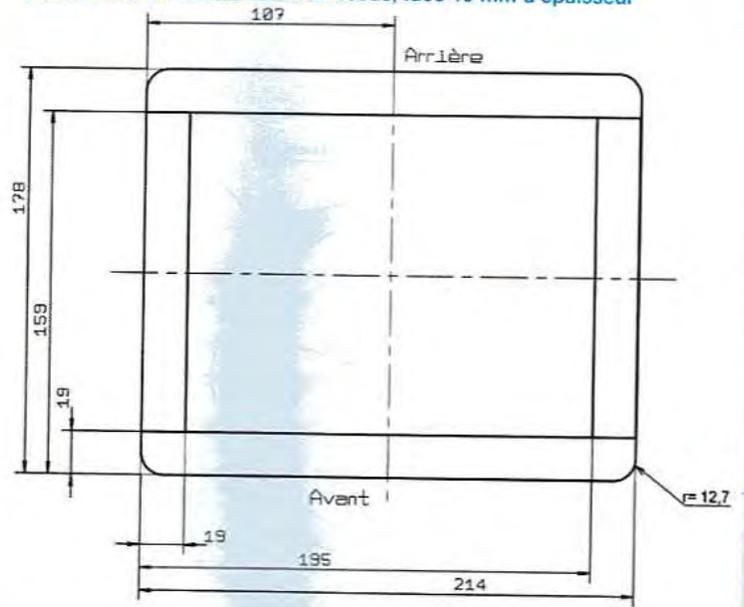
Si vous ne possédez pas un tel outillage, vous aurez recours à la seconde solution : le contre-collage de deux épaisseurs de panneaux (plans n° 6, 7, 8, 9 et 10), l'un de médium de 8 mm et l'autre en aggloméré ou médium hydrofuge de 19 mm. Le boomer-médium sera ainsi encasté dans le panneau de 8 mm d'épaisseur. Une scie sauteuse suffira pour pratiquer les découpes dans les panneaux de 8 et 19 mm.

LE SP1460 DE PHL AUDIO

Plan 3 :
face
arrière



Plan 4 : vue de dessus ou de dessous, face 19 mm d'épaisseur



Plan 5 :
vue de dessus,
intérieure

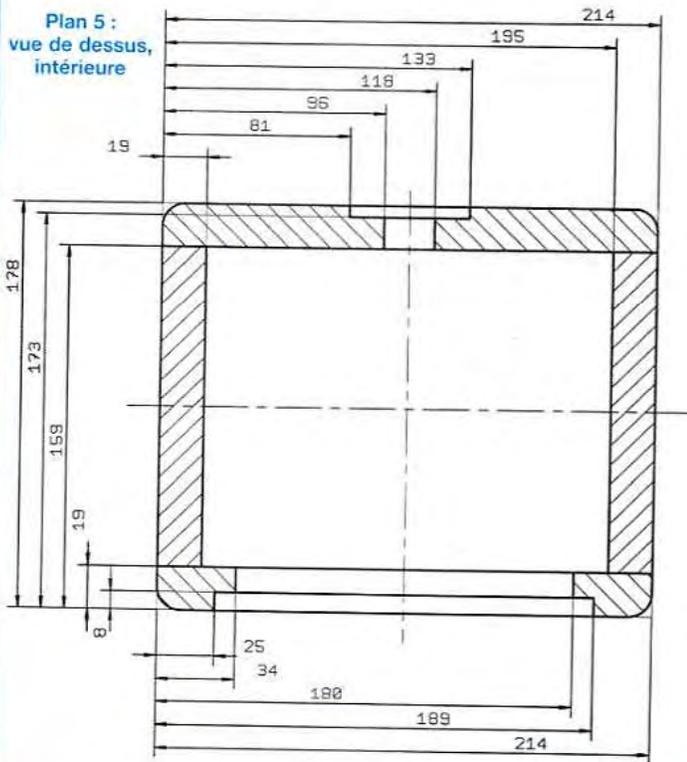
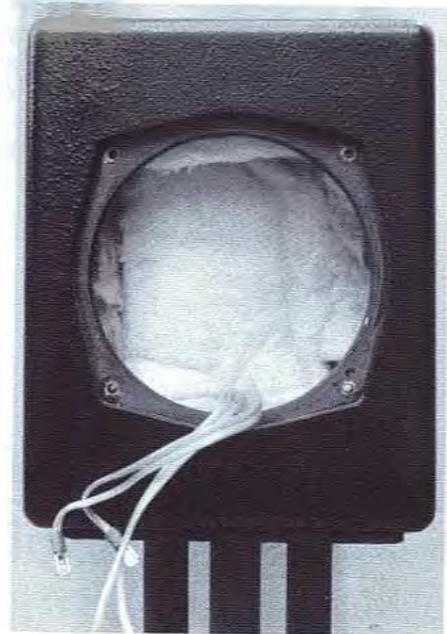
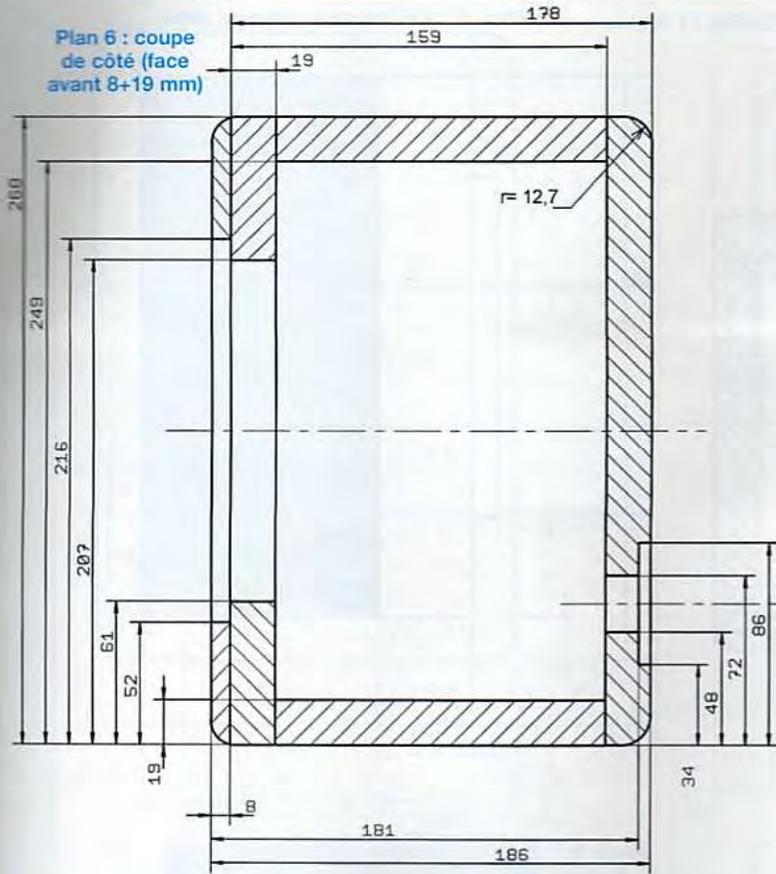


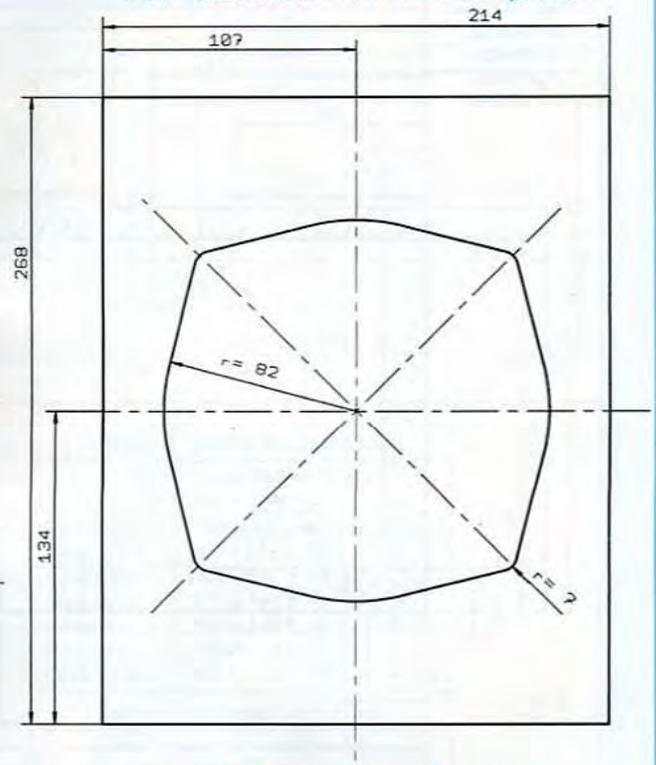
Photo 3 : vue de l'avant sans le HP SP1460



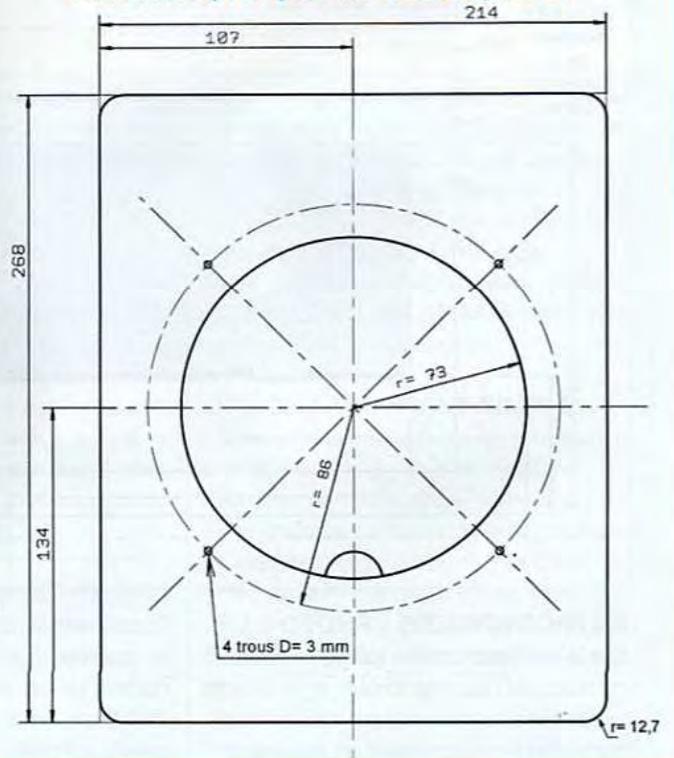
Plan 6 : coupe de côté (face avant 8+19 mm)



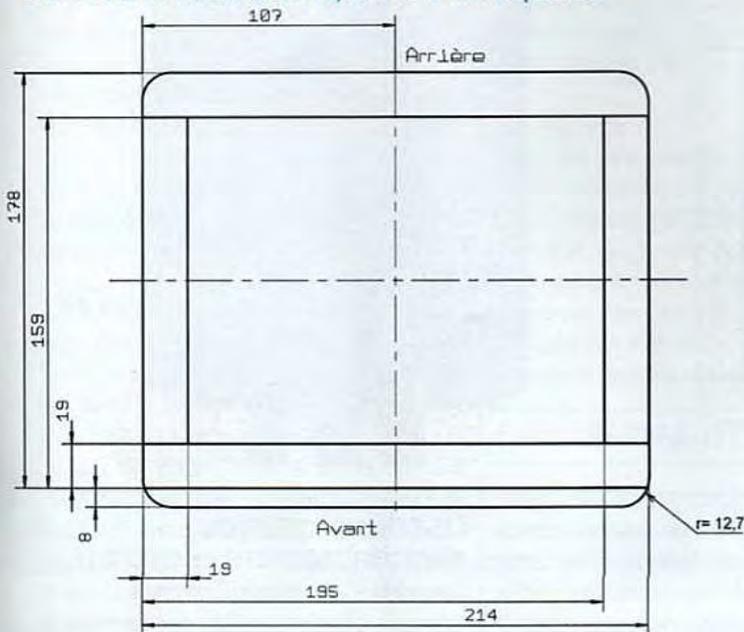
Plan 7 : contre face avant de 8 mm d'épaisseur



Plan 8 : découpe HP pour face 19 mm d'épaisseur

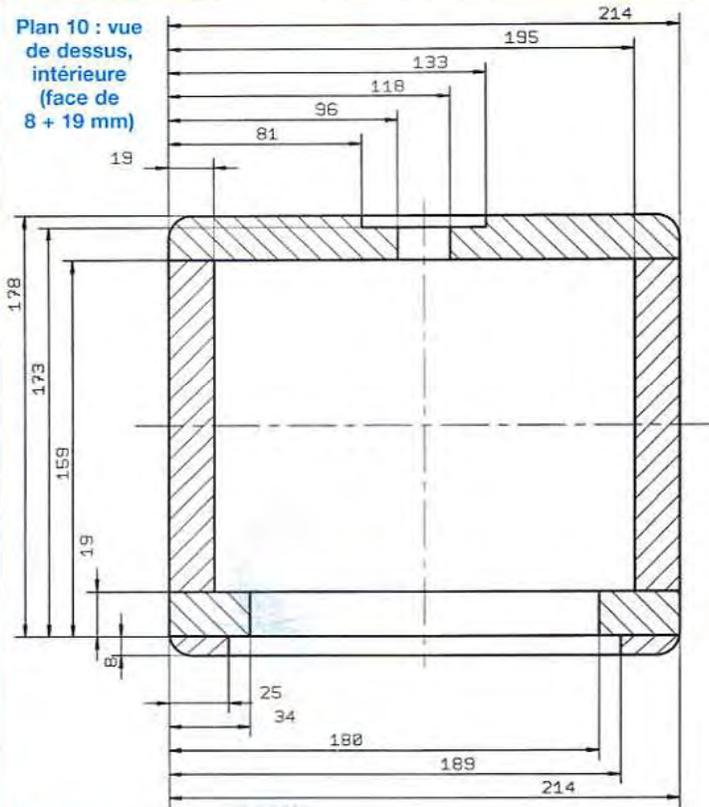


Plan 9 : vue de dessus/dessous, face 8+19 mm d'épaisseur

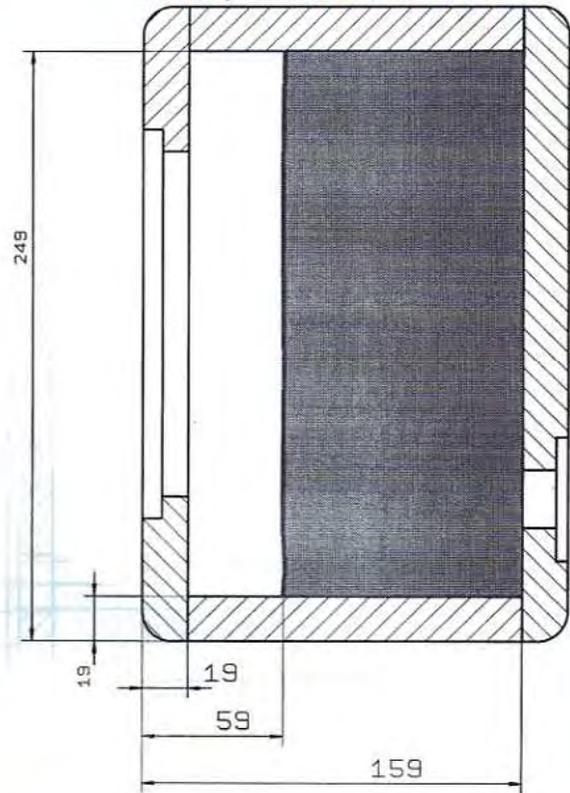


LE SP1460 DE PHL AUDIO

Plan 10 : vue de dessus, intérieure (face de 8 + 19 mm)



Plan 11 : position de la laine de verre



Plan 12 : position de la laine de verre

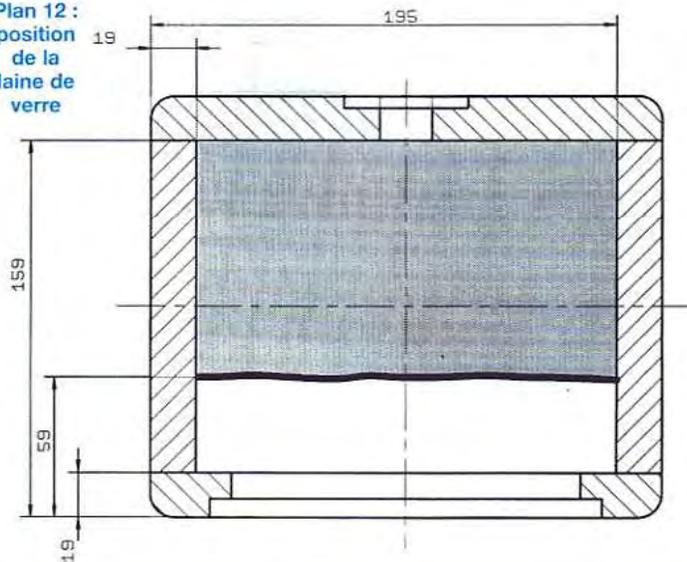


Photo 2 : la face arrière



LA FACE ARRIÈRE (PHOTO 2)

Sur le panneau arrière, (plans n° 2, 3 et 5 on retrouve l'usinage circulaire de 22 mm prévu pour le connecteur spécial haut-parleur et l'encastrement de sa platine.

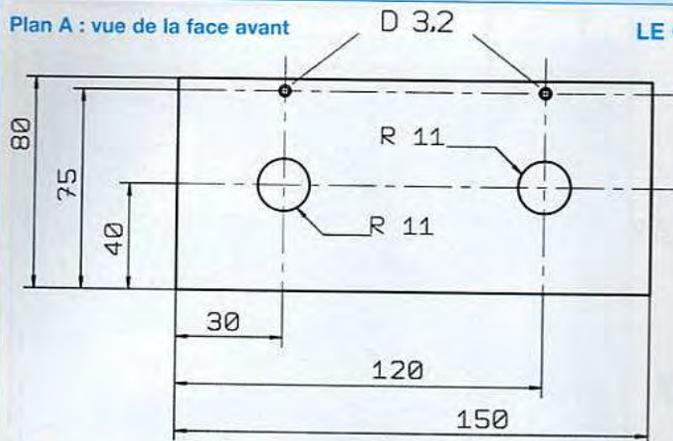
Concernant la platine de fixation, compte tenu de sa faible épaisseur, elle supportera de ne pas être encastrée. Vous déciderez en fonction de votre équipement.

LE CONNECTEUR DE RACCORDEMENT (PHOTO 2)

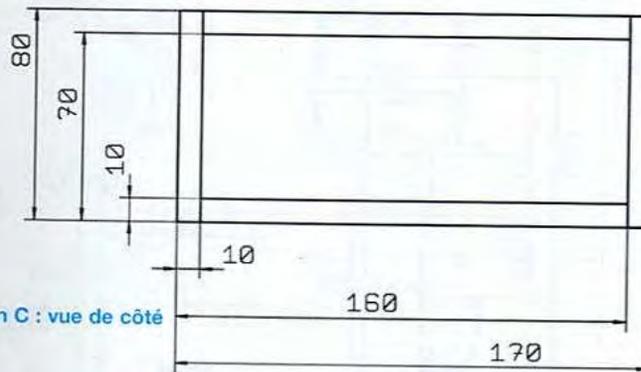
Désormais devenu un standard dans le domaine professionnel, le connecteur à quatre pôles Neutrik Speakon NL4 MPR

LE COFFRET DU FILTRE PASSIF

Plan A : vue de la face avant



Plan C : vue de côté



Plan B : vue de la face arrière

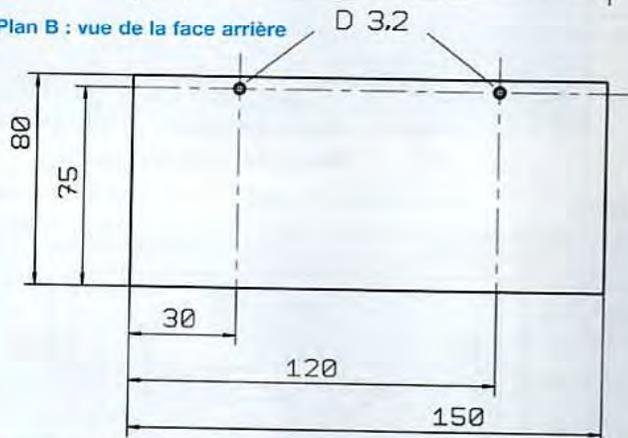


Tableau 3 : débits des panneaux

Dimensions des débits pour deux caissons		
Désignation	Dimensions	Quantités
Face avant	268 x 214 x 19	2
Côté gauche	268 x 140 x 19	2
Côté droit	268 x 140 x 19	2
Dessus	196 x 140 x 19	2
Dessous	196 X 140 x 19	2
Face arrière	268 X 214 x 19	2

Tableau 4 : contre face avant

Panneau pour un caisson avec face 19 + 8 mm		
Désignation	Dimensions	Quantité
Contre face avant	268 x 214 x 8	1

à platine circulaire de grand diamètre, comporte quatre points de fixations et trouvera sa place sur la face arrière, monté en applique ou en encastrement. Sur ce connecteur, viendront se souder quatre câbles qui raccorderont les deux composants du coaxial. Le même modèle équipera les coffrets des filtres passifs deux voies.

LES PIEDS

Une fois terminés, vous pourriez poser avec avantage ces caissons sur les pieds CONRAD ELECTRONIC référence 7245 524-14, que nous avons adoptés et décrits pour EURIDIA 2000. Ils sont élégants, efficaces (à condition d'opérer les modifications prescrites dans le Led n° 158) et bon marché. De surcroît, les caissons seront isolés et à la bonne hauteur de l'auditeur assis confortablement dans son fauteuil. C'est la solution

idéale pour poser vos enceintes qui, parce qu'elles sont petites, sont d'autant plus délicates à placer à bonne hauteur.

LE FILTRE

Tous les composants des filtres passifs deux voies, seront intégrés dans des minis coffrets. Nous restons fidèles à ce concept qui a fait l'objet d'une étude sérieuse pour la précédente réalisation et a prouvé ses qualités et son efficacité. Les plans A à H et les photos 6, 7, 8, 9, montrent tous les détails du filtre 2 voies.

LA CONSTRUCTION

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

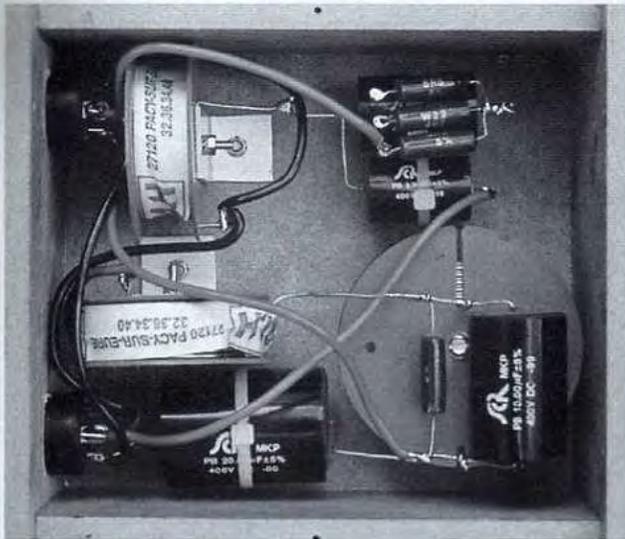
disposez de tous les éléments pour la construction : panneaux, visserie ou clous, sans oublier l'outillage. Après les débits des panneaux, contrôlez toutes les dimensions, cela évitera des surprises désagréables au montage. Après avoir choisi l'un ou l'autre modèle, vous calculerez les débits à l'aide des tableaux 3 et 4, ci-dessus.

OPTION FACE AVANT SIMPLE

* Vous effectuerez le tracé en vous aidant des plans n°1, 2, 4 et 5. Pratiquez les découpes à l'aide d'une scie sauteuse et les encastresments avec une défonceuse. * Consultez les plans n° 1, 2 et 5 pour le tracé du panneau de 19 mm, ainsi que les plans n° 6, 7 et 10 pour le panneau de 8 mm d'épaisseur. Le tracé du 17 cm, directement au crayon et aux instruments, est un peu délicat.

* Une autre méthode, plus simple : les

Photo 6 : le filtre câblé, vue intérieure



Plan H :
implantation
et câblage

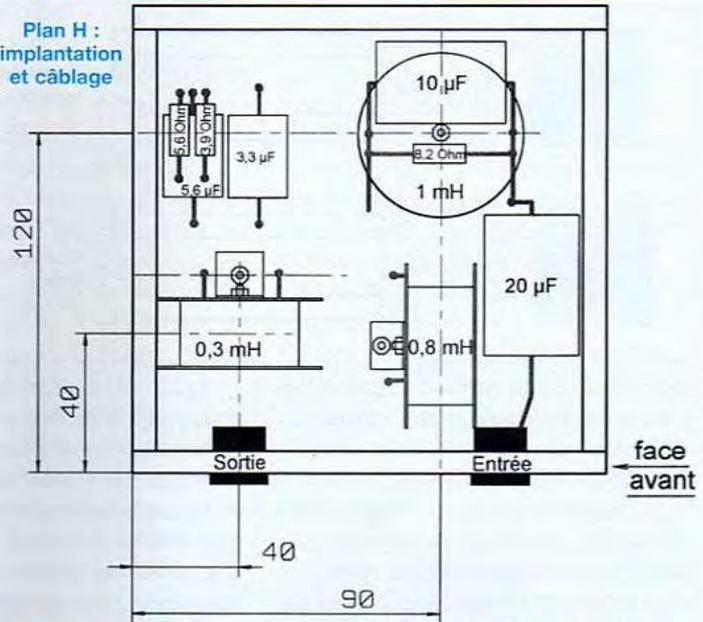


Photo 7 : le filtre avec le câble d'interconnexions



Photo 8 : les filtres, vue de l'avant

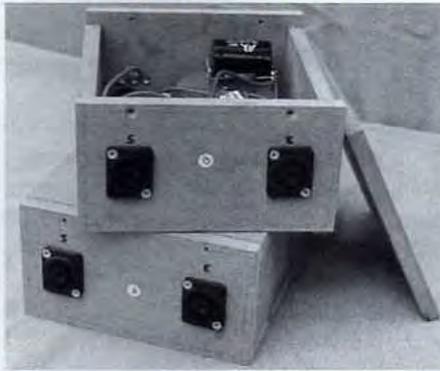


Photo 9 : le filtre ensablé



* Puis, finissez les découpes avec une râpe ou une lime moyenne.

* Enfin, ébavurez et lissez les bords avec du papier de verre, grain moyen de 100/120.

LA FACE ARRIÈRE PORTANT LE CONNECTEUR

Le panneau arrière recevra le connecteur Neutrik. Les plans 2, 3, 5, 6 et 10 indiquent le tracé et les dimensions d'usinage.

Vous pouvez l'encastrer, sinon posez-le en applique. Vous effectuerez la découpe avec une mèche de 22 mm de diamètre et l'encastrement avec une défonceuse.

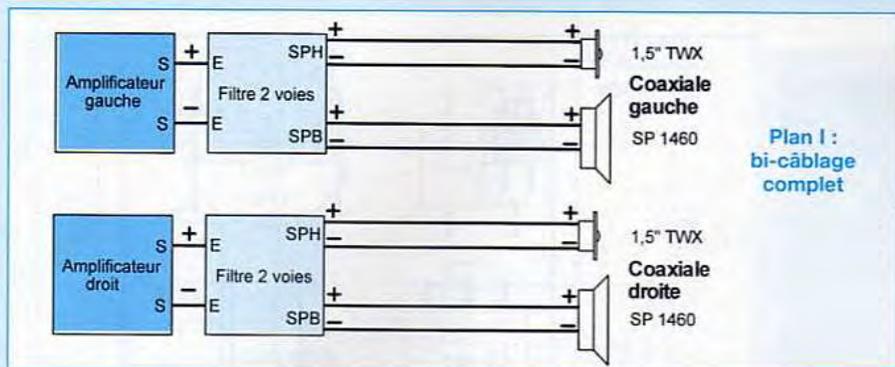
CONSEILS

Vous pouvez choisir entre deux méthodes pour assembler les panneaux. La première consiste à visser les panneaux entre eux à l'aide de vis VBA de 4x40 mm, têtes fraisées ou simplement avec des pointes sans tête de 2x40 mm. Si vous avez choisi le médium, nous vous conseillons les pointes fines afin d'éviter un éclatement des panneaux dans la tranche, comptez deux vis ou pointes sur chaque côté de panneau. Pour les vis, prévoyez de fraiser le panneau pour encastrer les têtes en profondeur et percez des avant-trous de 3 mm de diamètre, dans la tranche des panneaux. Ces trous seront remplis plus tard

de mastic pour la finition. Il existe des fraises très pratiques effectuant le perçage et le fraisage en fin de course, en une seule opération.

Les opérations de débit, tracé et usinage terminées, ébavurez tous les panneaux avec un papier de verre de grain moyen de 100/120, sur les deux faces. Vous devrez effectuer un autre ponçage sur les champs et les parties planes qui s'assembleront par collage, ce qui est très important, car la surface des panneaux de CTBH ou de médium hydrofuge produit un genre de paraffine, qui empêche la colle de pénétrer à cœur.

Terminez par un bon coup d'aspirateur, pour enlever la poussière. Insistez sur les



champs là où la sciure trouve refuge dans de nombreuses petites cavités.

PREMIER ASSEMBLAGE

* En vous référant aux différents plans concernés, prenez un panneau de côté (268x214x19 mm), le dessus et le dessous (196x140x19 mm). Encollez les parties à coller et assemblez les avec des vis ou des pointes.

* Ensuite, montez le deuxième panneau de côté (268x214x19 mm). Continuez par la pose de la face arrière préalablement usinée (passage du connecteur vers le bas).

* Enfin, terminez par la face avant après avoir effectué la découpe et l'encastrement du haut-parleur.

* Si vous avez opté pour la face avant en deux épaisseurs, après avoir fixé le premier panneau (face avant de 19 mm), encollez toute la face avant.

* Puis, positionnez le panneau de 8 mm d'épaisseur, vérifiez le centrage des deux découpes du 17 cm et fixez la contre-face avec quelques pointes sans tête.

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

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

* Avec un chasse-pointes, enfoncez toutes les têtes des pointes d'au moins 1 mm ; Si vous envisagez l'arrondi en 1/4 de rond sur toutes les arêtes, il faudra enfoncez les têtes de 5 mm au minimum afin d'éviter de casser la fraise.

* Bouchez toutes les têtes de vis et les trous avec du mastic synthétique à base de deux composantes (pâte époxy + durcisseur) comme le Sintofer. Le célèbre Sintofer est plus facile à travailler et à appliquer car il accroche mieux sur la surface métallique des vis.

* Attendez 24 heures puis poncez le surplus de mastic avec du papier abrasif moyen et fignez avec du grain fin (200).

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

* Vos caissons sont prêts pour la suite des évènements.

FINITION DE L'ÉBÉNISTERIE

Chacun choisira selon ses désirs et ses compétences en la matière. Placage, stratifié, peinture, le choix est vaste et sans limite. Nous vous invitons à vous reporter aux conseils et tours de mains prodigués dans les numéros 158 et 159.

LE TRAITEMENT ANTI-VIBRATOIRE

Dans le numéro 159 vous trouverez notre étude sur les matériaux anti-vibratoires et les références des produits, dont il vous faut revêtir l'intérieur de chaque caisson. Nous avons opté pour le bitume en plaque autocollante car il est disponible chez tous les accessoiristes automobiles et qu'il est très bon marché.

La découpe se fera avec un cutter. Le tableau 5 indique les débits de ces plaques de bitume.

* Commencez par introduire et coller le panneau du côté gauche.

* Continuez par le côté droit.

* Ensuite, collez le dessous et le dessus.

* Terminez par le panneau de la face arrière, sans oublier de dégager préalablement le trou de passage du connecteur Speakon.

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

CÂBLAGE ET FINITION DES CAISSONS

Le connecteur Neutrik-Speakon simplifie le branchement du haut-parleur coaxial. Câblez les embases Speakon à quatre broches avec du câble de bonne qualité, comme de l'O.F.C. par exemple (cuivre sans oxygène) ou du câble employé pour les cordons de mesures, d'au moins 1,5 mm² de section (du 2,5 mm² serait parfait).

Nous observerons la norme de raccordements standard suivante :

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

* Borne - du boomer-médium à la borne 1- du connecteur.

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

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

PRÉ-CÂBLAGE DES DEUX CONNECTEURS SPEAKON

* Coupez 2 fils rouges de 25 cm de longueur.

* Coupez 2 fils bleus de 25 cm de longueur.

* Coupez 4 fils noirs de 25 cm de longueur.

* Dénudez chaque extrémité sur 5 mm de longueur.

* Sur une des deux extrémités de chaque fil, sertissez ou soudez une cosse Faston qui est fournie dans le kit de chaque connecteur (4 par sachet).

Tableau 5 : débits du bitume en plaque de la marque RestAgraf

Dimensions des débits du matériel anti-vibratoire		
Désignation	Dimensions	Qtés
Face gauche interne	230 x 140	2
Face droite interne	230 x 140	2
Face dessus interne	140 x 172	2
Face dessous interne	140 x 172	2
Face arrière interne	226 X 172	2

Tableau 6 : débits des panneaux

Dimensions des débits pour les boîtiers des filtres		
Désignation	Dimensions	Quantités
Face avant	150 x 80 x 10	2
Face arrière	150 x 80 x 10	2
Côté droit	150 x 60 x 10	2
Côté gauche	150 x 60 x 10	2
Dessus	150 x 150 x 10	2
Dessous	150 x 150 x 10	2

- * Aux autres extrémités, sertissez ou soudez une cosse Faston femelle de 6,35 mm (8 au total).
- * Prenez un fil noir et enfichez la cosse Faston Speakon (petit modèle) sur la borne 1- du connecteur.
- * Prenez un deuxième fil noir et enfichez la cosse Faston Speakon (petit modèle) sur la borne 2- du connecteur.
- * Prenez un fil rouge et enfichez la cosse Faston Speakon (petit modèle) sur la borne 1+ du connecteur.
- * Prenez un fil bleu et enfichez la cosse Faston Speakon (petit modèle) sur la borne 2+ du connecteur.
- * Renouvelez l'opération pour le second connecteur.
- * Si vos caissons sont complètement achevés (décoration comprise), placez et fixez les deux embases des connecteurs Speakon sur le fond de chaque caisson avec quatre vis Pozydriv de 3 x 15 mm à tête fraisée.
- * Attrapez les fils de chaque haut-parleur par la face avant et sortez les par la découpe avant du haut-parleur.
- * En observant les plans 11 et 12, découpez les deux coussins de laine de verre aux dimensions (230x175x100), placez-les à l'intérieur du volume de chaque caisson. N'oubliez pas d'ôter la feuille de papier kraft auparavant. Le matelas de matériau amortissant placé juste derrière

le moteur du 17 cm brisera efficacement l'onde arrière.

* Récupérez les fils de raccordements des haut-parleurs, puis placez le boomer-médium devant son logement.

* Enfichez les cosses Faston de 6,35 mm sur chaque connecteur mâle correspondant du haut-parleur (voir plus haut les règles de connexions). Le repérage est aisé, car la plaquette où se trouvent les deux fils fins (rouge et noir) est celle du tweeter et la seconde (2 tresses cuivre) est celle du 17 cm.

Nous approchons de la fin. Pour terminer :

* Placez le joint caoutchouc mousse fourni pour chaque haut-parleur PHL dans la gorge du châssis prévue à cet effet.

* Vérifiez attentivement le câblage et emboîtez le haut-parleur dans son encastrement.

* Avec 4 vis VBA de 4,5 mm x 30 mm x 30, à tête demi-ronde, fixez définitivement le 17 cm au caisson.

* Pour les faces avants en double panneaux (19 mm + 8 mm), l'utilisation de vis VBA ou auto taraudeuses de 4,5 mm x 35 mm convient parfaitement.

En revanche, pour les faces «simple panneau» (19 mm) il reste seulement 11 mm d'épaisseur de matière : dans ce cas vous aurez intérêt à placer un écrou à griffes à l'intérieur et à fixer le châssis avec quatre vis métaux de 4 mm de diamètre, mais toujours à tête bombée.

* La dernière opération consiste à placer les caissons sur leurs pieds, à condition bien sûr d'avoir acheté les pieds CONRAD ELECTRONIC. Si c'est le cas, après avoir pratiqué les améliorations (sablage et placage du bitume) vous fixerez les enceintes sur le plateau supérieur de chaque pied, avec quatre vis de 4,5 mm x 30 mm.

LES BOITIERS ET LES FILTRES

Comme pour EURIDIA 2000, les filtres sont placés à l'intérieur de deux boîtiers (un pour chaque voie) en médium de

10 mm d'épaisseur. Nous vous invitons de nouveau à consulter le Led n° 159 pour plus de détails concernant notre démarche au sujet des filtres.

* Le tableau 6 indique toutes les dimensions des débits des minis panneaux. Les plans A à E vous guideront efficacement pour l'assemblage.

* Commencez par débiter les pièces.

* Réalisez les trous de 22 mm, sur les deux faces avant.

* Percez les passages des vis VBA qui fermeront les boîtiers, et les fixations des composants, sur le fond.

* Collez les pièces et maintenez avec des pointes fines sans tête, afin d'éviter l'éclatement dans la tranche du matériau.

* Laissez sécher les boîtes quelques heures.

* Finissez par un ponçage fin de toutes les faces.

* Ces boîtes pourront être peintes en noir par exemple.

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

Les composants sont interconnectés en câblant directement entre elles les queues de chaque élément (voir photo 6). Respectez scrupuleusement la position de chaque composant car elle a été optimisée pour obtenir le minimum de nuisances et de rayonnement magnétique (se reporter au n°159 pour plus de détails).

Le plan G et la photo 6 faciliteront l'implantation des composants, leur câblage et les raccordements aux connecteurs Speakon situés en face avant. Le tableau 7 énumère la liste des composants électriques des filtres.

Tous les éléments mécaniques, équerres et visserie, sont en métal amagnétique : aluminium ou laiton. Une colonnette de 30 mm de hauteur fixe la self à plat (1 mH) ; l'autre bobine est fixée verticalement sur une équerre en aluminium (plans F) : les condensateurs sont maintenus au fond du boîtier par des colliers sur embase plastique.

Tableau 7 : nomenclature des composants

Nomenclature des composants des filtres		
Désignation	Références	Quantités
Self de 1mH	R.A.H. 1mH fil de 12/10e	2
Self de 0,8 mH	R.A.H. 0,8 mH fil de 12/10e	2
Self de 0,3 mH	R.A.H. 0,3 mH fil de 12/10e	2
Condensateur de 20 µF	S.C.R. 20 µF/400 V polypropilène	2
Condensateur de 10 µF	S.C.R. 10 µF/400 V polypropilène	2
Condensateur de 6,8 µF	S.C.R. 6,8 µF/400 V polypropilène	2
Condensateur de 3,3 µF	S.C.R. 3,3 µF/400 V polypropilène	2
Résistance de 3,9 Ω	Résistance bobinée de 3,9 Ω 6/8 W	2
Résistance de 5,6 Ω	Résistance bobinée de 5,6 Ω 6/8 W	2
Résistance de 8,2 Ω	Résistance bobinée de 8,2 Ω 6/8 W	2
Désignation	Références	Quantités
Connecteur embase	Embase Speakon Neutrik NLAMPR	6
Connecteur mâle	Fiche Speakon Neutrik NL4FC	6

Lorsque vous disposez de tous les composants électriques et mécaniques, commencez le câblage des filtres dans l'ordre suivant :

- * Montez les équerres sur les selfs de 0,8 et de 0,3 mH (avec des vis en laiton).
 - * Montez les colonnettes laiton de 30 mm de hauteur, sur la self de 1 mH.
 - * Fixez la self de 1 mH sur le fond du boîtier.
 - * Fixez les selfs verticales de 0,8 et 0,33 mH.
 - * Placez et fixez les embases plastiques ou colliers des condensateurs de 3,3 / 6,8 et 20 µF.
 - * Positionnez les condensateurs sur leurs emplacements respectifs et serrez les colliers «plastique» pour les maintenir solidement.
 - * Etamez les quatre cosses de chaque connecteur Speakon.
- Les entrées se feront sur le connecteur de droite, le câblage sera le suivant :
- * L'entrée du signal audio sur le filtre passe-bas se fera sur la borne 1+.
 - * L'entrée du 0 V sur le filtre passe-bas sur la borne 1-.
 - * L'entrée du signal audio sur le filtre passe-haut se fera sur la borne 2+.
 - * L'entrée du 0 V sur le filtre passe-haut sur la borne 2-.
- Les sorties se feront sur le connecteur de gauche, dont le câblage sera le suivant :
- * La sortie du signal de la cellule passe-bas se fera sur la borne 1+.

- * La sortie du 0 V de la cellule passe-bas se fera sur la borne 1-.
 - * La sortie du signal de la cellule passe-haut se fera sur la borne 2+.
 - * La sortie du 0 V de la cellule passe-haut se fera sur la borne 2-.
- A l'aide du schéma de la figure 5, du plan G et de la photo 6, vous câblerez selon les instructions suivantes :
- * Coupez 6 fils noirs de 100 mm de longueur.
 - * Coupez 1 fil rouge de 140 mm de longueur.
 - * Coupez 1 fil rouge de 70 mm de longueur.
 - * Coupez 1 fil bleu de 140 mm de longueur.
 - * Coupez 1 fil bleu de 80 mm de longueur
 - * Dénudez toutes les extrémités des fils, sur 5 mm et étamez-les.
 - * Prenez une embase Speakon, (elle sera montée à droite sur la face avant, entrées).
 - * Sur la borne 1+ soudez le fil rouge de 70 mm de longueur.
 - * Sur la borne 1- soudez un fil noir de 100 mm de longueur.
 - * Sur la borne 2+ soudez le fil bleu de 140 mm de longueur.
 - * Sur la borne 2- soudez un fil noir de 100 mm de longueur.
 - * Prenez une autre embase Speakon, qui sera montée à gauche sur la face avant (sorties).
 - * Sur la borne 1+ soudez le fil rouge de 140 mm de longueur.

- * Sur la borne 2+ soudez le fil bleu de 80 mm de longueur.
- * Sur la borne 2- soudez le fil noir de 100 mm de longueur.
- * Répétez l'opération pour la deuxième paire d'embases.
- * Placez l'embase de droite (entrées), contre la face avant (trou de 22 mm) en la positionnant à l'envers, c'est-à-dire que l'inscription Neutrik se lira à l'envers et se trouvera en haut.
- * Avec quatre vis VBA de 3x 10 mm à tête fraisée, fixez l'embase à la face avant.
- * Renouvelez l'opération précédente pour l'embase de gauche.
- * Placez le boîtier avec les connecteurs devant vous.
- * Ajustez et soudez la queue du condensateur de 20 µF sur la borne 1- du connecteur d'entrée (droite).
- * Pliez les deux queues du condensateur de 10 µF (voir photo) et soudez la résistance de 8,2 Ω sur celles-ci (par sécurité, faites une spire enroulée sur chaque queue).
- * Cambrez verticalement les deux fils de la self de 1 mH et soudez-y le couple résistance-condensateur que vous venez d'assembler.
- * Placez et soudez l'autre queue du condensateur de 20 µF, près du connecteur, sur la borne d'entrée 1-.
- * Soudez l'autre queue du condensateur de 20 µF, sur la queue droite de la self de 1 mH (à plat).
- * Soudez la queue du fond de la self de 0,8 mH, sur la patte de gauche de la bobine de 1 mH (à plat).
- * Prenez le fil noir de la borne 1- entrée et soudez-le sur la borne 1- du connecteur de sortie.
- * Coupez la queue de la self de 0,8 mH pour qu'il reste environ 10 mm de longueur.
- * Prenez et soudez le fil rouge venant du 1+ du connecteur d'entrée, sur la queue précédemment coupée de la bobine de 0,8 mH.
- * Prenez et soudez le fil rouge venant du 1+ du connecteur de sortie, sur la queue de droite de la self de 1 mH, à l'in-

tersection des $20 \mu\text{F} + 8,2 \Omega$ et la $10 \mu\text{F}$.

* Soudez la queue de la capacité de $6,8 \mu\text{F}$ près de la self de $0,33 \text{ mH}$, sur la queue de gauche de cette même self.

* Cambrez verticalement l'autre queue de la capacité de $6,8 \mu\text{F}$ et soudez-y les résistances de $3,9$ et $5,6 \Omega$ montées en parallèle.

* Faites un œillet avec les deux autres queues de résistances et coupez l'excédent de fil.

Nota : sur les photos, on aperçoit trois résistances. C'était uniquement pour essayer trois points de réglages, mais cette troisième possibilité est inutile.

* Prenez le fil bleu de 80 mm venant de la borne 2+ du connecteur de sortie et soudez le sur un des œillets d'une des deux résistances (la $3,9$ ou $5,6 \Omega$). Cela dépendra du choix du réglage des aigus.

* Pliez et soudez la queue du condensateur de $3,3 \mu\text{F}$ sur les fils déjà soudés de la self de $0,33 \text{ mH}$ et de la capacité de $6,8 \mu\text{F}$.

* Faites un œillet sur l'autre patte du condensateur de $3,3 \mu\text{F}$ et soudez-y le fil bleu de 140 mm de longueur venant de la borne 2+ du connecteur d'entrée.

* Faites un œillet avec la queue de droite (restée libre) de la self de $0,33 \text{ mH}$ et soudez-y le fil noir de 100 mm venant de la borne 2- du connecteur d'entrée et l'autre fil noir venant de la borne 2- du connecteur de sortie.

* Ensuite, continuez avec le deuxième boîtier.

* Lorsque tout est câblé, vous contrôlez toutes les connexions et soudures, à l'aide du schéma de principe de la figure 5, du plan G et des différentes photos du boîtier.

* Si vous possédez un oscilloscope, un générateur de signaux sinusoïdaux et un ampli de puissance, vous pourrez tester le bon fonctionnement des filtres. Enfin, remplir chaque boîtier de sable fin comme le montre la photo 9.

* Une fois les contrôles et les tests effectués, il ne restera plus qu'à confectionner les câbles de liaisons, photo 7, entre les différents éléments ainsi créés.

C'EST LA FIN

Vous êtes presque arrivés au terme de vos efforts. Patientez encore quelques instants, car il reste à confectionner les câbles de liaisons enceintes-amplificateurs.

Maintenant, il vous faut décider du type de liaisons : bi-câblage minimum ou bi-câblage intégral?

Le plan I vous éclaire sur les principes de raccordements. En conclusion, pour le minimum, les boîtiers des filtres se trouveront près des enceintes, avec un câblage direct mais long entre les amplificateurs et les filtres, par contre court entre filtres et enceintes.

Concernant l'intégral, les boîtiers seront près des amplis avec un raccordement court amplis-filtres et long pour la liaison filtres-enceintes. C'est la seconde solution qui est la meilleure techniquement, car la séparation des masses est effectuée très tôt et surtout au plus près des amplificateurs.

Il vous reste donc à câbler les fiches mâles Speakon 4 pôles (4 pièces) en respectant le standard de câblage cité précédemment.

Nous avons découvert chez Leroy Merlin, du câble de $2,5 \text{ mm}^2$ de section, de bonne qualité et à un prix très intéressant. Il est présenté sous blister pour une longueur de 15 m . La gaine est translucide et le conducteur positif repéré par une bande de couleur. Vous le trouverez au rayon électricité.

PRE-ECOUTE

Si vous avez bien suivi nos instructions, votre système sera opérationnel dès la mise sous tension. Vérifiez la mise en phase des haut-parleurs.

Après quelques instants d'écoute de vos CD préférés, vous devrez choisir quelle courbe de réponse des aigus vous paraît la mieux adaptée à votre local d'écoute ou à «vos goûts sonores». Pour cela, il faut déplacer le fil bleu soudé tour à tour

sur la résistance de $3,9 \Omega$ ou la $5,6 \Omega$. Votre choix établi, remplissez les deux boîtiers de sable fin bien tassé et fermez leurs couvercles avec six vis VBA de $3 \times 20 \text{ mm}$.

NOUS AVONS ECOUTE ET...

Nous avons été impressionnés par la dynamique de cette mini enceinte, l'impression de large ouverture d'écoute. En se déplaçant de part et d'autre d'un caisson, on ne constate pas de chute notable du signal sonore.

L'image sonore est cohérente, précise, sans coloration. Nous avons apprécié la définition des aigus retransmis par le tweeter coaxial. On note une légère avancée des voix (médium) qui confère une présence agréable, sans exagération.

Seule, la COAXIALE manque évidemment d'un peu de grave. En écoute triphonique, associée à un caisson actif de grave central, elle révèle sans complexe, toutes ses qualités. L'accident à 9 kHz ne se remarque pas. Avec cette étude, nous sommes heureux de constater qu'un bon haut-parleur coaxial apporte «LA» solution concernant les petits volumes, en conservant la puissance et l'appellation haute-fidélité.

Comme d'accoutumée, nous limitons notre constat d'écoute pour ne pas influencer subjectivement les futurs auditeurs.

Cette étude nous a procuré beaucoup de satisfactions, nous sommes certains qu'elle sera bien accueillie par nos lecteurs passionnés, dont nous attendons les avis.

Jean-Claude GAERTNER
Gabriel KOSSMANN

Remerciements à :

Philippe LESAGE (PHL AUDIO)
Alain OUIILLON-GUIBERT (APG)
Monsieur DORVAL (PROSONOR)
R.A.H., CONRAD ELECTRONIC et S.C.R.

LA TRIODE 845

AMPLIFICATEUR DE 2 x 18 Weff EN SINGLE END

SANS CONTRE-RÉACTION

Si vous aimez la 300B, la 845 ne pourra pas vous laisser indifférents.

Cette triode est magique. Si elle ne se laisse pas facilement apprivoiser, une fois domptée, elle vous restitue une musicalité envoûtante avec une présence de la scène sonore surprenante de réalisme. Les enceintes acoustiques disparaissent de la pièce pour laisser le mélomane devant une scène, en écoute directe. Pouvant fournir jusqu'à 30 Weff en «Single End», elle peut piloter des enceintes à rendement moyen.

C'est le tube qui nous a donné et de loin le plus de difficultés de mise au point, aussi bien pour la partie électronique «Driver» que pour le transformateur de sortie.

Sans l'aide, la patience et les compétences du fabricant de transformateurs ACEA, nous aurions capitulé et cette étude n'aurait pas vu le jour. Cinq transformateurs de sortie, bobinés différemment, ont été nécessaires pour éliminer un à un les problèmes et enfin obtenir le produit définitif acceptable, capable de fonctionner correctement dans la bande de fréquences 20 Hz / 20 kHz.

A la Rédaction, nous sommes très exigeants lors des mesures. Nous ne nous

contentons pas d'observer des signaux sinusoïdaux qui sont en fait assez facilement reproductibles en mesures statiques. Notre préférence se porte sur le carré à 40 Hz et à 10 kHz.

Notre amplificateur fonctionne sans contre-réaction. Nous ne pouvons donc pas modifier, arranger la forme du signal carré récupéré au secondaire du transformateur de sortie. Celui-ci doit être parfait sans la cellule de compensation R/C, donc sans sur-oscillations. ACEA y est parvenu, en nous offrant un superbe transformateur capoté, capable de reproduire un carré propre à 10 kHz avec un temps de montée de 6 μ s ! A ce propos, saviez-vous que le temps de montée d'un carré à 10 kHz pour un lecteur de CD est de 20 à 22 μ s ?

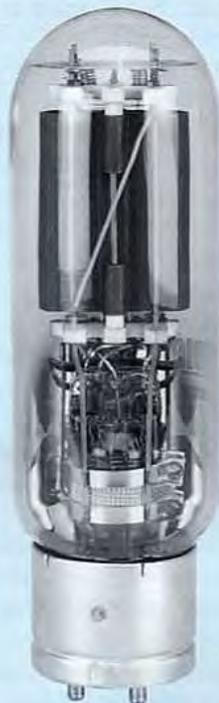
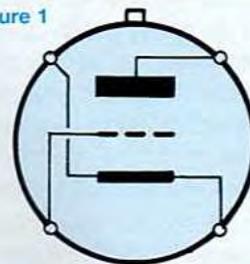


Figure 1



Le gros avantage de la 845 sur la 300B est qu'elle peut fournir une puissance de l'ordre de 20 Weff, soit trois fois plus que la Reine des triodes.

Cette puissance permet de driver dans de bonnes conditions des enceintes de rendements moyens : 92 à 94 dB. Elle est obtenue en surmontant quelques difficultés, telle que la haute tension qui frôle les 1 000 V, la polarisation de grille -Ug qui dépasse les -100 V...

ATTENTION DANGER !

Nous mettons tout de suite et vivement en garde les lecteurs. **Une haute tension de 1 000 V est très dangereuse à toucher.** Ceux qui entreprendront cette étude devront donc suivre **scrupuleusement tous les conseils** donnés lors de la réalisation de l'appareil.

Nous la déconseillons aux débutants et à ceux qui voudraient avoir fini l'appareil avant de l'avoir commencé. **Il faut prendre son temps et bien isoler quelques câbles HT avec de la gaine «thermo»** au niveau des soudures **avant** la première mise sous tension. A part cela, cette étude se traite comme tous les amplificateurs décrits précédemment.

LA TRIODE 845

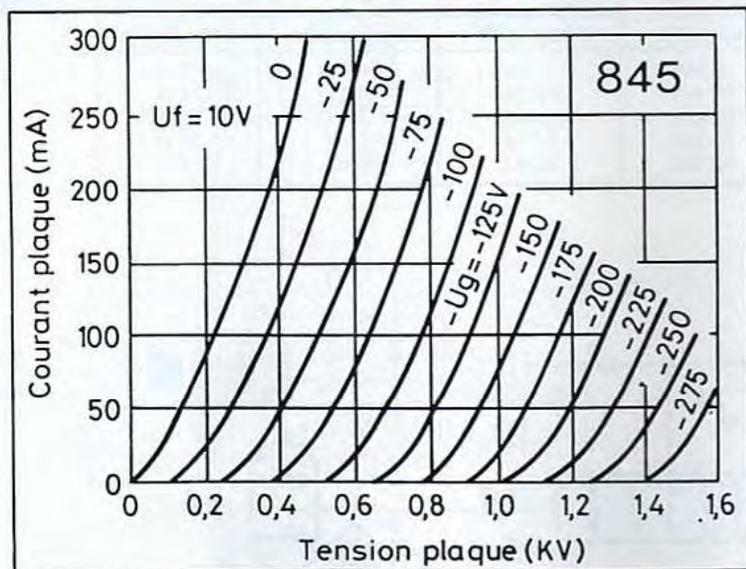
La 845 est une grosse triode à chauffage direct utilisable en classe A ou AB1.

Le tube mesure 190 mm de hauteur pour un diamètre de 60 mm. Une 300B semble bien petite à côté !

Si le filament d'une 300B est bien discret et visible uniquement sur le dessus du bulbe (on aperçoit un léger rougeoi-

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Figure 2



ment), la 845 par contre brille de tous ses feux. Ce filament est bien gourmand en énergie, sa consommation est de 3,25 A sous une tension de 10 V !

Les 4 broches de la 845 ne mesurent que 6 mm de hauteur. Son imposante embase est au standard américain «JUMBO 4 pins». Elles sont montées sur un isolant stéatite cerclé d'une bande d'aluminium. Le support est en stéatite. La cheminée centrale en métal nickelé sert à guider le tube et à le bloquer au moyen d'une baïonnette.

4 languettes montées en «ressort» viennent se plaquer énergiquement contre les broches. Elles sont maintenues au support au moyen de visseries de 5 mm. Le raccordement extérieur à la 845 se fait donc par cosses à souder, vissées à l'embase.

Face à la baïonnette nous avons la sortie filament (+). En tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, nous trouvons ensuite :

- La grille
- Le filament (-) {cathode}
- L'anode (**cette sortie est très dangereuse, car portée à près de 1 000 V.** Il

faudra donc faire très attention à cette interconnexion).

La **figure 1** donne le brochage de la 845 par rapport à son petit ergot. Comme pour tous les tubes, la vue est présentée de dessous.

La linéarité des caractéristiques U_p/I_p de la 845 en fonction de la polarisation grille est exceptionnelle. Cette triode en contre-partie est difficile à utiliser en raison de la tension d'anode très élevée (entre 800 et 1 250 V) et du fort recul de grille (-100 à -150 V) demandant la mise au point d'un étage «Driver» très performant. La 845 fait partie des triodes audio à haute linéarité les plus «transparentes», les plus parfaites que l'on puisse trouver. En extraire la quintessence est une autre affaire, car les résultats d'écoutes dépendent de nombreux paramètres :

- Le transformateur de sortie
- L'alimentation
- L'étage «Driver»
- Les composants passifs ...

La **figure 2** vous montre les caractéristiques U_p/I_p .

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA 845

- Filament :
 - Tension / 10 V
 - Courant / 3,25 A
 - Consommation / 32,5 W
- Anode :
 - Tension max / 1250 V
 - Courant max / 64 mA pour 1250 V
 - Courant max / 120 mA pour 750 V
- Capacités inter électrodes :
 - Avec anode en carbone :
 - Grille / anode / 8,3 pF
 - Grille / filament / 6 pF
 - Filament / anode / 5,6 pF
 - Avec anode en nickel :
 - Grille / anode / 14,5 pF
 - Grille / filament / 6 pF
 - Filament / anode / 4,5 pF

- Coefficient d'amplification : 4,8 à 5,8
- Pente moyenne : 3,1 mA / V
- Brochage : Jumbo 4 broches, supports A4-29 à faibles pertes ou HV-2002, fixation par baïonnettes.
- Filament : tungstène thorié
- Dissipation : l'anode peut dissiper (au maximum) de 75 W à 100 W selon le constructeur
- Refroidissement : ventilation naturelle avec montage vertical impératif.

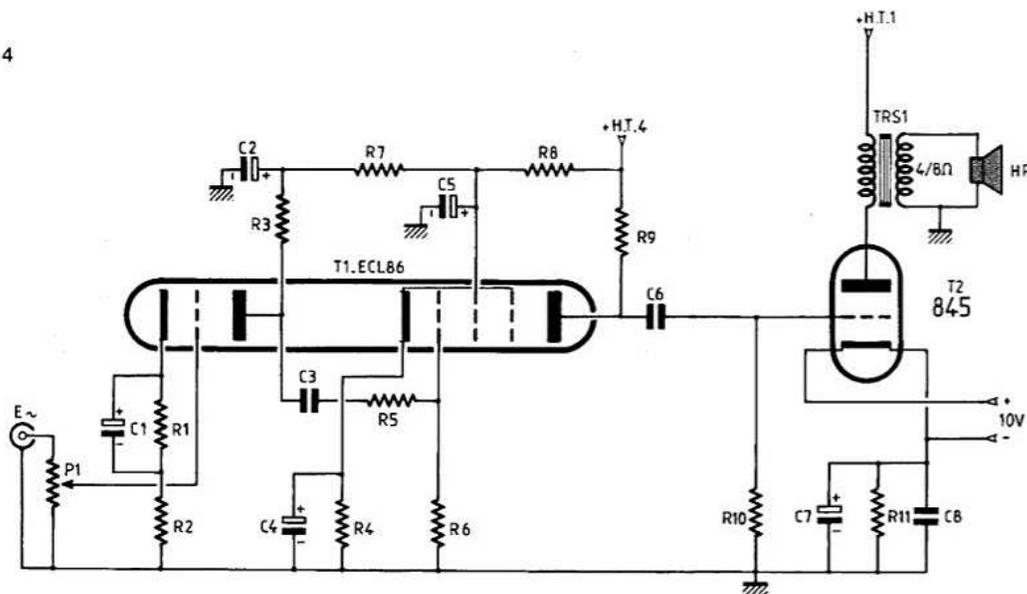
Le tableau de la **figure 3** montre qu'en figuration simple étage, la triode 845 permet d'obtenir une puissance comprise entre 15 et 30 W, pour des tensions d'anode comprises entre 750 et 1250 V. **Pour notre étude, la tension d'alimentation est limitée à 950 V, mais elle reste tout de même très dangereuse.** Elle est le double de celle utilisée sur les autres montages utilisant des 300B, des EL34 ou des 6L6. Il ne sera donc pas question de plonger les doigts dans l'appareil sous tension **sans les avoir protégés par des gants en caoutchouc.** Après avoir réglé l'alimentation, stabilisée, qui est le seul réglage de cet ampli-

UN SINGLE END DE 2 x 18 Weff

Figure 3 : montage en simple étage, classe A

Tension plaque Vp	Polarisation grille Ug	Courant plaque Ip	Résistance interne Ri	Charge anodique Rp	Puissance de sortie Ps
750 V	- 98 V	95 mA	1,7 kΩ	3 400 Ω	15 W
1 000 V	- 145 V	90 mA	1,7 kΩ	6 000 Ω	24 W
1 000 V	- 155 V	65 mA	1,9 kΩ	9 000 Ω	21 W
1 250 V	- 195 V	80 mA	1,7 kΩ	11 kΩ	30 W
1 250 V	- 209 V	52 mA	2,1 kΩ	16 kΩ	24 W

Figure 4



ificateur, nous vous conseillons de visser définitivement les deux capots de l'appareil, celui-ci devant fonctionner parfaitement dès la première mise sous tension.

La 845 doit **impérativement fonctionner verticalement** pour ne pas abrégier sa durée de vie. Pour en avoir «tripoté» une à la Rédaction à maintes reprises sans aucune précaution (ce tube suscite de l'admiration même à froid !), elle s'est retrouvée à la corbeille sans avoir pu, même une seule fois, «s'échauffer».

L'ÉTAGE DRIVER

Comme nous l'avons souligné, piloter la grille d'une 845 n'est pas une mince affaire. Disons qu'il faut un tube de puissance pour driver ce tube de puissance ! Un audiophile japonais passionné, monsieur Susumu Sakuma, est même allé jusqu'à driver une 845 par une 845 en

intercalant un transformateur 5 kΩ/10 kΩ entre les deux tubes !

Un autre transformateur en entrée sert en préamplification passive (de rapport 600 Ω / 20 kΩ) et un transformateur en sortie charge l'anode de la deuxième 845, voilà qui fait une réalisation bien lourde et à coup sûr bien onéreuse.

D'autres ont remplacé la 845 d'entrée par une 300B, curieux mariage !

Des bases d'autres réalisations utilisent l'EL34, l'EL83, l'EL84...

A Led nous apprécions beaucoup les qualités de la triode / pentode ECL86, nous l'avons donc une nouvelle fois mise à contribution.

Si pour le 300B du Led n°152 l'ECL86 était montée en Mu-Follower, cette configuration ne convient pas à la 845.

Nous avons donc utilisé la triode de ce tube en préamplification en tension et la pentode en puissance. Ainsi, avec un tube unique de faible encombrement

(série NOVAL), pouvons-nous «driver» dans de bonnes conditions la 845 qui va «cracher» entre 18 et 20 Weff.

La **figure 4** dévoile le schéma de principe que nous avons adopté. Il est très simple, fiable et performant.

La modulation est appliquée à la grille de commande de la triode au travers d'un potentiomètre de volume P1.

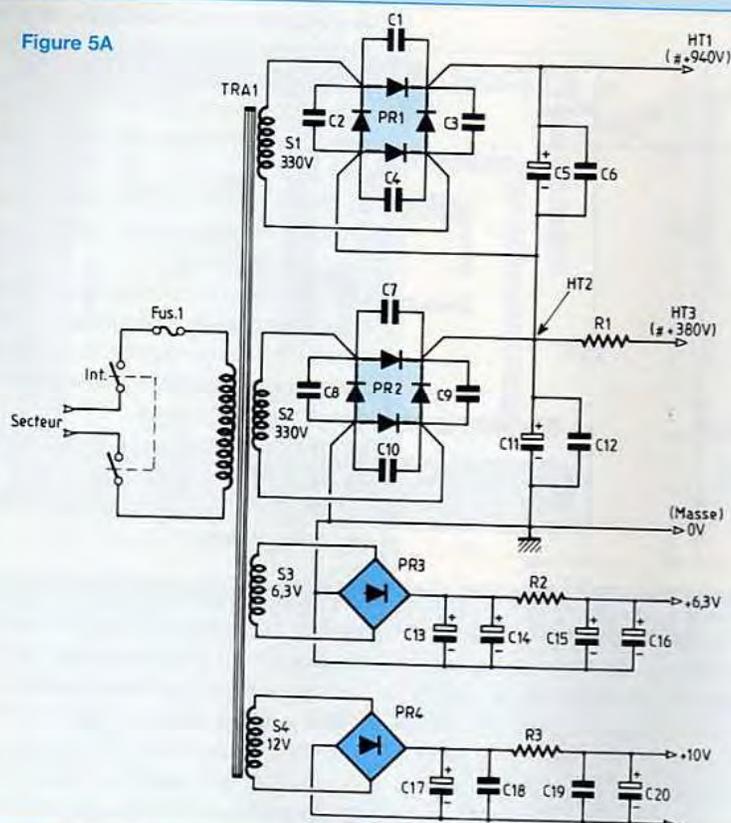
La cathode est polarisée en continu par R1, résistance découplée par le condensateur C1 dont le rôle est de garantir la stabilité de ce potentiel continu dès lors indépendant des variations alternatives du signal audio.

L'anode est chargée par une résistance de 47 kΩ (R3), alimentée par la cellule de filtrage R7/C2.

Le signal audio amplifié est prélevé par C3 qui bloque également la haute tension continue. La liaison alternative est ainsi assurée dans de bonnes conditions vers la grille de la pentode.

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Figure 5A



Sur cette grille de commande nous trouvons une résistance de charge de forte valeur R6/470 k Ω et une résistance de stabilisation R5 anti oscillation.

Comme pour la triode, la cathode de la pentode est polarisée par une cellule R/C de 180 Ω / 1 000 μ F. Le bas du spectre est ainsi reproduit sans atténuation, la fréquence d'intervention f_0 étant située à moins de 1 Hz.

La grille écran est polarisée par R8 avec C5 en découplage.

La grille supprimeuse est reliée directement à la cathode à l'intérieur de l'enveloppe, comme pour une EL84.

L'anode est chargée par une résistance de puissance R9 de valeur ohmique 4,5 k Ω . Nous aurions pu utiliser un transformateur de même impédance primaire et attaquer la grille de la 845 à basse impédance avec son secondaire.

Le problème du continu aurait du même coup été résolu.

Nous avons préféré charger l'anode avec une résistance non selfique et bloquer la tension continue par le condensateur C6. Un transformateur de qualité pour un «Single» est très volumineux et très onéreux. Notre choix tient très peu de place et coûte «une poignée de clous».

L'ÉTAGE DE PUISSANCE

La triode 845 a donc sa grille reliée au condensateur de liaison C6 qui assure le transfert de la modulation tout en bloquant la haute tension.

Cette grille est également reliée à une résistance de fuite R10 de forte valeur. Comme pour la 300B, la 845 est une triode à chauffage direct. Nous appliquons donc à la cathode une tension continue de +10 V et polarisons celle-ci par un réseau R/C classique.

Le recul de grille très important de la 845 oblige à polariser la cathode aux envi-

rons de +100 V afin de moduler correctement celle-ci et écrêter symétriquement le signal au secondaire du transformateur.

Une résistance de puissance R11 est donc insérée entre cathode et masse. Elle doit pouvoir dissiper en continu au moins 10 W. R11 est découplée par deux condensateurs, dont un électrochimique de forte valeur C7/470 μ F/200 V. Cette forte valeur permet de traiter la modulation B.F. sans aucune atténuation vers le bas du spectre audio.

L'anode de la 845 est chargée par le primaire d'un transformateur dont les qualités sont primordiales pour que la triode puisse pleinement «s'exprimer» et charmer les oreilles des mélomanes dès la première mise sous tension de l'appareil.

Le secondaire de TRS1 permet d'y raccorder des impédances de 4 et 8 Ω . Aucune contre-réaction n'est appliquée de la sortie vers l'entrée de l'amplificateur. Il est donc impératif que le transformateur de sortie soit d'excellente qualité.

L'ALIMENTATION

Elle fait l'objet de la figure 5A et se décompose en 4 sous ensembles.

LE CHAUFFAGE FILAMENT DE LA 845

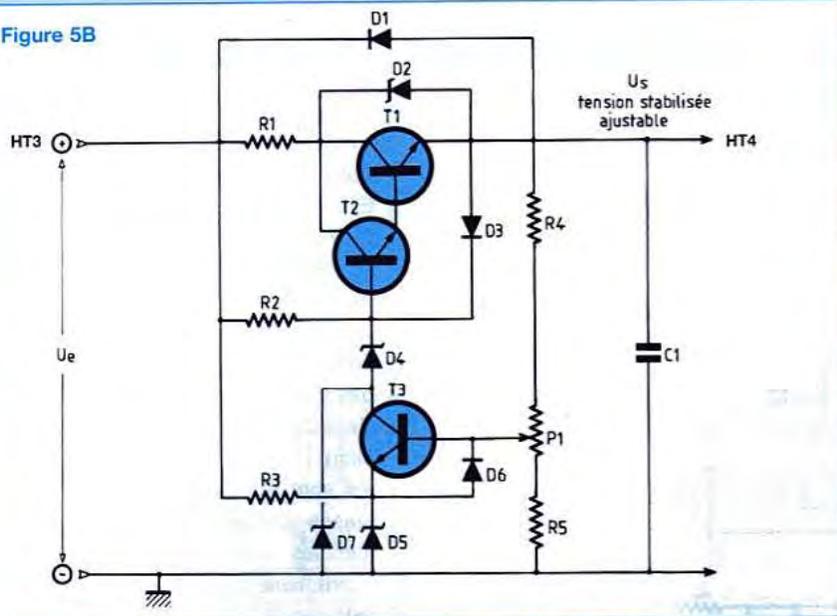
Ce chauffage est obtenu à partir de l'enroulement S4 (de 12 V-) du transformateur. Après redressement et filtrage par les éléments PR4/C17/C18, une résistance chûtrice R3 permet de descendre la tension continue à +10 V, celle-ci étant à nouveau refiltrée par les condensateurs C19/C20.

LE CHAUFFAGE FILAMENT DE L'ECL86

Comme précédemment, le chauffage s'effectue en continu à partir de l'enroulement S3 de 6,3 V-.

Cette fois-ci c'est une tension continue voisine de +6,3 V que nous désirons obtenir. A vide, elle est de +8,9 V. En

Figure 5B



charge et avec l'aide de la résistance R2, elle redescend à +6,3 V.

L'ALIMENTATION HT DE L'ÉTAGE DRIVER

Elle est confiée à l'enroulement S2 de 330 V~. Le pont PR2 redresse cette tension alternative et le condensateur électrochimique C11 de forte capacité lisse ce potentiel continu pour réduire tout risque de «ronflette».

Nous obtenons tout d'abord le potentiel HT2 auquel est raccordée la résistance R1 qui permet, en fonctionnement de l'appareil, de prélever une tension de l'ordre de +380 V.

Cette tension, nous la verrons un peu plus loin, est appliquée à l'entrée d'une alimentation stabilisée (encore et toujours elle !).

L'ALIMENTATION HT DE LA 845

Cette triode, comme nous l'avons vu, peut supporter des tensions aussi élevées que +1250 V. Pour des raisons de sécurité nous allons nous limiter à +950 V environ. Pour cela, nous utilisons comme précédemment un deuxième enroulement de 330 V~ (S1). Même redressement par PR1 et filtrage par C5 (de capacité identique à C11).

La mise en série des deux alimentations permet d'obtenir par rapport à la masse une haute tension de l'ordre de +940 V / +950 V. Aucun condensateur de filtrage sur le marché ne dépassant une tension d'isolement de 600 V, cet artifice permet de les protéger puisque C5 et C11 ne se chargent qu'à +HT1/2, soit environ 475 V.

LA STABILISATION DE L'ÉTAGE DRIVER

D'un coût raisonnable par rapport aux avantages que procure cette stabilisation, nous réutilisons le schéma désormais bien connu de la figure 5B.

La base de T3 polarisée par une fraction de la tension de sortie +HT4 permet de faire varier celle-ci dans une fourchette de 100 V.

La variation de la tension sur la base entraîne une variation de la tension sur le collecteur, celui-ci commandant à son tour la base du Darlington T1/T2.

RÉALISATION DE L'ÉLECTRONIQUE

LE MODULE DE COMMANDE

Le circuit imprimé de la figure 6 regroupe la quasi totalité des composants de cet étage, à l'exception du potentiomètre

de volume et de la résistance de charge d'anode de la partie pentode de l'ECL86. Cette résistance de puissance (R9) est plaquée contre le coffret qui lui sert de dissipateur et elle est soudée entre les picots TRS.

Le circuit imprimé ne présente aucune difficulté de reproduction, vu la largeur des pistes cuivrées.

Le câblage des composants s'effectue conformément à la figure 7 et en se reportant à la nomenclature correspondante pour connaître la valeur de chacun d'eux.

Le support 9 broches NOVAL est soudé côté pistes cuivrées.

Quelques picots serviront aux interconnexions au moment du câblage.

LA POLARISATION DE CATHODE

La 845 est polarisée par une résistance de puissance, puis découplée par deux condensateurs. Ces volumineux composants sont regroupés sur un circuit imprimé dont l'implantation fait l'objet de la figure 8. Il n'y a pas plus simple !

En figure 9, nous retrouvons les condensateurs C7 et C8 «mis en place» avec la résistance R11 vissée directement contre les surfaces cuivrées du circuit imprimé. Il s'agit d'une résistance de marque Meggitt CGS de la série BDS100 que l'on trouve au catalogue Radiospares.

Cette résistance peut dissiper 10 W sans radiateur et 100 W avec dissipateur.

Son corps métallique sera ultérieurement plaqué contre le coffret de l'amplificateur. Nous verrons cela lors de l'équipement du châssis IDDM.

LE REDRESSEMENT / FILTRAGE B.T.

Le chauffage filaments des ECL86 s'effectue rappelons-le en continu sous une tension de +6,3 V environ.

Les quelques composants sont rassemblés sur un petit circuit imprimé dont les liaisons cuivrées font l'objet de la figure 10.

Pont redresseur, condensateurs électrochimiques et résistance chûtrice sont

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Figure 6

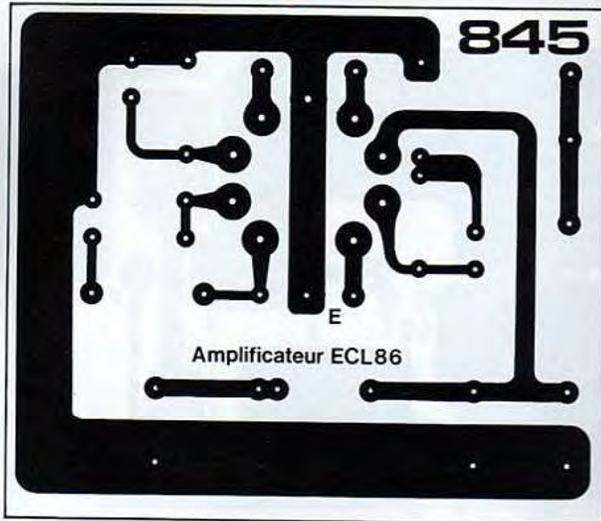
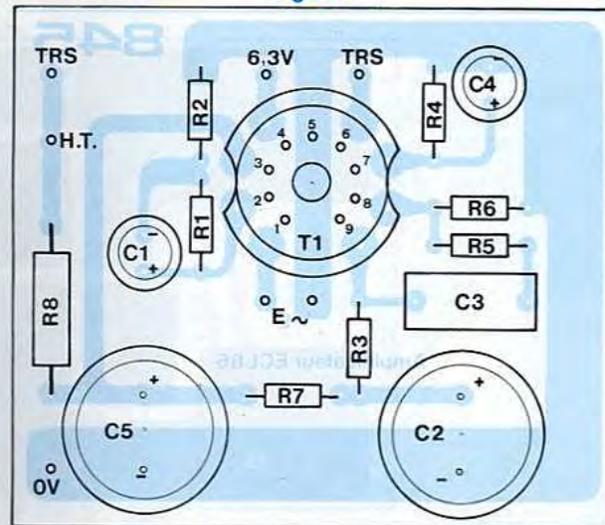


Figure 7



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

MODULE AMPLIFICATEUR

- Résistances à couche
(ou couche métal) $\pm 5\%$ / 1/4 W

R1 - 1,8 k Ω
R2 - 22 Ω
R3 - 47 k Ω
R4 - 180 Ω
R5 - 1,5 k Ω

R6 - 470 k Ω
R7 - 10 k Ω / 1 W
R8 - 2,7 k Ω / 2 W

- Condensateurs sorties radiales

C1 - 470 μ F / 16 V
C2 - 100 μ F / 400 V
C3 - 1 μ F / 250 V

C4 - 1 000 μ F / 16 V
C5 - 100 μ F / 400 V

- Divers

T1 - Tube ECL86
P1 - Pot. 10 k Ω / log.
1 support Noval 9 broches pour C1
7 picots à souder

Figure 8



Figure 9

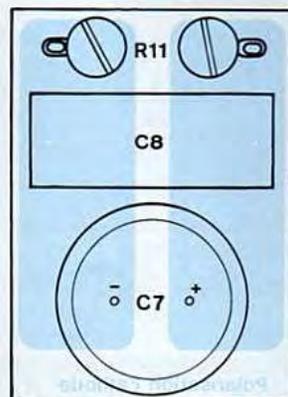


Figure 10

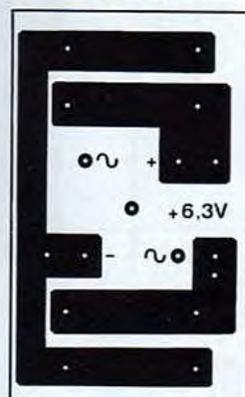
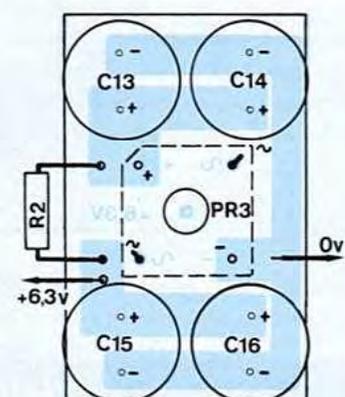


Figure 11



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

C7 - 470 μ F / 200 V
C8 - 4,7 μ F / 250 V
C13, C14, C15, C16 - 4 700 μ F / 16 V

R11 - 1 k Ω / 100 W série BDS100
Meggit CGS (Radiospares)
R2 - 1 Ω / 50 W châssis

PR3 - Pont PBPC 807
2 cosses à souder (pour R11)
4 picots à souder

Figure 12

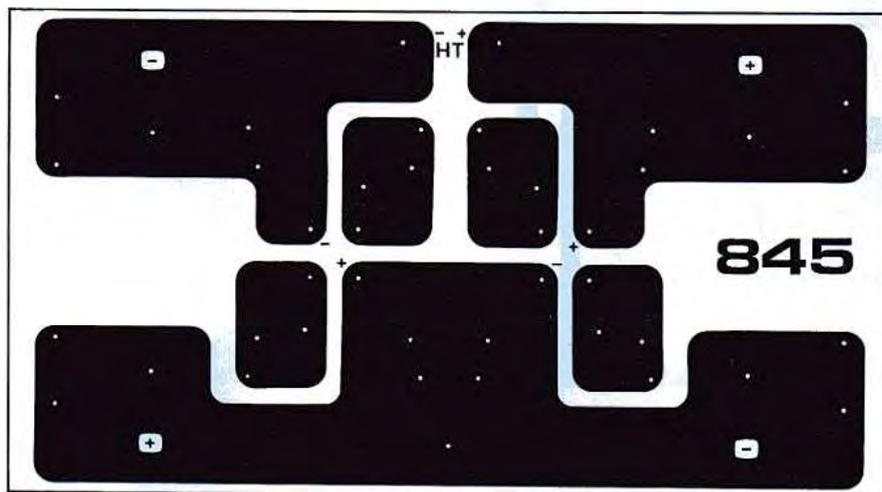
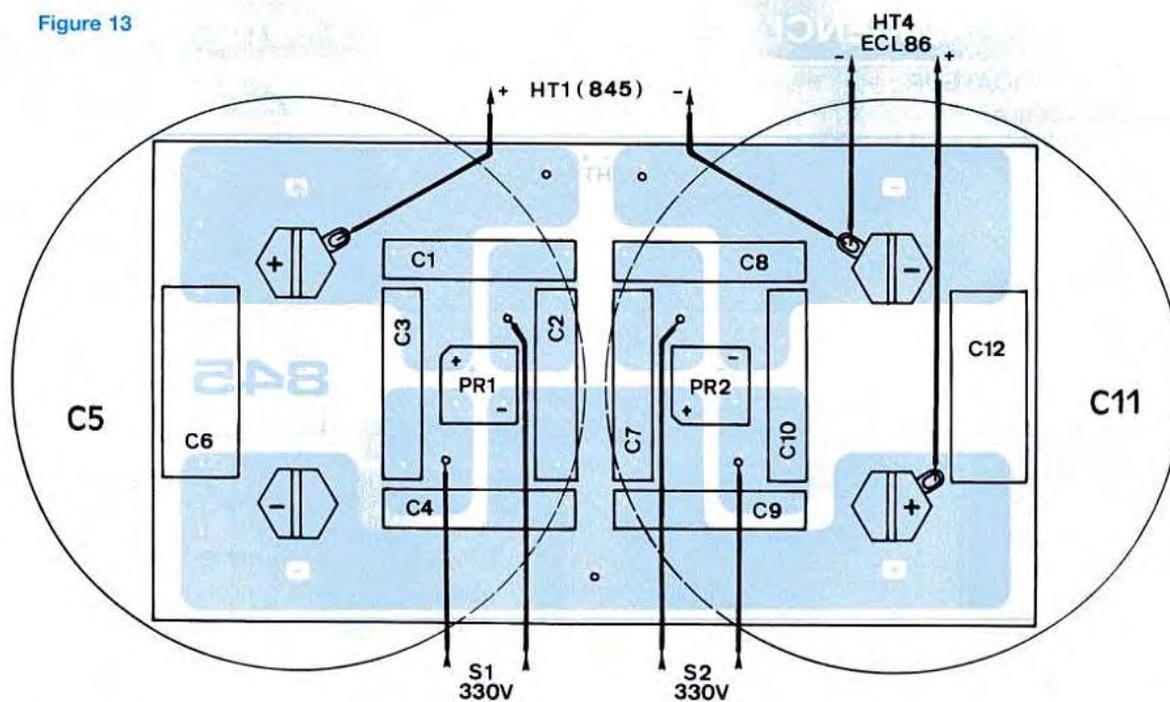


Figure 13



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

MODULE DE REDRESSEMENT / FILTRAGE H.T.

- Condensateurs

C5, C11 - 2 200 μ F / 450 V

C1, C2, C3, C4, C7, C8, C9, C10 - 0,22 μ F / 400 V

C6, C12 - 0,47 μ F / 630 V

- Divers

PR1, PR2 - Pont 800 V / 1,2 A

6 picots à souder

8 cosses à souder ϕ 5 mm

UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Figure 14

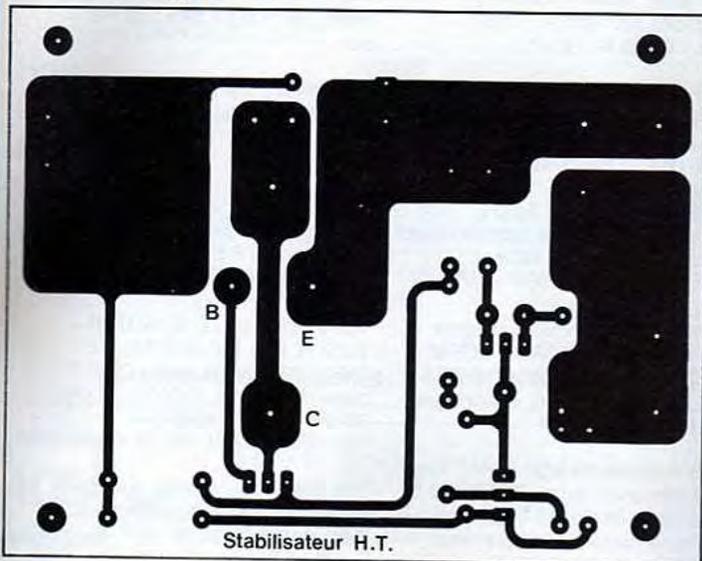
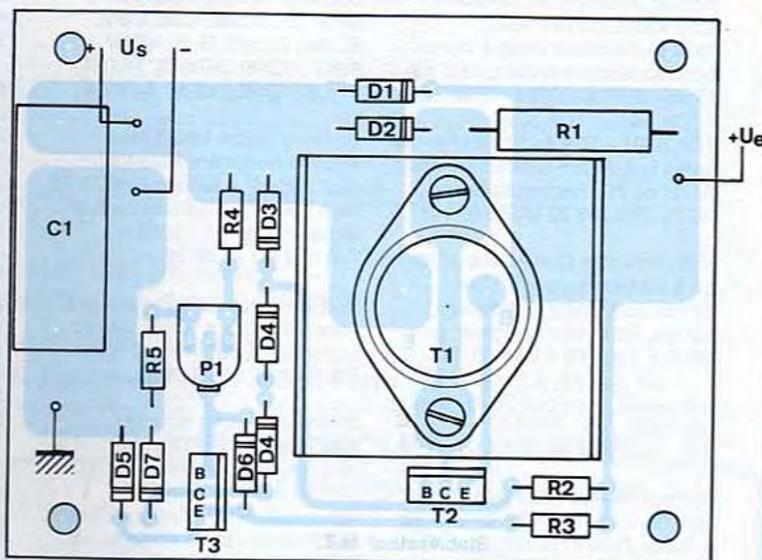


Figure 15



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIMENTATION STABILISÉE

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

R1 : 1 k Ω / 7 W bobinée
R2 : 100 k Ω
R3 : 680 k Ω
R4 : 1 M Ω

R5 : 82 k Ω

P1 : 47 k Ω / ajustable 1 tour ou multitours

- Semiconducteurs

T1 : BU326A
T2, T3 : BUT11
D1, D3, D6 : 1N4007
D2 : Zéner 180 V / 1,3 W
D4 : Zénères 180 V / 1,3 W + 75 V / 1,3 W

D5 : Zéner 24 V / 1,3 W

D7 : Zéner 150 V / 1,3 W

- Divers

C1 : 2,2 μ F / 400 V
4 picots à souder
Dissipateur pour T03
4 entretoises filetées femelle/femelle de 20 mm (pour vis M3)

soudés conformément à la figure 11. Veiller à la bonne orientation des capacités C13 à C16.

La tension continue de + 10 V est obtenue de la même façon que celle de +6,3 V.

Cependant, la consommation des filaments des deux 845 étant de 6,5 A, nous utilisons ici des condensateurs de filtrage de forte capacité avec courant de stockage élevé : 47 000 μ F/16 V/13,4 A. Il n'y a pas de circuit imprimé pour cette partie du montage.

LE REDRESSEMENT / FILTRAGE HT

Le circuit imprimé de la figure 12 rassemble tous les composants à l'exception des deux volumineux condensateurs

de filtrage C5/C11 de 2 200 μ F / 450 V. Ces condensateurs viendront cependant se fixer au module, leurs canons (+) et (-) se plaquant contre les pistes cuivrées. Nous vous proposons en figure 13 le plan d'insertion des condensateurs ainsi que celui des deux ponts redresseurs. Attention à l'orientation de PR1 et PR2. La polarité (+) est repérable par un angle cassé à 45°.

L'ALIMENTATION STABILISÉE

Le circuit est représenté en figure 14. Nous le connaissons déjà pour l'avoir utilisé dans le 300B des Leds N° 152/153. Il n'y a aucune difficulté pour le reproduire quelle que soit la méthode de gravure utilisée (film ou transferts directs), les surfaces cuivrées étant larges.

La mise en place des composants se fait à l'aide de la figure 15 tout en se reportant à la nomenclature correspondante. Attention à l'orientation des diodes zénères.

RÉALISATION DU CHÂSSIS

Comme pour tous les autres amplificateurs, nous utilisons des coffrets IDDM de référence 53360.

La mise dos à dos de deux coffrets permet d'obtenir une surface d'implantation de 360 x 308 mm.

Le coffret avant reçoit l'électronique et le coffret arrière les trois volumineux transformateurs.

à suivre...
Bernard Duval

ABONNEZ-VOUS À

LED

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

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

* Ecrire en CAPITALES, S.V.P.

NOM :

PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL : VILLE :

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

* Pour les expéditions «par avion» à l'étranger, ajoutez 50 F au montant de votre abonnement.

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

A retourner accompagné de votre règlement à :

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



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

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

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

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

TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION

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

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

TRANSFORMATEUR DE SORTIE

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Poids	Prix TTC
136-154	4 000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	2,8 kg	610 Frs
138	5 000 Ω	4/8/16 Ω		1,2 kg	330 Frs
140	1 250 Ω	4/8 Ω	20 W	2,8 kg	520 Frs
143	2 000 Ω	4/8 Ω	60 W	4,0 kg	640 Frs
146	625 Ω	4/8 Ω	40 W	4,8 kg	580 Frs
Solo 145	7 000 Ω	8 Ω + 1 sortie		1,1 kg	590 Frs
146-150	6 600 Ω	4/8 Ω		2,9 kg	610 Frs
146-150-152	self 10H, tôle	330 Frs	circuit C		290 Frs
151	self 3H		circuit C		290 Frs
151	9 000 Ω	4/8 Ω			510 Frs
152	2,3/2,8/3,5 kΩ	4/8/16 Ω	30 W circuit C en cuve		400 Frs
155	8 000 Ω	4/8/16 Ω	20 W		500 Frs
157-160	3 800 Ω	4/8/16 Ω	50 W		640 Frs
159-160	3 500 Ω	4/8 Ω	15 W circuit C en Cuve		930 Frs

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

AUTRES TRANSFO. ET SELFS : nous consulter
LAMPES

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

LAMPES APPAIRÉES (prix par 2)

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

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

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
* Amplificateur «Le Triode 845» - Carte de commande - Polarisation de cathode - Alimentation 6,3 V - Alimentation stabilisée		25,00 F 8,00 F 8,00 F 29,00 F	40,00 F 12,00 F 12,00 F 46,00 F	
Numéro d'Abonné :		Remise consentie 25 % $\left(\frac{\text{Total TTC} \times 3}{4} \right)$		
Frais de port et emballage				10 F
Total à payer				F

NOM :

PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL :

VILLE :

Paiement par CCP par chèque bancaire par mandat

libellé à l'ordre de

EDITIONS PÉRIODES

5, boulevard Ney, 75018 Paris

Tél. : 01 44 65 88 14

ST QUENTIN RADIO

Prix Toutes Taxes Comprises 20,6%

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

Prix donnés à titre indicatif

Transformateurs pour tubes

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

Série 8020 / LED N°130 ALIMENTATION : 220V/230V (2,8 Kg) 375F SORTIE HP : 8000 ohms (2 Kg) 455F	Série 4004 / LED n° 136/137 ALIMENTATION : 220V/230V (4 Kg) 505F SORTIE HP : 4000 ohms (3 Kg) 555F	Série 2005 / LED N° 139 ALIMENTATION : 220/230V (2,8 Kg) 365F SORTIE HP : 5000 ohms (1,1 Kg) 265F	Série 1250 / LED N° 140 ALIMENTATION : 220/230V (4,6Kg) 555F SORTIE HP : 1250 ohms (2,4 Kg) 465F	Série 5008 "OCTUOR" / LED N° 143 ALIMENTATION : 220/230V (6Kg env.) 595F SORTIE HP : 2000 ohms (4Kg) 725F	Série 5008A "OCTUOR" classe A / LED N°145 ALIMENTATION : 220/230V (6Kg) 595F SORTIE HP : 625 ohms (4Kg) 750F	Série "Le classique 1 & 2" pour LED N°146 & 150 ALIMENTATION 64/35: 220/230V (6,4Kg) 675F SORTIE HP 6400 : 6400 ohms (3,2Kg) 725F Self 10H/400mA (2,6Kg) 380F	Série PUSH 925 / LED N°151 ALIMENTATION : 220/230V (4Kg) 595F SORTIE HP (1Kg) 8ohms 585F Self 3H (2Kg) 325F	Triode 300B / LED N°152 (ACEA) ALIMENTATION : 220/230V (6,1Kg) 610F SORTIE HP 4/8/16ohms (5,8Kg) 1400F Self 3H (2Kg) 340F Capot chromé pour alim et self 120F	Triode PP 300B / LED N°154 ALIMENTATION 45/45 : 220/230V (4,6Kg) 610F SORTIE HP 4064 : 4/8/16ohms (2,8Kg) 725F	DUO-Pentode 7189/7320 / LED N°155 ALIMENTATION 825/2 : 220/230V (4Kg) 520F SORTIE HPB25/2: 4/8/16ohms (2Kg) 535F	Tétrode 6L6 / LED N°157 ALIMENTATION 3800 : 220/230V (4Kg) 700F SORTIE HP3800 : 4/8/16 ohms 725F	Alimentation préampli à tube PRO01 220/230V - 2x300V + 2x6,3V (1,5Kg) 375F	Alim. HT/ préampli à tube LED N°147 & N°148 220V/230V - 2x220V - 2x6,3V. 0,74Kg. 490F	Alim. HT/ préampli à tube pour LED N°149 & N°158 220V/230V - 2x220V - 2x6,3V. 1Kg. 490F	LED N°159 /160 (ACEA) Alimentation 535F sortie 4/8R 950F Capot alim 115F
---	--	---	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	---	---	---

TUBES

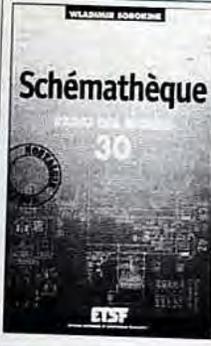
ECC 81 70F	EZ 81 89F	Support NOVAL C. imprimé
ECC 82 75F	KT 88 la paire 590F	Ø 22mm 22F
ECC 83 60F	KT 90 la paire (EI) 299F	Ø 25mm 22F
ECC 84 65F	KT 90 la paire (EI) 599F	NOVAL blindé 30F
ECL 86 95F	300B Sovtek la paire 1350F	Support pour
EL 34 140F	7189=7320 la paire 320F	300B stéatite 68F
EL 34 la paire 320F	6L6GC (Sovtek) 69F	Support OCTAL avec cosses
EL 84 (Sovtek) L'unité 65F	6L6GC STA la paire 250F	Ø 30mm 30F
les 10 450F	6L6WXT STA la paire 250F	
les 2 appareils 150F	6L6GC GE la paire 435F	

LIBRAIRIE TECHNIQUE DUNOD & ETSF

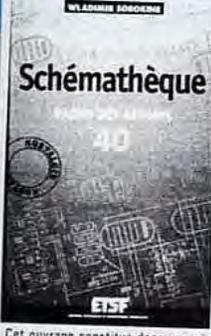
La restauration des récepteurs à lampes André CAYROL - Les appareils à lampes sont encore nombreux sur le marché de l'occasion et de l'antiquariat. Par contre, les techniciens maîtrisant les techniques (pourtant simples) de restauration sont de plus en plus rares. Alors que son premier ouvrage traitait uniquement des récepteurs à lampes, l'auteur aborde cette fois la restauration des autres appareils: magnétophones, électrophones, appareils de mesure, et récepteurs. Sont clairement expliqués: le fonctionnement des appareils, leurs points faibles, les techniques de réglage et l'outillage.
240x160 - 160pages - 1999 / Édition ETSF / 145F



Initiation aux amplis à tubes Jean Hiraga - L'auteur, bien connu des spécialistes du domaine, offre à travers cet ouvrage une très bonne initiation aux amplificateurs à tubes, qu'il a largement contribué à remettre à la mode à partir des années 70. Sa longue expérience, ses connaissances dans le domaine du tube électronique fusionnant avec les techniques nouvelles, font de cet ouvrage une documentation précieuse qui vous fera découvrir les étonnantes possibilités des amplis à tubes.
2ème édition / Édition Dunod - 270x210 - 150 Pages / 170F



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



Schémathèque - Radio des années 40 La série Nostalgie d'ETSF propose des rééditions, dans leur présentation originale, des grands classiques de l'édition scientifique et technique ou d'ouvrages consacrés à des appareils anciens. Elle intéressera les passionnés d'électronique ainsi que les amateurs d'appareils de collection. C'est pour répondre à l'engouement de ce public pour les postes anciens que nous avons jugé opportun de publier le présent ouvrage. Le lecteur y trouvera une sélection de schémas de postes radio à lampes, parus au cours des années quarante aux Éditions Radio, dans les fameuses Schémathèques de Wladimir Sorokine. Cet ouvrage constitue donc une véritable bible pour les passionnés de radio, collectionneurs ou simples amateurs d'électroniques, se doivent de posséder. 21x27,5cm - 171 pages / 160F

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

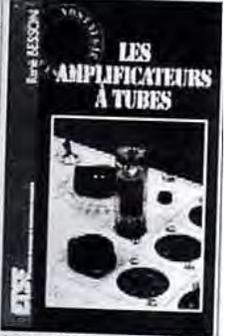
EN CADEAU!



Pour toute commande de plus de 2000F, ce multimètre

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

Schémathèque - Radio des années 50 - Cet ouvrage reprend des schémas de postes radio des années 50 qui étaient parus dans la série d'ouvrages "schémathèque" de Sorokine. Pour chaque schéma sont donnés les valeurs des éléments, les tensions et courants, les méthodes d'alignement, de diagnostic de panne et de réparation.
275x210 - 170 pages
W Sorokine / Édition ETSF / 160F



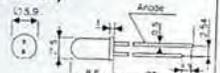
Les amplificateurs à tubes - René BESSON
240x160 - 136 pages
Édition ETSF / 149F

LED BLEUE ET LED BLANCHE

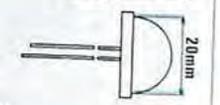
LED BLEUE haut rendement
Diam 3mm - 60mcd typ/ 60°, diffus 18F/1, 150F les 10
Diam 5mm - 40mcd typ/ 60°, diffus 18F/1, 150F les 10



LED BLANCHE haut rendement
(sous réserve de disponibilité, difficulté d'importation)
Diam 3mm - 300mcd typ, clair 26F/1, 220F les 10
Diam 5mm - 3300mcd typ, diffus 18F/1, 220F les 10
Diam 5mm - 3300mcd typ, clair 18F/1, 220F les 10



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



www.stquentin.net

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

PHL-AUDIO / SEAS



BOOMER MEDIUM 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

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



HAUT-PARLEUR SP1460 :
1450 F TTC
L'UNITÉ (PORT COMPRIS)

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



EXCEL T 25-001
Tweeter à dôme Sonotex
Bobine en fil d'argent
Rendement 90 dB
Bande passante de 2 kHz à 25 kHz



CA 25 RE4X/DC
Woofer de 26 cm
Double bobine 4 couches Ø 39 mm
Rendement 91 dB
Bande passante de 30 Hz à 1,5 kHz



EXCEL W 17 EX-002
Woofer-medium de 17 cm
Rendement 90 dB
Bande passante de 40 Hz à 2,5 kHz

seas

Haut-parleurs de prestige

BC Acoustique

ENCEINTES HAUTE-FIDÉLITÉ

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

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

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