

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 154

Lead

INTERFACE 8 BITS POUR CAMÉRA CCD

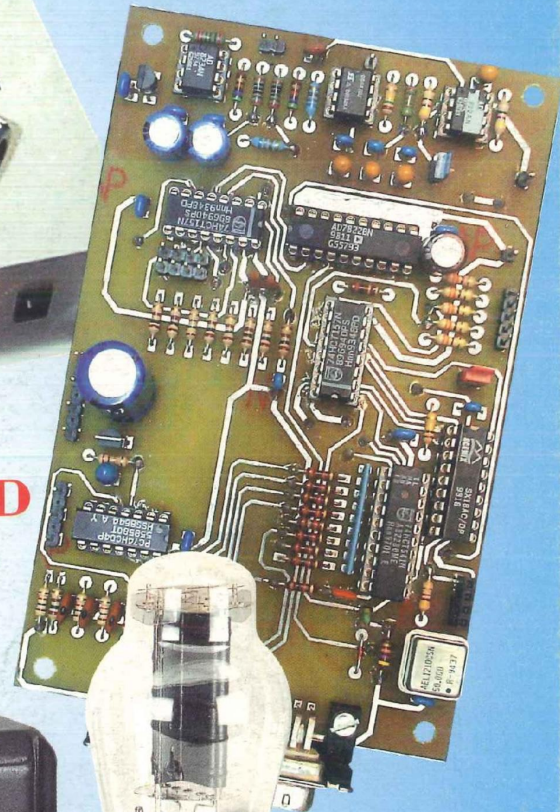
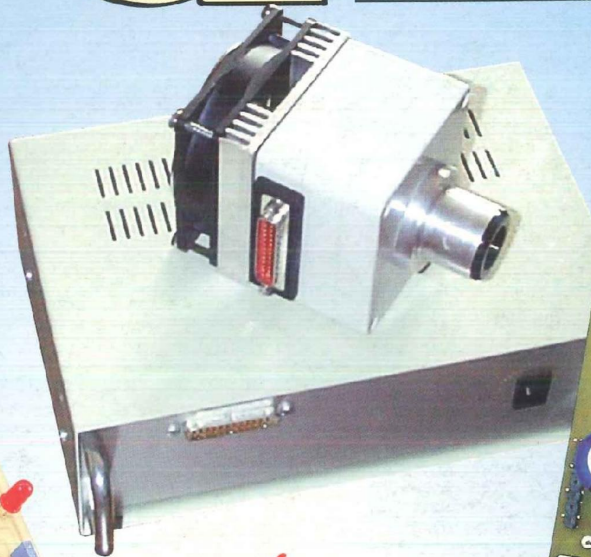
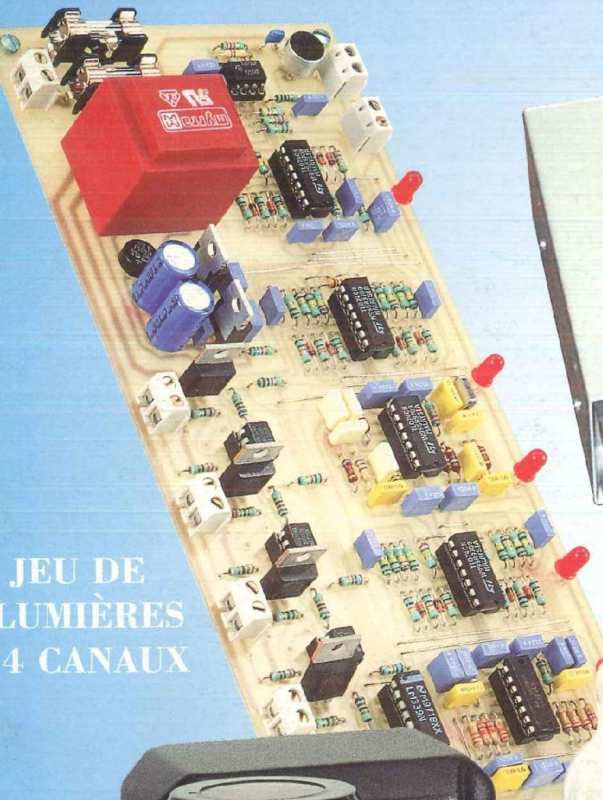
P.P. 300B : LA REINE DES TRIODES EN

PUSH-PULL CLASSE A DE 20 Weff

MULTIMÈTRE PROFESSIONNEL 35 000 POINTS

JEU DE LUMIÈRES PERFORMANT 4 CANAUX

À CONTRÔLE AUTOMATIQUE DU NIVEAU



JEU DE
LUMIÈRES
4 CANAUX

CAMÉRA CCD



LE P.P.300B EN CLASSE A

M 1226 - 154 - 28,00 F - RD



BIMESTRIEL JUILLET / AOUT 1999 / BELGIQUE 204 F.B. / CANADA \$ 4,95

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 56 .. 2F
AD 826AN .. 48F	MPSA 42 .. 2F
IRF 150 .. 69F	MPSA 92 .. 2F
IRFP 150 .. 44F	NE 5532AN 10F
IRF 530 .. 12F	NE 5534AN .. 7F
IRF 540 .. 15F	OP 22HP .. 45F
IRF 840 .. 18F	OP 776P .. 19F
IRF 9530 .. 15F	OPA 604 .. 22F
IRFP 240 .. 32F	OPA 627 .. 139F
IRFP 350 .. 38F	OPA 2604 .. 30F
LF 356N .. 6F	SSM 2017 .. 30F
LM 317T .. 50F	SSM 2018 .. 44F
LM 317K .. 20F	SSM 2110 .. 67F
LM 317HVK 63F	SSM 2120 .. 73F
LM 337T .. 8F	SSM 2131 .. 30F
LM 344H ..	SSM 2139 .. 45F
HAZ.2645-5 60F	SSM 2141 .. 30F
LM 395T .. 27F	SSM 2142 .. 43F
LM 675T .. 40F	SSM 2210 .. 35F
LT 1028 .. 60F	SSM 2220 .. 40F
LM 3886 .. 61F	SSM 2402 .. 57F
MAT 02FH .. 89F	SSM 2404 .. 49F
MAT 03FH .. 89F	TDA 1514A 39F
MAX 038 .. 148F	TDA 1557 .. 42F
MJ 15001 .. 21F	TOA 2050 .. 30F
MJ 15002 .. 23F	TDA 7294 .. 65F
MJ 15003 .. 22F	2N 3055 .. 11F
MJ 15004 .. 23F	2N 3440 .. 2F
MJ 15024 .. 33F	2N 3904 .. 2F
MJ 15025 .. 33F	2N 3906 .. 2F
MJE 340 .. 5F	2N 5401 .. 3F
MJE 350 .. 5F	2N 5416 .. 6,50F
MPSA 06 .. 2F	2N 5551 .. 3F

Potentiomètre Professionnel ALPS

Prix en baisse



75Fttc
double logarithmique

AUDIO PROFESSIONNEL
2x10K, 2x20K, 2x50K, 2x100K.

POTENT. SFERNICE PE 30
Piste Cermet, dissip. max 3W/70°C, axe métal 40mm, cosses à souder. MONO LINÉAIRE
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M

POTENT. SFERNICE P11
Piste CERMET 1 Watt/70°C, axe long métal 50mm, pour Circuit Impr. MONO LINÉAIRE : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M 32F
MONO LOG. : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M 36F
STÉRÉO LINÉAIRE : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K, 2x1M 52F
STÉRÉO LOG. : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K 64F

Transformateurs pour tubes

Transformateurs fabriqués par M Chrétien, un grand Monsieur des transfos.!

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 (5Kg env.) 595F
SORTIE HP : 2000 ohms 725F

Série 5008A "OCTUOR" classe A / LED N° 145
ALIMENTATION : 220/230V 595F
SORTIE HP : 625 ohms 750F

Série "LE CLASSIQUE" pour LED N°146
ALIMENTATION : 220/230V 725F
SORTIE HP : 6400 ohms 725F
Self 10H/400mA 380F

Alimentation préampli à tube PRO01
220/230V - 2X300V + 2x6,3V (1,5Kg) 375F

Série PUSH 925 / LED N°151
ALIMENTATION : 220/230V (5Kg env.) 595F
SORTIE HP Bohms 585F

Triode 300B / LED N°152
ALIMENTATION : 220/230V 685F
SORTIE HP 4/8/16ohms 1400F

Alimentation HT/ préampli à tube LED n°147
220V/230V - 2x220V - 2x6,3V, 0,74Kg 520F
Double C. Fabricant ACEA.

Alimentation HT/ préampli à tube LED n°149
220V/230V - 2x220V - 2x6,3V, 1Kg 520F
Fabricant ACEA.

COFFRETS ALU. Série TM HIFI, noir

55275 L:275, P:150, H:55mm	175F
55360 L:360, P:150, H:55mm	180F
80275 L:275, P:150, H:80mm	155F
80360 L:360, P:150, H:80mm	205F

APPL. CAMÉRA CCD

EL 7242C	63F
AD 823	38F
LM4040	79F
Capteur CCD	
TC255	440F

FICHES WBT

Prises RCA

WBT-0108 195F
connecteur RCA Topline
Câble de 9mm Ø. Version à visser

WBT-0101 165F
Idem WBT-0108. Version à souder

WBT-0144 90F
Idem WBT-0101. Version Midline

WBT-0150 195F
Connecteur RCA topline
Câble de 11,3mm Ø

WBT-0147 90F
Idem WBT-0101. Version mini Midline. Câble jusqu'à 7,8mmØ

WBT-0125 145F
Connecteur RCA topline.
Montage CCS

WBT-0145 105F
Idem WBT-0125. version midline
Crimping : Nous mettons à votre disposition au magasin la pince à sertir les douilles WBT. Conditions : l'achat des connecteurs et des douilles dans notre boutique.

TUBES

ECC 81 70F	EZ 81 89F	Support NOVAL
ECC 82 60F	KT88 x2 550F	Circuit imprimé
ECC 83 60F	300B sovtek	Ø 22mm 22F
ECL 86 75F	la paire 1350F	Ø 25mm 22F
EL 34 135F		
EL 84 SOVTEK	Support OCTAL	NOVAL blindé .. 30F
L'unité 65F	avec cosses	Support pour
les 10 450F	Ø 30mm ... 30F	300B stéatite .. 68F

CÂBLE AUDIO PROFESSIONNEL

GOTHAM (Suisse)	(Le mètre)	CÂBLE HP CULLMANN	(Le mètre)
GAC 1 : 1 cond. blindé ø 5,3mm, R. ou noir	13F	2x0,75mm², transparent, 1 ^{er} âme: fils de cuivre clairs, 2 ^e âme: fils de cuivre étamés, construction d'âme: 2x24x0,20Cu clair.	8F
GAC 2 : 2 cond. blindés ø 5,4mm	13F	Diam: 5,0x2,5mm. Isolation PVC	16F
GAC 2 mini : 2 cond. blindés ø 2,2mm	5F	2x1,5mm², transparent, construction d'âme: 2x385x0,07 OF Cu clair. Diam: 8,0x2,5mm. Isolation PVC	16F
GAC 2 AES/EBU (pour son digital)	36F	2x4,0mm², transparent, construction d'âme: 2x1041x0,07 OF Cu clair. Diam: 4,0x12,5mm. Isolation PVC	48F
GAC 3 : 3 cond. blindés ø 4,8mm	16F	2x2,5mm², transparent, construction d'âme: 2x1261x0,05 OF Cu argenté. Diam: 10,50x3,6mm. Isolation PVC	45F
GAC 4 : 4 cond. blindés ø 5,4mm	18F		
MOGAMI (Japon)	(Le mètre)	CÂBLE BF HAUT DE GAMME CULLMANN	
2534 : 4 cond. (sym.) blindés ø 6mm	20F	2x0,57mm, avec marquage aubergine, construction d'âme: 2x73x0,10LC-0FC, isolation: PE+PC-OCC, LC-0FC, diam.ext: 2x5,0mm	26F
2792 : 2 cond. blindés ø 6mm (+gaine carb.)	12F	0,62mm, violet, construction d'âme: 80x0,10LC-0FC, isolation: PE+feuille d'aluminium+LC-0FC+PVC, diam.ext: 8,0mm	28F
2582 : 2 cond. blindés ø 6mm	12F	Audio SPEED Signal, blindé double isolation, 1X0,36"	30F
CÂBLE Néglex pour Haut-parleur MOGAMI	(Le mètre)		
2972 : 4 cond. de 2mm², ø 10mm	46F		
2921 : 4 cond. de 2,5mm², ø 11,5mm	46F		
3082 : 2 cond. de 2mm², ø 6,5mm (pour XLR)	20F		

CONDENSATEUR POLYPROPYLENE

4,7nF/630V axial 4F50	47nF/630V axial 9F50
10nF/630V axial 5F	100nF/630V axial 8F
22nF/630V axial 6F	220nF/630V axial 13F
33nF/630V axial 7F	470nF/630V axial 23F50

CONDENS. DÉMARRAGE MOTEUR

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

CONDENSATEURS WIMA

0,1µF/250V radial polypro. 4F50	
0,22µF/250V radial polypro. 6F00	
1µF/100V radial polycarbonate 10F	

CONDENS. CLASSE X2

0,22µF - 7F / 0,33µF - 8F /	Condens. MKT classe X2
0,47µF - 9F / 0,1µF - 6F / 47nF - 6F / 22nF - 4F	(pour filtre antiparasites secteur). 250 AC. Radial.

CONDENSATEURS DIVERS

2,2µF/400V WIMA MKS	22F
2,7µF/250V MKP	18F
4,7µF/250V MKT	18F
10µF/400V Polypropylène	135F
1500 µF/ 400V CO 39 (51x105mm)	180F
2200µF/385V RIFA	365F
47000µF/119V AEROVOX (5 picots)	150F

Fourches

WBT-0660 Cu 100F	Fourche en cuivre pur. Largeur de 6mm. Câble 2,5 à 10mm²
WBT-0680 Cu 100F	Idem WBT-0660 Cu. L=8mm
WBT-0660 Ag 200F	Fourche en argent fin. Largeur de 6mm. Câble 2,5 à 10mm². Version à visser
WBT-0680 Ag 200F	Idem WBT-660 Ag. L=8mm
WBT-0730 Cu 210F	Bornier 200A pour fiches bananes. Câble de 1,5 à 10mm²
WBT-0735 270F	Version isolée de la WBT-0730.
WBT-0701 245F	Borne femelle avec système de blocage pour fiche banane capacité de 400A. Câble de 1,5 à 10mm². Version à visser ou à souder
WBT-0715 35F	Prolongateur pour bornier WBT. Paires jusqu'à 50mm

SPEAKON DE NEUTRIK

Fiche 4 contacts pour sorties Haut-parleur	
Fiche prol. 65F	
Chassis 28F	

Fiches EN3 mini weathertight de SWITCHCRAFT (photo page ci-contre)

Fiche très résistante à l'humidité et aux agents chimiques. Humidité : test Mil-Std 202 Méthode 106F. Salin : test Mil-Std 202 Méthode 101D condition B. Étanchéité : U.S. Coast Guard CFR 46 part 110.20

2 broches	3 broches	4 broches
Mâle prol. 27F	Mâle prol. 31F	Mâle prol. 36F
Fem.prol 35F	Fem.prol 44F	Fem.prol 52F
Chassis mâle .. 23F	Chassis mâle .. 28F	Chassis mâle .. 32F
Chassis fem. ... 30F	Chassis fem. ... 38F	Chassis fem. ... 47F

Très important : chassis + prolongateur impérativement. Le mâle prol. ne s'enfiche pas sur la femelle prolongateur.

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.

ST QUENTIN RADIO

1974-1999
anniversaire
25 ans

Sur simple de-
fax, nous vous en-
devis détaillés
tions de cette
possibilité de
rents compo-
sition de votre bud-
lier, les fiches, les po-
etc

mande écrite ou par
verrons tous les
des applica-
page, avec la
choisir diffé-
sants en fonc-
get, en particu-
tentiomètres, câbles

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 130

Led

RETOUR AUX SOURCES
Ampli-préampli stéréo à tubes électroniques ECC83/EL84

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 143

Led

L'OCTUOR
Quadruple push-pull d'EL 84 54W eff/4 ou 8 ohms

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 150

Led

LE CLASSIQUE version II
Version 2X40W eff Push-pull d'EL 34 ou de

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 136 & 137

Led

AMPLIFICATEUR à TUBES
Double push-pull EL 84 28W eff

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 145

Led

L'OCTUOR en classe A
40W eff/4 - 8 - 16 ohms

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 151

Led

LE PUSH
Amplificateur de 2X12W eff à ECL 86. Push-pull ultra linéaire

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 138

Led

AMPLIFICATEUR à TUBES
L'EL84 classe A Amplificateur stéréophonique 2x5W eff/ 8 ohms

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 146

Led

LE CLASSIQUE
Amplificateur de 2x20W eff avec pentodes EL 34

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 152

Led

LA TRIODE 300B
Amplificateur de 2x9W eff en pure classe A sans contre-réaction

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 140

Led

LE QUATUOR
Un pur classe A d'EL 84 2x20W eff/ 8 ohms

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 147

Led

PRÉAMPLIFICATEUR STÉRÉO
Pour entrées haut-niveau, lecteur de CD-Tuner-magnéto-phon

(*) Payez en 3 fois à partir de 1200F TTC, à l'occasion de notre anniversaire nous vous offrons des facilités de paiement. Par exemple le 6 juillet 1999, vous nous achetez pour 2200F de matériel (+ port et emballage éventuellement). Vous nous adressez 3 chèques(**) : un de 730F qui sera mis à l'encaissement à la fin du mois de juillet, le deuxième chèque de 730F sera débité le 31 août et le troisième de 740F sera débité le 30 septembre. (**) 3 chèques de valeurs semblables.

(*) Abonnement à la revue LED, si votre commande dépasse 2000F, nous vous offrons un abonnement d'un an à la sympathique revue LED. Si vous êtes déjà abonné, nous vous en félicitons ; soit vous en faites profiter un(e) de vos ami(e)s, soit votre abonnement actuel sera prolongé de 6 numéros. Cumulable avec la précédente offre.

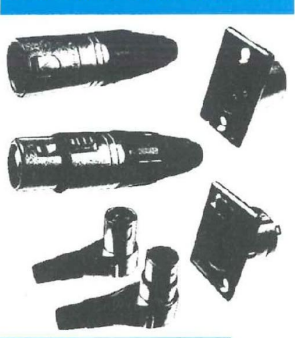
(*) Et des cadeaux !!! pour tout le monde (enfin presque : minimum 100F) des cadeaux. Cumulable avec les deux offres précédentes !!!!

(*) uniquement sur présentation de la revue LED ou d'une photocopie. Offres valables pendant toute la parution du N°154

FICHES PROFESSIONNELLES XLR NEUTRIK

	Prolongateur Male		Prolongateur femelle		Chassis	
	droit	coudé	droit	Coudé	mâle	fem.
3 br	30F	49F	35F	55F	30F	35F
3br noire	32F	..	36F
4 br	35F	55F	45F	68F	45F	48F
5 br	51F	..	61F	..	45F	65F
6 br	65F	..	70F	..	70F	95F
7 br	75F	..	80F	..	105F	125F

Prix donnés à titre indicatif



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



Fiches EN3 mini weathertight de SWITCHCRAFT



FICHES RCA NEUTRIK

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



BON DE COMMANDE

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

N° 132

- Le capteur de température LM335
- Serrure à carte codée
- Préampli différentiel pour micro symétrique
- Filtre anti-larsen pour microphone
- Doubleur de canaux pour oscilloscope
- Compteur universel
- Interrupteur sonore (clap inter)
- Générateur BF économique à très faible distorsion

N° 133

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

N° 135

- Le filtrage actif
- Digitaliseur vidéo pour Atari et compatible IBM-PC (3e partie)
- Commandes de moteurs
- Variateur de puissance et sécurité pour fer à souder
- Emetteur automatique FOXTROT
- Télécommande infra-rouge 16 voies programmables

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 (1ère 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 (2ème 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° 141

- Les amplificateurs audio à tubes électroniques (cours N°8 : correction de fréquence des signaux)
- Amplificateur professionnel de 2x350 Weff / 8 Ω (1000 Weff / 8 Ω en version pontée) : le MONSTRE - 2^{ème} partie
- Minuteur cyclique
- Booster à tubes pour autoradio (double push-pull d'EL84) 1ère partie

N° 142

- Les amplificateurs audio à tubes électroniques (cours N°9 : La Rétroaction)
- Amplificateur professionnel de 2x350 Weff / 8 Ω (1000 Weff / 8 Ω en version pontée) : le MONSTRE - 3^{ème} partie
- Préamplificateur tous tubes 5 entrées avec correcteur de tonalité débrayable
- Laboratoire miniature comprenant : Générateur de fonctions + alimentation stabilisée + chargeur de batteries CdNi

N° 143

- Les principes des haut-parleurs
- Décodeur PAL/RVB
- Traceur de courbes pour transistors NPN/PNP
- L'Octuor, 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 - Fréquencemètre - Périodemètre 0,1 Hz à 2 MHz (distorsion < 0,1 %)

N° 145

- Amplificateur à tubes, pour écoute au casque 8 Ω / 100 Ω / 300 Ω / 600 Ω
- Réalisez un kit de développement évolutif pour microcontrôleur 68HC11 (1^{ère} partie)
- L'OCTUOR en classe A pour 40 Weff / 4-8-16 Ω
- Filtrage actif 2 voies, pour enceinte acoustique

N° 146

- Kit de développement pour 68HC11, jeu d'instructions et modes d'adressages (2ème partie)
- Régulateur de vitesse pour modèles réduits
- Le QUATUOR d'EL84 : classe A de 2 x 20 Weff (de l'anode à la cathode)
- Enceinte centrale pour cinéma à la maison
- Le CLASSIQUE : amplificateur de 2 x 20 Weff avec pentodes EL34

N° 148

- 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
- Préamplificateur stéréo à tubes ECF82 pour entrées «haut niveau», lecteur de 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° 150

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

N° 151

- Kitty 255. Caméra CCD d'instrumentation, réalisation de la tête de caméra (2^{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

Quelques numéros encore disponibles (prix 30 F) :
122, 123, 124, 125

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)

Je désire :

- ...n° 132 ...n° 133 ...n° 135 ...n° 141
 ...n° 142 ...n° 143 ...n° 144 ...n° 145
 ...n° 146 ...n° 147 ...n° 148 ...n° 149
 ...n° 150 ...n° 151 ...n° 152 ...n° 153

Photocopies d'article :

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

NOM : PRÉNOM :

N° : RUE

CODE POSTAL : VILLE :

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
Georges Lavertu
Isabelle Barbier

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
Frédery Vainqueur

Secrétaire de rédaction :

Fernanda Goncalves

Photos :

Antonio Delfin

Impression

Berger Levraut - Toul

NOUVEAU N° DE TÉLÉPHONE

01 44 65 88 14

6

MULTIMÈTRE 4 RAMPES 35 000 POINTS

Le précédent numéro vous a permis de découvrir notre «multimètre-école», appareil très performant et très stable, équipé d'un convertisseur analogique-numérique (CAN) à 4 rampes. Sa réalisation s'est limitée aux deux premiers modules (il y en a huit). Voyons donc les six autres cartes ainsi que le pas à pas du montage et des réglages.

28

JEU DE LUMIÈRES 4 VOIES

DES LUMIÈRES AU RYTHME DES NOTES
Sous ce titre quelque peu énigmatique se trouve un jeu de lumières plutôt performant. Connecté directement à la sortie auxiliaire d'une chaîne, d'une table de mixage ou même à un microphone, cette réalisation permet le contrôle de quatre lampes au rythme des notes, c'est-à-dire en fonction des fréquences reçues.

16

LA 300B EN PUSH-PULL CLASSE A 20 Weff SANS CONTRE-RÉACTION

Un amplificateur introuvable au catalogue des revendeurs de matériels Hi-Fi en France, un peu plus présent aux USA ou au Japon. Pourtant, un push-pull de 300B offre une écoute superbe, précise, dynamique, envoûtante. Notre réalisation permet d'obtenir une puissance de 20 à 30 Weff, suivant polarisation des triodes.

38

KITTY 255 : CAMÉRA CCD L'INTERFACE 8 BITS

Avec ce module, la caméra Kitty-255 sera enfin opérationnelle. A un détail près cependant: un programme d'acquisition sera nécessaire pour piloter l'ensemble et transférer les images dans l'ordinateur, mais nous y reviendrons plus loin. Bien que la carte d'interface soit limitée à l'acquisition d'images en 256 niveaux de gris, le logiciel proposé par l'auteur permettra d'obtenir 16 millions de couleurs à partir de filtres primaires [R, V, B].

50

Service circuits imprimés + bulletin d'Abonnement

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.

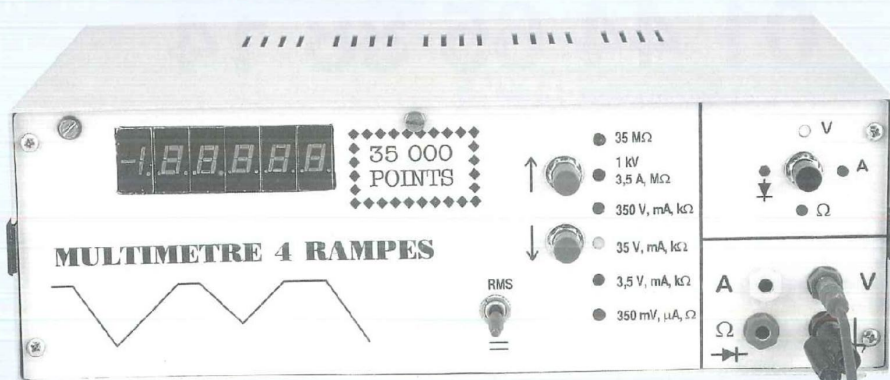
DROITS D'AUTEUR

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.

MULTIMÈTRE 4 RAMPES

35 000 POINTS

Le précédent numéro vous a permis de découvrir notre «multimètre-école», appareil très performant et très stable, équipé d'un convertisseur analogique-numérique (CAN) à 4 rampes. Tous les circuits y ont été décrits et longuement commentés.



La partie «Réalisation» a été abordée avec les cartes «Alim-Comptage» et «Base de Temps» le module base de temps s'enfichant dans le premier au moyen d'un connecteur 18 contacts.

Les interconnexions de cette réalisation sont d'ailleurs extrêmement simplifiées, car il est fait usage de nombreux connecteurs pour relier les 8 cartes entre-elles. Les risques d'erreurs sont ainsi inexistant.

Poursuivons donc notre étude avec les 6 autres cartes.

REALISATION

* AFFICHAGE 70x110, enfichée dans un connecteur 2x31 points de la première carte. Figures 29, 30, 31.

* FACADE 78x115, avec une encoche rectangulaire 35x44 pour faire place aux douilles banane. Figures 32, 33, 34.

* GAMMES, 65x40, enfichée dans un connecteur 15 points de la précédente. Figures 35, 36, 37.

* ENTREE, 145x130, enfichée dans un connecteur 15 points de la carte façade. Cette carte comporte aussi la tension de référence, l'ohm-mètre et la commande des points décimaux. Elle est reliée à la carte alim-comptage par deux nappes avec connecteurs HE-10 : N1 de 2x10 points ; et N2 de 2x5 points. Figures 38, 39, 40.

On remarquera le dessin de la ligne de masse. A la première bifurcation depuis la nappe, la ligne qui se poursuit parallèlement à la façade, et ses bifurcations ultérieures, constituent une masse haute qualité (MHQ). La MHQ ne relie que les points de masse directement concernés par la mesure, et ne véhicule que des courants très faibles.

* RAMPES, 83x58, enfichée dans un connecteur 15 points de la carte d'entrée. Figures 41, 42, 43.

RMS, 60x54, seule carte simple face, enfichée dans un connecteur 10 points de la carte d'entrée. Figures 44, 45.

Le plan des deux nappes est donné figure 46.

La réalisation est proposée dans l'ordre

suivant, avec les vérifications étape par étape :

1°) L'alimentation, bien sûr.

2°) Soudage du connecteur pour base de temps sur la carte alim-comptage. Réalisation complète de la carte base de temps. Pour la vérification de cette carte, on peut saisir avec une sonde la résistance R45 sur laquelle se trouve φ5. Avec l'autre sonde, on vérifiera, dans l'ordre sur le connecteur :

K2, K4, K1, K3, φ4, φ4, φ5, φ1, φ2Q8, φ0, φ5Q8. Pour la vérification de K3, il faut porter l'entrée qui sera ultérieurement SCS à zéro ; K3 sera ainsi tel qu'en définitive en cas de dépassement.

3°) Achèvement de la partie arrière de la carte alim-comptage, avec CI16 et le connecteur pour nappe N1. Vérification des signaux sur cette nappe.

4°) Achèvement de la carte alim-comptage, à l'exception de C17 et des diodes D26 et D27 (en vue du test du module numérique).

5°) Confection de la carte affichage. Il y a un petit problème de montage pour cette carte. Les afficheurs doivent être montés sur supports tulipe 14 broches jointifs, et le problème concerne l'accessibilité des soudures nécessaires côté afficheurs. On les soudera dans l'ordre en commençant par le ±1. Pour l'afficheur 5 suivant, une soudure est peu accessible. On peut alors mettre un peu de soudure sur la patte et la piste concernées, sans boucher le trou. Puis on place le support, qui ne peut s'enfoncer complètement à cause de la soudure ; on enfonce alors la patte (et par conséquent le support) au fer à souder bien essuyé. Il y aura deux autres opérations identiques à effectuer. Certaines soudures sont accessibles seulement avant l'introduction du support suivant, il ne faut donc pas les oublier.

6°) Test du module numérique. Le module ouvre ses portes, mais ne les ferme pas. Pour cela, on peut lui envoyer sur R47 un signal construit avec un 4011 sur une plaque à trous auxiliaire, selon

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CARTE AFFICHAGE

CI26, 27, 28, 29,30 : 4543
 R51 à R85 : 270 Ω
 R89 : 1 kΩ
 R160, R161, R162 : 270 Ω
 5 Afficheurs LTS312AR
 (anode commune)
 1 Afficheur *1 LTS311AR

le schéma de la figure 47 ; on utilise par exemple la sortie Q3 du 4017 (patte n°7).

(φ2Q3 + φ4Q9) doit donner l'affichage 16384 = 40960 x (1,3 - 0,9).

(φ2Q3 + φ4Q3) doit donner l'affichage 00960. Le compteur donne 40960, mais le C du MS chiffre n'est pas transmis au décodeur.

(φ1Q3 + φ4Q9) doit donner l'affichage - 24576 = 40960 x (0,3 - 0,9).

(φ1Q3 + φ4Q3) doit donner l'affichage 00000.

En portant l'entrée D(9) de CI33 à 5V, chaque affichage doit devenir clignotant. Lorsque ces tests sont positifs, on place C17, D26 et D27.

7°) On débute la carte entrée avec le connecteur pour nappe N1 et la confection de cette nappe ; puis la tension de référence et l'AOP CI4 pour la tension de 6,5 V. Vérifications.

8°) Mise en place du connecteur pour carte rampes sur la carte d'entrée, ainsi que R18 et C6. Réalisation complète de la carte rampes. Y est relié provisoirement à la MHQ ; on doit pouvoir observer alors les 4 rampes, deux à deux identiques.

9°) Installation de la nappe N2. On s'attend à un affichage nul, avec 1 et -1 tolérés. En fait, l'appareil présenté a donné 7. Les raisons sont bien difficiles à discerner, après un aller-retour vers 37 000, mais l'essentiel est la parfaite stabilité de cet affichage, et la compensation sera faite bientôt.

10°) Installation de l'entrée du CAN, cor-

Figure 29

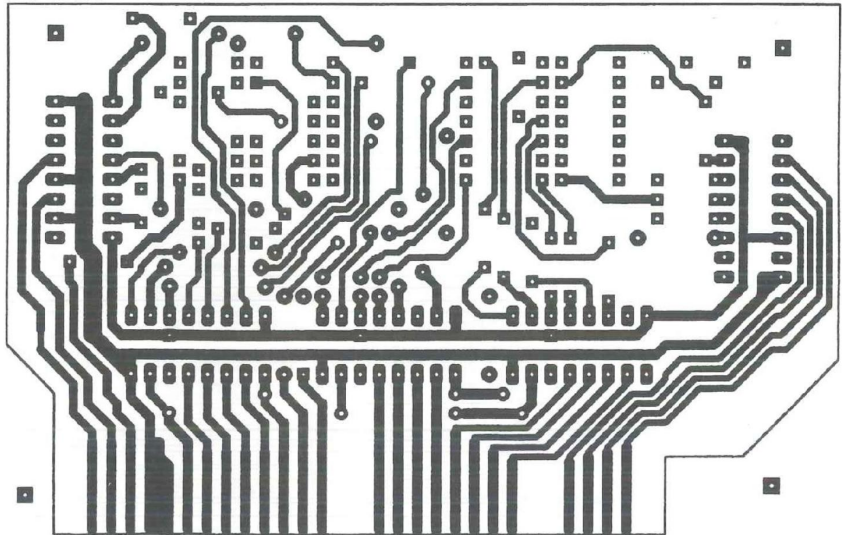


Figure 30

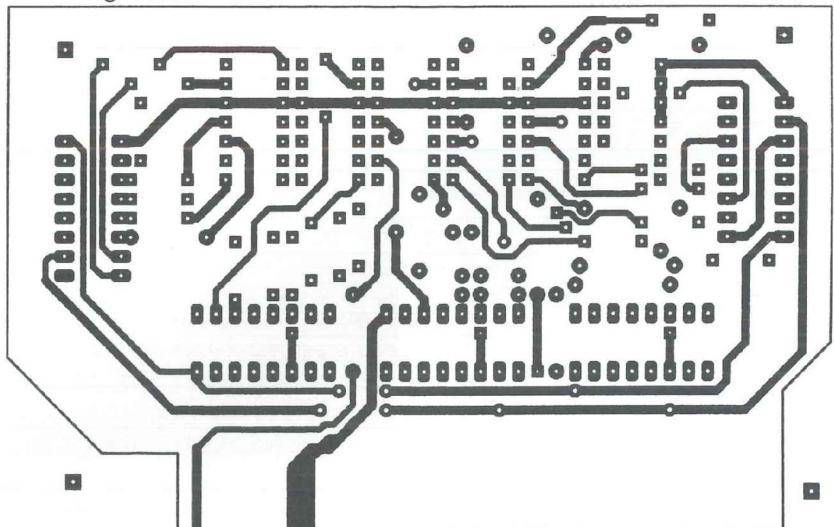
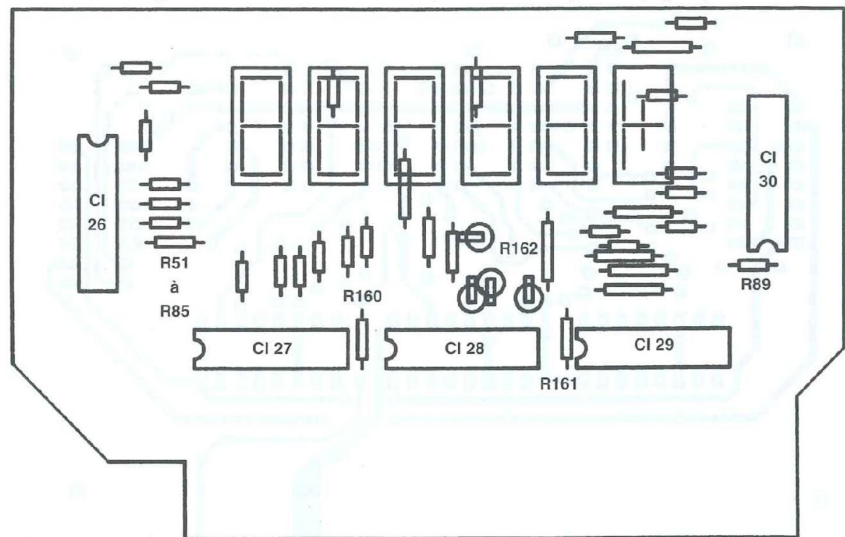


Figure 31 Les afficheurs sont soudés côté pistes (fig 29)



MULTIMÈTRE 4 RAMPES 35 000 POINTS

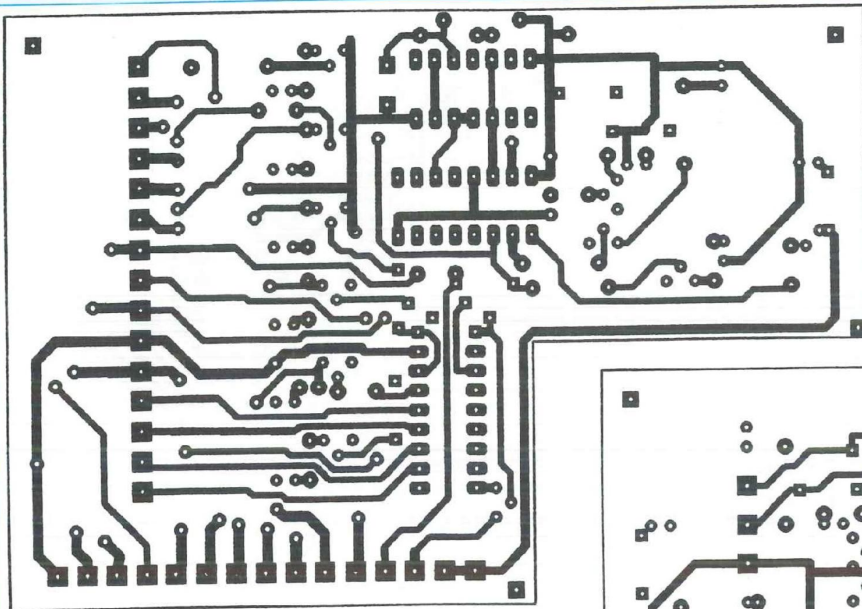


Figure 32

Photo 1

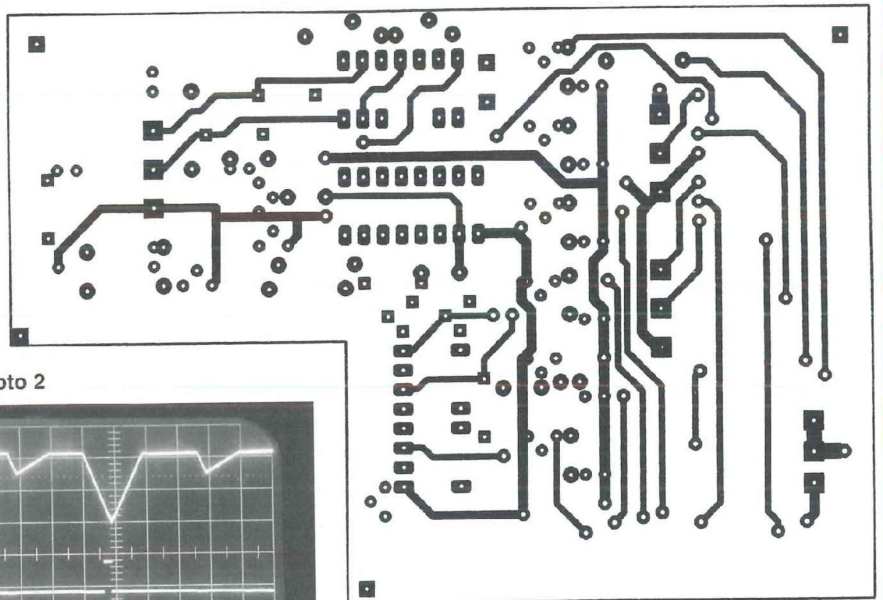
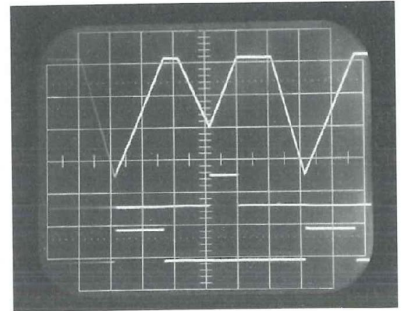


Figure 33

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CARTE FACADE

- CI 39 : 74HCT00
- CI 40 : 4022
- CI44 : 4028
- D31, D32 : 1N 4148
- D33, D34, D35, D36, D37, D39, D40, D42, D44, D45 : LED cylindriques 3 mm
- T14 à T17 : BC 337
- T21 à T27 : BC 337
- R109, R129 : 39 kΩ
- R110 : 220 kΩ
- R111, R113, R115, R117 : 680 Ω
- R112, R116, R118 : 47 kΩ
- R114 : 8,2 kΩ
- R120, R121 : 8,2 kΩ
- R134, R137, R141 : 4,7 kΩ
- R132, R135, R138, R143, R146, R149 : 680 Ω
- R152 : 47 kΩ
- R145, R148 : 8,2 kΩ
- R154, R155 : 8,2 kΩ
- 3 Poussoirs inverseurs momentanés
- 1 Inverseur à levier
- 2 Connecteurs 15 points pas 3,96
- C28 : 1 μF tantale

Photo 2

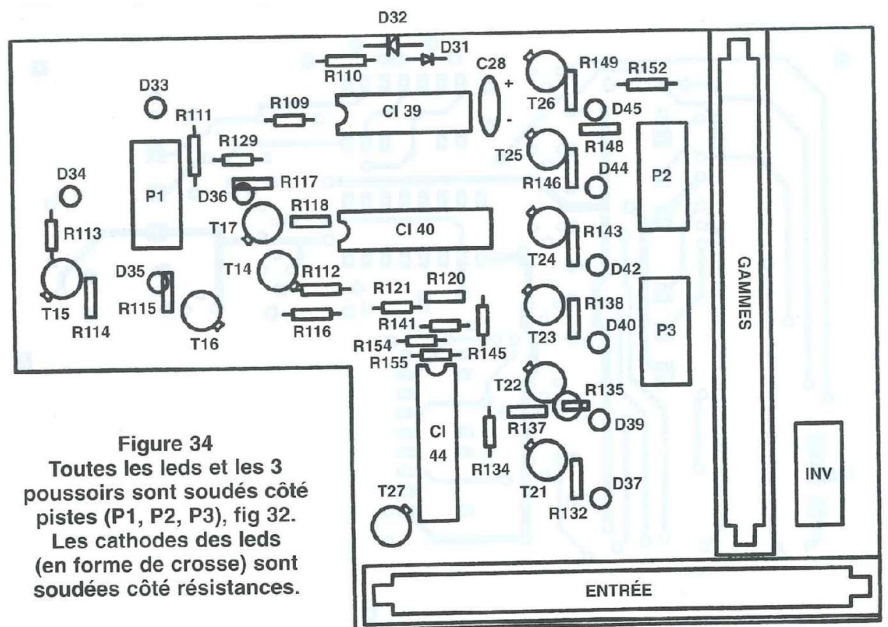
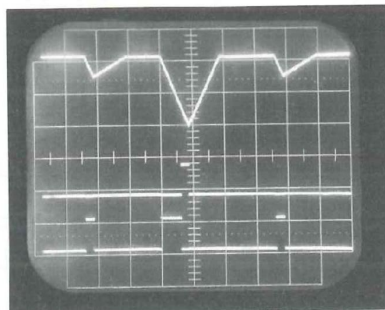


Figure 34
Toutes les leds et les 3 poussoirs sont soudés côté pistes (P1, P2, P3), fig 32. Les cathodes des leds (en forme de crosse) sont soudées côté résistances.

ORIGINALITÉ, PERFORMANCE ET STABILITÉ

Figure 35

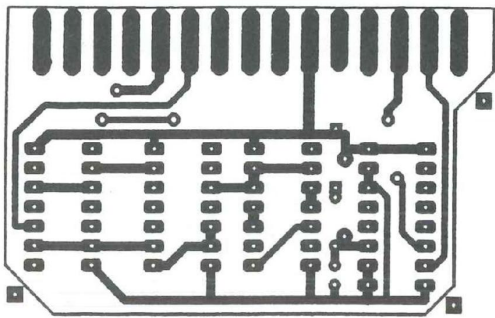


Figure 36

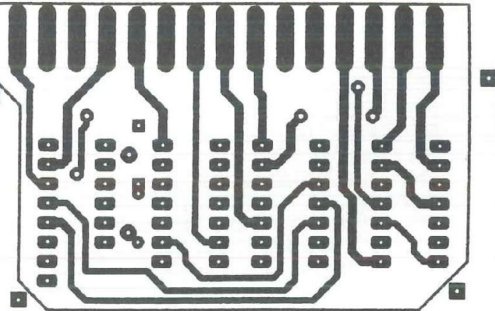


Figure 37

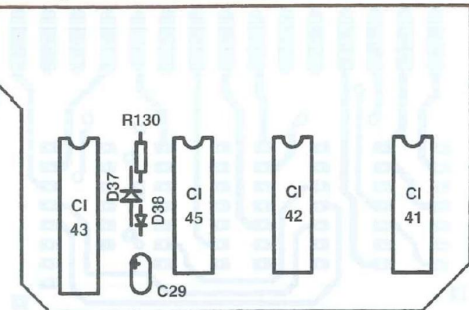
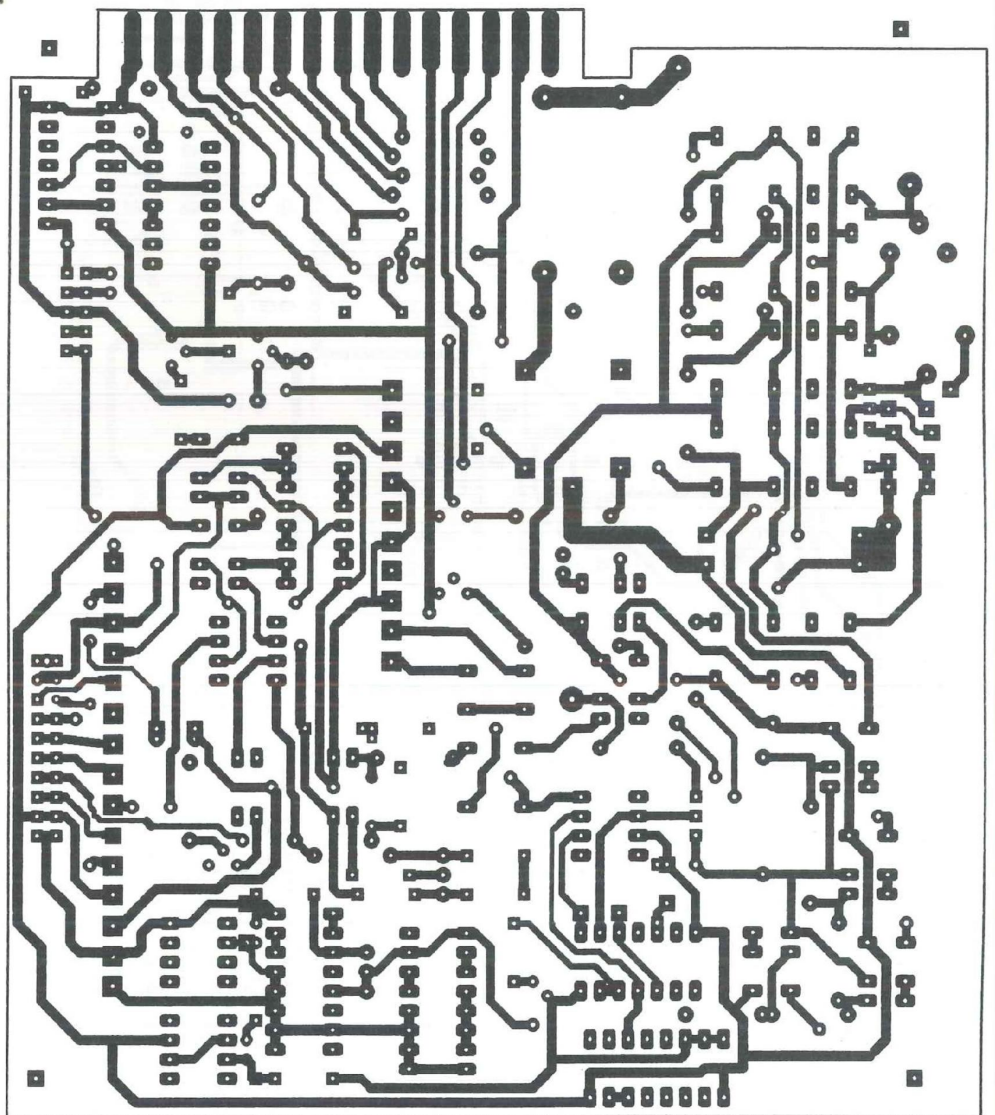


Figure 38



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CARTE GAMES

CI41 : 74LS00	CI45 : 74HCT00
CI42 : 4071	D37, D38 : 1N 4148
CI43 : 40192	R130 : 220 kΩ
	C29 : 1 μF tantale

respondant à la figure 6. La résistance d'entrée R6 sera reliée provisoirement à la MHQ.

Les relais RLDEF et RLD sont pour l'instant au repos, mais leurs contacts repos sont utiles. On doit vérifier que le relais Reed, lui, a bien son cycle normal, avec $\bar{K}1$ sur sa bobine. On règle le zéro par Aj1.

On peut entrer ensuite sur R6 une tension obtenue par une pile et un pont diviseur. On pourra constater la stabilité de

l'affichage, l'absence de roll-over, et la linéarité. On peut vérifier également le clignotement en dépassement.

Les photos 1 et 2 présentent la rampe (1 V/cm), et les portes Down et Up (5 V/cm), pour Ux positif et négatif. Le déclenchement est assuré par le front positif de $\phi 5$, et le balayage est 0,1 s/cm.

11°) Soudage des deux réseaux de résistances et de Aj3 de l'ohmmètre. Vérification des références 1 V et 0,1 V.

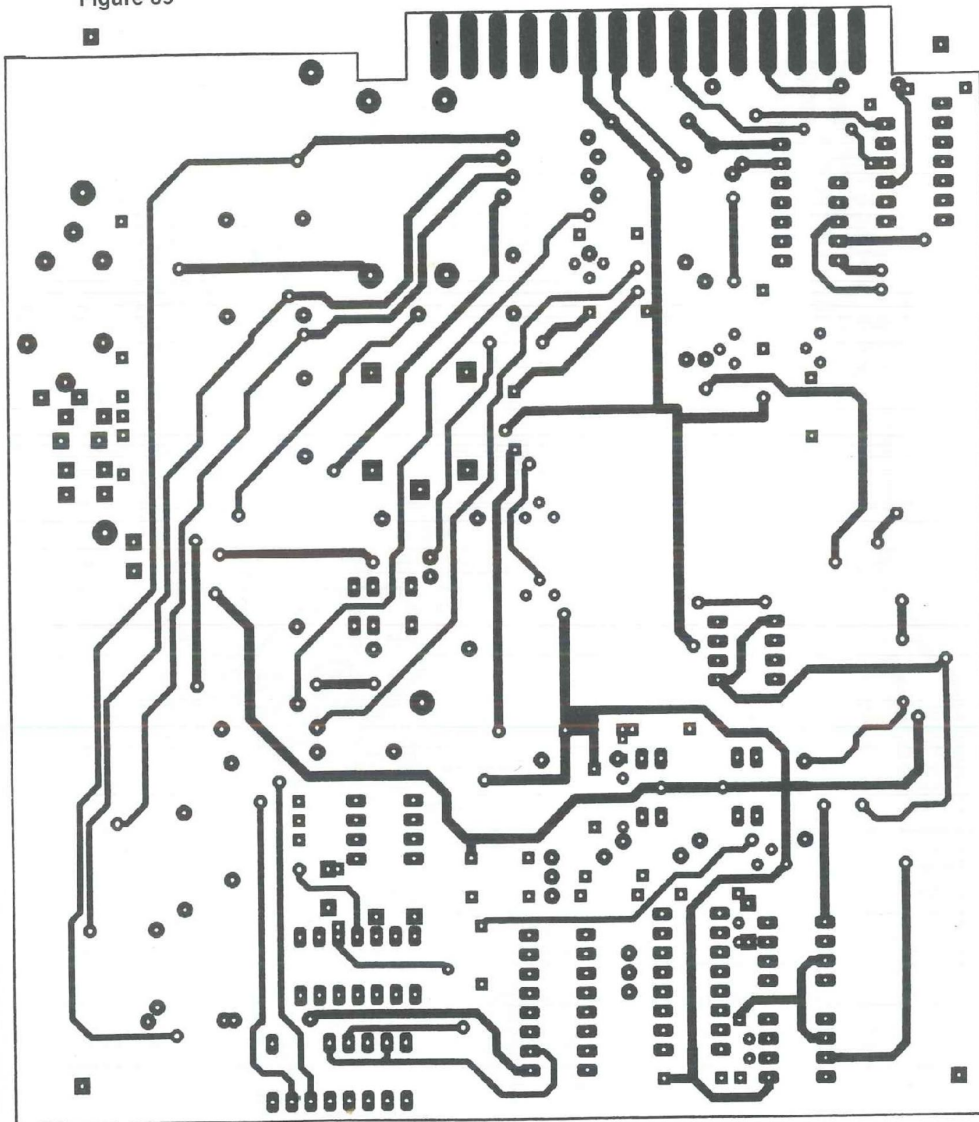
12°) On termine l'ohmmètre. Pour le tester, on connecte au 15 V les entrées $\bar{G}5h$ et $\bar{G}6h$ de CI34, et on court-circuite les résistances R93 à R96 pour ne laisser en jeu que R92 ; on se met ainsi en gamme 1. On peut alors mesurer les résistances de cette gamme. Puis on supprime les connexions provisoires de cette étape.

13°) Préparation de la façade selon le schéma de la figure 48.

14°) Soudage de tous les composants côté composants de la carte façade, y

MULTIMÈTRE 4 RAMPES 35 000 POINTS

Figure 39



NOMENCLATURE

CARTE ENTREE

- T1 : BC 337
- T10 : BC 337
- T13 : BS 250
- T18 à T20 : BC 337
- T28, T29 : BC 337
- D1, D2 : jonction grille-drain de 2N 3819
- D28 : 1N 4007
- D38, D41, D43, D46 : 1N 4148
- C11 : TLC 271
- C14 : TL 081
- C17 : REF 198GP
- C134 : 4051
- C135 : CA3140
- C136 : 4016
- C145, C146 : 74HCT00
- R1 : 900 Ω / 0,1 %
- R2 : 90 Ω / 0,1 %
- R3 : 9 Ω / 0,1 %
- R4 : 1 Ω / 0,2 % Isabellenhütte (disp. Conrad)
- R5 : 100 m Ω / 0,5 % Isabellenhütte (disp. Conrad)
- R6 : 1 M Ω / 1 W
- R7 : 680 Ω
- R8 : 1,5 k Ω
- R9 : 4,7 k Ω
- R10 : 470 Ω
- R11 : 470 k Ω
- R12, R13 : 10 Ω
- R14 : 470 k Ω
- R15 : 1 M Ω
- R16 : 22 k Ω
- R18 : 11 k Ω
- R22 : 100 k Ω / 1 %
- R23 : 76,8 k Ω / 1 %
- R43 : 68 k Ω
- R44 : 22 k Ω
- R92 : 1 k Ω / 0,1 %
- R93 : 9 k Ω / 0,1 %
- R94 : 90 k Ω / 0,1 %
- R95 : 900 k Ω / 0,1 %
- R96 : 9 M Ω / 0,1 %
- R97 : 220 k Ω
- R119, R122, R123, R127 : 150 Ω

Figure 41

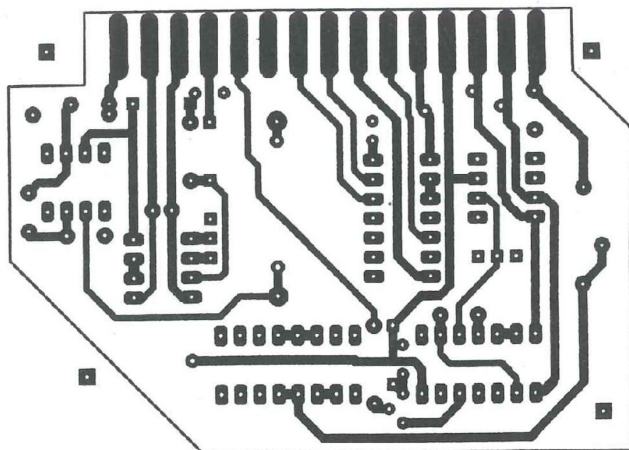
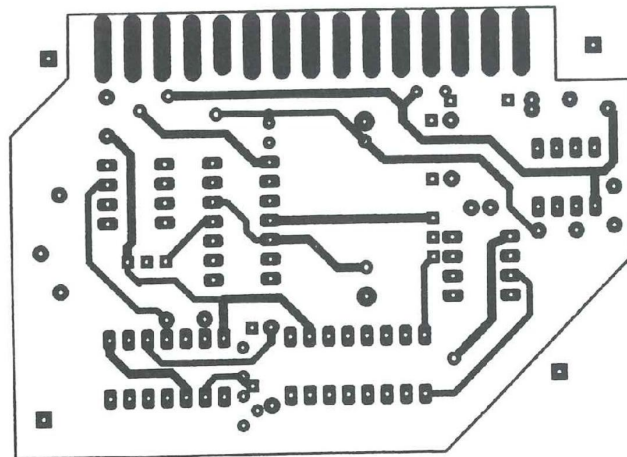


Figure 42



ORIGINALITÉ, PERFORMANCE ET STABILITÉ

DES COMPOSANTS

- R124, R125, R126 : 8,2 k Ω
- R128 : 22 Ω
- R133, R136, R140 : 100 Ω
- R144, R147 : 220 Ω
- R131, R139, R142, R150 : 100 k Ω
- R151 : 33 k Ω
- R153 : 150 Ω
- R158, R159 : 39 k Ω
- R156 : 1,5 k Ω
- R157 : 12 Ω
- RSIL1 : réseau Caddock 1776-C62 (disp. Radiospares)
- RDIL1 : 47 k Ω (disp. Selectronic)
- RDIL3 : 1 k Ω (disp. Selectronic)
- RDIL4 : 10 k Ω (disp. Selectronic)
- Aj1 : 10 k Ω
- Aj3 : 100 Ω
- Caj1 : 40 pF \varnothing 7,5 mm
- Caj2 : 100 pF \varnothing 10 mm
- C1 : 150 pF polycarbonate (disp. Radiospares)
- C2 : 2,2 nF polyester
- C3 : 22 nF polyester
- C4 : 47 nF polyester
- C5 : 150 nF polyester
- C6 : 2,2 μ F tantale
- C8 : 1 μ F tantale
- C10 : 1 μ F tantale
- C11 : 100 nF
- C16 : 10 nF
- C22 : 47 nF
- RLX : relais Reed 1RT / 5 V
- RL1 à RL5 : relais standard 2RT / 12 V
- RLEF : 2RT : 5V
- RLA, RLWD, RLD, RLDEF, RLR1, RLR2, RLR3, RLR45 : relais 1RT sub-microminiature Fujitsu 12 V (disp. Conrad)
- RLA5 : relais 1RT EER2C-S12-DC4V (disp. Conrad)
- F1 : 630 mA avec support
- F2 : 6,3 A avec support
- Connecteur HE-10 2x10 points
- Connecteur HE-10 2x5 points
- connecteur 15 points pas 3,96
- Connecteur 10 points pas 3,96
- Picots

Figure 40

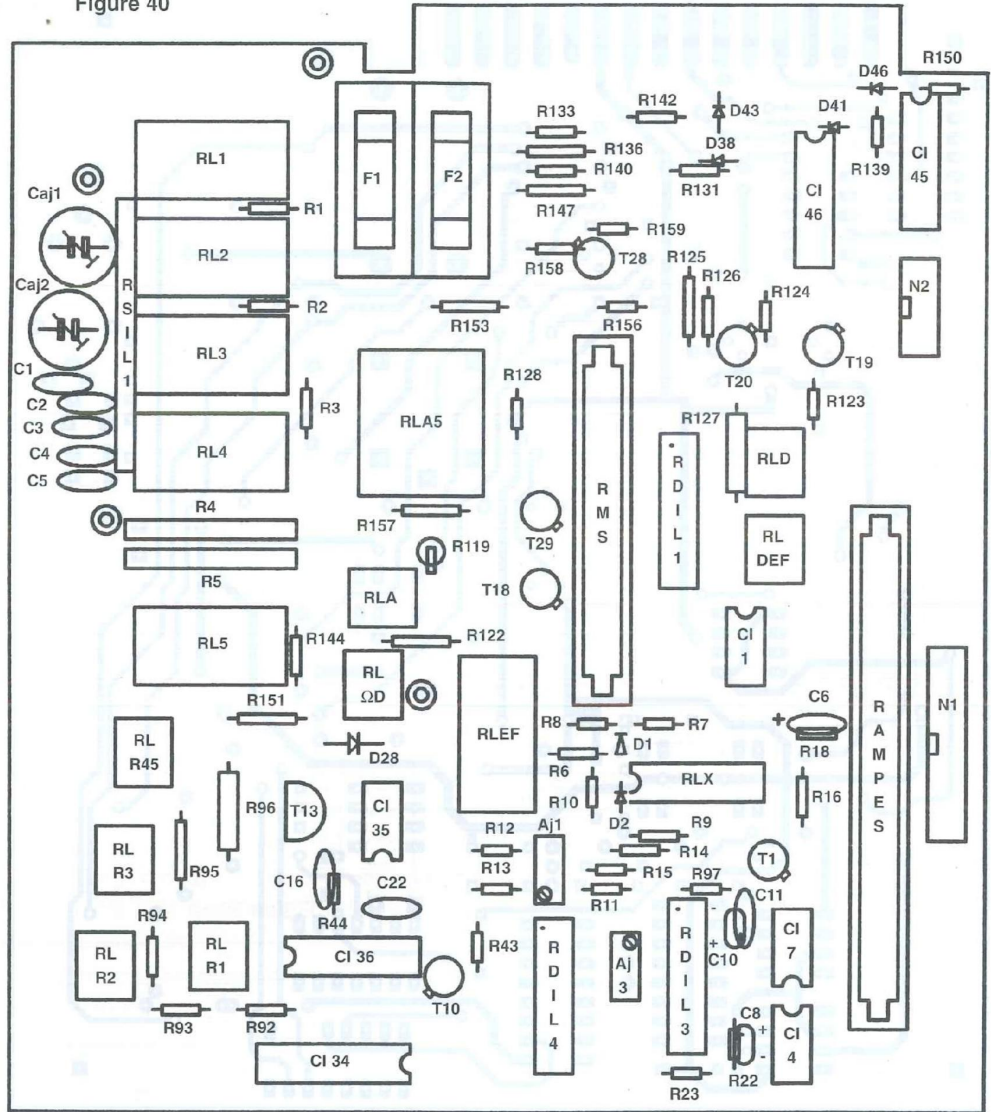
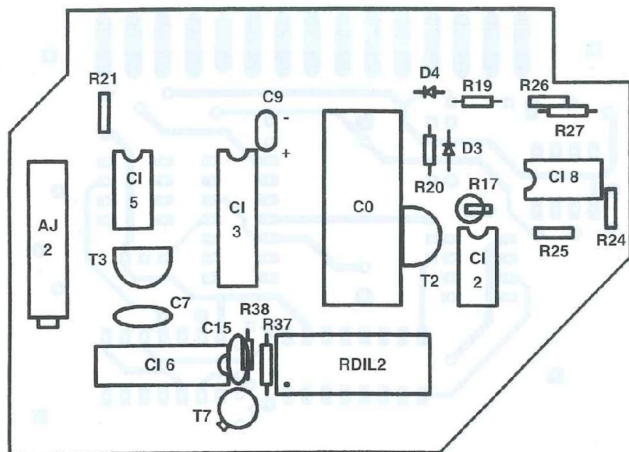


Figure 43



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CARTE RAMPE S

- D3 : jonction grille-drain de 2N 3819
- D4 : LED rouge 3mm
- T2 : 2N 3819
- T3 : 2N 3820
- T7 : BC 337
- CI 2 : TL 082
- CI 3 : 4016
- CI 5 : TL 071
- CI 6 : 4066
- CI 8 : CA 3130
- R17 : 100 k Ω
- R19 : 15 k Ω
- R20 : 12 k Ω
- R21 : 5,6 M Ω / 1 %
- R24 : 220 k Ω
- R25 : 470 Ω
- R26 : 6,8 k Ω
- R27 : 3,3 k Ω
- R37 : 330 k Ω
- R38 : 47 k Ω
- Aj2 : 1 k Ω
- RDIL2 : 22 k Ω
- C0 : 3,3 μ F pas 22,5 mm
- C7 : 220 nF
- C9 : 10 μ F tantale
- C15 : 1 nF

MULTIMÈTRE 4 RAMPES 35 000 POINTS

Figure 44

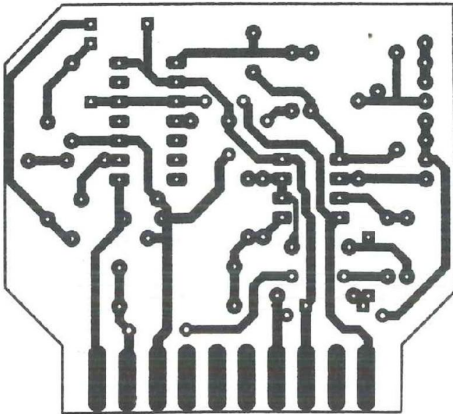


Figure 45

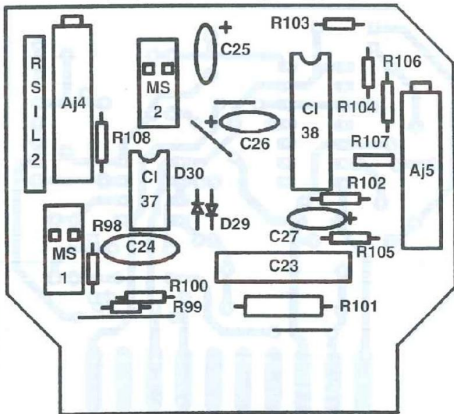
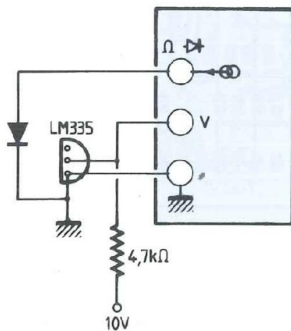


Figure 49



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

CARTE RMS

- D29, D30 : 1N 3595
- CI37 : OPA 2604
- CI38 : MX 536AJN ou AD 536AJD
- R98 : 1 MΩ
- R99 : 10 kΩ
- R100 : 22 Ω
- R101 : 1 MΩ 1 W
- R102 : 100 Ω
- R103, R104 : 10 kΩ
- R105, R106 : 47 Ω
- R107 : 27 kΩ
- R108 : 470 kΩ
- C23 : 10 nF 1000V pas 15 mm (disp. Conrad)
- C24 : 220 nF

- C25 : 10 μF tantale
- C26, C27 : 4,7 μF tantale
- RSIL2 : 10 kΩ L81S (7 résistances à point commun)
- Aj4 : 500 Ω
- Aj5 : 1 kΩ
- 2 microswitch 2 inter

DIVERS

- 1 Coffret Elbomec LC860
- 1 Transfo 2x6 V / 5 VA
- 1 Transfo 2x15 V / 5VA
- 1 Interrupteur à levier
- 1 Porte-fusible chassis + fusible
- 1 Passe-fil
- 4 douilles banane
- Nappe 20 conducteurs : 10 cm

Figure 46

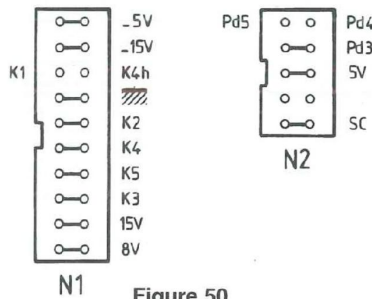


Figure 50

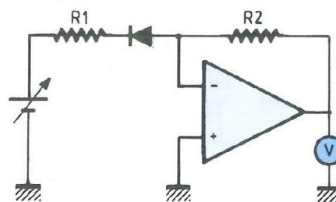


Figure 47

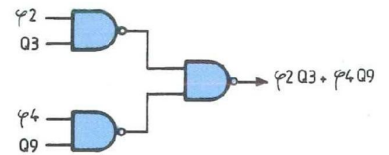
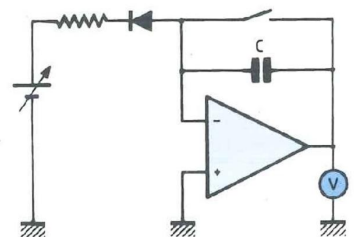


Figure 51



compris les deux connecteurs. Puis soudage des trois poussoirs et de l'inverseur = RMS lorsque ces quatre éléments sont serrés sur la façade. On soude enfin les dix diodes témoin avec l'écartement adéquat pour qu'elles affleurent la façade. A la mise sous tension, le témoin V doit s'allumer ; puis chaque pression sur le poussoir de fonction doit faire tourner la fonction.

15° Réalisation de la carte gammes. On la met en place, et les poussoirs de

déplacement de gamme doivent fonctionner.

16° Mise en place des relais d'ohmmètre, RL5, RLA, RLRD, RLEF, et de leurs commandes, ainsi que des commandes des relais déjà en place RLDEF et RLD. On vérifie :

* Le fonctionnement en voltmètre gamme 1 en entrant sur le contact repos de RLA.

* Le fonctionnement en ohmmètre sur toutes les gammes. On peut calibrer l'ohmmètre par Aj3 avec une résistance à

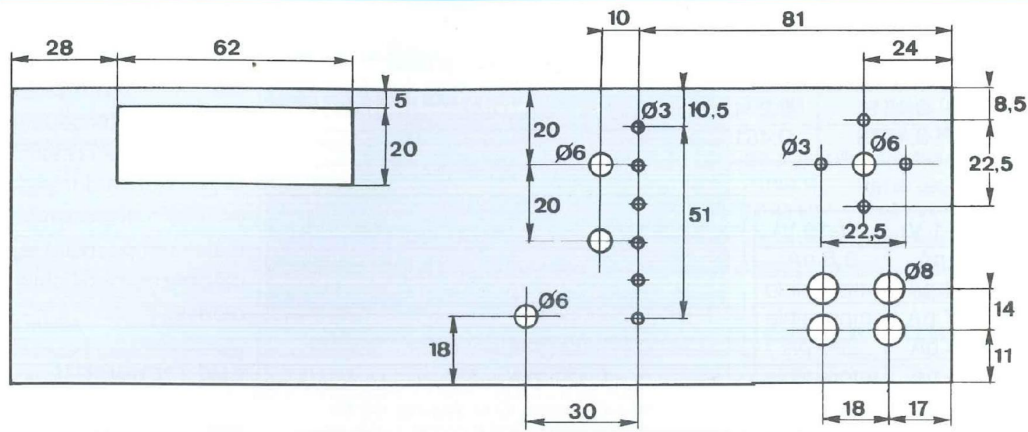
0,01%, avant même de calibrer le voltmètre, car celui-ci ne joue pas sur l'ohmmètre.

* Le fonctionnement en diode sur toutes les gammes.

17° Mise en place des CI45 et 46 avec leurs diodes et résistances de limitation. Vérification de l'allumage des points décimaux.

18° Mise en place de RSIL1. Vérification du voltmètre continu sur toutes les gammes.

Figure 48



Calibration du voltmètre continu par Aj2. C'est le gros problème si on veut une justesse de qualité équivalente à la fidélité et la linéarité, ce qui n'est guère possible. La pile-étalon est une bonne solution. On peut utiliser provisoirement un autre multimètre fiable, ou une autre REF198.

19°) Mise en place des condensateurs de l'atténuateur. Il est bon de sélectionner les capacités fixes avec un capacimètre 2000 points ou mieux pour vérifier : C3 = 10 C2 et C4 + C5 = 90 C2.

20°) Réalisation de la carte RMS. Pour le calibrage de cette carte :

a) Si nécessaire : On ferme MS1b et MS2b seuls. Réglage par Aj5 du zéro affiché en EFF.

b) On ferme MS1b et MS2a seuls, et on court-circuite l'entrée à la masse. La sortie affichée est la valeur absolue de l'offset de CI37a. Pour connaître le signe, il faut un autre multimètre. On note cet offset ϵ_{37} .

c) Soit une tension continue (a) de l'ordre de 0,35 V, mesurée en continu. Puis on note le résultat (a1) obtenu en EF lorsqu'on entre (a) ; et (a2) obtenu en EF lorsqu'on entre (- a). Il faut régler Aj4 pour que :

$a1 + a2 = 2(a + \epsilon_{37})$. La première série de mesures donne la correction à apporter.

d) On revient à la situation normale : MS1a seul fermé.

21°) Réglage de l'atténuateur.

On entre un signal sinusoïdal de 1 kHz d'une valeur efficace voisine de 0,35 V affichant 35 000 points en G1. Caj2 étant

en position médiane, on règle Caj1 en G3. Puis Caj2 en G2. On peut répéter ce cycle.

On peut vérifier à l'oscillo que l'entrée d'un signal carré donne bien un carré en sortie de CI37a. Mais le réglage par cette voie serait moins précis.

La bande passante du convertisseur à -3 dB a été mesurée à 1,2 MHz pour une valeur efficace présentée à son entrée de 1 V, soit 250 mV en entrée de l'appareil en gamme 1. Bien sûr, le résultat, 175 mV, n'est alors pas bon, ce n'est qu'une spécification.

A 0,1 V convertisseur, la bande passante n'est plus que de 200 kHz. C'est la fréquence donnant 17,5 mV en gamme 1 pour une entrée de 25 mV, ou en gamme 2 pour une entrée de 250 mV. Le convertisseur est moins bon à bas niveau.

EXEMPLES DE MESURES

Deux résistances ont donné les résultats respectifs 1,9591 k Ω et 1,0209 k Ω . Placées en série, la mesure a donné 2,9799 k Ω , ce qui contrôle la linéarité. Ces valeurs sont à la justesse près, mais le rapport de ces deux résistances n'est pas affecté par cette réserve, et s'établit à 1,9190. Placées en série avec une autre résistance, le tout alimenté par une référence REF 198, les tensions mesurées aux bornes de nos deux résistances se sont établies à 2,0024 V et 1,0434 V, (3,0456 V pour l'ensemble), ce qui donne un rapport de 1,9191.

Voici maintenant une application pour laquelle cet appareil est prédisposé, l'étu-

de des diodes en sens direct. Un condensateur de 10 nF est placé en parallèle avec la diode, car pour les faibles courants, les parasites sont quand même trop importants pour être éliminés.

Les tensions U mesurées en V pour une diode 1N 4148 (D1) et l'équivalent diode E-BC reliés d'un transistor 2N 2222 (D2) sont les suivants, à la température de 22°C (voir tableau 3).

La progression de U est pratiquement arithmétique, alors que celle de I est géométrique, au moins pour les quatre mesures centrales, ce qui montre que I est une fonction exponentielle de U :

$$I = I_p \exp\left(\frac{U}{U_p}\right),$$

I_p et U_p étant des paramètres, dépendant bien sûr de la température.

On peut estimer ainsi : U_p = 48,8 mV pour D1 et 25,5 mV pour D2. Les valeurs respectives de I_p sont 3,6 nA et 0,014 pA. Une théorie de physique du solide, aussi savante que simplifiée, donne précisément cette loi exponentielle, avec de plus

$$U_p = \frac{kT}{e}$$

(k) est la constante de Boltzmann, (e) la charge de l'électron, et T la température absolue en Kelvins.

Alors U_p = 8,625.10⁻⁵ T = 25,4 mV à 295 K. Seule ici D2 vérifie cette valeur. Une minorité d'auteurs a remarqué cette non-conformité, et affirmé

$$U_p = \eta \frac{kT}{e}$$

η étant un coefficient numérique qui dépend de la diode. Mais ceci suppose

MULTIMÈTRE 4 RAMPES 35 000 POINTS

Tableau 3

I	10 nA	100 nA	1 µA	10 µA	100 µA	1 mA
D1	0,0617	0,1611	0,2742	0,3884	0,4980	0,6013
D2	0,3363	0,4013	0,4615	0,5203	0,5791	0,6346

Tableau 4

Diode	Ip	-I (-1 V)	-I (-10 V)
D1	3,6 nA	3 nA	5,5 nA
D2	0,014 pA	2,4 pA	impossible
D3	0,2 pA	3,7 pA	impossible
D4	7,1 pA	68 pA	220 pA
D5	6,7 pA	33 pA	impossible
D6	2,8.10 ⁻⁴ pA	1,7 nA	impossible
D7	0,04 pA	très faible	très faible
D8	0,028 pA	très faible	très faible
D9	7,5.10 ⁻⁴ pA	2,5 µA	impossible
D10	6,7 pA	1,4 nA	3,1 nA
D11	0,029 pA	2,9 nA	3,9 nA
D12	0,97 nA	1,4 nA	2,6 nA
D13	94 pA	37 pA	110 pA

encore U_p proportionnel à T , ce qui demande tout de même vérification.

C'est ce que nous avons fait en plongeant la diode dans un bain d'huile. La température a été mesurée avec un capteur thermométrique LM335, qui donne une tension de sortie égale à $0,01 T$. Celle-ci est mesurée avec le multimètre, ainsi que U pour $100 \mu A$ et $10 \mu A$ (figure 49). Les mesures ont été faites de $5^\circ C$ à $85^\circ C$ environ ($278 K$ à $358 K$).

Un lot de 13 diodes différentes a été testé, dont les deux précédentes.

Seule dans le lot, D2 a vérifié

$$U_p = \frac{kT}{e}$$

à 1 % près.

Trois autres ont vérifié

$$U_p = \eta \frac{kT}{e}$$

toujours à 1 %, avec :

$\eta = 1,01$ pour D6 (zener 5,6 V)

$\eta = 1,25$ pour D7 (jonction G-S d'un JFET canal N/2N 3819)

$\eta = 1,21$ pour D8 (jonction G-S d'un JFET canal P/2N 5461)

Pour 6 diodes, il est apparu une proportionnalité de U_p à T^n , à 1 %, avec :

$n = 1,188$ pour D3 (jonction B-E du 2N 2222, C en l'air)

$n = 0,763$ pour D4 (jonction B-C du 2N 2222, E en l'air)

$n = 0,771$ pour D5 (jonction B-EC reliés du 2N 2222)

$n = 0,89$ pour D9 (zener 2,7 V)

$n = 0,784$ pour D10 (zener 12 V)

$n = 0,9$ pour D11 (zener 30 V)

Aucune loi ne s'est dégagée pour les trois vraies diodes du lot : D1, D12 (1N 4004), D13 (1N 3595).

On ne va pas terminer sans la mesure du courant inverse, qui peut se faire en général selon la figure 50.

R1 est une résistance de protection ($10 k\Omega$ par exemple) ; R2 donne la tension $R_2 I$, négative, en sortie de l'AOP TLC271. En général, $100 M\Omega$ ou $1 G\Omega$ convient. Si la sortie est trop faible, on passe au montage de la figure 51. Avec l'aide d'un chronomètre, on déduit $I = C dV/dt$ après avoir ouvert l'interrupteur. Le courant d'entrée de l'AOP se mesure de la même façon pour une correction éventuelle (il suffit de retirer la diode). On donne les courants inverses pour les tensions de $-1 V$ et $-10 V$, ainsi que le paramètre I_p , à $22^\circ C$. Les courants inverses de D7 et D8 n'ont pu être mesurés, car ils sont précisément noyés dans le courant d'entrée de l'AOP, ce qui justifie le choix des diodes de protection du multimètre (voir tableau 4).

La fameuse loi de physique du solide est sensée être

$$I = I_p \left[\exp\left(\frac{U}{U_p}\right) - 1 \right]$$

annoncée comme valable algébriquement. En sens direct, le 1 est en général négligeable ; en sens inverse, I deviendrait rapidement égal à $-I_p$, appelé pour cela courant de saturation inverse. En réalité, on voit bien que les diodes n'ont pas de saturation inverse.

Le courant inverse peut être du reste d'un

tout autre ordre de grandeur que I_p : 3 milliards de fois pour D9.

Il serait aussi farfelu, mais pas plus, d'indiquer que la durée d'une année est d'un centième de seconde.

Il était temps avant le troisième millénaire d'être un peu plus sérieux avec les diodes.

UN CONSEIL

Les circuits imprimés étant des «double face» sans trous métallisés, nous vous conseillons de commencer le câblage de chaque carte par des «ponts» à effectuer avec des queues de résistances de façon à établir la continuité des pistes cuivrées recto/verso.

Vérifier chaque fois à l'ohmmètre.

ATTENTION !

Les faces cuivrées des deux premières cartes publiées dans notre précédent numéro ont été imprimées «vu par transparence», ce que l'on remarque en comparant les figures 27 (en noir) et 28 (en bleu).

Les figures 23, 24, 26 et 27 sont donc à retourner par la gravure des C.I.

Georges Lavertu

RECTIFICATIF LED N°153

1^{er} épisode

Tableau 1 :

les courants du diodemètre sont écrits en sens inverse, lire G1 : 1 mA à G6 : 10 nA

Figure 10 :

Porte n°16 entrée 13 sortie 12 est en fait entrée 11 sortie 10.

Porte n°16 entrée 15 sortie 14 est en fait entrée 13 sortie 12.

Page 27, 1^{ère} colonne

a) Si $x > 0$, au lieu de $x < 0$



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 (paire)
--	--------------

▷ 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)



CONNECTIQUES PROFESSIONNELLES

▷ Jack 6,35mm

Mono mâle métal.....	6,50F
Mono mâle métal GM.....	31,00F
Mono mâle métal coudée.....	25,00F
Stereo mâle métal.....	8,50F
Stereo mâle métal GM.....	32,00F
Stereo mâle métal coudée.....	55,00F

TUBES AUDIO

EL 34 Sovtek.....	98F
6550 A.....	195F
EL 84 Sovtek.....	68F
6L6GC RCA.....	128F
300 B Chine.....	790F
ECC 81 RTC=12 AT 7.....	78F
ECC 82=12 AU 7.....	67F
ECC 83 Tesla=12 AX 3.....	78F
Support Noval CI.....	18F
Support Noval chassis.....	20F
Support Optal CI.....	20F
Support Optal chassis.....	32F



SCR 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.

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



159, rue La Fayette, 75010 Paris

Tél. : 01 40 35 70 50

Fax : 01 40 35 43 63

E-mail : contact@radioprim.com
Site 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

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.....	19F
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

ATTENUATEUR A IMPEDANCE CONSTANTE

AT 60 SK..... Mono 100W 8ohms corp céramique.....	60F
AT 60 ST..... Stéréo 100W 8ohms corp céramique.....	90F

CONDENSATEUR PAPIER HUILE

L.C.C-SAFCO-TREVOUX

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

SCR CONDENSATEUR POLYPROPYLENE MKP

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

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

CABLES AUDIO PROFESSIONNELS

▷ Silicone haute température

0,5mm rouge ou noir.....	12F/mètre
1mm rouge ou noir.....	16F/mètre

▷ 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
CULLMAN OFC.....Ecran alu diam. ext.: 7mm.....	25F/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
Multipaire audio blindé.....4 Cond x 0,22mm blindés séparément cuivre rouge plus drin.....	31F/mètre

▷ Câble H.P. CULLMAN (fabrication allemande)

2 x 1,5mm cuivre OFC.....	12F/mètre
2 x 1,5mm cuivre OFC argenté.....	19F/mètre
2 x 2,5mm cuivre OFC.....	16F/mètre
2 x 2,5mm cuivre OFC argenté.....	45F/mètre
2 x 4mm cuivre OFC.....	23F/mètre

▷ Tresse de blindage cuivre OFC étamé diam.: 5mm. Extensible en largeur, acceptant câble de 5 à 8,5mm.....

55F/mètre

FILTRE EMI POUR CABLE ROND

Boîtier nylon. Durée de vie du clips: 200 utilisations.
Perméabilité du ferrite: 800.
FEB 50 diam. int: 5mm.....18F FEB 100 diam. int: 10mm...25F
FEB 65 diam. int: 6,5mm....20F

RESISTANCE CERAMIQUE

Tolerance 5%. Dissipation 10W 1ohm à 33ohms.....8F/pièce

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

COMMUTATEURS D'ENCEINTES

Permettant de commuter plusieurs paires d'enceintes (4 ou 8 ohms), sur une sortie stéréo d'amplificateur. Branchement par borniers à pressions.
SPS-20S.....2voies, 200W max.....199F
SPS-40S.....4voies, 200W max.....259F

PREAMPLI R.I.A.A. STEREO

Brancher votre platine T.D. à l'entrée AUX/line de votre chaîne hifi.....220F

COMMUTATEUR DE SOURCES

Relier 4 ou 5 sources (ligne) à une même entrée ligne d'amplificateur.
SPS-40A.....3 entrées.....155F
SPS-50A.....4 entrées.....225F

EN STOCK, TOUS TYPES
DE CÂBLE AUDIO, VIDÉO,
INFORMATIQUE,
TÉLÉPHONIQUE, ETC.
RENSEIGNEMENTS
AU COMPTOIR.

LA 300B EN PUSH-PULL CLASSE A - 20 Weff SANS CONTRE-RÉACTION

La Reine des triodes a de nouveau su capter l'intérêt que lui portent les lecteurs audiophiles «tubistes». Nous ne pensions pas cependant que l'étude de notre «single-ended» rencontrerait un tel succès, vu le coût élevé de cette réalisation qui demande en plus de posséder des enceintes à haut-rendement.



Une puissance de 8 à 9 Weff est le maximum raisonnable que l'on puisse demander à ce curieux tube à 4 broches si on ne veut pas trop abrégier sa durée de vie (surtout si on n'a pas la chance de posséder une Western Electric !).

Une puissance de 8 Weff est largement suffisante pour bénéficier d'une «écoute domestique» confortable avec des enceintes à 98/100 dB de rendement. Ce n'est plus le cas malheureusement lorsque l'on descend en dessous de 92 dB, alors que faire ?

Deux solutions se présentent pour obtenir davantage de watts :

- Faire travailler 2 tubes 300B en parallèle en diminuant l'impédance primaire du transformateur de sortie ;

- Faire travailler 2 tubes 300B en push-pull.

Notre curiosité nous pousse à choisir la seconde solution afin d'avoir la possibilité d'écouter attentivement un push de 300B, appareil encore plus rare sur le marché de l'audio que le «single ended». Pour que la comparaison «single/push» soit plus intéressante et plus instructive, nous ferons travailler le push en classe A et sans contre réaction, tout en gardant les drivers ECL86 qui seront ici commandés par un tube ECC83 monté en déphaseur de Schmitt.

LE SCHÉMA

L'AMPLIFICATION

Les lecteurs qui ont suivi et pour certains réalisé «Le 300B» publié dans les deux

précédents numéros reconnaîtront une partie du schéma proposé en figure 1.

Le tandem T2/T4 ou T3/T5 est identique à l'étage utilisé pour le «single-ended». La différence se situe en sortie, au niveau du raccordement des anodes des 300B.

Nous utilisons ici un transformateur avec primaire à point milieu, au niveau duquel nous appliquons la haute tension. A chaque extrémité sont reliées les anodes. Notons l'absence de contre réaction, le secondaire du transformateur est relié directement au haut-parleur, sans mise à la masse.

- Le transformateur

Sur notre maquette nous avons, après des essais concluants, adopté le transformateur de sortie qui équipe le double push-pull d'EL84, soit une impédance primaire de 4 k Ω .

Le Led N°141, page 48, montre quelques signaux obtenus en sortie de ce transformateur qui équipe l'étude du «Booster automobile». Les résultats sont excellents aux mesures et à l'écoute comme nous le constaterons à nouveau en fin d'article.

Notons que le transformateur de sortie du double push-pull décrit dans les N°s 136/137 convient également, l'impédance étant la même, 4 k Ω .

De la sortie HP, passons maintenant à l'entrée.

Les grilles des triodes des ECL86 sont excitées par deux signaux en opposition de phase, transmis par les condensateurs de liaison C2 et C4. Après amplifications, nous retrouvons ces mêmes signaux appliqués aux grilles des 300B par les condensateurs C9 et C11.

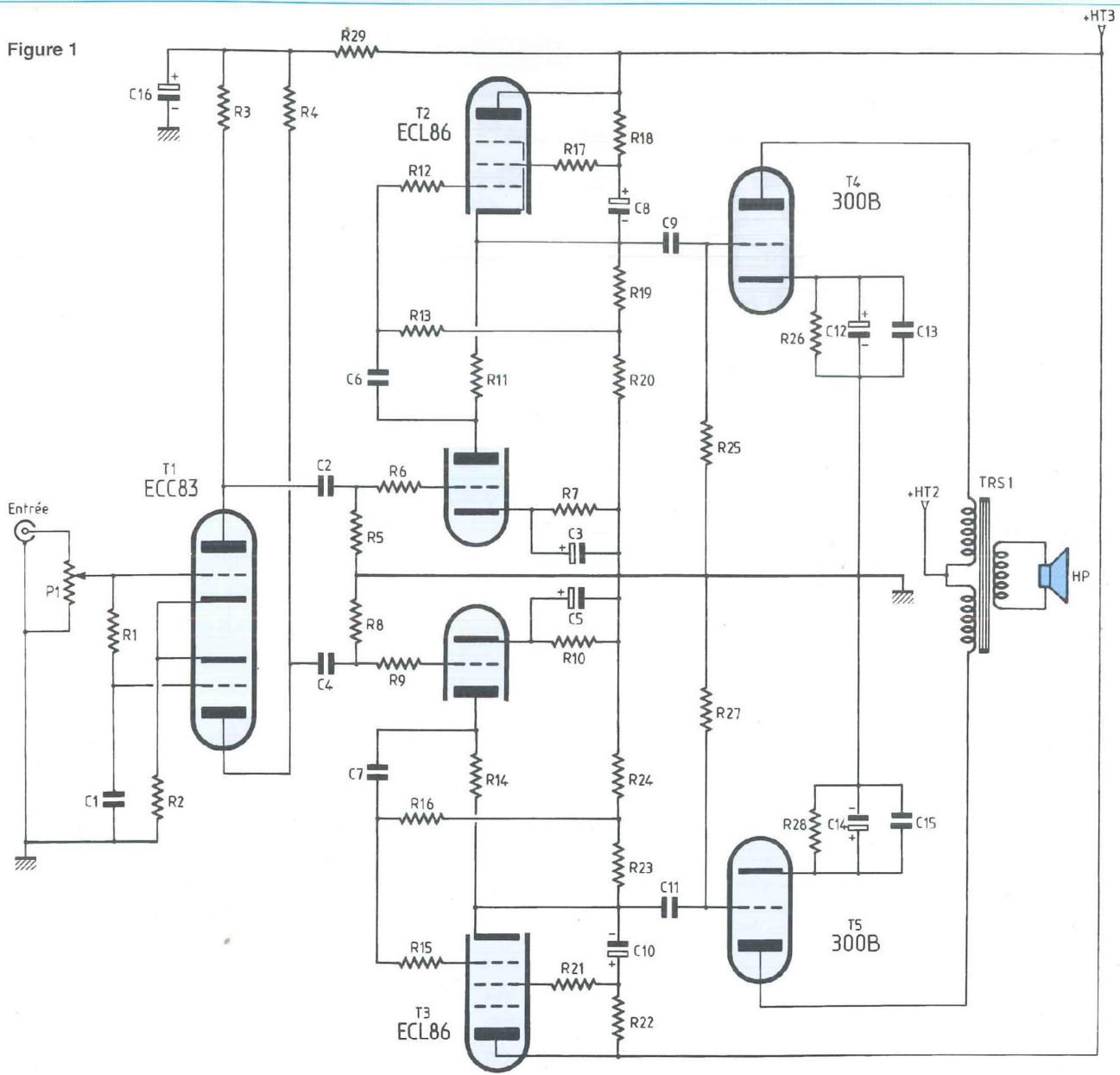
Les signaux symétriques sont générés par la double triode d'entrée, une ECC83 montée en déphaseur de Schmitt.

Une grille est «attaquée» par la modulation prélevée au niveau du curseur du potentiomètre de volume.

La charge est répartie entre anode et cathode (résistances R2 et R3). La partie du signal apparaissant sur l'anode,

LA REINE DES TRIODES

Figure 1



constitue un des deux signaux du déphaseur. L'autre partie apparaissant sur la cathode sert à attaquer par la cathode l'autre triode fonctionnant avec grille à la masse.

Le signal apparaissant sur l'anode de cette deuxième triode est le deuxième signal de sortie de ce déphaseur. Il est facile d'en déduire que sa phase est opposée à celle du premier.

Le schéma fait apparaître +HT2 et +HT3. +HT2 est une tension continue unique-

ment redressée et filtrée par une cellule R/C en π , tandis que +HT3 est une tension stabilisée.

Le tube T1 est alimenté à partir de +HT3 et à travers une cellule de filtrage complémentaire R29/C16.

L'ALIMENTATION

Le transformateur d'alimentation délivre au secondaire une haute tension de 2x360 V et deux basses tensions de 5 V et 6V3 (figure 2).

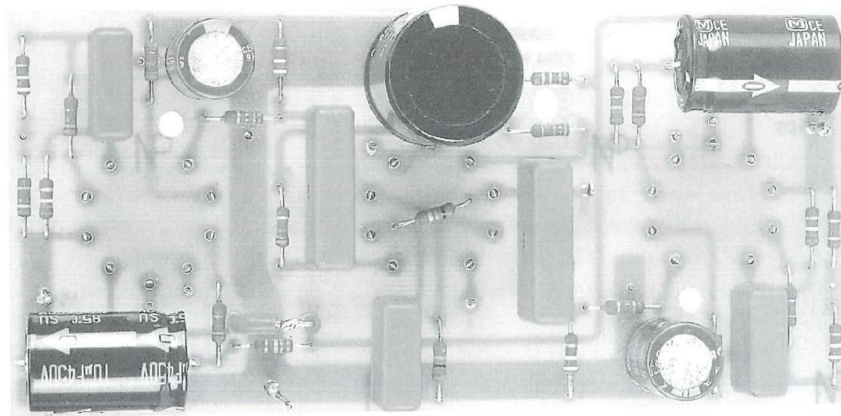
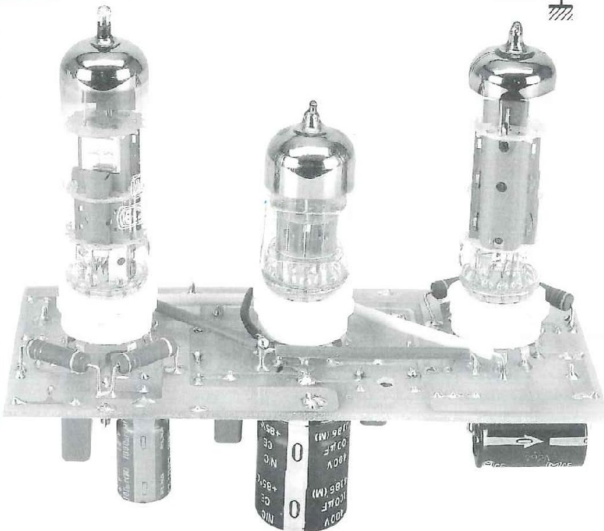
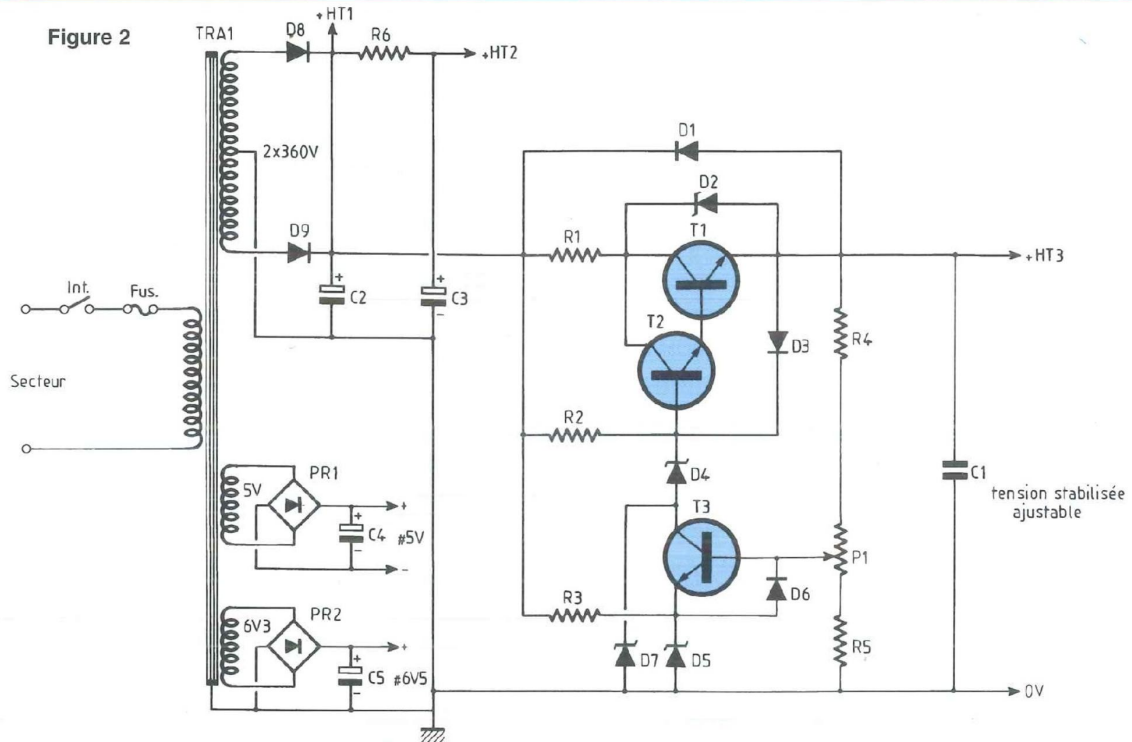
La haute tension est redressée par 2 diodes rapides au silicium D8 et D9 puis filtrée par un premier condensateur C2. Le +HT1 est dirigé vers l'entrée de la stabilisation, sur le collecteur du transistor ballast T1.

Une cellule de filtrage R6/C3 permet d'obtenir le +HT2 que nous retrouvons appliqué au point milieu du primaire du transformateur de sortie (figure 1).

L'enroulement 5 V permet, après redressement par PR1 et filtrage par C4, d'ob-

P.P. 300B : UN PUSH-PULL CLASSE A DE 20 W_{eff}

Figure 2



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

DÉPHASEUR / PRÉAMPLI

- Résistances à couche $\pm 5\%$

- R1 - 1 M Ω
- R2 - 10 k Ω
- R3 - 5,6 k Ω
- R4 - 7,87 k Ω / 1 %
(ou 7,5 k Ω / 5 %)
- R5 - 470 k Ω
- R6 - 150 Ω
- R7 - 2,7 k Ω
- R8 - 470 k Ω
- R9 - 150 Ω
- R10 - 2,7 k Ω

- R11 - 220 k Ω
- R12 - 150 Ω
- R13 - 470 k Ω
- R14 - 220 k Ω
- R15 - 150 Ω
- R16 - 470 k Ω
- R17 - 150 Ω
- R18 - 22 k Ω
- R19 - 180 Ω
- R20 - 2x8,2 k Ω / 3 W
- R21 - 150 Ω
- R22 - 22 k Ω
- R23 - 180 Ω
- R24 - 2x8,2 k Ω / 3 W

- R29 - 15 k Ω / 1 W

- Condensateurs

- C1 - 220 nF / 250 V MKP
- C2 - 470 nF / 400 V MKP
- C3 - 1000 μ F / 16 V radial
- C4 - 470 nF / 400 V MKP
- C5 - 1000 μ F / 16 V radial
- C6 - 220 nF / 250 V MKP
- C7 - 220 nF / 250 V MKP
- C8 - 10 μ F / 450 V axial (polarisé ou non)
- C10 - 10 μ F / 450 V axial (polarisé ou non)

- C16 - 100 μ F / 400 V radial

- Tubes

- T1 - ECC83
- T2 - ECL86
- T3 - ECL86

- Divers

- P1 - 100 k Ω
- 3 supports NOVAL pour CI
- 6 picots à souder
- 3 entretoises mâle/femelle de 10 mm
- Film de cuivre étamé 10/10°

LA REINE DES TRIODES

Figure 3

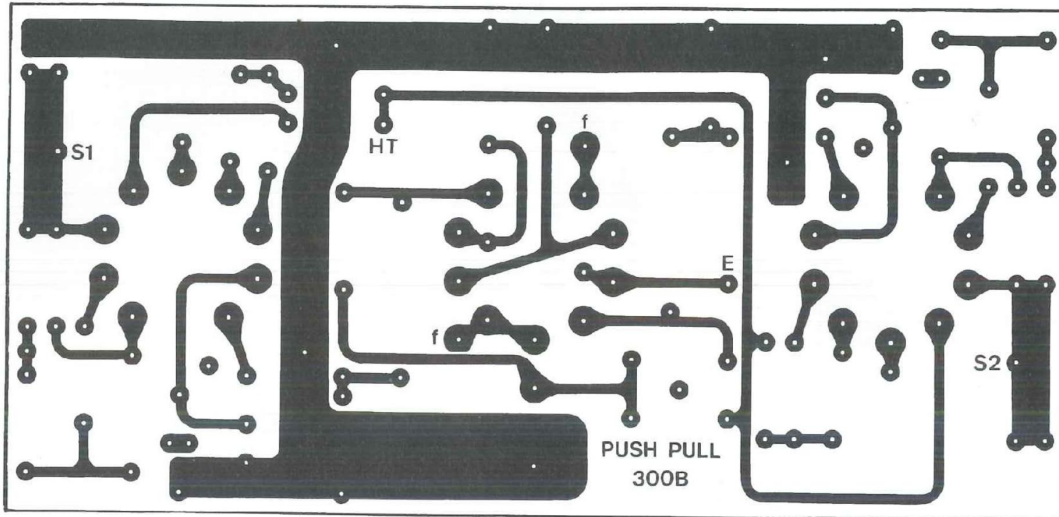


Figure 4 A

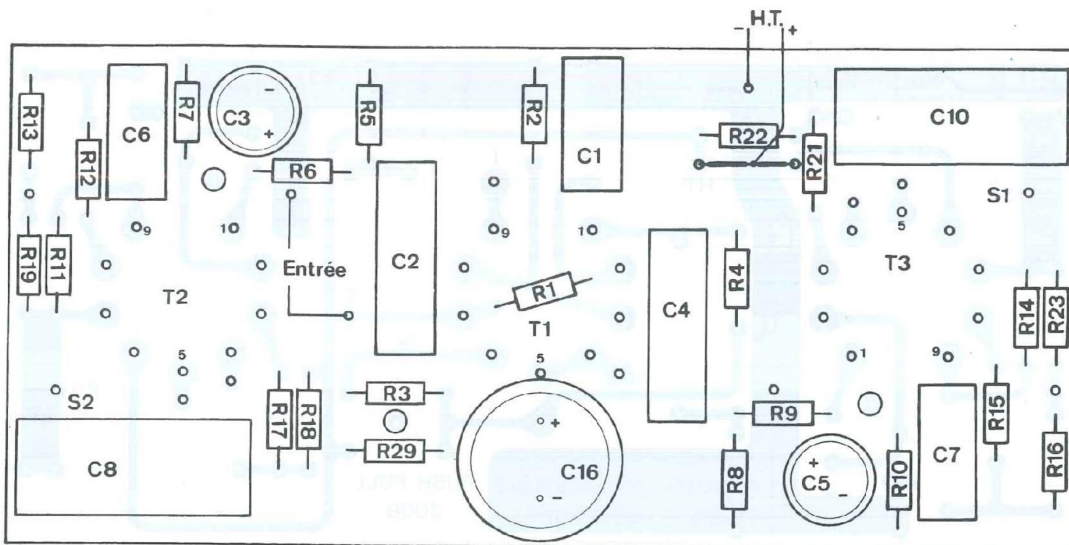
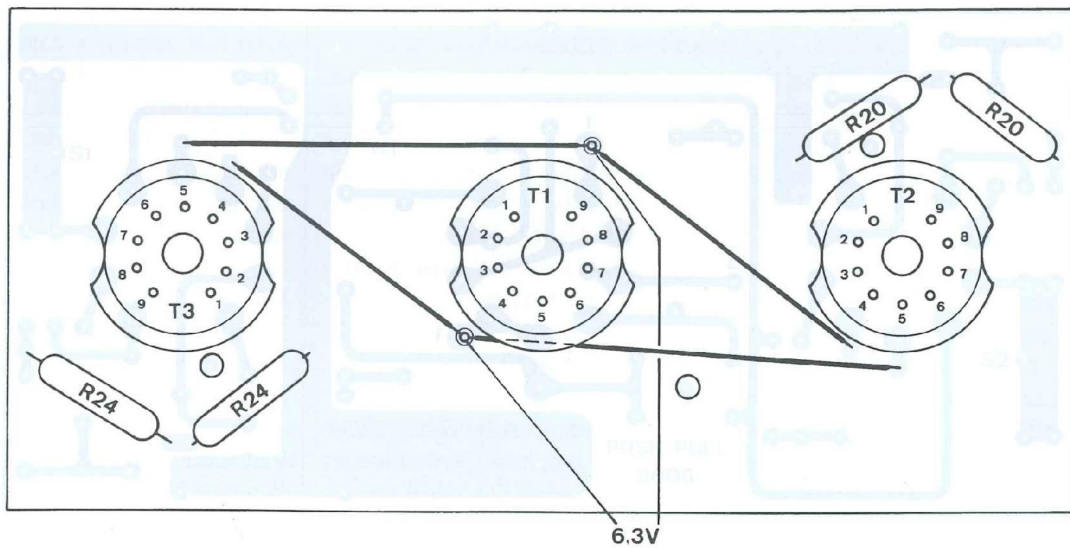


Figure 4 B



P.P. 300B : UN PUSH-PULL CLASSE A DE 20 Weff

Figure 5

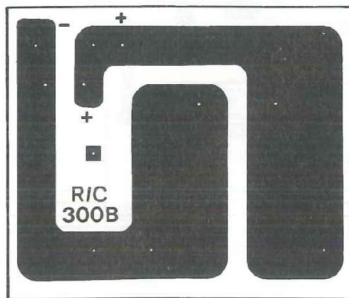


Figure 6 B

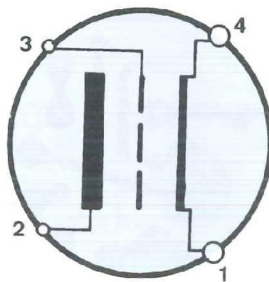
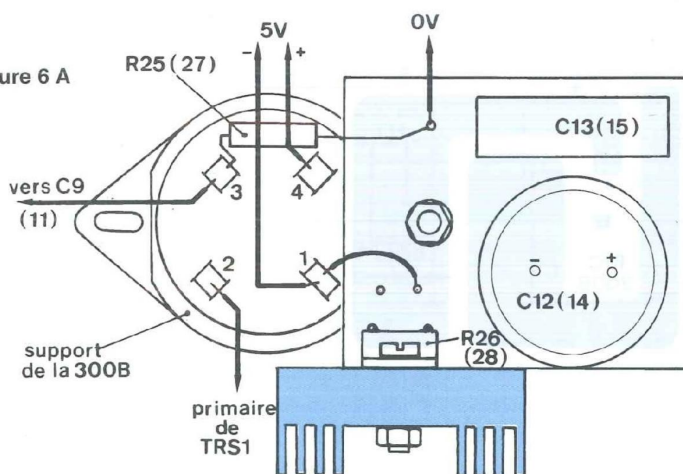


Figure 6 A



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ÉTAGE DE PUISSANCE 300B

- Résistances

R25 - 220 k Ω / 1 W
 R26 - 1 k Ω / 20 W non inductive
 R27 - 220 k Ω / 1 W
 R28 - 1 k Ω / 20 W non inductive

- Condensateurs

C9 - 4,7 μ F à 10 μ F / 400 V MKP
 C11 - 4,7 μ F à 10 μ F / 400 V MKP
 C12 - 470 μ F / 200 V radial
 C13 - 4,7 μ F / 160 V
 C14 - 470 μ F / 200 V radial
 C15 - 4,7 μ F / 160 V

- Divers

2 supports pour 300B (4 broches)
 2 triodes 300B
 2 dissipateurs 7°C/W
 2 picots à souder
 2 entretoises mâle/femelle de 10 mm
 TRS1 - Transformateur adaptateur d'impédance
 4 k Ω plaque à plaque au primaire
 4/8/16 Ω au secondaire

tenir la tension d'alimentation en continu des filaments des 300B. Nous remarquons que la polarité (-) n'est pas mise à la masse.

L'enroulement 6V3 est destiné au chauffage des filaments des ECL86 et de l'ECC83.

PR2 redresse et C5 filtre. En charge nous trouvons une tension continue de l'ordre de 6,5 volts aux bornes de C5. Une résistance chutrice n'est donc pas indispensable.

La stabilisation est identique à celle adoptée pour le «single ended», cependant la tension stabilisée sera ajustée à +380 V au moment de la première mise sous tension.

LES MOYENS MIS EN ŒUVRE

Nous voyons que notre push-pull est réalisé à partir de deux étages «single

ended» auxquels nous raccordons les anodes des 300B au primaire d'un transformateur de sortie à point milieu (comme pour tout push-pull).

L'élément nouveau complémentaire n'est donc que le déphaseur en entrée, une double triode ECC83.

La haute tension de TRA1 est ici un peu plus élevée 2x360 V au lieu de 2x300 V... Nous allons donc à partir d'une même électronique pouvoir faire des comparaisons de mesures et d'écoutes entre «push-pull» et «single ended».

Mais avant d'en arriver là, voyons comment réaliser le P.P 300B.

LA RÉALISATION

C'est un bloc «mono» de plus de 20 Weff que nous vous proposons de construire en suivant notre pas à pas habituel.

Il vous conduira à un succès garanti dès la première mise sous tension.

Mais pourquoi un bloc mono ?

Nous pensons que cette étude P. P 300B associée à l'amplificateur stéréophonique «LE 300B» permettra à des lecteurs audiophiles de goûter aux plaisirs d'une écoute triphonique et peut être même avec l'un des deux caissons d'extrême grave proposés dans nos deux précédents numéros.

Quant à la stéréophonie, il suffit de réaliser deux blocs identiques pour y accéder et disposer ainsi d'une puissance d'écoute de 2x20 Weff.

LES MODULES

Ils sont au nombre de cinq, dont un à réaliser en double exemplaire (polarisation de cathode de la 300B).

- ECC83 et ECL86

Les trois tubes et leurs composants périphériques sont regroupés sur un seul circuit imprimé dont une étude des intercon-

Figure 7

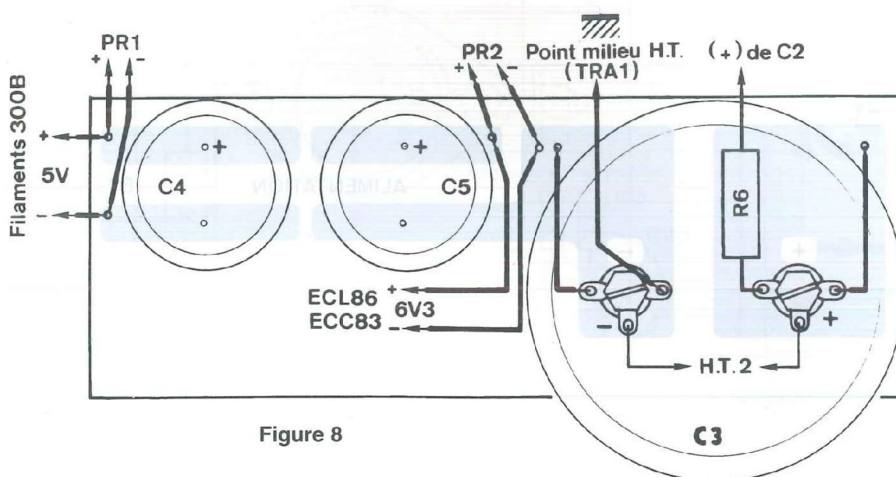
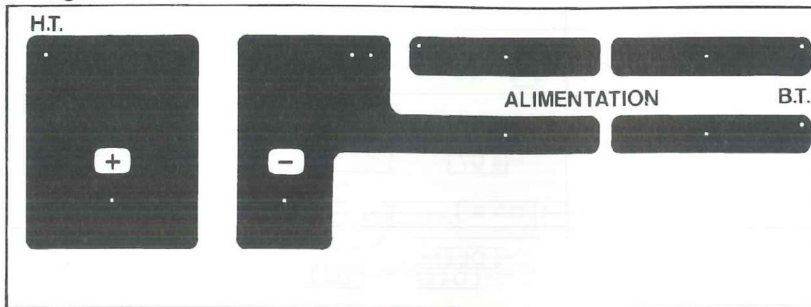


Figure 8

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

ALIM. HAUTES ET BASSES TENSIONS

- Condensateurs

C2 - 220 μ F / 450 V
 C3 - 1000 μ F / 450 V
 C4 - 22000 μ F / 16 V
 C5 - 10000 μ F / 16 V

- Divers

6 picots à souder
 5 cosse à souder \varnothing 5 mm
 1 résistance 330 Ω / 10 W bobinée
 2 diodes à commutation rapide BYW96E / 3 A - 1000 V - 300 ns ou équivalences
 2 ponts redresseurs KBPC806 / 8 A - 600 V ou équivalences
 TRA1 - transformateur alimentation avec prise écran
 - Primaire : 220 V / 230 V
 - Secondaire : 2x360 V - 5 V- 6,3 V
 1 interrupteur
 1 prise secteur châssis mâle
 1 porte-fusible avec fusible 2A

nexions des pistes-cuivrées vous est proposée en figure 3 à l'échelle 1.

Ce module reçoit la plupart des composants du schéma de principe de la figure 1, à l'exception du potentiomètre de volume et des condensateurs de liaison C9 et C11.

L'insertion des composants, ainsi que leur orientation pour certains, est visible aux figures 4A et 4B. Ces figures associées à la nomenclature doivent conduire à un sans faute.

Attention, le composant à souder en premier est la résistance R1 située au dessus du support T1.

Continuer avec les trois supports NOVAL implantés côté pistes cuivrées. Avec un forage des 9 pastilles à \varnothing 1,6 mm, les broches de chaque support doivent pouvoir, par pression des doigts, traverser le CI en affleurant la surface de celui-ci. Ne pas forcer pour faire dépasser les pattes. Le chauffage filaments 6,3 V se fait côté

pistes en utilisant du fil de cuivre isolé rigide de 10/10° et 2 picots à souder.

Pour s'assurer d'une bonne tenue en température, les résistances à couche métallique R20 et R24 sont doublées. Elles permettent ainsi une dissipation de 6 W sans avoir recours à une bobinée.

Le (+) HT est un strap en fil de cuivre étamé de 10/10°.

Prévoir des picots à souder pour les pastilles (-) HT, Entrée, S1 et S2.

- Découplage de cathode

Résistance de puissance et volumineux condensateurs de découplage des cathodes des 300B sont des composants rassemblés sur un circuit imprimé. La face cuivrée du C.I. vous est proposée en figure 5. C'est petit mais à réaliser en double exemplaire.

La figure 6A permet de voir comment sont regroupés les trois composants ainsi que la fixation du module câblé au support de

la 300B. On utilise une entretoise filetée mâle/femelle de 10 mm pour surélever le module et le dégager du support.

Prévoir un bon dissipateur pour la résistance R26 (ou R28 pour l'autre canal).

La figure 6B rappelle le brochage de la 300B, vu côté broches.

- Alimentations H.T. et B.T.

Le circuit imprimé de la figure 7 va permettre de venir y visser un gros condensateur de filtrage sans avoir recours à une bride de fixation pour son maintien. Côté mécanique, cela simplifie également le travail, car nous n'aurons pas besoin de découper dans le châssis une ouverture de \varnothing 51 mm.

Le plan de câblage de la figure 8 permet de mettre en place les condensateurs de filtrage ainsi que les picots de raccordements.

Le condensateur de filtrage de tête C2 est soudé directement à la cosse de

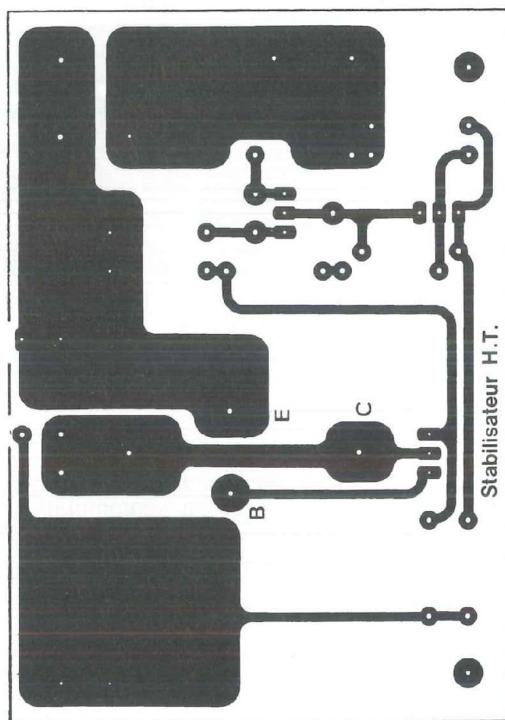


Figure 9

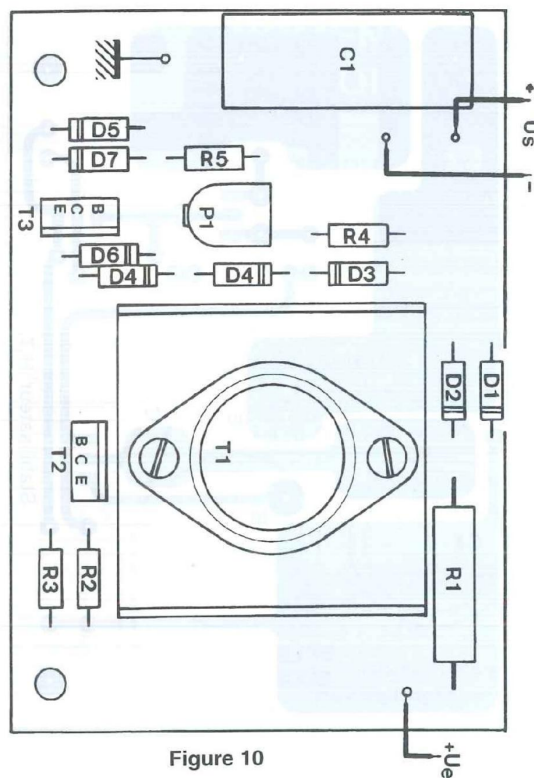


Figure 10

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

STABILISATEUR HT

- Résistances

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 multi-tours

- Semiconducteurs

T1 - BU326A
 T2- T2 - BUT11

D1-D3-D6 - 1N4007
 D2 - Zéner 200 V / 1,3 W
 D4 - Zéners 200 V / +75 V / 1,3 W
 D5 - Zéner 33 V / 1,3 W
 D7 - Zéner 180 V / 1,3 W

- Divers

C1 - 2,2 μ F / 400 V
 4 picots à souder
 Dissipateur pour T03
 4 entretoises filetées femelle/femelle de 20 mm (pour vis M4)
 1 cosse à souder \varnothing 4 mm
 Visserie de 3x10 mm

- Divers

1 coffret IDDM. Réf 55360
 1 bouton
 2 prises HP châssis isolées
 1 prise Cinch châssis isolée
 Plaque de plexiglass (pour surélever le condensateur C3)
 4 pieds
 Visserie diverse 3 et 4 mm
 1 contre écrou
 Câble blindé 1 conducteur
 Fil de cuivre étamé 10/10°
 Fil de câblage (diverses couleurs)

masse du transformateur d'alimentation, point milieu de l'enroulement haute tension. La résistance bobinée R6 est donc soudée entre les cosses (+) de C2 et C3.

- L'alimentation stabilisée

Le circuit imprimé du stabilisateur H.T. est identique à celui qui équipe «LE

300B», sauf qu'ici la plaquette a été raccourcie en hauteur, avec une fixation par 2 vis uniquement.

La figure 9 redonne le tracé des pistes cuivrées pour les lecteurs qui n'ont pas eu connaissance du n°152 de Led.

Le plan de câblage de la figure 10 permet d'insérer les composants aux bons

endroits et dans le bon sens pour les semiconducteurs.

On veillera à surélever du circuit imprimé le dissipateur et donc T1 d'une hauteur d'un écrou. On visse d'abord T1 au dissipateur, puis l'ensemble au C.I.

Le ballast T1 ayant à ses bornes (collecteur/émetteur) une tension plus importan-

LA REINE DES TRIODES

Figure 11 A

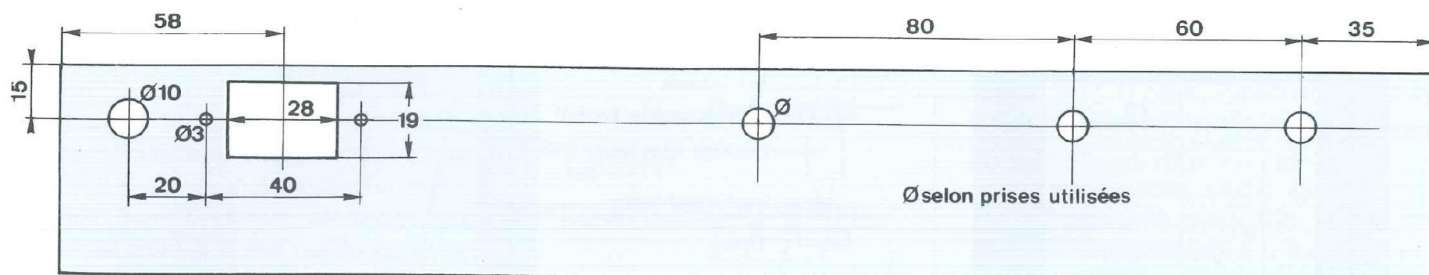


Figure 11 B

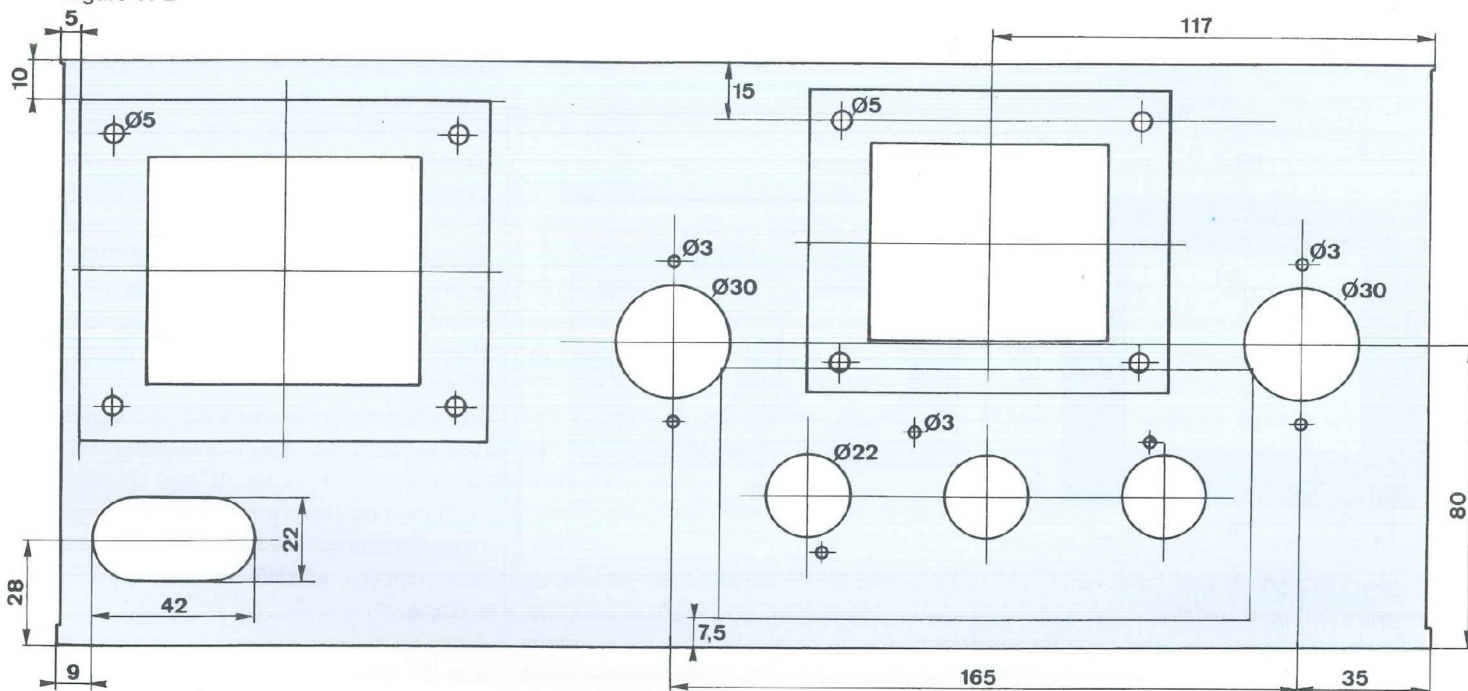
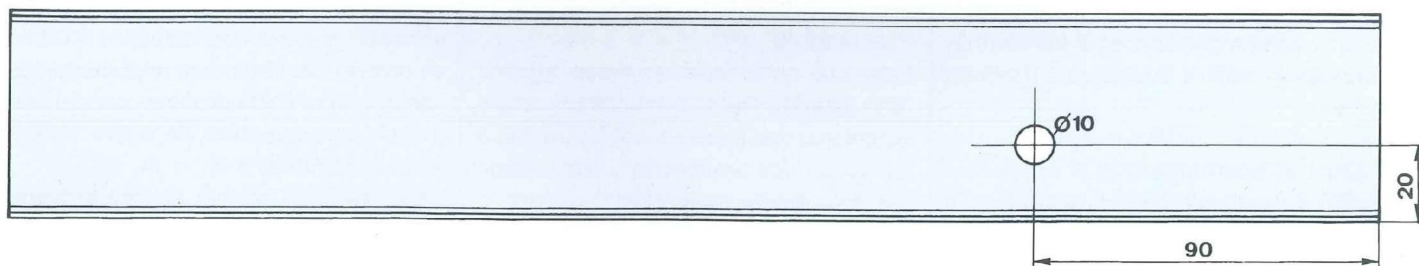


Figure 11 C



te que sur «LE 300B», l'échauffement est plus important.

Après le câblage des modules, passons maintenant à la mécanique et au châssis qui va les recevoir.

LE CHÂSSIS

Un seul coffret IDDM 55360 est

nécessaire pour réaliser le P.P300B.

Les figures 11A, B, C donnent toutes les indications qui permettent de travailler les 3 faces de ce boîtier en aluminium.

La figure 11A représente la face arrière avec les différents perçages nécessaires au vissage de toutes les prises (entrée, sorties HP, secteur).

La figure 11C, la plus dépouillée, montre la face avant qui ne reçoit que le potentiomètre de volume. Son emplacement a été déterminé afin que le curseur de celui-ci soit situé juste au-dessus du picot de raccordement soudé sur le module.

Le travail le plus délicat se rencontre évidemment en figure 11B, avec ses per-

P.P. 300B : UN PUSH-PULL CLASSE A DE 20 Weff

Figure 12 A

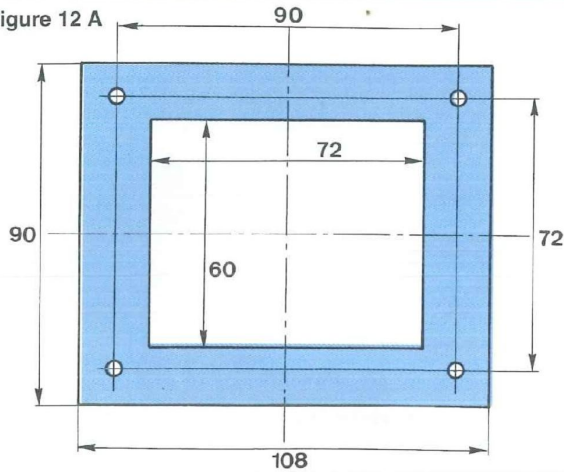


Figure 13

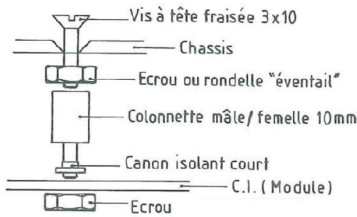


Figure 12 B

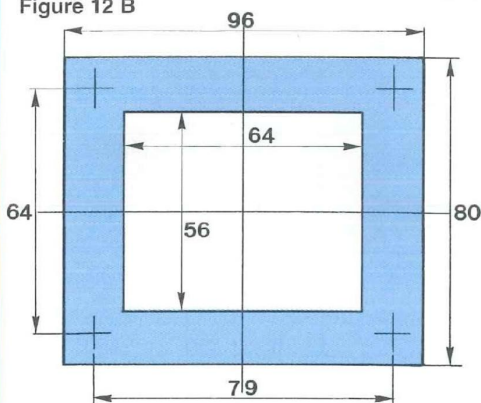
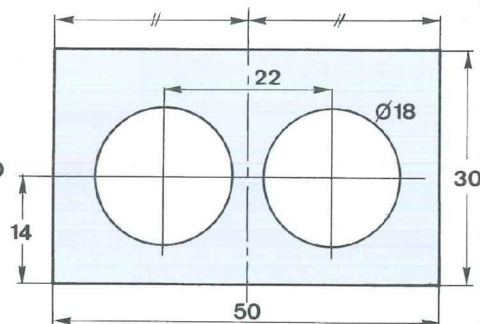


Figure 14



çages, ses découpes, ses emboutissages à l'emporte-pièces...

Afin de ne pas surcharger en cotations cette figure 11B, voyons comment contourner le problème tout en restant précis.

Nous avons à positionner 2 transformateurs et un module équipé de 3 supports NOVAL.

- Les transformateurs

Sur une feuille de papier, dessiner ces volumineux éléments en s'aidant des cotations portées sur les figures 12A et 12B.

Tracer sur le châssis au crayon papier les indications portées en figure 11B (5 et 10 mm pour le transformateur d'alimentation, 15 et 117 mm pour le transformateur de sortie).

Coller les rectangles représentant les deux transformateurs et pointer les trous de fixation.

Découper les fenêtres rectangulaires au cutter et marquer, en rayant la peinture, les surfaces à enlever. Elles seront ôtées soit avec une scie munie d'une lame abrasif, soit avec une scie sauteuse.

- Le module

Faire une photocopie du circuit imprimé de la figure 3. Tracer des traits fins reliant les centres des pastilles 1 et 6 puis 4 et 9 au niveau des 3 supports. L'intersection des deux droites repère avec précision le centre de chaque trou de $\varnothing 22,5$ mm que nous allons obtenir à l'emporte-pièce.

Coller la photocopie suivant les côtes portées en figure 11B, à 7,5 mm du bord du châssis, avec l'axe de symétrie du transformateur de sortie correspondant à celui du support NOVAL central (centre du cercle).

Pointer les 3 trous de fixation du module puis les 3 centres des 3 cercles.

Il faut absolument travailler avec préci-

sion si vous voulez qu'il y ait un bon centrage par la suite entre les découpes circulaires pratiquées et les supports NOVAL soudés au module.

Le châssis percé, découpé et ébavuré, reste à pulvériser deux à trois couches de peinture qui gommeront les inévitables traces imprimées dans l'aluminium, surtout si vous utilisez une scie sauteuse.

ÉQUIPEMENT DU CHÂSSIS

Commencer par la mise en place du module supportant les 3 tubes. Pour être convenablement fixé, celui-ci doit reposer sur des pattes qui le surélèvent du fond du châssis afin que les supports NOVAL viennent affleurer en surface. La figure 13 montre comment réaliser celles-ci avec vis, écrous, entretoise et rondelle isolante afin d'obtenir la hauteur adéquate.

Avant la pose de celui-ci, souder côté pistes les 2 fils d'alimentation des filaments.

Visser les supports des 300B puis venir y fixer les modules comme indiqué en figure 6A.

Fixer les deux transformateurs, le primaire du transformateur d'alimentation ayant son primaire orienté vers l'arrière du châssis.

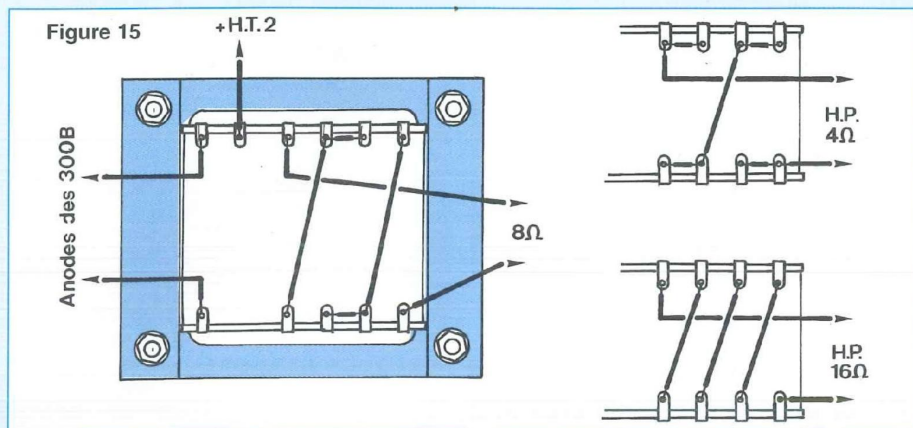
Avant de visser le volumineux condensateur de filtrage au circuit imprimé, il est indispensable de travailler une plaque qui va servir à augmenter l'épaisseur du sandwich entre condensateur et C.I. Elle va compenser la hauteur importante des canons (+) et (-) de ce composant. Il faut prévoir une épaisseur de 4 mm et une surface de 50x30 mm.

La préparation se fera suivant la figure 14, rien de bien compliqué.

Visser le condensateur de 1000 μ F/450 V au circuit imprimé **en respectant bien les polarités**. Prévoir quelques cosses à souder pour les interconnexions.

Laisser reposer le châssis sur les transformateurs et continuer l'équipement avec les prises à l'arrière de l'appareil.

Si comme nous vous utilisez des prises WBT, il vous faudra scier la borne (-) de la sortie HP un peu trop longue dans



cette application. Une cosse à souder maintenue entre isolant et écrou de la WBT permettra l'interconnexion au transformateur de sortie.

Visser le potentiomètre de volume en face avant. Le curseur se trouve ainsi au plus près du picot de raccordement du module.

Visser des contre-écrous au transformateur de sortie, puis des entretoises filetées femelle/femelle de 20 mm de hauteur, uniquement vers l'arrière du châssis (ce qui est d'ailleurs impossible vers l'avant).

Nous viendrons y visser ultérieurement le module «Alim stabilisée».

Le châssis est équipé et nous pouvons commencer les interconnexions.

INTERCONNEXIONS

On commence par l'alimentation avec tout ce qui se raccorde au transformateur d'alimentation.

- Etablir la liaison entre une cosse de la prise secteur et l'interrupteur.

- Souder un porte-fusible entre l'autre cosse de l'inter. et une cosse «primaire» du transformateur (220 V~).

- Etablir la liaison entre l'autre cosse de la prise secteur et la deuxième cosse «primaire» du transfo.

- Souder la patte (-) du condensateur de filtrage C2 de 220 μ F au point milieu du secondaire haute tension de 2x360 V~ (masse de référence).

- Souder les anodes des diodes redresseuses D8 et D9 aux cosses extrêmes du secondaire de 2x360 V~, puis les

cathodes au (+) du condensateur C2.

- De ce (+) de C2 établir la liaison avec le (+) du condensateur C3 au moyen de la résistance bobinée R6 (voir fig 8).

Relier la cosse «Prise écran» du transformateur à la cosse de masse de la H.T., puis de cette cosse rejoindre l'une des cosses (-) de C3 (voir figure 8).

En profiter pour établir le contact entre le (-) de C3 et la masse du circuit imprimé.

Ce n'est pas indispensable pour le picot (+), les raccordements se faisant sur le canon (+) de C3.

Occupons-nous maintenant de la basse tension.

Les ponts PR1 et PR2 sont vissés directement au châssis et solidement maintenus par les tiges filetées du transformateur d'alimentation. Prévoir une rondelle plate entre pont et écrou.

Relier les cosses ~ du pont PR1 à l'enroulement 5 V puis faire de même avec PR2 et l'enroulement 6V3.

Reste à interconnecter les pattes (+) et (-) de chacun d'eux au module d'alimentation comme indiqué figure 8.

Avec du fil de cuivre rigide étamé de 10/10^e, relier les picots 0 V des deux modules vissés aux supports des 300B (fig 6A). Reportez-vous à la 3^{ème} de couverture pour bien repérer cette liaison gainée avec un soupplisso bleu.

Au passage, relier à cette ligne de masse le picot (-) HT du module de commande (situé au-dessus de R22).

C'est de cet endroit que vont également partir tous les fils de masse : vers le potentiomètre de volume, vers une cosse

(-) de C2/1000 μ F, vers le module «Alim stabilisée».

Souder les condensateurs de liaisons C9 et C11 aux supports des 300B (picots S1 et S2 sur le module de commande).

En profiter pour souder également les résistances de grilles R25 et R27 des 300B, conformément à la figure 6A, puis les straps entre les broches (1) et les modules (fils violets sur le prototype).

Connecter les broches (2) des supports des 300B aux extrémités du primaire du transformateur de sortie. En profiter pour relier le (+) HT de ce transformateur à une cosse (+) de C3.

Relier entre elles les broches (1) et (4) des supports, puis en repérant bien les polarités aller souder ces deux fils aux picots (+) et (-) 5 V (aux bornes de C4).

Souder à ce même module alimentation le chauffage filaments des ECL86 et ECC83, picots entre C5 et C3.

Avec du câble blindé, relier la prise Cinch d'entrée au potentiomètre de volume.

Ne pas oublier de raccorder le curseur de celui-ci au module (picot près de C2).

Occupons-nous maintenant du secondaire du transformateur de sortie.

En fonction de l'impédance HP désirée, un câblage est à réaliser conformément à la figure 15. Reste à connecter le secondaire aux prises châssis.

C'est le moment de fixer le module de stabilisation à ses 2 entretoises.

Prévoir une cosse à souder entre la tête de vis et le CI côté condensateur C1.

Le module immobilisé, straper la cosse à souder et le picot de masse du module.

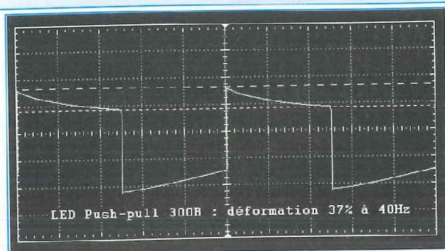
C'est ici que s'effectue la mise au châssis du 0 V des alimentations.

Relier (+Ue) du module et (+) de C2 (cathodes de D8 et D9).

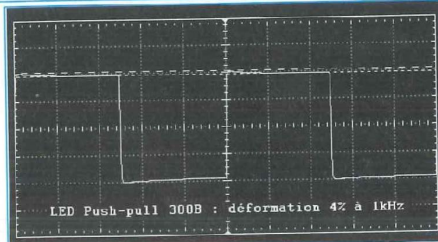
Souder au picot (-Us) le fil de masse soudé précédemment à la ligule de masse générale.

C'est presque terminé, puisqu'il ne reste plus qu'à relier le (+Us) du module stabilisateur au module de commande, picot +HT ou strap réalisé en fil de cuivre sous la résistance R22.

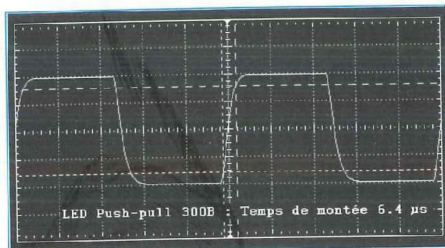
P.P. 300B : UN PUSH-PULL CLASSE A DE 20 Weff



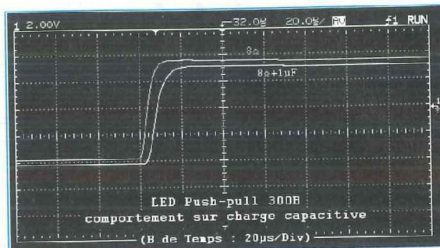
Signal carré à 40 Hz :
déformation 37 %



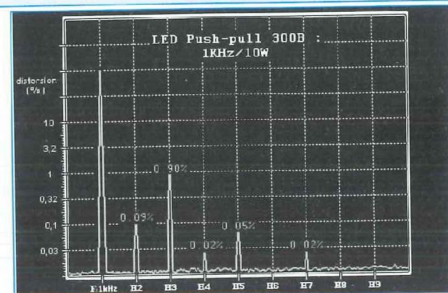
Signal carré à 1 kHz :
déformation 4 %



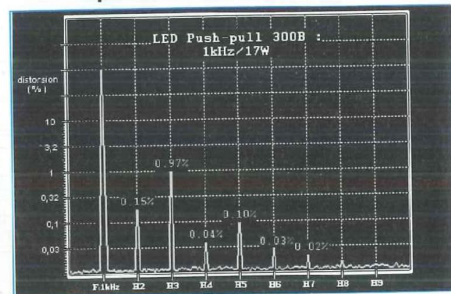
Signal carré à 10 kHz,
temps de montée 6,4 µs



En bas, signal carré à 1 kHz
avec 8 Ω + 1 µF, aucune oscillation



Spectre de distorsion à 10 W



Spectre de distorsion à 17 W

Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	17 W (-1 dB)	10 W (-3 dB)	5 W
100 Hz	1,1 %	0,95 %	0,45 %
1 kHz	1,1 %	0,95 %	0,45 %
10 kHz	1,15 %	1,05 %	0,45 %

ESSAIS

Mettre le fusible dans son support, charger les prises HP par une résistance de 8 Ω/25 W ou une enceinte et tourner le potentiomètre de volume dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

Appuyer sur l'interrupteur (cordon secteur relié évidemment !).

Si vous avez choisi une enceinte comme charge, vous entendez 10 secondes après avoir appuyé sur l'interrupteur M/A une petite «ronflette» à 100 Hz pendant 3 à 4 secondes puis plus rien. Les condensateurs de filtrage se sont chargés et font leur travail.

A la mise sous tension, donc à vide, les filaments des tubes n'ayant pas encore eu le temps de chauffer, le potentiel +HT1 grimpe à un pic de +520 V.

Le condensateur C2/220 µF/450 V se retrouve avec cette tension à ses bornes. Sachant qu'il peut supporter une surtension de 20 %, il survit (vous avez la pos-

sibilité de souder en série deux condensateurs de 470 µF/400 V !). Cette tension retombe ensuite à +490 V.

Aux bornes de C3/1000 µF/450 V, nous mesurons +440 V.

Régler l'ajustable P1 de l'alimentation stabilisée pour obtenir +380 V.

Côté basses tensions, nous mesurons +5,06 V pour le chauffage des 300B et +6,9 V pour celui des ECL86 et ECC83. Vous pouvez abaisser ce potentiel à +6,3 V en insérant dans la ligne (+) une résistance de 0,33 Ω ou 0,39 Ω/3 W (consommation de 1,7 A).

ÉCOUTE

Le P.P300B étant un bloc mono, nous allons quand même écouter les 2 voies de notre lecteur CD pour nous faire une opinion sur le dernier né.

pour cela, nous allons d'abord mélanger les 2 sorties du lecteur CD en insérant en série avec la modulation des résistances de 100 Ω. Le point commun de ces résis-

tances (queues opposées) sera appliqué à la Cinch d'entrée du P.P300B.

Dès les premières notes, l'écoute de notre CD devient un délice pour les oreilles.

Le P.P300B déborde d'énergie. La précision du médium qui caractérise la 300B est toujours présente mais nous constatons que le grave explose. Les très basses fréquences sont parfaitement restituées avec puissance et fermeté.

La plage 10 de notre CD test «Basses influences / Guitare Attitudes» «P'TIT MOTHEE» par Johnny Ferracci met notre boomer de 38 cm à rudes épreuves avec la basse et la batterie qui cogne, qui martelle. Intéressant également la pureté du jeu de la cymbale.

Il en va de même pour la plage suivante interprétée par Bernard Cazauran au violoncelle «ALLEMANDE DE LA 3^{ème} SUITE».

Révéléateur également l'écoute de Starmania, page 3 entre autres, avec l'interprétation par Luce Dufault de

LA REINE DES TRIODES

«Complainte de la serveuse automate», elle apparaît dans la pièce. Emouvant aussi l'interprétation de «SOS d'un terrien en détresse» par Bruno Pelletier. Nous aimons également écouter, pour tester un amplificateur inconnu, l'interprétation de «Nivram» par les Shadows. Ce titre permet d'apprécier le jeu en solo de la guitare basse ainsi que celui de la batterie. Pour la batterie, rien de tel que l'écoute de «See You In My Drums» par ce même groupe, plutôt que l'éternel «Little B».

ET POURTANT !

Lorsque nous avons parlé de notre intention de tester la 300B en push-pull, à des «accros» de la Reine des triodes, nous avons observé des yeux horrifiés, quel sacrilège !, «vous n'y pensez pas, la 300B ne peut et ne doit fonctionner qu'en Singled Ended» !

Oui mais... C'est un tube comme un autre (plutôt plus onéreux qu'un autre !) alors pourquoi ne pas essayer. C'est maintenant fait et nous ne le regrettons vraiment pas, un push de 300B ça fonctionne merveilleusement bien. C'est précis, dynamique, bien plus à l'aise dans l'extrême grave que le Singled. Ça vous balance plus de 20 W efficaces tout en fonctionnant en classe A et, si le transformateur de sortie est de qualité, l'écoute est envoûtante.

Aucune distorsion de raccordement des alternances ne se manifeste à pleine puissance, il faut pousser très loin la saturation à l'entrée de l'appareil pour la visualiser à l'oscilloscope.

QUELQUES MESURES

Après les quelques mesures des tensions de fonctionnement du P.P300B au multimètre, voyons ce qui se passe en injectant un signal BF à l'entrée de l'appareil.

Tout d'abord, intéressons-nous aux cathodes des 300B.

L'appareil est chargé en sortie par une

résistance de $8 \Omega/50 \text{ W}$ et le potentiomètre de volume est à 0.

La tension mesurée aux bornes de la résistance de cathode R26 de $1 \text{ k}\Omega$ de la 300B est de 75 V. Le courant est donc de 75 mA.

La tension sur l'anode est de 437 V, la 300B dissipe donc :

$$P = (437 - 75) \cdot 0,075 = 27 \text{ watts}$$

Injectons un signal de fréquence 1 kHz dans la Cinch et augmentons l'amplitude jusqu'à saturation de celui en sortie, aux bornes de la charge.

Nous mesurons aux bornes de R26/1 k Ω une tension de 78,5 V et une autre de 432,5 V sur l'anode.

La 300B dissipe alors :

$$P = (432,5 - 78,5) \cdot 0,0785 = 27,6 \text{ W}$$

- Sensibilité d'entrée mesurée à Pmax : 0,750 V (750 mV)

- Puissance max à 1 kHz et à l'écrêtage : 22,15 W efficaces

La distorsion de raccordement apparaît à 23,27 Weff.

Ce qui est intéressant d'observer dans l'écrêtage poussé du signal de sortie est que celui-ci n'est pas brutal comme on peut le constater à l'oscilloscope avec un amplificateur à transistors. Les alternances s'aplatissent un peu aux sommets comme si elles subissaient une compression. C'est ce que l'oreille tolère parfaitement bien, contrairement à un écrêtage brutal.

Le signal carré à 10 kHz est superbe, on ne constate aucune sur-oscillation, et le P.P300B fonctionne sans contre réaction !

Le carré à 40 Hz présente des paliers peu inclinés, ce qui démontre l'excellent comportement de l'appareil dans l'extrême-grave.

Nous terminons cette étude, comme nous le faisons habituellement, par quelques oscillogrammes qui montrent la parfaite santé du P.P300B.

300B ET 300B

Mesures et écoutes ont été faites ici avec des 300B Cetron d'origine américaine

que vous pouvez acquérir pour environ 1 600 F pièce.

Elles nous ont surpris à vouloir mieux fonctionner en push-pull qu'en Singled Ended !

Leur remplacement par des Sovtek permet de tirer 23,07 W au lieu des 22,15 W...

A l'écoute le grave semble encore s'affermir (ce que confirme la mesure) au détriment de la finesse du haut-médium.

La Cetron présente un bulbe un peu plus volumineux que la Sovtek (elle est aussi un peu plus haute). Chose curieuse et intrigante la première fois, lors de sa mise en chauffe, elle émet des bruits de dilation importants alors que la Sovtek reste muette.

UN SUPER P.P300B !

Nous venons de voir qu'en ménageant nos triodes, puisque ne leur demandant qu'une dissipation d'anode de 27 W, nous obtenons une puissance intéressante de 22 Weff en sortie HP.

La dissipation maximale d'anode pour une 300B étant de 40 W, que se passera-t'il si nous diminuons la résistance de cathode d'une valeur initiale de $1 \text{ k}\Omega$.

Soit par exemple la mise en parallèle d'un élément de $2,7 \text{ k}\Omega$. La résistance équivalente se trouve donc portée à 730Ω ($1 \times 2,7 / 1 + 2,7$).

Soudons et observons.

La tension de cathode descend à 65 V avec une tension d'anode de 415 V.

La 300B dissipe donc :

$$P = (415 - 65) \cdot 0,089 = 31,15 \text{ W}, \text{ ce qui reste convenable, avec } 0,089 = 65/730 \text{ (courant de repos de } 89 \text{ mA).}$$

Dans ces conditions de fonctionnement, nous mesurons aux bornes de la charge une puissance de 26,25 Weff à la fréquence de 1 kHz.

Nous pourrions donc tirer de notre push-pull de 300B, si nous le souhaitons, une puissance de 30 Weff sans mettre en danger les triodes. Intéressant non !

Bernard Duval

JEU DE LUMIÈRES 4 VOIES DES LUMIÈRES AU RYTHME DES NOTES

Sous ce titre quelque peu énigmatique se trouve un jeu de lumières plutôt performant. Connecté directement à la sortie auxiliaire d'une chaîne, d'une table de mixage ou même à un microphone, cette réalisation permet le contrôle de quatre lampes au rythme des notes, c'est-à-dire en fonction des fréquences reçues.

Gâce à son excellente sensibilité d'entrée et sa grande dynamique, aucun réglage de niveau n'est nécessaire. Le contrôle automatique de niveau et la bonne sélectivité des voies assurent que, même en présence d'un signal d'entrée de fort niveau, les sorties ne saturent pas et peuvent continuer à commuter en fonction des fréquences reçues sur l'entrée.

INTRODUCTION

Il est possible de rencontrer ce type de jeu de lumière sous la dénomination de "psyché". Bien entendu des kits ou des systèmes assemblés existent mais ils présentent, pour la plupart, les inconvénients suivants :

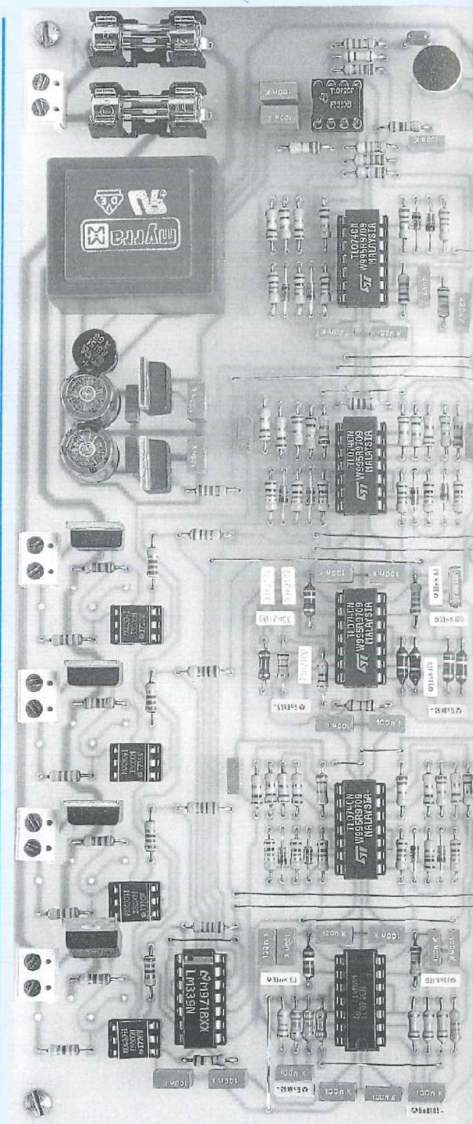
- une faible sensibilité d'entrée,
- un réglage de niveau réglable pour conserver l'effet produit en fonction du niveau d'entrée,
- une unique entrée,
- un nombre de voies réduit généralement à trois.

Partant de ce constat, l'étude qui a mené à cette réalisation a eu pour but d'améliorer ces aspects. Les principales caractéristiques obtenues sont les suivantes :

- une entrée ligne dont la sensibilité est de 1 millivolt efficace,
- une entrée micro avec résistance intégrée pour permettre l'utilisation d'un micro du type électret,
- aucun réglage,
- une grande dynamique d'entrée grâce au contrôle automatique de niveau,
- 4 voies,

- une grande sélectivité grâce à l'emploi de filtres actifs d'ordre deux,
- une sécurité électrique grâce à l'isolation électrique entre les charges commandées et le jeu de lumière.

Le synoptique ou schéma bloc du jeu de lumière est représenté à la figure 1. L'alimentation, issue du secteur, délivre le +8V et le -8V nécessaires notamment au fonctionnement des amplificateurs opérationnels. Un premier préamplificateur permet l'adaptation des niveaux présents sur l'entrée "Line" ou ligne et un second préamplificateur avec un gain plus important assure l'adaptation des signaux issus d'un microphone ou d'un micro à électret. Ces deux entrées passent ensuite dans un additionneur limiteur qui garantit un bon fonctionnement en régime linéaire des étages qui le suivent. La sortie de l'additionneur attaque les filtres passe bande des quatre voies et le redresseur sans seuil de la voie de référence. Commençons par examiner la voie de référence. Le redresseur sans seuil permet de s'affranchir des limitations dues aux tensions de seuil des diodes de redressement. Il est ainsi possible de traiter une tension dont l'amplitude est inférieure à 0.6 volt. On obtient en sortie du redresseur un signal de polarité positive. Le filtre passe bas qui le suit permet d'extraire la valeur moyenne du signal appliqué sur l'entrée du jeu de lumière. Elle servira de niveau de référence pour déterminer le seuil de basculement des comparateurs placés sur chacune des voies. Les voies signal sont toutes constituées selon le même principe : un filtre passe bande extrait les fréquences dans



la bande analysée, le redresseur sans seuil extrait la partie positive du signal qui est ensuite lissée par un filtre passe bas. Une tension continue proportionnelle au niveau du signal contenu dans la bande passante est disponible à la sortie de chacune des voies. Cette tension est comparée avec la voie de référence au moyen de comparateurs. Le signal logique disponible en sortie des comparateurs est amplifié dans l'interface de puissance pour commander la charge de sortie, en l'occurrence des spots. La figure 2, vient compléter l'étude du principe de fonctionnement du jeu de

POUR VOS PLUS FOLLES FIESTAS

Figure 1 : schéma bloc du jeu de lumières

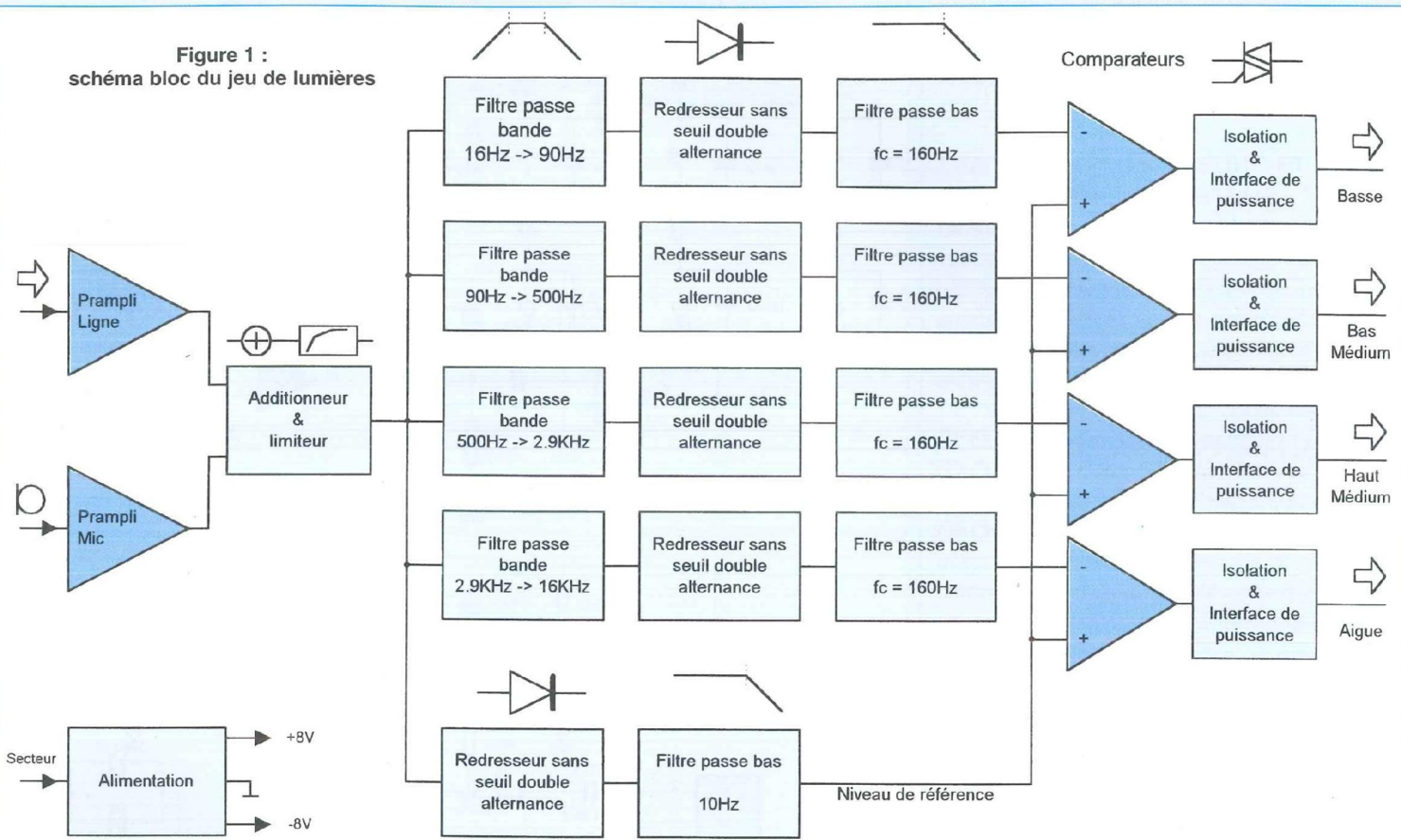
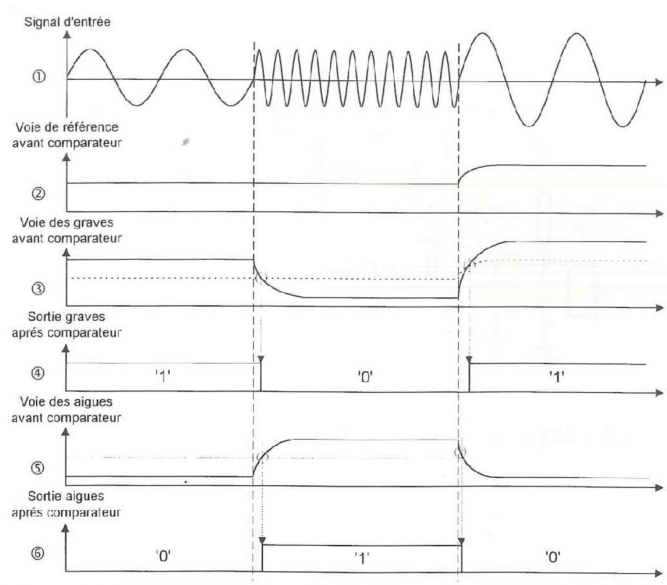


Figure 2 : principe de fonctionnement de la voie de référence



lumière. La trace 1 représente un exemple de signal d'entrée. D'abord de basse fréquence, puis de haute fréquence il repasse enfin en basse fréquence

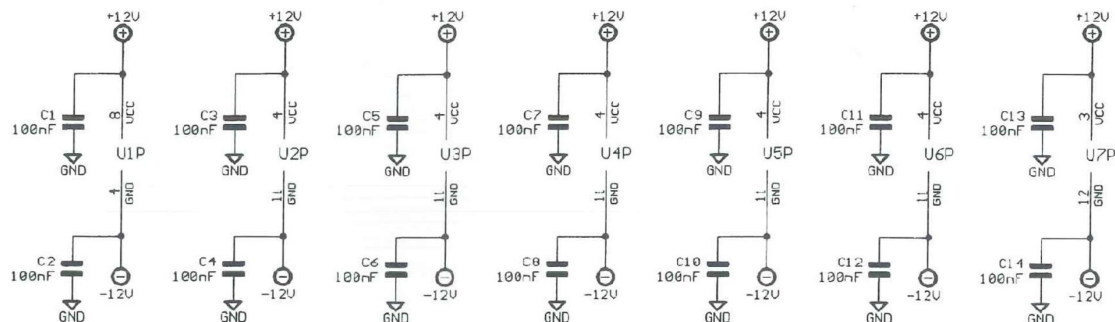
avec un accroissement de son amplitude. On constate, avec la trace 2, que la voie de référence suit l'amplitude du signal d'entrée indépendamment de sa fréquen-

ce. La trace 3, voie des graves, suit l'amplitude du signal d'entrée mais uniquement lorsque la fréquence de cette dernière est dans la bande de fréquence de la voie. La trace 4, montre le résultat de la comparaison entre les niveaux de la voie de référence et de la voie des graves. Les traces 4 et 5 représentent respectivement le signal analogique après traitement dans la voie des aigües et le résultat de sa comparaison avec la voie de référence.

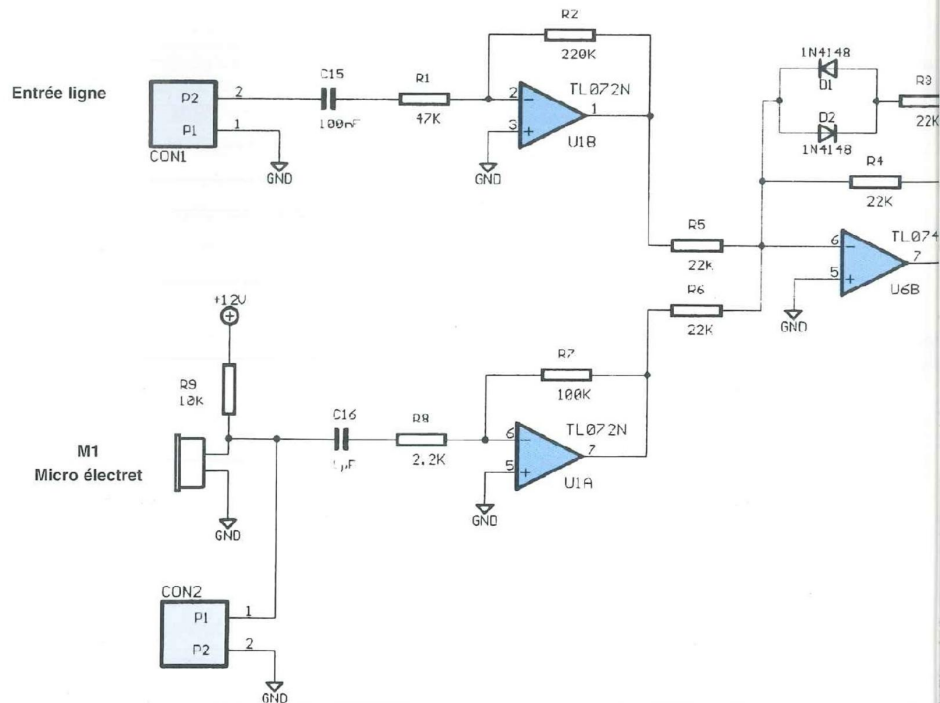
Dans le cas général d'un passage musical, le signal d'entrée est constitué de la superposition d'un ensemble de fréquences et ainsi plusieurs voies peuvent être "actives" simultanément. Maintenant que les bases du fonctionnement du jeu de lumière ont été décrites, nous pouvons entrer dans le vif du sujet avec l'analyse du schéma de principe.

JEUX DE LUMIÈRES 4 VOIES

Figure 3/1 :
schéma de principe du jeu de lumières



- PAD1
Diam 3.2mm
- PAD2
Diam 3.2mm
- PAD3
Diam 3.2mm
- PAD4
Diam 3.2mm



LE SCHÉMA DE PRINCIPE

Celui-ci est rapporté sur la figure 3. Commençons par examiner la partie

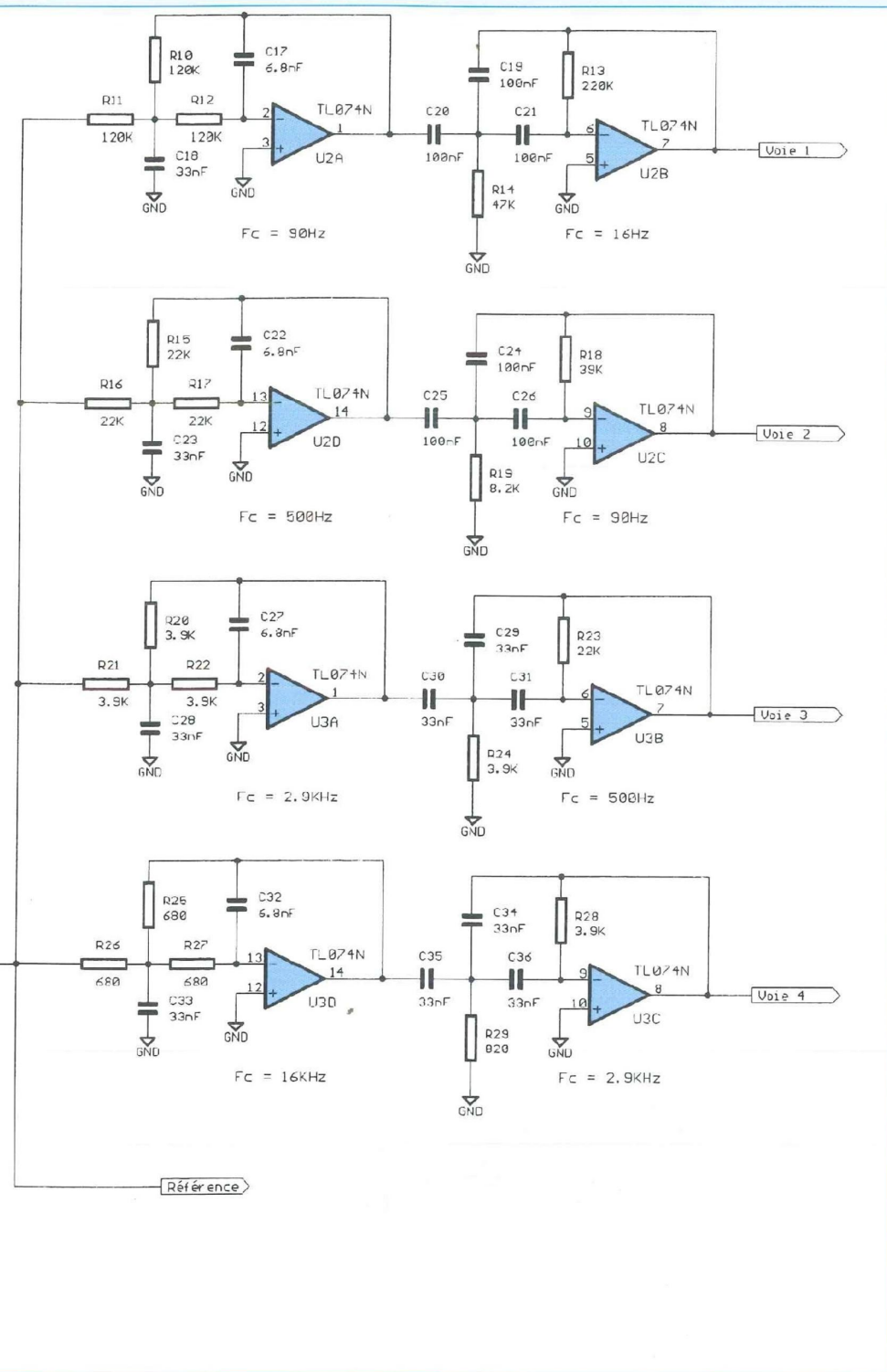
commune à l'ensemble des fonctions, c'est à dire l'alimentation.

L'ALIMENTATION

La tension secteur est appliquée sur

CON3. Les deux fusibles F1 et F2 protègent le jeu de lumière et ses charges de toutes anomalies du type court-circuit. La tension secteur est distribuée à chacun des modules de puissance en aval des

POUR VOS PLUS FOLLES FIESTAS



fusibles. Le transformateur T1 abaisse la tension du primaire de 220 volts à 2 fois 12 volts sur ses deux secondaires. Le point milieu sert de masse au montage. Le pont de diode B1 redresse le 12 volts

alternatif en une tension continue filtrée de +17 volts environ aux bornes de C47, C45 et de -17 volts environ aux bornes de C48, C46. Ces tensions sont régulées à +8V et -8V par les régulateurs intégrés

U8 et U9 respectivement. C43 câblée au pied de U8 assure le découplage du régulateur. Il en va de même avec C44 câblée au pied de U9.

LES PRÉAMPLIFICATEURS ET L'ADDITIONNEUR LIMITEUR

Le signal est appliqué sur l'entrée ligne via CON1 pour être ensuite amplifié par 6 par l'amplificateur U1B montée en inverseur. Le gain est fixé par le rapport R2 sur R1. C15 élimine toute éventuelle composante continue pouvant être appliquée sur l'entrée. L'entrée micro s'effectue sur CON2. Le circuit imprimé est prévu pour recevoir un micro du type électret M1 polarisé par R9. Le cas échéant, il pourra être déporté sur une façade de boîtier en utilisant le connecteur CON2. Le condensateur C16 laisse passer la composante alternative uniquement qui est amplifiée par U1A d'un facteur 50 environ (34dB), défini par le rapport R7 sur R8. Du fait de la forte sensibilité de cette entrée, il est préférable de la court-circuiter à la masse en cas de non utilisation.

Les deux voies, ligne et micro, sont additionnées par U6B. Le gain de chaque voie est identique étant donné que R5 et R6 sont de même valeur. La fonction limiteur est assurée par R3, D1 et D2. Le principe de fonctionnement de cette fonction est décrit plus précisément sur la figure 4. Si le niveau de sortie de l'amplificateur opérationnel est petit devant la tension de seuil des diodes, alors le gain en tension dépend uniquement de Rf (R4) et Rin (R5), ce qui est représenté par la première partie de la courbe en pointillés. Si la tension de sortie s'approche de la tension de seuil des diodes alors ces dernières deviennent passantes et tout se passe comme si Rd (R3) était en parallèle avec Rf (R4). Le gain en tension est affaibli étant donné que la résistance de contre réaction est diminuée. Ce comportement est représenté par le tracé continu de la figure 4. Le signal d'entrée ainsi amplifié et calibré par le limiteur alimente les 4 voies ainsi que la voie de référence. Chacune des 4

JEUX DE LUMIÈRES 4 VOIES

voies présente le même arrangement, à savoir un filtre passe bande, suivi d'un étage d'extraction de la valeur moyenne.

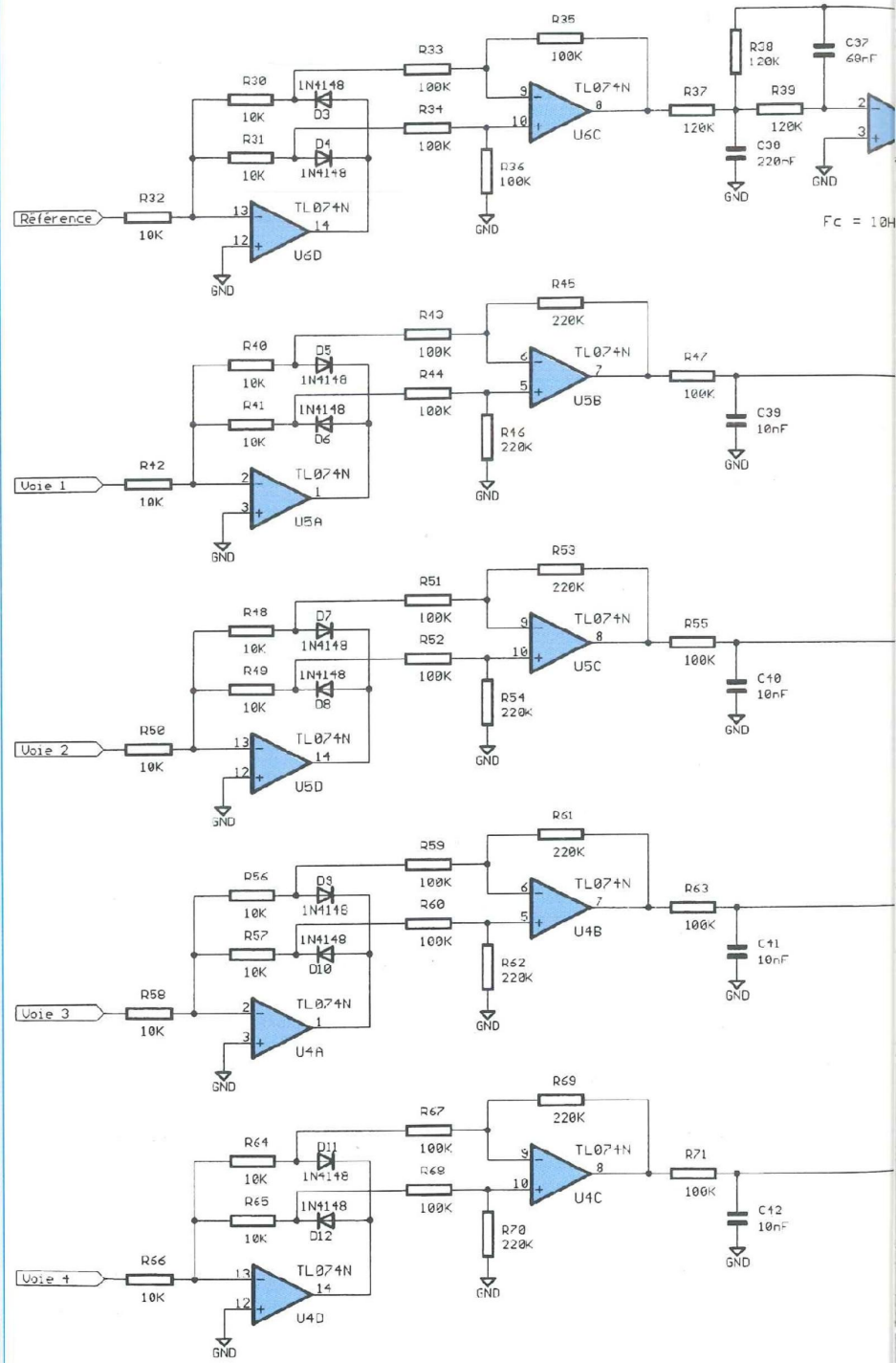
LES FILTRES PASSE BANDE

Chacun des filtres passe bande est composé par la mise en cascade d'un filtre passe bas et d'un filtre passe haut. La bande passante pour chacune des voies est :

- voie 1 : de 16Hz à 90Hz construite autour de U2B et U2A,
- voie 2 : de 90Hz à 500Hz construite autour de U3B et U3A,
- voie 3 : de 500Hz à 2,9KHz construite autour de U4B et U4A,
- voie 4 : de 2.9KHz à 16KHz construite autour de U5C et U5D.

Ces fréquences ont été choisies afin d'avoir le même rapport entre la bande passante de la voie 2 et celle de la voie 1, de la voie 3 et de la voie 2, de la voie 4 et de la voie 3.

La réponse en fréquence des filtres du second ordre de chacune des voies implantées est rapportée sur la figure 5. Pour les lecteurs qui souhaiteraient aller plus loin dans cette réalisation en modifiant par exemple les fréquences de coupure des filtres ou même ajouter des voies supplémentaires, nous donnons en figure 6, les équations permettant le calcul des composants des filtres passe bas. Les équations permettant le calcul des composants des filtres passe haut sont données sur la figure 7. Lorsqu'il est inscrit "R arbitraire" ou "C arbitraire" cela signifie que vous fixez sa valeur avant d'appliquer les équations pour calculer la valeur des condensateurs ou celle des résistances. ω_0 est appelée la pulsation de coupure qui est sensiblement égale à $6,28$ fois (2π) la fréquence de coupure. ζ (prononcez Ksi) est appelée l'amortissement du filtre. Il s'agit d'un coefficient que vous fixez au préalable comme R ou C. Il permet de définir l'allure de la coupure du filtre, aussi bien pour une cellule passe haut, qu'une cellule passe bas. Cela est illustré par la figure 8

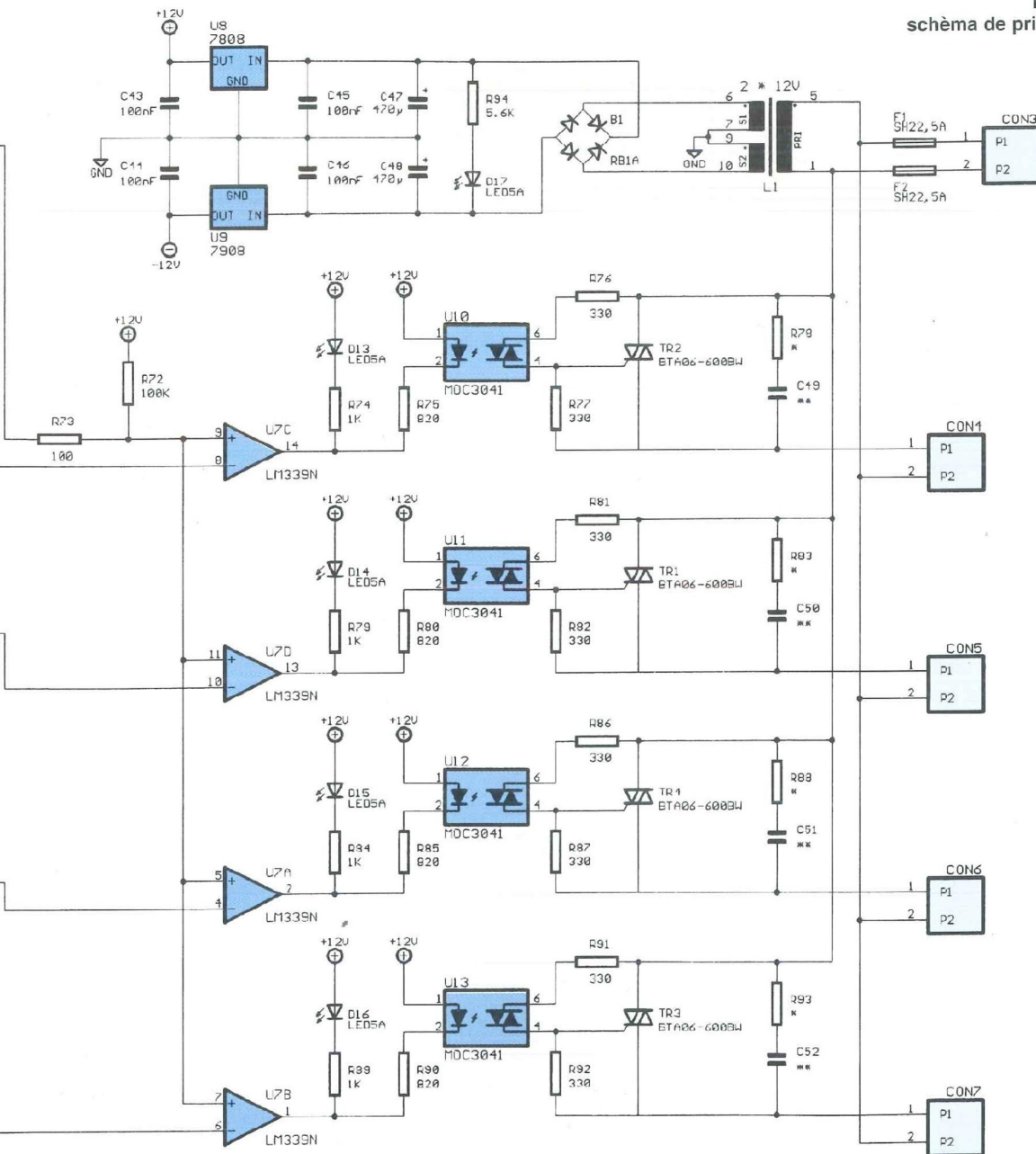


où la fréquence de coupure reste inchangée à 1000 Hz. Pour une valeur de ζ (Ksi) inférieure à 0.7 (exemple donné pour 0.3), le filtre présente une surtension au

niveau de la fréquence de coupure. Pour une valeur de ζ (Ksi) supérieure à 0.7 (exemple donné pour 1.5), le filtre est dit amorti. La valeur " nominale " est à 0.7

POUR VOS PLUS FOLLES FIESTAS

Figure 3/2 : schéma de principe du jeu de lumières



* : Voir texte (R = 100 si problème avec triac, sinon ne rien implanter)
 ** : Voir texte (C = 10nF (6000) si problème avec le triac, sinon ne rien implanter)

et c'est celle-ci qui a été retenue dans le calcul des filtres utilisés dans cette réalisation. Par exemple, le calcul d'un filtre passe bas de fréquence de coupure

de 1000 Hz donne, en imposant $R = 1000 \Omega$ et $K_{si} = 0.7$, $C_1 = 75 \text{ nF}$ et $C_2 = 338 \text{ nF}$. Une tension alternative est disponible à

la sortie de chacun des filtres passe bande lorsqu'un signal d'entrée est appliqué. Ainsi, il est nécessaire de la redresser afin de connaître sa valeur moyenne

Figure 4 : fonction de transfert du limiteur

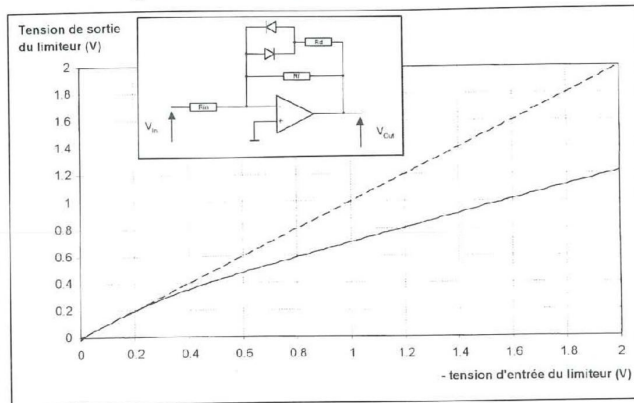


Figure 6 :

équations pour le calcul des composants des filtres passe-bas

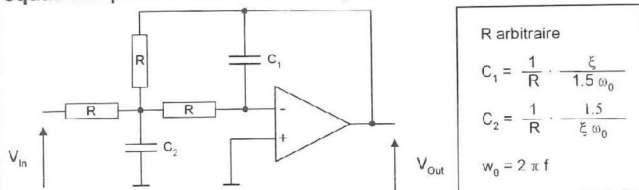
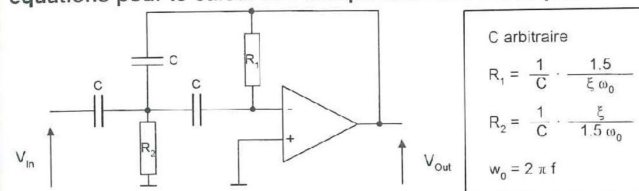


Figure 7 :

équations pour le calcul des composants des filtres passe-haut



et pour pouvoir la comparer à la voie de référence.

LES ÉTAGES D'EXTRACTION DE LA VALEUR MOYENNE

Ils sont constitués par la mise en cascade d'un redresseur sans seuil à double alternance et un filtre passe bas. Le redresseur transforme le signal alternatif en un signal de polarité positive et le filtre passe bas procède au lissage de ce signal et délivre la valeur moyenne de la tension. Le fonctionnement du redresseur sans seuil à double alternance utilisé dans notre jeu de lumière est décrit sur la figure 9. Le premier amplificateur opérationnel A1 assure la compensation de la tension de seuil des diodes de redressement D1 et D2. Le second amplificateur opérationnel A2 est monté dans une configuration de soustracteur

pour reconstituer le signal de sortie à partir de l'alternance positive et l'alternance négative. La sortie du redresseur est également bufferisée par A2. Entrons un peu plus dans le détail en suivant le trajet du signal depuis l'entrée Vin jusqu'à la sortie VOut. L'amplificateur opérationnel A1 génère une tension de sortie négative lorsque la tension d'entrée est positive afin de conserver le potentiel de 0 volt sur son entrée inverseuse (-) au même potentiel que son entrée non inverseuse (+). Sous ces conditions la diode D2 est passante alors que la diode D1 est bloquée. La tension sur la cathode de D1 reste à 0 volt car aucun courant ne la traverse. La tension sur l'anode de D2 est l'image inversée de la tension d'entrée dans le rapport des résistances R2 sur R1. Le même raisonnement peut être appliqué lorsque la tension appliquée sur

Figure 5 : réponse en fréquence des 4 voies

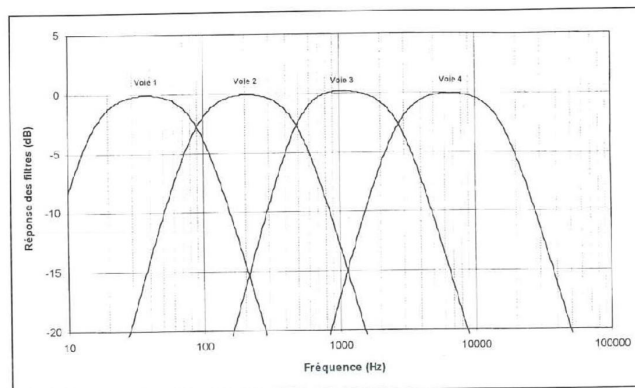
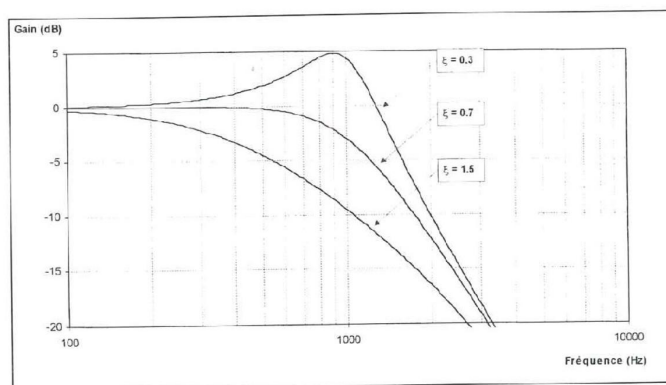


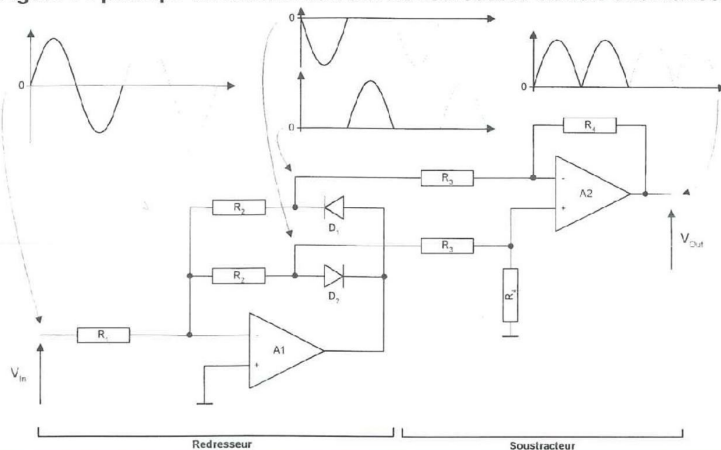
Figure 8 : effet du coefficient ζ sur la réponse en fréquence du filtre passe-bas



l'entrée est négative. Ainsi, on retrouve sur la cathode de D1 la partie négative du signal d'entrée et sur l'anode de D2 sa partie positive. A2 "rassemble" alors ces deux parties du signal pour former un unique signal de sortie avec la polarité souhaitée. Pour ce faire, la composante négative est inversée en l'appliquant sur l'entrée inverseuse et la composante positive est conservée telle quelle en l'appliquant sur l'entrée non inverseuse. Le gain de l'additionneur est fixé par le rapport des résistances R4 et R3. Cet aparté concernant le principe de fonctionnement des redresseurs sans seuil étant terminé, nous pouvons retourner à l'examen du schéma de principe.

La voie de référence sert à extraire uniquement la valeur moyenne de l'intégralité du signal d'entrée. Elle est constituée des amplificateurs opérationnels U6D,

Figure 9 : principe de fonctionnement du redresseur double alternance



U6C et des composants alentours pour former un redresseur sans seuil et de l'amplificateur opérationnel U6A câblé en filtre passe bas du second ordre de fréquence de coupure de 10Hz utilisé pour le lissage. La tension moyenne de référence ainsi obtenue vient alimenter les entrées non inverseuses des comparateurs U7A à D après avoir subi un léger décalage positif de 12mV au moyen des résistances R72 et R73. Le but de cette dernière opération est de s'assurer que les sortie soient toutes inactives lorsque aucun signal d'entrée n'est appliqué.

Les sorties des filtres passe bande de chacune des voies 1 à 4 viennent alimenter quatre redresseurs sans seuil double alternance suivis d'un filtre passe bas, sommaire mais suffisant, du premier ordre du type RC. Par exemple, le redresseur de la voie 1 est bâti autour de U5A et U5B, et sa cellule de filtrage associée est composée par R47 et C39 dimensionnés pour une fréquence de coupure de 1 kHz.

Chacune des voies vient attaquer l'entrée inverseuse des 4 comparateurs contenus dans U7. C'est à ce niveau que la présence de notes ou fréquences contenues dans une des voies peut déclencher une des sorties de puissance par comparaison avec le niveau de la voie de référence.

L'INTERFACE DE PUISSANCE

Les 4 interfaces de puissance rattachées

à chacune des voies sont identiques. Ainsi, pour découvrir la partie puissance, il suffit de suivre le cheminement du signal sur la voie 1. Le premier maillon est la sortie à collecteur ouvert du comparateur U7C. Elle vient commander, d'une part, la LED D13 et d'autre part, la LED de commande intégrée dans l'optocoupleur U10. D13 s'illumine lorsque la tension secteur est présente sur le connecteur CON4. Les résistances R74 et R75 limitent le courant dans ces deux LEDs. R75 est 5 fois plus faible que R74 du fait du peu de sensibilité de U10, un MOC3041. A cause de l'optocoupleur U10, la partie faible puissance du jeu de lumière, alimentée en +8V et -8V se trouve complètement isolée de la tension secteur. Il est toutefois bon de rappeler que la carte électronique du jeu de lumière ne doit pas être manipulée sous tension et que la mise en boîtier éventuelle doit respecter les normes de câblage en vigueur pour les circuits branchés au secteur. Outre l'isolation électrique procurée, U10 permet également la commande du triac TR2 lorsque la tension secteur passe par zéro, permettant ainsi de minimiser les perturbations électriques. La résistance R76 limite le courant dans U10 et R77 est utilisée pour contrôler le courant de gâchette du triac TR2. Enfin, R78 et C49 permettent d'éliminer les déclenchements et les blocages intempestifs de certains triacs débitant sur des charges à caractère selfique.

Néanmoins, le modèle préconisé permet de s'affranchir de R78 et C49 surtout si la charge est du type résistive comme c'est le cas avec une ampoule à incandescence. En cas de problème, R78 peut prendre une valeur de 100 Ω et C49 une valeur de 10 nF. Il ne sera pas nécessaire de munir les triacs d'un dissipateur tant que la charge connectée n'excède pas 100 watts.

Les condensateurs C1 à C14 placés au plus près des broches d'alimentation des circuits intégrés servent au découplage, conférant ainsi au montage sa sensibilité et sa dynamique de fonctionnement. L'ensemble des éléments du schéma de principe sont étudiés et nous pouvons maintenant aborder les aspects de la réalisation.

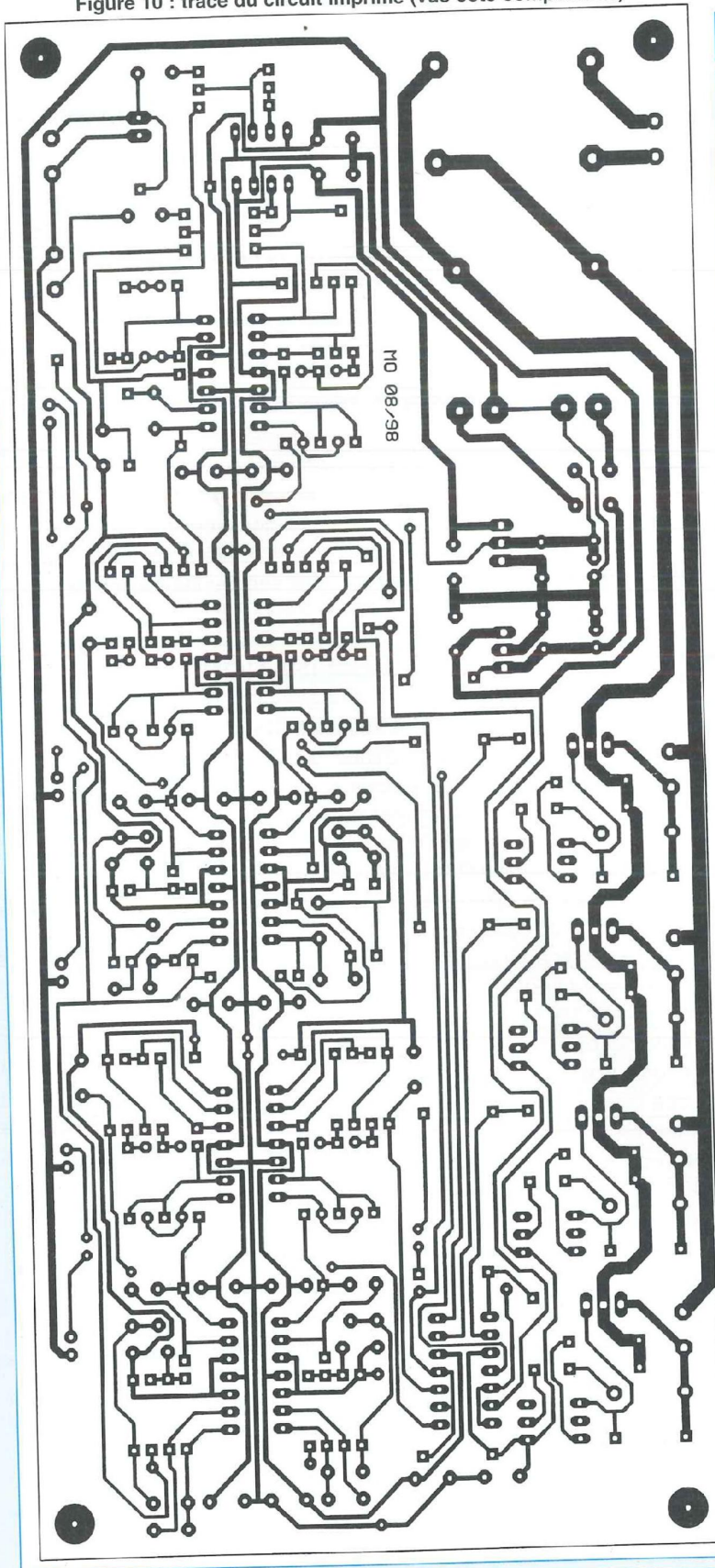
RÉALISATION

L'ensemble des composants tient sur un unique circuit imprimé dont les dimensions sont 22 cm par 10 cm. Son tracé est reproduit sur la figure 10. Toutes les pastilles seront percées avec un foret de 0,8 mm de diamètre, à l'exception des connecteurs, des régulateurs, des triacs, du pont de diodes et des condensateurs C49 à C52 qui seront percés ou élargis à l'aide d'un foret de 1mm de diamètre. Les trous de fixation du transformateur seront percés à 1,2 mm, ceux du support de fusible à 1,4 mm, et ceux servant à la fixation du PCB sont percés à un diamètre de 3,2 mm.

Le plan de câblage est donné sur la figure 11. Il est préférable d'implanter les composants en commençant par ceux qui sont les plus plats, à savoir les straps, les diodes et les résistances, puis de terminer avec les composants les plus hauts comme les borniers, les condensateurs de filtrage, les triacs, les régulateurs et le transformateur. Prenez garde au sens des nombreux composants polarisés tels que les diodes, les triacs, les régulateurs, les condensateurs de filtrage et les circuits intégrés. Il est préférable de placer ces derniers sur un support qui

JEUX DE LUMIÈRES 4 VOIES

Figure 10 : tracé du circuit imprimé (vue côté composants)



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- Résistances 1/4W

R73 : 100 Ω
 R76, R77, R81, R82, R86, R87, R91, R92 : 330 Ω
 R25, R26, R27 : 680 Ω
 R29, R75, R80, R85, R90 : 820 Ω
 R78, R83, R88, R93 : Voir texte
 R7, R33, R34, R35, R36, R43, R44, R47, R51, R52, R59, R60, R63, R67, R68, R71, R72 : 100 k Ω
 R9, R30, R31, R32, R40, R41, R42, R48, R49, R50, R57, R58, R64, R65, R66 : 10 k Ω
 R10, R11, R12, R37, R38, R39 : 120 k Ω
 R8 : 2,2 k Ω
 R2, R13, R45, R46, R53, R54, R61, R62, R69, R70 : 220 Ω
 R3, R4, R5, R6, R15, R16, R17, R23 : 22 k Ω
 R20, R21, R22, R24, R28 : 3,9 k Ω
 R18 : 39 k Ω
 R74, R79, R84, R89 : 1 k Ω
 R1, R14 : 47 k Ω
 R94 : 5,6 k Ω
 R19 : 8,2 k Ω

- Condensateurs

C49, C50, C51, C52 : Voir texte
 C47, C48 : 470 μ F / 25V, radial, pas de 5,08 mm
 C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C14, C15, C19, C20, C21, C24, C25, C26, C43, C44, C46 : 100 nF, pas de 5,08 mm
 C16 : 1 μ F, pas de 5,08 mm
 C39, C40, C41, C42 : 10 nF, pas de 5,08 mm
 C38 : 220 nF, pas de 5,08 mm
 C18, C23, C28, C29, C30, C31, C33, C34, C35, C36 : 33 nF, pas de 5,08 mm
 C17, C22, C27, C32 : 6,8 nF, pas de 5,08 mm
 C37 : 68 nF

- Semiconducteurs discrets

B1 : Pont de diode 1,5 A, boîtier circulaire
 D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D13, D14, D15, D16, D17 : LED rouge, diamètre 5 mm
 TR1, TR2, TR3, TR4 : Triac 6 A type BTA06-600BW, Thomson

- Circuits intégrés

U1 : TL072N
 U2, U3, U4, U5, U6 : TL074N
 U7 : LM339N
 U8 : 7808
 U9 : 7908
 U10, U11, U12, U13 : MOC3041

- Connecteurs :

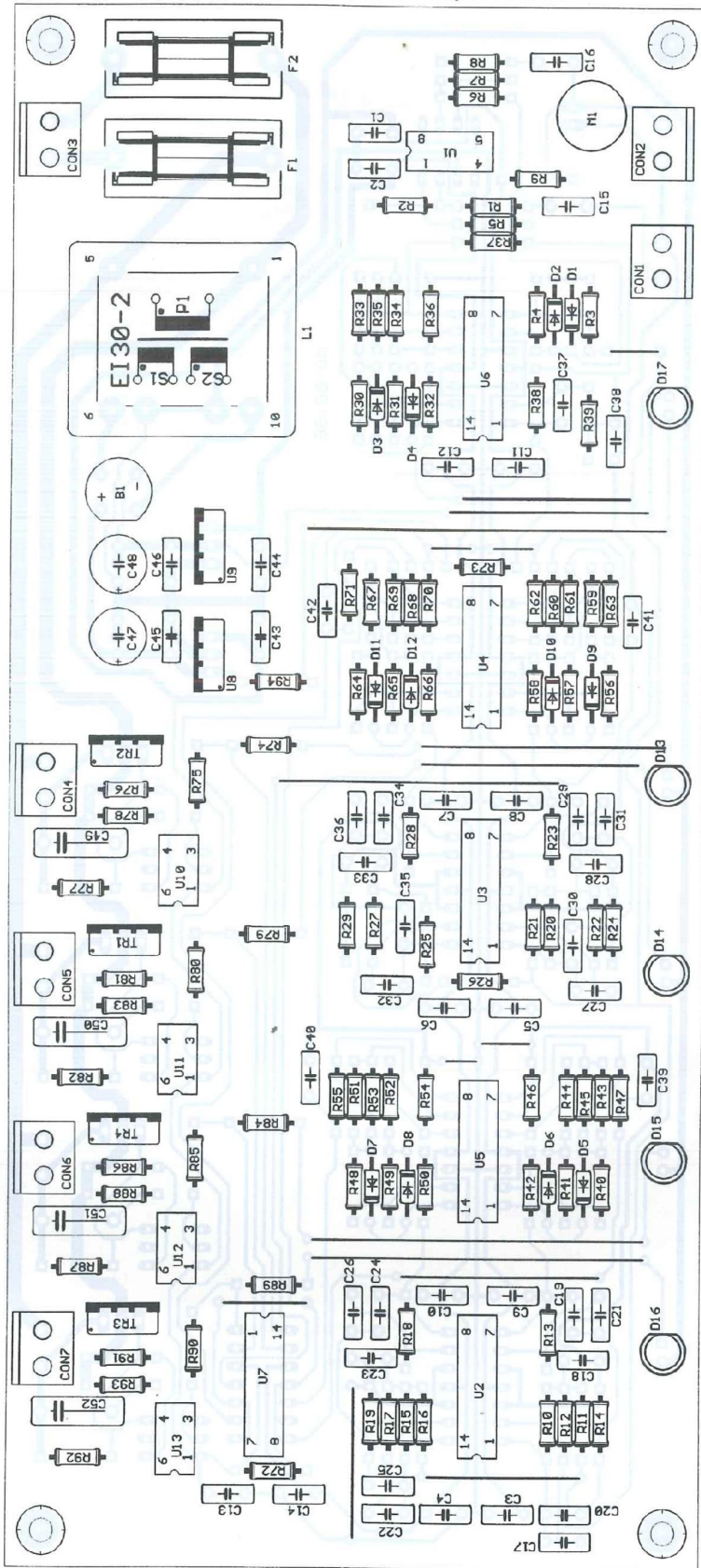
CON1, CON2, CON3, CON4, CON5, CON6, CON7 : de jonction 2 points pour circuit imprimé au pas de 5 mm

- Divers :

F1, F2 : Porte fusible au pas de 22,5 mm pour fusible 5x20 mm
 T1 : Transformateur 2x12 V, 2,3 VA, type EI30/18 Myr exemple
 M1 : Cellule microphonique à électret
 Cartouche fusible, 5x20 mm, 2 A
 6 supports pour DIL14
 1 support pour DIL8
 4 supports pour DIL6
 Circuit imprimé simple face 22 cm par 10cm
 4 vis diamètre 3mm
 4 entretoises
 Forets diamètres 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, 1,4 mm, 3,2 mm
 Straps

POUR VOS PLUS FOLLES FIESTAS

Figure 11 : plan d'équipement du jeu de lumières



sera donc disposé dans le sens du circuit intégré pour éviter les risques d'erreurs au moment de leurs insertions.

TEST DU JEU DE LUMIÈRE

Avant de mettre sous tension le montage, il est recommandé de procéder aux vérifications habituelles : la présence de toutes les soudures, la bonne valeur des composants implantés, le sens composants polarisés, les ponts éventuels de soudure ... N'oubliez pas de mettre en place les deux fusibles dans leurs supports.

Avant d'appliquer la tension d'alimentation secteur, commencez par retirer l'ensemble des circuits intégrés de leurs supports, y compris les optocoupleurs. Après avoir mis sous tension en respectant les règles élémentaires de sécurité (table dégagée d'éléments métalliques sous le circuit, circuit imprimé dans une position stable ...) vous devez constater l'éclairage de D17. Vous pouvez ensuite vérifier la présence des deux tensions d'alimentation +8 volts et -8 volts sur les broches d'alimentation des circuits intégrés, hormis les optocoupleurs. Si ces tests s'avèrent positifs, la carte étant hors tension, vous replacez les circuits intégrés dans leurs supports et vous pouvez procéder au test fonctionnel.

La méthode la plus simple consiste à court-circuiter l'entrée micro, très sensible, afin d'éviter la "ronflette" puis à brancher sur l'entrée ligne un cordon audio terminé par une prise du type cinch que vous connectez, par exemple, à une sortie auxiliaire d'une chaîne hifi. Les LED D13 à D16 doivent rester éteintes en l'absence de signal puis clignoter au rythme de la musique. Les sorties de puissance sont validées simplement en connectant un spot.

Nous souhaitons que cette réalisation répondra à l'ensemble de vos exigences concernant ce type de jeux de lumières et qu'il vous accompagnera dans vos plus folles "Fiestas".

Isabelle Barbier

KITTY 255 : Caméra CCD l'interface 8 bits

Avec ce module, la caméra Kitty-255 sera enfin opérationnelle. A un détail près cependant: un programme d'acquisition sera nécessaire pour piloter l'ensemble et transférer les images dans l'ordinateur, mais nous y reviendrons plus loin. Bien que la carte d'interface soit limitée à l'acquisition d'images en 256 niveaux de gris, le logiciel proposé par l'auteur permettra d'obtenir 16 millions de couleurs à partir de filtres primaires [R, V, B].



Cette possibilité sera réservée à l'imagerie «statique», puisqu'il est nécessaire que l'image reste fixe pendant les trois prises de vues qui permettront d'obtenir un cliché en couleur. Pour réaliser des images en couleur à partir d'une seule pose, il faudrait faire appel au TC236, qui est un capteur dont

la surface sensible est dotée d'une mosaïque de filtres rouges, verts et bleus. Mais n'anticipons pas...

PRÉSENTATION FONCTIONNELLE DE L'INTERFACE 8 BITS

La principale difficulté dans la conception

de cette interface était située au niveau de la compatibilité avec les deux capteurs TC255P et TC237 (dont la tête optique sera décrite prochainement). Les «offsets»⁽¹⁾ de ces deux capteurs étant sensiblement différents, la compensation d'offset du TC237 sera obtenue par la mise en place d'un strap sur la carte. En ce qui concerne les fonctions de base

LES CAPTEURS CCD TC255P ET TC 237

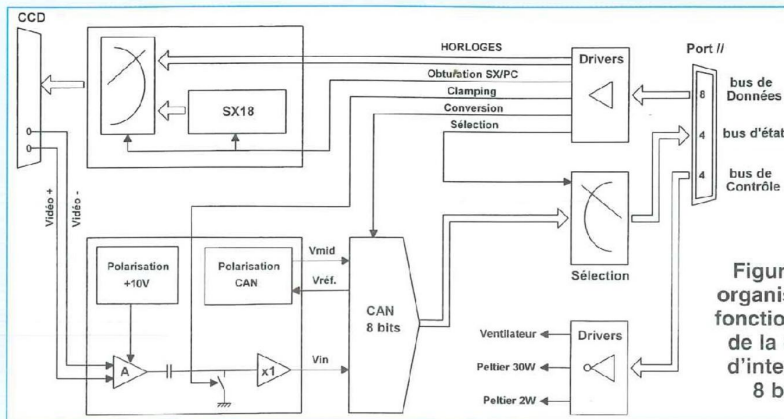


Figure 1 :
organisation
fonctionnelle
de la carte
d'interface
8 bits

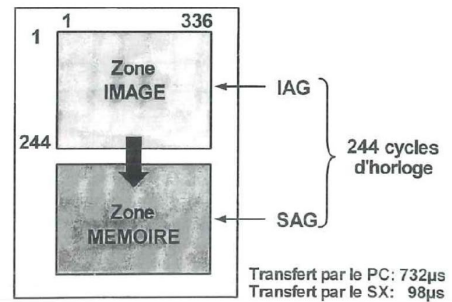


Figure 2 :
obturation électronique sur le TC255P

de ce module, on dispose d'un étage d'entrée analogique, d'un convertisseur analogique/numérique 8 bits et d'une interface logique destinée au port imprimante de l'ordinateur (figure 1). Si la caméra CCD est refroidie, il est souhaitable de câbler en plus un driver de contrôle pour les modules Peltiers et le ventilateur. Le contrôle du refroidissement serait ainsi accessible depuis l'ordinateur. Enfin, vous pouvez constater la présence d'un microcontrôleur SX18 sur le schéma fonctionnel. Il n'est pas indispensable, mais assure le contrôle de l'obturation électronique des capteurs bien plus efficacement que le PC. Pour fixer les idées, étudions le cas du capteur CCD/TC255P, présenté en figure 2. Ce capteur permet un transfert des charges de la zone image vers la zone mémoire en quelques dizaines de microsecondes seulement. Cette phase nommée «obturation électronique» est réalisée par l'envoi de **244 cycles d'horloge** sur les broches **IAG** et **SAG**. Cependant, le port parallèle d'un PC délivre chaque cycle en **3 µs**, cette valeur étant (pratiquement) indépendante du modèle d'ordinateur. On en déduit que l'obturation pilotée par le PC prendra un

peu moins de **800 µs**. Le SX18 est un microcontrôleur RISC⁽²⁾, de dernière génération qui est cadencé à 50 MHz. Sa rapidité nous permet de générer des cycles d'horloge de **40 ns** au minimum (et encore, on a dû le freiner à 400 ns pour limiter le bruit de commutation et augmenter l'efficacité de transfert des charges dans le CCD !). La durée de la phase d'obturation est ainsi ramenée à moins de **100 µs**, avec pour conséquence **une réduction très sensible du smearing** ⁽³⁾ !.

ETUDE STRUCTURELLE DE LA PARTIE ANALOGIQUE

Le schéma de la figure 3 laisse apparaître quatre sections distinctes. IC1A assure la génération d'une tension de référence de 10 V, déjà utilisée sur la tête optique. IC4 pourrait être remplacé par n'importe quelle référence de tension de 10 V, mais le LM4040 est parmi ce qu'on peut trouver de moins cher sur le marché (moins de 10 F chez Farnell !). Cette tension permet de polariser l'étage d'entrée réalisé autour de IC1B. Il s'agit d'un montage soustracteur classique dont le gain compense la perte de niveau dans la ligne. Rappelons que l'adaptation d'impédance de la ligne utilise des résistances de 200 ohms câblées de par et d'autre du câble de liaison. L'impédance équivalente de la ligne, qui est de 100 ohms environ, vient se placer en série avec les résistances de 560 ohms. Si on pose $R6 = R7 = Ra$ et $R8 = R9 = Rb$, la relation entre Ra , Rb et IC1(7) est la suivante : $IC1(7) = (Vidéo(2) - Vidéo(1)) \times Rb/Ra$

Le signal vidéo est dirigé sur un étage de clamping réalisé autour de IC3 et IC2b. IC3 est un interrupteur analogique qui permet de ramener le niveau de référence du capteur CCD au niveau de référence du convertisseur, c'est à dire la masse. L'interrupteur est situé entre les broches S1 et D1. IC2b, monté en suiveur, assure l'adaptation d'impédance entre l'étage de clamping et le convertisseur. Le fonctionnement du dispositif de clamping est exposé en détails sur les chronogrammes de la figure 4. Rappelons que la sortie d'un pixel est obtenue en trois temps :

1. SRG = 1 et RAZ = 1 : initialisation.
2. SRG = 1 et RAZ = 0 : précharge de la sortie vidéo à un palier de référence.
3. SRG = 0 et RAZ = 0 : transfert des charges du pixel.

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

1. L'impulsion de clamping, délivrée pendant les paliers de Reset et de référence, commande la fermeture de l'interrupteur analogique. (Remarquez que cette impulsion correspond pratiquement au signal SRG).
2. Puisqu'il est câblé entre la sortie de IC1b et la masse (interrupteur fermé), C8 va se charger exactement au potentiel de référence du capteur.

(1) **OFFSET** : différence de potentiel délivrée systématiquement par le capteur CCD, même lorsque le capteur est dans le noir absolu. Il est mis en évidence lors de la soustraction [niveau de la vidéo - niveau de référence].

(2) **RISC** : Reduced Instruction Set = Jeu d'instructions réduit. Cette particularité, associée à une structure interne du type «Pipe-Line», permet d'optimiser la vitesse d'exécution des instructions du processeur. En particulier, un cycle d'horloge suffit pour l'exécution complète d'une instruction (20 ns dans le cas du SX18).

(3) **SMEARING** : phénomène de traînage vertical produit par les sources optiques particulièrement lumineuses qui continuent de bombarder la surface photosensible pendant la phase de transfert.

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : INTERFACE 8 BITS

Figure 3

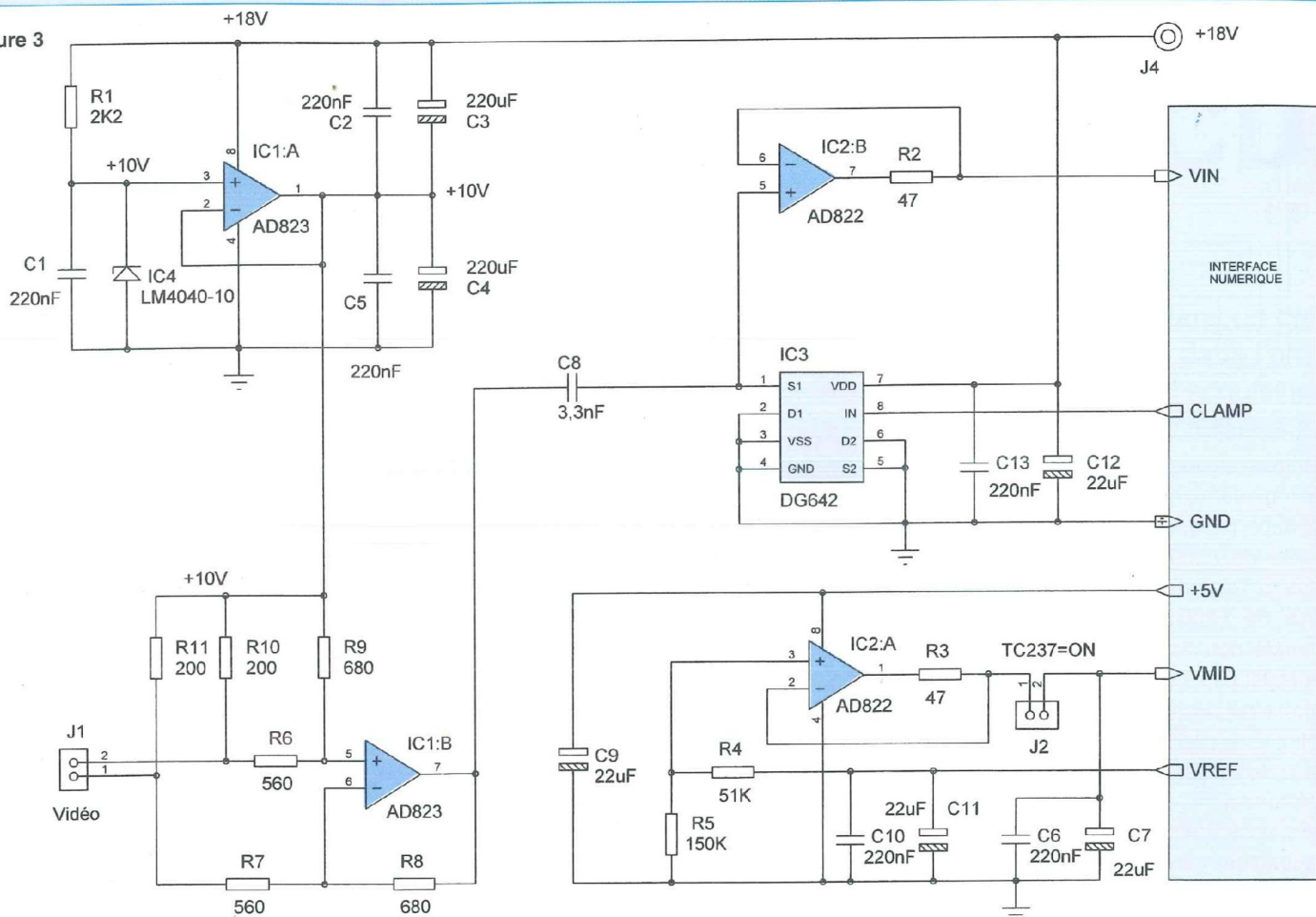
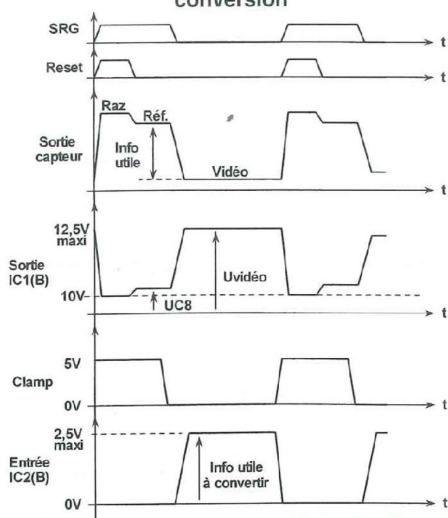


Figure 4 : extraction d'un pixel sur le CCD avant conversion



3. On referme l'interrupteur analogique. L'entrée du suiveur voit alors un potentiel qui correspond au niveau délivré par le soustracteur moins la tension stockée dans C8. C'est l'information photonique

utile qu'il ne reste plus qu'à convertir. L'horloge SRG est délivrée par le PC au même instant que l'impulsion de clamping (c'est la même ligne de donnée). Cependant, Le trajet parcouru par SRG entraîne un retard du signal vidéo par rapport à l'horloge de clamping. Cette particularité présente pour nous un intérêt non négligeable: le clamping est alors désactivé juste avant l'apparition du signal vidéo en sortie de IC1b, ce qui garantit une lecture sans erreur de chaque pixel.

IC2a permet de compenser l'offset particulièrement élevé du TC237 en décalant la plage de conversion du CAN. L'entrée Vmid du convertisseur est spécialement réservée à cet effet. Son potentiel de repos (entrée en l'air) est de 1,25 V. La plage de conversion est alors comprise entre 0 et 2,5 V. En fait, la plage de conversion est toujours comprise entre [Vmid -1,25 V] et [Vmid +1,25 V]. Le

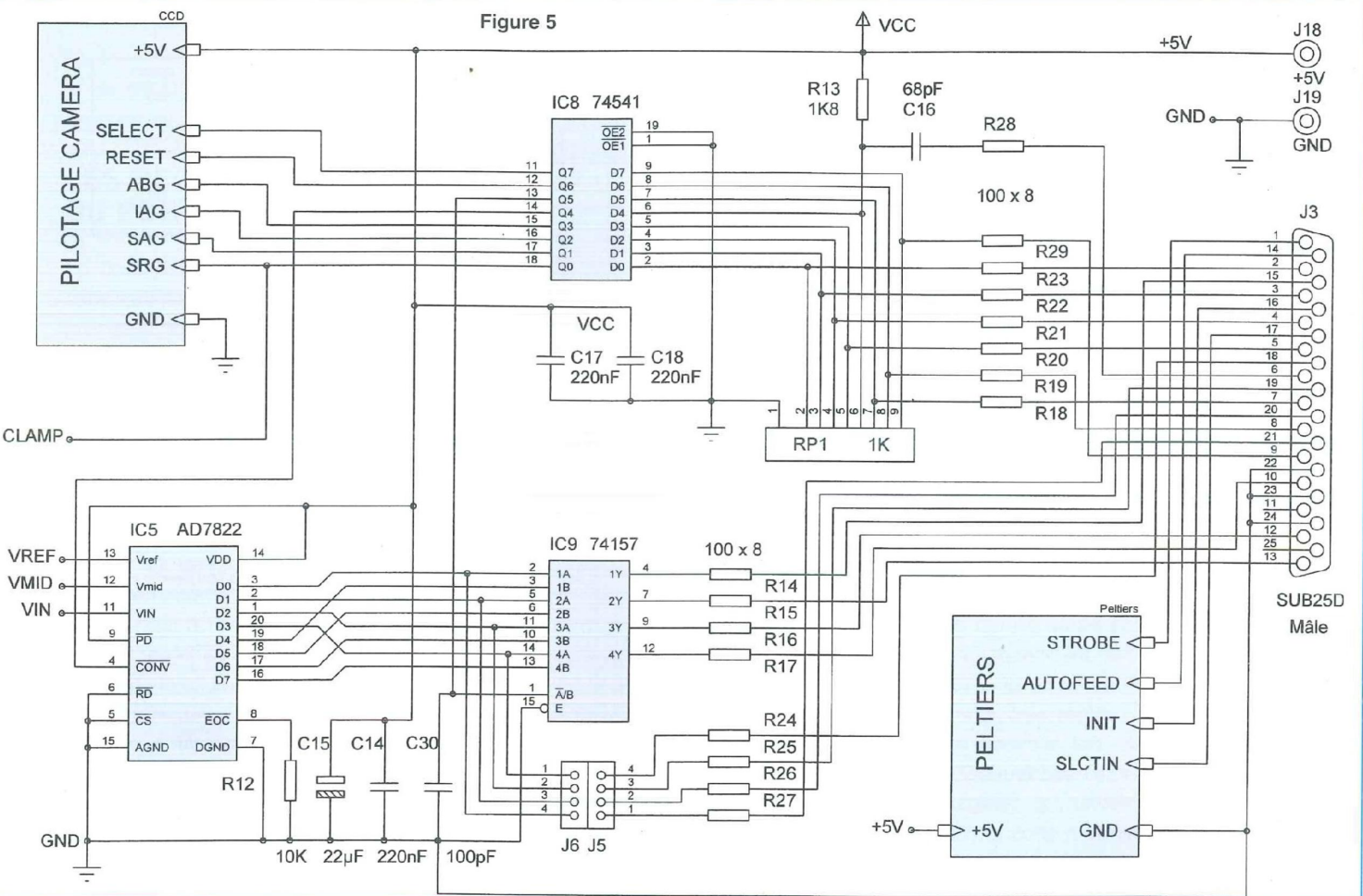
niveau de Vmid peut ainsi être décalé jusqu'à 3,75 V pour obtenir, si besoin, l'intervalle de conversion [2,5 V - 5 V]. La tension de référence interne du convertisseur (Vréf) est dirigée vers le pont diviseur [R4 - R5] pour obtenir un potentiel de 1,86 V sur Vmid. La plage de conversion sera alors comprise entre 0,6 V et 3,1 V après la mise en place du strap J2.

ASPECTS TECHNOLOGIQUES

L'AD822 est un amplificateur de technologie "Rail to Rail", c'est à dire qu'il permet de délivrer des niveaux de tension proches de ses tensions d'alimentation. Une autre technologie ne pourrait pas convenir ici. Malgré tout, le AD822 présente encore une tension de déchet en sortie de 50 mV environ. Ce problème est contourné par la présence d'une tension

LES CAPTEURS CCD TC255P ET TC 237

Figure 5



d'offset minimale de 20 mV en sortie du TC255P qui, après amplification dans la tête optique, est de l'ordre de 100 mV à l'entrée du AD822. D'autre part, les AD823 et AD822 ne sont pas interchangeables pour les raisons suivantes :

- le premier assure un courant de sortie plus élevé que le AD822. La charge de C8 étant plus rapide pendant le clamping, l'échantillon vidéo est prélevé avec une meilleure précision. Toutefois, son impédance d'entrée est limitée à 300 k Ω environ.
- le second, bien que plus lent, présente une impédance d'entrée de plusieurs mégohms. Il est en effet important que C8 ne puisse pas se décharger pendant la durée de la conversion analogique/numérique.

Le commutateur analogique DG642 de Temic-Semiconductors est un composant récent qui nous a séduit par ses caractéristiques pratiquement idéales:

boîtier compact (DIL8), bande-passante de 500 MHz, impédance de 5 ohms, temps de commutation de 50 ns. D'autre part, l'interrupteur peut supporter un courant de 100 mA. En ce qui concerne son alimentation, ce composant nous a imposé une tension d'alimentation de 18 V au maximum. Prévue initialement à 22 V sur la carte alimentation (comme pour le capteur CCD), cette modification explique une petite erreur de marquage sur le schéma structurel de l'alimentation universelle (LED n°153, figures 1 et 6).

ETUDE STRUCTURELLE DE LA SECTION LOGIQUE

Contrairement aux apparences, le schéma de la figure 5 est assez dépouillé. Le bus de donnée du port imprimante (connecteur J3, broches 2 à 9) est dirigé vers un driver de bus 74HCT541 pour une remise en forme des signaux (il est

prévu un minimum de 5 mètres de câble entre l'interface et le PC). Les lignes de ce bus sont ensuite aiguillées vers leurs cibles respectives (caméra, convertisseur, etc.).

Le bus d'état du port imprimante reçoit les données du convertisseur par paquets de 4 bits. En effet, ce bus est incomplet à notre plus grand désespoir. Ceci explique la présence du multiplexeur 74HCT157 (IC9), qui permet une lecture du convertisseur en deux passes. Cependant, la mise en place de straps sur J5 et J6 permet de diriger la totalité du bus de données du convertisseur sur le connecteur J3. Cette possibilité sera réservée à l'utilisation d'une interface spécifique implantée dans un slot ISA du PC, ce qui permettrait d'augmenter la vitesse de transfert des images vers l'ordinateur.

Vous pouvez remarquer une batterie de résistances de 100 ohms destinées à

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : INTERFACE 8 BITS

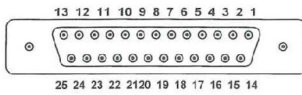
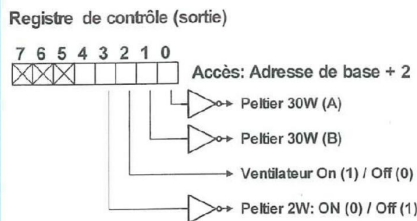
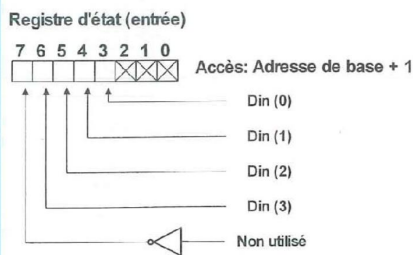
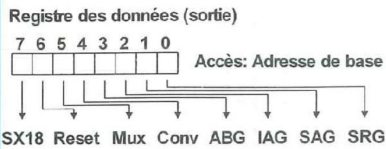


Figure 6 : embase du port // vue de l'extérieur de l'ordinateur

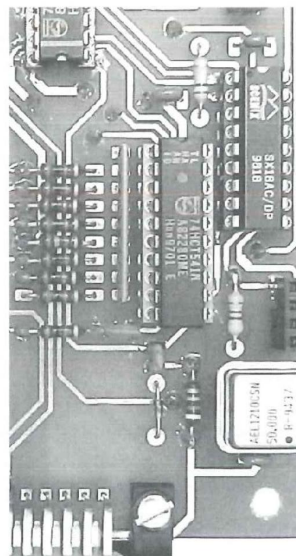


interface parallèle n°1: \$378 - \$37F	table des adresses :
interface parallèle n°2: \$278 - \$27F	0040 : 0008h -> lpt1
interface parallèle n°3: \$3BC - \$3BF	0040 : 000Ah -> lpt2

Figure 8 : registres internes de l'interface parallèle du PC

Broches connecteur	Sens de transfert	Fonction caméra	Fonction sur le PC
1	→	Peltier 30W (A)	STROBE
2	→	SRG	D0
3	→	SAG	D1
4	→	IAG	D2
5	→	ABG	D3
6	→	CONV\	D4
7	→	Multiplexeur	D5
8	→	Reset CCD	D6
9	→	Select SX18	D7
10	←	Din(3)	ACK
11	←	----	Busy
12	←	Din(2)	PE
13	←	Din(1)	SLCT
14	→	Peltier 30W (B)	AutoFeed
15	→	Din(0)	ERROR
16	→	Ventilateur	INIT
17	→	Peltier 2W	SLCT IN
18 - 25	→	GND	GND

Figure 7 : liaison SUB25D entre le port // et l'interface pour caméra CCD



Cliché 1

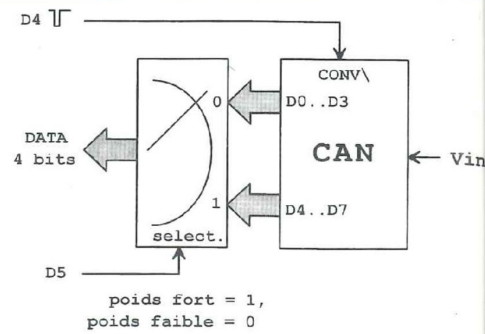


Figure 9 a : acquisition d'une donnée

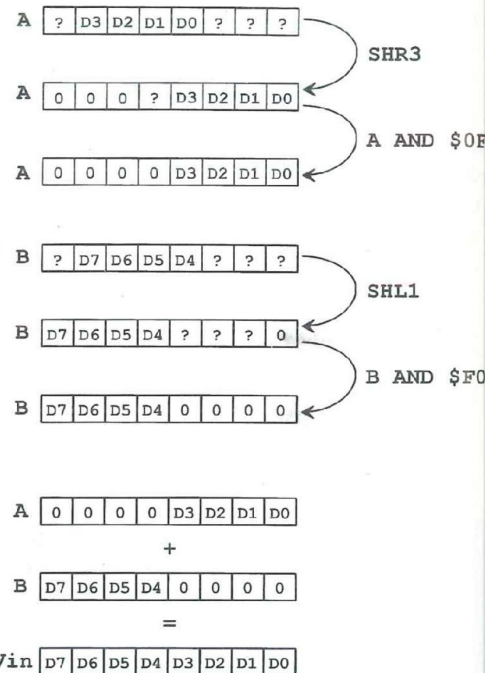


Figure 9 b : procédure de lecture

assurer l'adaptation d'impédance des lignes, et surtout une relative protection électrique sur les bus. Le réseau de résistances RP1 a permis de simplifier l'implantation des composants sur le circuit imprimé. Considérez qu'une résistance de 1 kΩ est placée sur chacune des entrées du driver.

Les deux fonctions représentées en encadré sont des options qui seront présentées plus loin. La fonction "pilote caméra" concerne l'obturation électronique, tandis que la fonction "Peltiers" concerne le refroidissement. Cette fonction est pilotée à partir du bus de contrôle du port imprimante, dont seulement 4 bits sont disponibles.

DESCRIPTION DU PORT PARALLÈLE SPP

Vous avez sans doute compris l'intérêt d'utiliser le port parallèle : il permet d'assurer la transmission de données dans les deux sens (entrée + sortie), sans nécessiter l'ouverture du capot de l'ordinateur, donc sans risque pour le PC. 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 fonc-

tionnent suivant un protocole un peu particulier. L'interface de la Kitty utilise uniquement le mode EPP, qui est le plus universel (...et le plus simple à contrôler !). L'illustration de la figure 6 présente le connecteur du type "SUB 25D" tel qu'il est visible à l'arrière du PC, et permet d'identifier les numéros de chaque broche. Le tableau de la figure 7 indique la correspondance entre les broches de ce connecteur (broches CPU), leurs fonctions d'origine, et leur affectation pour les caméras. 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 contrô-

le ou d'état. On notera qu'il n'y a que 5 broches disponibles en entrée !.

LES REGISTRES INTERNES DU PORT // SPP

Le document de la **figure 8** détaille les caractéristiques de ces trois registres, en précisant la correspondance entre les fonctions de la caméra et chacun des bits disponibles. Le registre des données, utilisable uniquement en sortie, utilise la totalité des 8 bits, tandis que les deux autres registres n'utilisent que cinq bits au maximum. Précisons que le bit de poids fort du registre d'état (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 (LPT1= \$378, LPT2= \$278, LPT3= \$3BC). Une zone d'adresse particulière dans la mémoire du PC, à partir de [0040:0008], indique à l'utilisateur l'adresse en cours pour les ports LPT1 et LPT2, avec LPT1 qui représente le port de sortie par défaut. Cette possibilité peut permettre au programmeur de vérifier l'adresse affectée au port centronics avant d'envoyer des données vers l'imprimante.

LECTURE ET ECRITURE D'UN MOT DE 8 BITS SUR LE PORT //

L'écriture est immédiate: il suffit d'envoyer une donnée à l'adresse \$378 ou \$37A pour qu'elle apparaisse en sortie du connecteur LPT1. La lecture est plus délicate, car on ne dispose que des 5 bits d'état prévus à l'origine pour l'imprimante. Afin d'obtenir une possibilité d'acquisition des échantillons externes, on ajoute un **multiplexeur** du type [8 vers 4] en sortie

du convertisseur afin d'effectuer la lecture en **2 temps**. Conformément au schéma de principe de la **figure 9a**, le bit D4 déclenche la conversion, tandis que le bit D5 assure la sélection des 2 quartets de résultat. Seuls les bits **D3** à **D6** du registre d'état sont utilisés pour la lecture. L'illustration de la **figure 9b** développe par ordre chronologique la procédure d'acquisition d'une donnée :

1. D5 = 0: on effectue la lecture du quartet de poids faible (A). Le contenu du registre d'état est décalé trois fois vers la droite (**SHR3**), puis un masquage logique permet de forcer les poids forts à zéro (**A AND \$0F**).

2. D5 = 1: on effectue la lecture du quartet de poids fort (B). Le contenu du registre d'état est décalé une fois vers la gauche (**SHL1**), puis un masquage logique permet de forcer les poids faibles à zéro (**B AND \$F0**).

3. Il ne reste plus qu'à ajouter les deux résultats intermédiaires pour obtenir l'image de la grandeur analogique d'entrée (Vin).

Pour assurer au convertisseur un fonctionnement correct, l'entrée de contrôle (CONV, bit D4) doit être replacée à son état de repos (1) avant la fin de chaque conversion. Si cette condition n'est pas respectée, le convertisseur se place en mode basse consommation, et il faudra attendre au moins 25 µs avant qu'il ne soit à nouveau prêt à effectuer une nouvelle conversion. C'est la raison de la présence du réseau [R13-C16] qui assure la production d'une impulsion de 200 ns environ. Cette durée peu sembler particulièrement courte, mais nous avons affaire à un convertisseur très rapide (conversion en 400 ns !). A cette vitesse, la conversion pourra être immédiatement suivie d'une lecture.

COMMANDE DE L'OBTURATION ÉLECTRONIQUE DU CCD

Le schéma de la **figure 10** présente la solution adoptée pour piloter efficace-

ment le CCD lors de la phase de **transfert de trame**. Un SX18 est sollicité par le PC pour le relayer pendant cette procédure (**cliché n°1**). Le multiplexeur 74HCT157 (IC10) reçoit le même signal que le SX18 (**Select**) afin d'aiguiller les signaux du micro-contrôleur vers le capteur CCD. En fait, le SX18 ne reçoit le signal Select que durant un temps très bref, grâce au circuit de mise en forme impulsionnel [R36 - C21]. Cette précaution permet d'être certain que le contrôleur n'exécutera l'ordre d'obturation qu'une seule fois. En effet, le SX18 consacre tout son temps de repos à détecter si le bit d'entrée RB4 est au niveau haut. Un dispositif logiciel permet d'ailleurs d'éliminer toute impulsion parasite qui ne serait pas un ordre d'obturation. Cependant, si l'ordre était maintenu en fin de tâche du SX18 (qui est, rappelons le, très rapide), le SX18 exécuterait une nouvelle fois cette phase, avec les conséquences désastreuses qu'on peut imaginer (perte de l'image transférée dans la zone mémoire!).

Toutefois, la présence d'un SX18 est facultative: cette option sera donc à cocher dans le logiciel de pilotage de la caméra. Dans le cas contraire, c'est le PC qui s'en chargera, et il sera prudent de tester la caméra dans ce mode et de vérifier le bon fonctionnement de la caméra avant d'envisager de se procurer un SX18 programmé (qui sera disponible par correspondance à la prochaine parution). Si vous n'utilisez pas le SX18, les composants IC6 et IC7 ne sont pas à câbler, ce qui permet une économie non négligeable (autour de 200 F).

Le bornier **J10** est destiné à recevoir un strap dans le cas de l'utilisation de la tête optique basée sur le **TC237** (elle sera décrite ultérieurement). Le programme implanté dans le contrôleur fera alors le nécessaire pour générer les signaux appropriés pour ce capteur, qui comporte une surface utile plus importante (650x490 pixels).

Le connecteur **J9** n'est destiné qu'à permettre aux mordus de programmation de

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : INTERFACE 8 BITS

Figure 10 : obturation électronique

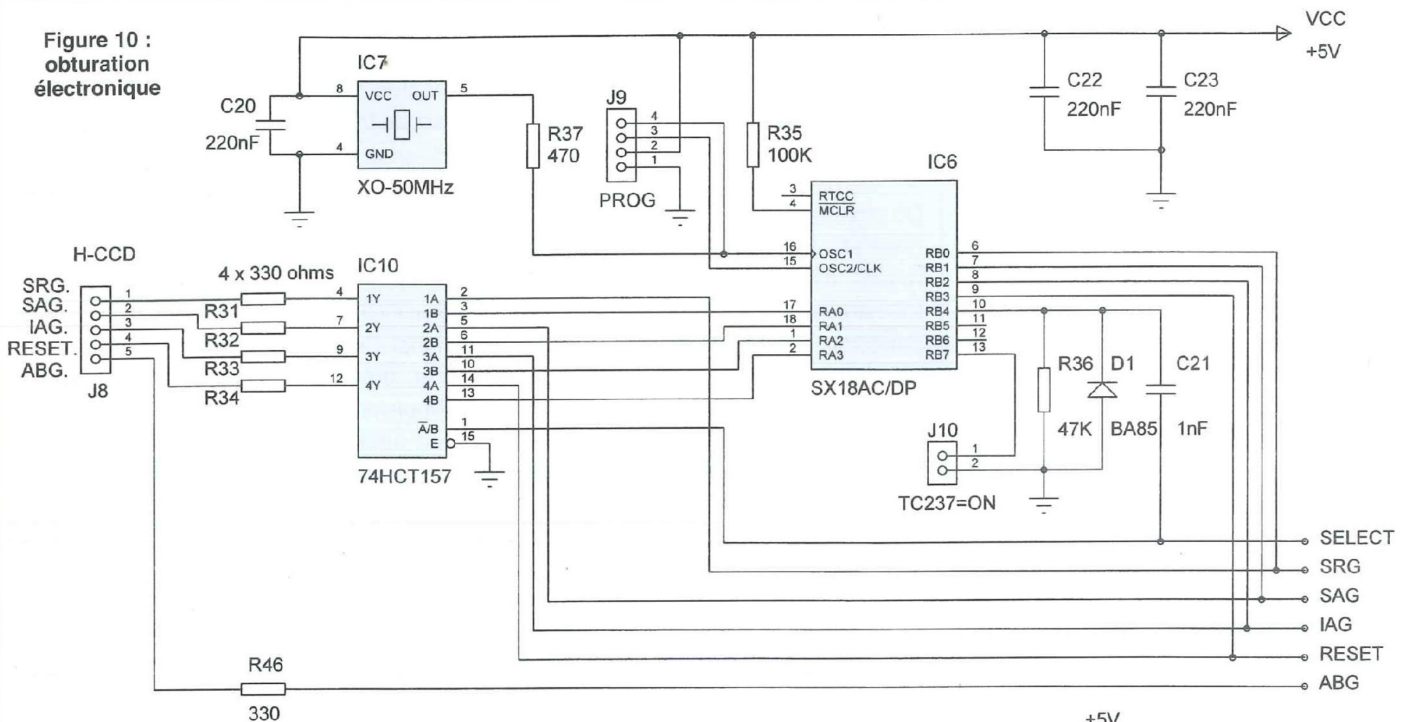
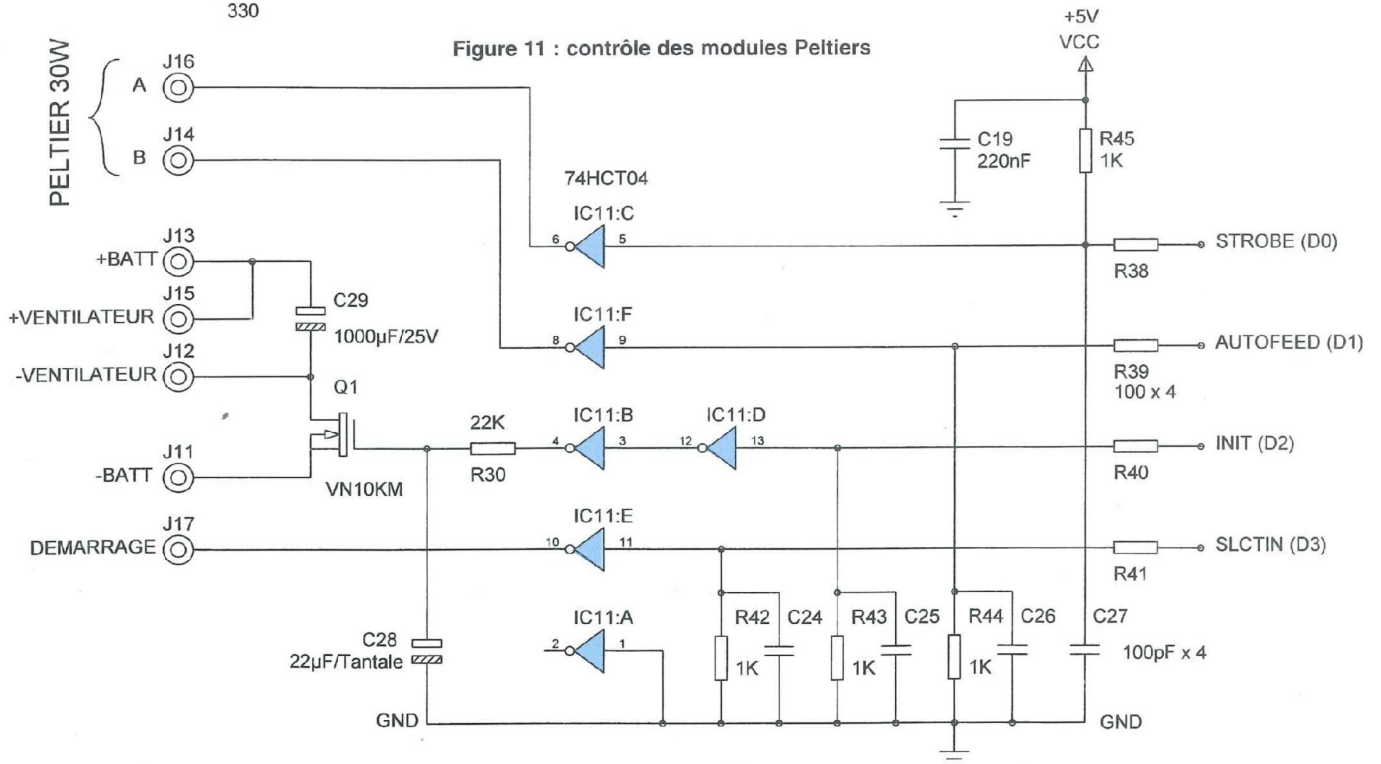


Figure 11 : contrôle des modules Peltiers



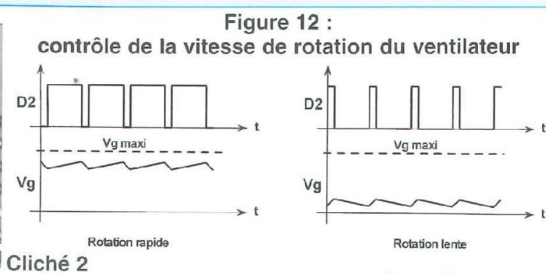
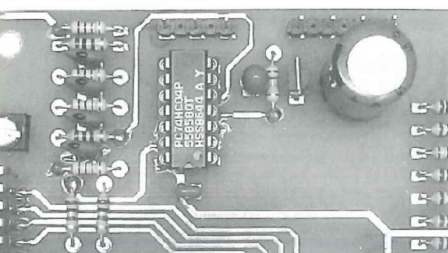
programmer eux-mêmes leur SX18, ou encore de faire évoluer le logiciel. Le SX18 est un produit jeune, mais qui risque d'être très rapidement aussi populaire que le micro-contrôleur "PIC" dont il reprend les caractéristiques essentielles.

Signalons enfin que le listing source du SX18, ainsi que le logiciel d'acquisition du PC, seront disponibles prochainement en téléchargement sur le site Web de l'auteur (par liaison Internet):

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

PILOTAGE DU REFROIDISSEMENT

Le bus de contrôle du port parallèle est assigné au contrôle du refroidissement de la tête optique. Si le capteur CCD est



utilisé à température ambiante, cette section est sans intérêt. Dans le cas contraire, on pourrait penser que si le capteur est refroidi, il n'y a aucune raison pour ne pas utiliser le refroidissement maximal, et que le contrôle du courant dans les modules Peltiers est inutile. Dans l'absolu, c'est un raisonnement qui se tient. Il y a pourtant certains cas qui demandent de réviser ce jugement.

1. Avec un petit instrument d'observation (par exemple une lunette de 60mm ou un télescope du type 114/900, souvent doté d'une monture trop légère), le ventilateur pourrait entraîner des vibrations qui risqueraient de nuire à la qualité des images planétaires. Dans ce cas, il peut être judicieux de supprimer la ventilation, ce qui conduit également à limiter le courant dans les modules Peltiers. Il me semble important de préciser que l'utilisation d'une caméra CCD passe avant tout par la possession d'une monture équatoriale motorisée en ascension droite. Pour le planétaire, on pourrait cependant se contenter d'une motorisation de qualité moyenne pour débiter, le tout étant de pouvoir pointer un objet dans le ciel assez longtemps pour effectuer les réglages d'usages (recherche de l'objet et focalisation).

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

3. Malgré toutes les précautions que vous auriez pu prendre, vous ne serez jamais totalement à l'abri d'un risque de givrage du capteur CCD lors de l'utilisation d'un double étage de refroidissement (module Peltier de 2 W placé directement sous le capteur). Le meilleur moyen de ne pas gâcher une soirée d'observation

consiste alors à couper le deuxième étage en attendant l'occasion d'éliminer l'humidité et de revoir l'étanchéité du boîtier. Nous n'avons jamais rencontré de problème de givrage avec pour seul refroidissement l'étage Peltier de 30W. En effet, le point le plus froid devient le doigt caloripporteur, qui se comporte comme un "piège à humidité" prioritaire face au CCD qui est forcément plus loin, donc moins froid.

Le schéma de la section "pilotage du refroidissement" est indiqué en **figure 11**. Elle est limitée au strict nécessaire: un réseau de composants passifs au niveau du port parallèle, un driver de bus (74HCT04, dont les entrées à trigger de schmidt assurent une excellente immunité aux bruits) et un étage de puissance à transistor pour le ventilateur. Le **cliché n°2** présente une vue en gros plan de cette section. Le transistor est un Mosfet de moyenne puissance, mais d'autres modèles pourraient probablement convenir. Il existe aujourd'hui de nombreux transistors Mosfets optimisés pour fonctionner depuis une commande logique en 5 volts. Le réseau de filtrage [R30-C28] a été prévu pour piloter la vitesse du ventilateur depuis le PC. Il suffit de prévoir dans le programme un timer réservé au contrôle de Q1 en MLI (ou PWM). Le principe de contrôle de vitesse est indiqué en **figure 12**. Si on envoie une tension continue de 5 V sur la grille de Q1, le transistor est saturé et le ventilateur tourne à sa vitesse maximale. Il risque de générer du bruit et des vibrations gênantes. Si on envoie sur le bit D2 du registre de contrôle un signal rectangulaire dont le rapport cyclique est variable, le filtre passe-bas placé sur la grille transmettra au transistor la valeur moyenne de ce signal. La fonction de transfert d'un Mosfet étant du type I_d/V_{gs} (c'est-à-dire

que pour une tension de grille donnée, on obtiendra un courant de drain proportionnel), il suffirait de faire varier le rapport cyclique du signal de contrôle pour modifier la vitesse de rotation du ventilateur. Cependant, ce principe de commande du ventilateur n'est pas utilisé dans la version actuelle du programme, pour une raison fort simple: le courant de fonctionnement varie nettement d'un ventilateur à l'autre, et la solution universelle n'a pas encore été trouvée. A terme, il est probable que le logiciel propose une phase initiale d'apprentissage (recherche de la tension minimale assurant la rotation, puis de la valeur maximale correspondant à la vitesse de rotation optimale).

RÉALISATION DE L'INTERFACE

Le tracé des pistes de l'interface, du côté des composants, est indiqué en **figure 13a**, tandis que la **figure 13b** représente le tracé des pistes de la couche inférieure. Le plan d'implantation des composants est indiqué en **figure 14**. Une fois de plus, puisque nous avons affaire à un circuit imprimé "double-face", l'ordre de soudage que nous proposons ci-dessous permettra d'éviter des surprises désagréables. En effet, il y a des soudures à réaliser sur la face supérieure, et la mise en place aléatoire de certains composants risque de vous empêcher d'accéder à certaines pastilles voisines. Utilisez un fer à souder de faible puissance et doté d'une panne fine (du genre **JBC 11 W** ou **AMPEX 17 W**).

Contrairement à l'usage courant, il est préférable d'effectuer en premier le soudage des supports de circuits intégrés, dont l'ordre est indiqué ci-dessous. C'est en effet la partie la plus délicate, et il est souhaitable que la zone de travail reste bien dégagée pendant cette phase. On en profitera pour placer progressivement les straps de liaison entre les deux faces.

1. Souder les supports de **IC1**, **IC2** et **IC3**, avec 3 broches à souder coté composants sur **IC2** et 1 broche sur **IC3**. Dans

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : INTERFACE 8 BITS

Figure 13a

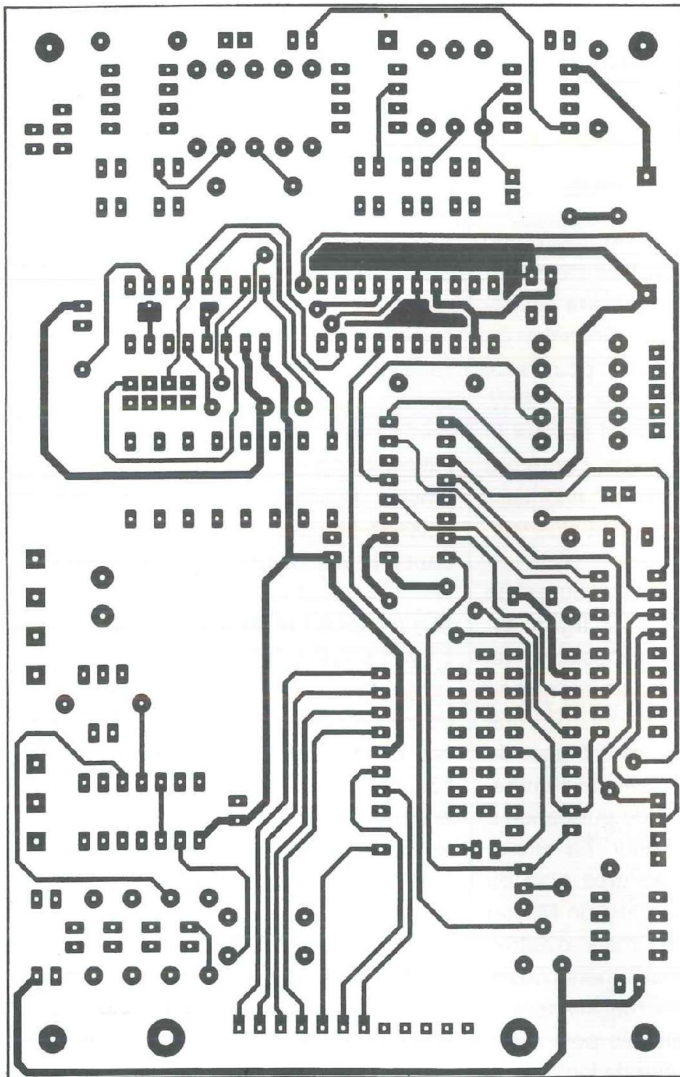
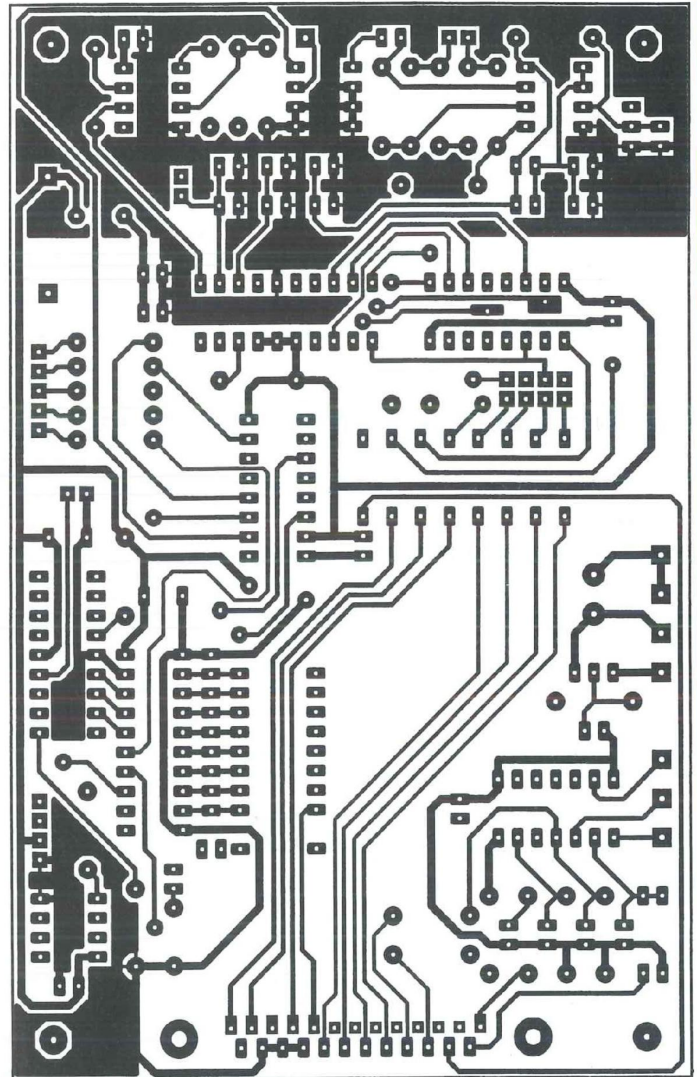


Figure 13b



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- Résistances

R1 : 2,2 kΩ
 R2 : 47 Ω
 R3 : 47 Ω
 R4 : 51 kΩ / 1 %
 R5 : 150 kΩ / 1 %
 R6 : 560 Ω / 1 %
 R7 : 560 Ω / 1 %
 R8 : 680 Ω / 1 %
 R9 : 680 Ω / 1 %
 R10 : 200 Ω / 1 %
 R11 : 200 Ω / 1 %
 R12 : 10 kΩ
 R13 : 1,8 kΩ
 R14 à R29 : 100 Ω
 R30 : 22 kΩ
 R31 : 330 Ω
 R32 : 330 Ω
 R33 : 330 Ω
 R34 : 330 Ω

R35 : 100 kΩ
 R36 : 47 kΩ
 R37 : 470 Ω
 R38 à R41 : 100 Ω
 R42 à R45 : 1 kΩ
 R46 : 330 Ω
 RP1 : réseau résistif 1 kΩ
 (8R + 1)

- Condensateurs

C1 : 220 nF
 C2 : 220 nF
 C3 : 220 μF / 25 V
 C4 : 220 μF / 25 V
 C5 : 220 nF
 C6 : 220 nF
 C7 : 22 μF / tantale / 10 V
 C8 : 3,3 nF
 C9 : 22 μF / tantale / 10 V
 C10 : 220 nF

C11 : 22 μF / tantale / 10 V
 C12 : 22 μF / tantale / 10 V
 C13 : 220 nF
 C14 : 220 nF
 C15 : 22 μF / tantale / 10 V
 C16 : 68 pF
 C17 : 220 nF
 C18 : 220 nF
 C19 : 220 nF
 C20 : 220 nF
 C21 : 1 nF
 C22 : 220 nF
 C23 : 220 nF
 C24 : 100 pF
 C25 : 100 pF
 C26 : 100 pF
 C27 : 100 pF
 C28 : 22 μF / tantale / 10 V
 C29 : 1000 μF / 25 V
 C30 : 100 pF

- Divers

Connecteur coudé
 SUB25D mâle
 Connecteur chassis
 SUB25D femelle
 2 straps au pas de
 2,54 mm
 (TC237 uniquement)

- Composants actifs

D1 : BA85
 Q1 : VN10KM
 IC1 : AD823
 IC2 : AD822
 IC3 : DG642 (Farnell)
 IC4 : LM4040-10 V
 IC5 : AD7822
 IC6 : SX18AC/DP
 IC7 : OSC-50 MHz
 supports "tulipe" :

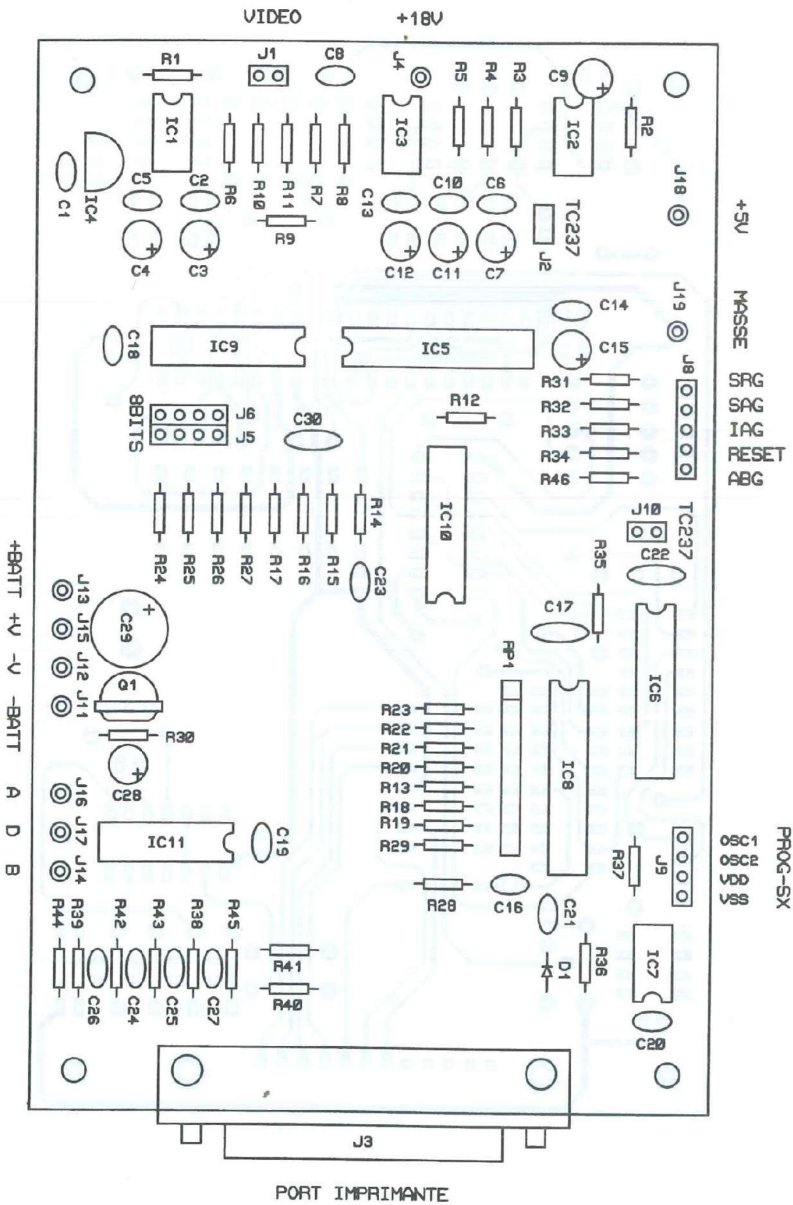
(boîtier DIL8)
 IC8 : 74HCT541
 IC9 : 74HCT157
 IC10 : 74HCT157
 IC11 : 74HCT04
 DIL 8br. x 3
 DIL 14br. x 1
 DIL 16br. x 2
 DIL 18br. x 1
 DIL 20br x 2

note 1 : condensateurs céramiques pour les valeurs en nF et pF

note 2 : prévoir une barrette de 40 contacts au pas de 2,54 mm pour les straps et les bornes de liaisons avec l'extérieur de la carte.

LES CAPTEURS CCD TC255P ET TC 237

Figure 14



la zone triangulaire formée par les bornes J2, J18 et J19 (cliché n°3), implantez les deux straps de liaisons (on peut utiliser des pattes de résistances).

2. Implantez les deux straps de liaisons situés sous IC5, près de la broche 1, puis celui qui est placé à l'extérieur, au voisinage de la broche 20 (les 3 pastilles sont alignées). Souder le support de IC5, dont 7 broches sont à souder coté composants.

3. Même procédure pour IC9 : implantez les deux straps de liaisons situés sous IC9, près des broches 4 et 7, puis ceux

qui sont placés à l'extérieur (4 pastilles, dont une au voisinage de la broche 1, et trois de part et d'autre des connecteurs J5 et J6, on peut les repérer sur le cliché n°3, autour du 74HCT157). Souder enfin le support de IC9, dont 11 broches sont à souder coté composants.

4. Souder IC10, qui est un support 16 broches. 11 broches sont également à souder coté composants. entre IC10 et RP1, vous devriez trouver 4 pastilles destinées à des straps: c'est le moment d'y implanter des pattes de résistances.

5. Souder IC11, qui est un support 14

broches. Il y a 6 broches à souder coté composants.

6. La soudure de IC6 et IC8 est plus délicate avec des supports classiques, car ces deux circuits sont placés très près l'un de l'autre. La solution la plus efficace consiste à utiliser des barrettes tulipes, et de suivre l'ordre suivant:

7. Rangée 11 à 20 de IC8, ainsi que 5 broches du coté des composants.

8. Rangée 1 à 10 de IC8, ainsi que 1 broche du coté des composants.

9. Rangée 1 à 9 de IC6, ainsi que 4 broches du coté des composants.

10. Rangée 10 à 18 de IC6, ainsi que 4 broches du coté des composants.

11. entre IC10 et J10, vous devriez trouver une pastille destinée à un strap: c'est le moment de le souder. Un autre strap est à souder près de la broche 10 de IC6, et le dernier de la série est situé entre R36 et D1. Le plus délicat est terminé! Sur tous les circuits intégrés, vérifiez qu'aucune broche n'a été oubliée, et qu'il n'existe aucun court-circuit entre les broches.

12. câbler ensuite J3 en priorité (connecteur SUB25D Mâle). Il faut impérativement que ses broches soient accessibles Jetez un oeil sur le cliché n°4, qui est une vue en gros plan du connecteur), afin de pouvoir souder quelques pastilles du coté des composants.

13. On peut alors passer au montage des condensateurs céramiques (toutes les valeurs en picofarads et nanofarads), sans oublier de souder les pastilles reliées à une piste ou au plan de masse sur le coté composants.

14. Souder les condensateurs au tantale (dont les broches sont facilement accessibles du coté des composants), puis les deux condensateurs chimiques.

15. Souder enfin toutes les résistances, ainsi que RP1, la diode D1, le transistor Q1 et le régulateur IC4.

16. Mettre en place les picots d'entrée/sortie, ainsi que les barrettes de connexions destinées aux straps amovibles. Certaines barrettes nécessitent quelques soudures du coté des compo-

CAMÉRA CCD D'INSTRUMENTATION : INTERFACE 8 BITS

Figure 15 : plan de perçages du coffret

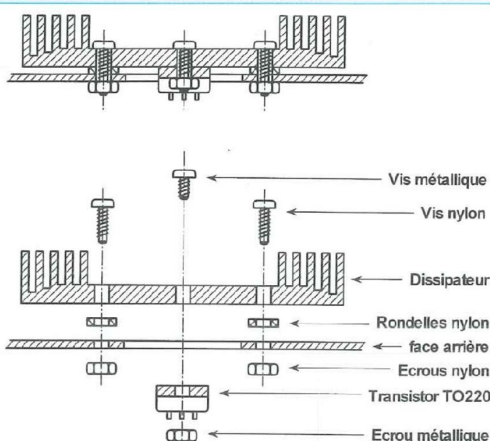
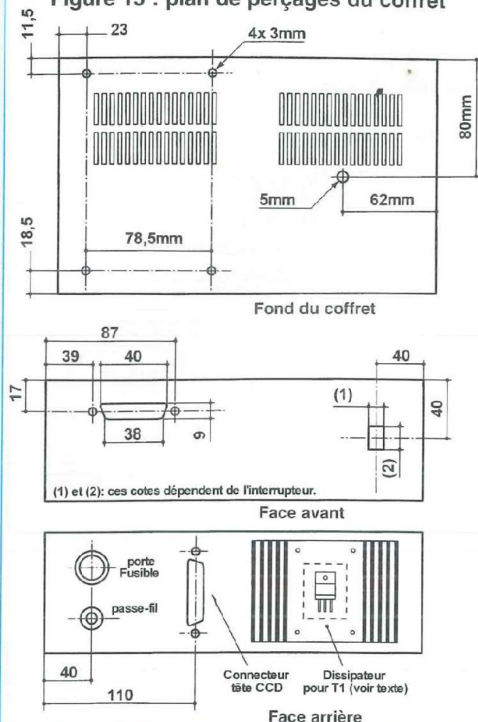
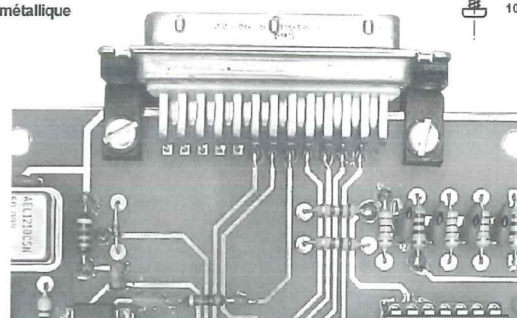
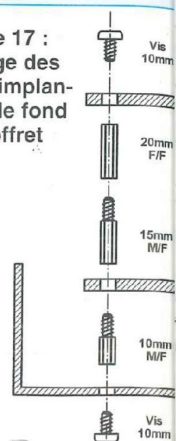


Figure 16 : montage de T1 sur dissipateur RAWA204

Figure 17 : montage des circuits implantés sur le fond du coffret



Cliché 4

sants. Il suffit d'effectuer dans un premier temps les soudures sur l'autre face, puis de relever au maximum la gaine plastique des barrettes (sans la retirer complètement, afin de conserver l'alignement des broches), puis de réaliser les soudures.

17. Si vous utilisez le SX18, soudez directement l'oscillateur à quartz de 50MHz sans support.

Nous allons enfin pouvoir passer aux premiers tests de l'interface!. Toutefois, il serait prudent de placer préalablement l'interface dans le coffret, au dessus de la carte d'alimentation.

MISE EN COFFRET DE L'INTERFACE

Le plan de câblage de la **figure 15** apporte de nombreuses précisions par rapport à l'illustration proposée dans le n°153 de LED. Après de nombreuses réflexions, et surtout grâce à l'intégration du dispositif de commande des modules Peltiers sur la carte d'interface, la disposition des accessoires a été optimisée. Finalement, l'arrière du boîtier recevra les accessoires suivants :

- un porte-fusible, un passe-fil, et deux

bornes (de 4 mm?) pour l'alimentation par batterie (cette option n'est pas représentée, car elle risque de dépendre de la source d'alimentation continue).

- une embase à souder SUB25D femelle, destinée à la liaison vers la tête optique. Le brochage du connecteur, indispensable lors du câblage des cartes, est rappelé en annexe A.

- un dissipateur du type **RAWA204** (le même que celui de la tête optique, mais tout autre type pourrait convenir), destiné au refroidissement de T1. En effet, l'échauffement de ce transistor est finalement bien trop important, et l'alimentation du module Peltier de 30 W entraîne une augmentation excessive de la température au niveau des autres composants (le convertisseur ainsi que toute la chaîne analogique sont situés juste au dessus de T1 !!).

Lors du montage du transistor sur le dissipateur, quelques précautions sont à prendre. Le transistor doit absolument être isolé électriquement du boîtier. Pour des raisons de sécurité, le transistor doit être fixé à l'intérieur du boîtier. Cette disposition, illustrée sur la **figure 16**, permet de conserver toutes les liaisons câblées à l'intérieur.

L'isolation du dissipateur avec des rondelles assure l'isolation électrique et évite du même coup le transfert de calories sur la surface du coffret. Cependant, à l'utilisation, il faudra éviter tout contact électrique entre le dissipateur et le coffret. Bon, admettons que ce montage n'est pas très conventionnel, mais au moins il est efficace. Il présente également l'inconvénient de devoir dégager une fenêtre sur la face arrière. La face avant reçoit quant à elle :

- un interrupteur secteur pour le transformateur
- le connecteur de la carte d'interface.

Les cotes indiquées pour le perçage du connecteur sont à respecter scrupuleusement, car la qualité de positionnement de la carte d'interface en dépend. L'illustration de la **figure 17** indique les entretoises à utiliser pour effectuer un positionnement correct des deux cartes dans le coffret.

A proximité des entretoises de fixation des circuits imprimés, la face arrière du coffret devra être ajourée avec une lime ronde, comme indiqué sur le croquis de la **figure 18**. Cet ajustement permet d'assurer aux entretoises une assise de meilleure qualité.

LES CAPTEURS CCD TC255P ET TC 237

Annexe A : brochage du connecteur destiné à la tête CCD (embase SUB25D femelle vue de l'extérieur)

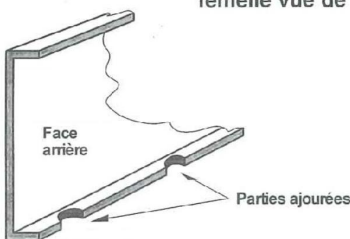
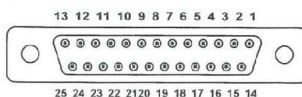
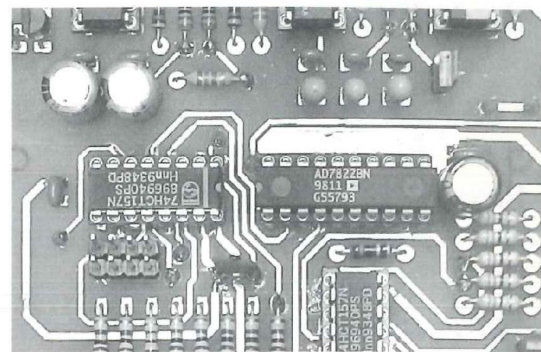


Figure 18 : découpe de la face arrière (passage des entretoises)



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

Cliché 3



TESTS DE FONCTIONNEMENT DE L'INTERFACE

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

1. La carte étant sous tension, vérifier la présence de la tension de **18 V** sur la broche 7 de IC3, et sur la broche 8 de IC1.
2. Couper l'alimentation et implanter IC1 sur son support, remettre sous tension puis vérifier la présence de la tension de **10 V** sur les broches 1, 2 et 3 de IC1.
3. Vérifier la présence de la tension de **5 V** sur les broches : 8 de IC2 et IC7, 14 de IC5 et IC11, 16 de IC9 et IC10, 20 de IC8.
4. Couper l'alimentation. On peut alors implanter tous les circuits intégrés sur leurs supports respectifs.
5. Remettre sous tension puis vérifier la présence de la tension de **2,5 V** sur la broche 13 de IC5 (Vréf.), puis la tension de **1,86 V** (Vmid) sur les broches 1 et 2 de IC2.

Si rien ne chauffe anormalement, les tests statiques sont terminés. Nous aurons besoin du logiciel d'acquisition pour tester les autres fonctions de la carte. En attendant, n'hésitez pas à vous connecter sur le site de l'auteur qui peut vous offrir un support technique complémentaire, et sur lequel vous pourrez prochainement télécharger les logiciels de tests et d'acquisitions (à la date où sont écrites ces lignes, un logiciel d'évaluation en version bêta est probablement déjà sur le site). Si vous n'avez aucun accès

internet à votre disposition, veuillez contacter la rédaction de LED qui vous informera sur les conditions d'envoi du logiciel.

Nous ne proposerons pas un plan de câblage complet, étant donné que les plans d'implantations et les brochages des connecteurs parlent d'eux mêmes : la broche **SRG** du connecteur est à relier à la broche **SRG** de la carte d'interface, etc... Les photographies associées à l'article devraient vous donner une vision globale de la Kitty "prête à l'emploi". Pour ne rien laisser au hasard, signalons toutefois quelques équivalences entre les références indiquées sur les cartes d'interface et d'alimentation :

- * +Batt et -Batt correspond à +Batterie et - Batterie sur la carte d'alimentation.
- * D signifie Démarrage.
- * L'alimentation de 18 V est récupérée sur la sortie indiquée "+22 V" sur le plan d'implantation de la carte alimentation (c'est un oubli de l'auteur).
- * Les broches "Masse analogique" et "masse numérique" du connecteur destinées à la tête optique peuvent être reliées ensemble, afin de réduire l'impédance de la liaison.

EN ATTENDANT LA SUITE, QUELQUES INFORMATIONS UTILES...

Après une série de tests du refroidissement brutal du capteur CCD avec les deux étages Peltiers, nous n'avons remarqué aucune anomalie sur le fonctionnement du capteur. C'est donc à vous de choisir si vous optez pour un refroidissement immédiat ou par paliers, comme

nous vous l'avions conseillé lors de notre précédent rendez-vous. Toutefois, dans ce domaine, l'auteur ne peut vous garantir à 100 % qu'il n'y a aucun risque pour le capteur, et la manière dont vous assurez le refroidissement de votre capteur sera sous votre entière responsabilité!!

D'autre part, il est important, lors de l'essai des modules Peltiers, de toujours maintenir la face chaude des modules contre la surface d'un dissipateur (utilisez de la graisse au silicone pour leur assurer une bonne adhérence pendant les tests). En effet, la montée en température excessive d'un module Peltier laissé à l'air libre **provoque le dessoudage irréversible de ses éléments internes** : nous en avons fait l'expérience à nos dépens !!

Notre prochain rendez-vous sera consacré à la description des logiciels destinés à l'interface 8 bits. A ce sujet, nous avons une information de dernière minute à signaler: notre logiciel étant relativement limité en ce qui concerne le traitement d'images, nous avons le plaisir d'annoncer que Kitty sera directement pilotée par l'un des meilleurs logiciels dédiés à l'astronomie : le **Prism - Atlas des Pises** (populairement désigné sous le nom "**PAP**"). Ce logiciel dispose non seulement d'outils de traitement puissants, mais aussi d'un atlas du ciel très pratique pour planifier ses observations. Cependant, la version du PAP qui assure le pilotage de Kitty ne sera disponible qu'à partir de la rentrée : vous aurez toutefois de quoi vous faire la main d'ici là.

A suivre...
Bernard Dalstein

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

SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
* Multimètre 35 000 Points				
- Carte alim-comptage (Led n°153)		58,00 F	95,00 F	
- Carte base de temps (Led n°153)		23,00 F	36,00 F	
- Carte affichage		31,00 F	50,00 F	
- Carte façade		37,00 F	60,00 F	
- Carte gamme		11,00 F	17,50 F	
- Carte entrée		76,00 F	123,00 F	
- Carte rampe		19,00 F	31,00 F	
- Carte RMS		13,00 F	21,00 F	
(C.I. double face au prix du simple face, non découpés aux angles)				
* Le P.P. 300B				
- Carte déphaseur / préampli		38,00 F	62,00 F	
- Carte découplage cathode		7,00 F	11,00 F	
- Carte alimentation stabilisée		25,00 F	41,00 F	
- Carte alimentation / filtrage		17,00 F	26,00 F	
* Jeu de lumières 4 canaux		88,00 F	143,00 F	
* Caméra CCD				
- Carte interface 8 bits		78,00 F	127,00 F	
Numéro d'Abonné :	Remise consentie 25 %	Total TTC x 3		
Frais de port et emballage		4		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



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

Tel : 05 61 07 55 77

Fax : 05 61 86 61 89

email : Bernard.Toniatti@wanadoo.fr

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

TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION

faible induction 1 Tesla - capoté - primaire 220/230 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	350 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	350 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	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. 220V - Ecran - Sec. 2x300 V- 2x6,3 V	6 kg	610 Frs

TRANSFORMATEUR DE SORTIE

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	PU	Poids	Prix TTC
136-154	4 000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	2,8 kg	480 Frs
138	5 000 Ω	4/8/16 Ω		1,2 kg	290 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	560 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
Impédances sec. 8-100-300-600 Ω Ampli chaîne et casque, cuve moulée en «C» + 65 Frs par sortie supplémentaire					
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	5,5 kg	1 400 Frs
Cuve moulée avec sérigraphie. Circuits double «C»					
Support NOVAL C.I.			Prix unitaire		22 Frs
Support 4 cosses «300B»			Prix unitaire		65 Frs
Capot nickelé pour transfo.			Prix unitaire		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 :	103 Frs			

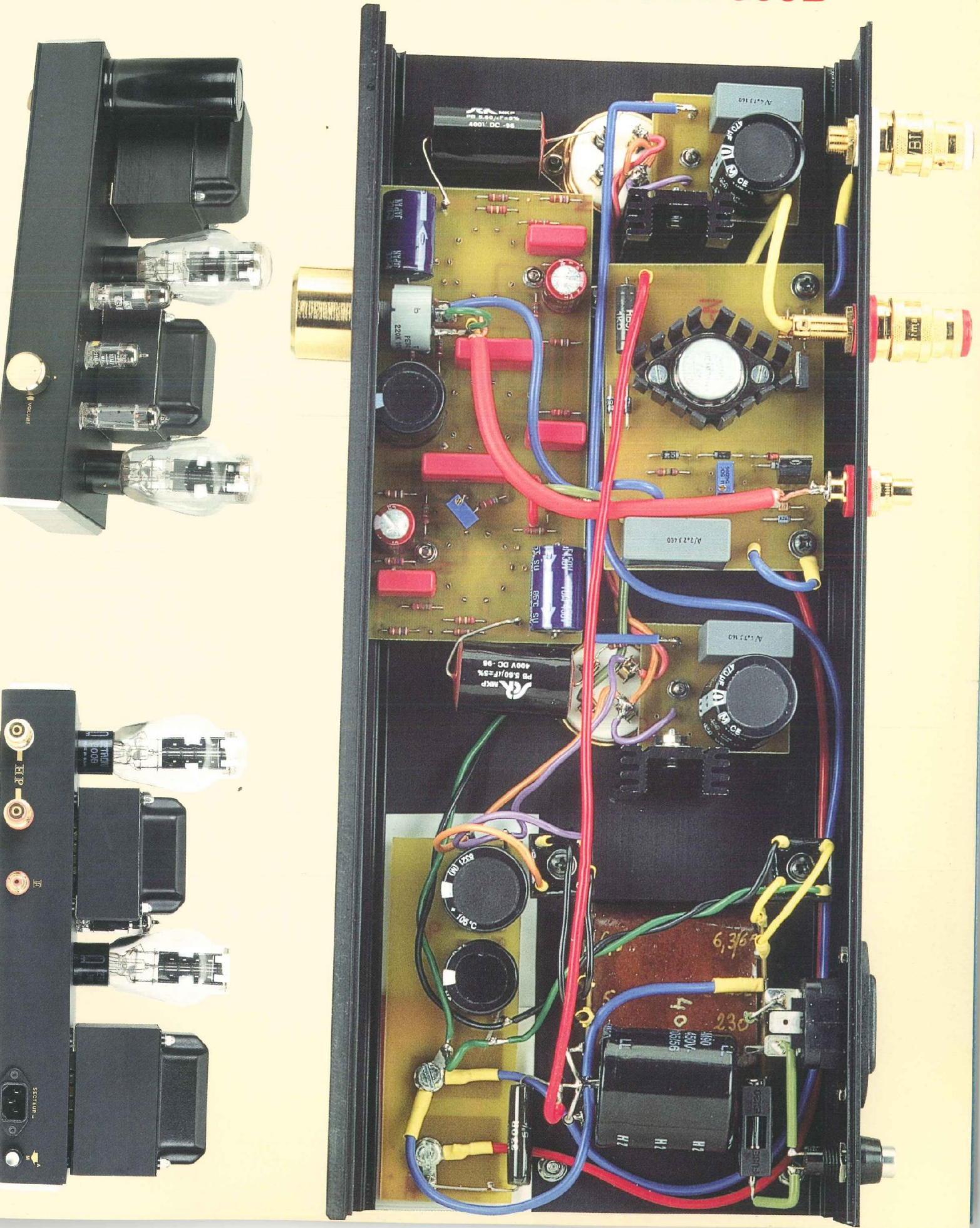
LAMPES APPAIRÉES (prix par 2)

EL34	Prix :	265 Frs	EL84	Prix :	110 Frs
KT88	Prix :	540 Frs	6550	Prix :	670 Frs
300B Sovtek	Prix :	1 350 Frs			

Régulateur de tension secteur 1 kVA 14 000 Frs

CONDITIONS de VENTE : 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 transfo).

INTERCONNEXIONS DU P.P. 300B



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**.