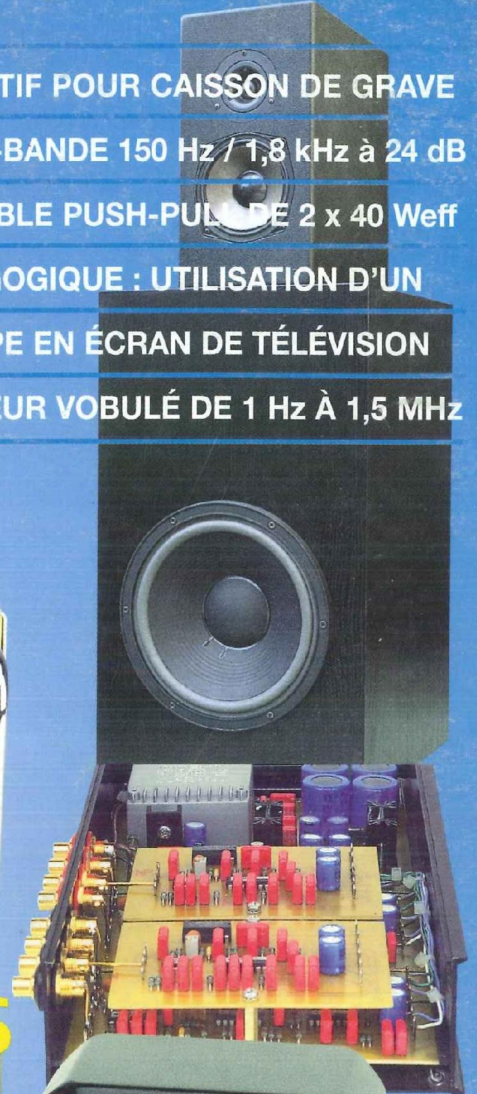
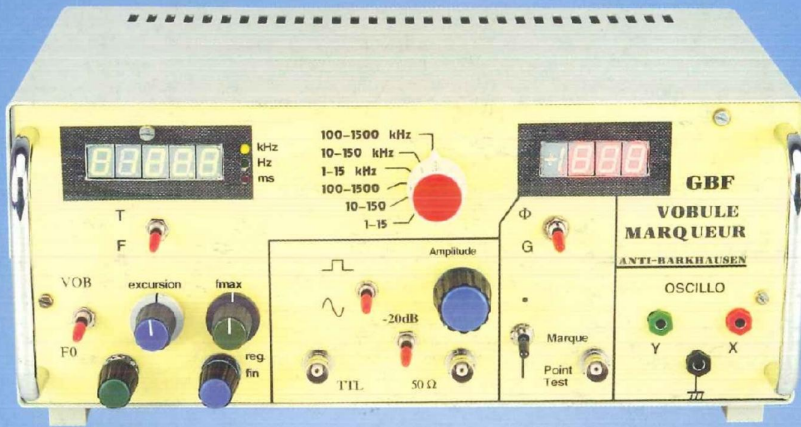


LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 157

# Lead

UN FILTRE ACTIF POUR CAISSON DE GRAVE  
 FILTRE PASSE-BANDE 150 Hz / 1,8 kHz à 24 dB  
 DPP6L6 : DOUBLE PUSH-PULL DE 2 x 40 Weff  
 ÉTUDE PÉDAGOGIQUE : UTILISATION D'UN  
 OSCILLOSCOPE EN ÉCRAN DE TÉLÉVISION  
 UN GÉNÉRATEUR VOBULÉ DE 1 Hz À 1,5 MHz



## LA 6L6 REINE DES TÉTRODES



M 1226 - 157 - 28,00 F - RD



BIMESTRIEL JANVIER / FÉVRIER 2000 / 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 06 .... 2F
AD 826AN .. 48F	MPSA 56 .... 2F
IRF 150 .... 49F	MPSA 42 .... 2F
IRF 530 .... 12F	MPSA 92 .... 2F
IRF 540 .... 15F	NE 5532AN 10F
IRF 840 .... 18F	NE 5534AN .. 7F
IRF 9530 .... 15F	OP 22HP .... 45F
IRF 9540 .... 15F	OP 27C .... 21F
IRFP 150 .... 44F	OP 77GP .... 19F
IRFP 240 .... 32F	OPA 604 .... 22F
IRFP 350 .... 38F	OPA 627 .. 149F
LF 356N .... 6F	OPA 2604 .... 30F
LM 317T .... 5F	OPA 2658P .. 55F
LM 317K .... 20F	SSM 2017 .. 30F
LM 317HVK 63F	SSM 2018 .. 44F
LM 337T .... 8F	SSM 2110 .. 67F
LM 344H -	SSM 2120 .. 73F
HA-2.2845-5 60F	SSM 2131 .. 30F
LM 395T .... 27F	SSM 2139 .. 45F
LM 675T .... 46F	SSM 2141 .. 30F
LT 1028 .... 60F	SSM 2142 .. 39F
LT 1038CK 135F	SSM 2210 .. 35F
LT1070HVC778F	SSM 2220 .. 40F
LM 3886 .... 61F	SSM 2402 .. 57F
MAT 02FH .. 89F	SSM 2404 .. 49F
MAT 03FH .. 89F	TOA 2050 .. 30F
MAX 038 .. 156F	TOA 7294 .. 49F
MJ 15001 .. 21F	392F Ies 10
MJ 15002 .. 23F	3N 3055 .. 11F
MJ 15003 .. 22F	3N 3440 .. 7F
MJ 15004 .. 23F	3N 3904 .. 2F
MJ 15024 .. 33F	3N 3906 .. 2F
MJ 15025 .. 33F	3N 5401 .. 3F
MJE 340 .... 5F	3N 5416 .. 6,50F
MJE 350 .... 5F	3N 5551 .. 3F

## Potent. Prof. ALPS

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



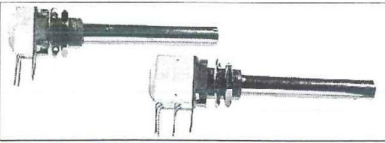
## Potent. SERNICE PE 30

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 75F



## Potent. SERNICE 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 ..... 38F  
MONO LOG. : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 40F  
STÉRÉO LINÉAIRE : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K, (2X1M-68F) ..... 65F  
STÉRÉO LOG. : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K ..... 69F



### APPL. CAMERA CCD

EL 7242C 63F AD 923 ... 38F Capteur CCD  
AD 822 ... 35F LM4040 ... 79F TC255 ... 440F

## CÂBLE AUDIO PROFESSIONNEL

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

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

CÂBLE Néglég pour Haut-parleur MOGAMI	(Le mètre)
2972 : 4 cond. de 2mm², ø 10mm	52F
2921 : 4 cond. de 2,5mm², ø 11,5mm	46F
3082 : 2 cond. de 2mm², ø 6,5mm (pour XLR)	23F

## 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

### CONDENSATEURS DIVERS

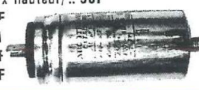
0,1µF/250V radial polypro. WIMA	4F50
0,22µF/250V radial polypro. WIMA	6F00
0,1µF/100V radial polycarbonate	10F
0,47µF/400V radial MKS WIMA	10F
2,7µF/250V radial MKP MONA	18F
4,7µF/250V radial MKP MONA	22F
4,7µF/250V radial MKS WIMA	25F
10µF/250V radial MKP MONA	48F
10µF/400V axial MKP ARCOTRONIC	135F

## CONDENS. STYROFLEX /AXIAL/ 160V

10pF ... 7F	220pF .. 7F	1nF ..... 7F	1nF ..... 7F	10nF .. 10F
22pF ... 7F	330pF .. 7F	2,2nF ... 7F	2,2nF .. 7F	22nF .. 14F
47pF ... 7F	470pF .. 7F	10nF ... 7F	3,3nF .. 8F	33nF .. 16F
100pF .. 7F	680pF .. 7F	22nF ... 7F	4,7nF .. 8F	

## CONDENS. DÉMARRAGE MOTEUR

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



## CONDENSATEUR CLASSE X2

0,22µF - 7F / 0,33µF - 8F / 0,47µF - 9F / 0,1µF - 6F / 47nF - 5F / 22nF - 4F

Condens. MKT classe X2 (pour filtre antiparasites secteur), 250 AC, Radial.

VENTILATEUR		12V 40x40mm - 10mm / 65F
		40x40mm - 20mm / 65F
220V		60x60mm - 10mm / 65F
		60x60mm - 25mm / 65F
80x80mm - 25mm / 65F		92x92mm - 25mm / 65F
		120x120mm - 25mm / 85F
120x120mm - 38mm / 109F		120x120mm - 38mm / 109F

Dimensions: côté x côté x épaisseur

1974-1999  
anniversaire  
25 ans

Jusqu'au 31 décembre 1999,  
10% de remise sur tous les appareils de mesure. (Dans la limite des stocks)

CÂBLE HP CULLMANN	(Le mètre)
2x0,75mm², transparent, 1 <sup>er</sup> âme: fils de cuivre clairs, 2 <sup>e</sup> âme: fils de cuivre étamés, construction d'âme: 2x24x0,20Cu clair. Diam: 5,0x2,5mm. Isolation PVC ..... 8F	
2x1,5mm², transparent, construction d'âme: 2x385x0,07 OF Cu clair. Diam: 8,0x2,5mm. Isolation PVC ..... 16F	
2x4,0mm², transparent, construction d'âme: 2x1041x0,07 OF Cu clair. Diam: 4,0x12,5mm. Isolation PVC ..... 48F	
2x2,5mm², transparent, construction d'âme: 2x1281x0,05 OF Cu argenté. Diam: 10,50x3,6mm. Isolation PVC ..... 45F	

CÂBLE BF HAUT DE GAMME CULLMANN	(Le mètre)
2x0,57qmm, avec marquage subergine, construction d'âme: 2x73x0,10LC-0FC, isolation: PE+PC-OC, LC-0FC, diam. ax: 2x5,0mm ..... 26F	
0,62qmm, violet, construction d'âme: 80x0,10LC-0FC, isolation: PE+ feuille d'aluminium + LC-0FC+PVC, diam. ax: 8,0mm ..... 28F	
Audio SPEED Signal, blindé double isolation, 1X0,38" ..... 30F	

## FICHES RCA PRO

Fiches RCA dorées (Visaton) Mâle, à blocane sur femelle, pour câble de 8mm, rouge ou noir ..... 18F la pièce

Mâle, téflon, doré, rouge ou noir, pour câble de 5,6mm max ..... 25F la pièce

Idem ci-dessus, pour câble de 8mm max ..... 28F la pièce

Femelle, téflon, doré, rouge ou noir, pour câble de 5,6mm max ..... 28F la pièce

Chassis doré, avec bague d'isolement, rouge ou noir ..... 23F la pièce

Chassis doré, téflon, avec bague d'isolement, rouge ou noir ..... 32F la pièce

## FICHES HAUT-PARLEURS DORÉES

Cosses à fourche Fiches bananes ø 4mm

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

Pour fiche banane ou pour câble diam 5mm. A vis courte, en rouge ou noir ..... 56F la paire

Idem ci-dessus mais vis longue ..... 72F la paire

Fiches haut-parleur chassis dorées isolées

## SOUDURE À L'ARGENT

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

## LASER-POINTEUR

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

## FICHES PROFESSIONNELLES XLR NEUTRIK

	Prolongateur Male		Prolongateur femelle		Chassis	
	droit	coudé	droit	Coudé	mâle	fem.
3 br	30F	49F	35F	55F	30F	35F
3 br (A)	..	..	..	..	35F	40F
3br noir	32F	..	36F	..	..	..
3br noir doré	40F	..	45F	..	..	..
4 br	35F	55F	45F	68F	45F	48F
5 br	51F	..	61F	..	45F	72F
6 br	70F	..	70F	..	68F	95F
7 br	80F	..	80F	..	105F	125F

## FICHES JACK NEUTRIK

Mono mâle droit 6,35mm ..... 28F

Stereo mâle droit 6,35mm ..... 35F

Mono mâle coudé 6,35mm ..... 30F

Stereo mâle coudé 6,35mm ..... 55F

Stereo femelle prolongateur ..... 55F

Pour le repérage, serre-câble de couleur : rouge, vert, bleu ..... 7F pièce

## COFFRETS ALU. Série TM HI-FI, noir

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

## SPEAKER DE NEUTRIK

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

## CINCH NEUTRIK

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

EXPÉDITION COLISSIMO ENTREPRISE (\*) UNIQUEMENT : mini 100F de matériel. Tarifs postaux Ile de France (75,77,78,91,92,93,94,95) : 0-250g = 20F; 250g-2Kg = 28F, 2Kg-5Kg = 48F, 5Kg-10Kg = 58F, 10Kg-15Kg = 88F, 15Kg-20Kg = 108F. Autre dép. France Métropole : 0-250g = 28F; 250g-2Kg = 38F, 2Kg-5Kg = 58F, 5Kg-10Kg = 72F, 10Kg-15Kg = 98F, 15Kg-20Kg = 128F. DOM-TOM et étranger nous consulter. Paiement : chèque, mandat, carte bleue. (\*) comme un recommandé, Horaires d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 19h. Le samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Fermé le samedi en juillet et août.

# Led

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

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

## LED

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

## Services :

**Rédaction - Abonnements :**

**01 44 65 88 14**

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

## Ont collaboré à ce numéro :

Bernard Dalstein  
Bernard Duval  
Gabriel Kossmann  
Georges Lavertu

## Abonnements

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

## Publicité :

Henri Mézerette, poste 7060

## Réalisation

- PV Editions  
Frédy Vainqueur

## Secrétaire de rédaction :

Fernanda Goncalves

## Photos :

Antonio Delfin

## Impression

Berger Levraut - Toul

## 6

### LA 6L6 : REINE DES TÉTRODES DOUBLE PUSH-PULL STÉRÉO 2 X 40 Weff

Après être passé des pentodes aux triodes de puissance, nous nous devions avec cette série d'articles sur les tubes en audio de nous arrêter sur les tétrodes et plus précisément sur la 6L6 qui est un tube également très apprécié des audiophiles pour son excellente musicalité.

## 20

### UTILISEZ VOTRE OSCILLOSCOPE EN ÉCRAN DE TÉLÉVISION !

Le but de cet article est de vous montrer qu'il suffit d'une poignée de composants pour afficher l'image issue d'une source vidéo (un camescope, par exemple) sur un tube cathodique d'oscilloscope. La démarche est purement pédagogique, mais pourrait ouvrir la voie à des applications de contrôles dans le domaine de la vidéo.

## 28

### FILTRE ACTIF 3 VOIES POUR CAISSON DE GRAVE ET SATELLITES (5<sup>ème</sup> PARTIE)

Nous allons achever cette série d'articles par le dernier élément constituant notre filtre actif : la cellule passe-bande. Les fréquences de coupure se situent à 150 Hz et 1,8 kHz avec l'utilisation de filtres du type Linkwitz Riley de 24 dB / octave.

## 33

### SERVICE PETITES ANNONCES

## 34

### GÉNÉRATEUR VOBULÉ 1 Hz À 1,5 MHz AVEC MARQUEUR (2<sup>ème</sup> PARTIE)

Poursuivons cette étude passionnante par un peu de théorie sur l'étage «Fréquence/mètre/Période/mètre» ainsi que sur les alimentations stabilisées nécessaires pour faire fonctionner ce «Générateur Vobulé» de grande classe. La réalisation des premières cartes fera suite à la théorie.

## 47

### SERVICES CIRCUITS IMPRIMÉS ET ABONNEMENTS

## 48

### LES DÉPHASEURS : LE DOUBLE CATHODES

Après avoir utilisé dans nos études des déphaseurs aussi courants que le cathodyne ou le SCHMITT, nous vous proposons l'étude et la réalisation d'un déphaseur presque parfait : le double cathodes.

**L'équipe de Led souhaite à ses fidèles lecteurs  
de bonnes fêtes de fin d'année et de siècle  
Rendez-vous en l'an 2000...**

#### SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

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

#### DROITS D'AUTEUR

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

# BON DE COMMANDE

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

## N° 133

- La correction acoustique des locaux
- Minuterie programmable
- Automatismes d'éclairage
- Digitaliseur vidéo pour Atari et compatible IBM-PC (1ère partie)
- Convertisseur inverseur de puissance  $\pm 12 V / 0,5 A$
- 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  $\Omega$  (1000 Weff / 8  $\Omega$  en version pontée) : le MONSTRE - 2<sup>ème</sup> partie
- Minuteur cyclique
- Booster à tubes pour autoradio (double push-pull d'EL84) 1ère partie

## 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  $\Omega$ , quadruple push-pull d'EL84

## N° 144

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

## N° 145

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

## 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° 147

- Kit de développement pour 68HC11, les interruptions, le Timer et la programmation de l'EEPROM (3<sup>ème</sup> partie)
- Étude et réalisation d'une alarme temporisée avec sirène et coupure d'allumage sur automobile
- Kit ALCION, enceinte 3 voies de Triangle
- 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<sup>ème</sup> partie. Gestion de claviers matriciels
- Préamplificateur avec triode/pentode ECL86 en «MU follower».
- Alimentation de bougies glow-plug en vol
- Amplificateur hybride tubes/transistors de 2x50 Weff / 8  $\Omega$

## N° 149

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

## N° 150

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

## N° 151

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

## N° 152

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

## N° 153

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

## N° 154

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

## N° 155

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

## N° 156

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

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

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

30 F le numéro (frais de port compris)

NOM : ..... PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

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

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

Je désire :

...n° 133  ...n° 135  ...n° 141  ...n° 143

...n° 144  ...n° 146  ...n° 147  ...n° 148

...n° 149  ...n° 150  ...n° 151  ...n° 152

...n° 153  ...n° 154  ...n° 155  ...n° 156

Photocopies d'article :

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

...n° 145

# ÉDITO

Un millénaire, un siècle, une année... puis arrive l'an 2000 tant attendu. Nous espérons pour notre part, en cette fin de siècle, que le modeste travail effectué à la Rédaction depuis la création de Led en octobre 1982, aura permis à un grand nombre d'entre vous de se passionner pour l'électronique à travers les nombreux et variés articles publiés.

Nous nous sommes toujours efforcés, avec nos 157 numéros mis en kiosques, de vous proposer des montages fiables et utiles, en laissant un bon quota du rédactionnel à l'audio comme vous le souhaitiez.

Vous êtes toujours aussi «friends» de basse-fréquence, qu'elle soit à semiconducteurs ou à tubes.

Le retour en force inattendu depuis 3 à 4 ans de l'audio à tubes, «le son tube» a permis de surprendre agréablement nos jeunes lecteurs qui ne connaissaient que la «froideur» des transistors ou des circuits intégrés.

Nous sommes satisfaits de savoir que grâce à nous et par ce possible retour en arrière de 17 ans qu'est le nôtre, que des milliers d'amplificateurs ont pu être construits, donnant la possibilité à des lecteurs non fortunés de goûter aux plaisirs de la haute-fidélité.

Si la musique adoucit les mœurs, ce doit être pour tous les individus, nous avons tous des oreilles.

Les prochains numéros de ce siècle tout neuf, dont nous ne verrons pas la fin, permettront de vous proposer encore de l'audio haut de gamme, mais également de l'acoustique avec des enceintes qui vont assurément vous surprendre. De la stéréo, nous passerons au Home Cinéma, des études étant déjà en cours. Vous surprendre, agréablement tel a été et restera notre seul objectif à Led.

Led va poursuivre sa déjà longue carrière en continuant de privilégier la qualité à la quantité, tout en laissant aux lecteurs la possibilité de réaliser leurs montages à 100 %. Dans Led pas de circuits imprimés à trous métallisés, pas d'implantations imprimées à l'échelle 1/2 mais des montages réellement étudiés, longuement testés avant publication et réalisables par tous en suivant les nombreux conseils donnés par leurs auteurs compétents.

La Rédaction vous souhaite un excellent début de siècle, mais avant cela de bonnes fêtes de fin d'année.

Rendez-vous est donné aux lecteurs au 25 février 2000 avec le n°158.

**Toute la Rédaction**

# LA TÉTRODE 6L6 DOUBLE PUSH-PULL STÉRÉO 2 x 40 Weff

Après être passé des pentodes aux triodes de puissance, nous devons avec cette série d'articles sur les tubes en audio de nous arrêter sur les tétrodes et plus précisément sur la 6L6 qui est un tube également très apprécié des audiophiles pour son excellente musicalité.



**B**eaucoup moins onéreuse que la reine des triodes, la célèbre 300B, la 6L6 est considérée comme étant la reine des tétrodes, devant la KT88 ou la 6550. Tout comme la 300B, on peut la faire fonctionner en «single-ended», ce qui permet de lui tirer une puissance de 6,5 Weff à 10 Weff en polarisation fixe (résistance de cathode nulle) ou 6,5 Weff en polarisation automatique (résistance de cathode de 170  $\Omega$  à 220  $\Omega$ ).

Nous avons toutefois préféré aborder la 6L6 en push-pull, en vous proposant l'étude et la réalisation d'un double push-pull, dans lequel nous avons inséré tous les composants passifs R/C nécessaires, sans faire de compromis, afin d'en retirer toutes les qualités dynamiques au moment de l'écoute.

Cet amplificateur pourra évidemment fonctionner en simple push-pull en ôtant tout simplement deux 6L6 par canal et en adaptant l'impédance primaire du transformateur de sortie.

Si cela en vaut la peine (seule une écoute attentive nous le dira), ce même châssis donnera naissance à un super QUATUOR, en connectant les quatre 6L6 en parallèle (tout comme nous l'avons fait avec les pentodes EL84), ce qui nous paraît préférable au tube unique qui ne fournit que 6,5 Weff.

## LA TÉTRODE 6L6

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

La sortie des électrodes est identique à celle de l'EL34, mais comme la 6L6

a perdu une grille (la grille supprimeuse), la broche 1 n'est pas ici connectée. Le chauffage du filament s'effectue sous une tension de 6,3 V avec une consommation de 0,9 A.

La 6L6 existe en de nombreuses versions : 6L6G, 6L6GA, 6L6GC, 6L6GCGE (Fabrication Général Electric), 6L6GCRCA (Fabrication RCA), 6L6GT, 6L6XGB, 6L6Y (la plus onéreuse).

Les limites de fonctionnement en push-pull classe AB pour une 6L6 classique se situent à :

- Tension anodique max : 360 V
- Tension grille 2 max : 270 V
- Puissance anodique max : 19 W
- Puissance grille 2 max : 2,5 W

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

Ce signal est ensuite transmis à un déphaseur dont le rôle est, à partir du signal de commande, de créer un deuxième signal presque identique mais en opposition de phase. Il existe de nombreux déphaseurs, les plus connus étant le paraphase, le cathodyne, le Schmitt.

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

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

## LE SCHÉMA PROPOSÉ DU DOUBLE PUSH-PULL

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

# LA REINE DES TÉTRODES

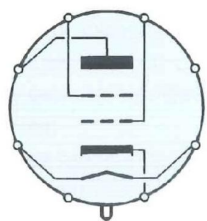


Figure 1

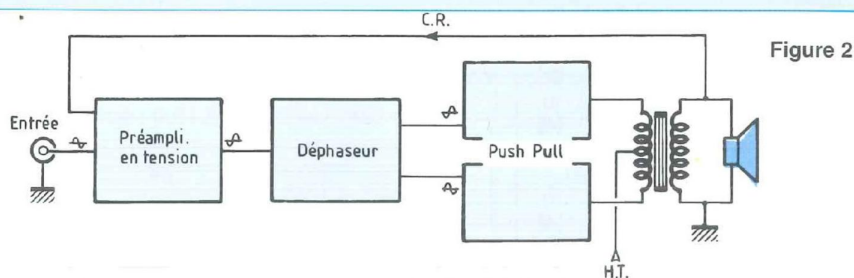


Figure 2

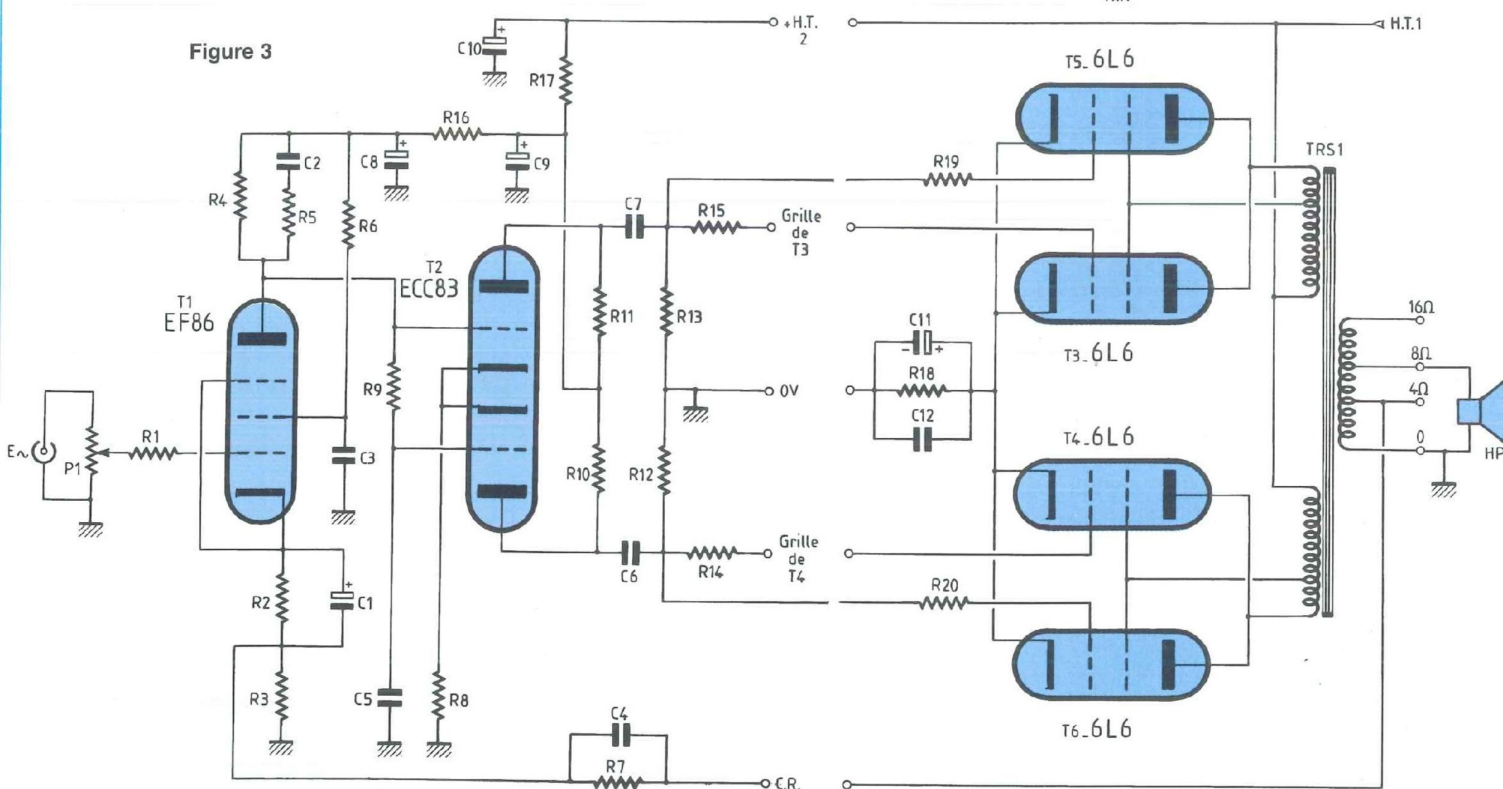


Figure 3

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

## LA PRÉAMPLIFICATION

Le tube est une pentode EF86 (tube à grand gain) dont la grille de commande est reliée au curseur d'un potentiomètre de volume au travers d'une résistance de stabilisation R1.

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

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

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

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

La résistance de polarisation de cathode R2 est découplée par le condensateur C1 qui stabilise son potentiel, celui-ci n'étant plus dès lors que directement lié au seul courant continu. Si C1 est imperméable

au continu, il se laisse par contre traverser par tout ce qui est alternatif.

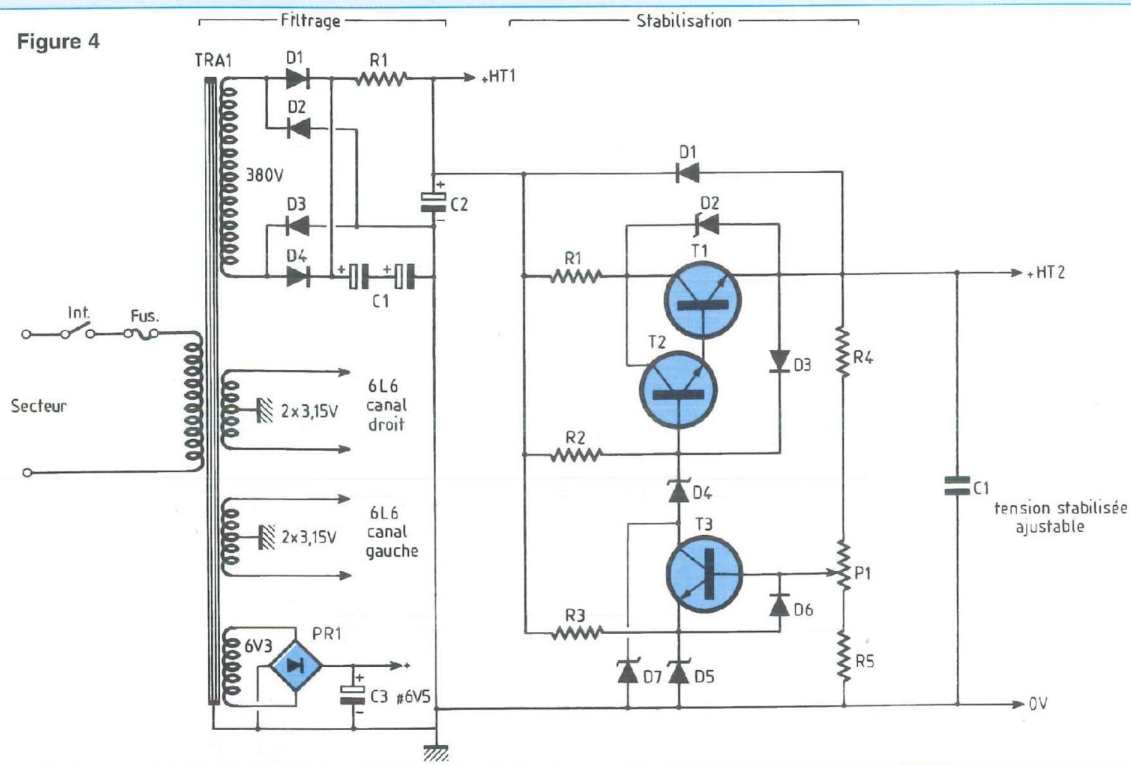
Cette mise en parallèle de C1 sur R2 est bénéfique à la stabilité, mais ce condensateur forme avec R2, un filtre passe-haut. La reproduction des basses fréquences peut s'en trouver altérée, si la capacité de C1 n'est pas suffisante.

La relation  $f_c = 1/2\pi.R.C$  permet de calculer la fréquence de coupure à -3 dB.

Avec nos valeurs sélectionnées : R2/1 kΩ et C1/470 μF, les calculs conduisent à une fréquence de coupure aussi basse que 0,31 Hz, rien à craindre donc même pour la reproduction du 16 Hz de la Toccata de Bach à ce niveau du montage. Le réseau R2/C1 est connecté à la

# DOUBLE PUSH-PULL DE 6L6

Figure 4



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

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

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

La modulation amplifiée, recueillie sur l'anode de l'EF86, en opposition de phase par rapport au signal appliqué sur la grille de commande est transmise directement à la grille du tube déphaseur sans couplage capacitif.

## LE DÉPHASEUR

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

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

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

Par rapport à la masse, la tension alternative sur une anode est en opposition de phase avec celle sur l'autre anode.

Le courant circulant dans la première triode et qui est dû au signal d'entrée produit une tension aux bornes de la résistance R8, ce qui en retour produit un courant en opposition de phase dans la deuxième triode.

Les condensateurs C6 et C7 transmettent à l'étage de puissance de type push-pull les deux signaux de commande aux grilles des tubes 6L6, signaux de même amplitude mais déphasés de 180°.

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

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

Comme pour l'EF86, toutes les précautions ont été prises pour combattre le bruit.

En ce qui concerne le chauffage des filaments, celui de l'EF86 se faisant en 6,3 V, celui de l'ECC83 lui emboîtera le pas par commodité.

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

Les résistances R12 et R13 présentes en figure 3 sont celles considérées comme étant les résistances de «fuite de grille» des tubes de puissance 6L6. De ce fait une de leurs extrémités est reliée à la masse.

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



## L'ÉTAGE DE PUISSANCE

Deux tubes pour un push-pull et quatre tubes pour un double push-pull, les 6L6 étant alors reliées deux à deux en parallèle.

Les résistances de grilles R19 et R20 ont le même rôle que celles R14 et R15. Anodes et grilles écrans des 6L6 de chaque branche du push sont reliées en parallèle puis appliquées à un demi-primaire du transformateur de sortie. Nous sommes donc en présence d'un double push-pull ultra-linéaire.

Toutes les cathodes sont polarisées par un unique réseau R/C qui doit être d'excellente qualité. Pas d'utilisation ou d'une résistance bobinée selfique ou d'un condensateur électrochimique aux fuites importantes. Le produit R-C doit également être compatible avec une bonne réponse en fréquence dans le bas du spectre audio. Nous nous retrouvons en fait ici dans les mêmes conditions de fonctionnement qu'avec l'étage d'entrée EF86 et son réseau de polarisation R2/C1. Cependant la valeur de la résistance est beaucoup plus faible, R18 ne fait en effet que 150  $\Omega$ . Le condensateur de découplage C11 doit donc avoir une valeur conséquente pour ne pas atténuer trop rapidement le grave, sans pour autant chercher à descendre à 0,31 Hz comme précédemment.

La tension d'isolement de C11 doit être beaucoup plus élevée que celle de C1, puisque nous trouverons aux bornes de R18 environ 40 V. En prenant un condensateur de 220  $\mu\text{F}/63\text{ V}$ , les calculs nous conduisent à une fréquence de coupure  $f_c = 4,45\text{ Hz}$ , ce qui est amplement suffisant.

Le condensateur C12 sert de découplage aux fréquences élevées et prend le relais quand l'électrochimique C11 fait «grise mine».

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

Le choix de 0,47  $\mu\text{F}$  pour C7 et 100 k $\Omega$  pour R13 nous conduit à un résultat de  $f_c = 3,38\text{ Hz}$ , ce qui est parfait.

Ainsi, depuis la grille de commande de l'EF86, le signal audio se trouve atténué dans le bas du spectre d'une façon progressive : 0,31 Hz, 3,38 Hz puis 4,45 Hz. Une dernière limitation interviendra avec le transformateur de sortie, qui comme nous le savons, passe tout sauf le continu, et c'est capital !

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

Le primaire de TRS1 comprend deux enroulements identiques reliés en série, leur point commun étant porté à la haute tension.

Le secondaire de TRS adapte l'impédance en fonction de celle de la charge qui lui est raccordée, le plus souvent 4 ou 8  $\Omega$ .

C'est également à ce niveau qu'est insérée la cellule de contre réaction R7/C4. Elle permet de jouer sur la sensibilité d'entrée de l'amplificateur et sur l'amortissement.

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

La haute tension appliquée au transformateur de sortie et de ce fait aux anodes et aux grilles des 6L6 est simplement filtrée énergiquement par une cellule R/C en  $\pi$ , tandis que celle destinée aux EF86 et ECC83 est stabilisée.

Le filament de la 6L6 est alimenté en 6,3 V et sa consommation est de 0,9 A. Pour un double push-pull stéréophonique, soit un total de 8 tubes, nous passons les 7 ampères de consommation et il n'est donc plus question de songer au chauffage en continu.

Afin de réduire le bruit, nous optons pour un enroulement de 6,3 V à point milieu, soit 2x3,15 V~. Les résultats plus que satisfaisants obtenus lors de la mise au point du «CLASSIQUE» nous incitent à reprendre cette solution économique.

Chaque canal de l'amplificateur est toutefois alimenté séparément par un enroulement de 2x3,15 V, ce qui facilite la fabrication du transformateur, le diamètre du fil de cuivre étant moindre et donc plus facile à bobiner.

## L'ALIMENTATION DU DOUBLE PUSH-PULL

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

De 380 V~, nous nous retrouvons après redressement et filtrage avec une tension continue à vide de +537 V aux bornes du condensateur de tête. L'isolement d'un seul condensateur C1 n'étant que de 250 V, nous en utilisons donc deux reliés en série. Si la capacité est divisée par 2, la tension d'isolement par contre passe à 500 V (et 600 V en pointe !). Un excellent filtrage R/C en  $\pi$  permet d'obtenir une haute tension débarrassée de toute ondulation avec une réserve d'énergie conséquente grâce à C2, un 2 200  $\mu\text{F}$ .

Comme mentionné ci-dessus, le chauffage filaments des 6L6 est confié à deux enroulements de 2x3,15 V (un par canal), le point milieu étant référencé à la masse. Le câblage de cette alimentation se fera avec du fil de cuivre rigide torsadé de bonne section.

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

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

# DOUBLE PUSH-PULL DE 6L6

Figure 5A

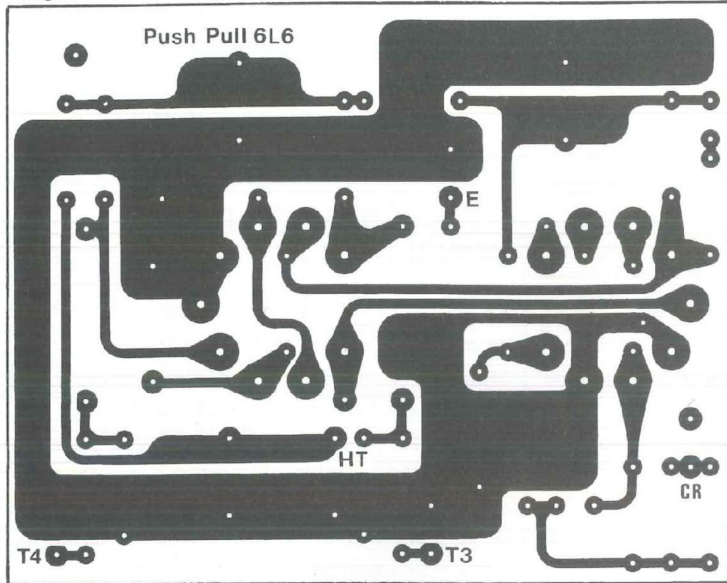
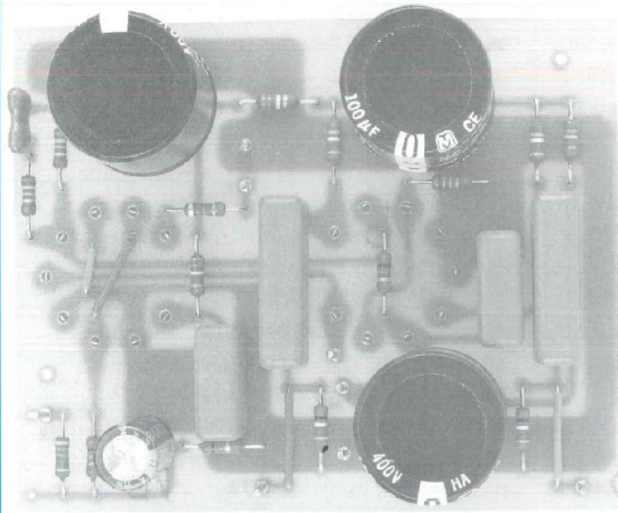
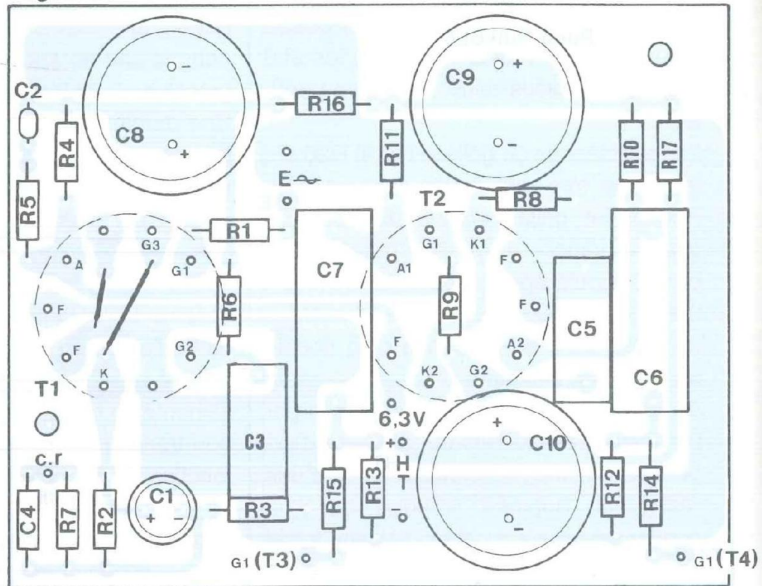


Figure 5B



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### POUR UN CANAL

- Résistance à couche (ou couche métal)  $\pm 5\%$  1/2 W ou 1 W

R1 : 4,7 k $\Omega$   
 R2 : 1 k $\Omega$   
 R3 : 100  $\Omega$   
 R4 : 68 k $\Omega$   
 R5 : 68 k $\Omega$   
 R6 : 560 k $\Omega$   
 R7 : 8,2 k $\Omega$   
 R8 : 68 k $\Omega$   
 R9 : 1 M $\Omega$   
 R10 : 180 k $\Omega$   
 R11 : 180 k $\Omega$

R12 : 100 k $\Omega$   
 R13 : 100 k $\Omega$   
 R14 : 1 k $\Omega$   
 R15 : 1 k $\Omega$   
 R16 : 270 k $\Omega$  / 1 W  
 R17 : 15 k $\Omega$  / 1 W  
 R19 : 1 k $\Omega$   
 R20 : 1 k $\Omega$

### - Condensateurs non polarisés

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

C7 : 470 nF / 400 V

### - Condensateurs polarisés

C1 : 470  $\mu$ F / 16 V  
 C8 : 100  $\mu$ F / 400 V  
 C9 : 100  $\mu$ F / 400 V  
 C10 : 100  $\mu$ F / 400 V

### - Tubes

T1 : EF86  
 T2 : ECC83

### - Divers

2 supports NOVAL pour C1  
 8 picots à souder

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

## EN RÉSUMÉ

Nous pensons avoir tout dit sur cette étude basée sur l'utilisation de tétrodes 6L6 et qui se décompose en 3 parties :

- L'étage de commande préampli/déphaseur à tubes EF86/ECC83.

- L'étage de puissance en simple ou double push-pull à tubes 6L6.
- L'alimentation générale redressée / filtrée pour la partie puissance et stabilisée pour l'étage de commande.

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

## LES MODULES

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

## LE PRÉAMPLI / DÉPHASEUR

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

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

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

Les pastilles qui reçoivent des picots

# LA REINE DES TÉTRODES

ronds d'interconnexions seront percées à  $\varnothing$  1,3 mm. Il y en a 8.

Les résistances se contentent d'un foret de  $\varnothing$  0,8 mm, diamètre qu'il faut porter à  $\varnothing$  1 mm pour les condensateurs non polarisés.

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

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

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

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

Dans le cas de la version double push-pull, les résistances R14 et R15 sont remplacées par des straps (et évidemment soudées à la place des straps pour le simple push-pull).

Mettre en place et souder dans l'ordre :

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

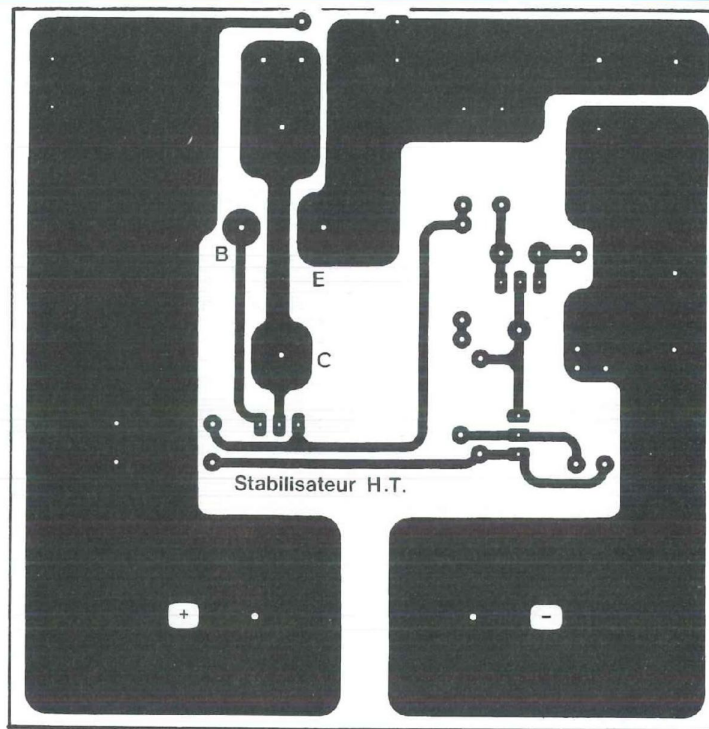
Effectuer les mêmes opérations pour le module du deuxième canal.

## LA STABILISATION

Le circuit imprimé de ce module est représenté en figure 6A. Ses dimensions de 94 x 96 mm permettent d'y regrouper tous les composants de la stabilisation. Il a également été étudié afin de pouvoir être fixé directement par vissage au volumineux condensateur de filtrage C2 de 2 200  $\mu$ F / 450 V.

Les indications (+) et (-) gravées dans les surfaces cuivrées sont là pour vous éviter de visser le condensateur à l'envers, ce qui serait fâcheux à la première mise

Figure 6A



sous tension de l'amplificateur (ça chauffe avant d'exploser !).

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

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

Pour l'ajustable P1, vous avez le choix entre un modèle 1 tour bon marché mais toutefois suffisant pour le réglage de la tension de sortie  $U_s$ , ou un modèle vertical multitours plus fiable dans le temps.

La mise en place de T1, encapsulé dans un boîtier TO3, se fait en deux temps.

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

## LE FILTRAGE

Un petit circuit de 112 x 41 mm permet de regrouper les quelques composants nécessaires aux redressements et aux fil-

trages des «haute» et «basse» tensions de l'amplificateur.

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

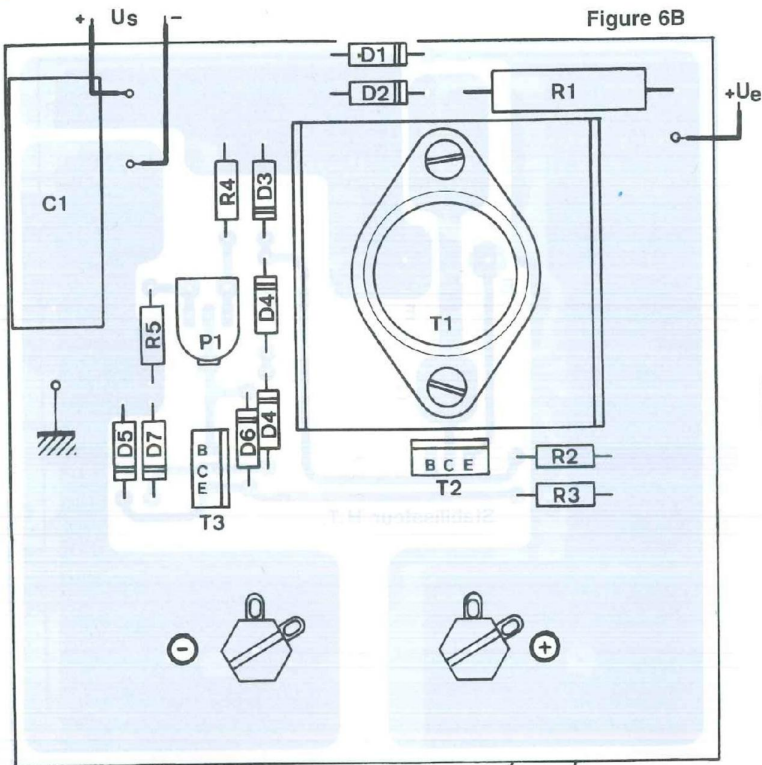
Veiller à bien relier en série les deux condensateurs du filtrage de tête C1 (2 x 1 000  $\mu$ F / 250 V). Idem avec les 4 diodes du redressement de la haute tension.

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

## ET MAINTENANT

Nous sommes en possession de 4 modules qui, après vérifications (sens des composants, valeurs des résistances et soudages aux bons emplacements),

# DOUBLE PUSH-PULL DE 6L6



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### STABILISATEUR

#### - Résistances

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

#### - Semiconducteurs

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

#### - Divers

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

### FILTRAGE

- C1 : 2 x 1 000  $\mu$ F / 250 V
- C2 : 2 200  $\mu$ F / 450 V
- C3 : 22 000  $\mu$ F / 16 V
- PR1 : pont PBPC605 ou équivalent
- D1, D2, D3, D4 : diodes à commutation rapide BYW96E ou équivalentes
- R1 : résistance châssis 2x68  $\Omega$  / 50 W (ou 47  $\Omega$  + 100  $\Omega$ )
- 8 picots à souder ronds

Figure 7A

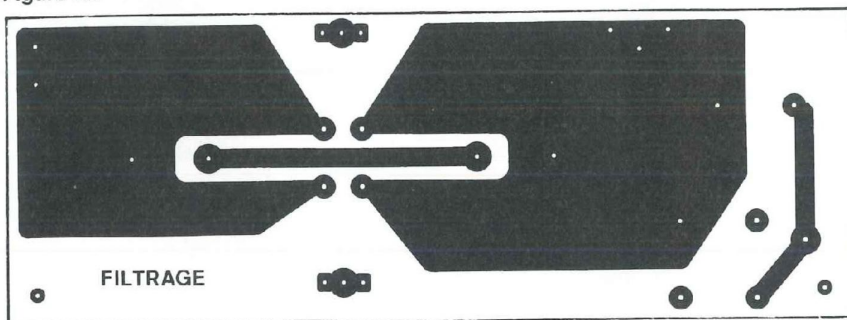
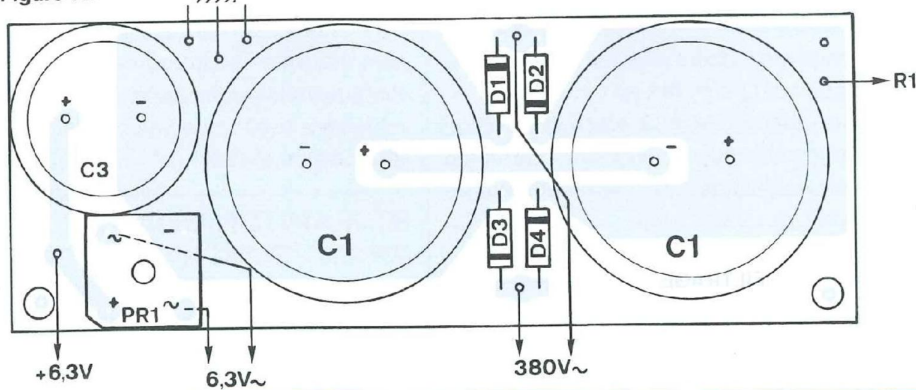
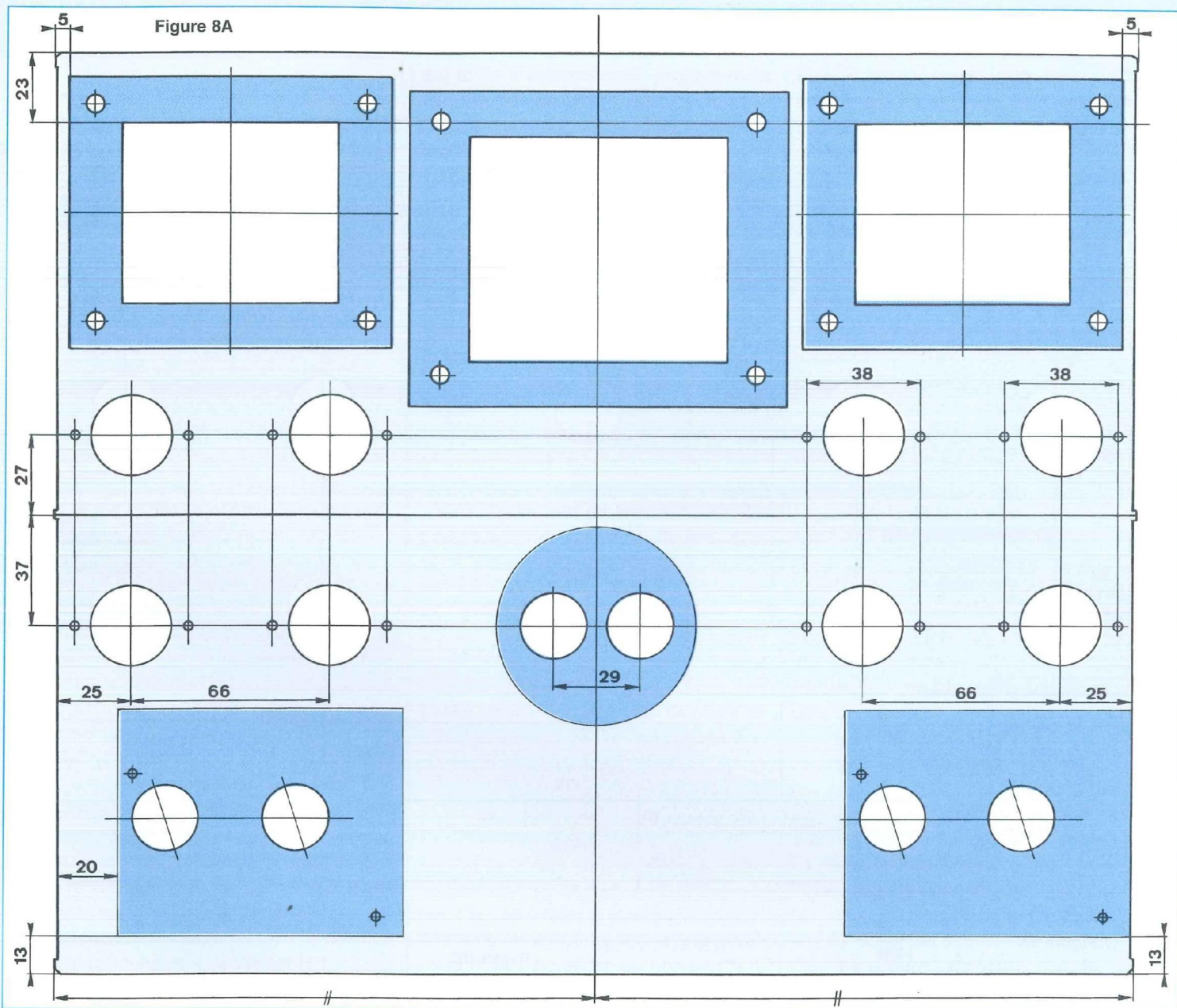


Figure 7B



# LA REINE DES TÉTRODES



vont attendre de pouvoir venir se loger dans le coffret de l'appareil. Mais auparavant, il nous faut travailler le châssis de cet amplificateur.

## UN PEU DE MÉCANIQUE

C'est la partie la plus désagréable pour la majorité des lecteurs de Led qui vont entreprendre cette réalisation. Rassurez-vous, elle l'est pour nous également !  
En coupant ou en perçant les deux boî-

tiers, il suffit de penser à l'**objectif final** qui reste l'écoute, **assis confortablement dans un fauteuil**. Ça redonne le moral...

C'est le 11<sup>ème</sup> amplificateur à tubes que nous vous proposons, les différentes étapes sont maintenant bien connues et donc bien maîtrisées, bien «huilées».

Tout d'abord, précisons qu'il est indispensable de posséder des emporte-pièces de  $\varnothing 22,5$  mm et  $\varnothing 27,5$  mm et, si possible, une scie sauteuse.

## LE CHÂSSIS

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

Nous disposons ainsi d'une surface d'implantation suffisante de 360 x 308 mm pour y déposer les transformateurs, les 12 tubes (pour la version double push-pull) et le volumineux condensateur de filtrage.

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

# DOUBLE PUSH-PULL DE 6L6

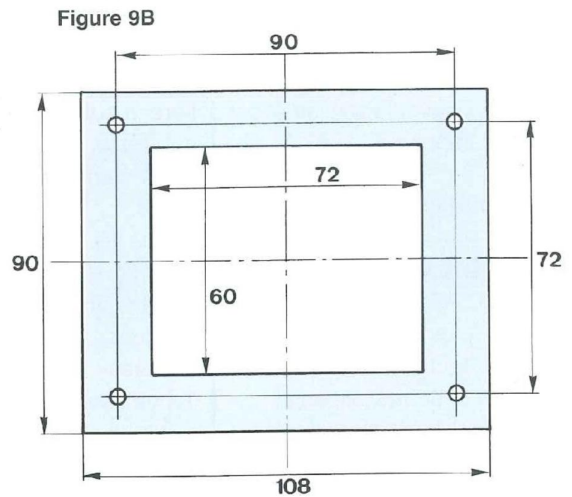
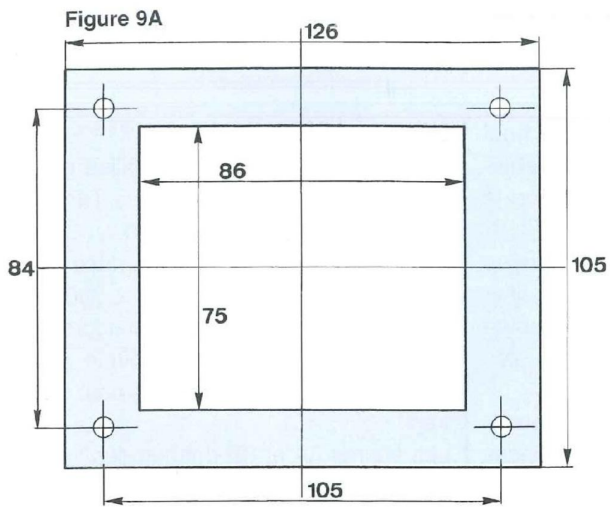
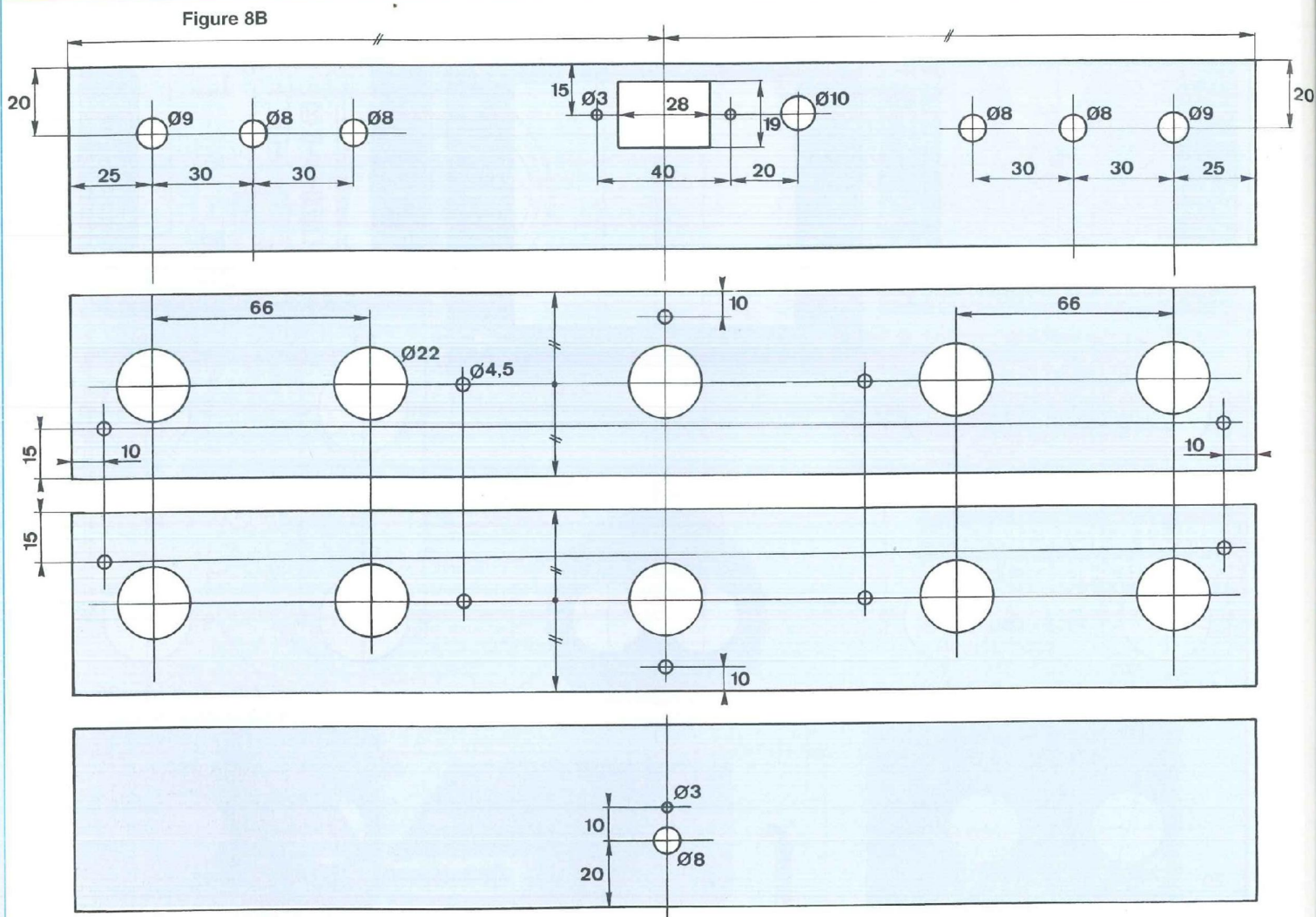
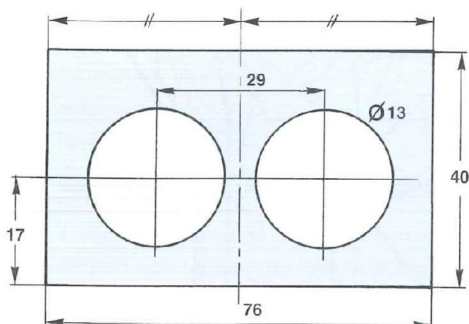


Figure 10



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

Avec une scie sauteuse ou une lame de scie abrasif, les découpes peuvent être réalisées sans difficulté, d'autant plus que le châssis est en aluminium et non en acier. Une lime permet ensuite de parfaire chaque découpe. Le châssis avant renferme les cartes électroniques de commande, les supports OCTAL des 6L6 et le condensateur de filtrage H.T.

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

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

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

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

- Pour le positionnement des 2 tubes, il nous faut connaître l'emplacement du centre du cercle dont la circonférence passe par les centres des 9 pastilles. Il

est facile à déterminer en joignant entre elles les pastilles 2 et 7 puis 3 et 8.

L'intersection des deux droites détermine ce centre. De ces centres, dessiner des cercles de  $\varnothing 29$  ou  $30$  mm. Ce diamètre est celui de l'emporte-pièce que nous utilisons (le vôtre est peut-être différent ?). Il n'y a plus qu'à scotcher ou mieux à coller les deux feuilles de calque sur le châssis en fonction des repères portés sur la figure 8A. Pointer les trous à forer puis percer à  $\varnothing 3$  mm.

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

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

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

Enfiler ensuite le cylindre au diamètre de  $\varnothing 29$  mm qui doit tomber parfaitement et coïncider avec le cercle dessiné sur le calque. S'il y a un décentrage, il est encore temps d'agrandir le trou de  $\varnothing 11$  mm (faire même une «patate» !).

Quand pièce d'acier et indication portée sur le calque coïncident, on peut boulonner, (ne pas oublier la rondelle tampon). Avec une clé à molette serrez énergiquement (il faut posséder un bon biceps !) jusqu'à ce que vous ayez raison de l'aluminium qui va «craquer» sous vos efforts et laisser apparaître une belle découpe circulaire.

Les trous de fixation des deux modules sont à fraiser. Les découpes des trous pour les 8 supports OCTAL se font de la même façon mais à un diamètre plus important.

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

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

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

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

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

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

## LA FINITION DU CHÂSSIS

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

Afin de gommer ces petits «bobos», il est utile de repeindre le châssis en pulvérisant 2 à 3 couches de peinture.

A la rédaction nous utilisons une bombe de peinture noir mât. Cette peinture donne un cachet professionnel à la réalisation.

La peinture bien sèche, si vous le souhaitez, c'est le moment idéal pour déposer quelques indications sur votre châssis, au moyen de «transferts» Decadry. Ces transferts existent en blanc, en rouge ou mieux encore en doré.

## LA FIXATION DES MODULES DE COMMANDE PRÉAMPLI / DÉPHASEUR

Elle se fait en 4 points (2 par module).

Nous allons tout de suite munir le châssis des pattes de fixation en pratiquant comme indiqué en figure 11. Parce que nous devons prévoir un dégagement suffisant module / châssis, à cause des supports de tubes soudés côté pistes cuivrées, nous allons procéder ainsi :

- Bloquer tout d'abord des vis à tête fraisée de  $3 \times 10$  mm par des boulons.

# DOUBLE PUSH-PULL DE 6L6

Figure 11

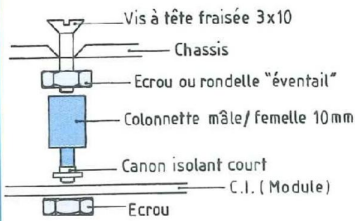
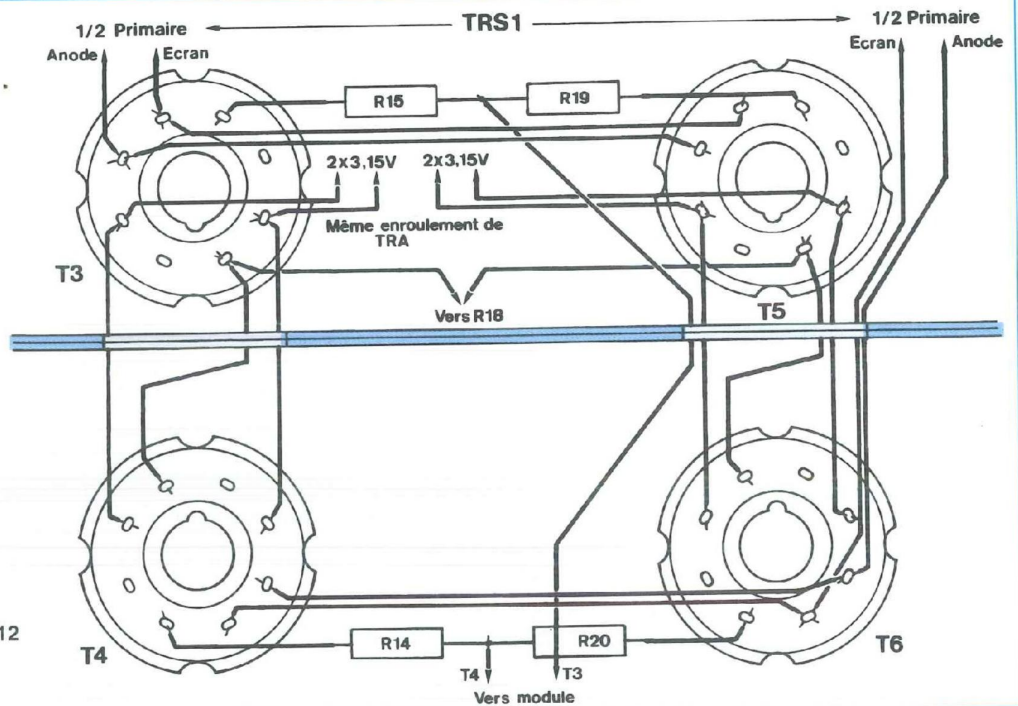


Figure 12



- Les têtes des vis doivent disparaître dans les fraisages coniques.
- Raccorder à ces vis boulonnées des entretoises filetées mâle / femelle de 10 mm de hauteur.
- Mettre des boulons dans les filetages opposés ou des rondelles plates isolées.

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

## EQUIPEMENT DU CHÂSSIS

### Le châssis arrière

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

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

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

**Attention :** c'est également à cet endroit que nous allons prévoir la mise à la masse du coffret (écrou de gauche).

Vérifier à l'ohmmètre que cet écrou est bien en contact mécanique avec le châssis, sinon gratter l'anodisation. Prévoir 2 cosses à souder à cet emplacement.

Les résistances de cathode de 150 Ω des 6L6 seront de préférence vissées au châssis entre les 2 supports OCTAL de chaque canal.

Terminer par les supports OCTAL des 6L6. Les ergots détrompeurs seront orientés vers le bas.

### Le châssis avant

Visser les supports OCTAL des 6L6 avec les ergots détrompeurs orientés vers le haut (ils se trouvent ainsi tous les 8 face à face), puis les modules «de commande» câblés en les immobilisant avec de la visserie de 3 mm. Si l'emboutissage de chacun des trous de Ø22 mm a été effectué avec précision, les supports des tubes Noval doivent venir affleurer la surface du châssis.

Visser le potentiomètre de volume en face avant.

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

Avant de le fixer, penser à couper l'axe de commande à une longueur de 12 à

15 mm par rapport au canon fileté. Cette longueur dépend de la profondeur du bouton qui doit masquer l'écrou.

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

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

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

On peut maintenant envisager de câbler l'amplificateur.

## LES INTERCONNEXIONS

### L'ALIMENTATION

Commençons par le câblage du primaire du transformateur.

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

Souder directement une patte du porte-



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

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

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

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

Raccorder un picot (-) de C1 à une cosse (-) du condensateur C2 de 2 200 µF.

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

Deux fils soudés au module de stabilisation, côté cuivre, permettent d'établir au moyen de cosses, le contact avec les canons (+) et (-) du condensateur C2 (visibles sur la photo).

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

## L'AMPLIFICATION

### - Les 8 supports OCTAL

Les supports OCTAL sont regroupés 4 par 4 avec 2 supports fixés sur le châssis arrière et 2 supports fixés sur le châssis avant.

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

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

Mieux que de longs commentaires, nous vous proposons en figure 12 les interconnexions à effectuer entre les 4 supports (1 canal de l'amplificateur).

La résistance bobinée R18 est vissée, de préférence rappelons-le, au châssis entre les supports T3 et T5 (châssis arrière) et les condensateurs C11/C12 soudés directement aux cosses de celle-ci.

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

Les résistances R14, R15, R19 et R20 résistances de grilles de «commande» des 6L6 sont soudées directement aux cosses des supports OCTAL pour la version double push-pull et sur le module de commande pour la version simple push.

### - Les modules

Relier les grilles de «commande» des 6L6 aux picots T3/T4 du module, point commun de R15/R19 pour le picot T3 et point commun de R14/R20 pour le picot T4.

Les résistances R14 et R20 se soudent directement des pattes des supports OCTAL au picot T4, tandis qu'il est nécessaire d'utiliser une longueur de fil de 12 cm environ pour le raccordement de R15 et R19 au picot T3.

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

### - Les supports OCTAL

Après avoir interconnecté ceux-ci conformément à la figure 12, il reste à s'occuper du chauffage des filaments et du transformateur de sortie.

#### - Le chauffage des filaments

Il s'effectue par paires de 6L6, T3/T4 puis T5/T6.

Avec du câble silicone de 1 mm<sup>2</sup>, partir du supports T3 et torsader les deux fils jusqu'au transformateur d'alimentation.

Faire de même en partant du support T5, en raccordant les deux fils torsadés comme précédemment, au même enroulement de 2x3,15 V.

L'autre enroulement de 2x3,15 V est destiné au deuxième canal de l'amplificateur.

#### - Le transformateur de sortie

Strapper les deux cosses (+) au primaire et effectuer l'interconnexion avec le (+) du condensateur de filtrage C2 de 2200 µF.

Relier les cosses «Anode» et «Ecran» du support T3 au transformateur, cosses (P) et (E), (P) pour plaque ou anode. Faire de même avec le support T5.

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

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

#### - La ligne de masse

Avec du fil de cuivre étamé de 10/10°, relier entre elles les cosses restées libres des résistances de puissance R18 de 150  $\Omega$  (résistances de cathodes).

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

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

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

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

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

Cette résistance doit avoir une valeur ohmique d'environ 150  $\Omega$ . Avec une consommation de la haute tension de l'ordre de 470 mA, la puissance dissipée atteint tout de même 30 watts.

Pour obtenir une meilleure répartition de

# DOUBLE PUSH-PULL DE 6L6

Figure 13

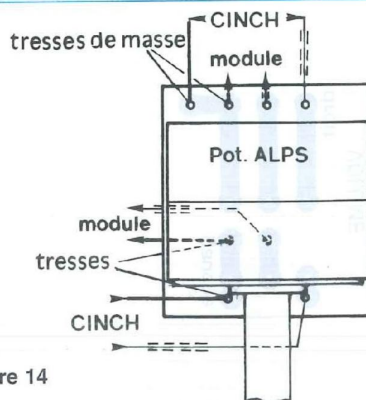
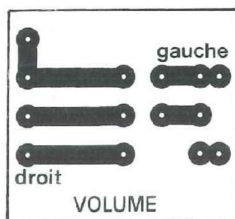


Figure 14

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### - DIVERS

R'4 : 5,6 k $\Omega$  / 1/2 W ou 1 W  
 R18 : 150  $\Omega$  / 50 W (non selfique)  
 c'4 : 82 pF  
 C11 : 220  $\mu$ F / 63 V  
 C12 : 10  $\mu$ F / 100 V non polarisé (facultatif)  
 P1 : potentiomètre «Audio» ALPS  
 2x50 k $\Omega$  + bouton  
 TRS1 : transformateur de sortie 3 800  $\Omega$   
 T3 à T6 : tétrode 6L6 GC avec supports OCTAL pour châssis  
 2 prises CINCH châssis isolées (WBT sur le prototype : réf WBT-0201)  
 4 prises HP châssis isolées (WBT sur le prototype : réf WBT-0700)  
 1 prise secteur châssis mâle 3 broches  
 1 interrupteur  
 1 porte-fusible + fusible 4A retardé

TRA1 - transformateur alimentation avec prise écran.

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

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

la chaleur, le coffret servant ici de dissipateur, nous utilisons 2 résistances de 68  $\Omega$ /50 W reliées en série (ou 47  $\Omega$  + 100  $\Omega$ ). Voir la 3<sup>ème</sup> de couverture.

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

### L'ALIMENTATION STABILISÉE

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

### LA MODULATION

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

Pour cette réalisation, nous utilisons un excellent potentiomètre «Audio» de marque ALPS. Les interconnexions peuvent se faire directement sur les 6 picots de ce composant, mais nous les jugeons

un peu fragiles. Une meilleure solution, plus fiable, est de souder l'ALPS à un circuit imprimé et d'effectuer toutes ces interconnexions de blindés sur le CI dont l'implantation vous est livrée en figure 13.

La figure 14 donne le repérage des entrées/sorties des blindés, les curseurs du potentiomètre devant être reliés aux modules de commande, picots E-.

### LA CONTRE-RÉACTION

La première cellule C4/R7 ne nous ayant pas donné entière satisfaction au premier essai, nous l'avons peaufinée en lui ajoutant en série une deuxième cellule composée de C'4/82 pF et R'7/5,6 k $\Omega$ .

Ces deux composants soudés ensemble en parallèle peuvent être introduits ou sur le picot (c.r) du module de commande ou sur la cosse CR du transformateur de sortie.

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

## PREMIERS ESSAIS STATIQUES

Après avoir inséré un fusible de 4A dans son logement et mis uniquement les 8 tétrodes 6L6 dans leurs supports, il est temps de relier l'appareil au secteur.

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

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

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

Remettre sous tension et attendre à nouveau 2 à 3 mn pour refaire le réglage «à chaud» définitif de la tension stabilisée à +395 V.

La haute tension redressée et filtrée présente aux bornes du condensateur C2 est de +433V à vide. Elle est alors de +500 V avant la résistance chutrice R1 de 138  $\Omega$ . Celle-ci maintient donc à ses bornes 67 V, ce qui indique que la consommation est de 480 mA.

La tension de cathode des 6L6 est de +35/+36 V, tension présente aux bornes des résistances de 150  $\Omega$ . La consommation est donc de 240 mA environ, soit 60 mA par tube.

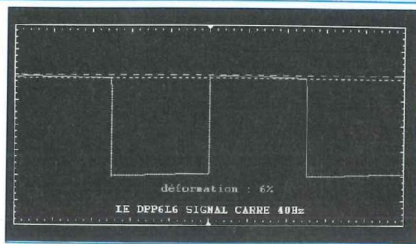
On constate que les EF86 et ECC83 ont une consommation dérisoire !

## ESSAIS DYNAMIQUES

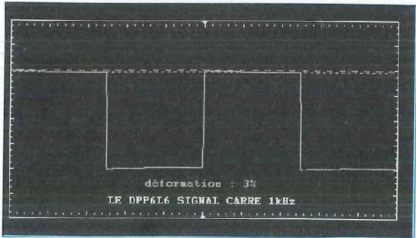
Injecter un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz aux entrées de l'amplificateur.

Potentiomètre de volume au maximum, atteindre l'écrêtage des sinusoïdes (oscilloscope de contrôle relié aux bornes des charges de 8  $\Omega$ ). On mesure alors au multimètre calibre alternatif, un signal de

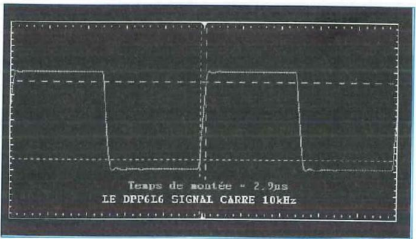
# LA REINE DES TÉTRODES



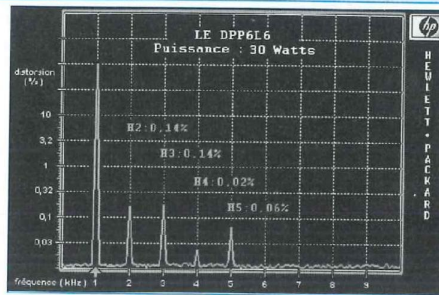
Signal carré à 40 Hz



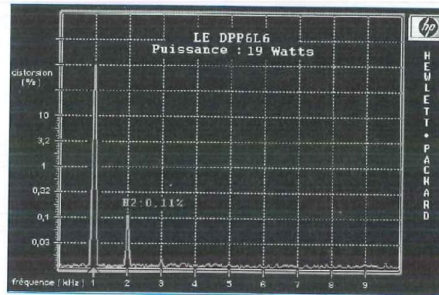
Signal sinusoïdal à 1 kHz



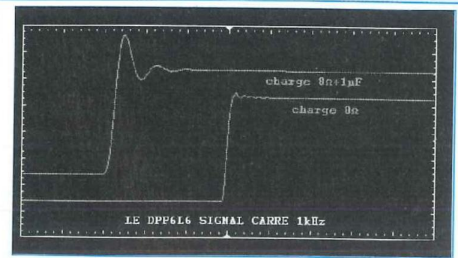
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

Puissance efficace : 2 x 38 W  
Sensibilité d'entrée : 275 mV  
Puissance impulsionnelle : 42 W  
(Gain de 4 W ou 11 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 77 dB  
Pondéré : 89 dB  
Diaphonie : 75 dB

## Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	W (- 1 dB)	W (- 3 dB)	W (- 6 dB)	5 W
100 Hz	0,210 %	0,110 %	0,065 %	0,035 %
1 kHz	0,210 %	0,110 %	0,085 %	0,040 %
10 kHz	1,300 %	0,650 %	0,450 %	0,200 %

18 Weff aux bornes des résistances de chaque canal.

Notre charge d'essais étant de  $2 \times 7,9 \Omega$ , nous en déduisons une puissance de 41 Weff par canal.

Le signal d'entrée (sensibilité de l'appareil) à une amplitude de 280 mVeff.

Les autres essais vous sont confirmés par les différents oscillogrammes présentés, mesures approfondies et effectuées par le laboratoire de la revue Prestige Audio Vidéo. Nous constatons que le double push-pull de 6L6 (le DDP6L6) déborde d'énergie sur tout le spectre audio de 20 Hz à 20 kHz.

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

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

Il est un point que nous redoutions à la première mise sous tension, le bruit, la ronflette. Nous avons tout de même 8 tubes 6L6 dont les filaments sont alimentés en alternatif ! Et bien rien, à

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

## WHAT IS WATTS ?

Nous avons lu avec curiosité un article publié dans le N°239 d'Electronique Pratique concernant un amplificateur double push-pull de 6L6 rédigé par Mr Machut. Celui-ci affirme à ses lecteurs que son appareil peut délivrer 100 Weff, mais **par quel miracle ?** Un double push-pull de 6L6 peut tout au plus fournir 45 à 50 Weff. A voir son schéma de principe, ce monsieur ne semble pas savoir que la 6L6 est une tétrode à faisceau dirigé et non une pentode, alors que vient faire la grille suppressive reliée à la cathode ? A moins que les lecteurs n'équipent leur réalisation de pentodes EL34, ils n'auront aucune chance de disposer d'un ampli-

ificateur de 100 Weff. Mais de toute façon, comment réaliser cette étude avec les circuits imprimés publiés à l'échelle 1/2 et non à l'échelle 1 ?

## L'ÉCOUTE

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

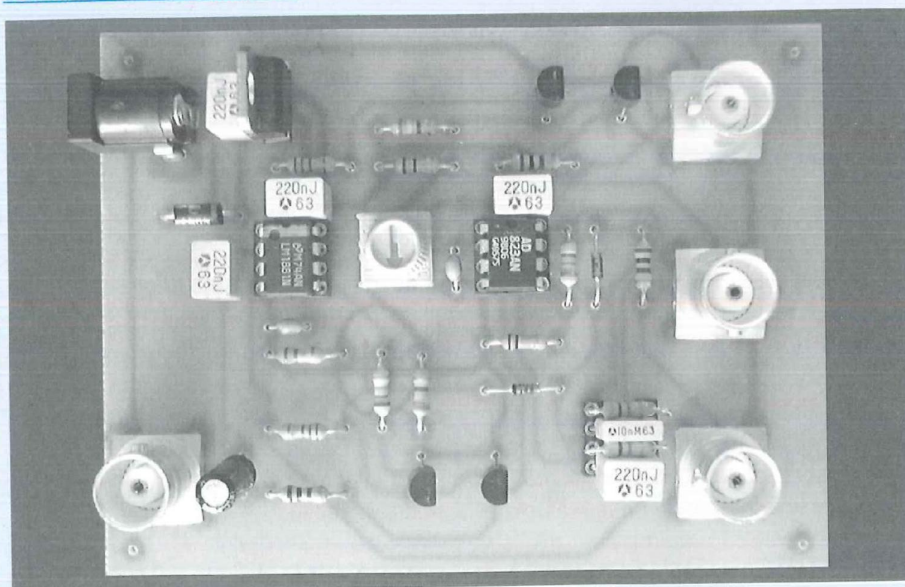
Qui pourra encore dire après cela qu'un amplificateur à tubes n'a pas de grave ? Nous obtenons à l'écoute du DDP6L6 une tenue dans le grave exceptionnelle à « couper le souffle » qui ne couvre pas pour autant le reste du spectre. Le médium est fluide avec une merveilleuse restitution des voix humaines sans pour autant « arrondir les angles ».

L'image stéréophonique est un exemple de stabilité, on ne ressent aucun flottement. Les micro-informations enregistrées ne sont pas gommées, oubliées, ce qui procure une écoute d'un naturel stupéfiant.

**Bernard Duval**

# UTILISEZ VOTRE OSCILLOSCOPE EN ÉCRAN DE TÉLÉVISION !

Le but de cet article est de vous montrer qu'il suffit d'une poignée de composants pour afficher l'image issue d'une source vidéo (un caméscope, par exemple) sur un tube cathodique d'oscilloscope. La démarche est purement pédagogique, mais pourrait ouvrir la voie à des applications de contrôles dans le domaine de la vidéo.



**L**e montage proposé doit permettre, à partir d'expérimentations simples, de bien comprendre le principe de fonctionnement d'une caméra vidéo ou d'un écran de télévision. Nous allons commencer par analyser les informations véhiculées sur une sortie vidéo-composite, en utilisant l'oscilloscope pour les visualiser. De nombreuses sources vidéo sont utilisables : caméscope, appareil photo numérique, magnétoscope, modules «caméra de portier», etc..

## VISUALISATION D'UNE IMAGE VIDÉO SUR UN TUBE CATHODIQUE

Les techniques actuelles de visualisation d'une image vidéo sur tube cathodique ne sont permises que par une particularité

non négligeable de l'œil humain : la **persistance rétinienne**. En effet, la disparition d'un rayonnement lumineux sur l'œil n'interrompt la sensation visuelle que progressivement. Pour visualiser une image, il est alors possible de n'utiliser qu'un **seul point lumineux** qui balayera toute la surface de l'écran. Avec ce procédé, il suffira de moduler l'intensité lumineuse du pixel pour reconstituer les tendances de l'image d'origine. Si on procède assez rapidement au balayage de l'écran (au minimum 50 fois par seconde), l'œil sera incapable de distinguer le mouvement du spot. Ce principe est utilisé pour la télévision, et nous allons également l'appliquer à notre oscilloscope. A une condition, toutefois : il est nécessaire que l'oscilloscope possède à l'arrière une entrée de contrôle de l'intensité du faisceau (nommée «modulation Z»).

## LE SIGNAL VIDÉOCOMPOSITE

Si vous branchez une sonde sur la sortie de votre source vidéo, vous pourrez visualiser le signal présenté sur le **chronogramme n°1** (réglage de la base de temps horizontale : autour de 2 ms/division, couplage BF). Il s'agit de la visualisation d'une trame complète du signal «**vidéocomposite**», appelé ainsi en raison de sa complexité. En effet, le téléviseur a besoin de nombreuses informations pour assurer l'affichage correct de l'image. Le signal vidéo qui lui est envoyé doit contenir des informations qui concernent l'intensité lumineuse et la couleur de chaque ligne, mais aussi le départ d'une nouvelle image et le début de chaque ligne. Deux signaux de synchronisation sont donc insérés dans le signal vidéo-composite :

- => un signal nommé «Synchronisation Trame» (impulsion précisant l'instant de départ d'une trame et sa parité);
- => un signal nommé «Synchronisation Ligne» (impulsion indiquant le départ d'une nouvelle ligne);

Afin de différencier la partie «informations lumineuses» de la partie «synchronisation», le signal vidéo est divisé en deux zones distinctes.

Le tiers inférieur (30%) est donc destiné aux informations de synchronisation, tandis que les deux tiers supérieurs (70%) sont réservés aux signaux de luminance(1) et de chrominance(2). On peut remarquer sur le chronogramme une impulsion négative qui précède chaque nouvelle trame (une image complète est

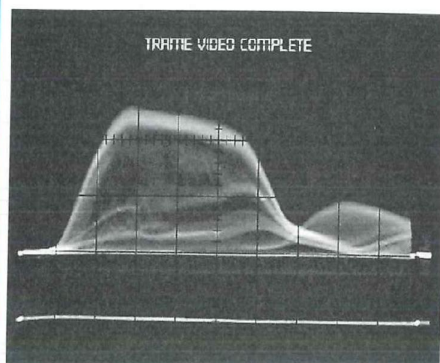
(1) Luminance : correspond au signal d'intensité de la ligne.

(2) Chrominance : composante modulée en HF, superposée à la luminance, qui contient la couleur.

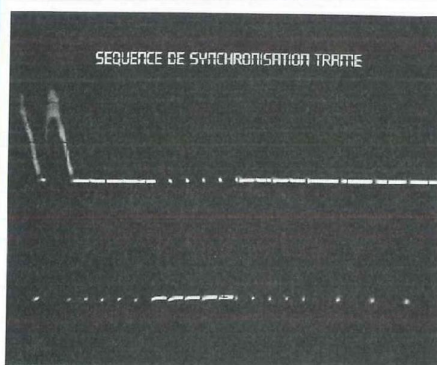
Veuillez vous référer à l'article sur le décodeur PAL du n° 143 de LED, dans lequel ces notions sont développées en détail. Vous y trouverez les principes de codage de la couleur sur les standards PAL et NTSC.

# L'OSCILLOSCOPE ET LA TÉLÉVISION

Chronogramme 1



Chronogramme 2



Chronogramme 3

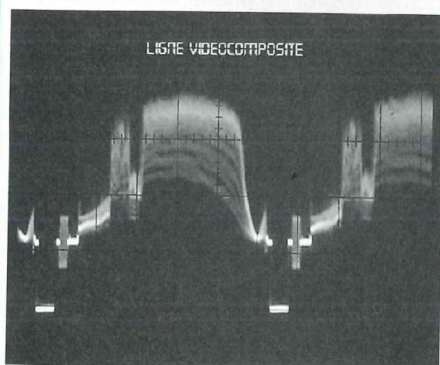
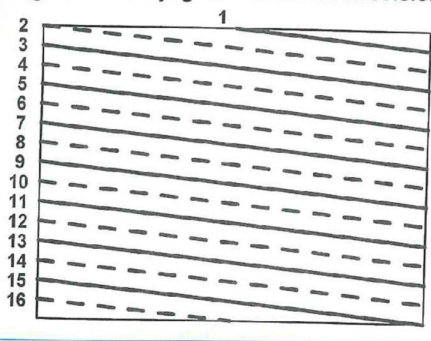


Figure 1 : balayage entrelacé en télévision



composée de deux trames consécutives, nous y reviendrons). La partie supérieure est plutôt brumeuse, en raison de la succession à l'écran de toutes les lignes de l'image.

Si on dilate la base de temps horizontale de l'oscilloscope (jusqu'à un réglage de 0,1 ms/division au maximum, couplage BF), on pourra observer avec plus de précision la séquence de synchronisation trame, constituée approximativement d'une succession de 15 impulsions séparées de 32  $\mu$ s, dont les 5 impulsions centrales sont inversées (**chronogramme n°2**). Cette inversion des impulsions permet de marquer le départ d'une nouvelle ligne. On nomme les 5 premières impulsions «égalisation avant» et les 5 dernières «égalisation arrière». Les impulsions centrales sont simplement nommées «synchronisation trame».

## L'IMAGE VIDÉO RÉPARTIE SUR 2 TRAMES

Les points élémentaires (ou pixels) qui composent la totalité de l'image vidéo sont transmis séquentiellement sur un écran de télévision. En France, une source vidéo délivre au **total 25 images** de **625 lignes** par seconde. Si on se contentait d'envoyer cette image dans l'ordre croissant des lignes, ce processus entraînerait un scintillement désagréable de l'image car elle se serait formée trop lentement sur l'écran du téléviseur (25 fois par seconde). Afin d'éviter ce désagrément, on effectue un balayage entrelacé qui consiste à transmettre successivement deux trames de 312,5 lignes chacune, comme l'indique l'illustration de la **figure 1**. La première trame est constituée uniquement des lignes impaires (1,3,5,...), tandis que la seconde est constituée des lignes paires (2,4,6,...). La durée qui sépare 2 trames est donc de 20 ms, ce qu'on peut mesurer à l'écran de l'oscilloscope. Ainsi, l'écran est balayé en totalité par 50 images à chaque seconde. Cependant, ces images (les trames) ont chacune une résolution verti-

cale diminuée de moitié. Signalons que la différenciation entre les deux trames est obtenue par un léger décalage des impulsions centrales de synchronisation trame, mais c'est assez difficile à mettre en évidence sans un oscilloscope à mémoire.

## LA LIGNE VIDÉOCOMPOSITE

Poursuivons notre exploration du signal vidéo par la visualisation d'une seule ligne vidéo composite (réglage de la base de temps à 5  $\mu$ s/division, couplage HF). Vous devriez voir un signal comparable à celui du **chronogramme n°3**, une ligne complète dure 64  $\mu$ s (20 ms divisé par **312,5 lignes**).

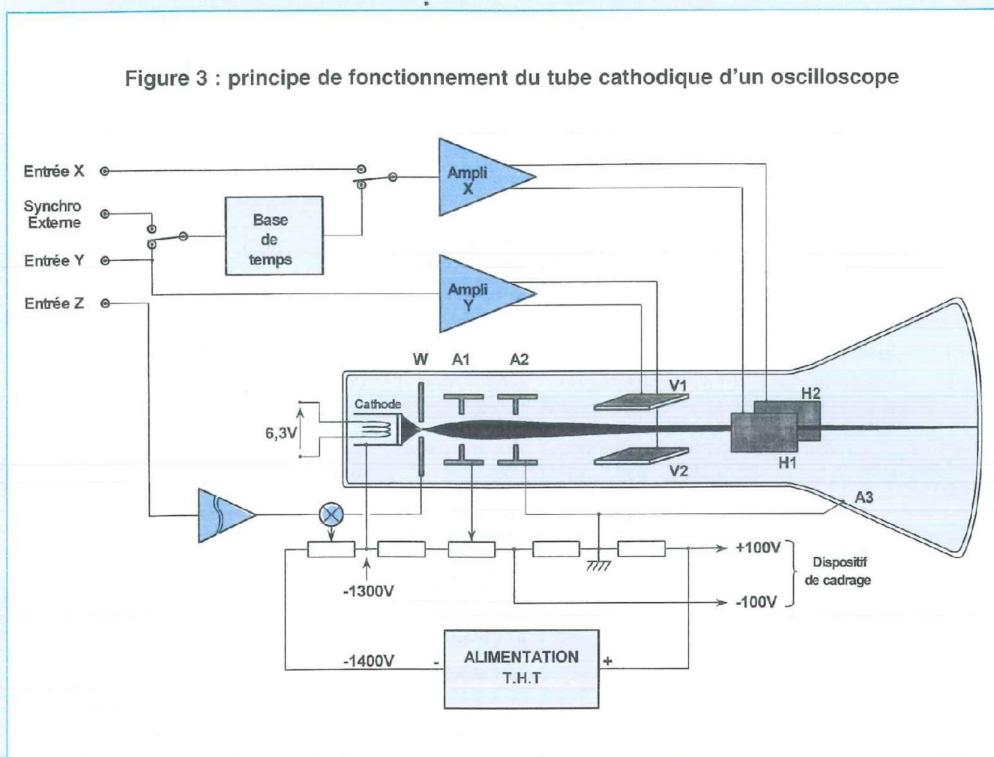
- Une impulsion négative indique le départ d'une nouvelle ligne.
- Elle est suivie d'une porteuse HF relative aux informations couleurs sur une caméra PAL ou SECAM.
- Le niveau de référence du noir, de quelques microsecondes, précède les évolutions de l'intensité lumineuse sur cette ligne (l'information utile de l'image dure environ 52 $\mu$ s).

Puisque nous observons à l'écran la succession rapide des différentes lignes de l'image, les intensités de chaque ligne sont confondues et présentent un aspect diffus. Voilà l'essentiel de ce que nous devons savoir sur le signal vidéo composite pour afficher une image vidéo sur l'écran de notre oscilloscope.

## FONCTIONNEMENT DU TUBE CATHODIQUE D'UN OSCILLOSCOPE

Lorsque deux plaques sont soumises à une différence de potentiel, il se forme un champ électrique entre les deux plaques. Si un électron passe entre ces deux plaques, il sera attiré par la face chargée positivement et repoussé par la plaque

Figure 3 : principe de fonctionnement du tube cathodique d'un oscilloscope



chargée négativement. Ainsi, sa trajectoire sera rectiligne jusqu'à son passage entre les plaques, déviée paraboliquement entre les plaques, pour redevenir rectiligne à la sortie (figure 2). L'écart Y entre la trajectoire d'origine et le point d'impact sur l'écran est proportionnel à la différence de potentiel appliquée sur les plaques. En d'autres termes, la déviation verticale observée à l'écran est directement proportionnelle à la tension appliquée sur l'entrée [Y] externe de l'appareil.

L'organisation fonctionnelle d'un oscilloscope est indiquée en figure 3. Le tube cathodique comporte un canon à électrons, un dispositif de déviation du spot et un écran fluorescent.

## LE CANON À ÉLECTRONS

Le canon est équipé d'une cathode cylindrique qui, chauffée à l'aide d'un filament, constitue la source des électrons. Le filament est alimenté sous une tension de 6,3V, comme la plupart des tubes à vide. L'anode A1, portée à un potentiel très positif par rapport à la source (>1 kV),

assure la **formation du spot** en attirant fortement les électrons, ainsi que la **concentration** du faisceau. A2, portée à un potentiel encore plus élevé est nommée **anode d'accélération**. Le Wehnelt, doté d'une ouverture centrale, permet d'ajuster la luminosité du spot en lui appliquant un potentiel plus négatif que celui de la cathode. Certains oscilloscopes possèdent une entrée externe [Z], généralement située à l'arrière de l'appareil, qui permet de moduler l'intensité du spot en agissant sur le Wehnelt. Remarquez que l'anode A2 ainsi que A3 qui assure le retour des électrons vers la source sont reliées à la masse.

C'est donc une tension très négative qui est appliquée sur la cathode. Cette précaution est indispensable pour éviter à l'utilisateur un choc électrique en cas de contact avec l'écran.

## LE DISPOSITIF DE DÉVIATION

Sur un tube cathodique d'oscilloscope, il est électrostatique (jeu de plaques qui créent un champ électrique), tandis que sur un écran de télévision il est élec-

tromagnétique (jeu de bobines chargées de créer un champ magnétique).

Deux plaques placées horizontalement permettent de dévier le spot verticalement, tandis que les deux suivantes, placées verticalement, assurent la déviation horizontale du spot. Nous avons indiqué précédemment que les plaques de déviation verticales sont commandées uniquement par l'amplitude du signal appliqué sur l'une des entrées [Y] externe. Par contre, la déviation horizontale est généralement obtenue à partir d'une base de temps interne, qui permet de régler avec précision la vitesse de balayage du spot. Cette base de temps peut être remplacée par une source de balayage externe (entrée [X] de l'oscilloscope).

## L'ÉCRAN FLUORESCENT

La surface interne de l'écran est recouverte d'une substance qui assure la conversion de l'énergie des électrons qui la bombardent en émission de lumière. Certaines substances permettent même de maintenir un moment l'émission lumineuse (cette propriété est nommée la **rémanence**). Ce fut le cas notamment de quelques oscilloscopes à mémoire analogique, avant l'apparition de la technologie numérique.

## AFFICHAGE DE L'IMAGE VIDÉO SUR OSCILLOSCOPE

En définitive, pour obtenir une image vidéo à l'écran, il est nécessaire de synchroniser le balayage du spot à partir des informations de synchronisation issues de la caméra et de moduler l'intensité du spot à partir de l'information de luminance. En ce qui concerne la luminance, il faut supprimer du signal vidéocomposite le niveau inférieur réservé aux signaux de synchronisation, puis diriger ce signal sur l'entrée Z de l'oscilloscope.

En ce qui concerne la synchronisation du balayage du spot avec le signal vidéo, il faut placer préalablement l'oscilloscope

Figure 2 : déviation électrostatique du spot

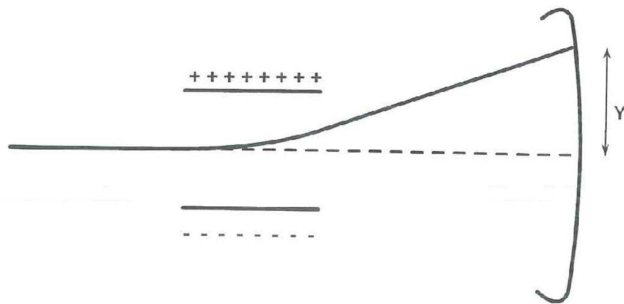
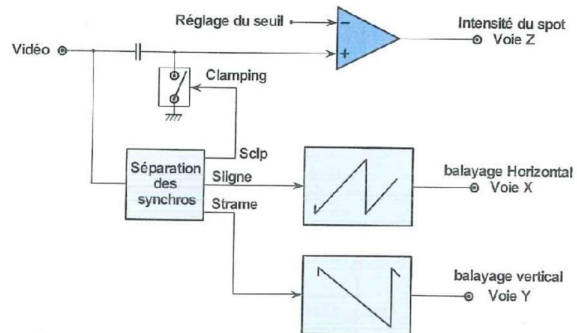


Figure 4 : organisation fonctionnelle du montage



en mode [XY]. Rappelons que ce mode particulier de fonctionnement utilise l'une des voies d'entrée pour piloter le balayage vertical du spot, et l'autre voie pour remplacer la base de temps horizontale automatique de l'oscilloscope. En conclusion, c'est notre dispositif électronique qui sera chargé de générer les rampes de balayage vertical et horizontal.

## ANALYSE FONCTIONNELLE DU MONTAGE

Le schéma fonctionnel de la figure 4 laisse apparaître 4 fonctions principales : un étage d'adaptation de la luminance à l'entrée Z de l'oscilloscope, un étage de séparation de la synchronisation, et deux générateurs de rampes.

Le traitement de la luminance est obtenu en deux étapes : le signal est préalablement « clampé » afin de supprimer toute trace de synchronisation. En voici le fonctionnement : l'étage de séparation des signaux de synchronisations fournit une impulsion sur l'interrupteur électronique pendant le palier du noir. Pendant cette période, le condensateur d'entrée est donc placé en parallèle sur la source vidéo et se charge à un niveau de tension égal au niveau du noir. Lorsque le palier du noir est terminé, l'interrupteur est maintenu ouvert et le condensateur est alors placé en série avec la source vidéo. Pendant cette phase, l'amplificateur reçoit ainsi le signal vidéo décalé de la tension aux bornes du condensateur, ce

qui ramène le niveau du noir au niveau de la masse.

La deuxième étape permet de choisir la plage de luminance qui assurera l'allumage du spot à l'écran. En effet, la plupart des oscilloscopes possèdent une entrée Z compatible TTL, c'est à dire qui n'est pas capable de restituer des niveaux de gris. Le réglage de seuil permet alors d'optimiser l'affichage en fonction de la luminosité ambiante et des détails de l'image qu'on désire faire ressortir.

En dehors du clamping, la fonction qui assure la séparation vidéo/synchro délivre aux générateurs de rampe deux signaux de réinitialisation. Le signal de synchronisation trame permet un retour du spot en haut de l'écran au début de chaque trame, tandis que le signal de synchronisation ligne assure le retour du spot à gauche de l'écran au début de chaque ligne. En conséquence, pour respecter le timing d'origine de l'image vidéo, la rampe de balayage vertical doit avoir une pente négative (déplacement du spot de haut en bas) tandis que la pente de la rampe de balayage horizontal est positive (déplacement du spot de gauche à droite).

## PRÉSENTATION DU SCHEMA STRUCTUREL

Le schéma structurel est indiqué en figure 5. Les fonctions principales ont été bien séparées pour améliorer la lisibilité du schéma. Le séparateur de synchro uti-

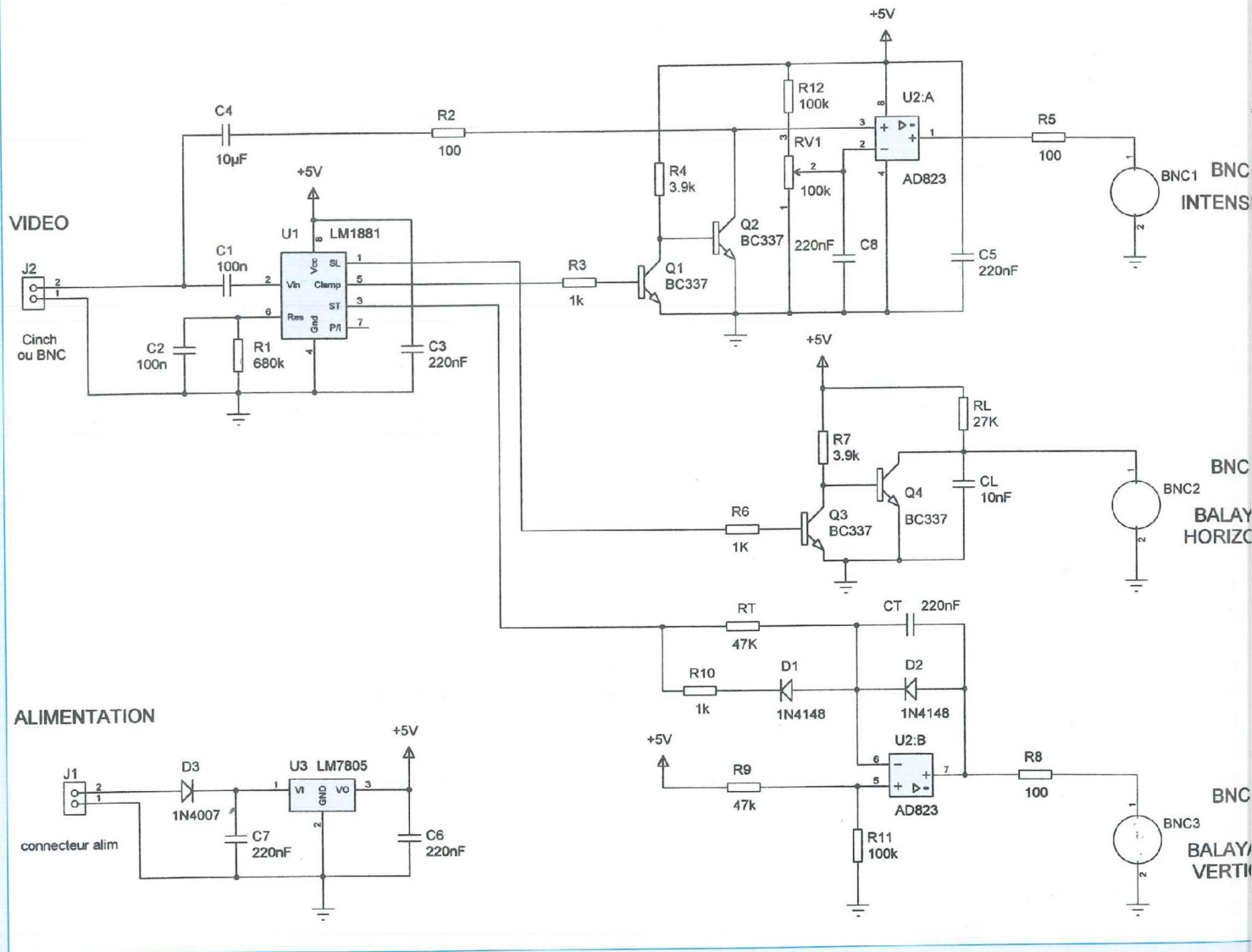
lise un circuit spécialisé bien pratique, le LM1881. A partir d'un signal vidéocomposite, il délivre les impulsions de clamping, de synchronisation ligne et trame, ainsi qu'une information de parité de trame (broche P/1). Le clamping est confié au transistor Q2, la résistance R2 permettant de limiter le courant de court-circuit. Le comparateur utilise un amplificateur à la fois rapide et « rail to rail », ce qualificatif signifiant qu'il permet de délivrer un signal de sortie proche des tensions d'alimentation. Cette particularité est surtout importante pour le générateur de rampes, étant donnée la faible tension d'alimentation utilisée.

Le générateur de rampes horizontales se contente d'une structure très simple : on charge le condensateur CL au travers de la résistance RL, puis on décharge instantanément le condensateur avec Q4 lors de l'apparition des impulsions de synchronisation ligne. Afin d'obtenir des rampes pratiquement linéaires, la constante de temps de charge est calculée afin que la tension aux bornes du condensateur ne dépasse pas 1V (1/5 de la tension d'alimentation).

Pour réaliser le générateur de rampes verticales, on a profité de la présence d'un deuxième amplificateur dans le boîtier du AD823. Si on supprime du schéma les diodes D1 et D2, le montage correspond à un intégrateur classique et tout à fait approprié : la charge de C est linéaire, avec une pente négative. Il a suffi de dimensionner RT et CT pour que la varia-

# VOTRE OSCILLOSCOPE EN ÉCRAN DE TÉLÉVISION

Figure 5 : affichage vidéo sur oscilloscope



tion de tension en sortie soit inférieure à 5V sur la durée d'une trame. La diode D1 permet d'obtenir une précharge rapide de CT pendant la phase de synchronisation trame (qui est très courte, autour de 300µs). Enfin, D2 limite la précharge de CT de façon à limiter la tension de sortie à 4V environ. Cette valeur provient de la tension de référence de 3,4V appliquée à l'entrée non inverseuse, ajoutée à la chute de tension dans D2 lorsqu'elle est passante. L'alimentation de l'ensemble est confiée

à un régulateur 5V associé à un bloc d'alimentation secteur externe (ou toute source d'alimentation continue comprise entre 9V et 18V).

## RÉALISATION DU MONTAGE

Le montage se contente d'un circuit imprimé simple face de 75x100 mm, indiqué en **figure 6**. Il ne présente aucune difficulté particulière. L'implantation des composants (**figure 7**) laisse la possibi-

té d'utiliser une embase Cinch ou BNC au niveau de la source vidéo. Tout dépend de la connectique dont vous disposez. Les composants qui déterminent la pente des rampes de balayage sont concentrés à proximité de la voie Y. Vous avez donc la possibilité de les remplacer par un support **DIL08**, notamment à des fins pédagogiques. Ce support permettrait de tester différentes combinaisons pour **RT**, **CT**, **RL** et **CL**. RV1 est une résistance ajustable disposant d'un bouton facile à manipuler sans tournevis.



Figure 6 : routage du circuit

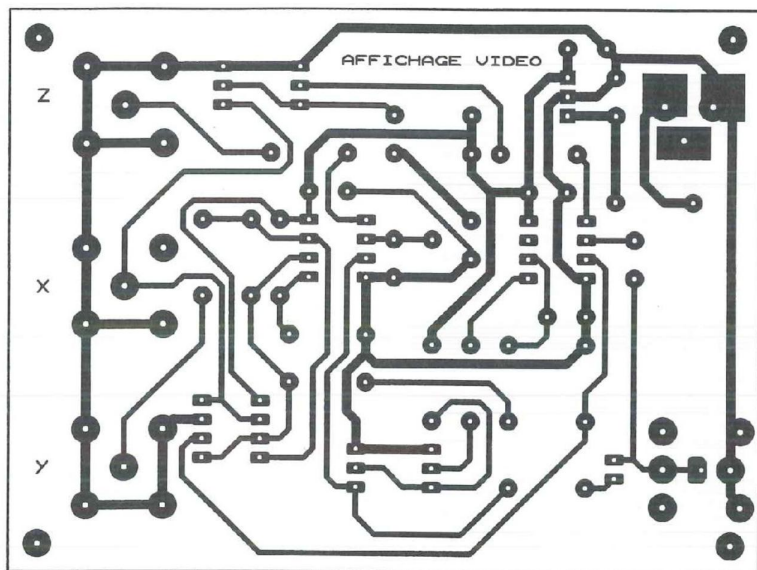
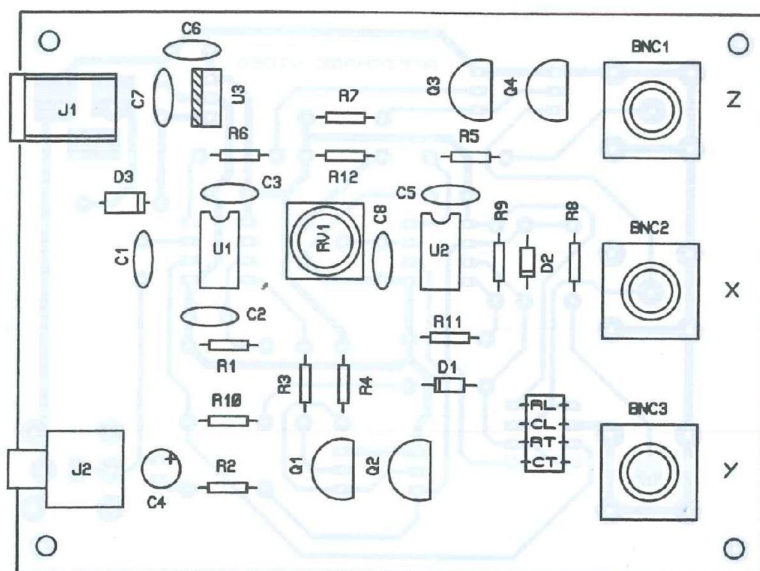


Figure 7 : implantation des composants



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### - Résistances

R1 : 680 k $\Omega$   
 R2 : 100 ohms  
 R3 : 1 k $\Omega$   
 R4 : 3,9 k $\Omega$   
 R5 : 100 ohms  
 R6 : 1 k $\Omega$   
 R7 : 3,9 k $\Omega$   
 R8 : 100 ohms  
 R9, RT : 47 k $\Omega$   
 R10 : 1 k $\Omega$   
 R11 : 100 k $\Omega$   
 RL : 27 k $\Omega$   
 RV1 : trimmer cermet Spectrol  
 (Réf : 63M-T607, 100 k $\Omega$ )

### - Condensateurs

C1 : 100 nF  
 C2 : 100 nF  
 C3 : 220 nF  
 C4 : 10  $\mu$ F / 25V / chimique  
 C5 : 220 nF  
 C6 : 220 nF  
 C7 : 220 nF  
 C8 : 220 nF  
 CT : 220 nF  
 CL : 10 nF

### - Composants actifs

U1 : LM1881  
 U2 : AD823  
 U3 : LM7805  
 D1 : 1N4148  
 D2 : 1N4148  
 D3 : 1N4001  
 Q1 : BC337  
 Q2 : BC337  
 Q3 : BC337  
 Q4 : BC337

### - Divers

3 x Embases BNC  
 1 x Embase d'alimentation  
 1 x Embase Cinch coudée  
 3 supports DIL08

Cependant, rien ne vous empêche de la remplacer par un autre modèle de même valeur. Le **chronogramme n°4** présente les impulsions de synchronisation ligne délivrées par le LM1881, ainsi que les rampes de balayage horizontal dont la pente est positive. On peut distinguer un

léger défaut de linéarité inhérent à la charge exponentielle de CL. Le **chronogramme n°5** présente les impulsions de synchronisation trame délivrées par le LM1881, ainsi qu'une rampe négative de balayage vertical. Cette fois, la rampe est parfaitement linéaire.

## VISUALISATION D'UNE IMAGE VIDÉO

Il vaut mieux procéder à quelques mesures de routine afin de s'assurer que les fonctions sont opérationnelles.

# VOTRE OSCILLOSCOPE EN ÉCRAN DE TÉLÉVISION

Photo 1

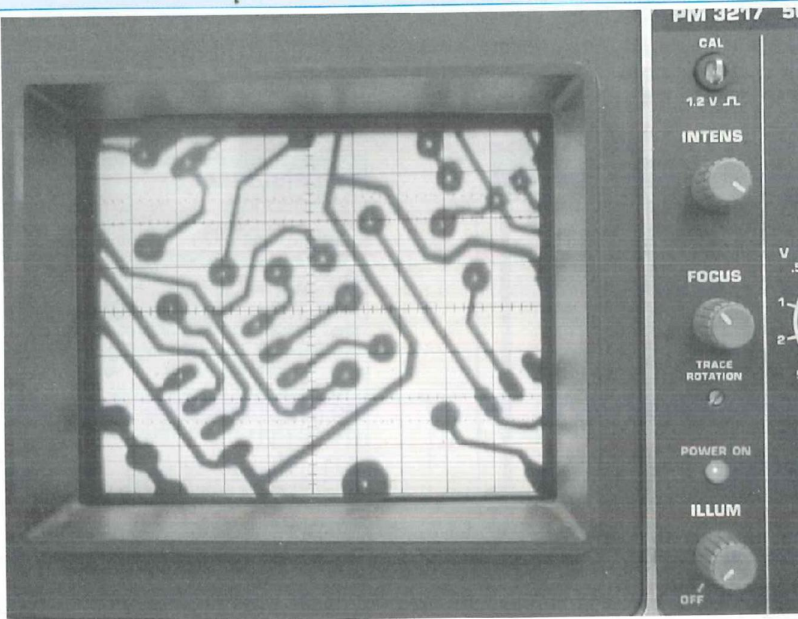
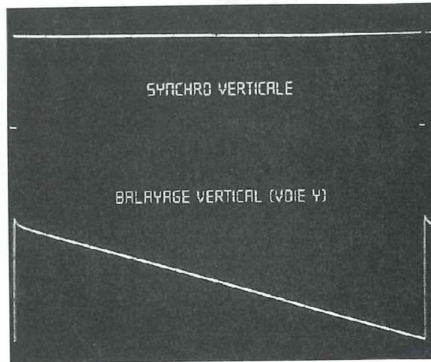
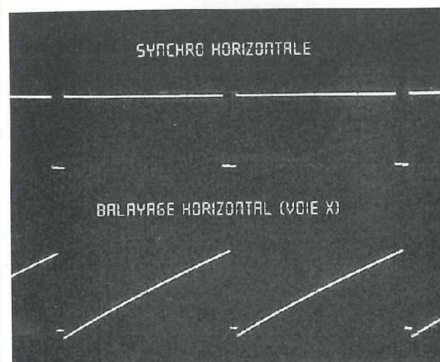


Photo 2



Chronogramme 4

Chronogramme 5



1. Mettez le montage sous tension et vérifiez que le régulateur fournit 5 volts. Vérifiez également que cette tension est appliquée sur les broches 8 de U1 et U2.

2. Reliez une caméra, un appareil photo numérique ou un magnétoscope sur l'entrée vidéo et contrôlez la présence des signaux de synchronisation en sortie du LM1881.

3. Vérifiez la présence des rampes sur les sorties X et Y du montage. Il est possible d'ajuster certaines valeurs de composants, mais elles ne sont pas critiques.

4. Visualisez la sortie Z, et vérifiez l'efficacité du potentiomètre RV1. La sortie doit délivrer un signal vidéo numérique compris entre 0 et 5V.

Si tout fonctionne, il ne reste plus qu'à relier les trois sorties X, Y et Z aux entrées correspondantes de l'oscilloscope, et à sélectionner le mode de fonctionnement [XY] (consultez la notice de votre appareil pour obtenir plus d'informations sur ce mode de fonctionnement). Pour centrer l'image, il suffit de jouer sur les réglages de position de l'oscilloscope. La taille de l'image peut être ajustée en Y avec le commutateur de gamme de la voie Y (VOLT/DIV) et en X avec le commutateur de gamme de la base de temps (TIME/DIV).

Les photos placées ci-contre, réalisées en mode «Macro», devraient vous donner une idée des possibilités de notre montage. Le premier cliché montre une fraction de circuit imprimé, tandis que le second cliché visualise la plaque d'identification du camescope que nous avons utilisé. Enfin, si vous possédez un oscilloscope dont l'entrée Z est analogique, vous devrez d'abord réaliser une adaptation en fonction de ses caractéristiques avant de pouvoir afficher une image vidéo.

**Bernard Dalstein**

**WBT**  
The art of connection

**CONNECTIQUES PROFESSIONNELLES**

▷ **RCA mâles**

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

▷ **RCA chassis**

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

▷ **Fourches**

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

▷ **Bananes mâles**

WBT-0644.....Midline jusqu'à 10mm².....	90F
WBT-0600.....Topline jusqu'à 10mm².....	185F
WBT-0645.....Connexion oblique isolée. Câble 2,5 à 10mm².....	100F

▷ **Borniers**

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

**NEUTRIK**  
CONNECTING THE WORLD

**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	support 4br pour 300B.....	68F
6550 A.....	195F	ECF80 siemens.....	39F
EL 84 Sovtek.....	68F	ECF82 mazda.....	55F
6L6GC RCA.....	128F	6550 g.e.....	350F
300 B Chine.....	690F		
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.

▷ **Tension d'isolement 250 volts**

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

**SN**  
**Radio Prim**  
composants électroniques

159, rue La Fayette, 75010 Paris

Tél.: 01 40 35 70 50

Fax: 01 40 35 43 63

E-mail: contact@radioprim.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, VIDEO, TOUS TYPES DE CONNECTIQUES**

**MESURE**

PCS64IA: oscilloscope numérique 64mhz pour PC, analyseur de spectre 0-800hz à 16mhz, enregistreur de signaux transitoires.....	2990F
GF 763A: générateur de fonctions 0,2hz à 2mhz triangle, sinus, carré, balayage interne. Amplifié et protégé. Fabrication française.....	1990F
FR 649: fréquencemètre haute sensibilité avec trois entrées permettant la mesure de fréquences, périodes, ratio, nombres d'impulsions, intervalle.....	3000F
HM303-6: oscilloscope hamag 2x35mhz livré avec 2 sondes.....	4080F

**CONNECTIQUES AUDIO PROFESSIONNELLES**

RCA male "philex". Contact doré. Isolation téflon. Diam. 10mm.....	49F
Serrage sur chassis. Gros corps de masse.....	49F
RCA mâle. Contact doré. Isolation téflon. Diam. 5mm.....	28F
RCA mâle. 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. Filtrage: 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	4µf 250V.....	250F	8µf 750V.....	290F
2µf 500V.....	145F	6µf 1000V.....	270F		

**CONDENSATEUR POLYPROPYLENE MKP**



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

▷ **Tension d'isolement 450 volts**

0,47µf.....	8F	3,9µf.....	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**

▷ **Modulation-BF**

WBT 2016.....Imp 16ohms. Conducteur en cuivre OFC. Diam ext.: 8,5mm (blanc).....	195F/mètre
MGK 18 prefer OFC carbon.....Diam ext.: 7,5mm(bleu).....	69F/mètre
GOTHAM GAC-1.....1 Cond blindé diam. ext.: 5,3mm.....	13F/mètre
GOTHAM GAC-2.....2 Cond blindés diam. ext.: 5,4mm.....	13F/mètre
GOTHAM GAC-2 ES/EBU (numérique).....	36F/mètre
Multipaire audio blindé.....4 Cond x 0,22mm blindés séparément cuivre rouge plus drin.....	31F/mètre

**HAUT-PARLEURS**

**AUDAX**

▷ <b>Tweeter</b>		▷ <b>Medium</b>	
TM010A7.....	93F	HT210T0.....	332F
TW010E1.....	51F	PR170M0.....	597F
TW010F1.....	46F	▷ <b>Large bande</b>	
TW010L1.....	92F	HT210A2.....	420F
TW014R1.....	130F		
▷ <b>Boomer</b>			
HT240T0.....	362F		
PR330M0.....	1586F		

Disponible toute la gamme haut-parleur VISATON

**LIBRAIRIE TECHNIQUE**

Construire ses enceintes acoustiques-René Besson-Ed° ETSF-143p.....

135F	
Techniques de prise de son-Robert Caplan-Ed° ETSF-250p.....	169F
Le livre des techniques du son (Tome 1)-Denis Mercier-Ed° Dunod-340p.....	350F
Le livre des techniques du son (Tome 2)-Denis Mercier-Ed° Dunod-390p.....	350F
Les haut-parleurs-Jean Hiraga-Ed° Dunod-340p.....	195F
Technique des haut-parleurs et des enceintes acoustiques-Pierre Loyez-Ed° Dunod-310p.....	280F
L'audiométrique-Jean de Reydellet-Ed° Dunod-630p.....	350F
Initiation aux amplis à tube-Jean Hiraga-Ed° Dunod-150p.....	170F

**DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE DE LIURES TECHNIQUES CONTRE 7F EN TIMBRES**

**LA VIDEO**

Module caméra n/b pal composite.....	490F
Caméra n/b pal composite en boîtier.....	660F
Caméra n/b pal composite type dôme.....	590F
Caméra n/b pal composite type radar.....	995F
Caméra n/b pal composite ext. étanche.....	1090F
Caméra n/b pal composite c-mos ultra miniature.....	590F
Caméra couleur pal composite 320 000 pixels.....	1280F
Caméra couleur pal composite objectif interchangeable.....	1375F
Caméra n/b pal composite déclenchement par détecteur de présence.....	850F
Caméra n/b pal avec projecteur infrarouge intégré.....	2160F
Moniteur n/b 12".....	1170F
Moniteur couleur 14".....	2690F
Moniteur couleur LCD 4".....	1299F
Ensemble vidéo n/b 5": caméra, câble, moniteur.....	1400F
Ensemble vidéo n/b 10": caméra, câble, moniteur.....	2650F
Ensemble vidéo n/b 12": caméra, câble, moniteur.....	2900F
Ensemble vidéo n/b 5,5": Caméra étanche, moniteur 12V, câble.....	2850F
Switcher vidéo quad n/b (4 caméras).....	590F
Switcher vidéo quad couleur (4 caméras).....	1690F
Câble vidéo KXGA 75 ohms.....	6,50F/mètre
Câble vidéo numérique 75 ohms.....	10F/mètre
Câble vidéo 75 ohms diam: 3mm.....	7,50F/mètre

**SOUDURE A L'ARGENT**

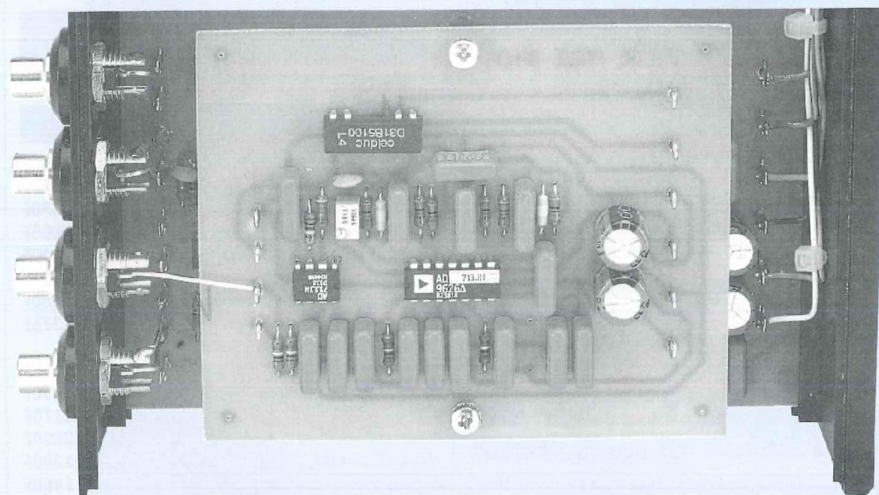
Idéal pour souder la connectique.

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

## FILTRE ACTIF 3 VOIES

Nous allons achever cette série d'articles par le dernier élément constituant notre filtre actif : la cellule passe-bande. Auparavant, et pour répondre à de nombreuses demandes, je vais vous révéler quelques informations concernant nos projets acoustiques à venir.

Cette année nous avons appris avec regret l'abandon de la fabrication et donc de la fourniture du tweeter DYNAUDIO D28. Cette information a retardé notre nouvelle étude de l'enceinte EURIDIA dont vous êtes nombreux à nous réclamer la parution. Les tweeters de qualité ne sont pas légion parmi la jungle de la production de haut-parleurs. Après de longues et fastidieuses recherches, nous avons enfin trouvé la perle rare : un tweeter du fabricant SEAS. Cette firme norvégienne fait preuve de sérieux et développe des haut-parleurs dignes d'intérêt. De plus en plus d'enceintes acoustiques réputées et de qualité sont équipées de ses produits.



**N**ous pouvons désormais vous annoncer l'arrivée prochaine de l'enceinte EURIDIA bis que vous trouverez bientôt dévoilée dans votre revue préférée. Suite à de nombreuses séances de mesures et de simulations, le transducteur d'aigus SEAS semble pouvoir se passer d'un réseau de correction. Si cela se confirme, il sera possible de l'alimenter directement par un filtrage actif.

Puisque nous sommes dans les confi-

dences, nous vous annonçons que dans un très proche avenir, nous vous présenterons en avant-première et en exclusivité, une petite bombe acoustique. Sans en dire plus, sachez que les amateurs de «Home vidéo» seront très intéressés par notre étude qu'on peut résumer par ces quelques mots : petit volume, hautes performances et excellent rapport qualité/prix.

Maintenant que vous avez l'eau à la bouche, n'en disons pas plus et donnons-nous rendez-vous prochainement.

## LE FILTRE PASSE-BANDE

Comme prévu initialement, ce filtre actif correcteur-booster de grave sera universel afin que tout le monde puisse lui trouver une application personnelle, quelle que soit la finalité de son projet. Avec ce dernier module, il sera possible d'obtenir un système actif stéréophonique à trois voies. Après avoir étudié et développé les sections passe-bas et passe-haut, il était facile d'ajouter le troisième module passe-bande, qui se compose d'une association d'un filtre passe-bas avec un passe-haut.

Attention, je vous rappelle que pour filtrer et alimenter l'enceinte EURIDIA premier modèle (LED n°114 et 115) avec un caisson de basses, il vous faut réaliser l'option deux voies. Le filtrage passif avait été optimisé pour compenser et linéariser la courbe de réponse du tweeter DYNAUDIO D28. Mais dans ce cas, si l'on veut passer au filtrage actif trois voies, il faut que la cellule passe-haut soit complétée par un réseau qui reprendra les compensations initialement appliquées sur le filtre passif. Ce point devrait faire l'objet d'une publication ultérieure.

## LE PRINCIPE

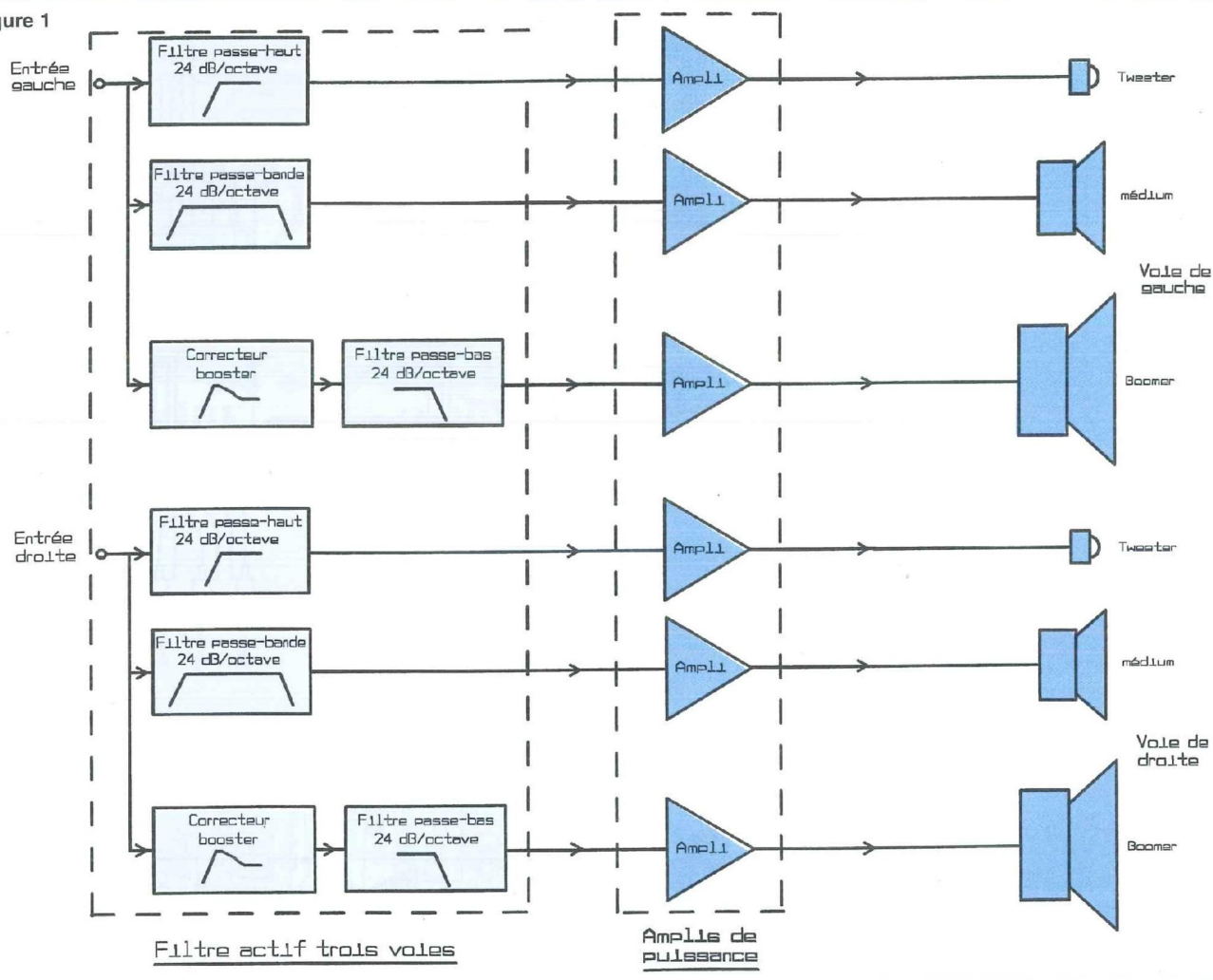
La figure 1 rappelle le principe du filtrage actif stéréophoniques à trois voies qui se distingue du système deux voies par l'introduction d'un troisième aiguillage qui filtrera les fréquences médiums. Par conséquent, il faudra trois amplificateurs stéréophoniques pour piloter le système complet de haut-parleurs.

## LE SCHEMA

Le schéma complet de ce principe est représenté figure 2. Il vous dira quelque chose : en effet, il s'agit de la mise en série de deux filtres du type Linkwitz-Riley constitué de deux cellules passe-haut et passe-bas du type Butterworth de 12 dB/octave. Cette association de réseaux débouche sur un filtre passe-

# UN GRAVE IMPRESSIONNANT

Figure 1



bande de 24 dB/octave de pente d'atténuation. Je ne m'attarderai pas sur d'ininterminables explications, vous les trouverez dans le numéro 155. Contentons-nous des spécificités de cette troisième voie.

Le signal audio pleine bande et à basse impédance est fourni par la sortie «tri» localisée sur le circuit imprimé de base (reportez-vous au n° 155), supportant les sections passe-bas et passe-haut. Celui-ci est appliqué sur la borne «entrée» et poursuit son chemin via les deux premières cellules passe-bas du type Butterworth de 12dB/octave.

Le signal qui en résulte est ensuite dirigé sur les deux cellules passe-haut qui forment un filtre de 24dB/octave d'atténua-

tion. La sortie 14 de l'ampli AD 713-U1D est disponible sur le curseur du potentiomètre trimmer P1, qui sert à ajuster le niveau du signal appliqué à U2, dont le rôle est de présenter le signal audio en basse impédance sur la sortie PB. N'oublions pas le dernier élément de ce montage : le relais REL1.A et son contact REL2.B qui commutent la sortie au 0 volt analogique pendant la temporisation de la mise sous tension. Souvenez-vous que pendant cette temporisation le montage prend le temps d'être stabilisé, ce qui évite des bruits de commutation néfastes aux haut-parleurs. Les condensateurs C19 et C20 filtrent efficacement les tensions d'alimentations qui seront prélevées directement sur le module alimenta-

tions symétriques.

Cette fois, je n'ai pas oublié le petit condensateur céramique C17-10 nF chargé de stabiliser le signal audio en évitant les oscillations intempestives. La disposition des cellules n'est pas sans importance. Le montage se termine par la cellule passe-haut parce que la capacité C12 permet de s'affranchir des éventuelles dérives continues en amont. C'est une précaution supplémentaire à suivre dans ce genre de montage.

## VALEURS DES COMPOSANTS

Pour calculer les valeurs des composants des réseaux passifs, il suffira de se reporter aux tableaux et formules du n° 155 de septembre/octobre 1999.

# FILTRE ACTIF 3 VOIES POUR 13VX FOCAL OU PR330M0 AUDAX

Figure 1  
plan

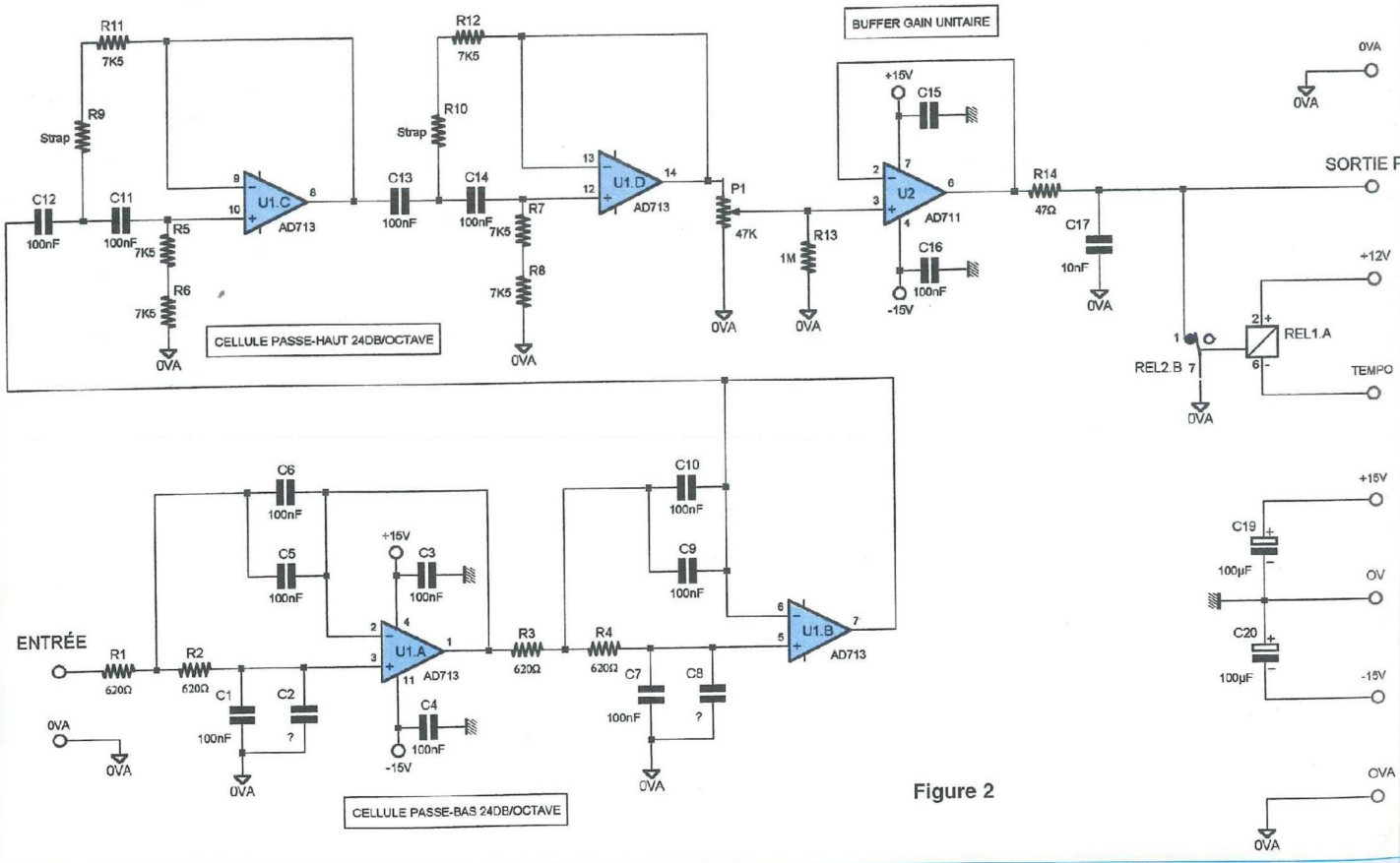
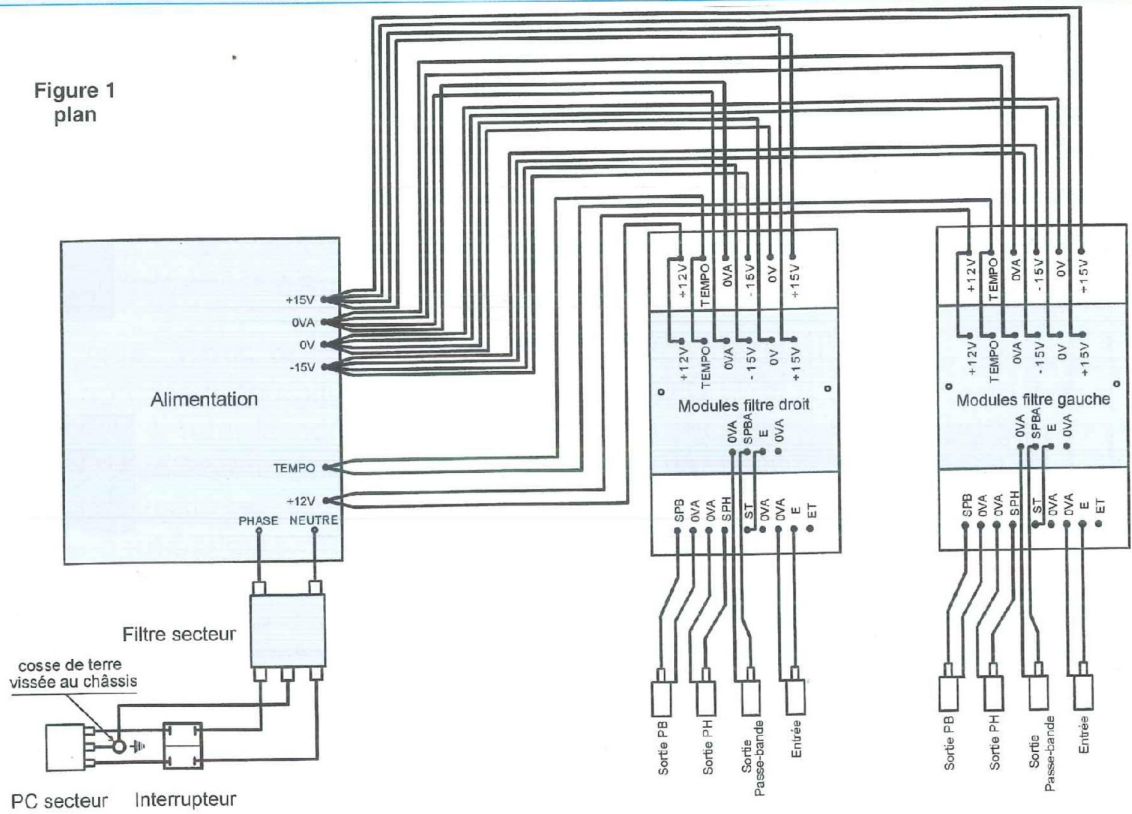


Figure 2

# UN GRAVE IMPRESSIONNANT

Figure 3

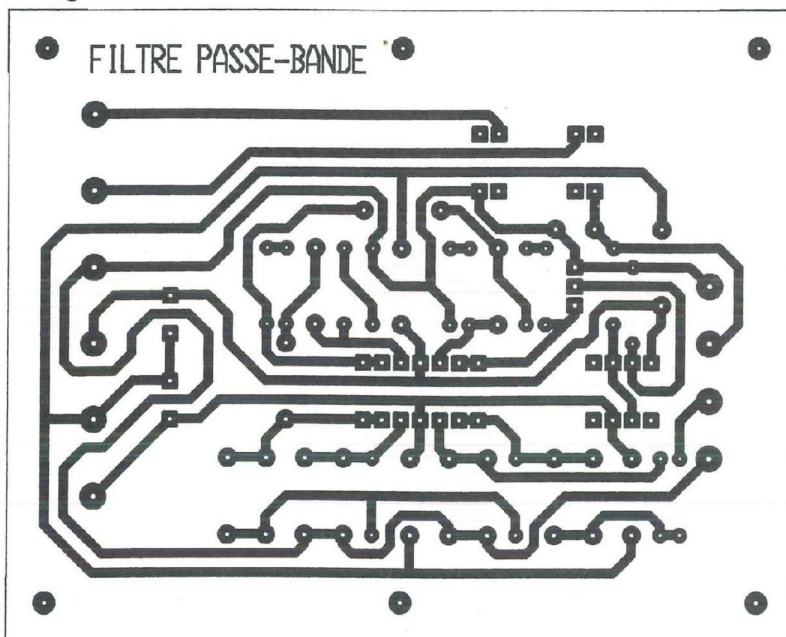
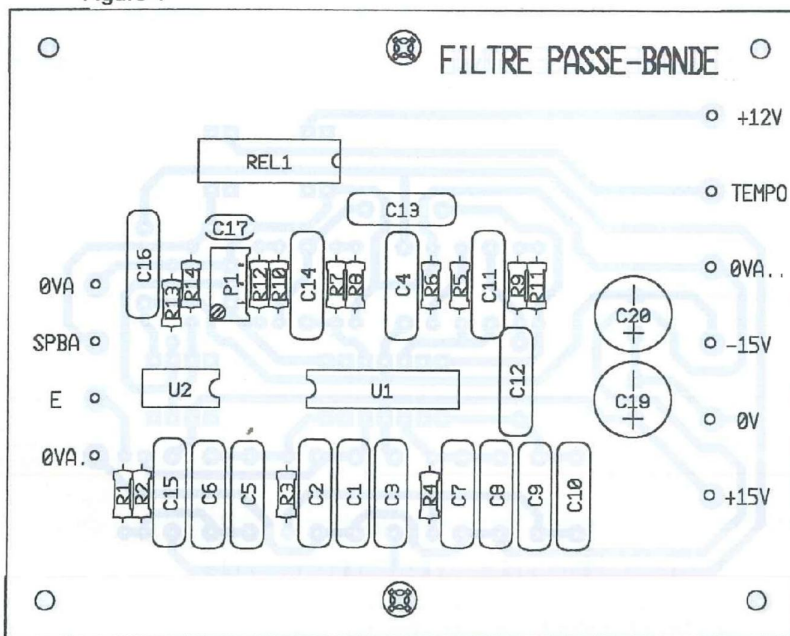


Figure 4



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- Résistances couche métallique 1 % MRS25 (pour Fc basse = 150 Hz et Fc haute = 1,8 kHz)  
R1, R2, R3 et R4 : 619  $\Omega$   
R5, R6, R7, R8, R11 et R12 : 7,5 k $\Omega$   
R9, R10 : strap  
R13 : 1 M $\Omega$   
R14 : 47  $\Omega$

- Semiconducteurs  
U1 : AD713JN

U2 : AD711JN

- Condensateurs chimiques polarisés pour montage radial  
C19 et C20 : 100  $\mu$ F/25 V

- Condensateurs polyester ou polypropylène WIMA MKSA 250V

C1, C5, C6, C7, C9, C10, C11, C12, C13, C14 : 100 nF triés et appariés

C3, C4, C15, C16 : 100 nF

- Condensateur céramique au pas de 5,08  
C17 : 10 nF/63 V

- Divers

P1 : 50 k $\Omega$  / 25 tours, vertical  
REL1 relais Reed CELDUC D31B5100, 12 V, 1 contact forme 1B (normalement fermé)  
10 picots pour circuit imprimé

Sur le schéma présenté, j'ai calculé et appliqué les valeurs pour une fréquence de coupure basse (Fc) 150 Hz et de coupure haute 1,8 kHz. En revanche, pour les condensateurs, j'ai conservé la valeur de 100 nF. Hormis R13, R14, C3, C4, C15, C16, C17, C19 et C20, les valeurs de tous les autres composants résultent de calculs.

### LE CIRCUIT IMPRIME

La figure 3 représente le tracé complet des pistes du module passe-bande. Celui-ci ne présente pas de difficultés particulières car il s'agit d'un simple face facile à réaliser.

Pour pouvez obtenir ce C.I. comme d'habitude en en faisant la demande à la revue.

### LE CABLAGE

La figure 4 schématise l'implantation des composants. Les valeurs des résistances calculées imposeront parfois la mise en série de deux composants. Dans le cas où une seule résistance suffit, n'oubliez pas de l'associer à un strap de manière à établir la continuité électrique sur le circuit imprimé.

Les condensateurs des réseaux passifs seront triés et appariés cellule par cellule.

### L'INTERCONNEXION

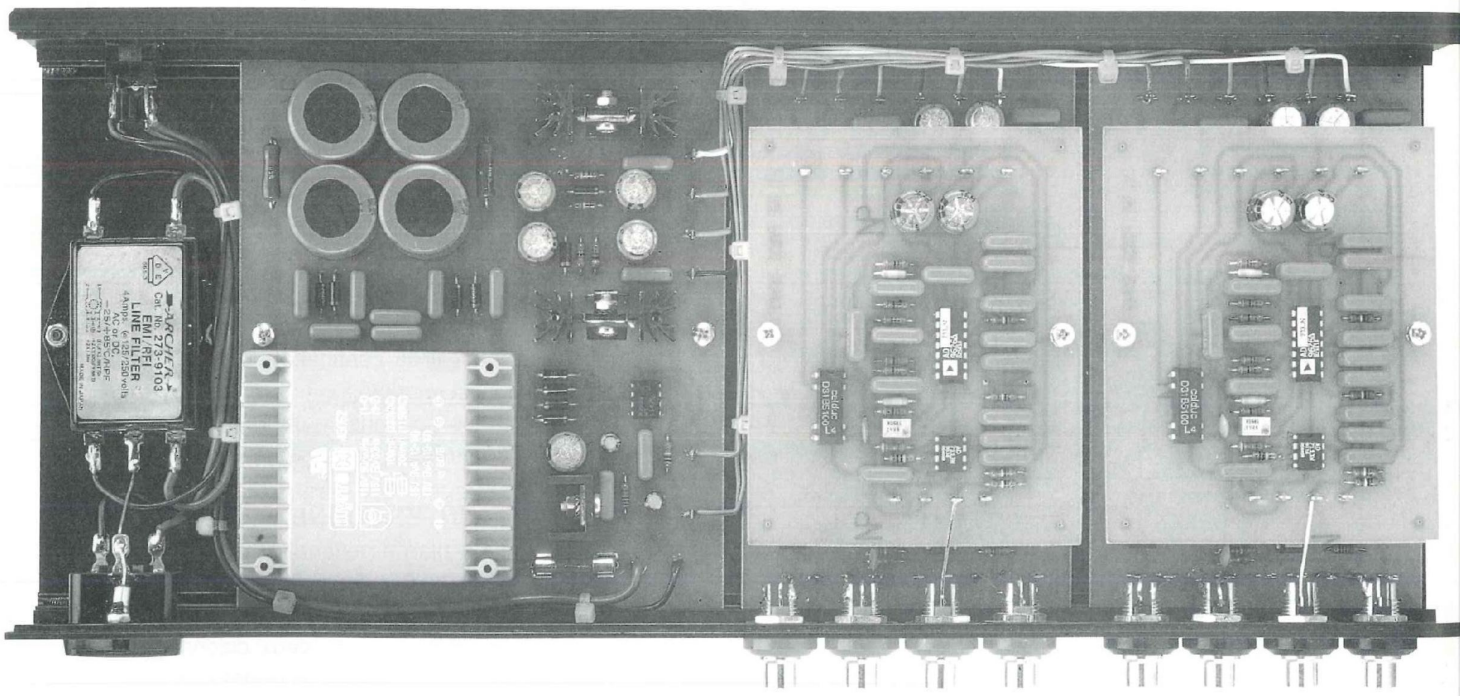
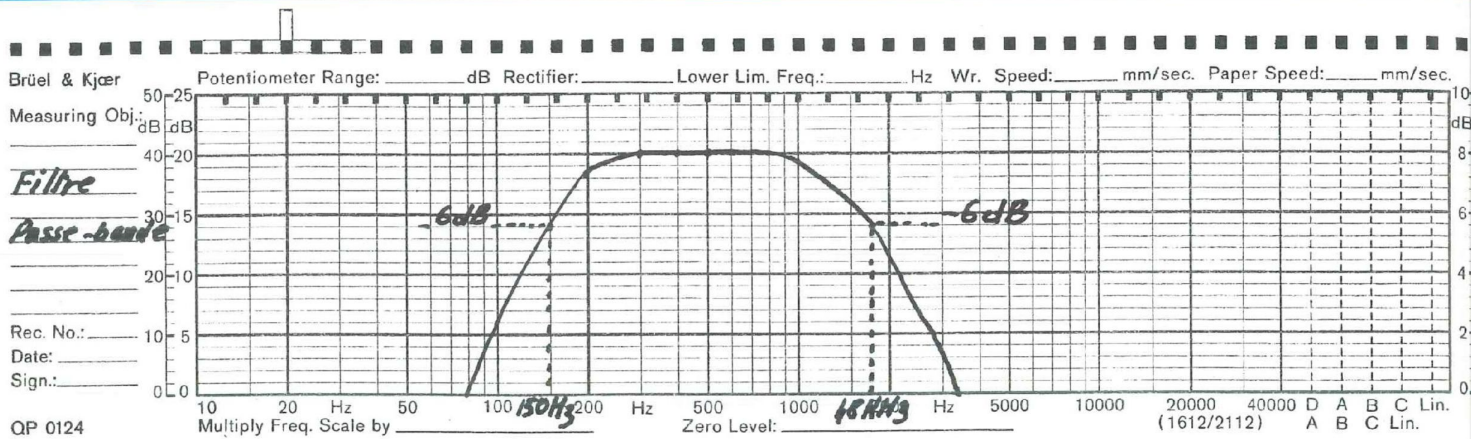
Le plan 1 aidera au câblage des deux modules qui seront préalablement superposés sur les modules passe-bas et passe-haut par deux colonnettes de 10 mm de hauteur. Je pense que ce plan est suffisamment précis et complet pour réussir l'interconnexion des différents modules.

La méthode de câblage demeure identique à celle décrite dans le numéro 156 et servira pour l'achèvement du montage.

### MESURES ET COURBES

A l'aide d'un voltmètre alternatif et d'un oscilloscope, j'ai effectué les mesures de réponse en fréquence, je les ai relevées point par point et inscrites sur une feuille de mesure.

# FILTRE ACTIF 3 VOIES POUR 13VX FOCAL OU PR330M0 AUDAX



La courbe 1 schématise la réponse en fréquence du filtre passe-bande. On constate que le résultat correspond bien au but recherché : coupure basse à 150 Hz à -6dB et 1,8 kHz à -6dB.

## INSTALLATION ET REGLAGES

Comme pour la version deux voies, le réglage des niveaux de sorties se fera à l'aide d'un générateur ou d'un disque test et d'un sonomètre comme déjà indiqué dans les numéros précédents.

Cette opération demande un peu de temps et d'écoute afin d'optimiser l'installation pour la plus fidèle restitution possible.

## CONCLUSION

Avec cette troisième partie s'achève donc notre étude d'un filtre trois voies qui trouvera sa place et son utilité au sein de tout système haute fidélité qui se respecte. Ce nouvel élément permet de s'achemi-

ner petit à petit vers une installation complète de haut de gamme à un prix défiant toute concurrence, comparé aux réalisations commerciales.

Rendez-vous maintenant, pour le prochain article tant attendu : EURIDIA bis.

**Jean-Claude GAERTNER**  
**Gabriel KOSSMANN**

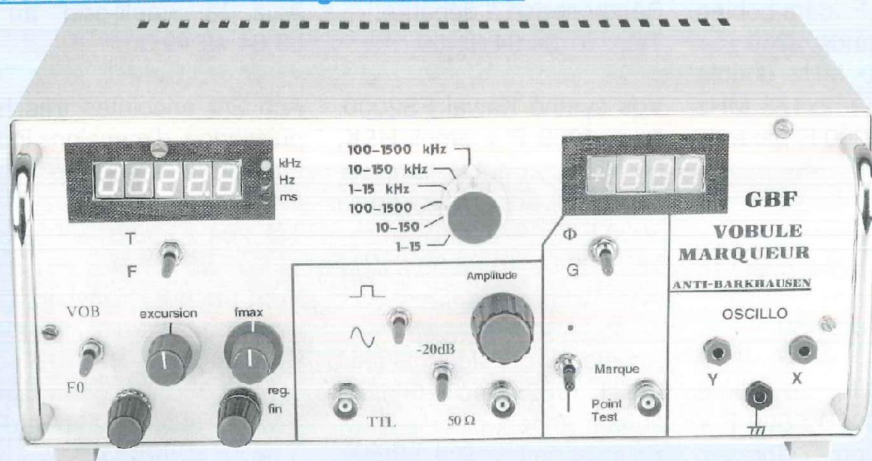
[Gabriel.kossmann@wanadoo.fr](mailto:Gabriel.kossmann@wanadoo.fr)





# GENERATEUR VOBULÉ 1 Hz - 1,5 MHz - MARQUEUR L'ANTI - BARKHAUSEN

Poursuivons cette étude passionnante par un peu de théorie sur l'étage «Fréquence/mètre/Période/mètre» ainsi que sur les alimentations stabilisées nécessaires pour faire fonctionner ce Générateur Vobulé de grande classe.



**N**ous entreprendrons ensuite la réalisation des premiers modules. Oscillateur, vobulateur et fréquence/mètre demandant 9 cartes imprimées.

### FREQUENCEMETRE - PERIODEMETRE

En fréquence/mètre, la sélection de porte PF est effectuée par le multiplexeur C140, et la sélection des impulsions à compter IF, par C141 : figure 13. La voie sélectionnée parmi les huit est déterminée par les entrées codées A, B et C. Celles-ci viennent précisément du codeur C137, qui sort le code ABC selon celle de ses entrées D0 à D7 qui est à 1.

G1, G2 et G3 : On compte 8f pendant 1,25 s.

G4 non vobulée : f pendant 1 s.

G5 non vobulée : f/ 10 pendant 1 s.

G6 non vobulée : f/ 100 pendant 1 s.

G4 ou G5 vobulée : 8f pendant 12,5 ms.

G6 vobulée : f pendant 10 ms.

En période/mètre, la porte PT consiste en des impulsions positives de  $f/2$ , qui sont espacées au moins de la période du second monostable de C134, pour la lisibilité du résultat : figure 14. Ce schéma est exactement celui du Led n°144. Les impulsions IT sont sélectionnées par deux sorties du codeur : 1 MHz en G3, 100 kHz en G2 et 10 kHz en G1.

L'inverseur F-T ne voit la commande de période acceptée que sur les trois gammes inférieures. La commutation de porte et d'impulsion se fait par deux inverseurs du quadruple inverseur C146.

La porte utile est en fait synchronisée par C147 sur les fronts descendants des impulsions, pour éviter de compter une impulsion de trop, comme dans le n°144.

La fermeture de la porte donne l'impulsion de transfert TR, et le monostable C148 donne la RAZ.

En figure 14, on voit également la commande des trois témoins à LED :

kHz pour les gammes 4,5 et 6.  
ms en période/mètre

Hz en fréquence/mètre pour les gammes 1,2 et 3.

Le module de comptage et d'affichage est représenté figure 15. On utilise des afficheurs de 10 mm à cathode commune, dont le brochage est également indiqué sur cette figure.

L'allumage des points décimaux répond au tableau A.

La solution sans doute la plus simple est de considérer que :

$$Pd4 = TG3 + \overline{Vob} \ G4$$

$$Pd2 = G6 + G1 + G123 \overline{T}$$

$$Pd3 = \overline{Pd2} + Pd4$$

On utilise alors le C157, qui est un double  $ab+cd$  (figure 16). T a déjà été obtenu, mais loin d'ici, il est plus pratique d'utiliser une autre porte.

### ALIMENTATIONS DES PREMIERS MODULES

Le fréquence/mètre et le vobulateur sont alimentés par un 5 V, un 8 V et un - 8 V communs : figure 17.

L'oscillateur et le circuit de sortie demandent un 5 V, un 8 V, un - 8 V, un 18 V et un - 18 V.

En sortie des - 8 V se trouve une résistance dont le débit assure le fonctionnement sans autre charge.

### REALISATION DES PREMIERS MODULES

Les modules oscillateur, vobulateur et fréquence/mètre demandent 9 cartes imprimées :

NUMHORIZ, double face. Elle contient l'octupleur de fréquence, l'alimentation des modules fréquence/mètre et vobulateur, la porte de période/mètre, le convertisseur fréquence-tension.

OSCAV (carte avant de l'oscillateur), double face montée sur le commutateur de gammes.

OSCAR (carte arrière de l'oscillateur), simple face montée sur ce même commutateur.

GAMMES, simple face montée également sur le commutateur.

# L'ANTI - BARKHAUSEN

Figure 14

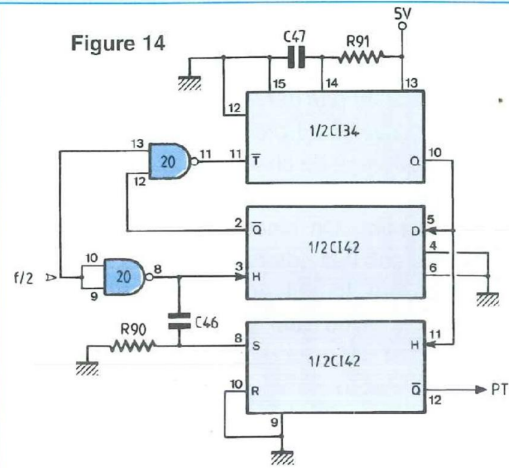


Figure 13

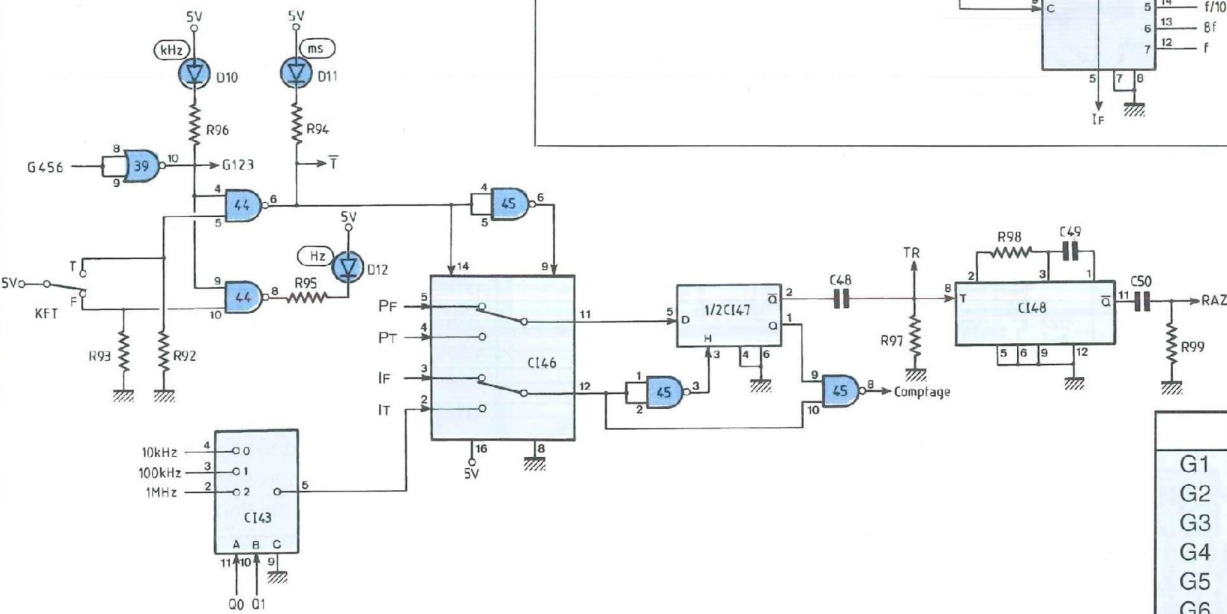
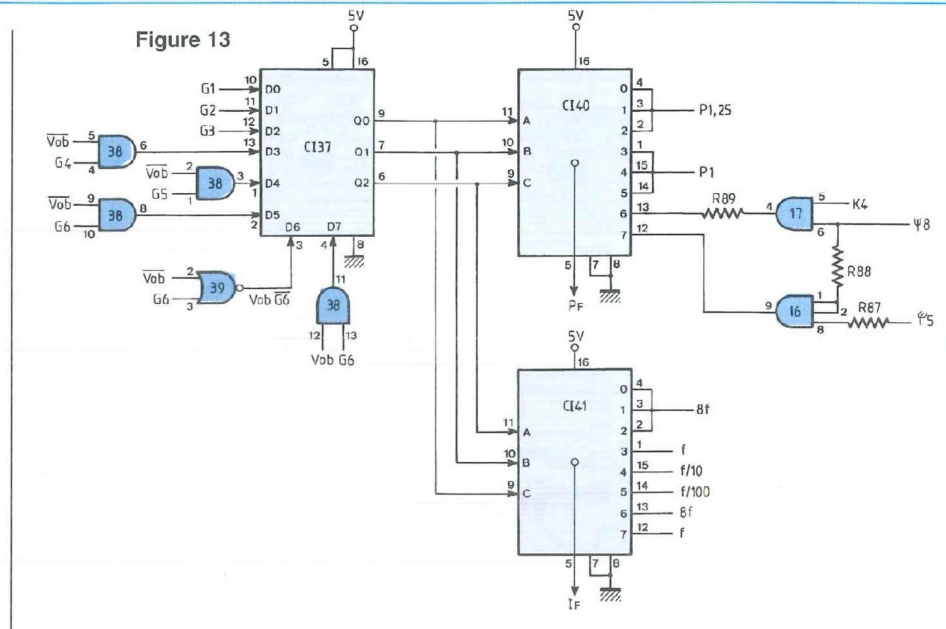


Tableau A

	F Vob	F fixe	T
G1	X	Pd2	Pd2
G2	X	Pd2	Pd3
G3	X	Pd2	Pd4
G4	Pd3	Pd4	X
G5	Pd3	Pd3	X
G6	Pd2	Pd2	X

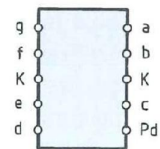
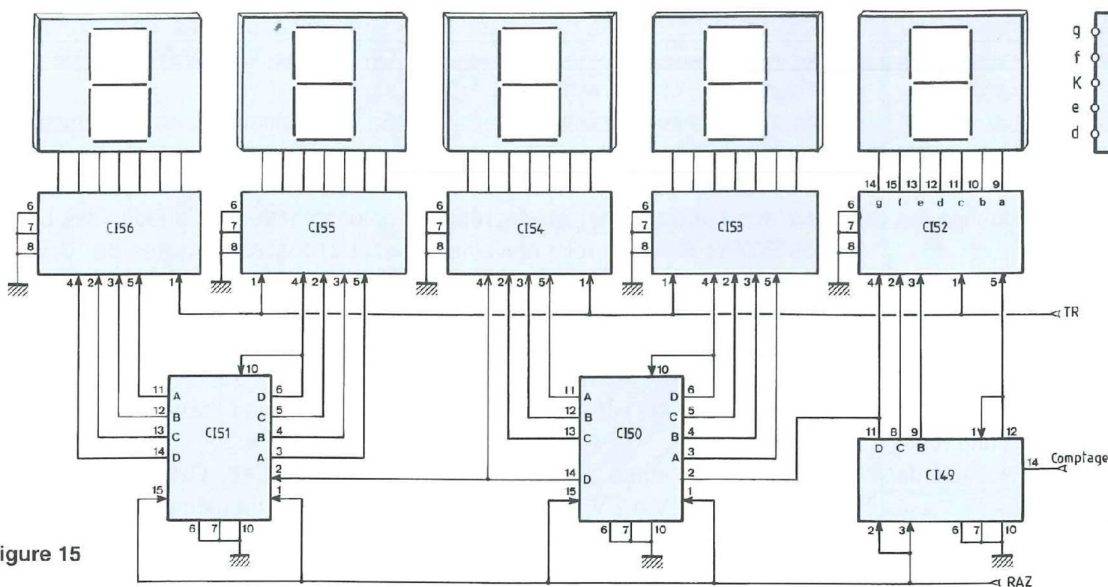


Figure 15



# GÉNÉRATEUR VOBULÉ 1 Hz - 1,5 MHz - MARQUEUR

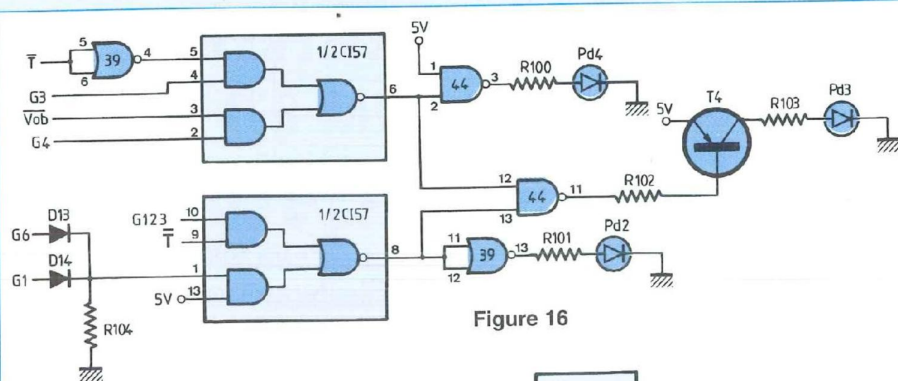


Figure 16

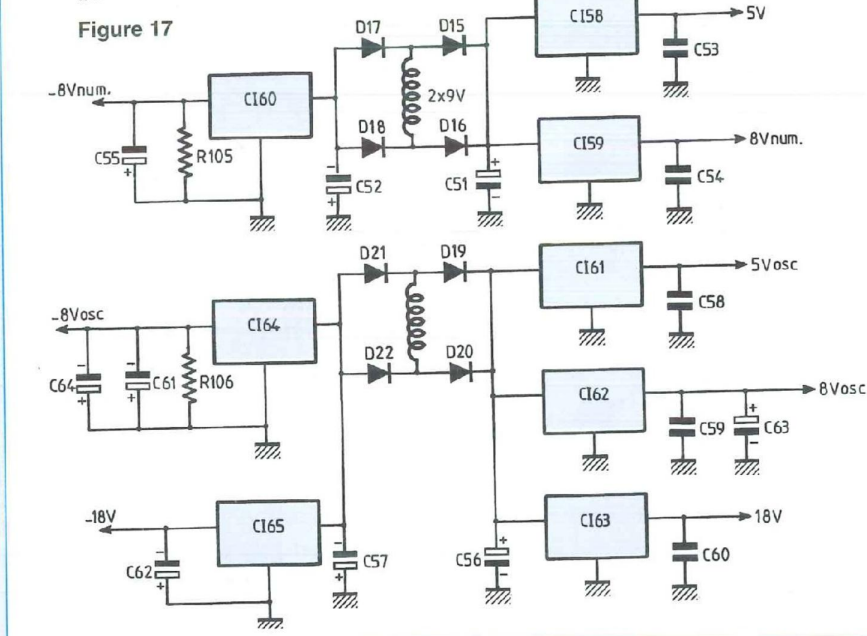


Figure 17

AMPLI montée aussi sur le commutateur. NUMVERT, double face, contenant l'essentiel du module fréquencemètre, avec la base de temps, les portes de comptage et les compteurs, enfichée sur un connecteur de NUMHORIZ et sur un connecteur de AFFICHEF, double face, portant les afficheurs de la fréquence (ou période).

VOB, double face, plantée sur un connecteur de NUMHORIZ;

SORTIE, simple face, avec l'alimentation de l'oscillateur, seule utile dans cette première partie.

Comme d'habitude, on indique une réalisation par étapes, avec vérification de chaque étape.

1°) On commence par l'alimentation de la carte NUMHORIZ (figures 18,19 et 20).

2°) On soude le connecteur 10 points sur cette carte (sans oublier de souder au préalable les deux traversées qui se trouvent dessous), et on vérifie les trois bornes d'alim de ce connecteur.

On commence la carte VOB (figures 21,22 et 23) par ses AOP, ses picots (situés sur l'autre face), et les résistances R37 et R44. On relie également le potentiomètre P1 en série avec R38 (dont la place est prévue en façade). Il est inutile de mettre de suite le réglage fin. Provisoirement, l'entrée 5 de CI25 sera reliée à R37 et l'entrée 3 de CI24 à la masse.

On vérifie que la sortie de CI21d varie bien d'environ 0,1 V à 2 V, celle de CI25b étant de 2 V et celle de C24a de 0 V.

3°) Les huit optorésistances dont on dis-

pose n'étant pas parfaitement identiques, il est conseillé de procéder maintenant à un équilibrage de chaque quatuor (l'équilibrage général serait inutile et forcément moins bon). On place sur maquette les diodes des huit optorésistances en série, et on leur fournit environ 2 mA, par exemple avec une résistance-série de 6,2 kΩ et une alim de 24 V.

On les classe par valeur décroissante de la résistance, la plus grande étant OR1, etc..., chacune obtient le numéro attribué dans l'appareil. On uniformise les valeurs des résistances effectives de chaque quatuor en ajoutant la résistance série adéquate pour s'aligner sur les valeurs respectives de OR1 et OR5. Le circuit imprimé ne prévoit donc pas de résistance série pour ces deux optorésistances. Puis on fournit un courant de 100 μA, et on uniformise les valeurs effectives sur la plus basse par la résistance parallèle adéquate. Deux emplacements pour résistance parallèle seront inoccupés.

Les optorésistances et leurs résistances d'équilibrage sont immédiatement placées sur les cartes OSCAR (figures 24 et 25) et OSCAV (figures 26,27 et 28).

4°) On continue les deux cartes oscilateur par la nappe N1 entre ces deux cartes, et la nappe N2 VOB-OSCAV. Le connecteur mâle de N1 sur OSCAV est placée côté cuivre, d'ailleurs les soudures sont prévues côté composants. On termine les générateurs de courant sur VOB.

En fonctionnement, on doit constater l'allumage des deux LED, la luminosité de D8 étant variable par la commande du potentiomètre. Les anodes des LED doivent être assez proches de 0 V, et les sorties de leur AOP respectif à un potentiel double.

5°) Alimentation de la carte SORTIE (figures 29 et 30).

6°) On termine l'oscillateur sur les deux cartes.

C16, C17, C18, C22, C23, sont placés côté cuivre, de même que R3. Il faut les placer avant la galette, pour couper leurs pattes au plus court, car elles ne doivent

Figure 18

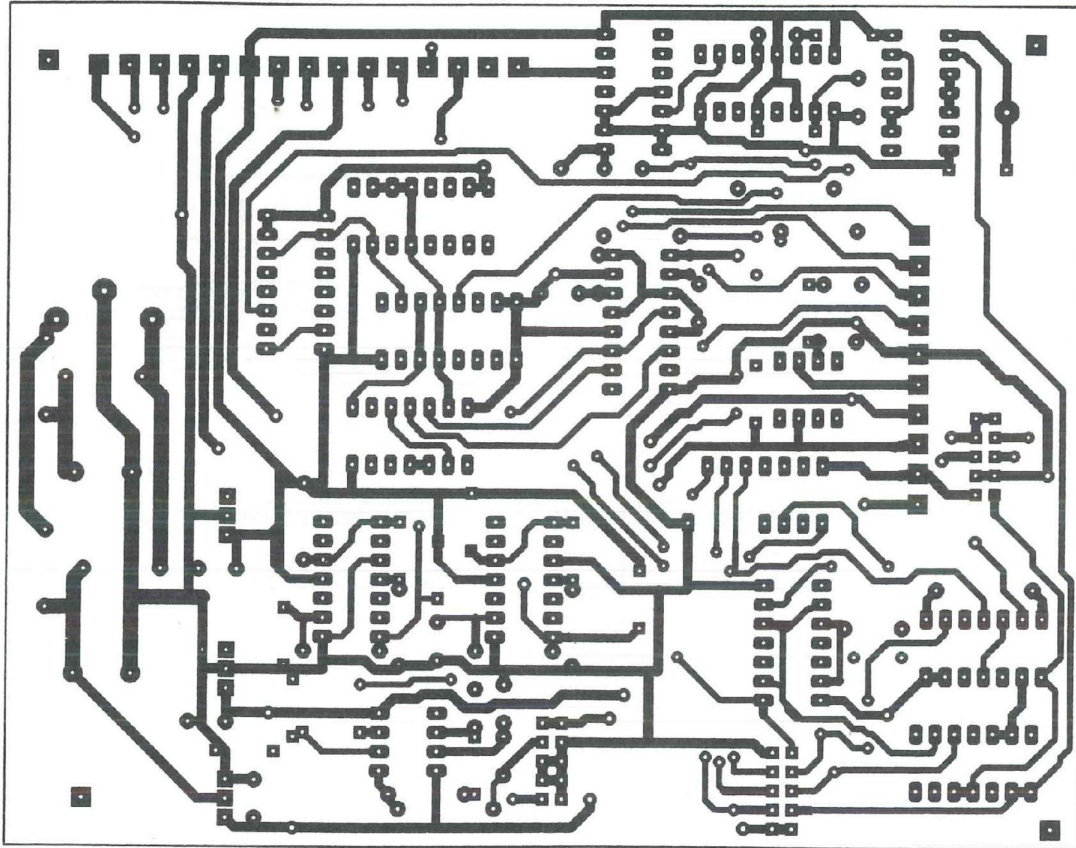
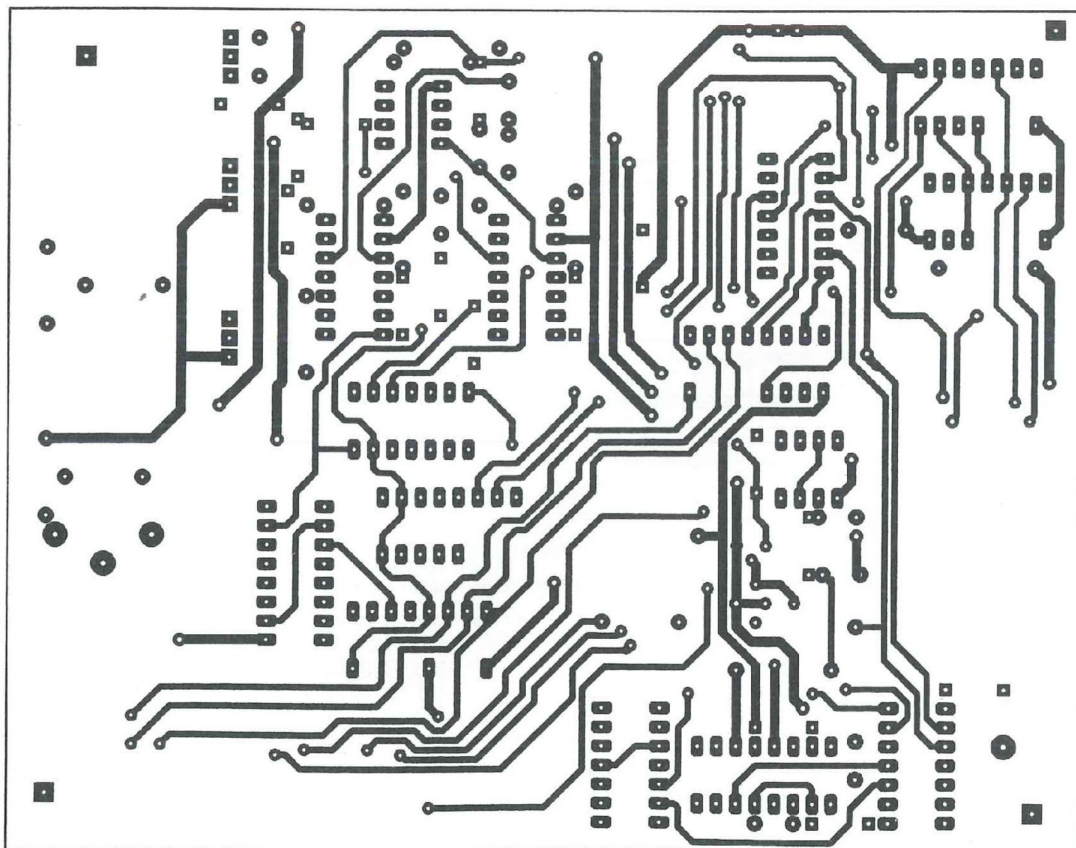
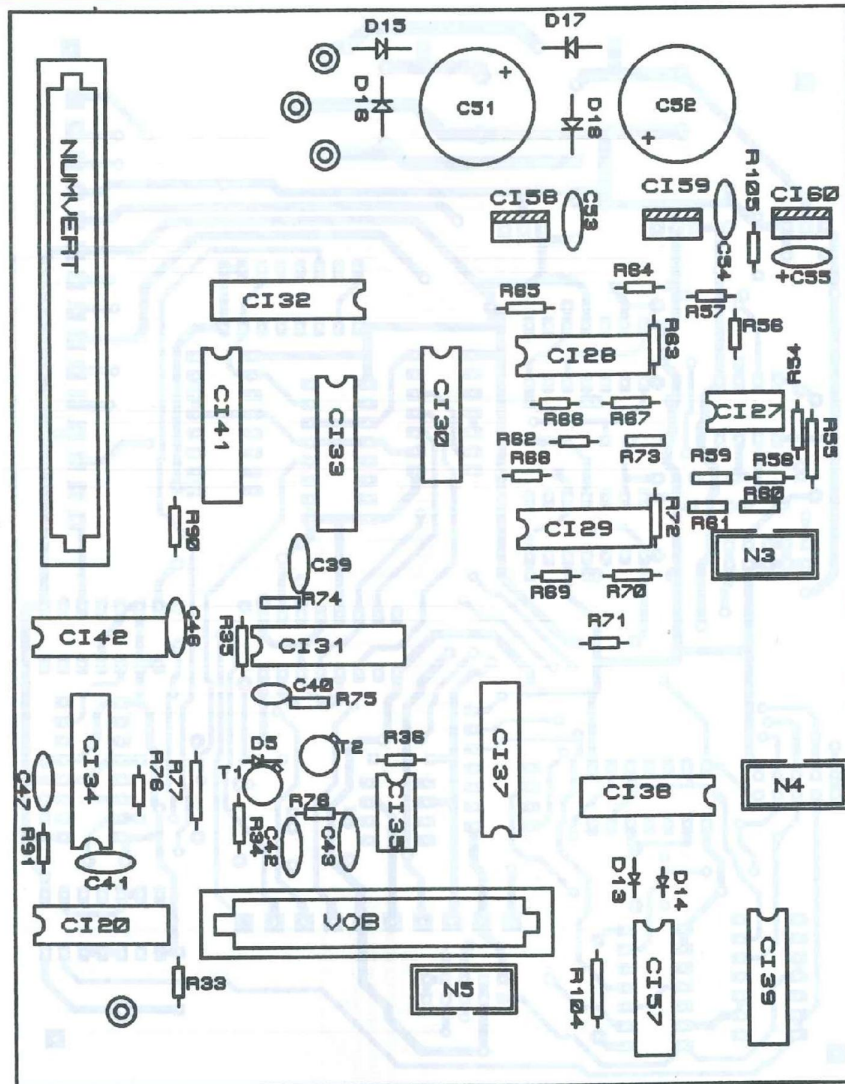


Figure 19



# GÉNÉRATEUR VOBULÉ 1 Hz - 1,5 MHz - MARQUEUR

Figure 20



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### NUMHORIZ

#### - Circuits intégrés

CI120 : HCT00  
 CI27 : TL 082  
 CI28, CI 29 : LM 319  
 CI30 : HCT86  
 CI31 : 4528  
 CI32 : 4518  
 CI33 : HCT151  
 CI34 : 4528 ou 4098  
 CI35 : TL 081  
 CI37 : 4532  
 CI38 : HCT08  
 CI39 : HCT02  
 CI41 : HCT151  
 CI42 : 4013

CI57 : 74LS51  
 CI58 : 7805 (radiateur)  
 CI59 : 7808  
 CI60 : 7908

#### - Diodes

D5, D13, D14 : 1N4148  
 D15, 16, 17, 18 : 1N 4004

#### - Transistors

T1, T2 : BC 547

#### - Résistances

R33 : 100 kΩ

R34 : 68 kΩ  
 R35 : 39 kΩ  
 R36 : 15 kΩ  
 R54, R55 : 10 kΩ / 1 %  
 R56 : 4,12 kΩ / 1 %  
 R57 : 10 kΩ / 1 %  
 R58, R60 : 14 kΩ / 1 %  
 R59, R61 : 10 kΩ / 1 %  
 R62, R65, R68, R71 : 1 kΩ  
 R63, R66, R69, R72 : 10 kΩ  
 R64, R67, R70, R73 : 330 Ω  
 R74, R75 : 5,6 kΩ  
 R76 : 4,7 kΩ  
 R77, R78, R90 : 10 kΩ  
 R91 : 3,3 MΩ  
 R105 : 1 kΩ

#### - Condensateurs

C39, C40 : 18 pF  
 C41 : 1 nF  
 C42, C43 : 47 nF  
 C46 : 10 nF  
 C47 : 220 nF  
 C51, C52 : 2200 μF, 25 V  
 C53, C54 : 100 nF  
 C55 : 1 μF tantale

#### - Divers

1 connecteur 15 points, pas 3,96  
 1 connecteur 10 points, pas 3,96  
 3 HE-10 mâle 2 x 5 points  
 4 Picots

Figure 21

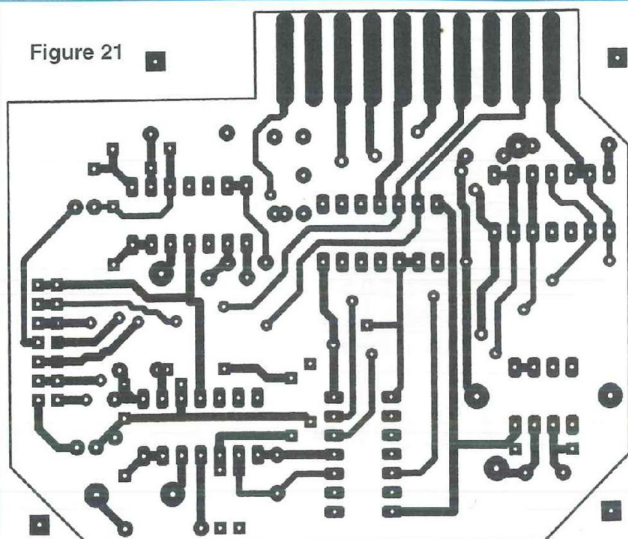


Figure 22

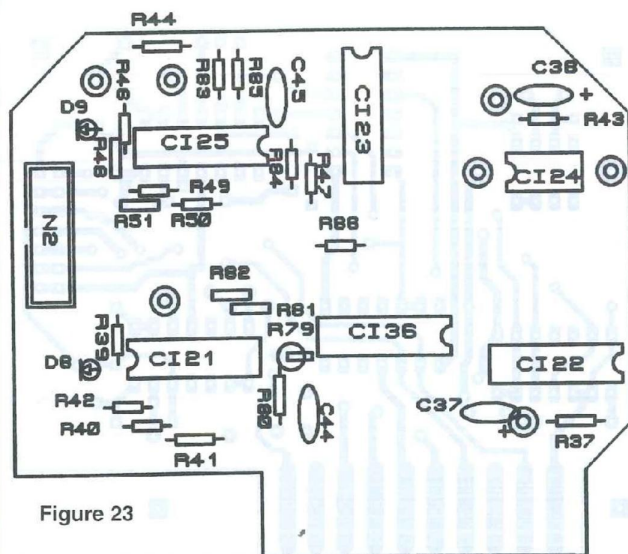
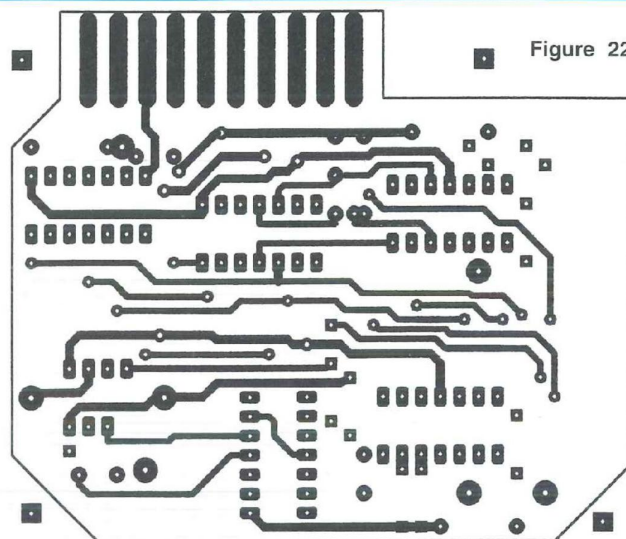


Figure 23

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### VOB

	R43 : 150 k $\Omega$
	R44 : 6,8 k $\Omega$
	R46, R47, R48, R49 : 1 k $\Omega$ / 1%
	R50, R51 : 10 k $\Omega$ / 1%
	R79, R80, R81, R82 : 10 k $\Omega$ / 1%
	R83 : 100 k $\Omega$
	R84 : 15 k $\Omega$
	R85 : 120 k $\Omega$
- Circuits intégrés	
CI21 : TL084	
CI22 : 4011	
CI23 : 4016	
CI24 : TL082	
CI25 : TL084	
CI36 : 4016	
- Condensateurs	
C37, C38 : 1 $\mu$ F	
tantale	
C44 : 100 nF	
C45 : 100 nF	
- Diodes	
D8, D9 : LED 3 mm rouge	
- Résistances	
R37 : 75 k $\Omega$	
R38 : 1,2 k $\Omega$	
R39, R40 : 1k $\Omega$ / 1%	
R41, R42 : 10 k $\Omega$ / 1%	
- Divers	
1 HE-10 mâle 2 x 7 points	
7 Picots	

pas risquer de faire contact avec le rotor. Les fils de liaison carte-galette sont soudés lorsque ces deux éléments sont serrés par des vis l'un contre l'autre.

C15, C21, C24 sont placés au-dessus de leur galette, une patte passant dans le trou du picot de connexion, l'autre dans un trou existant du stator. On termine par les gros condensateurs.

Les deux cartes sont montées sur le commutateur, avec entretoises de 20 mm entre les deux, et une nappe de liaison très courte.

En alimentant maintenant la carte OSCAR par les trois fils prévus, l'oscillateur doit fonctionner en fréquence fixe

réglable. C'est un grand moment dans la réalisation. En sortie de CI3, on doit obtenir une superbe sinusoïde d'amplitude 1,8 V environ, amplitude légèrement croissante avec la fréquence sur toutes les gammes, sauf en gamme 6, où la croissance est très prononcée. On peut également vérifier les limites en fréquence de chaque gamme.

7°) On termine OSCAR par les CI et le MOS. En sortie de CI4, l'amplitude doit être pratiquement constante et de l'ordre de 3 V en gamme 6. Toutefois il n'est pas exclu de devoir un peu adapter les valeurs des composants à chaque réalisation. Sur les autres gammes, l'amplitu-

de est voisine de 4 V, sans modification pour la constance.

La sortie de CI26b doit être de même amplitude que celle de CI26a, et en quadrature avance, avec une distorsion visible.

8°) On place le transistor T2, ainsi que R35, R36, et D5. Puis la nappe N3 OSCAR-NUMHORIZ. En reliant R35 au 8 V, on passe au quatuor de vobulation, qui donne dans ces conditions provisoires une fréquence fixe de l'ordre du maximum de la gamme.

9°) On met en place CI27 et les 2 comparateurs doubles. S5 et S4 doivent être des sinusoïdes de même amplitude que

# GÉNÉRATEUR VOBULÉ 1 Hz - 1,5 MHz - MARQUEUR

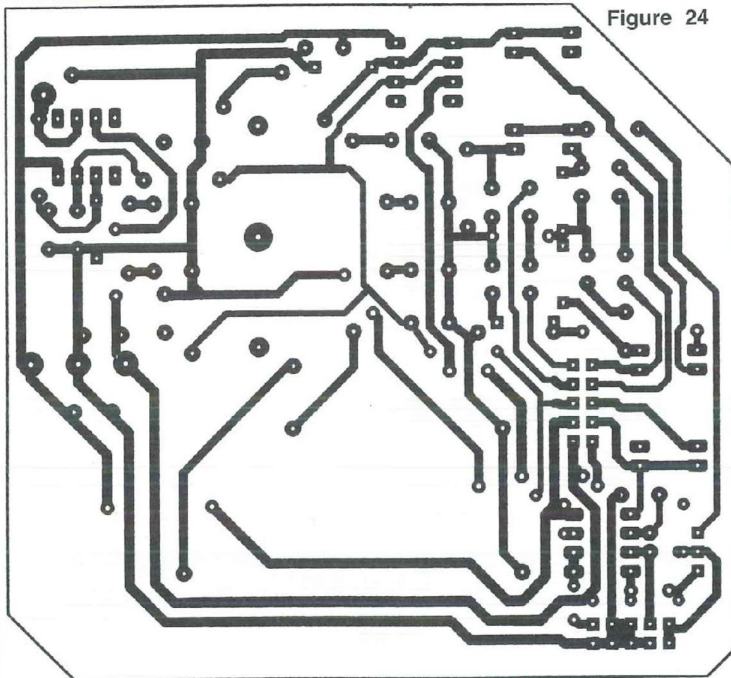


Figure 24

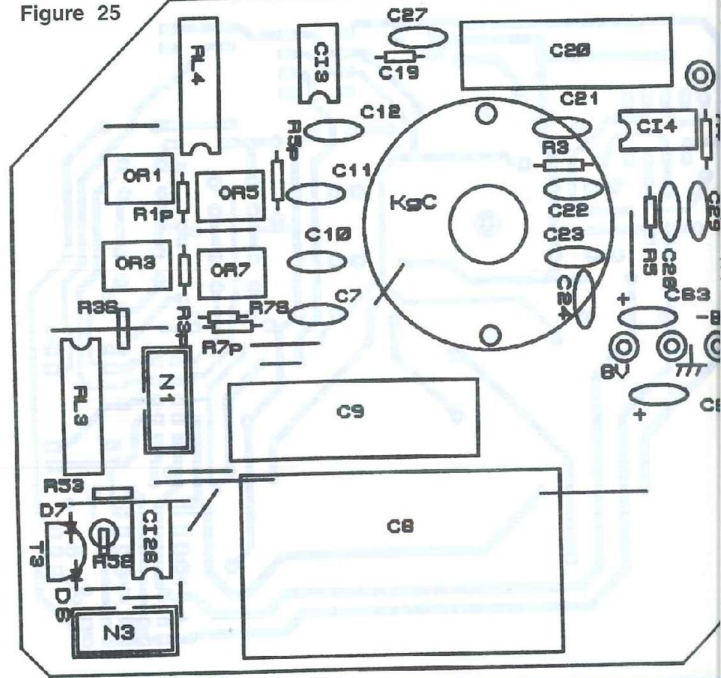


Figure 25

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### OSCAR

#### - Circuits intégrés

CI3, CI4 : AD 817 (disp. Radiospares)  
CI26 : OPA 2604

#### - Transistor

T3 : BS 250

#### - Diodes

D6, D7 : 1N 4148

#### - Relais

RL3, RL4 : Relais Reed 1RT, 5V

#### - Optorésistances

OR1, 3, 5, 7 : CLM 410 (disp. Selectronic)

#### - Résistances

R1p, R3p, R5p, R7p, R3s, R7s : voir texte.  
R3 : 1,2 kΩ  
R4 : 2,7 kΩ  
R5 : 2,2 kΩ

R52 : 4,02 kΩ / 1 %

R53 : 6,81 kΩ / 1 %

#### - Condensateurs

C7 : 820 pF styroflex  
C8 : 100 μF axial non polarisé (disp. Selectronic).  
C9 : 10 μF non polarisé, pas 27,5  
C10 : 1 μF  
C11 : 100 nF  
C12 : 10 nF  
C19 : 82 pF styroflex  
C20 : 10 μF non polarisé, pas 27,5

C21 : 1 μF

C22 : 100 nF

C23 : 10 nF

C24 : 1 nF

C27 : 100 nF

C28 : 100 pF

C29 : 22 pF

C63, C64 : 4,7 μF tantale

#### - Divers

1 Galette 2 x 6 positions 40 m  
2 HE-10 mâle 2 x 5 points  
4 Picots

S3, en avances de phase respectives de  $\pi/4$  et  $3\pi/4$ . Les sorties des 4 comparateurs, en créneaux 0-5V ont les mêmes décalages.

10°) On place le ou exclusif CI30 et le monostable CI31. Attention, seul le 4528 permet des impulsions assez fines ; le 4538 et le 4098 ne sont pas équivalents. On vérifie que la sortie 6 de CI 30 donne 8 impulsions par période, jusqu'à la plus grande fréquence où cet octupleur est utile : fréquence supérieure de la gamme 5.

11°) On monte et on met en place la carte GAMES ( figures 31 et 32) sur le commutateur, la face cuivrée en regard de la façade. Sa galette est placée côté cuivre.

On installe également N4 GAMES- NUMHORIZ. Les entretoises adéquates sur le commutateur sont :

Sabre - GAMES : 10 mm  
GAMES - OSCAV : 40 mm  
OSCAV - OSCAR : 20 mm

12°) Sur NUMHORIZ, on place les CI 32 et 33.

On vérifie les sorties f/10 et f/100 du 4518 ; la sortie de CI33 doit être f/10 en gamme 6, f en gamme 5, et 8f sur les autres.

13°) On installe le convertisseur tension-fréquence, avec les CI 34 et 35. En gammes 5 et 6, la sortie de CI35 doit évoluer de 0,2 V à 4 V environ selon la fréquence ; en gamme 4, de 0,16 à 3,2 V.

14°) On met en place sur la carte NUMHORIZ les CI 20, 37, 38, 39 et 41. On vérifie la sortie de CI41 :

En G6 : f/100 en fréquence fixe ; f en vobulation, c'est-à-dire en portant R33 à 5 V.

En G5 : f/10 en fréquence fixe ; 8f en vobulation.

En G4 : f en fréquence fixe ; 8f en vobulation.

En G3, G2, G1 : 8f.

15°) On termine le circuit de porte période, en ajoutant le CI42. La sortie PT doit donner une période tous les 0,5 s.

16°) On place le connecteur 15 points sur la carte NUMHORIZ ; et on débute la carte NUMVERT (figure 33,34 et 35) par



Figure 26

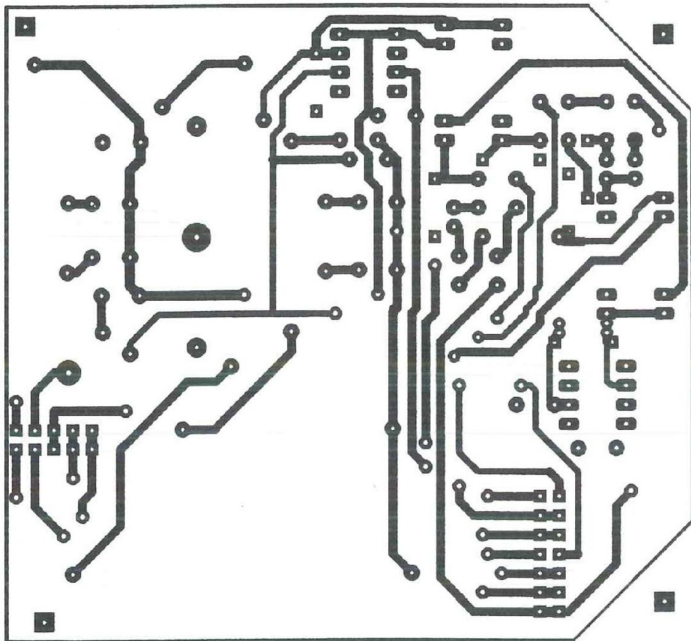


Figure 27

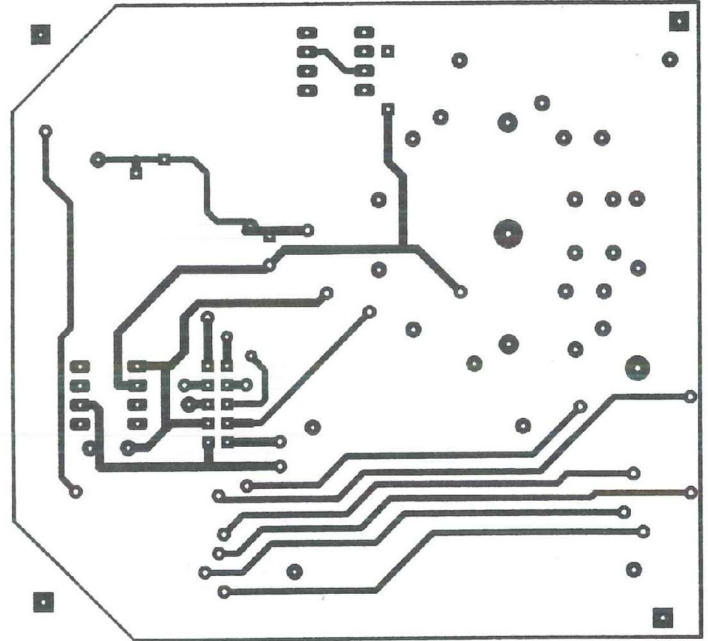
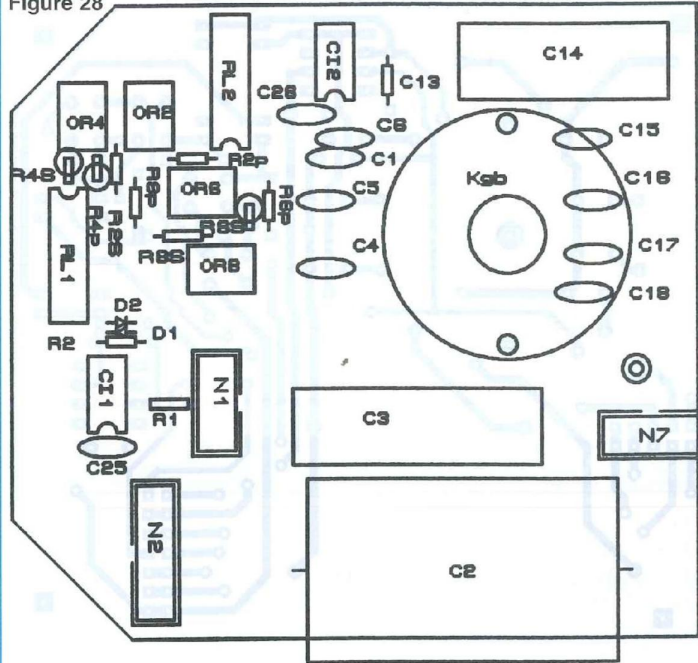


Figure 28



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### OSCAV

#### - Circuits intégrés

CI1, CI2 : AD 817  
(disp. Radiospares)

#### - Diodes

D1, D2 : 1N 4148 (du même lot)

#### - Relais

RL1, RL2 : Relais Reed 1RT, 5 V

#### - Optorésistances

OR2, 4, 6, 8 : CLM 410  
(disp. Selectronic)

#### - Résistances

R2s, R4s, R6s, R8s, R2p, R4p,  
R6p, R8p : voir texte.  
R1, R2 : 1,2 kΩ

#### - Condensateurs

C1 : 820 pF styroflex

C2 : 100 μF axial non polarisé  
(disp. Selectronic)

C3 : 10 μF non polarisé, pas  
27,5

C4 : 1 μF

C5 : 100 nF

C6 : 10 nF

C13 : 82 pF styroflex

C14 : 10 μF non polarisé, pas  
27,5

C15 : 1 μF

C16 : 100 nF

C17 : 10 nF

C18 : 1 nF

C25, C26 : 220 nF

#### - Divers

1 Galette 2 x 6 positions 40 mm

2 HE-10 mâle 2 x 5 points

1 HE-10 mâle 2 x 7 points

1 Picot

la base de temps. D'abord les CI 8 à 11, et on vérifie la sortie 100 Hz de ce dernier.  
17°) On continue par les CI 12 et 13, celui-ci devant donner ses sorties à 1,667 Hz.  
18°) Puis les CI 14, 15 et 16. On doit obtenir les portes de 1s et 1,25 s.

19°) Les CI 17, 18 et 19 permettent d'obtenir les signaux K1 à K4. L'oscillateur donne alors deux fréquences distinctes, car les relays Reed sont actionnés. Mais on place le transistor T1. On a alors une fréquence ou deux selon la commande de volubation.

20°) On place les deux multiplexeurs CI 40 et 43, et on vérifie la sortie de chacun selon la gamme et la commande de volubation.  
Pour PF :  
En G6 : 1s en fréquence fixe ; φ5ψ8 en volubation.

# GÉNÉRATEUR VOBULÉ 1 Hz - 1,5 MHz - MARQUEUR

Figure 29

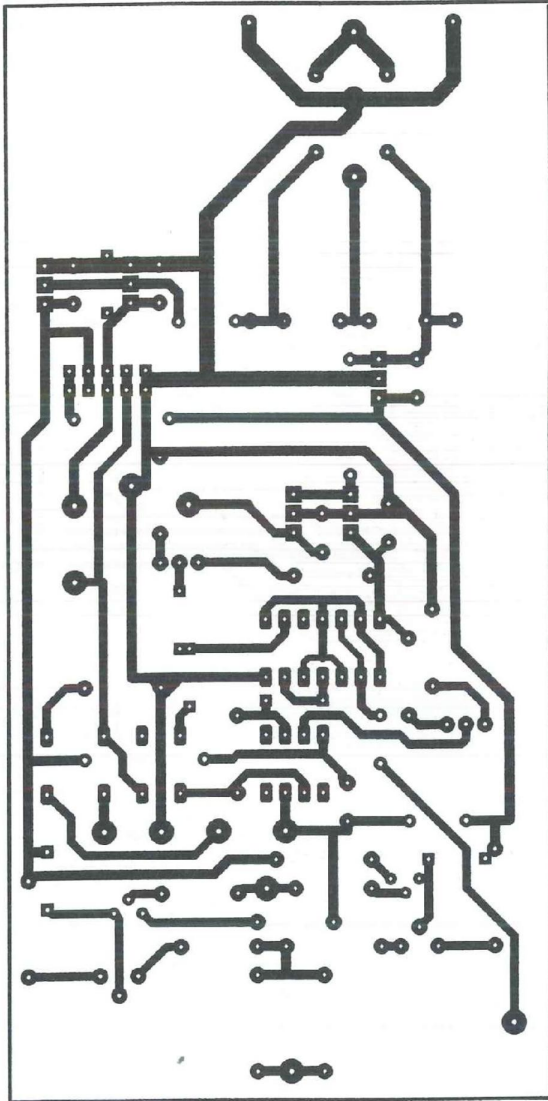
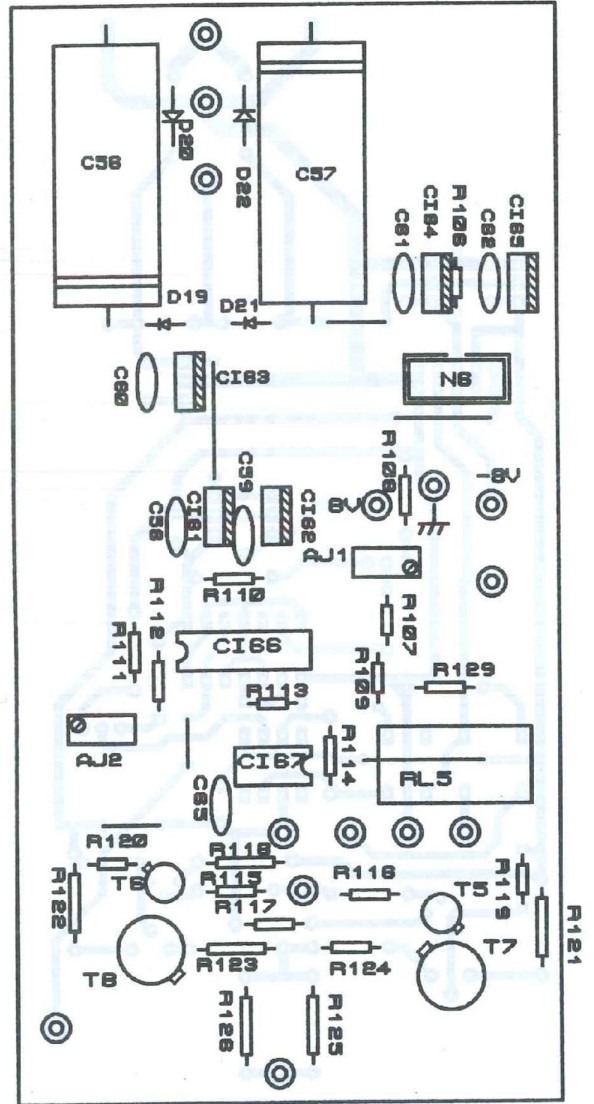


Figure 30



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### SORTIE

#### - Circuits intégrés

CI61 : 7805  
 CI62 : 7808  
 CI63 : 7818  
 CI64 : 7908  
 CI65 : 7918  
 CI66 : HCT14  
 CI67 : AD 844 (disp.  
 Radiospares, Selectronic).

#### - Transistors

T5 : BC 547  
 T6 : BC 557

T7 : 2N 2904

T8 : 2N 2219

#### - Diodes

D19, D20, D21, D22 :  
 1N 4004

#### - Résistances

R106 : 1 k $\Omega$   
 R107 : 1,5 k $\Omega$   
 R108 : 100  $\Omega$ .  
 R109 : 3,3 k $\Omega$   
 R110 : 470  $\Omega$   
 R111 : 560  $\Omega$

R112 : 1,5 k $\Omega$

R113 : 150  $\Omega$

R114 : 680  $\Omega$

R115, R116 : 47  $\Omega$ .

R117 : 270  $\Omega$

R118, R119 : 3,3 k $\Omega$

R120 : 270  $\Omega$

R121, R122 : 47  $\Omega$  / 1 W

R123, R124 : 4,7  $\Omega$

R125, R126 : 100  $\Omega$  / 1 W.

R129 : 390  $\Omega$

#### - Ajustables

Aj1 : 500  $\Omega$

Aj2 : 1 k $\Omega$

#### - Condensateurs

C56, C57 : 1000  $\mu$ F, 40 V,  
 axial  
 C58, C59, C60 : 100 nF  
 C61, C62 : 10  $\mu$ F tantale  
 C65 : 220 nF

#### - Divers

Relais : RL5 : 2RT, 12 V.  
 1 HE-10 mâle 2 x 5 points  
 14 Picots

# L'ANTI - BARKHAUSEN

Figure 31

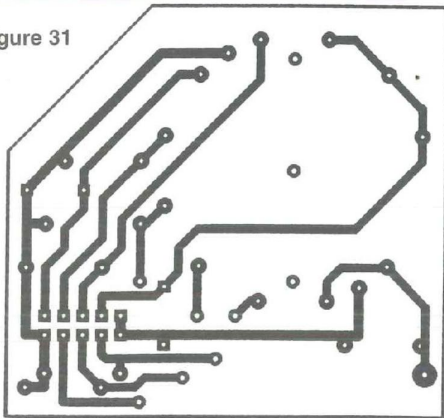
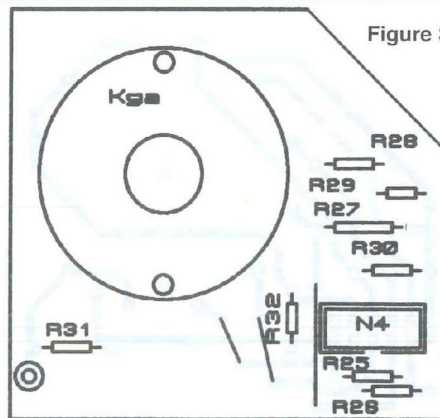


Figure 32



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### GAMMES

- R25, R26 : 100 kΩ
- R27, R28 : 1,5 kΩ
- R29, R30, R31, R32 : 100 kΩ
- 1 Galette 2 x 6 positions 40 mm
- 1 HE-10 mâle 2 x 5 points
- 1 Picot

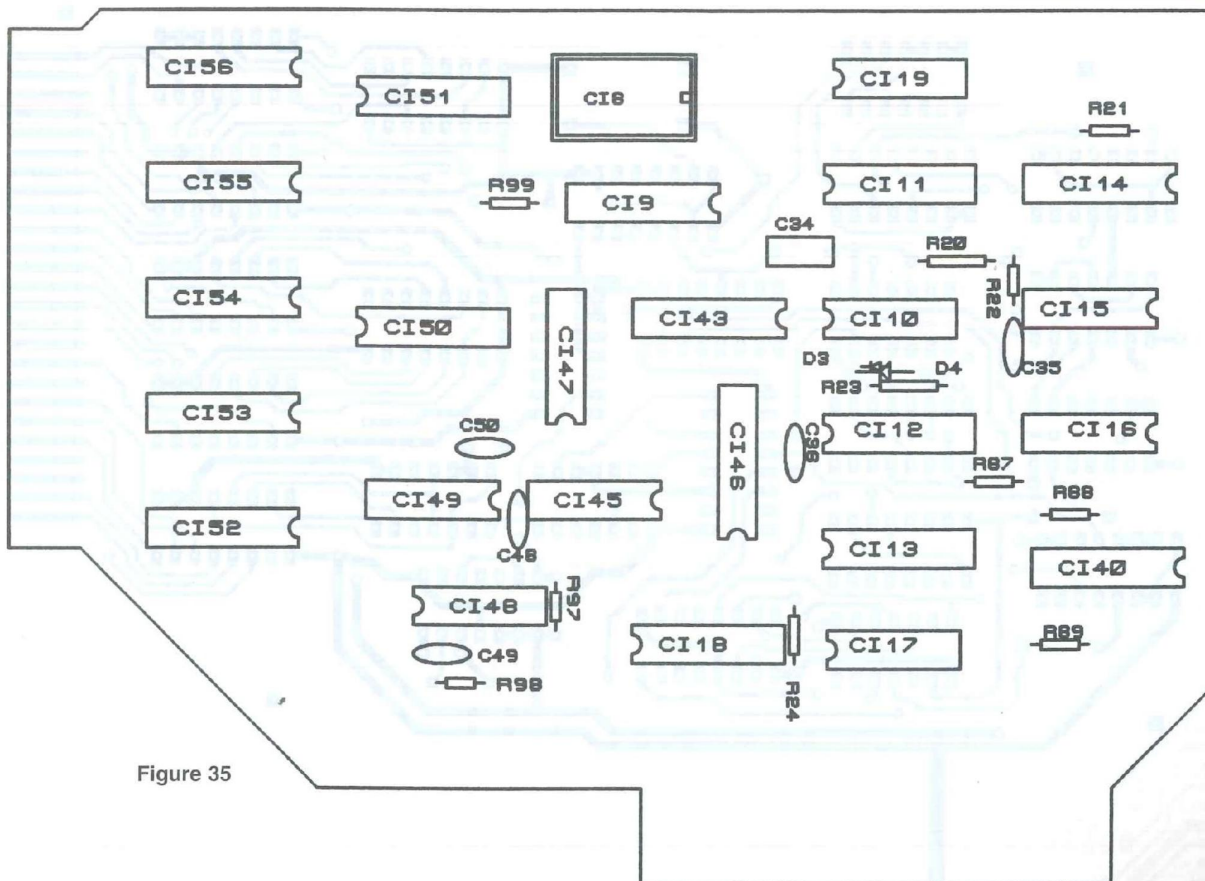


Figure 35

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### NUMVERT

#### - Circuits intégrés

- CI8 : Oscillateur quartz 1 MHz
- CI9 : 4518
- CI10 : 40106
- CI11 : 4518
- CI12 : 4022
- CI13 : 4017
- CI14 : 4518

- CI15 : 4013
- CI16 : 4073
- CI17 : 4081
- CI18 : 4043
- CI19 : 4082
- CI40, CI43 : HCT151
- CI45 : 74LS00
- CI46 : 4019
- CI47 : 4013
- CI48 : 4047
- CI49 : 74LS90

- CI50, CI51 : 4518
- CI52, 53, 54, 55, 56 : 4543

#### - Diodes

- D3, D4 : 1N 4148

#### - Résistances

- R20, R21, R22 : 10 kΩ
- R23 : 39 kΩ
- R24 : 10 kΩ
- R87, R88, R89 : 10 kΩ

- R97 : 10 kΩ

- R98 : 100 kΩ

- R99 : 2,2 kΩ

- R104 : 1,5 kΩ

#### - Condensateurs

- C34 : 1nF
- C35, C36 : 2,2 nF
- C48 : 22 nF
- C49, C50 : 10 nF

Figure 33

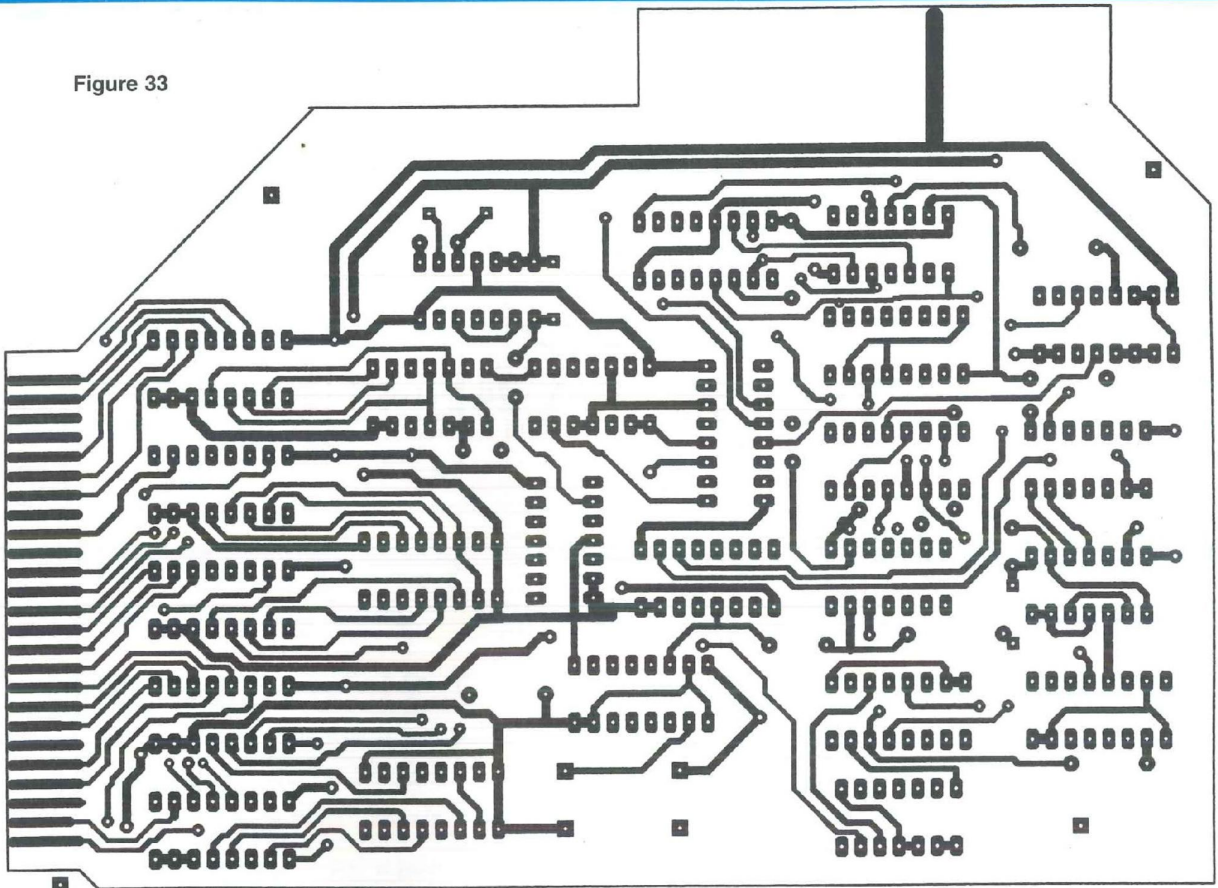


Figure 34

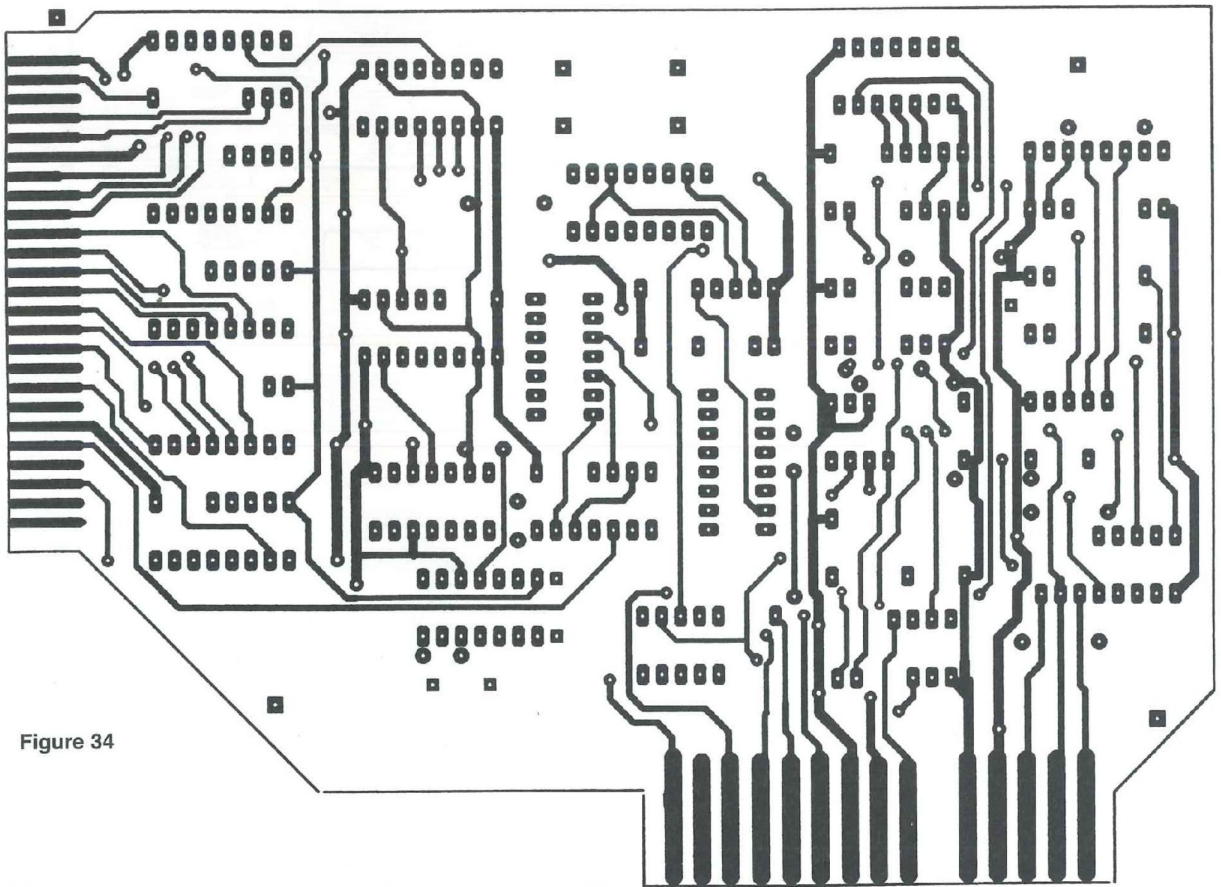


Figure 36

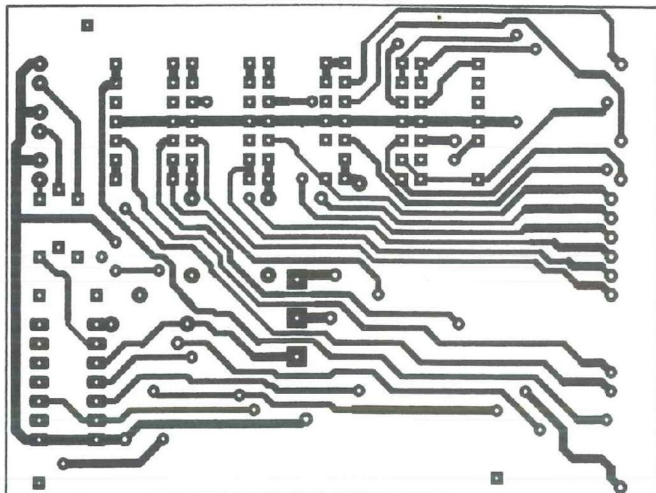


Figure 37

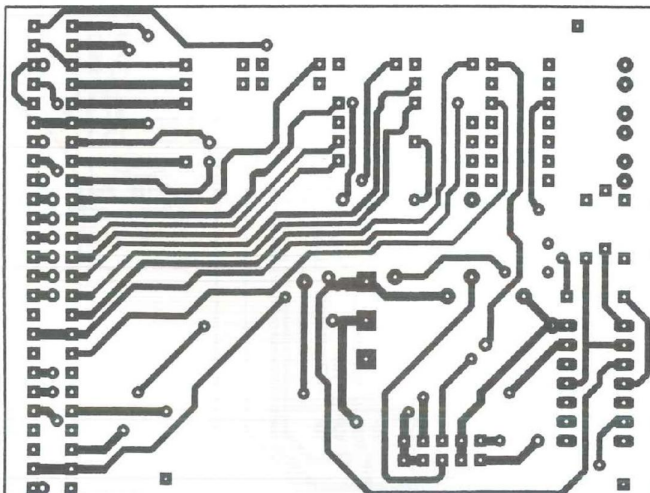
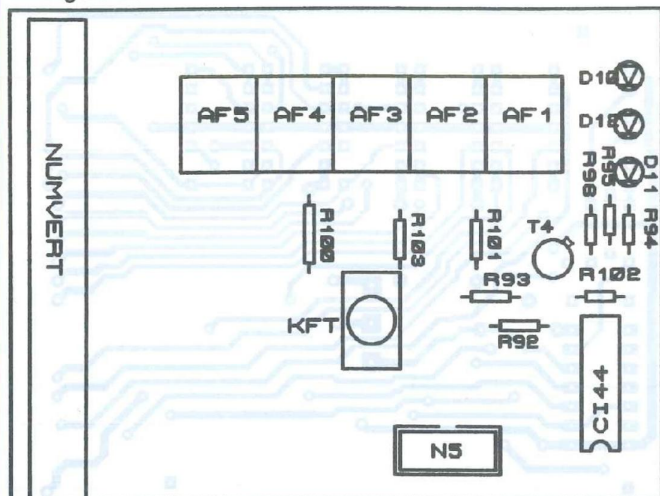


Figure 38



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### AFFICHEF

AFFICHEURS : 10 mm cathode commune, HD1107 ou équivalent.

CI44 : HCT00

D10, D11, D12 : LED 3mm cylindriques de couleurs différentes.

R92, R93 : 82 k $\Omega$

R94, R95, R96 : 390  $\Omega$

R100, R101, R103 : 470  $\Omega$

R102 : 33 k $\Omega$

KFT : Inverseur simple à levier

1 Connecteur 2 x 25 points, pas 2,54

1 HE-10 mâle 2 x 5 points

En G5 et G4 : 1s en fréquence fixe ; K4 $\psi$ 8 en vobulation.

En G3, G2 et G1 : 1,25 s.

Pour IT :

10 kHz en G1 ; 100 kHz en G2 ; 1 MHz en G3.

21°) On place les CI 45 et 46, et on vérifie les deux sorties de ce dernier. Pour cela, un fil provisoire sur les entrées 4 et 5 du 45 sera relié à 0 ou 5 V, pour la commande de période.

22°) C'est le tour des CI 47 et 48, celui-ci doit donner une impulsion négative après fermeture de la porte de comptage.

23°) On place les trois CI compteurs, et les impulsions de comptage doivent parvenir sur la dernière décade.

24°) On fait retour à la carte VOB, pour la terminer. On vérifie en sortie de CI24b la rampe descendante de 0 à (-2 V) en K3 ; en sortie de CI25a la rampe descendante de 1 V à (-1 V) en K1. La sortie de CI21b doit reproduire celle de CI35, et la sortie de CI21c doit être pratiquement à zéro.

La sortie X doit être à zéro, sauf les rampes en  $\bar{k}1$ .

25°) On supprime les liaisons provisoires de VOB, et relie les potentiomètres P3 et P4 à cette carte. L'oscillateur doit alors vobuler normalement. On contrôle également la sortie X.

26°) On monte sur la carte AFFICHEF (figures 36, 37 et 38) le connecteur (côté cuivre) et les supports 14 broches des

afficheurs (côté composants). Les supports sont soudés dans l'ordre en commençant par les unités, pour l'accessibilité des soudures côté afficheurs. Les 4 bornes d'angle des supports ne sont pas utilisées.

On place les afficheurs et les décodeurs. Les entrées 4-5 de CI45 sont reliées d'abord au 5 V. On est alors en affichage de fréquence ; celle-ci doit s'afficher correctement sur toutes les gammes, en vobulation ou non. Puis les entrées 4-5 sont reliées à la masse. La période doit s'afficher correctement sur les gammes G1, G2 et G3.

27°) On retire le fil provisoire précédent, mais on en place un autre qui établit le

# GÉNÉRATEUR VOBULÉ 1 Hz - 1,5 MHz - MARQUEUR

Figure 39

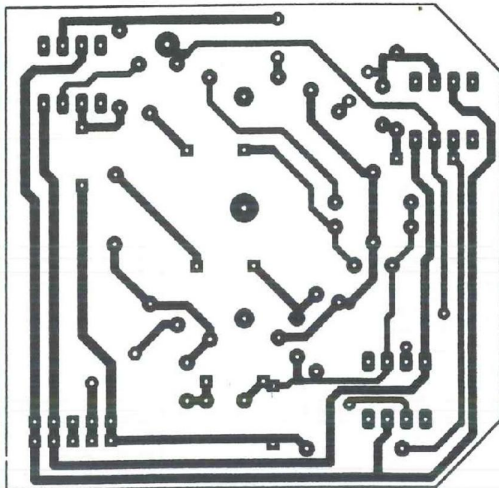


Figure 40

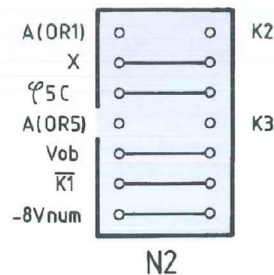
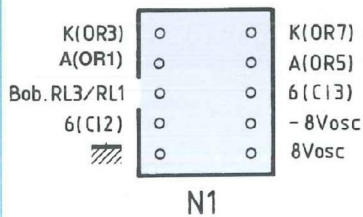
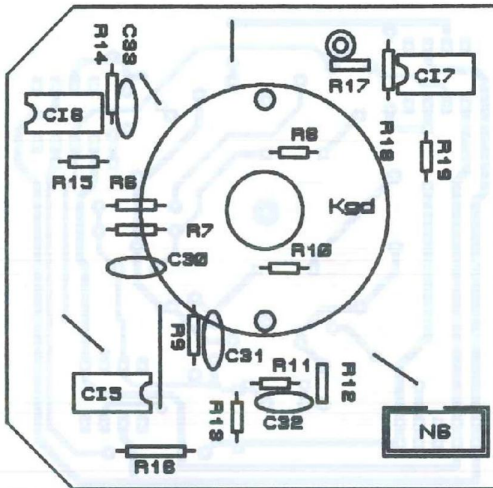
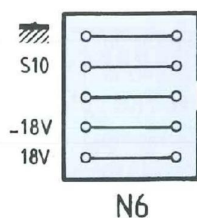
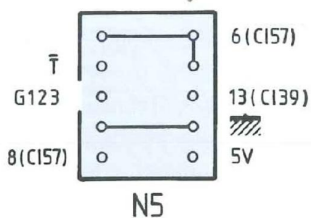
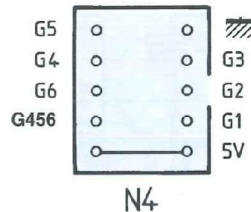
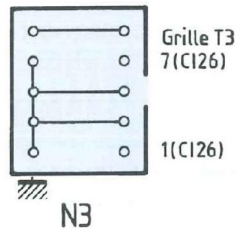


Figure 41



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### AMPLI

- Circuits intégrés

CI5 : TL 081

CI6 : LF356

CI7 : AD 817

- Résistances

R6 : 120 kΩ

R7 : 20 kΩ

R8 : 100 kΩ

R9 : 20 kΩ

R10 : 110 kΩ

R11 : 20 kΩ

R12 : 100 kΩ

R13 : 56 kΩ

R14 : 1,2 kΩ

R15 : 10 kΩ

R16 : 6,2 kΩ

R17 : 1,2 kΩ

R18 : 5,1 kΩ

R19 : 1,5 kΩ

- Condensateurs

C30 : 470 nF

C31 : 47 nF

C32, C33 : 10 nF

- Divers

1 Galette 2 x 6 positions 40 mm

1 HE-10 mâle 2 x 5 points

1 Picot

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### LES COMPOSANTS DE FACADE

P1 : 20 kΩ lin.

P2 : 1 kΩ lin. double

P3 : 1 kΩ lin.

P4 : 2,2 kΩ lin.

P5 : 1 kΩ lin.

R38 : 1,2 kΩ.

R45 : 150 Ω.

R127 : 470 Ω.

R128 : 56 Ω.

KV, KSC, KS : inverseur simple à levier.

1 Mécanisme commutateur, arbre 190 mm (disp. Radiospares)

2 fiches BNC

contact fréquence de l'inverseur F-T. On termine la carte AFFICHEF (sauf cet interrupteur) ; et la carte NUMHORIZ avec le CI57, ainsi que la nappe N5 entre les 2 cartes. Attention, le dessin de la carte a été conçu d'après une doc où les pattes 11 et 12 du LS51 sont annoncées non connectées, ce qui a autorisé un passage de pistes dessus ; il s'avère

qu'en réalité ce n'est pas le cas. Tout se passe comme prévu quand ces entrées sont en l'air, donc à 1. Il faudra couper les pattes du circuit, ou ne pas planter ces deux pattes dans le support.

La fréquence doit s'afficher avec le point décimal adéquat.

28°) On réalise et on met en place la carte AMPLI (figures 39 et 40) sur le com-

mutateur, séparée de OSCAR par des entretoises de 20 mm, ainsi que la nappe N6 AMPLI-SORTIE. On doit obtenir 11 V d'amplitude sur toutes les gammes, avec une faible variation d'amplitude.

La figure 41 donne les plans des nappes.

à suivre ...  
Georges Lavertu

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
* Double push-pull de 6L6				
- Préampli / déphaseur		30,00 F	48,00 F	
- Filtrage		18,00 F	29,00 F	
- Stabilisation		36,00 F	58,00 F	
- Volume		3,50 F	5,00 F	
* Affichage vidéo sur oscilloscope		30,00 F	48,00 F	
* Filtre passe-bande 150 Hz / 1,8 kHz		35,00 F	57,00 F	
* Générateur Vobulé 1 Hz à 1,5 MHz (CI double face au prix du simple face) (circuits non découpés)				
- Carte NUMHORIZ		63,00 F	103,00 F	
- Carte VOB		23,00 F	38,00 F	
- Carte OSCAR		34,50 F	56,00 F	
- Carte OSCAV		32,00 F	52,50 F	
- Carte SORTIE		41,50 F	68,00 F	
- Carte GAMMES		12,50 F	20,00 F	
- Carte NUMVERT		74,00 F	120,00 F	
- Carte AFFICHEF		22,50 F	36,50 F	
- Carte AMPLI		17,00 F	27,50 F	
* Déphaseur double cathodes		17,50 F	28,00 F	
Numéro d'Abonné :		Remise consentie 25 % $\left( \frac{\text{Total TTC} \times 3}{4} \right)$		
Frais de port et emballage				10 F
<b>Total à payer</b>				<b>F</b>

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

## ERRANCES MUSICALES

des enceintes à haut rendement ? oui !

Mais aussi, jusqu'à épuisement du stock :

### Condensateurs :

- Film / Alu : - 400 V : de 1000 pF à 0,47 MF : P/U : 2,80 Frs
- Film / Alu : - 160 V : 22000 pF, 0,068 MF, 0,47 MF : P/U : 1,20 Frs
- COGECO : - 1600 V : 4700 pF, 10000, 15000, 22000, 33000, 68000 : P/U : 2,50 Frs
- 1000 V : 1000, 15000, 22000, 33000, 68000, 82000 : P/U : 2,20 Frs
- HELGO : - 1600 V : 4700 pF, 0,01 MF, 0,015, 0,022, 0,027, 0,033, 0,047, 0,068, 0,082 : P/U : 2,20 Frs
- 2250 V : 10000 pF : P/U : 4,00 Frs
- 900 V : 0,33 MF : P/U : 1,50 Frs
- SIRE : - 1000 V : 68000 pF : P/U : 2,50 Frs
- SOCOFIX : T.E. : - 3000 V : 2200 pF, 15000, 20000, 30000 : P/U : 2,50 Frs
- VALDEX : - 1000 V : 33000 pF : P/U : 2,00 Frs
- 500 V : 15000 pF : P/U : 1,00 Frs

Egalement RESISTANCES BOBINÉES : 3 W : 0,80 Frs, 4 W : 1,00 Frs, 5 W : 1,50 Frs, 6 W : 2,00 Frs, 10 W : 2,30 Frs, 15 W : 3,50 Frs, 20 W : 5,00 Frs.

Errances Musicales 21 rue de Meaux 77860 Quincy Voisins  
 Tél. : 01 60 04 80 06 / Fax : 01 64 17 07 57

Un abonnement c'est une **économie de 43 F** sur 6 numéros.  
 Une remise permanente de **25 %** sur l'achat de vos circuits imprimés.

# 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

# LES DÉPHASEURS : LE DOUBLE CATHODES

Depuis le n° 130 de *Led*, nous vous proposons des réalisations d'amplificateurs à tubes qui sont de deux types : les «Single Ended» et les «Push-Pull».

Si le «Single Ended» ou tube unique ne nécessite pas de déphaseur, le transformateur de sortie à primaire unique chargeant l'anode du tube de puissance, il en est autrement avec le push-pull. Le push-pull avec au minimum deux tubes de puissance fait appel à un transformateur de sortie à deux enroulements primaires identiques.

**P**our fonctionner correctement, les grilles des tubes de puissance (ou les bases des transistors pour les semiconducteurs) doivent être attaqués par deux signaux identiques en amplitude, mais déphasés de 180°. Quand une alternance est positive sur une grille, elle doit être négative sur l'autre grille.

Des déphaseurs, il en existe plusieurs, chacun ayant des avantages et des inconvénients, citons entre autres :

- Le cathodyne
- L'inverseur de SCROGGIE
- Le paraphase
- L'inverseur de SCHMITT ou SCHMIDT

- L'inverseur de LOYEZ
- L'inverseur de PAGET

L'inverseur de phase idéal doit avoir comme propriété de délivrer deux signaux égaux et en opposition de phase sous deux impédances identiques et si possible faibles, ces deux signaux étant disponibles sous la même composante continue pour l'une et pour l'autre.

D'autre part, le montage idéal devrait être, au point de vue alimentation, parfaitement symétrique de manière qu'aucune condition de filtrage n'en vienne diminuer l'équilibre aux basses fréquences.

Dans nos différentes études nous avons utilisé de cathodyne et le SCHMITT.

Le cathodyne ou déphaseur à charge répartie est un inverseur de phase presque parfait, malheureusement à l'impédance de sortie près (sorties sur cathode et anode). Il n'utilise qu'une triode et c'est donc le plus économique.

L'inverseur de Schmitt ou inverseur de phase à couplage cathodique est intéressant car les signaux de sortie se trouvent sur deux électrodes au même potentiel continu contrairement à ce qui se passe dans le déphaseur à charge répartie. Il utilise par contre deux triodes.

Il est un inverseur de phase qui est peu ou pas utilisé et que l'on peut appeler le «double cathodes».

## LE DOUBLE CATHODES

Il s'agit en fait de deux cathodynes identiques montés en cascade comme l'indique la figure 1. Les sorties se font sur les deux cathodes et sur des impédances égales. Le fonctionnement en est simple. Le signal sur la cathode de la triode d'entrée est en phase avec celui appliqué sur la grille. Celui qui apparaît sur l'anode par contre est de phase opposée et c'est ce signal qui attaque la grille de la deuxième triode. Récupéré sur la cathode, il est toujours en phase avec celui appliqué sur la grille par C3, donc en opposition de phase avec celui d'entrée.

Nous obtenons ainsi des sorties à **basse impédance**, à tensions continues égales et **relativement faibles**, un montage somme toutes presque idéal.

Le gain sur chaque cathode avec une double triode ECC83 est de l'ordre de 0,96. La tension continue appliquée aux résistances d'anodes R2 et R6 doit être de l'ordre de + 250 V. La réalisation est fort simple, les composants étant réunis sur un circuit imprimé proposé en figure 2. Avec le plan de câblage de la figure 3 et la nomenclature, ce montage ne doit poser aucune difficulté et fonctionner dès la mise sous tension. Notons toutefois que le support 9 broches NOVAL doit être soudé **côté pistes**.

Bernard Duval

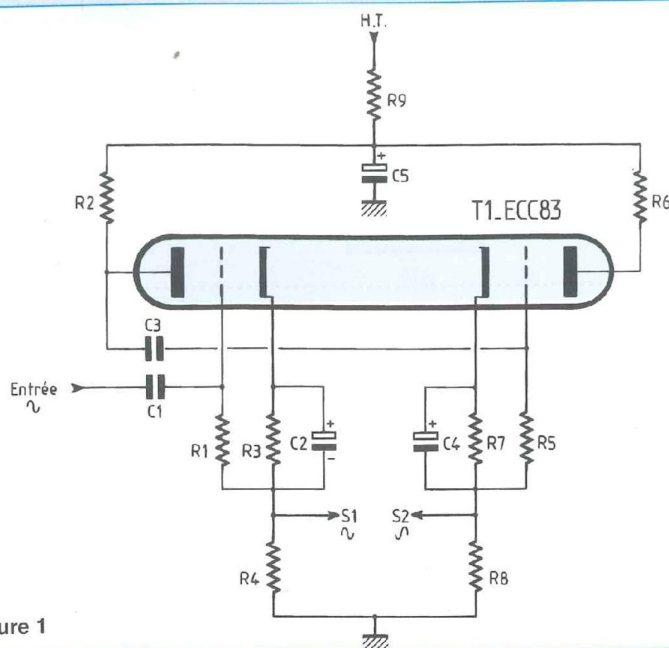


Figure 1



# UN INVERSEUR PRESQUE PARFAIT

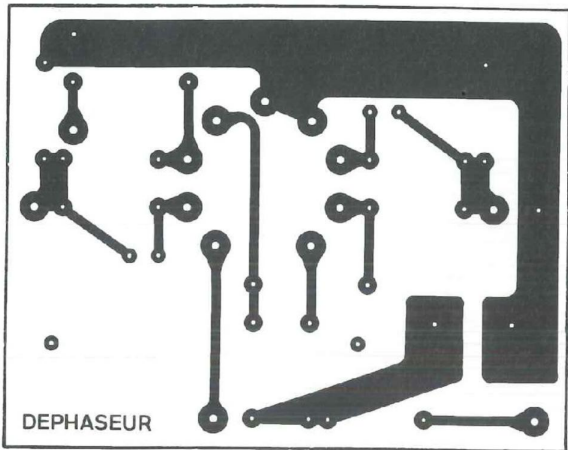


Figure 2

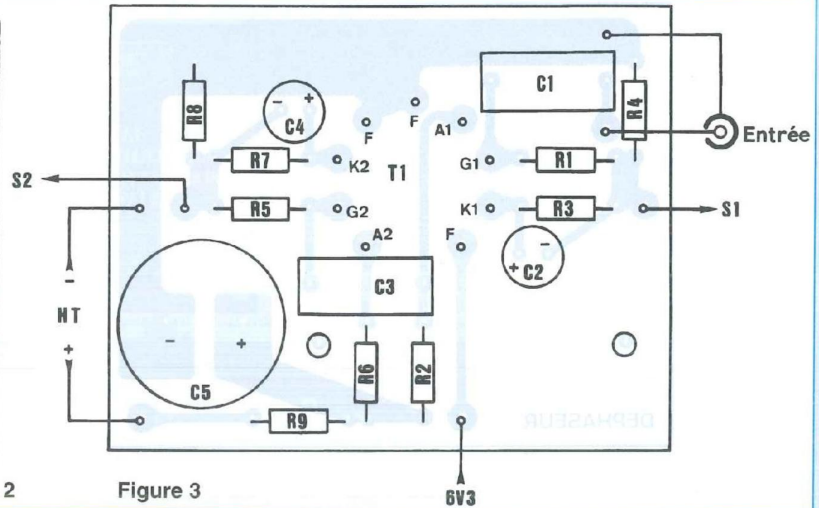


Figure 3

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### - Résistances $\pm 5\%$ 1/2 W ou 1 W

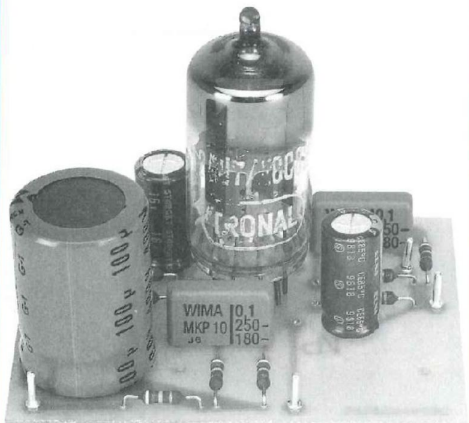
R1 : 270 k $\Omega$	R6 : 47 k $\Omega$
R2 : 47 k $\Omega$	R7 : 1,5 k $\Omega$
R3 : 1,5 k $\Omega$	R8 : 47 k $\Omega$
R4 : 47 k $\Omega$	R9 : suivant +HT
R5 : 270 k $\Omega$	

### - Condensateurs

C1 : 100 nF / 250 V
C2 : 470 $\mu$ F / 16 V
C3 : 100 nF / 250 V
C4 : 470 $\mu$ F / 16 V
C5 : 100 $\mu$ F / 400 V

### - Divers

T1 : ECC83  
Support NOVAL 9 broches  
7 picots ronds à souder



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

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

Site : [acea-fr.com](http://acea-fr.com) / email : [bernard.toniatti@acea-fr.com](mailto:bernard.toniatti@acea-fr.com)

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

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

LED N°	Secondaires	Poids	Prix TTC
136-140	2x225 V-2x6,3 V	4,0 kg	500 Frs
138	2x300 V-2x6,3 V	2,8 kg	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. 220 V - Écran - Sec. 2x300 V-2x6,3 V	6 kg	610 Frs
154	Prim. 220 V - Écran - 2x360 V-5 V-6,3 V		540 Frs
155	Prim. 230 V - Écran - 2x230 V+2x330 V+12 V		500 Frs
157	Prim. 230 V - Écran - 380 V+6,3 V+4x3,15 V		520 Frs

### TRANSFORMATEUR DE SORTIE

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Poids	Prix TTC
136-154	4 000 $\Omega$	4/8/16 $\Omega$	40 W	2,8 kg	520 Frs
138	5 000 $\Omega$	4/8/16 $\Omega$		1,2 kg	290 Frs
140	1 250 $\Omega$	4/8 $\Omega$	20 W	2,8 kg	520 Frs
143	2 000 $\Omega$	4/8 $\Omega$	60 W	4,0 kg	640 Frs
146	625 $\Omega$	4/8 $\Omega$	40 W	4,8 kg	580 Frs
Solo 145	7 000 $\Omega$	8 $\Omega$ + 1 sortie		1,1 kg	590 Frs
146-150	6 600 $\Omega$	4/8 $\Omega$		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 $\Omega$	4/8 $\Omega$			510 Frs
152	2,3/2,8/3,5 k $\Omega$	4/8/16 $\Omega$	30 W circuit C	5,5 kg	1 400 Frs
155	8 000 $\Omega$	4/8/16 $\Omega$	20 W		500 Frs
157	3 800 $\Omega$	4/8/16 $\Omega$	50 W		610 Frs

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 : 1 280 Frs	Jeu de 7189	Paire : 320 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).

# ST QUENTIN RADIO

Prix Toutes Taxes Comprises 20,6%

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

Prix donnés à titre indicatif

## Transformateurs pour tubes

Série 8020 / LED N°130 ALIMENTATION : 220V/230V (2,8 Kg) ..... 375F SORTIE HP : 8000 ohms (2 Kg) ..... 455F
Série 4004 / LED n° 136/137 ALIMENTATION : 220V/230V (4 Kg) ..... 505F SORTIE HP : 4000 ohms (3 Kg) ..... 555F
Série 2005 / LED N° 139 ALIMENTATION : 220/230V (2,8 Kg) ..... 365F SORTIE HP : 5000 ohms (1,1 Kg) ..... 265F
Série 1250 / LED N° 140 ALIMENTATION : 220/230V (4,6Kg) ..... 555F SORTIE HP : 1250 ohms (2,4 Kg) ..... 465F
Série 5008 "OCTUOR" / LED N° 143 ALIMENTATION : 220/230V (6Kg env.) ..... 595F SORTIE HP : 2000 ohms (4Kg) ..... 725F
Série 5008A "OCTUOR" classe A / LED N°145 ALIMENTATION : 220/230V (6Kg) ..... 595F SORTIE HP : 625 ohms (4Kg) ..... 750F
Série "LE CLASSIQUE" pour LED N°146 ALIMENTATION : 220/230V (6,4Kg) ..... 675F SORTIE HP : 6400 ohms (3,2Kg) ..... 725F Self 10H/400mA (2,6Kg) ..... 380F
Série PUSH 925 / LED N°151 ALIMENTATION : 220/230V (4Kg) ..... 595F SORTIE HP (1Kg) 8ohms ..... 585F Self 3H (2Kg) ..... 325F
Triode 300B / LED N°152 (ACEA) ALIMENTATION : 220/230V (6,1Kg) ..... 685F SORTIE HP 4/8/16ohms (5,8Kg) ..... 1430F Self 3H (2Kg) ..... 340F Capot chromé pour alim et self ..... 130F
Triode PP 300B / LED N°154 ALIMENTATION : 220/230V (4,6Kg) ..... 610F SORTIE HP 4/8/16ohms (2,8Kg) ..... 725F
DUO-Pentode 7189/7320 / LED N°155 ALIMENTATION : 220/230V (4Kg) ..... 520F SORTIE HP 4/8/16ohms (2Kg) ..... 535F
Tétrode 6L6 / LED N°157 ALIMENTATION : 220/230V (4Kg) ..... 690F SORTIE HP 4/8/16 ohms. Se renseigner par téléphone
Alimentation préampli à tube PR001 220/230V - 2x300V + 2x6,3V (1,5Kg) ..... 375F Alimentation HT préampli à tube LED n°147 220V/230V - 2x220V - 2x6,3V, 0,74Kg ..... 520F Alimentation HT préampli à tube LED n°149 220V/230V - 2x220V - 2x6,3V, 1Kg ..... 520F

## TUBES

ECC 81 ..... 70F	Support NOVAL
ECC 82 ..... 75F	Circuit imprimé
ECC 83 ..... 60F	Ø 22mm ..... 22F
ECC 84 ..... 65F	Ø 25mm ..... 22F
ECL 86 ..... 95F	NOVAL blindé ..... 30F
EL 34 ..... 135F	Support pour
EL B4 (sovtek) ..... 65F	300B stéatite ..... 68F
L'unité ..... 450F	Support OCTAL
les 10 ..... 150F	avec cosses
EZ 81 ..... 89F	Ø 30mm ..... 30F
KT88 x2 ..... 550F	
300B sovtek ..... 1350F	
la paire ..... 320F	
7189=7320 la paire... 320F	
6L6GC (sovtek) ..... 60F	

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



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

**PAYEZ EN 3 FOIS À PARTIR DE 1200F TTC.**

**EX, LE 31 DÉC 1999, VOUS NOUS ACHETEZ POUR 2200F DE MATÉRIEL (HORS PORT). VOUS NOUS ADRESSEZ 3 CHÈQUES : UN DE 730F QUI SERA MIS À L'ENCAISSEMENT, LE DEUXIÈME DE 730F SERA DÉBITÉ FIN JANVIER 2000 ET LE TROISIÈME CHÈQUE DE 740F SERA DÉBITÉ FIN FÉVRIER 2000.**

FAIRE DES CHÈQUES DE VALEURS SEMBLABLES.

**SUR SIMPLE DEMANDE, NOUS VOUS FERONS PARVENIR SOIT UN LISTING AVEC LE PRIX DE TOUS LES COMPOSANTS CONCERNANT LES APPLICATIONS À TUBE DE LA REVUE LED, SOIT UN DEVIS SUR UN NUMÉRO DE LA REVUE LED.**

**Ce multimètre en cadeau, pour toute commande de plus de 2000F!**



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

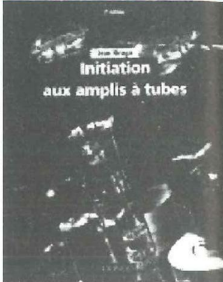
## LIBRAIRIE TECHNIQUE

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



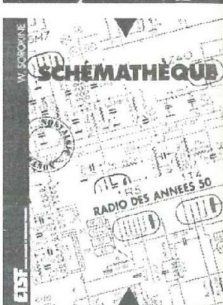
Initiation aux amplis à tubes Jean Hiraga - L'auteur, bien connu des spécialistes du domaine, offre à travers cet ouvrage une très bonne initiation aux amplificateurs à tubes, qu'il a largement contribué à remettre à la mode à partir des années 70. Sa longue expérience, ses connaissances dans le domaine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

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



Schématèque - Radio des années 50 - Cet ouvrage reprend des schémas de postes radio des années 50 qui étaient parus dans la série d'ouvrages "schématèque" de Sorokine. Pour chaque schéma sont donnés les valeurs des éléments, les tensions et courants, les méthodes d'alignement, de diagnostic de panne et de réparation.

275x210 - 170 pages  
W Sorokine / Édition ETSF / 160F



Le livre des techniques du son

TOME 1 - Notions fondamentales. Le tome 1 aborde un ensemble de notions fondamentales qui vont de l'acoustique à l'audio numérique en passant par les lois de la perception auditive.

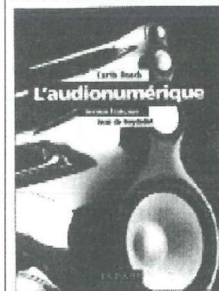
160x240 - 360 pages - 1998  
Denis Mercier / Édition Dunod / 350F

Tome 2 - Le tome 2 aborde directement l'électroacoustique sous l'angle du fonctionnement et de la technologie des matériels les plus utilisés par les professionnels du son.

160x240 - 400 pages - 1998  
Denis Mercier / Édition Dunod / 350F

Mini studio - Midi studio - Guide pratique de l'enregistrement chez soi - Digne parfois des installations professionnelles, le mini-studio est de plus en plus sophistiqué. Raison de plus pour connaître au mieux tous ces équipements et en tirer le maximum. Cet ouvrage s'adresse aux professionnels du son et aux amateurs à la recherche de conseils pratiques et d'astuces. Après un bref rappel des données indispensables en acoustique, les principaux équipements composant le mini-studio sont décrits un par un. L'art et la manière de choisir le matériel, installer, câbler, organiser de façon ergonomique le studio sont également abordés en détail. Un glossaire technique regroupant les principaux termes techniques, anglais et français, complète ce guide.

165 x 240 - 188 pages  
Denis FORTIER / Édition Dunod / 150F

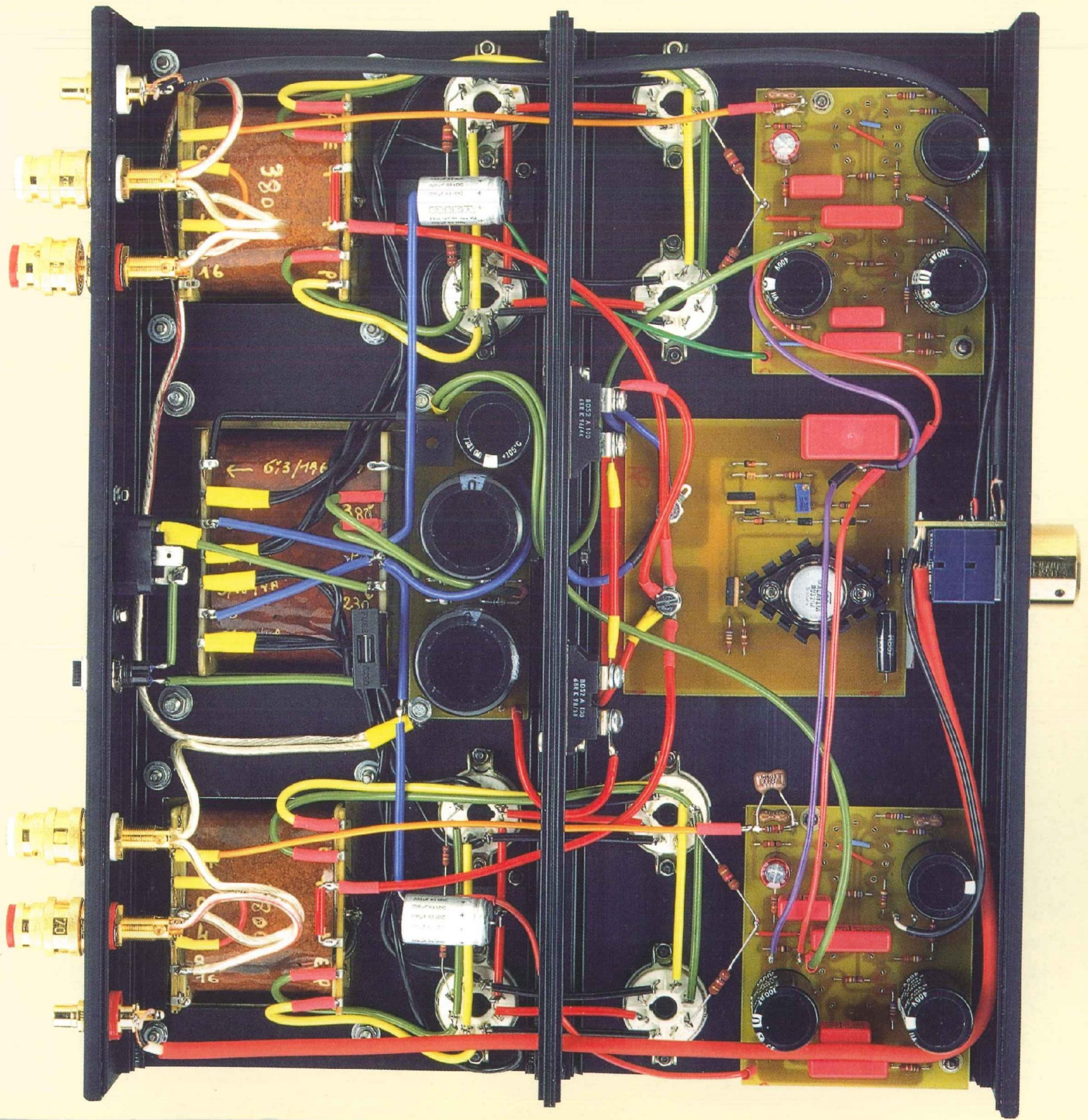


L'audio numérique - Traduit de l'anglais par Jean de Reydellet - L'audio numérique est un livre de référence qui aborde, de façon claire et précise, tous les aspects des techniques de synthèse et de traitement du signal. Amplement illustré et agrémenté de nombreuses références et d'une abondante bibliographie, cet ouvrage emmène le lecteur pas-à-pas dans le domaine des techniques de l'informatique musicale. Écrit pour les musiciens ainsi que pour les spécialistes techniques, ce livre utilise des centaines de schémas, de diagrammes, de copies d'écran, de photographies et d'explications claires pour faire comprendre les concepts et les termes de base.

160x240 - 688p  
Curtis Roads / Édition Dunod / 350F

**St Quentin vous souhaite ses meilleurs voeux pour le 2ème millénaire**

# INTERCONNEXIONS DU DPP6L6



# WBT®

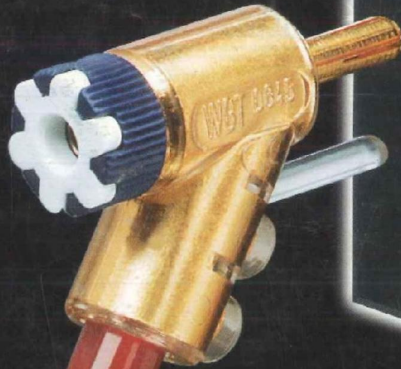
Avez-vous déjà eu  
l'embarras  
du (bon) choix ?



**WBT-0108**  
Fiche coaxiale  
68% de cuivre  
5 couches d'or 24 carats  
montage en sertissage  
existe en version soudable



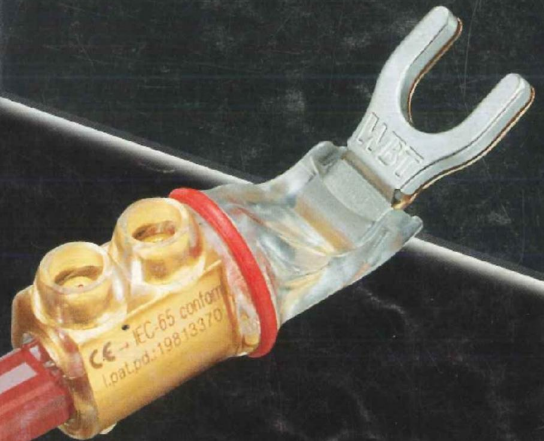
**WBT-0201**  
Fiche coaxiale châssis  
68% de cuivre  
montage par soudure  
existe en version à sertir



**WBT-0745** Fiche banane femelle - 52% de cuivre - 3 couches d'or 24 carats

**WBT-0645** Fiche banane coudée - 52% de cuivre - 3 couches d'or 24 carats

**WBT-0660Cu** Fourche - 100% de cuivre - 3 couches d'or 24 carats - existe en version argent (WBT-0660Ag)



# 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**.