LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 148

# Led

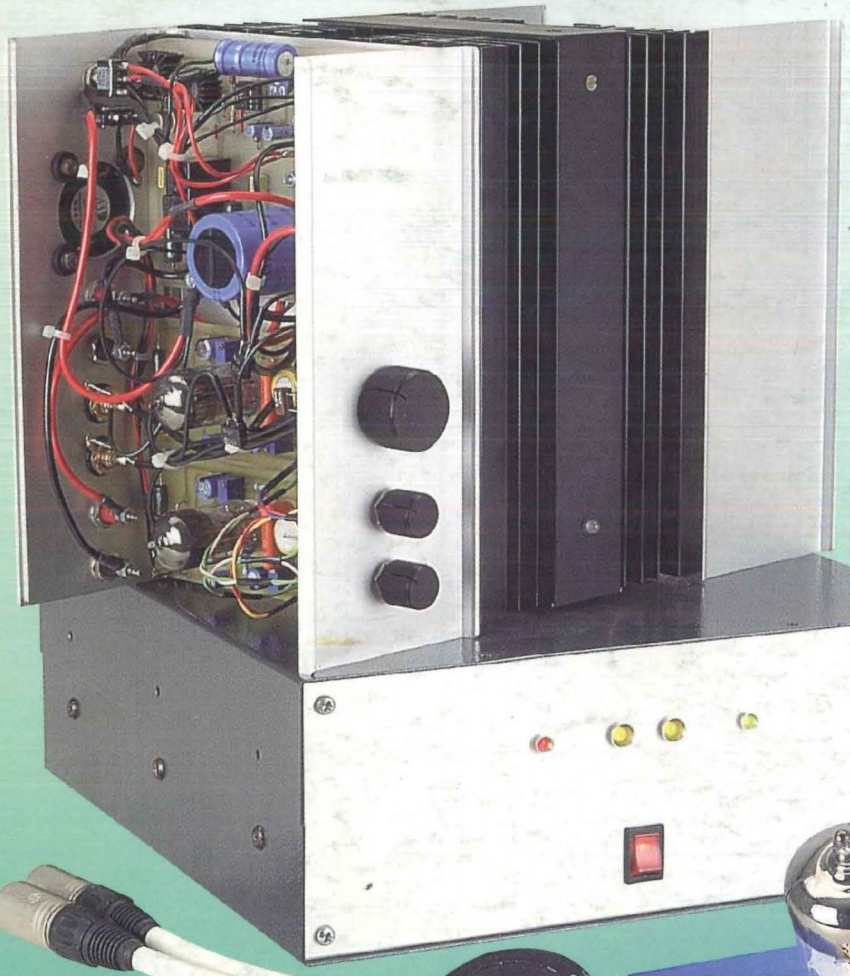
EN SAVOIR PLUS SUR: LE TUBE ( LA LAMPE )

KIT DE DÉVELOPPEMENT ÉVOLUTIF POUR MICROCONTRÔLEUR 68HC11 ( 4ème partie )

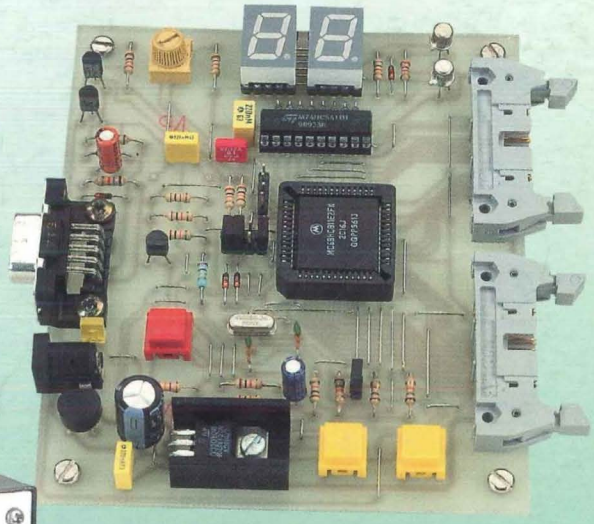
PRÉAMPLI MU-FOLLOWER AVEC L'ECL86

RADIOMODÉLISME : ALIM. DE BOUGIES

AMPLI/PRÉAMPLI HYBRIDE ECC83 / TDA 7294

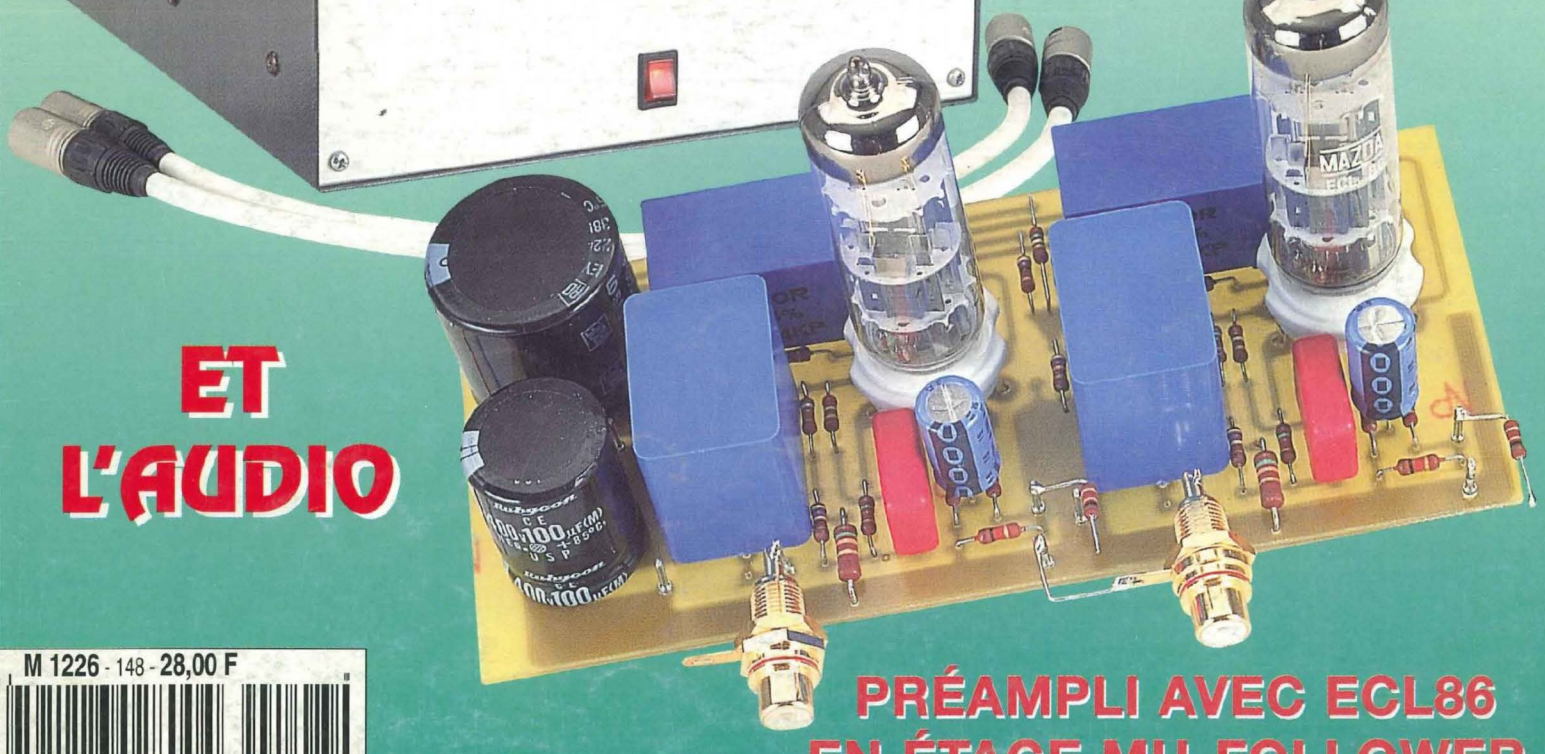


## LA MICRO



## LE 68HC11

## ET L'AUDIO



M 1226 - 148 - 28,00 F

## PRÉAMPLI AVEC ECL86 EN ÉTAGE MU-FOLLOWER

# tige Audio Vidéo & Hifi Vidéo Home Cinéma

## a revue mensuelle du haut de gamme en Haute Fidélité et Home Cinéma

## La revue mensuelle d'initiation et de bancs d'essais en Hi-Fi, Vidéo et Home Cinéma

# 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

| | | | |
|---|---|---|---|
| IRF 150 | 69F | MPSA 92 | 2F |
| IRFP 150 | 44F | NE 5532AN | 10F |
| IRF 530 | 12F | NE 5534AN | 7F |
| IRF 540 | 15F | OP 22HP | 45F |
| IRF 840 | 18F | OP 77GP | 19F |
| IRF 9530 | 15F | OPA 604 | 22F |
| IRFP 240 | 32F | OPA 627 | 139F |
| IRFP 350 | 38F | OPA 2604 | 30F |
| LF 356N | 6F | SSM 2017 | 30F |
| LM 317T | 5F | SSM 2018 | 44F |
| LM 317K | 20F | SSM 2110 | 67F |
| LM 317HVK | 63F | SSM 2120 | 73F |
| LM 337T | 8F | SSM 2131 | 30F |
| LM 344H | - | SSM 2139 | 45F |
| HA2.2645-5 | 60F | SSM 2141 | 30F |
| LM 395T | 27F | SSM 2142 | 43F |
| LM 675T | 46F | SSM 2210 | 35F |
| LT 1028 | 60F | SSM 2220 | 40F |
| LM 3886 | 61F | SSM 2402 | 57F |
| MAT 02FH | 89F | SSM 2404 | 49F |
| MAT 03FH | 89F | TDA 1514A | 39F |
| MAX 038 | 148F | TDA 1557 | 42F |
| MJ 15001 | 21F | TDA 2050 | 30F |
| MJ 15002 | 23F | TDA 7250 | 44F |
| MJ 15003 | 22F | TDA 7294 | 65F |
| MJ 15004 | 23F | 2N 3055 | 11F |
| MJ 15024 | 33F | 2N 3440 | 7F |
| MJ 15025 | 33F | 2N 3904 | 2F |
| MJE 340 | 5F | 2N 3906 | 2F |
| MJE 350 | 5F | 2N 5401 | 3F |
| MPSA 06 | 2F | 2N 5416 | 6,50F |
| MPSA 56 | 2F | 2N 5551 | 3F |
| MPSA 42 | 2F | | |

## Radiateurs

Radiateur CO1161P/PR208
150mm ..... 98F
200mm ..... 139F

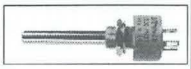
Radiateur peigne
K150:L=150,H=26, p=70mm ..... 69F
K250:L=250,H=40, p=70mm ..... 112F
K300:L=300,H=40, p=70mm ..... 125F

## Potent. PRO ALPS

AUDIO PROFESSIONNEL,
doubles log 2x10K, 2x20K, 2x50K, 2x100K.
99F pièce, par 5 (*) : 89F,
par 10 et +(*) : 85F
(*) : même panachés

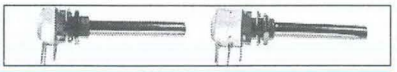
## Potent. SFERNICE PE 30

Piste Cermet, dissip. max 3W/70°C, axe métal 40mm, cosses à souder. MONO LINÉAIRE
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K ..... 75F



## Potent. SFERNICE P11

Piste CERMET 1 Watt/70°C, axe long métal 50mm, pour Circuit Impr.
MONO LINÉAIRE : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 29F
MONO LOG. : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 34F
STÉRÉO LINÉAIRE : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K, 2X1M ..... 50F
STÉRÉO LOG. : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K ..... 62F



## Condensateur pour Ampli tube revue LED

10µF/400V Polypropylène ..... 135F
1500 µF/ 400V CO 39 (51x105mm) ..... 188F
2200µF/385V RIFA ..... 365F
47000µF/16V AEROVOX (5 picots) ..... 150F

## Condensateur classe X2

Condens. MKT classe X2 (pour filtre antiparasites secteur). 250 AC. Radial.
0,22µF=7F / 0,33µF=8F / 0,47µF=9F / 0,1µF=6F / 47nF=5F / 22nF=4F

## Câble audio professionnel

GOTHAM (Suisse) (Le mètre)
GAC 1 : 1 cond. blindé ø 5,3mm, R. ou noir ..... 12F
GAC 2 : 2 cond. blindés ø 5,4mm ..... 12F
GAC 2 mini : 2 cond. blindés ø 2,2mm ..... 5F
GAC 2 AES/EBU (pour son digital) ..... 36F
GAC 3 : 3 cond. blindés ø 4,8mm ..... 16F
GAC 4 : 4 cond. blindés ø 5,4mm ..... 18F

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

CÂBLE Néglex pour Haut-parleur MOGAMI (Le mètre)
2972 : 4 cond. de 2mm², ø 10mm ..... 46F
2921 : 4 cond. de 2,5mm², ø 11,5mm ..... 46F
3082 : 2 cond. de 2mm², ø 6,5mm (pour XLR) ..... 20F

CÂBLE HP CULLMANN (Le mètre)
2x0,75mm², transparent, 1ère âme:fils de cuivre clairs, 2e 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 ..... 25F

CÂBLE BF HAUT DE GAMME CULLMANN
2x0,57qmm, avec marquage aubergine, construction d'âme:2x73x0,10LC-OFC, isolation:PE+PC-OCC,LC-OFC, diam.ext:2x5,0mm ..... 26F
0,62qmm, violet, construction d'âme:80x0,10LC-OFC, isolation:PE+ feuille d'aluminium +LC-OFC+PVC, diam.ext:8,0mm ..... 28F
Audio SPEED Signal, blindé double isolation, 1X0,38² ..... 30F

## Fiches Pro. XLR NEUTRIK

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

## Condensateur polypropylene

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

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

## Fiches Prof. NEUTRIK

Fiches JACK PRO.
Mono mâle 6,35mm ..... 25F
Mono mâle coudé 6,35mm ..... 25F
Stéréo mâle 6,35mm ..... 32F
Stéréo mâle coudé 6,35mm ..... 55F
Stéréo femelle prolongateur ..... 55F

Fiches RCA PRO.
Doré, téflon, grâce à un système de ressort, la masse est connecté en premier 117F la paire

## Fiches RCA Pro

Fiches RCA Professionnelles dorées.
Mâle, à blocage sur femmele, pour câble de 8mm, rouge ou noir..... 48F la pièce
Mâle, téflon, doré, rouge ou noir, pour câble de 5,6mm max..... 25F la pièce
Idem çi-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, le couple rouge et noir ..... 32F la pièce

## Fiches Haut-parleurs dorées

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

Fiches bananes ø 4mm
Pour fiche banane ou pour câble, rouge ou noir.
15F la pièce

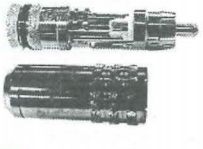
Fiches Haut-parleur chassis dorées isolées
Pour fiche banane ou pour câble diam 5mm.A vis courte, en rouge ou noir ..... 28F la pièce
Idem çi-dessus mais vis longue.... 36F la pièce

## Fiches haut de gamme WBT

WBT

Le très haut de gamme en stock !

Connecteurs et prises RCA/Cinch
WBT-0101 ..... 165F
WBT-0108 ..... 195F
WBT-0125 ..... 145F
WBT-0144 ..... 90F
WBT-0145 ..... 105F
WBT-0147 ..... 90F
WBT-0201 ..... 150F



Connexions haut-parleurs
WBT-0600 .... 185F
WBT-0644 ..... 90F
WBT-0645 .... 120F
WBT-0730 .... 210F
Doc sur demande, joindre une enveloppe timbrée à votre adresse

## Transformateurs pour tubes

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

Série 8020 / LED N°130
ALIMENTATION : 220V/230V (2,8 Kg) ..... 375F
SORTIE HP : 8000 ohms (2 Kg) ..... 455F

Série 4004 / LED n° 136/137
ALIMENTATION : 220V/230V (4 Kg) ..... 505F
SORTIE HP: 4000 ohms (3 Kg) ..... 555F

Série 2005 / LED N° 139
ALIMENTATION : 220/230V (2,8 Kg) ..... 365F
SORTIE HP: 5000 ohms (1,1 Kg) ..... 265F

Série 1250 / LED N° 140
ALIMENTATION : 220/230V (4,6Kg) ..... 555F
SORTIE HP: 1250 ohms (2,4 Kg) ..... 465F

Série 5008 "OCTUOR" / LED N° 143
ALIMENTATION : 220/230V (5Kg env.) .... 595F
SORTIE HP: 2000 ohms ..... 725F

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

Série "LE CLASSIQUE" pour LED N°146
ALIMENTATION : 220/230V ..... 675F
SORTIE HP : 6400 ohms ..... 725F
Self 10H/400mA ..... 380F

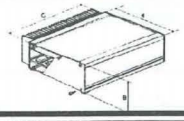
Alimentation préampli à tube PR001
220/230V - 2X300V + 2x6,3V (1,5Kg) ..... 375F

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

## Coffrets aluminium

55275 ... 175F
55360 ... 188F
80275 ... 155F
80360 ... 205F

| PR HIFI avec rad. | PR HIFI sans rad. |
|---|---|
| PR MINI ... 420F | PR MINI ... 255F |
| PR MIDI ... 465F | PR MIDI ... 280F |
| PR stand .. 590F | PR stand .. 390F |



## TUBES

ECC 81 ..... 70F
ECC 82 ..... 60F
ECC 83 ..... 60F
ECL 86 ..... 75F
EL 34 ..... 135F

EL 84 SOVTEK
L'unité ..... 65F
par 10 ... 45F pièce
EZ 81 ..... 89F

Support NOVAL Circuit imprimé
Ø 22mm ..... 22F pièce
Ø 25mm ..... 22F pièce

Support OCTAL avec cosses
Ø 30mm ..... 30F pièce

St QUENTIN
6, RUE DE ST QUENTIN
75010 PARIS

**Oui, veuillez me faire parvenir votre catalogue 98, au prix de 20F TTC remboursable au premier achat dépassant 100F.**
**Gratuit avec commande >100F**

**Le catalogue est gratuit pour les entreprises et les administrations**
**Le catalogue 98 St QUENTIN RADIO est DISPONIBLE**

**Prix d'été ! Le montant de votre commande (hors port) est compris entre 500 et 1000F : déduisez 50F. Une commande supérieure à 1000F : déduisez 100F. Et pour une commande supérieure à 2500F, en plus de la déduction de 100F, vous recevrez un pointeur laser !. Offre valable jusqu'au 31 août 1998.**

**Offre cumulable avec les prix par quantité dans le catalogue, mais non cumulable avec les 10% de l'article préféré sur le bon de commande du catalogue.**

Photo non contractuelle. Forme porte-clé ou forme stylo.

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, récipissé à signer.

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.

# BON DE COMMANDE

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

## N° 131

- L'électronique de l'infra-rouge (cours N°5)
- Les tubes électroniques (cours N°4 : la tétrode, la pentode, les tubes complexes)
- Carillon de porte de 10 notes
- Boîte à rythme programmée
- Amplificateur guitare 25 Weff (2e partie)

## N° 132

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

## N° 133

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

## N° 134

- La classe d'amplification A ou B
- Table de mixage
- Digitaliseur vidéo pour Atari et compatible IBM-PC (2e partie)
- Générateur de fonctions 20 Hz à 100 kHz en 4 gammes
- Automatisme de charge pour batteries au plomb 12 V

## 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 :**
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (1ère partie)

Prix de l'article : 30 F

## N° 137

- Le calcul des paramètres d'un haut-parleur
- Mini-Labo Audio (2e partie)
- Amplificateur pour instruments et sonorisation de 40 Weff
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (2ème partie)
- En savoir plus sur le HA2645 de HARRIS

## N° 138

- Le redressement avec tubes électroniques diodes (cours N°5)
- Amplificateur à tubes EL84, 2x5 Weff en classe A
- Amplificateur à transistors, 2x100 Weff en classe A-B
- Amplificateur à circuits intégrés TDA 1510 / TDA 1515
- Analyseur de spectre audio

## N° 139

- Les cathoscopes ou tubes cathodiques (cours N°6)
- Le TDA 7294 de SGS-THOMSON, amplificateur stéréo de 2x70 Weff / 8 Ω ou 1 x 200 Weff / 8 Ω
- Amplificateur hybride tube/transistor : le TRANSITUBE, 2x35 Weff / 8 Ω en pure classe A
- Filtre actif pour caisson extrême-grave

## N° 140

**Photocopies de l'article :**
- Le Quatuor, amplificateur classe A de 2x20 Weff à tubes EL84

Prix de l'article : 30 F

## N° 141

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

## N° 142

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

## N° 143

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

## N° 144

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

## N° 145

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

## N° 146

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

## N° 147

- Kit de développement pour 68HC11, les interruptions, le Timer et la programmation de l'EEPROM (3ème partie)
- Étude et réalisation d'une alarme temporisée avec sirène électronique 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...

Je vous fais parvenir ci-joint le montant
de ..... F par CCP ❒ par chèque bancaire ❒
par mandat ❒

30 F le numéro (frais de port compris)

**Quelques numéros encore disponibles (prix 30 F) :**
**121, 122, 123, 124, 125**

**Je désire :**

...n° 131 ☐ ...n° 132 ☐ ...n° 133 ☐ ...n° 134 ☐
...n° 135 ☐ ...n° 137 ☐ ...n° 138 ☐ ...n° 139 ☐
...n° 141 ☐ ...n° 142 ☐ ...n° 143 ☐ ...n° 144 ☐
...n° 145 ☐ ...n° 146 ☐ ...n° 147 ☐

**Photocopies d'article :**

...n° 136 ☐ ...n° 140 ☐

NOM : ..... PRÉNOM : .....
N° : ..... RUE .....
CODE POSTAL : ..... VILLE : .....

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI
N° 148
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**
Mensuel : 28 F
Commission paritaire : 64949
Locataire-gérant des Editions Fréquences
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 80 88 poste 7314
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 :**
Maurice-Jean Lobreau
Bernard Dalstein
Bernard Duval
Guillaume Tchekhov
Laurent Martoglio

**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 Levrault - Toul

**6**
## EN SAVOIR PLUS SUR : LE TUBE ÉLECTRONIQUE (LA LAMPE) CAUSERIE N°1
Pour cette première causerie nous allons faire le tour des composants passifs qui seront utilisés en association avec les tubes électroniques, puis nous ferons un rappel sur les produits existants avec leurs symboles électriques, de la diode à l'octode.

**12**
## KIT DE DÉVELOPPEMENT POUR 68HC11 4ÈME PARTIE. GESTION DE CLAVIER MATRICIEL
Depuis les numéros 145 à 147 de LED, vous êtes en possession du minimum vital pour créer une application autonome. Cependant, dans la majorité des applications, l'utilisateur aura besoin d'une interface plus conviviale que les deux touches et les deux afficheurs installés sur le kit de développement. Pour contourner cette limitation, vous trouverez dans ces lignes quelques techniques utilisées couramment pour interfacer un clavier matriciel, alors que notre prochain rendez-vous sera consacré à la gestion des afficheurs alphanumériques à cristaux liquides, dont le prix ne cesse de décroître.

**22**
## PRÉAMPLIFICATEUR AVEC TRIODE/PENTODE ECL86 EN «MU FOLLOWER».
Dans notre précédent numéro nous avons fait une approche de l'étage préamplificateur T.T.S.A. (Two Tubes Series Amplifier : Amplificateur à 2 tubes en Série) ou encore S.R.P.P. (Shunt Regulated Push-Pull).
Des schémas vous ont été proposés, de la double triode à la triode/pentode avec pour clore cet article, une étude complète basée sur l'ECF82. Nous avons depuis approfondi nos essais sur cet étage particulier, en travaillant le schéma de la figure 4 et en utilisant le tube de puissance ECL86.
Vu l'intérêt qu'à suscité la première étude auprès de nos lecteurs, nous vous livrons le fruit du travail obtenu depuis le n°147. Un pas en avant a encore été franchi comme vous pourrez le constater.

**27**
## ALIMENTATION DE BOUGIES GLOW-PLUP EN VOL
Avec un avion à moteur thermique alimenté par bougie Glow-Plup, on doit souvent, pour avoir un ralenti stable, réalimenter la bougie en plein vol, ce qui n'est possible qu'ave une commande telle que celle que nous vous proposons.

**30**
## AMPLIFICATEUR HYBRIDE TUBES/TRANSISTORS DE 2x50 Weff / 8 Ω
Nous vous proposons ce mois-ci un amplificateur Hi-Fi hybride faisant appel à un récent circuit intégré de puissance, le TDA7294V de SGS-THOMSON, constitué d'un push-pull Mos-Fet en sortie. La préamplification est assurée par deux triodes issues de la célèbre ECC83 que nous connaissons bien maintenant. Cet amplificateur utilise donc le meilleur de la technologie actuelle associée à celle du début du siècle.

### 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.

**26** Service Petites Annonces Gratuites

**49** Service circuits imprimés + bulletin d'Abonnement

### 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.

en savoir plus sur ...

# Le tube électronique (la lampe)

## PRÉAMBULE

La revue LED m'ouvre ses colonnes pour faciliter les amoureux «des lampes» à comprendre, et donc à bien mettre en place dans des montages, ces composants actifs que certains considèrent, bien à tort, comme désuets et tout juste bons au musée des dinosaures de l'électronique.

Pour ceux qui aiment la radio, non pas pour tourner des boutons ou appuyer sur des touches, mais pour garder l'esprit qui anima tant de Radio Amateurs, **dans leur goût de pionnier, ou pour les fanatiques de la vraie Haute Fidélité**, avec des basses rondes, dodues, bien grasses, et des aigus nets, clairs et bien éclatants, à ceux-là, ils savent ce que veut dire la vraie Hi-Fi. Etre amateur n'est pas péjoratif, mais au contraire, c'est un compliment plein de respect. **Cet homme bizarre est un passionné, un créateur et un excellent technicien.**

N'est-il pas merveilleux de créer un schéma, de calculer la valeur des composants, de réaliser les bobinages, les selfs et les transformateurs, de faire la tôlerie, de réunir tout cela avec amour et passion, de mettre sous-tension, moment aussi inoubliable que la naissance d'un enfant, et ensuite d'émettre après quelques réglagès, ou d'écouter avec délectation notre œuvre, **notre chef-d'œuvre.**

Quelle récompense que d'avoir des amis, ou sa famille vous demandant de faire un jumeau pour eux ! C'est la consécration et la reconnaissance des autres sur notre savoir faire ; le mieux étant de pouvoir associer l'heureux propriétaire du frère de votre œuvre en lui faisant part de vos astuces, de lui expliquer le pourquoi et le comment des choses, de lui faire partager ces merveilleux moments de la naissance de son futur ampli, ou de son futur émetteur. D'en faire un nouvel amateur.

**L'électronique n'est pas un mystère ; ce n'est pas magique !** Tout est géré par des lois physiques précises et naturelles. L'amateur n'invente pas, il est un excellent saucier ; et avec les ingrédients dont il dispose, il assaisonne le plus merveilleux des plats techniques, **l'œuvre d'art** qu'il fera apprécier par son entourage.

**L'amateur ne s'enrichit pas. C'est un passionné,c'est un artiste**. Les autres, qu'ils s'adressent aux revendeurs ou aux grandes surfaces. Ce sera plus rapide et moins cher (et encore...), mais s'ils préfèrent le sourire commandé du vendeur et de la caissière, s'ils veulent un produit reproduit à plusieurs millions d'exemplaires, vanté par une publicité tapageuse et surtout **irréparable en cas de défaillance**, que grand bien leur fasse. Cela n'est pas la déontologie de l'amateur, du passionné, de l'artiste que nous sommes.

Je précise que je dois associer à nos causeries des personnes, dont certaines ne sont plus, des revues prestigieuses hélas disparues, ma très chère école, et ses professeurs qui avaient pour devise la célèbre phrase de St Exupery, «l'homme est fait pour la recherche de la vérité, et non pour sa possession».

Merci donc à MM Jouhanneau, Béchert Chrétien, Guillemot, Eisberg et notre légendaire Mr Poireau, directeur de l'Ecole Centrale de TSF de Paris, à Mr Raffin (F3AV) génial radio-amateur, et pédagogue à Roanne.

Merci aux Revues Toute la Radio, Radio-Constructeur, et le Haut-Parleur des années 50/70. Merci encore aux fournisseurs et artisans collaborant, chacun en ce qui les concernent, à l'excellente revue ayant choisi de faire connaître les montages à lampes, et merci à LED de bien vouloir m'ouvrir ses colonnes.

Très cordialement à tous les anciens, et bienvenue aux nouveaux adeptes.

## CHOIX DES COMPOSANTS

### RÉSISTANCES

Pour les circuits autres que les alimentations d'anodes, d'écrans, ou de retour de cathodes ; nous choisirons des valeurs 1/2 watt, à couche métallisée à ± 5 % de tolérance. Tension maximale 250 V.

Pour les circuits d'alimentations d'anodes, d'écrans, de retour de cathodes, nous choisirons des valeurs 1 watt à couche métallisée à ±5 % de tolérance. Tension maximale 350 V.

Pour les circuits de précision, tels que filtres, nous choisirons des valeurs 1/4 watt, à couche métallique. Tension maximale 100 V.

Pour les circuits d'alimentations, et si la puissance est supérieure à 1 watt, nous choisirons des résistances vitrifiées 4, 7, 10 ou 16 watts dont les tensions admissibles sont respectivement :

- 4 W : 125 V - 7 W : 350 V
- 10 W : 500 V - 16 W : 650 V

**Attention**

L'emploi de résistances au carbone sera prohibé, car leur bruit interne dû à l'agitation des électrons est important, de plus leur valeur diminue avec la température.

### POTENTIOMÈTRES

a) ajustables, courbe A, tolérance ± 20 %, puissance 3/4 W à 40°C et 1 à 2 W à 70°C type Cermet-monotour ou multitours (15 tours) ;

b) linéaire, courbe A, P = 1 W/70°C logarithmique, courbe L, P = 1/2 W/70°C, tolérance ±10 %, tension maximale 350 V, type Cermet ;

c) linéaire multitours, P = 2 W/70°C tolérance ± 5 %, type Cermet ;

d) bobinés linéaires P = 5 W.

### CONDENSATEURS

a) chimiques, tensions 16, 25, 40 et 63 V, tolérance ± 20 % type II pour découplages, température -55 à +85°C ;

b) chimiques, très faibles courants de fuite, tensions 16, 25, 40, 63, 350 et 400 V, tolérance ± 20 %, température - 40 à + 85°C ;

c) polytéréphtalate, faibles pertes, tolérance ± 10 %, tension de service 250 V et tolérance ± 5 %, tension de service 100 V à partir de 82 nF ;

d) céramiques enrobés époxy, tolérance ± 10 %, température -40 à 100°C, tensions de service de 400 V, 250 V ou 100 V selon les valeurs ;

e) polyesters métallisés, hautes tensions 630 VDC//220 VAC et 1000 VDC// 250 VAC ;

f) céramiques multicouches, tension 63 V, tolérance ± 20 %, température -55 à +85°C et tolérance ± 10 %, température -55 à +125°C et tolérance ± 5 %, température -55 à 125°C ;

g) ajustables, tension 240 V, résistance d'isolement 10 000 MΩ sur Cermet, capacité ajustable de 2/10 à 7/100 pF ;

h) trimmers mica à compression, capacité ajustable de 4/20 à 95/350 pF ;

i) chips mica de puissance ;

j) by-pass, téflon ou céramique, faible puissance ou puissance jusqu'à 250 V.

### SEMI-CONDUCTEURS

Nous ne présenterons que les diodes zéners, de redressement, les varicaps, les diodes pour commutation rapide et détection.

- **Varicap** ajustable par potentiomètre multitours avec tension régulée par zéner, tension de référence 30 à 1 volt, et capacité 500 pF à 2,2 pF selon les modèles ;

- **Redressement** 1 A de 400 à 1 000 V (silicium) ;

- **Redressement** 3 A de 400 à 1 300 V (silicium) ;

- **Zéner** 1/2 à 5 W, de 2,4 à 56 V ;

- **Commutation rapide** (silicium) 75 V/75 mA, pour les commutations d'antennes d'émetteurs ;

- **Détection** (germanium) utilisée en HF ou commutation des signaux faibles. Ces diodes sont intéressantes pour leur faible capacité de fuite, et leur faible chute de tension (0,25 V au lieu de 0,7 V) ;

- **LEDs** (arséniure de galium). Elles remplacent avantageusement les lampes de signalisation, mais nécessitent une stabilisation du courant. Elles ne supportent pas les tensions inverses. Leur dissipation est négligeable, et leur durée de vie très longue. Elles existent en 3 couleurs et 2 diamètres normalisés, sans aller chercher les LEDs spéciales multicolores.

### CONTACTEURS/COMMUTATEURS/CONNECTEURS

Ces composants ne supportent aucune tolérance sur la qualité des produits offerts. Combien de montages pourtant très bien conçus et biens réalisés

# Le tube électronique (la lampe)

bafouillent et s'arrêtent de fonctionner à cause d'un mauvais contact !! Cela est dû, soit à l'oxydation, soit à la dilatation provoquée par la chaleur et l'humidité.
Le choix se portera sur des éléments simples, à levier robuste, bipolaires pour les interrupteurs/inverseurs 2 à 6A sous 250 V pour les interrupteurs / inverseurs durée minimum 10 000 manœuvres.

**Les interrupteurs lumineux seront rejetés, ainsi que les interrupteurs à poussoir**, car ils sont fragiles. Les interrupteurs/inverseurs à glissières seront **prohibés** sans appel.

**Les commutateurs** seront du type professionnel avec un pouvoir de coupure de 1 A/30 Vcc, 0,3 A/250 VAC, contact argent/argent, durée de vie électrique 10 000 rotations et mécanique 100 000 rotations. Bâti stéatite ou Cermet. Résistance de contact 10 mΩ.

Les commutateurs peuvent remplacer les potentiomètres, très avantageusement, pour les correcteurs de tonalité et les réglages de niveaux BF à la condition d'accepter un réglage par bond. Les résistances seront de précision (1 % minimum).

Les **connecteurs, jacks, fiches** seront dorés ou argentés sur les connections. Ils seront de type homologué et de qualité parfaite.

### BOUTONS

De série professionnelle, ils seront multitours sur les émetteurs, avec dispositifs de repérage et dispositifs de serrage.
Les boutons en plastique type «grand public» seront rejetés, car ils sont tout juste bons à équiper les matériels jetables et non réparables (vive la société de grande consommation...).

### RELAIS

Malgré leur air vieillot et dépassé, ces composants sont bien adaptés pour contrôler et commuter des puissances importantes, même en HF, avec des moyens simples de commande.Il faut prendre des précautions pour éviter des surtensions et des parasites lors des commutations.
En HF, les relais REED sont intéressants, pour des puissances commutées jusqu'à une dizaine de VA. Durée de vie mécanique 10 000 000 manœuvres ; durée de vie électrique 500 000 manœuvres. Tensions d'alimentation du bobinage 5,12 ou 24 V.
En BF, et pour les courants industriels, les relais 2 RT ou 4 RT conviennent.
Pouvoir de coupure 3 A/30 Vcc ou 5 A/ 250 VAC pour les 2 RT, et 3 A/30 Vcc ou 3 A/250 VAC pour les 4 RT.
Durée de vie 100 000 000 d'opérations mécaniques et 500 000 à charge électrique maximum. Alimentations/bobine 6,12 ou 24 VDC et 220 VAC.

Il est fortement conseillé de mettre les relais sur des supports débrochables.

### Attention

Pour des puissances plus importantes commutées, jusqu'à 2 500 VA, ou 90 W, le pouvoir de coupure est de 10 A/ 250 VAC et de 10 A/30 VDC. La commande est de 12 VDC pour 1 RT et de 6 V ou 12 VDC pour 2 RT.

### VOYANTS NÉON HT

Ils sont indispensables pour les tensions élevées en alternatif, mais déconseillés en courant continu, car une électrode noircit rapidement. Leur faible consommation et leur haute luminosité s'allient avec une très longue durée de vie (de 10 000 à 25 000 heures).
La résistance de limitation est avantageusement remplacée par une réactance, donc sans dissipation calorifique et sans échauffement du support de voyant.

### SILENBLOCS

Utilisés en supports antivibratoirs, ils seront vissés. En aucun cas, ils ne seront collés.
Les **passe-fils** en PVC45 seront choisis avec le ø juste nécessaire pour protéger les câbles ou fils traversant une cloison du châssis.

### FUSIBLES

Sous verre, **rapides** ou **retardés**, ils seront du type miniature et professionnel. Leur tension de service est de 250 V. Ils sont montés dans des portes fusibles pour châssis à vis, ou 1/4 de tour pour face avant.

### TRANSFORMATEURS

Ils seront, soit en tôles E/I de 1,6 W/kg pour les transformateurs d'alimentation et les selfs de filtrage, ou en tôles E/I de 0,6 W/ kg pour ceux de modulation ou de sortie BF. (tôles au silicium, dimensionnés selon les calculs et bobinés selon notre étude).
On pourra aussi employer des tôles en double C pour les modèles BF. Par contre les transformateurs toriques ne sont pas accessibles pour les amateurs.

### INDUCTANCES HF

Malgré l'intérêt de ces composants, il est plus intéressant pour l'amateur de les réaliser à la demande.
Toutefois une exception sera faite pour les selfs de choc (R100-R175).

## RAPPELS SUR LES TUBES (LAMPES)

1 ) La **Diode** réunit dans un tube en verre, dans lequel on a fait le vide poussé, une cathode et une anode. La cathode est chauffée électriquement et portée au rouge. Elle émet alors des électrons.

Les électrons émis par l'agitation thermique de la cathode portée à haute température sont expulsés et s'agglutinent à une distance de la cathode.
Ils forment la charge d'espace, véritable cathode virtuelle.
Si on entoure cette cathode virtuelle d'une plaque portée à un potentiel positif, les électrons sont attirés par cette plaque.
Le courant anode/cathode est proportionnel au champ électrique existant entre la cathode et l'anode, et n'est limité que par la possibilité d'émission de la cathode en électrons. Ces lampes sont maintenant avantageusement remplacées par les diodes au silicium pour le redressement et au germanium pour la détection des signaux faibles.

2 ) Vers 1907, les industriels insérèrent une sorte de spirale entre la cathode et l'anode. Cette nouvelle électrode, appelée **grille**, permettait un contrôle du flux d'électrons cathode/anode, sans avoir à varier la tension d'anode, avec une tension beaucoup plus faible de la grille, que la variation de la tension d'anode, soit un **gain de tension**, et **de puissance**, avec une vitesse de travail se rapprochant de celle de la lumière. Cette nouvelle lampe s'appela **la Triode**.

3 ) En ajoutant une seconde grille, entre la première et l'anode, on accélère le flux d'électrons, tout en modifiant profondément les caractéristiques de fonctionnement. Ce nouveau tube s'appelle la **Tétrode et la nouvelle grille l'écran.**
La vitesse de déplacement des électrons est telle qu'en frappant l'anode, ils rebondissent et reviennent vers la cathode. Le gain est inversement proportionnel au gain normal, tant que l'effet de l'anode ne redevienne prépondérant en augmentant sa tension. Pendant ce temps, le tube fonctionne comme une résistance négative.
Ce phénomène est très gênant sauf pour des applications très particulières (**oscillateur de relaxation** par exemple).

4 ) En ajoutant une grille supplémentaire entre l'écran et l'anode, on obtient une **Pentode**. Cette 3ème grille, reliée à la cathode supprime l'émission secondaire, et permet, si on l'utilise comme une nouvelle grille de commande, de mélanger des signaux (BF ou HF) ou d'effectuer un changement de fréquence, procédé très couramment employé en réception et plus rarement en émission.

5 ) L'ajout de grilles supplémentaires permet d'obtenir des **Hexodes**, **Heptodes** et **Octodes**.
Ces lampes servent à des changements de fréquence avec des gains intéressants, et à des modulations du type FM (ou détection FM), de manière élégante, voire la commande automatique de volume, et à des circuits antiparasites.
Les tubes électroniques sont beaucoup moins sujets aux intermodulations que les transistors bipolaires ou FET/MOS ou C/MOS, et surtout n'ont pas besoin d'être protégés contre **l'emballement thermique**, qui peut aller jusqu'à la destruction du transistor.
Enfin, les lampes supportent beaucoup mieux les courts-circuits ou surcharges temporaires.
Leur souffle est plus faible en HF qu'en BF, et elles n'ont pas besoin de dissipateur (radiateur) pour les fortes puissances.
Les faibles intensités absorbées, par rapport aux transistors, à puissance utile identique, permettent des régulations beaucoup plus simples.

Au fil de nos causeries, nous développerons les données effleurées aujourd'hui pour obtenir le meilleur des tubes. Si nous faisons appel aux mathématiques, elles ne seront utilisées qu'en outil de travail.

Ne conduisons-nous pas notre voiture sans savoir comment et pourquoi ses créateurs ont opté pour telle ou telle solution ?

## TUBES RÉGULATEURS À GAZ

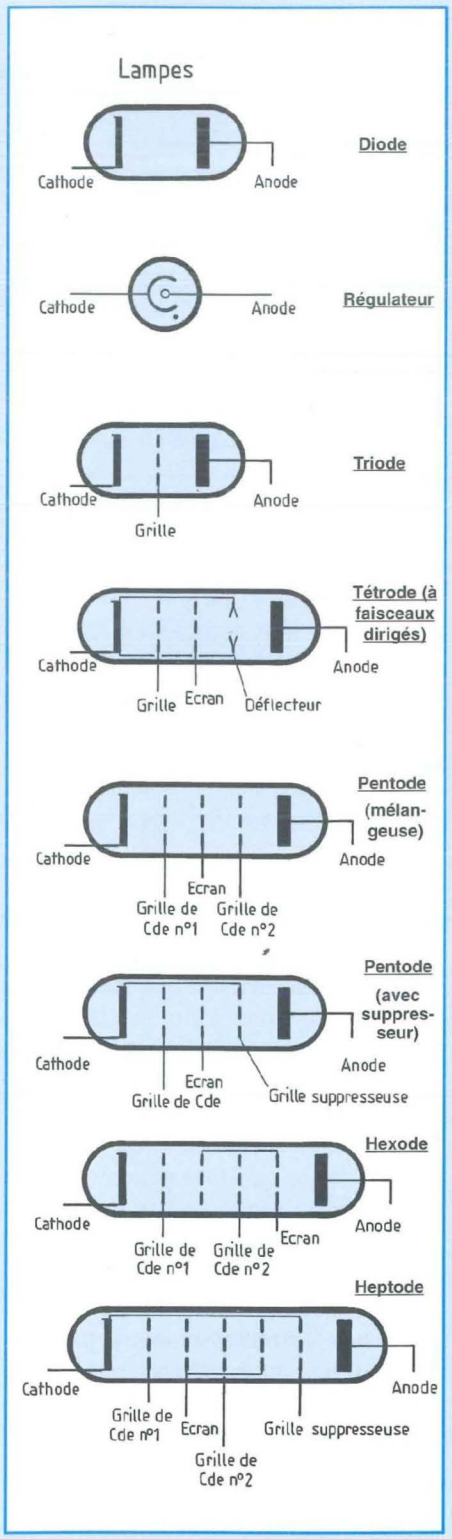
Ils remplissent la même fonction que les zéners, mais en Haute Tension. Dans un tube vidé de son air, mais dans lequel on a injecté très peu de gaz rare, on a mis 2 électrodes.
Selon la distance, les dimensions de ces électrodes et la nature du gaz, la tension qui apparaît, **après amorçage** du gaz, est pratiquement constante (environ 90 %) dans une large plage et avant création d'arcs destructeurs.
Toutefois le débit du tube régulateur est **limité par une résistance série**, tout comme une diode zéner, mais n'est que de 30 mA.
La tension d'amorçage est de 1,3 fois la tension de régulation. Les tensions régulées varient de 68 V à 150 V, avec des intensités dans le régulateur comprises entre 0,4 et 40 mA.

### Attention

Nous ne présenterons pas les tubes à gaz Triode ou Tétrode du type **Thyratron**, pour la simple raison que les triacs et les thyristors permettent d'obtenir les mêmes résultats, sans l'inconvénient de la consommation du chauffage de la cathode. Le même raisonnement est tenu pour l'abandon des tubes électroniques au profit des diodes de redressement au silicium.
Pour mémoire, rappelons qu'il existe des tubes de redressement à gaz permettant des forts débits, pour des hautes tensions importantes, sans augmenter la puissance de chauffage des cathodes.
Le seul problème restant est que ces lampes émettent spontanément des

en savoir plus sur ...

# Le tube électronique (la lampe)




bruits roses ou blancs, sur une grande bande de fréquences, phénomènes particulièrement gênants en haute fréquence, tant en émission qu'en réception, et transmis par le réseau EDF sur de longues distances.
Si une régulation des courants fournis par les redresseurs est nécessaire, et ce pour de forts débits, on fera appel à un système série pour les forts courants sous forte tension, ou à un système à découpage.

## SYMBOLISATION DES ÉLÉMENTS

Nous vous les représentons ci-contre.

### Attention

Certains auteurs ont d'autres symboles. La symbolisation proposée est la plus employée dans l'hexagone.
Il nous faut signaler maintenant que les techniques modernes permettent de mettre deux tubes électroniques, parfois trois, dans la même ampoule, avec ou sans électrodes communes.
Des blindages peuvent être ajoutés dans la lampe, selon certains modèles, particulièrement en haute fréquence.
Certaines lampes sont conçues pour «durcir» les grilles aux vibrations mécaniques extérieures, donc de les rendre «anti-microphonique», et anti-choc. Je ne conseille pas toutefois de jouer au football avec des composants électroniques, même pas avec les semi-conducteurs, mais chacun est libre de faire ce qu'il veut avec ce qui lui appartient...

**Un gros avantage des tubes** sur les semi-conducteurs, est que l'on peut adapter les tubes avec des tensions de fonctionnement bien supérieures à celles prévues par le fabricant, sous certaines conditions limites, ce qui est pratiquement irréalisable avec les semi-conducteurs qui ne pardonnent jamais les excentricités.

## NOS MONTAGES PRÉVUS

Avant de poursuivre nos causeries, et afin de vous mettre l'eau à la bouche, je vous présente quelques-unes des réalisations que nous étudierons et réaliserons ensemble.

1 ) Un **amplificateur** basse fréquence **Haute Fidélité**, puissance 20 watts efficaces.

2 ) Des **baffles** pour reproduire nos excellents watts électriques, avec les **filtres** de séparation des haut-parleurs graves et aigus. Les enceintes permettent de descendre 1 octave en dessous des célèbres bass-reflex, et ce sans résonance.

3 ) Un **préamplificateur** doté de différentes entrées pour exciter l'amplificateur et alimenté à partir de celui-ci.

4 ) L'**alimentation** généreuse pour nourrir tout ce petit monde, avec quelques astuces.

5 ) Un **amplificateur** basse fréquence très **Haute Fidélité**. La puissance reste confortable (20 W réels), ce qui correspond à des 100 W musicaux annoncés par les montages à transistors ou circuits intégrés.
De plus, la plus grande partie de notre premier ampli BF de 20 W est réemployée, sans modification.

6 ) Nous apprendrons à calculer les **transformateurs d'alimentation et de sortie basse fréquence**, et les **selfs de filtrage**.

Mieux, pour les bricoleurs méticuleux, nous leur apprendrons à les réaliser «fabrication maison», avec une qualité proche de celle obtenue par les profes-

sionnels, mais pour un coût oh combien moins douloureux pour notre budget... (70 % moins cher !...)

7 ) Nous nous attaquerons pour terminer à la réalisation d'un **émetteur** pour radio amateur, puissance 100 W maxi à l'antenne, qui se décomposera en différents modules :

a ) Le **BF0**, c'est-à-dire le pilote de notre émetteur, avec une astuce permettant d'obtenir d'excellents résultats, tant en stabilité qu'en puissance sur toutes les fréquences permises et sur les principales gammes.

b ) L'étage de **puissance d'antenne**, avec sa protection et son couplage vers l'antenne.

c ) Le **modulateur** qui permettra de moduler notre émetteur, donc de transmettre sur les ondes notre voix ou notre émission, jusqu'à des distances pouvant atteindre les antipodes.

d ) Les **contrôles** faisant appel à des dispositifs statiques, de la haute fréquence et de la modulation.

e ) La **protection automatique** de l'étage PA (puissance d'antenne) qui protège nos lampes de puissance haute fréquence et notre alimentation en cas de rupture de l'excitation, ou affaiblissement.
(Quelques composants pour protéger ce qui est le plus onéreux de notre émetteur).

f ) L'**alimentation**, très performante, avec en plus une simplification du transformateur d'alimentation haute tension et diminution des calories dissipées par d'autres montages plus classiques.

g ) L'**antenne** d'émission et de réception, avec une commutation automatique et une **protection parafoudre**.
Cette petite merveille, création de l'amateur américain W3HH a été testée par l'US NAVY. Les résultats ont été tels que cette marine l'a adoptée pour ses **qualités de gain** par rapport aux autres antennes, pour son **absence de directivité**, son excellent fonctionnement **sur une très large bande de fréquences**, pour sa **simplicité** et surtout pour son **excellente adaptation** à l'**émetteur**.
Personnellement, je l'ai utilisée pendant 2 ans à Madagascar, et réalisé avec elle des liaisons Majunga/Istres (à côté de Marseille), en secours des installations officielles diplomatiques, avec 250 W modulés à la plus grande satisfaction de l'Administration, et ce pendant une loi martiale isolant la grande Ile du reste du monde (9 000 km).
Le **gain** de cette antenne, par rapport aux antennes classiques est de **3 à 5 dB**, soit une puissance rayonnée 1,3 à 1,6 fois supérieure aux antennes classiques.
Les schémas que la revue LED publiera tout au long de ces causeries ont été testés sur 20 années, pendant lesquelles le fer à souder ne s'est pas arrêté de chauffer, (modifications critiques et matière grise sont les mamelles de la recherche).
Nous indiquerons également des améliorations possibles, vu l'évolution de la technique et des composants mis sur le marché.
Mais n'oublions pas que nous sommes des amateurs, mordus de notre passion, et que notre plus grande joie reste l'essai de nos idées, puis leur diffusion pour le grand bien de tous nos collègues et amis.

### Attention

**Dernière minute** : (janvier 98) la réglementation française concernant les liaisons radio-amateurs change.
Nous nous ferons un plaisir de vous informer des nouvelles dispositions prises par l'Administration de l'Autorité de Régulation des Télécommunications en souhaitant que pour une fois elle ne soit plus restrictive, surtout quand des utilisateurs de CB violent chaque jour la réglementation en vigueur... sur la bande des 27 MHz, et ce sans aucune licence, ni examen pour obtenir une licence que beaucoup n'ont pas et n'auront jamais.

h ) Nous nous ferons la main pour terminer sur 3 petits montages simples, efficaces, et pleins d'astuces, mais excellents.

**à suivre...**

**Maurice-Jean LOBREAU**

**EDITIONS PÉRIODES**

**5, boulevard Ney**
**75018 Paris**

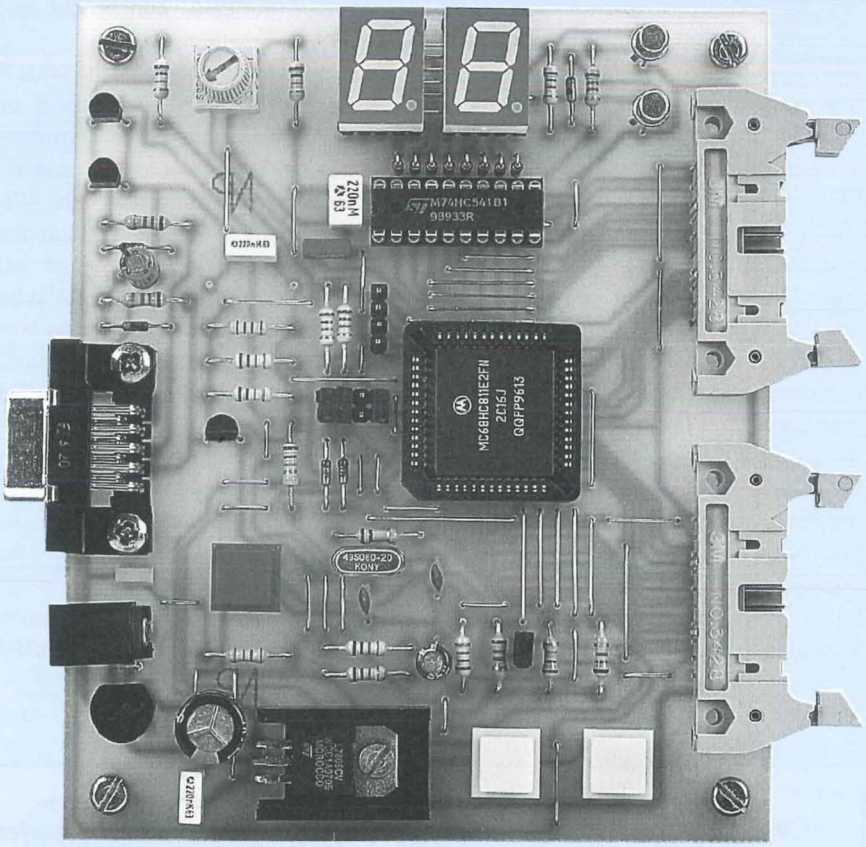
**Vous avez réalisé des montages personnels que vous aimeriez publier dans notre revue. N'hésitez pas à nous joindre soit par téléphone, soit par courrier afin d'obtenir les renseignements nécessaires pour une éventuelle collaboration à Led.**

4ème PARTIE

# KIT DE DÉVELOPPEMENT POUR 68HC11

## GESTION DE CLAVIER MATRICIEL

Depuis les numéros 145 à 147 de LED, vous êtes en possession du minimum vital pour créer une application autonome. Cependant, dans la majorité des applications, l'utilisateur aura besoin d'une interface plus conviviale que les deux touches et les deux afficheurs installés sur le kit de développement. Pour contourner cette limitation, vous trouverez dans ces lignes quelques techniques utilisées couramment pour interfacer un clavier matriciel, alors que notre prochain rendez-vous sera consacré à la gestion des afficheurs alphanumériques à cristaux liquides, dont le prix ne cesse de décroître.



Nous utiliserons le port C associé à la source d'interruption Str.A pour y connecter notre clavier, et le port B, qui fonctionne exclusivement en sortie, pour y installer l'afficheur LCD. Le connecteur d'extension associé au port C est celui qui est situé près des deux touches du kit (du type HE10, 2 x 10 broches). L'un des intérêts de ce connecteur est de fournir en complément les lignes d'alimentation [0..5 V] du kit, afin d'alimenter tout périphérique qui y sera connecté. Il ne sera pas possible de proposer dans cet article toutes les combinaisons de solutions possibles. En conséquence, nous présenterons trois solutions associées chacune à trois configurations matérielles distinctes :

- scrutation logicielle permanente associée à un clavier linéaire de 8 touches
- gestion sous interruption d'un clavier matriciel de 16 touches
- gestion par circuit spécialisé d'un clavier matriciel de 20 touches.

A partir de ces exemples, il sera facile de passer à une combinaison différente plus adaptée à l'application envisagée.

### PRÉSENTATION DU PORT C ET DE SON ENVIRONNEMENT

L'illustration de la **figure 1** indique l'environnement interne du 68HC11 associé au port C. Quatre registres internes sont directement affectés au port C. Le registre **PORTC** constitue un port d'entrée/sortie universel dont le sens de transfert est déterminé par le **DDRC** (Data Direction.). Lorsque le port C est configuré en sortie, l'écriture d'une donnée peut déclencher une impulsion sur la sortie **Str.B**, afin d'indiquer au périphérique externe qu'une information est disponible sur ce bus.

Le registre **PORTCL** est une deuxième source d'accès aux données externes, mais dont le fonctionnement est différent. La mémorisation des données a lieu dans ce registre lorsqu'un front actif est appliqué sur l'entrée **Str.A**. Ainsi, la donnée peut être prise en compte en temps différé par le processeur, même si l'information a disparu du port C lorsque le 68HC11 est disponible pour la récupérer. Enfin, le **PIOC** est un registre de contrôle qui permet d'initialiser l'un des modes de transmission présentés sur la **figure 2.**

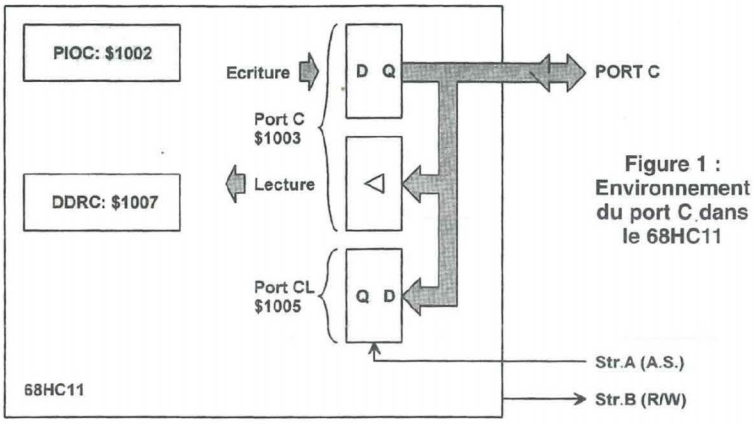
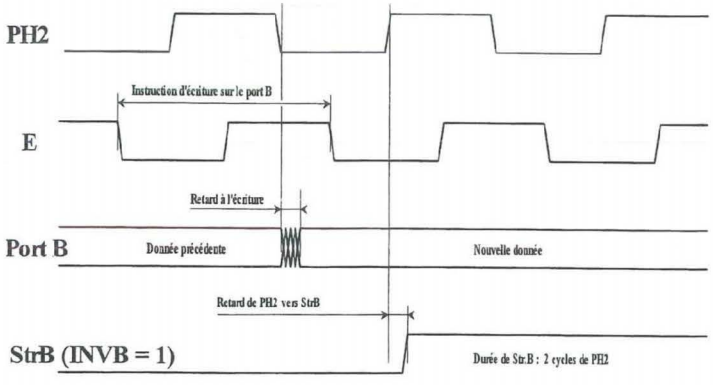


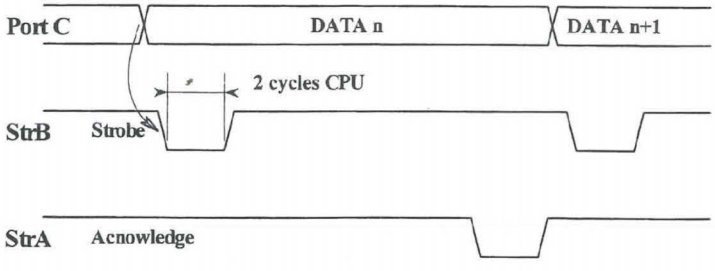

**Figure 1 : Environnement du port C dans le 68HC11**

**Figure 2 : Transmission parallèle sur 68HC11**

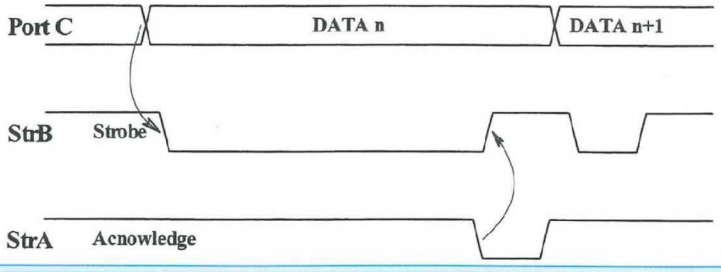
1. Mode STROBE




2. Mode IMPULSIONNEL (HANDSHAKING PULSED)




3. Mode VERROUILLE (HANDSHAKING INTERLOCKED)




On remarquera que le **PIOC** concerne également le **port B**, associé à la sortie **Str.B**. Le détail du PIOC est indiqué en **figure 3**.

## GESTION DE CLAVIER PAR SCRUTATION LOGICIELLE

La scrutation logicielle revient à lire continuellement le clavier de façon à détecter l'action éventuelle sur une touche par l'utilisateur. Tant que le clavier est au repos, la routine de scrutation reste rebouclée sur elle-même, et le processeur ne peut effectuer une autre tâche logicielle (à l'exception, si elle existe, d'une routine d'interruption, qui serait forcément prioritaire) .

Dès qu'une touche est activée, le programme assure le branchement à la procédure qui est associée au code de touche retourné par le clavier (par exemple, **[0]** = allumer la lampe, **[1]** = mettre en marche le moteur, etc...). Dès que la procédure est terminée, le système doit obligatoirement revenir à la routine de scrutation afin d'attendre la demande suivante. Ce fonctionnement est illustré par l'organigramme de la **figure 4**.

Prenons l'exemple du clavier de la **figure 5** : il est simple d'envisager de câbler directement 8 touches sur le port C, celui-ci étant au format 8 bits !. Au repos, les entrées du port C sont au niveau haut. Dès qu'une touche est activée, l'entrée correspondante passe au niveau bas. D'après le schéma proposé, si on appuie sur la touche **[2]**, le code renvoyé sera donc **<%11110111>**. Le tableau de la **figure 5** indique la correspondance entre le code de touche renvoyé et la touche activée pour l'ensemble du clavier. Un prototype de circuit imprimé est proposé en **figure 6**. C'est simplement pour éviter de câbler des straps ou de recourir à un circuit double-face que certaines touches ont été inversées sur le schéma structurel.

A titre d'application, nous pourrions envisager d'afficher sur le kit le numéro de la touche qui a été enfoncée.

L'organigramme de gestion de clavier

**Figure 3 : Description du registre PIOC**

| $1002 | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PIOC | STAF | STAI | CWOM | HNDS | OIN | PLS | EGA | INVB |
| Reset | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | U | 1 | 1 |

**STAF**: drapeau d'interruption du port C. Il est mis à 1 lors de l'apparition d'un front actif sur l'entrée Str.A, et réinitialisé en deux temps: STAF est automatiquement remis à zéro lors de la lecture du PIOC suivi de la lecture ou de l'ecriture du port C (suivant sa configuration), ou de la lecture du port CL.

**STAI**: masque d'interruption: si STAI est positionné à 1, une interruption sera déclenchée à la suite d'un front actif sur Str.A.

**CWOM**: sélection de la technologie du port C.

- **CWOM = 1** : la sortie est du type "***collecteur ouvert***".
- **CWOM = 0** : la technologie de sortie est du type "***Totem Pôle***".

**HNDS** permet de choisir entre deux modes de transmission:

- **HNDS = 0** : le mode "***déclenché***" (STROBE) est utilisé, conjointement avec le port B et la sortie Str.B (ce mode est illustré sur la figure 2.1.)
- **HNDS = 1** : c'est le mode "***poignée de main***" (handshaking) qui est validé, et qui utilise le port CL, Str.A et Str.B.

Les figures 2.2 et 2.3 indiquent les deux variantes du mode "handshaking". Le mode impulsionnel assure la production d'une impulsion de courte durée sur la sortie de contrôle Str.B après l'envoi d'une donnée. Le mode verrouillé, par contre, assure le maintien de la sortie Str.B jusqu'à la réponse du périphérique sur l'entrée Str.A.

**PLS**: sélection du fonctionnement de la ligne de contrôle **Str.B** (actif si HNDS=1):

- **PLS = 0 :** mode verrouillé.
- **PLS = 1 :** mode impulsionnel.

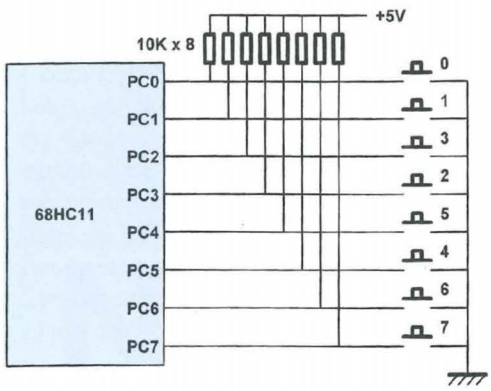
**OIN**: sélection du sens de transfert des données sur le **port C** (actif si HNDS=1):

- **OIN = 0 :** validation de la réception (le buffer d'entrée est activé).
- **OIN = 1 :** validation de la transmission (le registre de sortie est activé).

**EGA**: sélection du front actif sur l'entrée **Str.A.** (front montant actif si EGA = 1).

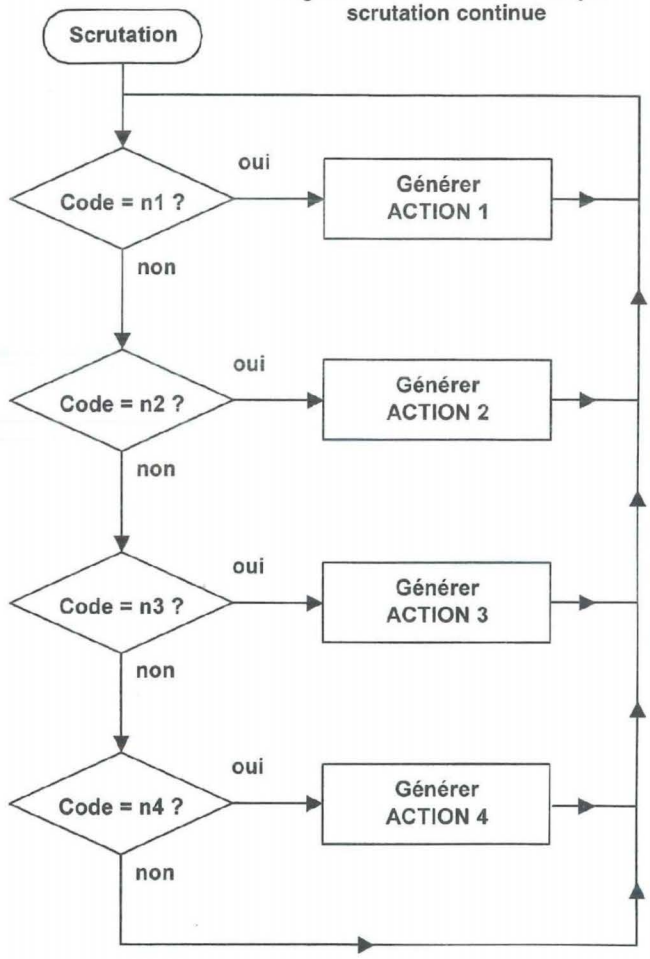
**INVB**: sélection du niveau actif sur la sortie **Str.B.** (niveau haut actif si INVB = 1).

**Figure 5 : Installation d'un clavier linéaire de 8 touches sur le port C**



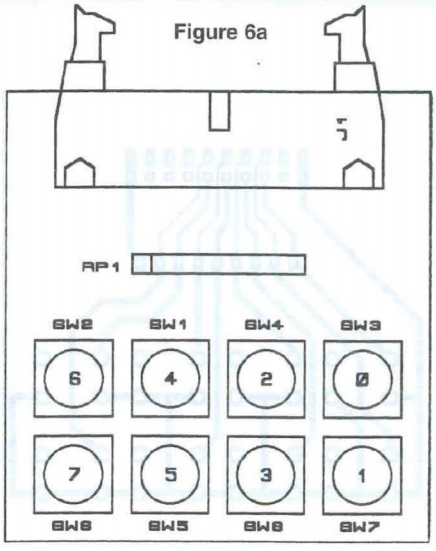

| touche activée | code renvoyé |
|---|---|
| 0 | 11111110 |
| 1 | 11111101 |
| 2 | 11110111 |
| 3 | 11111011 |
| 4 | 11011111 |
| 5 | 11101111 |
| 6 | 10111111 |
| 7 | 01111111 |

**Figure 4 : Gestion de clavier par scrutation continue**




prendra alors la forme indiquée sur la **figure 7**. Le programme effectue une lecture du port C et vérifie si l'octet retourné correspond à l'une des valeurs situées dans une table de correspondance (pointée par le registre d'index Y). Si c'est le cas, on fait appel à la procédure de transcodage HEXA/7 segments décrite dans le n°146, avant d'envoyer la configuration d'allumage adéquate sur le port B. Dans le cas contraire, on effectue une nouvelle lecture du port C. Vous aurez remarqué que cet organigramme diffère de celui de la figure 4. Le premier utilise un test pour chacune des valeurs envisagées, alors que le second passe par un seul test associé à une boucle, dont la fonction est

Figure 6a

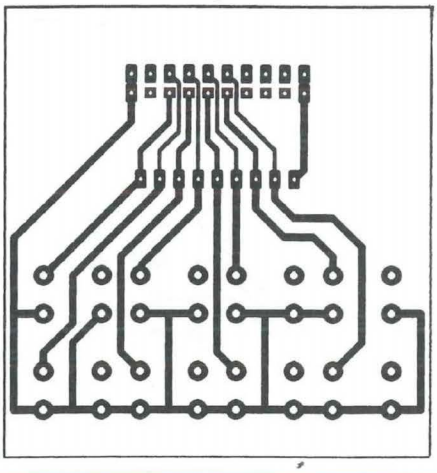



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

**CLAVIER LINÉAIRE DE 8 TOUCHES**

- Réseau de résistances 9 pattes, 8x10 kΩ
- 8 touches contact KSA avec capuchons
- Connecteur mâle droit ou coudé 2x10 broches

Figure 6b



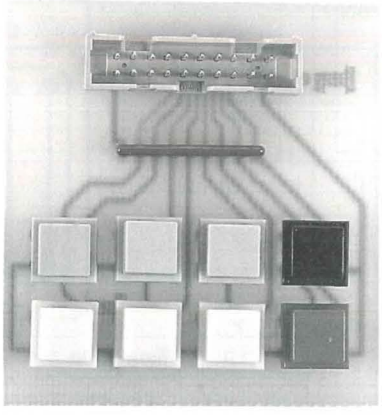
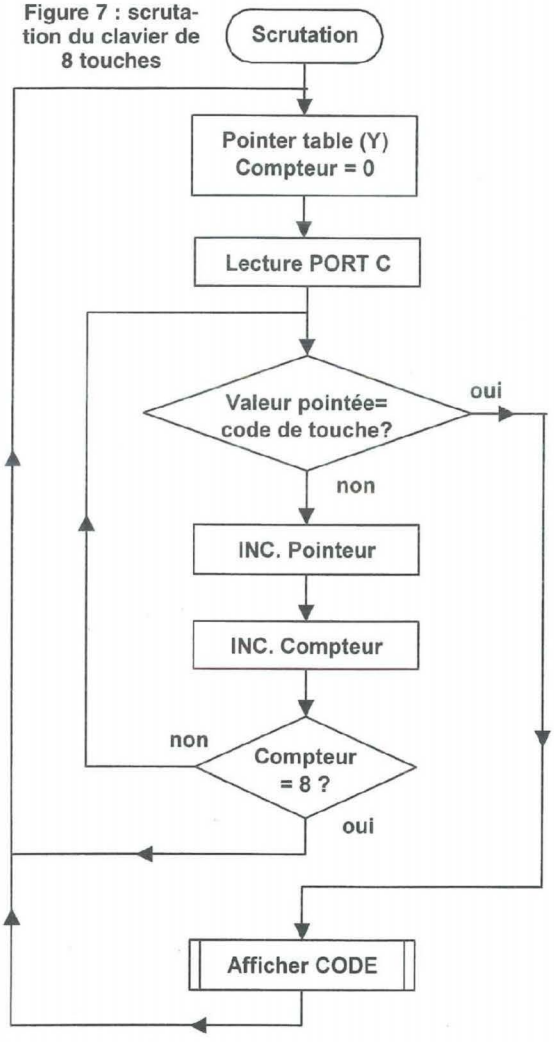


Figure 7 : scrutation du clavier de 8 touches




de comparer le code de touche avec une série de valeurs rangées dans une table. Bien que la structure de l'organigramme de la figure 7 semble plus complexe, elle présente plusieurs avantages :

• Cette complexité apparente est fixe et surtout indépendante du nombre de touches du clavier : pour un clavier de 16 touches, il suffirait de changer le test du compteur (16 au lieu de 8), puis de compléter la table de correspondance.

• Une modification de la position des touches sur le clavier est obtenue en modifiant simplement l'ordre des éléments de la table, ce qui est plus simple que de modifier le contenu du programme.

## ANALYSE DE L'ORGANIGRAMME DE SCRUTATION

Au début du programme, le pointeur est placé en début de table, et un compteur est initialisé à zéro. Le principe d'encodage est le suivant : on compare le code de touche avec la première valeur de la table. Si il y a égalité, on quitte la procédure, le code de sortie étant situé dans le compteur ([0] au départ). Sinon, on déplace le pointeur dans la table (par incrémentation), et on teste la valeur suivante, jusqu'à ce qu'on trouve la bonne valeur ou que l'on atteigne la fin de la table. Dans ce dernier cas, on considère qu'aucune touche n'a été activée et on effectue une nouvelle lecture du clavier.
Le compteur pourrait assurer deux fonctions distinctes : s'il contient le code [0] à [7], il renvoie le code de touche final à la sortie du sous-programme, mais s'il renvoie le code [8], il indique forcément un dépassement de la table. On en déduira un problème de connectique, un parasite électrique ou encore l'action simultanée de plusieurs touches. Ces éventualités n'ont pas été gérées dans l'organigramme : en cas de dépassement, on se contente simplement de se reboucler au début de la procédure.

**Figure 8**

```
*****************************************************************
*****   Programme de gestion de clavier par scrutation    ******
*****************************************************************

PORTB           EQU $1004    (Affectation des variables)
PORTC           EQU $1003
PILE            EQU $00C0

                ORG $0000    (table 1: transcodage HEXA -> 7seg)

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

                ORG $0010    (table 2:recherche du code clavier)

                FCB     $FE,$FD,$F7,$FB,$DF,$EF,$BF,$7F

***** PROGRAMME LECTURE DE CLAVIER ******
*****************************************

                ORG $0020       (Début du programme:adresse $20)

                LDS     #PILE
DEBUT           LDY     #$10    (pointer le début de la table 2)
                CLRB            (B: compteur+code clavier final)
                LDAA    PORTC   ( lecture du clavier linéaire  )
SUITE           CMPA    ,Y
                BEQ     AFFICH  (on a trouvé, donc on affiche !)
                INY             (on passe a la valeur suivante )
                INCB            (..et on incrémente le compteur)
                CMPB    #8      (test: est-on en fin de table ?)
                BEQ     DEBUT   (si oui, retour a la scrutation)
                BRA     SUITE   (sinon, chercher 1 autre valeur)
AFFICH          BSR     TRANS
                STAA    PORTB
                BRA     DEBUT   (on reprend la scrutation)

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

TRANS           LDX     #$0000
                ABX
                LDAA    ,X
                RTS
```

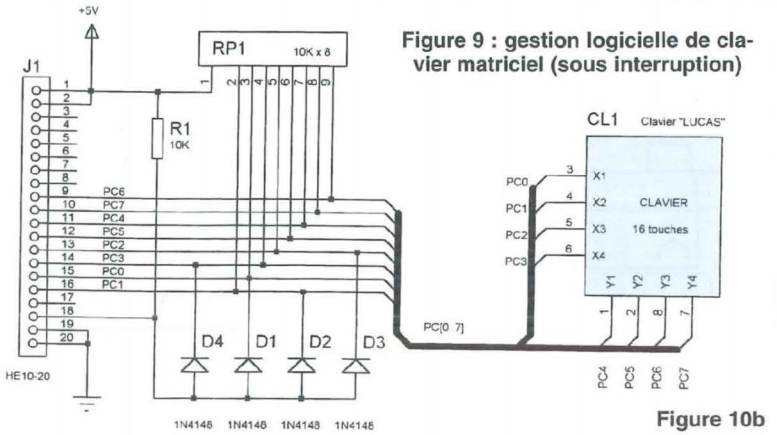



**Figure 9 : gestion logicielle de clavier matriciel (sous interruption)**

**Figure 10b**

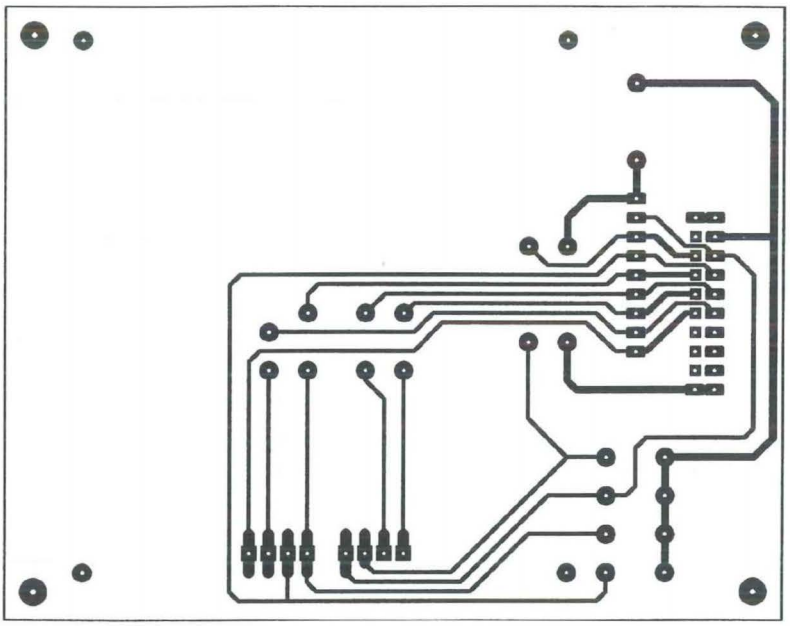
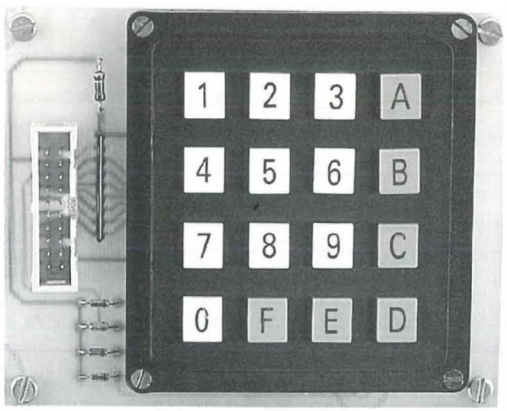
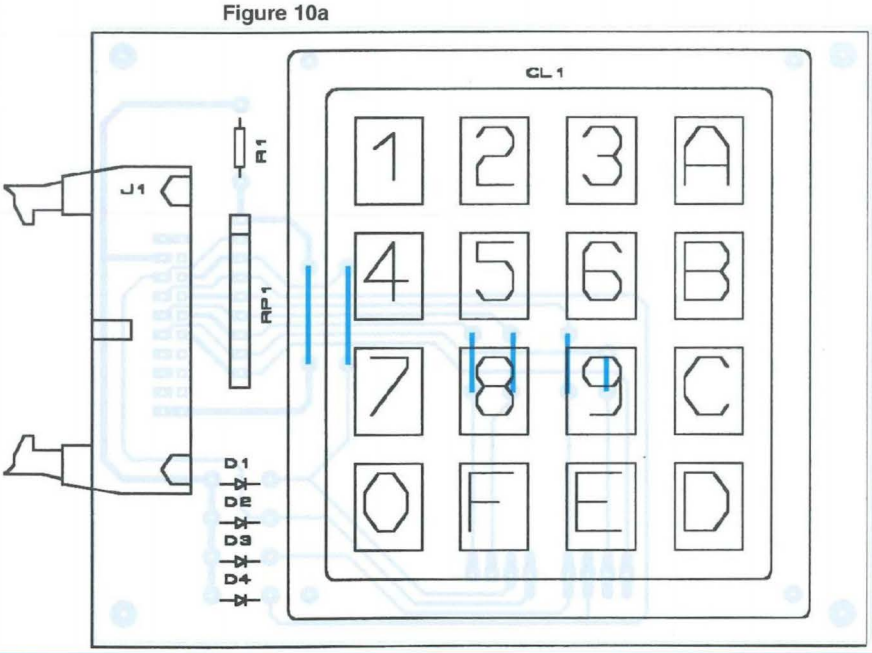


**Figure 10a**




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

**GESTION LOGICIELLE**

- D1-D2-D3-D4 : 1N4148
- Réseau de résistances 9 pattes 8x10 kΩ
- R1 : 10 kΩ/1/4 W
- Clavier LUCAS 16 touches
- Connecteur mâle droit 2x10 broches

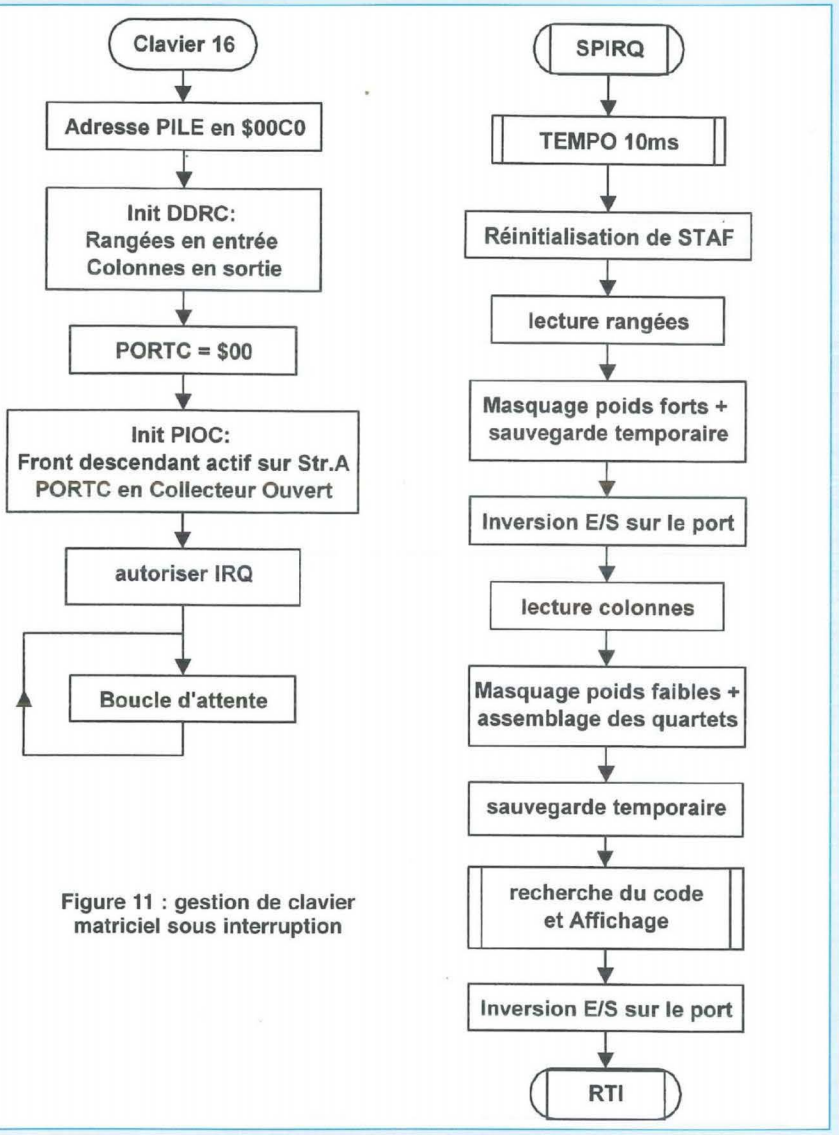



**Figure 11 : gestion de clavier matriciel sous interruption**

## LE PROGRAMME DE SCRUTATION

Le listing correspondant en assembleur est indiqué en **figure 8**. On commence à affecter une variable aux adresses physiques du 68HC11, notamment PORTC utilisé pour la première fois, et situé à l'adresse $1003. Suivent les tables de correspondance (transcodage HEXA - 7 segments et codes retournés par le port C).

Le programme principal contient la totalité de la gestion de clavier. Seule la procédure de transcodage éventuellement placée en EEPROM, a été déplacée dans un sous-programme.

## GESTION DE CLAVIER MATRICIEL SOUS INTERRUPTION

Le schéma structurel d'un module de gestion de clavier matriciel de 16 touches (0 à F) est indiqué en **figure 9**, une implantation étant proposée en figure 10. Avant de réaliser le circuit imprimé, veillez préalablement à vous procurer le clavier matriciel : la disposition des broches du clavier est différente d'un clavier à l'autre!. Dans le cas de l'implantation proposée en **figure 10**, n'oubliez pas de souder les six straps placés sous le clavier.

Ce clavier est constitué d'une matrice de quatre colonnes et quatre rangées, dotée d'une touche à chaque intersection. L'appui sur une touche engendre une liaison électrique entre une colonne et une rangée. La gestion de ce clavier sera effectuée en deux temps :

1. détection d'appui sur une touche ;
2. repérage de la touche actionnée.

La détection sera assurée par l'entrée Str.A. Tel qu'il est câblé, le clavier reçoit un potentiel positif au repos par le réseau de résistances.

L'entrée Str.A est également polarisée positivement par R1. En toute logique, la détection ne pourra être obtenue que par l'application d'un front descendant sur cette broche. Pour y parvenir, il suffit de prépositionner D4 à D7 au niveau bas. Dès qu'une touche est enfoncée, il y a forcément l'une des diodes qui retrouve sa cathode au niveau bas, et devient passante. A cet instant, le potentiel de l'entrée Str.A devient inférieur à 1V et permet de déclencher une interruption. C'est ensuite le programme d'interruption associé à Str.A qui prendra la relève, afin de repérer la touche sollicitée et de renvoyer le code qui lui correspond. Comme précédemment, notre application va se contenter de visualiser le code de touche de 0 à F sur l'afficheur des unités.

## ANALYSE DU PROGRAMME DE GESTION

L'organigramme est indiqué en **figure 11**. Le programme principal permet d'initialiser la pile S, le port C et le registre de contrôle PIOC avant d'autoriser IRQ. En ce qui concerne le port C, [D0..D3] seront en entrée et [D4..D7] en sortie : il faut donc songer à initialiser également le DDRC. La routine d'interruption commence par une temporisation logicielle de 10 ms, histoire de s'affranchir des rebonds mécaniques du clavier : après 10 ms, on est certain que le contact de touche est en position stable et que le doigt n'a pas encore relâché la touche (ou alors vous êtes vraiment un rapide!). On réinitialise ensuite dans le PIOC, le

```
                        figure 12
************************************************************
******    Programme de gestion de CLAVIER matriciel    ******
******              sous interruption STRA             ******
****** fig. 12 - 1/2: VARIABLES et programme principal ******
************************************************************

PORTB          EQU $1004
PORTC          EQU $1003
PORTCL         EQU $1005
PIOC           EQU $1002     (registre de contrôle  du port C )
DDRC           EQU $1007     (registre de direction de données)

CLAVIER        EQU $0020     (variable CLAVIER a l'adresse $20)
PILE           EQU $00C0

               ORG $0000     (Table de transcodage HEXA/ 7seg.)

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

               ORG $0010    (table 2:recherche du code clavier)

      FCB      $7E,$EE,$ED,$EB,$DE,$DD,$DB,$BE
      FCB      $BD,$BB,$E7,$D7,$B7,$77,$7B,$7D

               ORG $0030      (Début du programme: adresse $30)


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

DEBUT LDS      #PILE
      CLR      CLAVIER
      LDAA     #$F0
      STAA     DDRC
      CLR      PORTC
      LDAA     #%01100000
      STAA     PIOC
      CLI
WAIT  BRA      WAIT
```

**Figure 12**

```
************************************************************
******    Programme de gestion de CLAVIER matriciel    ******
******              sous interruption STRA             ******
******           fig. 12 - 2/2: SOUS-PROGRAMMES        ******
************************************************************


******  TEMPORISATION ANTI-REBOND  ******
*****************************************

TEMPO LDX      #3000
BOUCL DEX
      BNE      BOUCL
      RTS

******     SOUS PROGRAMME  STRA    ******
*****************************************

SPIRQ BSR      TEMPO
      LDAA     PIOC        (initialisation STAF 1/2)
      LDAA     PORTCL      (initialisation STAF 2/2)
      LDAA     PORTC       (lectures  des rangées)
      ANDA     #$0F        (masquage  poids forts)
      STAA     CLAVIER     (sauvegarde temporaire)
      LDAA     #$0F        (rangées en sortie, =0)
      STAA     DDRC
      LDAA     PORTC       (.lecture des colonnes.)
      ANDA     #$F0        (masquage poids faibles)
      ADDA     CLAVIER     (assemblage Fort/Faible)
      STAA     CLAVIER     (sauvegarde  temporaire)

      LDY      #$0010    (pointer le début de la table)
      CLRB                    (B:compteur + code clavier)
      LDAA     CLAVIER   (lecture du clavier linéaire )
SUITE CMPA     ,Y
      BEQ      AFF         (on a trouvé, donc on affiche !)
      INY                  (on passe a la valeur suivante )
      INCB                 (..et on incrémente le compteur)
      CMPB     #16         (test: on est en fin de table ?)
      BEQ      FIN         (..si oui, sortir sans afficher)
      BRA      SUITE       (sinon, chercher 1 autre valeur)
AFF   BSR      TRANS
      STAA     PORTB
FIN   LDAA     #$F0
      STAA     DDRC
      RTI

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

TRANS LDX      #$0000
      ABX
      LDAA     ,X
      RTS

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

      ORG      $00EE
      JMP      SPIRQ
```

drapeau d'interruption de Str.A nommé STAF. Sans cette précaution, une nouvelle interruption ne sera pas possible. Puisque [D0..D3] sont en entrée, on effectue une lecture du quartet de poids faible qui nous indiquera quelle rangée est activée. L'opération de masquage qui précède la sauvegarde en mémoire permet de forcer à zéro les bits de poids forts, non significatifs. On inverse ensuite l'état du port C : le quartet [D0..D3] passe en sortie et fournit un état bas sur les rangées, tandis que [D4..D7] sont configurés en entrée. Il ne reste plus qu'à effectuer une dernière lecture sur le port C (et un masquage des poids faibles) afin de repérer cette fois la colonne activée par l'une des touches du clavier.

L'assemblage [poids fort + poids faible] permet de récupérer un code unique pour chacune des touches, qui sera comparé aux éléments d'une table de correspondance. Cette table est visible dans le listing de la **figure 12**, à partir de l'adresse **$0010**. Il n'est pas prévu que plus d'une touche soit appuyée simultanément, ce qui nous donne 16 valeurs différentes dont un seul bit est à zéro pour chaque demi-octet. Le rangement des codes dans la table dépend évidemment de la position des chiffres sur le clavier : elle pourrait varier d'un clavier à l'autre, et dépend également du routage du circuit imprimé. En fait, le plus important est d'obtenir un code différent pour chaque touche, et l'ordre de câblage des 4 bits de rangées ou de colonnes n'est pas critique. Par contre, il ne faut surtout pas mélanger des bits de rangée avec des bits de colonnes.

Plus précisément, on pourrait câbler la matrice dans le «désordre relatif» suivant :

**D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 DO**
**CO C3 C1 C2 R2 R1 RO R3**

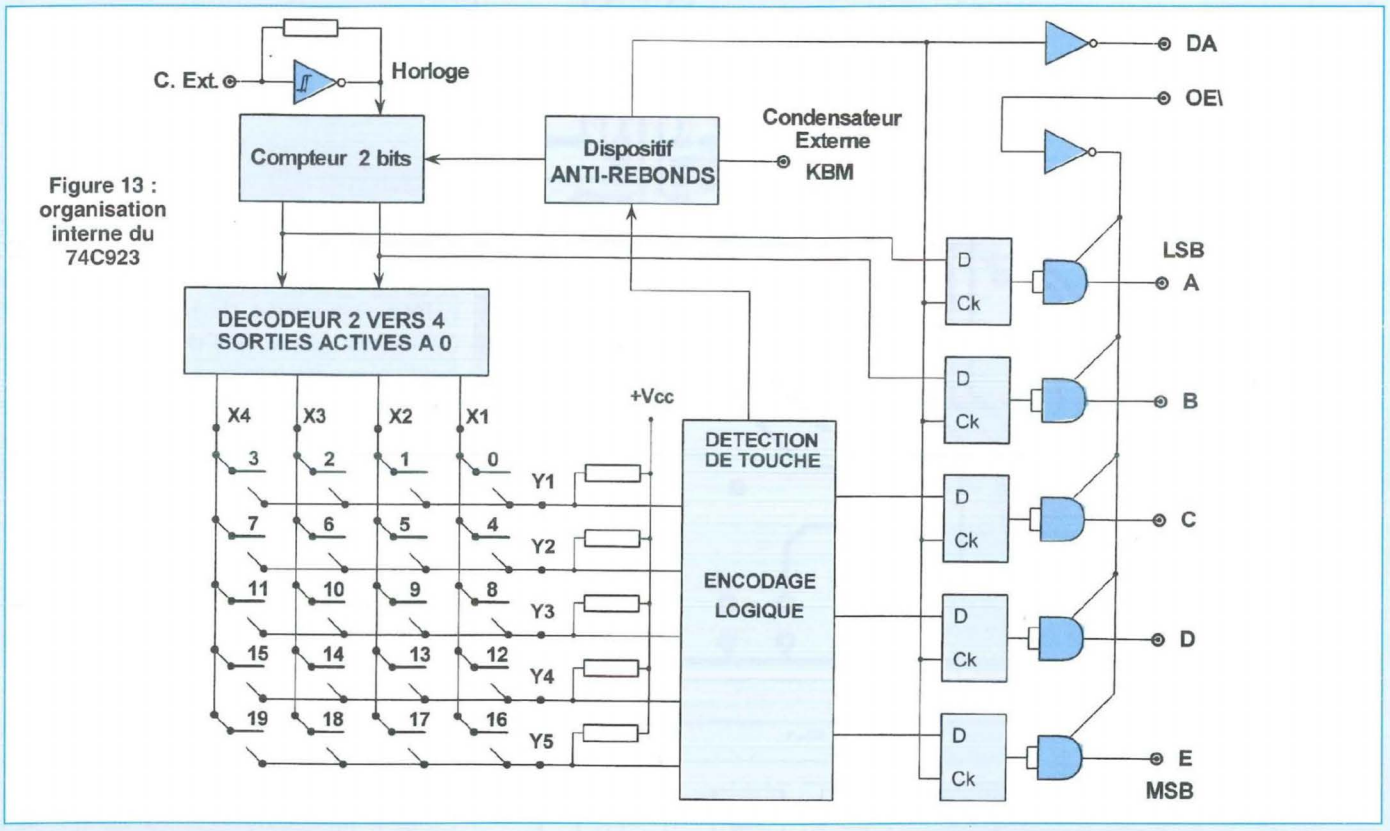



Figure 13 : organisation interne du 74C923

Mais il ne faut surtout pas réaliser le câblage ci-dessous :

**D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 DO**
**CO C3 R1 C2 R2 C1 RO R3**

La routine de recherche du code étant rigoureusement identique dans son principe à l'application précédente, nous n'y reviendrons pas. D'ailleurs, le listing de la **figure 12** est suffisamment commenté pour que vous puissiez vous y retrouver. Enfin, signalons que le port C doit être réinitialisé avec [D4..D7] en sortie et [D0..D3] en entrée avant de quitter le sous-programme d'interruption.

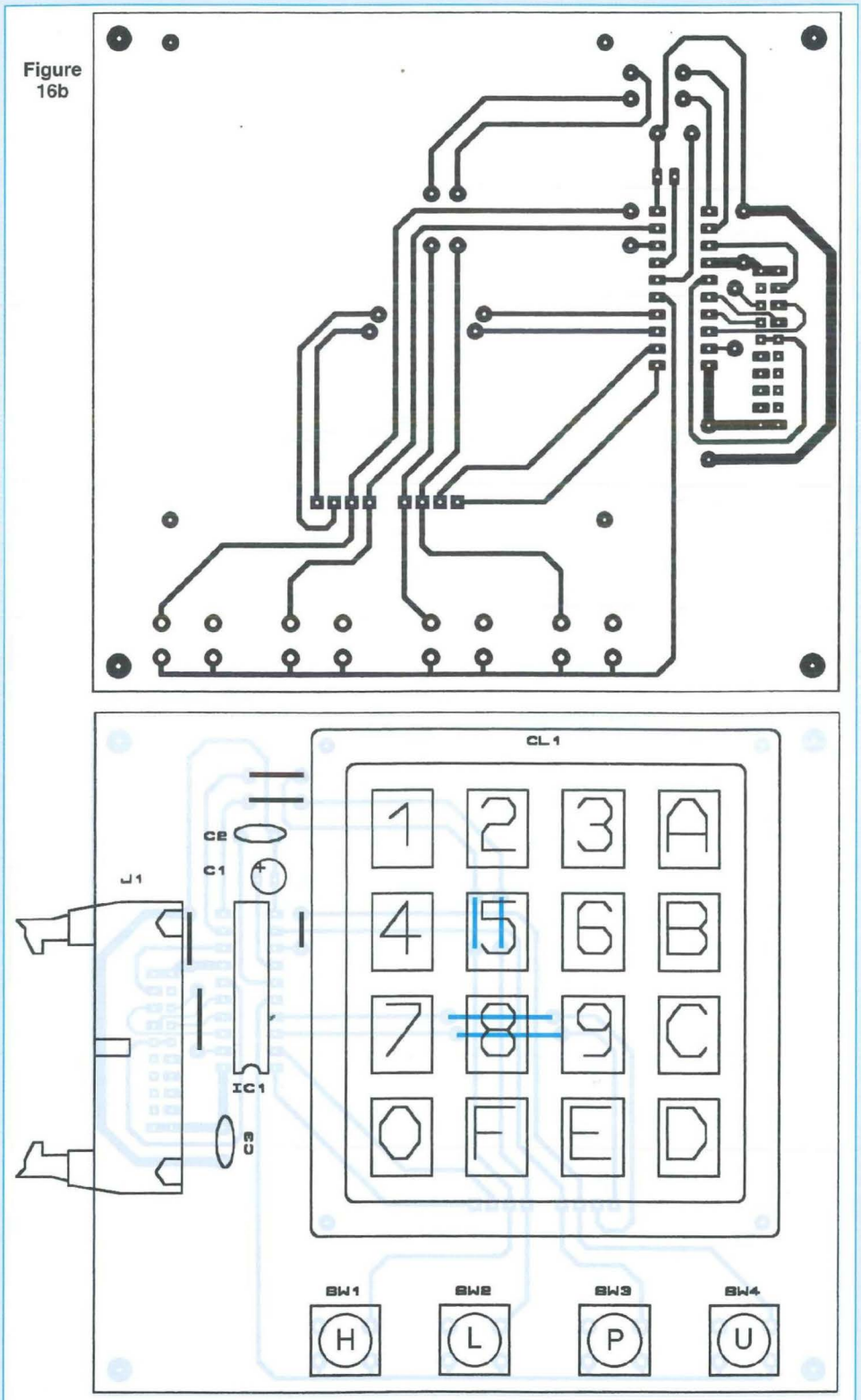
## LE 74C923, CIRCUIT SPÉCIALISÉ DE GESTION DE CLAVIER MATRICIEL

L'unique intérêt d'une gestion de clavier par circuit spécialisé externe consiste à libérer l'utilisateur de la partie logicielle et de dégager quelques octets dans la mémoire RAM ou EEPROM. Par contre, le circuit intégré destiné à cette tâche occasionnera une dépense supplémentaire de 50 à 100F, suivant le composant ou la source d'approvisionnement. National Semiconducteur propose depuis de nombreuses années deux contrôleurs de clavier matriciel, le 74C922 et le 74C923.

Le **74C923** est un circuit intégré assurant la totalité de la gestion d'un clavier matriciel de 20 touches, à savoir la scrutation du clavier, la gestion des rebonds mécaniques et l'encodage logique du code de touche. Son organisation interne est indiquée en **figure 13**. Il délivre sur ses sorties **[E,D,C,B,A]** un code binaire compris entre $00 et $13 (0 à 19 en décimal), dépendant de la position de la touche active sur la matrice.

Une horloge à porte trigger, intégrée au circuit, pilote un compteur associé à un décodeur 2 vers 4 afin d'assurer la scrutation des colonnes du clavier **X1 à X4**. Un décodeur logique, placé sur les rangées de la matrice **(Y1 à Y5)**, délivre au dispositif anti-rebonds un signal de détection de touche lorsqu'un front descendant est appliqué sur ses entrées, ce qui signifie qu'une touche a été enfoncée. Le dispositif anti-rebonds bloque instantanément le compteur de scrutation sur la colonne active, ce qui assure le maintien du code de la touche enfoncée à l'entrée d'un registre de 5 bits. Après une durée de temporisation déterminée par un condensateur externe sur l'entrée **KBM**, le code de clavier final est mémorisé et le signal **DA** (Data Available = donnée disponible) passe au niveau haut. La broche de contrôle **OE** permet de valider les sorties à la demande de l'utilisateur. Si **OE** est à l'état haut, les sorties sont placées à l'état haute impédance. Le 74C923 peut ainsi être placé directement sur le bus de donnée d'un microprocesseur. En ce qui concerne le **74C922**, il fonctionne de façon identique mais est destiné aux matrices de 16 touches. Le brochage de ces deux composants est indiqué en **figure 14**.

Figure 16b




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

**GESTION DE CLAVIER 20 TOUCHES**

- C1 - 1 µF / 63 V polarisé radial
- C2 - 100 nF / 63 V
- C3 - 470 nF / 63 V
- IC1 - 74C923
- Support 2x10 broches
- 4 touches contact KSA avec capuchons
- Clavier LUCAS 16 touches
- Connecteur mâle droit 2x10 broches

## GESTION DE CLAVIER AVEC LE 74C923

Le schéma de la **figure 15** présente une solution concernant la gestion d'un clavier matriciel de 16 touches associé à 4 touches de fonction SW1 à SW4. Du point de vue du circuit intégré, l'ensemble forme un unique clavier matriciel de 20 touches. Les sorties décodées sont dirigées vers les bits D0 à D4 du port C, tandis que la sortie DA est directement reliée à l'entrée Str.A du microcontrôleur. Un petit détail à remarquer : la sortie E du 74C923 a été reliée aux bits D4 et D5 uniquement pour simplifier le routage du circuit imprimé, indiqué en **figure 16**. L'entrée D5 n'étant pas exploitée ici, cette liaison n'aura aucune incidence sur le fonctionnement de l'ensemble.

L'oscillateur utilise un condensateur externe de 100 nF, contre 1 µF pour le dispositif anti-rebonds. L'ordre de câblage des sorties du 74C923 est important, car il ne délivre que les 20 premiers codes binaires de $00 à $13 sur les 32 possibilités offertes par un bus de 5 bits. En effet, si ces 5 bits étaient placés dans un ordre différent, ils risqueraient de fournir au 68HC11 l'un des codes non prévus et compris entre $14 et $1F (16 à 31 en décimal). Si vous utilisez l'implantation de la figure 16, n'oubliez pas de câbler les 9 straps, dont quatre sont situés sous le clavier !. Analysons le programme de gestion qui est proposé en **figure 17**.

## EXEMPLE D'APPLICATION SIMPLE

Le programme se contente de lire le contenu du décodeur, d'associer un numéro de touche au code de clavier récupéré, puis d'afficher le résultat sur le kit selon la procédure habituelle. Arbitrairement, les caractères H, L, P et U ont été affectés aux touches de fonctions, afin de les visualiser sur l'un des afficheurs 7 segments du kit.

Sur le listing, on retrouve deux tables de

**Figure 14 : brochage des contrôleurs de clavier de National Semiconductor**

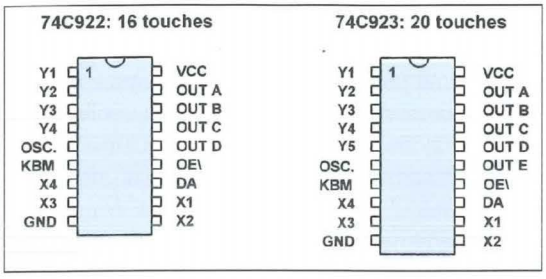



**Figure 15 : gestion de clavier 20 touches par circuit spécialisé (74C923)**

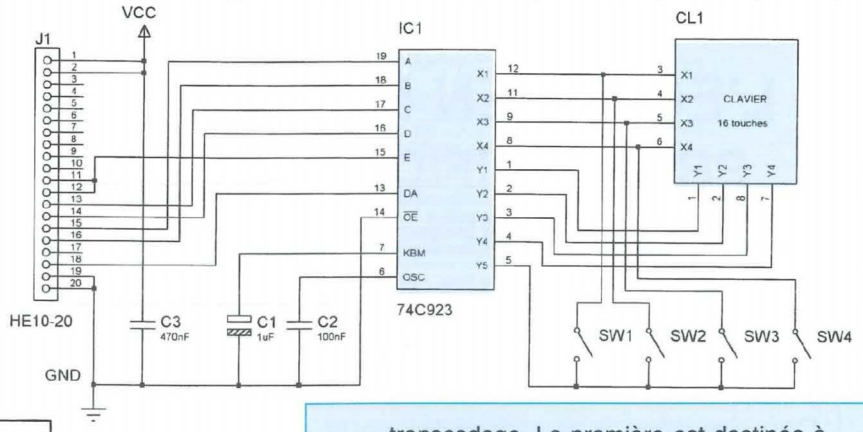



**Figure 17**

```
*************************************************************
******    Programme de gestion de CLAVIER matriciel    ******
******          par circuit spécialisé (74C923)        ******
*************************************************************

PORTB           EQU $1004
PORTC           EQU $1003
PORTCL          EQU $1005
PIOC            EQU $1002     (registre de contrôle  du port C )
DDRC            EQU $1007     (registre de direction de données)
PILE            EQU $00C0

                ORG $0000    (Table de transcodage HEXA / 7seg.)

                FCB     $3F,$06,$5B,$4F,$66,$6D,$7D,$07
                FCB     $7F,$6F,$77,$7C,$39,$5E,$79,$71
                FCB     $76,$38,$73,$3E

                ORG $0020    (table 2:recherche du code clavier)

                FCB     $01,$02,$03,$0A,$04,$05,$06,$0B
                FCB     $07,$08,$09,$0C,$00,$0F,$0E,$0D
                FCB     $10,$11,$12,$13

                ORG $0040      (Début du programme: adresse $40)

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

DEBUT           LDS     #PILE
                CLR     DDRC
                LDAA    #%01000010
                STAA    PIOC
                CLI
WAIT            BRA     WAIT

******      SOUS PROGRAMME  STRA     ******
*****************************************

SPIRQ           LDAB    PORTC       (lecture du C.I. 74C923)
                ANDB    #$1F        (masquage bits inutiles)

RANGER          LDX     #$0020    (pointer le début de la table)
                ABX               (déplacer le pointeur de + B )
                LDAB    0,X       (lecture de la valeur pointée)

AFFICH          BSR     TRANS       (exemple d'application :)
                STAA    PORTB       (>affichage sur un digit)
                LDAA    PIOC        (initialisation STAF 1/2)
                LDAA    PORTCL      (initialisation STAF 2/2)
                RTI

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

TRANS           LDX     #$0000
                ABX
                LDAA    ,X
                RTS

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

                ORG     $00EE
                JMP     SPIRQ
```

transcodage. La première est destinée à la configuration d'allumage des segments de l'afficheur, et comporte 4 codes supplémentaires pour les touches de fonction. La seconde permet de réaffecter les codes de touche en fonction de leur position sur la matrice, et dépend donc du clavier utilisé. Si vous réalisez votre propre clavier avec des touches individuelles, cette table pourra être supprimée si vous respectez l'ordre des touches indiqué dans le schéma de la figure 13.

Au niveau du programme principal, seul le PIOC mérite un commentaire : le port C a été configuré selon la technologie «Totem Pôle» et l'entrée Str.A est activée sur front montant. Le sous programme d'interruption, qui est lancé dès qu'une touche a été validée par le 74C923, est limité à la lecture du port C suivi d'un masquage des bits D5 à D7, qui renvoient une valeur indéterminée (entrées non câblées). Signalons enfin qu'après l'opération de transcodage et d'affichage, que le drapeau d'interruption STAF est réinitialisé par la lecture successive des registres PIOC et PORTCL.

## C'EST TOUT POUR AUJOURD'HUI !

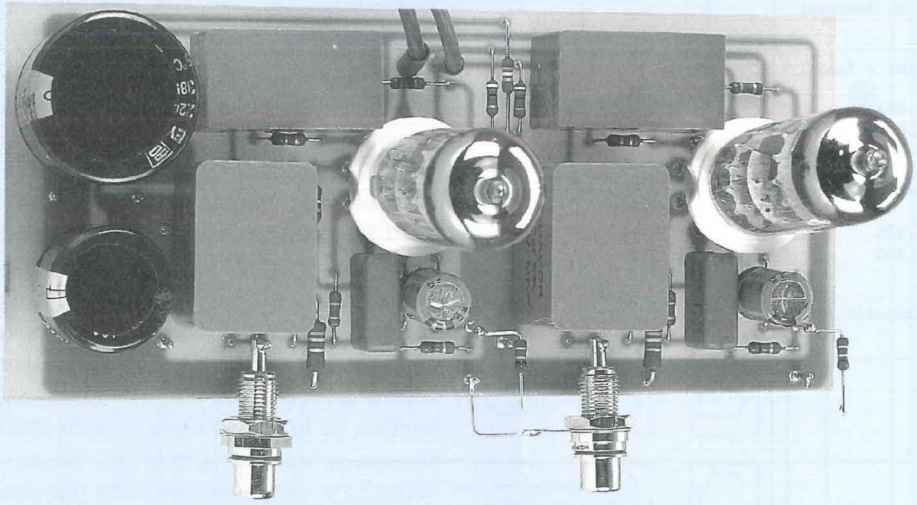
Notre prochain rendez-vous sera donc consacré aux afficheurs LCD alphanumériques. Ces périphériques doivent leur succès à des possibilités d'affichage étendues pour un coût de l'ordre d'une centaine de francs (soit aux alentours de 15 Euros !).

**à suivre**

**Bernard Dalstein**

# L'ECL86 EN MU-FOLLOWER
## PRÉAMPLIFICATEUR STÉRÉO POUR ENTRÉES «HAUT-NIVEAU» LECTEUR DE CD-TUNER-MAGNÉTOPHONE...

**Comme nous à la rédaction, vous avez été de très nombreux lecteurs à apprécier les qualités exceptionnelles d'écoute de l'étage MU-FOLLOWER que nous vous avons présenté dans notre précédent numéro. Il est vrai que nous obtenons avec ce montage l'efficacité dans la simplicité.**



Pour ces raisons, nous avons eu envie de poursuivre nos essais en travaillant sur le schéma de la figure 4 du n° 147 et en l'appliquant à une Triode/Pentode de puissance, l'ECL86. L'ECL86 nous la connaissons pour l'avoir utilisée dans le n° 145 de Led (amplificateur pour écoute au casque ou sur enceintes à haut rendement). Nous pouvons dire qu'un pas en avant a encore été franchi par rapport au montage utilisant l'ECF82.

## LE SCHÉMA

Il vous est proposé en figure 1, pour une réalisation stéréophonique.

Le signal est appliqué à l'entrée ED (pour le canal droit) aux bornes d'un pont diviseur résistif R11/R4.

Nous avons préféré un pont résistif à un potentiomètre de volume afin que le temps de montée du signal (cas d'un carré observé à l'oscilloscope à 10 kHz) ne soit pas affecté par la position du curseur sur la piste.

Le rapport est de 10, ce qui permet d'avoir une entrée insaturable en fonction des sources qui sont disponibles, la plus «méchante» étant celle fournie par un lecteur de CD qui peut atteindre des amplitudes de 2 à 2,5 Veff !

Notre entrée peut accepter un signal de 6,8 Veff (avec une charge en sortie de 43 kΩ) avant de s'étouffer, la saturation ne se manifestant alors non pas par un écrêtage du signal de sortie mais par une compression de l'alternance négative.

La résistance R2 placée dans la grille de la triode permet de s'assurer d'un fonctionnement irréprochable, sans risque d'entrée en oscillation, de cet étage à grand gain.

La résistance de cathode R1 est découplée par un condensateur électrochimique C10 de forte valeur (C10/1000 µF). Ce condensateur permet de réduire d'avantage l'impédance de sortie.

La résistance de charge de plaque R3 est reliée à la cathode de la pentode qui lui assure sa polarisation. Le potentiel en cet endroit est de +160 V.

La résistance R5 détermine la polarisation de la pentode, tandis que R10 détermine la tension et le courant «écran».

Les valeurs de R5-R6 et R10 sont interdépendantes. Dans tous les cas la tension aux bornes de chaque tube est de l'ordre de la moitié de la tension d'alimentation lorsque R5 et R10 sont convenablement choisies.

Comme pour R2, les résistances R8 et R9 sont des résistances de stabilisation.

Le condensateur de découplage C3 doit avoir une tension d'isolement égale à celle de la tension d'alimentation, du fait que cette tension apparaît à ses bornes avant que les tubes ne soient chauds. Elle descend ensuite à environ +80 V.

Sa réactance capacitive à 10 Hz doit être au maximum du $1/10^e$ de la valeur résistive de R10. Connaissant R10, fixée ici à 22 kΩ, nous en déduisons que :

$$Z_{C3} \leq \frac{1}{c.\omega}$$

$$\text{Soit } 2200 \leq \frac{1}{C.2\pi.F}$$

$$C \leq \frac{1}{2200.6,28.10} \leq \frac{1}{138160}$$

$$C \leq \frac{1}{0,138160} \cdot 10^{-6} \leq 7,23\ \mu F$$

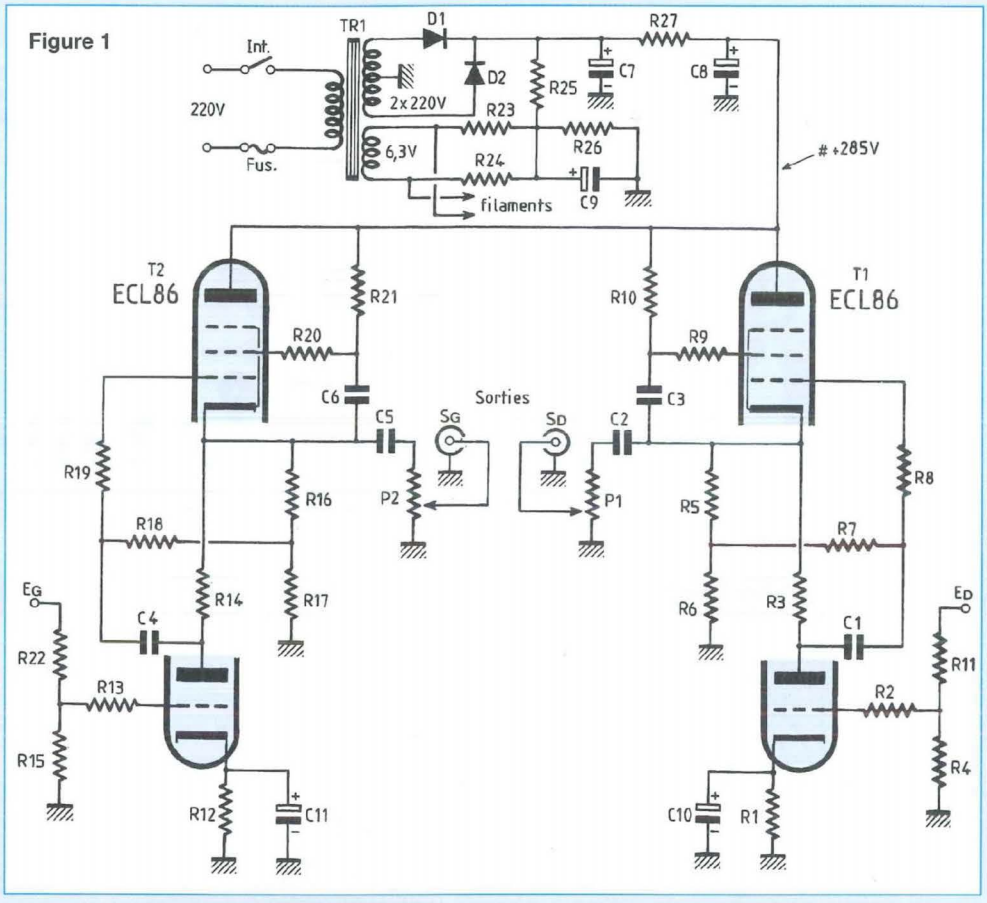
Le condensateur C1 permet de bloquer la tension continue présente sur l'anode de la triode tout en prélevant le signal

alternatif de modulation amplifié. Il est appliqué à la grille de commande de la pentode au travers de R8.
La résistance R7 est la résistance de fuite de grille dont la valeur est ici portée à 470 kΩ.
Appliquée sur la grille de commande de la pentode, la modulation est ensuite récupérée sur sa cathode par le condensateur C2. Ici également, la tension continue est élevée et C2 doit aussi avoir une tension d'isolement importante, supérieure à 170 V.
Une fois chargé, C2 bloque le continu et transmet la modulation à la charge qui est ici un potentiomètre de volume.
La valeur de P1 peut varier de 10 kΩ à 47 kΩ ou n'être qu'une résistance fixe si votre Amplificateur est doté des réglages de volume.
A la mise sous tension, le condensateur C2 est vidé, une tension continue apparaît donc inévitablement aux bornes de P1 (le temps de charge est lié à la constante de temps C2.P1).
Elle grimpe jusqu'à +6 V pour redescendre à quelques millivolts au bout de 45 secondes.
Si le potentiomètre de volume à son curseur mis à la masse, aucune tension continue n'est appliquée aux étages de puissance à la mise sous tension du Préamplificateur.
C2 a une valeur élevée afin de passer allégrement les basses fréquences, puisqu'il forme avec P1 un filtre passe-haut dont la fréquence d'intervention se situe à :

$$fc = \frac{1}{2\pi.P1.C2}$$

Les signaux en fin d'article ont été pris avec une charge de 43 kΩ (Pot. de 10 kΩ + résistance fixe de 33 kΩ).
On obtient ainsi une fréquence fc de 0,37 Hz, d'où un carré à 20 Hz presque parfait.
L'anode de la pentode de l'ECL86 reçoit une tension continue de l'ordre de +285 V, tension parfaitement filtrée par une cellule en Pi composée de C7-R27-C8. Ce potentiel peut monter jusqu'à +300 V sans incidence sur la vie du tube.
La haute tension est redressée par deux diodes au silicium D1 et D2 dont on a réuni les cathodes. A la mise sous tension, sans consommation (temps de chauffage des filaments), la H.T. grimpe à +330 V, en appliquant une tension de 230 V~ au primaire du transformateur.
Le chauffage des filaments s'effectue en alternatif, à partir d'un enroulement de 6,3 V~. Cet enroulement est relié à une fraction de la haute tension par les résistances R23 et R24.
Nous avons une tension continue de l'ordre de +80 V aux bornes de R26, résistance découplée par un électrochimique C9 de 100 µF.

Figure 1




## LE MODULE

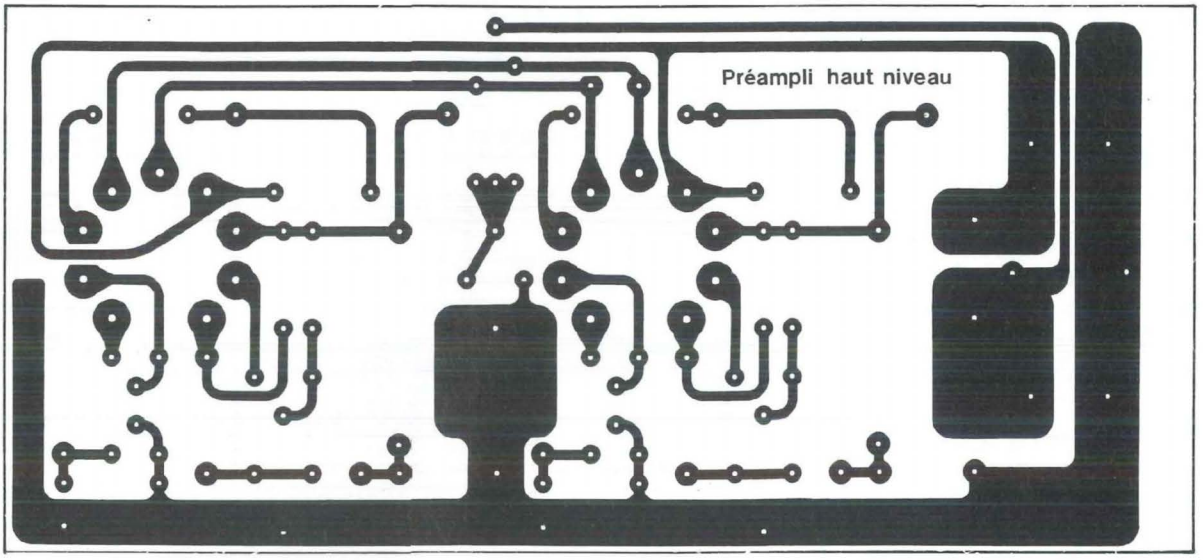
### LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Une implantation vous est proposée en figure 2 à l'échelle 1, afin que les lecteurs qui ne font pas appel à notre «Service Circuits Imprimés» puissent aisément reproduire la plaquette que nous avons étudiée pour eux.
Le C.I. reçoit tous les composants à l'exception des diodes de redressement soudées directement aux cosses du transformateur.
Comme nous l'avons écrit plus haut, les potentiomètres de volume P1 et P2 ne sont pas non plus indispensables si l'Amplificateur de puissance en est déjà doté. Ils ne sont donc pas soudés au C.I. et peuvent être remplacés par des résistances fixes.
A la rédaction nous avons effectué des écoutes avec le QUATUOR sans ces potentiomètres inutiles, puisque celui-ci possède déjà Volume et Balance.

### LE CÂBLAGE

Le plan d'insertion des composants de la figure 3 permet de mener à bien ce travail en se reportant à la nomenclature qui

Figure 2



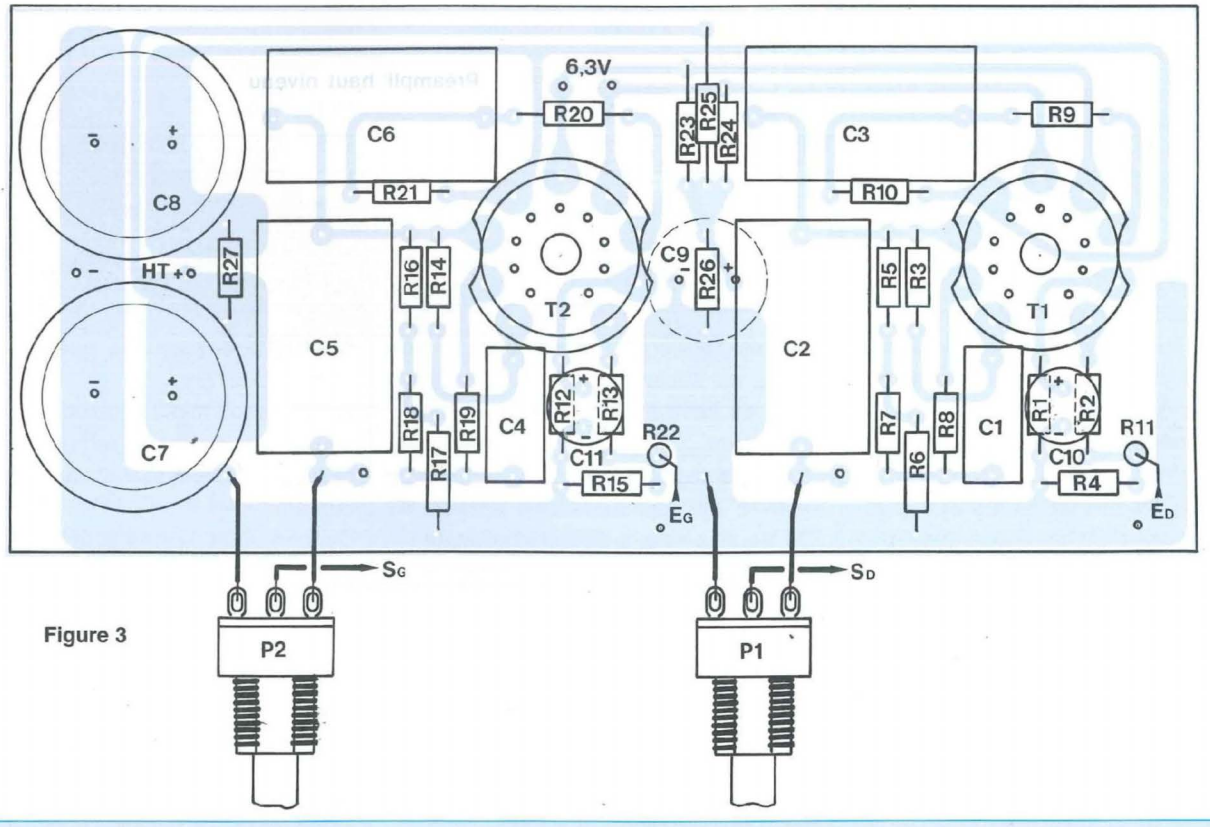




Figure 3

précise la valeur nominale de chaque élément.

### Côté pistes

Nous soudons la résistance R27, en la surélevant de 5 mm par rapport au C.I. et le condensateur C9 dont les pattes seront pliées à 90°. Les résistances R6 et R17 de 2 W seront surélevées du C.I. de 5 mm afin de faciliter l'évacuation de la chaleur. Les condensateurs de découplage de cathodes C10 et C11 sont posés au-dessus des résistances R1/R2 pour C10 et R12/R13 pour C11.

Dans notre prochain numéro, nous vous présenterons la mise en coffret de ce préamplificateur «LE MAXIMUM».

**Bernard Duval**

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

**- Résistances ±5 % à couche (métallique si possible) 1 W (sauf indication)**

R1 - 2,7 kΩ
R2 - 150 Ω
R3 - 220 kΩ
R4 - 1 kΩ
R5 - 180 Ω
R6 - 15 kΩ (2 W)
R7 - 470 kΩ
R8 - 150 Ω
R9 - 150 Ω
R10 - 22 kΩ
R11 - 10 kΩ
R12 - 2,7 kΩ
R13 - 150 Ω
R14 - 220 kΩ
R15 - 1 kΩ
R16 - 180 Ω
R17 - 15 kΩ (2 W)
R18 - 470 kΩ
R19 - 150 Ω
R20 - 150 Ω
R21 - 22 kΩ
R22 - 10 kΩ
R23 - 47 Ω
R24 - 47 Ω
R25 - 150 kΩ
R26 - 47 kΩ
R27 - 2,2 kΩ (2 W)

**- Condensateurs non polarisés**

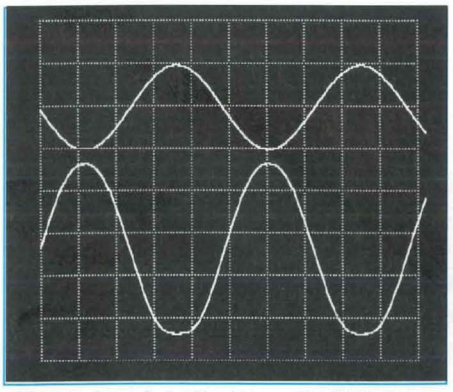
C1 - 0,22 µF / 250 V
C2 - 10 µF / 250 V
C3 - 2,2 µF / 400 V
(ou électrolytique 2,2 µF / 450 V)
C4 - 0,22 µF / 250 V
C5 - 10 µF / 250 V
C6 - 2,2 µF / 400 V

**- Electrochimiques**

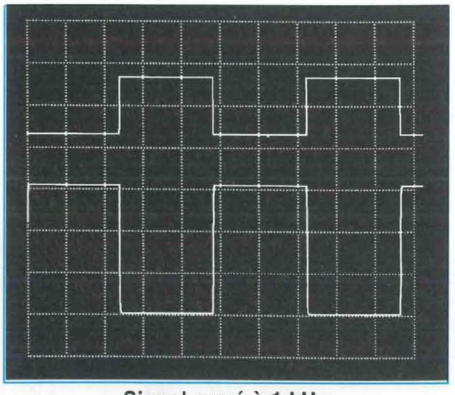
C7 - 100 µF / 400 V (ou 385 V)
C8 - 220 µF / 400 V (ou 385 V)
C9 - 100 µF / 100 V
C10 - 1000 µF / 16 V
C11 - 1000 µF / 16 V

**- Divers**

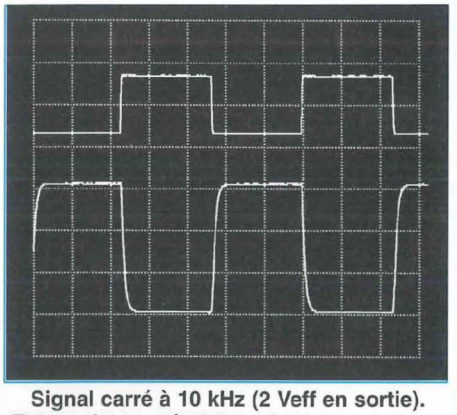
T1-T2 : ECL86
P1-P2 : pot 22 kΩ ou 47 kΩ Log
2 supports NOVAL pour C.I.
12 picots à souder
D1-D2 : 1N4007
TR1 : primaire : 220 V
secondaires :
- 2 x 220 V / 40 mA
- 1 x 6,3 V / 1 A



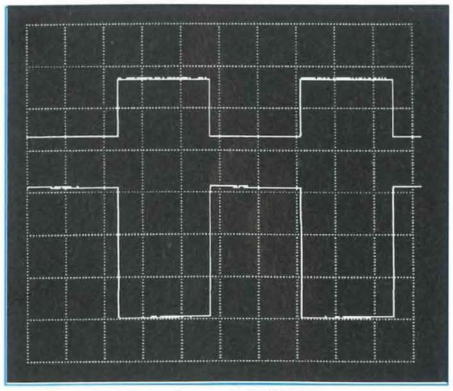
**Signal sinus à 1 kHz. En sortie 57 Veff pour un signal d'entrée 6,8 Veff (charge de 43 kΩ).**



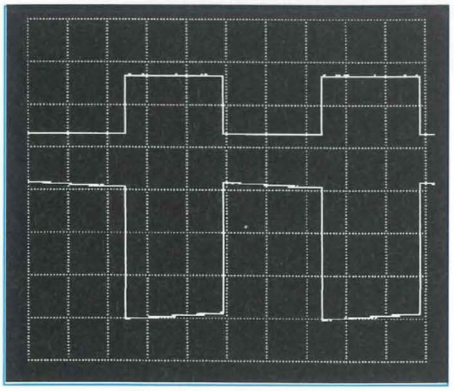
**Signal carré à 1 kHz.**



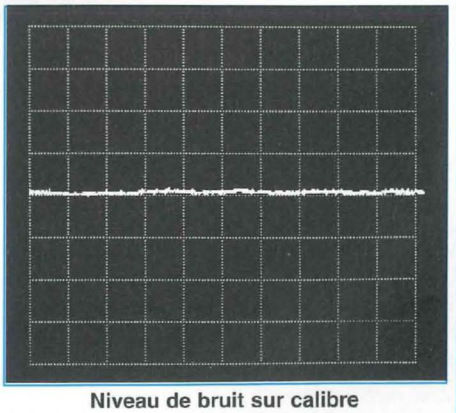
**Signal carré à 10 kHz (2 Veff en sortie). Temps de montée 3,3 µs de descente 3 µs.**



**Signal carré à 100 Hz (2 Veff en sortie).**



**Signal carré à 20 Hz (2 Veff en sortie).**



**Niveau de bruit sur calibre 5 mV/division (0,5 mV).**

# Petites annonces gratuites

**Euphonie Audiotechnic Recrute commerciaux indépendants** expérimentés pour distribution de toute sa gamme de produits : accessoires Hi-Fi, composants électroacoustiques, haut-parleurs, kits d'enceintes, logiciels... auprès des revendeurs de toute la France, la Belgique et l'Espagne.
**Nous contacter : 05 56 39 74 02**

Liquide à prix bradés condos, relais, contacteurs, transfos, lampes, dissipateurs 1,5°C/W, matériel neuf, oscillos depuis : 400 F.
**Tél. : 02 48 64 68 48**

Recherche numéros 129 et 130 de LED.
**Tél. : 05 55 68 91 93**

Recherche le numéro 126 de LED, article sur le préamplificateur à commande IR. Merci de bien vouloir me contacter.
**Tél. : 03 88 53 36 42**

Urgent, recherche schéma TVC 36 cm Philharmonic CTV14, équipée M491 BB1, TDA2549, TDA3506, TDA8185, TDA8192, TEA5640A, TBA820M.
**Tél. : 01 30 68 20 04**

Vds 1 platine analogique Barthe Rotofluid : 600 F + 1 HP 30DY Cabasse 22/7 000 Hz : 400 F + 1 paire enceintes Filson 2 voies MT176 : 250 F.
Recherche lampemètre Metrix U61.
**Tél. : 01 30 73 42 30 (19/21h)**

Vds HP Altec 3124, Dynaudio T330 par paire, filtres passifs Millerioux, tubes divers ECC81, ECC83, EF86.
Recherche enceintes Lowther Acousta. **Tél. : 01 43 97 37 25**

Vds multimètre Metrix MX52, neuf : 1000 F + Fluke 77 : 900 F + Fluke 12 : 400 F, neuf et divers accessoires sonde géné, etc.
**Tél. : 06 14 31 21 38**

Recherche et achète n°130 de LED ou photocopies ampli à tubes 11 W push-pull EL84.
**Tél. : 06 81 21 23 62 (dépt 24)**

Vds générateur BF sinus, rectangles 10 Hz à 1 MHz, faible distorsion, sortie symétrique et asymétique, voltmètre incorporé. Pour la mesure des très faibles niveaux et du bruit de fond, vds microvoltmètre BF 30 micro volts à pleine échelle à 3 volts, entrée symétrique + distorsiomètre automatique de précision avec millivoltmètre, db mètre, fréquence et scope pour apprécier l'harmonique dominante paire ou impaire dans le signal résiduel + voltmètre 1 mV à 300 volts, 5 Hz à 10 MHz.
**Tél. : 03 22 91 88 97 (H. Repas)**

Vds Géné. Ferisol LF110 2 à 220 m, AM/FM, S. HF rég G. HP 606, 50KA65M, S. HF, rég, excurs, fer, EX100, G. HP 612, 450 m à 1230 m, MW HP 10 m à 10 G, VL, fer A206 + Metrix 744 + 745.
**Tél. : 01 47 02 09 40**

Vds pour ampli à tubes : tubes, condo haute technologie, ect, oscilloscope Schlumberger OCT721, idéal pour BF (tube ø12 cm, grande rémanance) à tiroirs : 800 F, modèle OCT568 : oscillo portable à batterie 12 V : 1300 F.
**Tél. : 01 45 78 03 74**

Recherche LED N°128, 129, 130 et 136.
**Tél. : 32 02 73 53 159 après 17 h**

Vds une centaine de Databooks années 80 à 97 ; logiciels PC originaux ; collection livres astronomie... liste sur demande.
**Tél. : 02 41 62 76 32**

Vds générateur de bruit Rohde et Schwarz SKTU de 1 MHz à 1 GHz, scope usage vidéo CRC Enertec Schlumberger grand écran analyse ligne, trame, luminosité, chroma, bruit 5500 + 5537, Q mètre Férisol M803 avec 2 jeux de bobines HF, Générateur CRC très basse fréquence de 0 à 100 Hz sinus/triangle et rectangle en 6 gammes, sortie symétrique et à phase variable, générateur signaux rectangles à tubes 1 Hz à 1 MHz HP211, démodulateur satellite Philips Match-Line pour chaînes analogiques. Recherche diode de bruit Ailtech références 7615, 7618E, 7626.
**Tél. : 03 22 91 90 88 (H. Repas)**

Cherche schéma pour TVC, marque Sharp, type C1407F, frais payés. Mr Cougnaud Guy, La Gressière 85150 Martinet.
**Tél. : 02 51 34 63 91**
**Fax : 02 51 98 11 40**

Cause double emploi, vds transformateur de sortie pour ampli, revue Led n° 143 (Octuor), les deux : 800 F.
**Tél. : 03 80 59 15 27**
**ou 06 14 39 61 48**


**EURO-COMPOSANTS**

**4, route Nationale - BP13**
**08110 BLAGNY**
**TEL. : 03.24.27.93.42**
**FAX : 03.24.27.93.50**
**Ouvert du lundi au vendredi (9h-12h/14h-18h) et le samedi de 9 h à 12h.**

PARUTION PREVUE FIN JUIN

***NOUVEAU CATALOGUE GENERAL 1999***

**PLUS DE 8000 REFERENCES FORMAT A4 220 PAGES**

Veuillez me faire parvenir le nouveau catalogue général EURO-COMPOSANTS. Je joins mon règlement de 39 FF (60 FF pour les DOM-TOM et l'étranger) en chèque, timbres ou mandat.

NOM : ..... Prénom: .....

ADRESSE : .....

.....

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

.....



**ACEA**

6 rue François Verdier
31830 PLAISANCE DU TOUCH
(près de TOULOUSE)
✆ : 05 61 07 55 77
Fax : 05 61 86 61 89

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

☞ TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION

**faible induction 1 Tesla - capoté - primaire 220/230 V avec écran**

| LED N° | Secondaires | | Poids | Prix TTC |
|---|---|---|---|---|
| 136-140 | 2x225 V-2x6,3 V | | 4,0 kg | 500 Frs |
| 138 | 2x300 V-2x6,3 V | | 2,8 kg | 350 Frs |
| 142 | PREAMPLI 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 | 2x380-2x6,3 V-5 V | | 6,0 kg | 580 Frs |
| 147-148 | PREAMPLI TUBES circuits «C» | | 1,0 kg | 490 Frs |

☞ TRANSFORMATEUR DE SORTIE

| LED N° | Impédance Prim | Impédance Sec | PU | Poids | Prix TTC |
|---|---|---|---|---|---|
| 136 | 4 000 Ω | 4/8/16 Ω | 40 W | 2,8 kg | 480 Frs |
| 138 | 5 000 Ω | 4/8/16 Ω | | 1,2 kg | 225 Frs |
| 140 | 1 250 Ω | 4/8 Ω | 20 W | 2,8 kg | 520 Frs |
| 143 | 2 000 Ω | 4/8 Ω | 60 W | 4,0 kg | 560 Frs |
| 146 | 625 Ω | 4/8 Ω | 40 W | 4,8 kg | 580 Frs |
| Solo 145 | 7 000 Ω | 8 Ω + 1 sortie | | 1,1 kg | 590 Frs |
| 8-100-300-600 Ω Ampli chaîne et casque, cuve moulée en «C» + 65 Frs par sortie supplémentaire | | | | | |
| 146 | 6 600 Ω | 4/8 Ω | | 2,9 kg | 610 Frs |
| 146 | self 10H, tôle | 330 Frs | circuit C | | 290 Frs |

**MONO-LAMPE : 30 W en «C» 300B cuve moulée** **1 300 Frs**

voir photo sur Nouvelle Revue du Son n°203 Déc. 96 page 4

☞ 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 |

☞ LAMPES APPAIRÉES (prix par 2)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| EL34 | Prix : | 265 Frs | EL84 | Prix : 110 Frs |
| KT88 | Prix : | 550 Frs | 6550 | Prix : 670 Frs |

Câble HP 2x2,5 mm² multibrins transparent, désoxigéné Prix/m : 13,80 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
Câble HP : 38 Frs pour 10 m ; 48 Frs pour 20 m (valable en FRANCE métropolitaine)

# ALIMENTATION DE BOUGIES GLOW-PLUP EN VOL VERSION POUR 2 BOUGIES

L'électronique est une activité qui a le mérite d'être universelle dans ses applications. L'une d'entre elles est le modélisme, avions ou bateaux. Cette activité que je pratique depuis longtemps est un excellent banc d'essais pour des montages qui vous feront économiser des sommes confortables et vous permettront d'augmenter vos connaissances en électronique. Que demander d'autre ?

C'est ainsi que je vous proposerai périodiquement des articles qui ont pour point commun leur utilisation en modélisme. Cependant, nous aborderons ces montages sous un aspect électronique : nous expliquerons les principes, les variantes et les choses à faire ou à éviter... si vous voulez vous orienter vers un usage plus pragmatique et n'en retirer que les aspects purement modélistes pratiques, sachez que ces schémas paraissent aussi dans la revue MRA, à peu près à la même période que cette parution de votre LED favori.

## LE PROBLÈME QUE NOUS DEVONS RÉGLER :

Un décodeur de récepteur sort des créneaux à la fréquence de 50 Hz, dont la durée varie de 1,2 ms (au minimum, manche à zéro) à 2,2 ms (maximum, manche à fond).

Comment obtenir une commande qui va varier de zéro à 100 % sachant que la variation du créneau de commande est limitée?

**Réponse : un amplificateur de variation de durée.**
On peut utiliser cet «ampli de créneaux» pour beaucoup de choses :
- robotique

- avion à propulsion électrique

- bateau électrique

- avion à moteur thermique alimenté par une bougie glow-plup.

Dans ce dernier cas, on doit souvent, pour avoir un ralenti stable, réalimenter la bougie un peu en vol, et ce n'est possible qu'avec une commande qui puisse doser cette réinjection d'électrons. Sinon, la bougie va griller instantanément.

## PRINCIPE

Le créneau de 0 à 5 Volts issu du décodeur va attaquer un ampli intégré qui a été développé pour cela, le ZN 409 (voir figure 1).

Le ZN 409 a trois sorties possibles :
* une normale : niveau bas : commande à 100 %

* une inversée par rapport à la première: niveau haut commande à 0

* une tout ou rien qui bascule à un point réglable de la course de votre manche.

Un inconvénient : le niveau haut est légèrement sous les 5 volts d'alimentation, le niveau bas est à environ + 1,2 Volt. On ne peut donc pas interfacer directement le circuit vers la commutation de puissance.

Celle-ci est faite par un MOSFET de puissance moyenne, qui est choisi dans la gamme des MOSFETs dits logiques : ils saturent dès environ 4,5 V et commencent à conduire vers 1 V.

Rappel : la commutation d'un MOSFET se fait par une tension, sans consommation de courant.

Cette tension est de 1 à 2 V en début de conduction, pour saturer vers 5 à 7 volts, selon les modèles.
Alimenter une grille de MOSFET, c'est comme charger un petit condensateur (d'environ 500 pF à 1 nF) ce qui limite les résistances de mise à la masse et de charge, pour ne pas intégrer le créneau. Si vous le faites, le transistor va chauffer voire se détruire si l'intensité commutée est trop forte.
Les MOSFETs sont soit à canal N soit à canal P.
Pour bloquer un canal N, il faut le mettre à la masse par une résistance d'environ 10 à 15 kΩ.
Pour un canal P, cette 15 kΩ va au positif. Vous pouvez commander la grille d'un MOSFET de 0 à 5 V, même s'il est chargé de commuter du 2 V. C'est même ce que nous allons faire ici.

Pour interfacer le ZN et le MOSFET, j'ai choisi de mettre un optocoupleur. Après avoir essayé des simples transistors, des ampli-ops, des portes, des comparateurs, je suis arrivé à cette solution simple et

# ALIMENTATION DE BOUGIES GLOW-PLUP

Figure 1

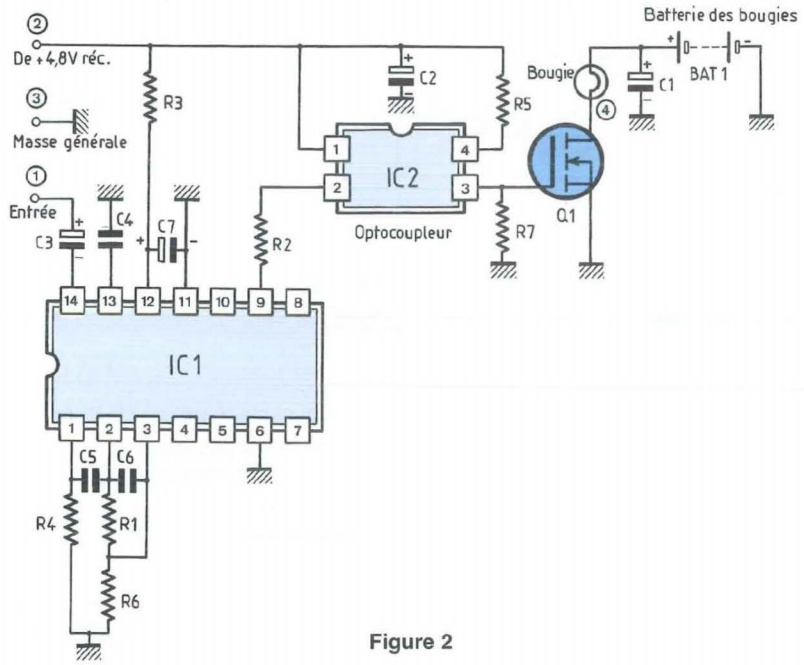



Figure 2

| Moteur | Bougie | Gate Q1 ou C1 | 2 de IC2 | 9 du ZN | 4 du ZN |
|---|---|---|---|---|---|
| Ralenti | entretien | créneau variable cr | cr -1 | 1 | 0 |
| A fond | coupée | 0 (Q1 bloqué) | 1 | 1 | 0 |
| Démarrage | Maxi | 1 (Q1 saturé) | 0 | 0 | 1 |

parfaitement efficace qui en plus isole bien les deux tensions batterie.

On va donc mettre en forme le signal de sortie du ZN et attaquer le MOSFET de moyenne puissance.
Simple, robuste, parfaitement efficace, le créneau de commande ainsi fait est d'une forme parfaite.
Si vous n'avez qu'une seule bougie, utilisez une seule des sorties.
Si vous voulez alimenter deux bougies, vous pouvez les mettre en parallèle ou utiliser les deux sorties mais attention, elles sont en opposition de phase : il faut donc inverser le signal. C'est enfantin (on met d'un côté un P/MOSFET de l'autre un N/MOSFET et le tour est joué) avec le circuit prévu.

Composants : n'importe quels MOSFETs de moyenne puissance (10 A suffisent), le reste est habituel. Il est prévu un réglage pour déterminer à quel point de la course du manche vous voulez que votre bougie donne à plein. Ensuite, remplacez par une résistance fixe. Si vous voulez faire simple, jusque là, mettez une valeur fixe de 680 Ω.

Pour augmenter la durée de variation entre sortie coupée et sortie à plein, diminuer la résistance R3 à 68 kΩ.
En jouant sur la valeur de cette résistance, on peut régler le régime du courant dans la bougie : elle peut vous donner un créneau de moins de 100 % à fond (valeur environ 100 kΩ) : on peut ainsi s'assurer qu'à plein régime, elle ne débite pas encore à fond, vous l'alimentez avec un créneau. Au sol, moteur froid, pour le démarrage, on veut l'alimenter avec un créneau continu, elle débite à plein régime, 68 kΩ conviennent.
A vous de choisir.

J'ai remplacé l'ajustable RV1 qui fixe à quelle position du manche la bougie commence à s'allumer (le créneau apparaît) par une résistance fixe qui satisfera tout le monde :
- Créneau à 100 % (Bougie à plein) un peu avant la mi-course du manche moteur à l'émetteur.
- Longueur de course : bougie coupée à peu près à 90 % de la course du manche. Si vous voulez d'autres valeurs, réglez RV1 puis changez pour la valeur fixe correspondante.
Cependant, utilisez la table en figure 2 si vous voulez modifier quelque chose (on peut remplacer un N/MOSFET par un P/MOSFET en le branchant différemment, etc...)

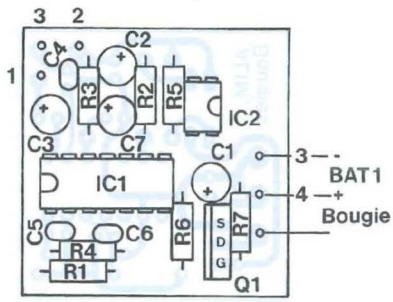
## TABLE DES COMMUTATIONS (fig 2)

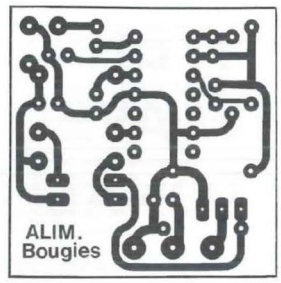
«0» signifie «bas, ou près de zéro volts»

«1» signifie «haut, ou près de la tension d'alim»

cr signifie creneau, cr-1 signifie créneau inverse.

Ce schéma est prévu pour une seule bougie. Si vous voulez en monter deux, soit elles sont en parallèle soit vous utilisez la sortie 5 du ZN 409.
Attention, elle est en opposition de phase par rapport à la sortie 9. Prévoyez donc la commutation d'un P/MOSFET à travers un optocoupleur comme déjà utilisé.
Ce montage est disponible en kit chez PERLOR RADIO (01 42 36 65 50). Mr Pericone est ingénieur Arts et Métiers et répond avec beaucoup d'amabilité.




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

**- Résistances**

RV1 = R1 : 1 kΩ
R2 : 1,2 kΩ
R3 : 68 à 100 kΩ
R4 : 100 kΩ
R5 : 1 kΩ
R6 : 4,7 kΩ
R7 : 15 kΩ

**- Condensateurs**

C1 : 47 µF / 10 V
C2 : 47 µF / 10 V
C3 : 2,2 µF tantale
C4 : 22 nF
C5 : 0,1 µF
C6 : 10 nF
C7 : 0,68 à 1 µF tantale

**- Semiconducteurs**

Q1 : N/MOSFET 10 Amps / 30 V :
BUK102,50GS,
ou BUK111
IC1 : ZN 409
IC2 : SFH 615-2
TIL 191

**- Divers**

Prises : selon radio

## LE CIRCUIT IMPRIMÉ

Je vous ai fait un petit circuit imprimé volontairement en simple face. Les pistes sont fines mais vous pouvez les épaissir si vous n'êtes pas sûrs de votre précision.

Encore, ce circuit suppose que vous ayez des composants standard et non pas des composants miniatures de surface (CMS).
Et pourtant, c'est tellement plus propre, plus facile et plus rapide avec ceux-ci ! Ils demandent un peu plus de soin, c'est tout.
Nous en reparlerons.

## MONTAGE

Le schéma d'implantation est à l'échelle 1, vu du côté composants, le cuivre vu par transparence. Sur le circuit imprimé, vous percerez les trous des circuits intégrés à 0,8 mm, ceux des transistors de puissance à 1,5 mm ainsi que ceux des autres composants. Si vous trouvez que les pistes et les pastilles sont trop petites, rien ne vous empêche de les agrandir à la main avec un feutre noir.
Les (+) récepteur, entrée et Masse récepteur sont regroupés. Les (+) batterie de bougie et Masse de bougie sont plus épais (forte intensité) et regroupés de l'autre côté.

Le reste des composants se soude sans problème. Encore une fois, pas ou peu de réglages, cela marche du premier coup.
Vérifiez à la loupe la qualité de vos soudures avant de brancher la batterie.
Pour vos essais, remplacez la bougie par une petite ampoule de voiture. Elle doit s'allumer quand votre manche de gaz est coupé et s'éteindre quand le moteur est à fond. Si c'est l'inverse, vous avez branché le MOSFET en opposition. Réfléchissez et rebranchez bien (ou modifiez à l'émetteur), à l'aide de la table de commutation, c'est un jeu intéressant.

## UTILISATIONS

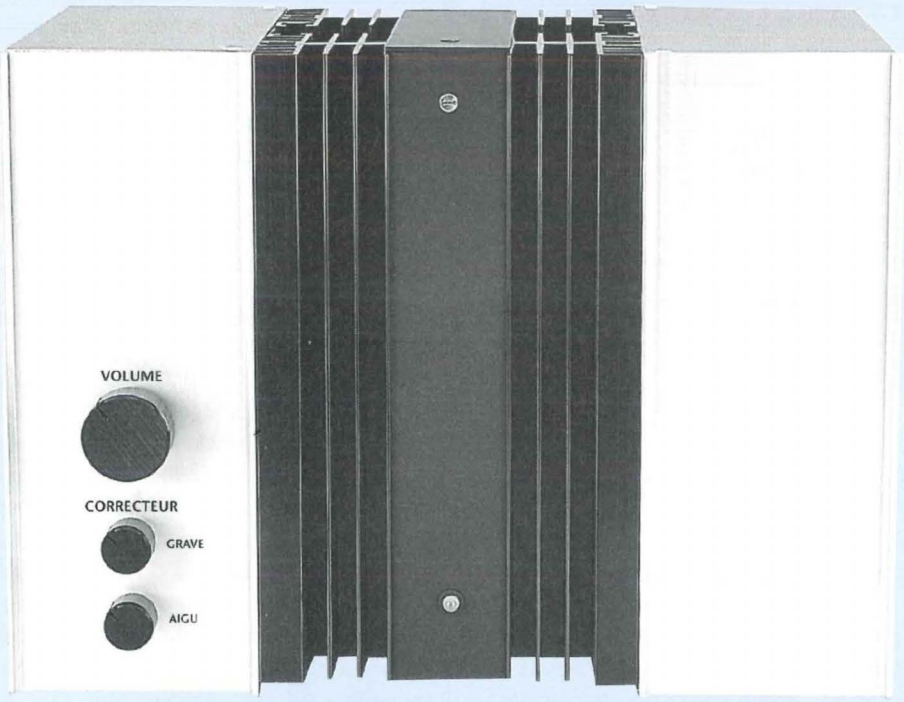
Vous pouvez utiliser ce montage pour alimenter un moteur à courant continu: mini perceuse, moteur de bateau... Dans ce cas, prévoyez de protéger votre MOSFET par une zéner et un condensateur de 220 pF à 1 nF, céramique, soudés directement sur les cosses de branchement du moteur.

Nous décrirons bientôt un super variateur spécialement fait pour le vol électrique : il passe allègrement 100 Ampères (si vos fils de câblage l'autorisent!), dispose d'un frein qui arrête l'hélice quand le moteur est coupé (on peut le câbler en inverseur de marche pour les bateaux ou les trains), enfin, il autorise l'alimentation du récepteur par la batterie du moteur (système BEC). Vous réaliserez une économie de 300 F au moins par rapport à l'équivalent du commerce. Autres montages prévus : un récepteur low cost et très haute performance (dans celui là, vous en apprendrez pas mal sur les quartz que l'on trouve dans le commerce et comment survivre à ceux-ci), des chargeurs de toutes sortes, un système de localisation d'avion perdu, un étalonneur de servos, etc... patience ! En attendant, Bons vols !

**Guillaume TCHEKHOV**

# LE HTM250 AMPLIFICATEUR HYBRIDE TUBE-MOS 2x50 W AVEC CORRECTEUR DE TONALITÉ

Nous vous proposons ce mois-ci un amplificateur Hi-Fi hybride faisant appel à un récent circuit intégré de puissance, le TDA7294V de SGS-THOMSON, constitué d'un push-pull Mos-Fet en sortie. La préamplification est assurée par deux triodes issues de la célèbre ECC83 que nous connaissons bien maintenant. Cet amplificateur utilise donc le meilleur de la technologie actuelle associée à celle du début du siècle.




L'étude de l'amplificateur sera séparée en deux parties bien distinctes :
- L'alimentation B.T. et H.T.
- L'amplification hybride.

Pour éviter que les transformateurs rayonnent sur la section ampli-tension / puissance, l'alimentation et l'amplificateur seront placés dans deux boîtiers séparés.

Voici, avant de commencer la réalisation, les caractéristiques de l'amplificateur :
- Sensibilité d'entrée pour Pmax
  S entrée = 325 mV
- La puissance sur charge 12,5 Ω
  P utile = 52 W
- Impédance d'entrée
  Z entrée = 47 kΩ / 22 kΩ
- Gain de l'amplificateur en linéaire
  Gain = 38 dB
- Potentiomètre GRAVE au Max. 100 Hz
  Gain = +10 dB
- Potentiomètre AIGU au Max. 10 kHz
  Gain = +5,5 dB
- Rapport Signal/Bruit en linéaire
  R s/b en lin. = 97 dB
- Fonction Mute-stand-by
  activée par inverseur
- Fonction Ventilation
  activée par inverseur

**Notes :**

* La sensibilité d'entrée a été mesurée avec le potentiomètre de volume au maximum.
* Le mode linéaire est obtenu avec les potentiomètres «grave» et «aigu» en butée gauche (sens inverse des aiguilles d'une montre).

## ETUDE DE L'ALIMENTATION

Elle fournira 4 tensions continues en direction de l'amplificateur :
* ± 35 V / 300 VA de puissance.
* + 35 V pour : filaments, ventilation et temporisation.
* + 310 V pour la Haute Tension (H.T.).

Voir le synoptique général en figure 1.
Si vous êtes un inconditionnel des revues d'électroniques, nous n'avons pas besoin d'expliquer dans le détail le rôle de chaque composant, on redresse la tension alternative issue du transformateur et on filtre.
La varistance V1 (schéma structurel, figure 2) permet d'éliminer les pics de la tension secteur, les trois condensateurs C1, C2, C3 soudés sur la prise Bulgin (prise secteur) servent d'antiparasites.
Les deux capacités C4, C5 soudées en parallèle sur l'interrupteur général (INT) évitent les arcs, qui endommagent les contacts à la coupure du courant.
La lampe interne à cet interrupteur sera placée du côté des transformateurs, elle doit donc s'illuminer lorsque vous mettrez l'alimentation sous tension.
Vous remarquerez l'utilisation inverse

Figure 1

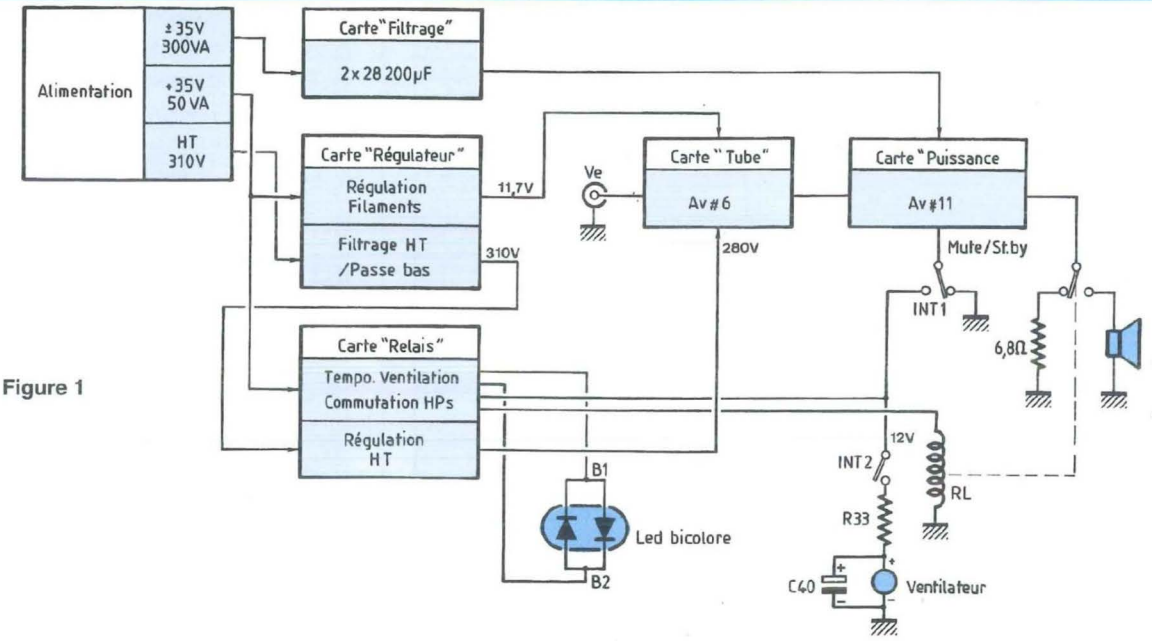
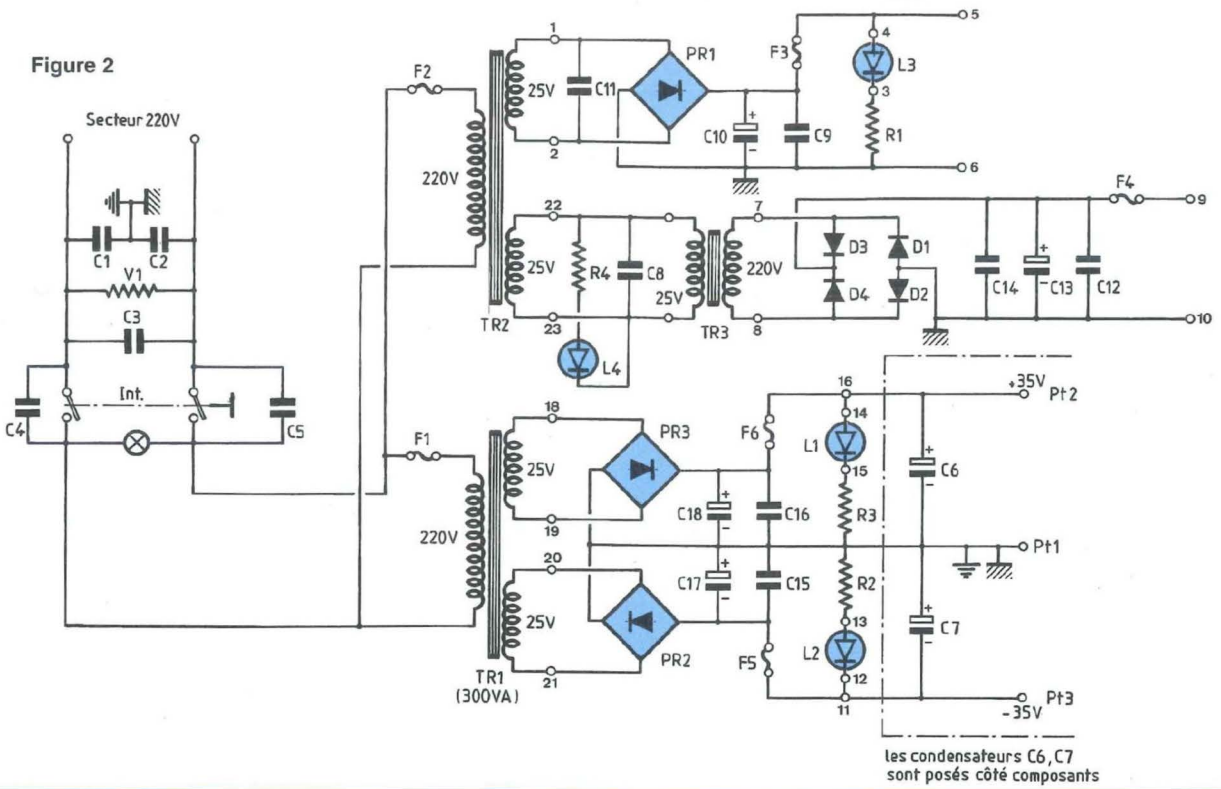



Figure 2




du transformateur TR3 pour obtenir la Haute Tension. C'est plus prudent que de travailler directement à partir du secteur.

Attention, des modifications seront peut-être nécessaires au niveau du boîtier si vous ne trouvez pas exactement les mêmes éléments.

Avant d'usiner le coffret munissez-vous de tous les composants. Des numéros ont été placés sur les différents schémas, non pas pour les alourdir mais pour vous faciliter les interconnexions. Exemple : sur le schéma «structurel» les numéros 1 et 2 repèrent un des deux secondaires de TR2 qui est relié à C11 et au pont 1.

En vous reportant figure 5A vous remar-

Figure 3A

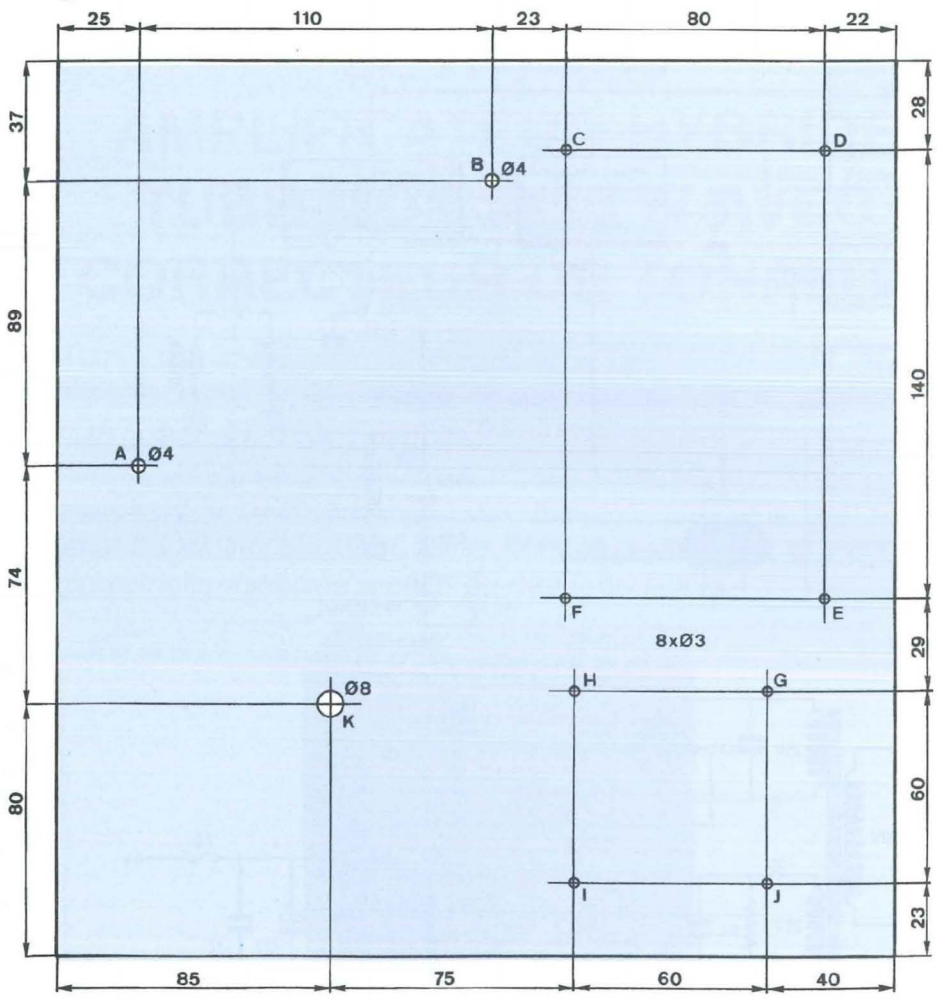
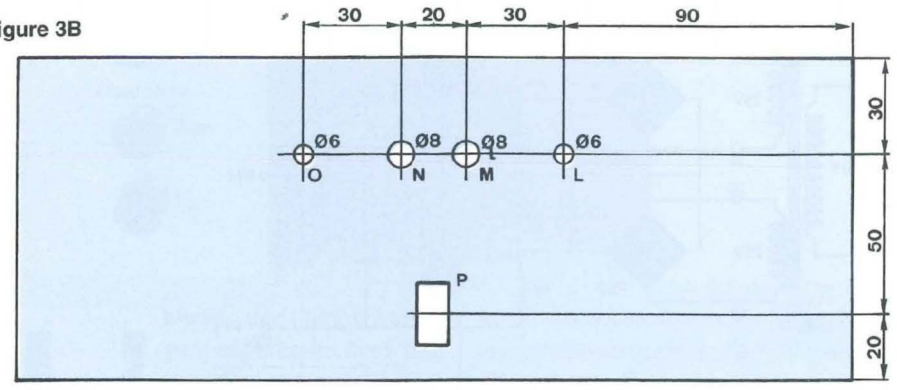



Figure 3B




quez que 1 et 2 alimentent bien les deux composants ci-dessus. Maintenant reportez-vous figure 6A (plan de câblage), les numéros 1 et 2 de TR2 sont donc à relier avec les numéros 1 et 2 de la carte «Alimentation».

## USINAGE DU COFFRET

Le coffret utilisé est un EC 26/10 fa 280 de ESM.

### Figure 3A : (fond du coffret)

A B : fixation transformateur.
TR2 : perçage = 4 mm.
K : fixation transformateur.
TR1 : perçage = 8 mm.
G H I J : fixation transformateur.
TR3 : perçage = 3 mm.
C D E F : fixation carte alimentation : perçage = 3 mm.

### Figure 3B : (face avant)

O L : fixation clips métal leds ø : 3 mm : perçage = 6 mm.
N M : fixation clips métal leds ø : 5 mm : perçage = 8 mm.
P : reçoit l'interrupteur lumineux (INT) à percer suivant le modèle.

### Figure 3C : (face arrière)

Q R : emplacements des prises XLR :
- XLR1 = R
- XLR2 = Q

S : prise secteur USA Bulgin châssis, à usiner suivant ses côtes.
u t : reçoivent 2 porte-fusibles châssis :
- F1 = u
- F2 = t
- perçages = 13 mm.

Comment percer R et Q ? A l'aide d'un petit foret de ø 1 mm, percer le centre du cercle. En utilisant un compas de «menuisier», ajuster le cercle pour un rayon de 12 mm. A l'intérieur,avec un foret de ø 3 mm, faîtes une multitude de trous. Lorsque la partie intérieure du cercle sera enlevée, utilisez une lime ronde pour peaufiner le travail.

## RÉALISATION DU CIRCUIT IMPRIMÉ ET IMPLANTATION

Le typon est donné à l'échelle 1, figure 4A et figure 5A pour l'implantation.
Pour réaliser le circuit imprimé, nous vous conseillons la méthode par l'ultra-violet qui vous garantira un résultat professionnel.

Perçages :

| | |
|---|---|
| - 4 trous «fixation carte» | 3 mm |
| - 4 porte-fusibles C.I. | 1,2 mm |
| - 3 ponts de diodes | 1,2 mm |
| - condensateurs C10, C13 | 1,4 mm |

Figure 3C

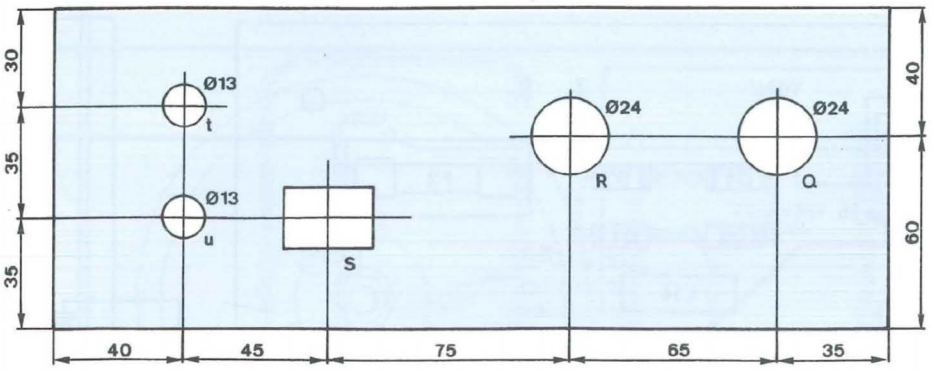
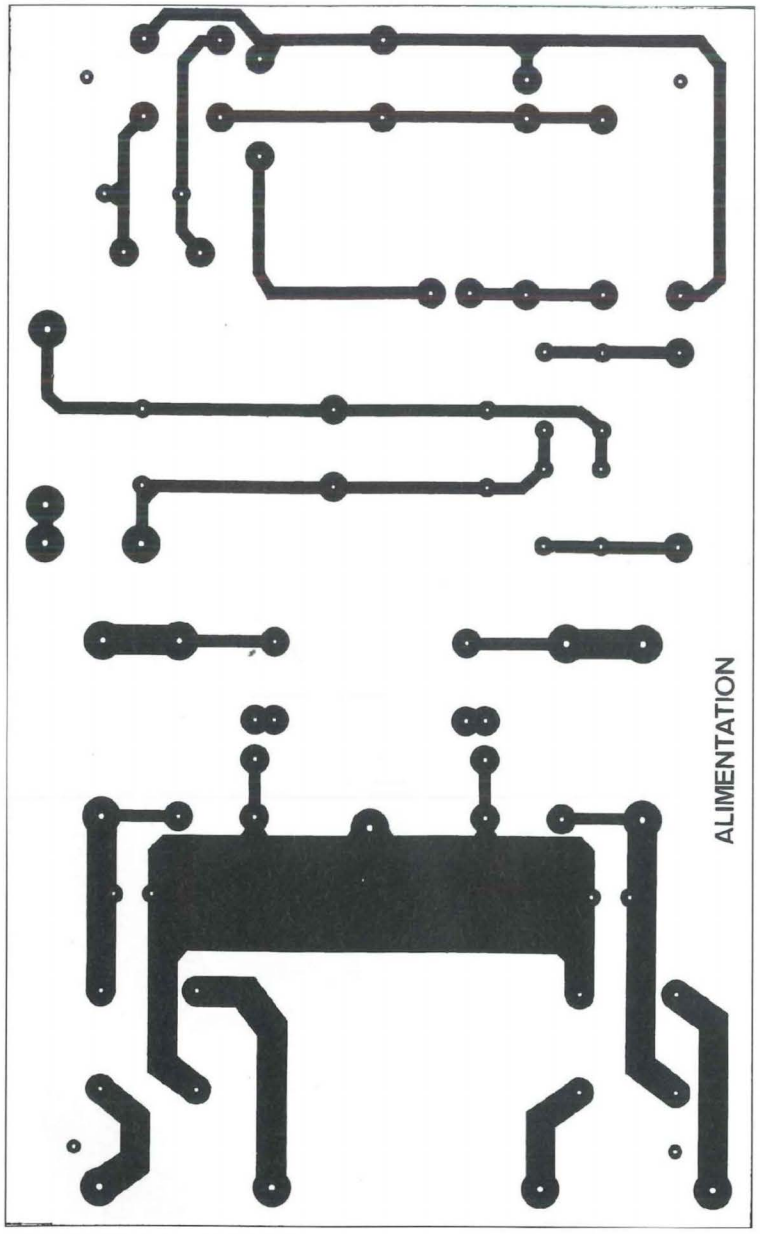



Figure 4A




- 14 picots pour les numéros :

| | |
|---|---|
| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 13 14 15 | 1,1 mm |
| - numéros 11 16 17 18 19 20 21 | 1,5 mm |
| - autres composants | 0,8 mm |

Lors de l'implantation, faîtes attention au sens des condensateurs polarisés, des leds L1/2/3/4 et des ponts de diodes.
Vous n'oublierez pas de souder **côté pistes** les 8 condensateurs antiparasites aux bornes des ponts 2 et 3.
Figure 6A : remarquez que R4 et C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, V1 sont câblés en l'air.

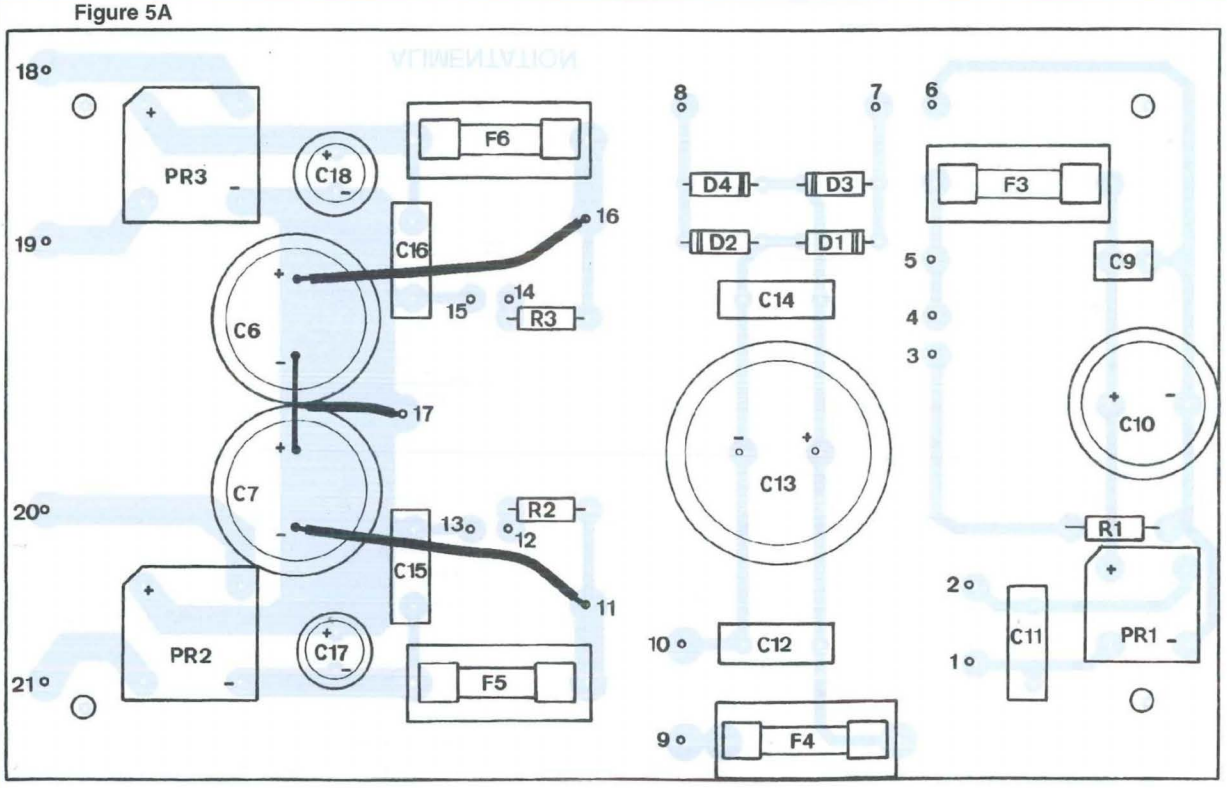
## CABLAGE DE L'ALIMENTATION

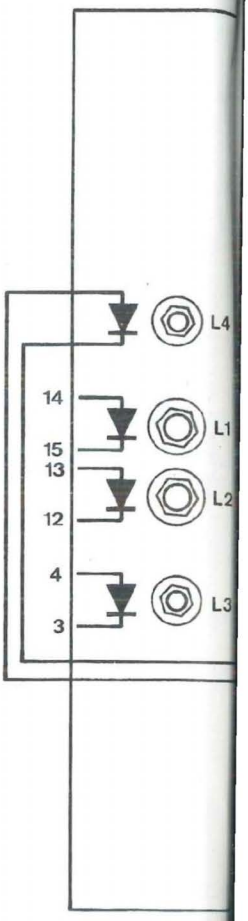
En vous aidant du schéma «structurel», de la figure 5A et de celui de la figure 6A nous pensons que le câblage ne doit pas poser de problème.
Les liaisons d'alimentations : +310 V (haute-tension), +35 V (filaments, ventilation, temporisation), seront réalisées avec du câble de 0,75 mm² multibrins. Pour les liaisons ±35 V de puissance, utiliser du fil souple de 1,5 mm². Enfin prendre du petit fil pour câbler les quatre leds.
Les condensateurs C6, C7 seront **simplement posés** sur le circuit imprimé entre les deux ponts de diodes 2, 3 (fig 6A). Du fil de cuivre rigide de 1,5 mm² réalisera les liaisons suivantes :
- cosse + de C6 à la pastille numéro 16
- cosse - de C6 à la pastille numéro 17
- cosse + de C7 à la pastille numéro 17
- cosse - de C7 à la pastille numéro 11

La cosse de terre de la prise Bulgin sera soudée au point milieu de C6, C7. La masse du boîtier sera elle aussi reliée à ce point milieu (on prendra cette masse à la fixation notée B de la prise XLR1 (figure 6A).
La prise XLR2, recevant les ±35 V sera reliée aux points notés pt1, pt2, pt3 de la carte d'alimentation.
Les deux prises XLR seront fixées par 4 vis identiques à celles utilisées ci-dessus.
La prise Bulgin châssis sera fixée avec des vis dont les dimensions dépendront du modèle acheté.

# AMPLIFICATEUR AVEC CORRECTEUR DE TONALITÉ

Figure 5A




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE ALIMENTATION

**- Résistances 1 W, ± 5 %**
R1, R2, R3, R4 : 3,9 kΩ

**- Condensateurs**
C1, C2, C3, C4, C5 : 47 nF 250 AC
C6, C7, C10 : 4700 µF / 40 V chimique radial
C8 : 10 nF / 63 V
C9 : 0,47 µF / 63 V
C11 : 0,047 µF / 100 V
C12, C14 : 22 nF / 400 V
C13 : 220 µF / 385 V chimique radial
C15, C16 : 33 nF / 100 V
C17, C18 : 470 µF / 63 V chimique radial
8 condensateurs de 100 nF / 63 V LCC à souder aux ponts PR2 et PR3

**- Diodes**
D1, D2, D3, D4 : 1 N 4007

**- Ponts de diodes**
2 x PBPC 807 (PR2 et PR3)
1 x KPBC 606 (PR1)

**- Divers**
1 interrupteur secteur rectangulaire 6 A/ 220 V avec lampe intégrée
2 leds ø 5 mm, jaunes
2 leds ø 3 mm, verte et rouge
4 porte-fusibles pour C.I.
2 porte-fusibles pour châssis
4 entretoises nylon 20 mm, ø 3 mm
8 vis tête ronde longueur 5 mm, ø 3 mm
6 vis tête fraisée long 10 mm, ø 3 mm + 6 écrous
7 vis pour les trois transformateurs + écrous
14 picots
2 clips métal pour led ø 5 mm
2 clips métal pour led ø 3 mm
2 prises femelles XLR pour châssis
4 prises mâles XLR pour les deux câbles de liaisons Alim/Ampli
1 coffret ESM EC 26 / 10 fa 280
1 mètre de câble, 3 conducteurs, souple, section 1,5 mm²
V1 : Varistance VDR / 250 V

**- Fusibles**
F1, F2 : 3,15 A temporisé
F3 : 2 A rapide
F4 : 300 mA retardé
F5, F6 : 6 A temporisé

**- Transformateurs**
Primaires : 220 V
Secondaires :
T1 : 2 x 25 V / 300 VA torique
T2 : 2 x 25 V / 100 VA étrier
T3 : 1 x 25 V / 50 VA étrier

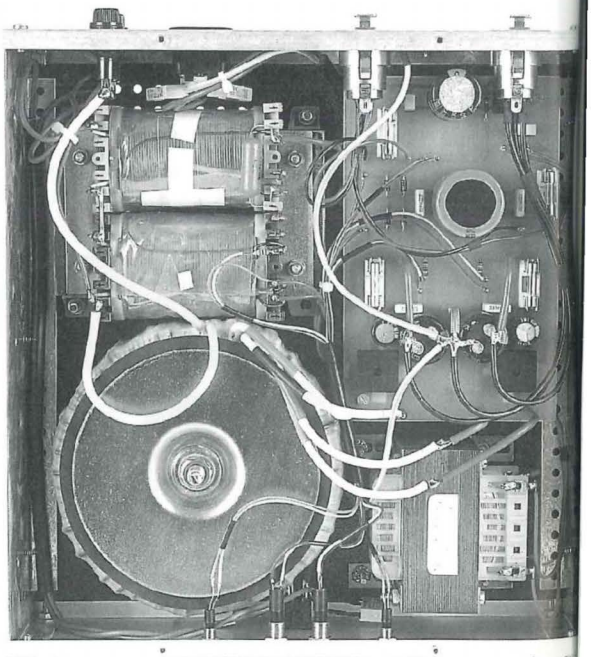
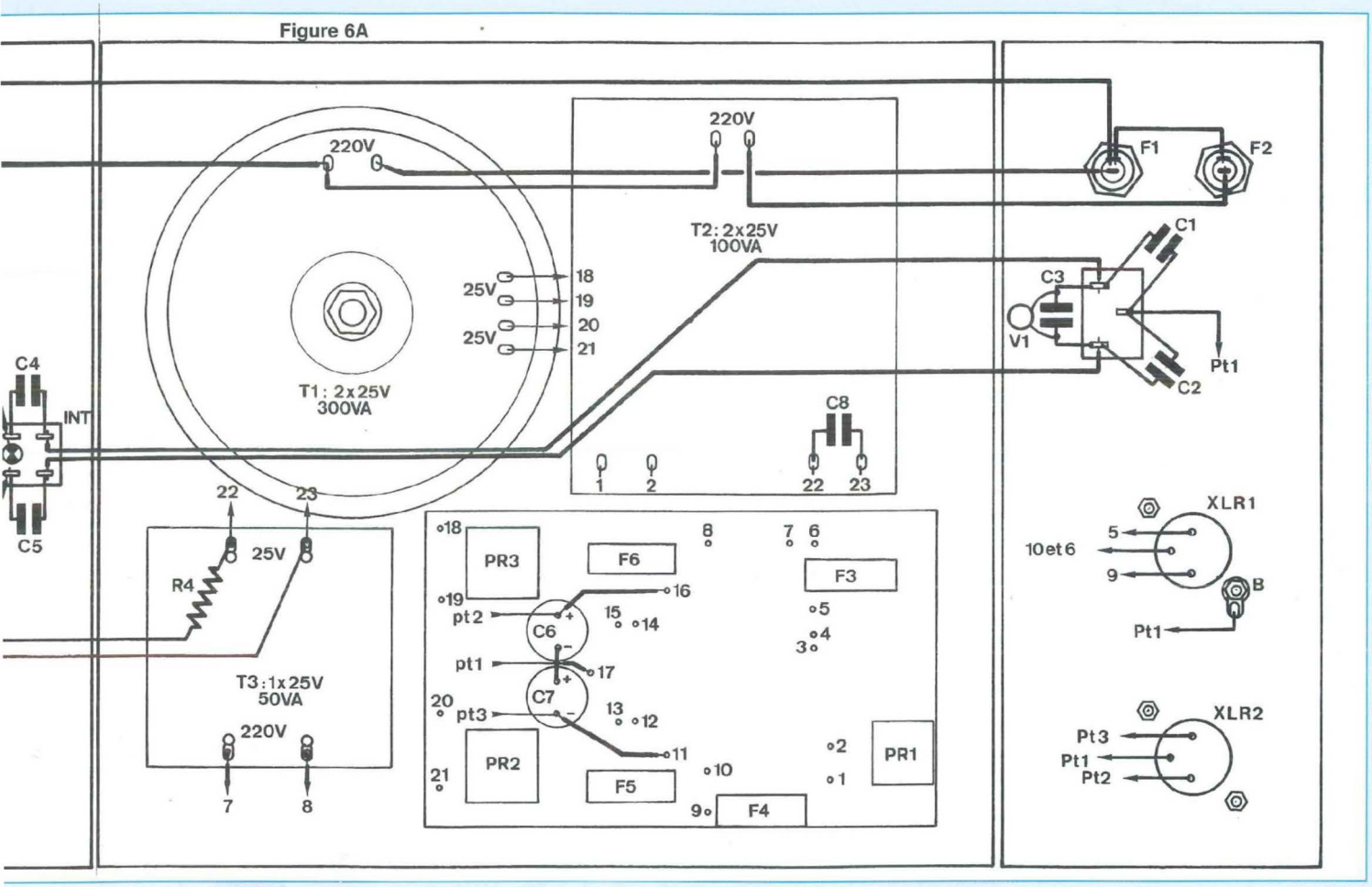


Figure 6A




La carte «alimentation» sera fixée avec 4 vis de 25 mm de longueur et de ø 3 mm aux 4 entretoises en nylon de longueur 20 mm.

## RÉALISATION DES 2 CABLES DE LIAISON ALIM / AMPLI

Utiliser du câble à 3 conducteurs de section 1,5 mm² et de longueur 50 cm.

## ESSAIS :

Après avoir vérifié le câblage et les éventuelles erreurs, placer dans F1 et F2 des fusibles temporisés de 3,15A.

Placer dans F3 un fusible rapide de 2A, dans F4 un modèle de 300 mA et dans les supports F5, F6 des fusibles temporisés de 6A.

Si à la mise sous tension une coupure de courant intervient, ne vous inquiétez pas, cela n'est probablement dû qu'à votre disjoncteur différentiel qui à un faible courant de «protection». Remettre le «compteur» en fonction ON.

Si les fusibles F1 ou F2 «fondent», vérifier le câblage. Vous ne trouvez rien d'anormal ? C'est que les transformateurs «tirent» trop de courant à la mise sous tension.

La solution est de placer dans F1 et F2 des fusibles de 4 ampères.

Maintenant que tout fonctionne correctement, vérifier que les 4 tensions sont présentes (les 4 leds doivent être allumées).

A l'aide d'un voltmètre, mesurer par rapport à la masse de la prise en question les tensions présentes.

Aux bornes de la prise XLR2 vous devez avoir entre ±35 V et ±38 V.

Aux bornes de la prise XLR1 vous devez avoir une haute tension d'environ 310 V à 330 V et pour la deuxième tension environ +35 V à +38 V. Tout étant en ordre vous pouvez refermer le coffret.

## NOTES :

* «Vider» la haute tension à l'aide d'une résistance de 3,9 kΩ/1 W. Cela évitera des arcs lorsque vous connecterez l'alimentation à l'amplificateur.

* Si toutes les tensions sont présentes mais que des leds restent éteintes, c'est que vous avez dû les câbler en inverse.

*Pour les condensateurs Haute-Tension, il faut absolument que leur tension maximale de service soit égale ou supérieure à 350 V.

## L'AMPLIFICATION

Hormis les structures d'alimentations et de filtrages, le fonctionnement de cet amplificateur réside dans l'utilisation de deux blocs. Le premier est la pré-amplification en tension réalisée par deux

Figure 7A

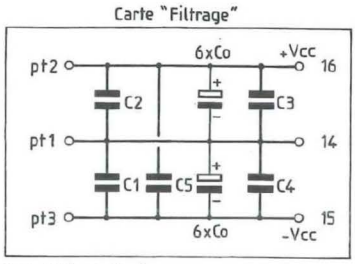



Figure 7B

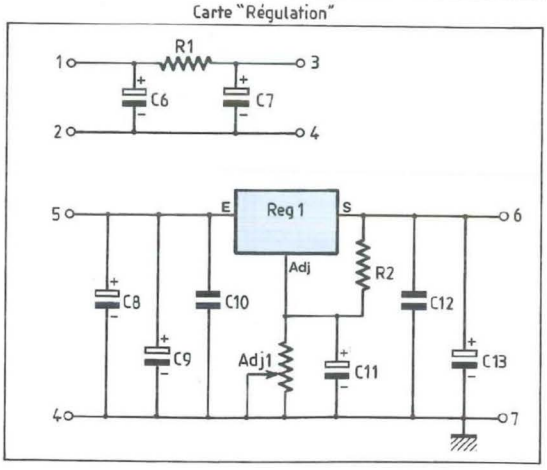



Figure 7C

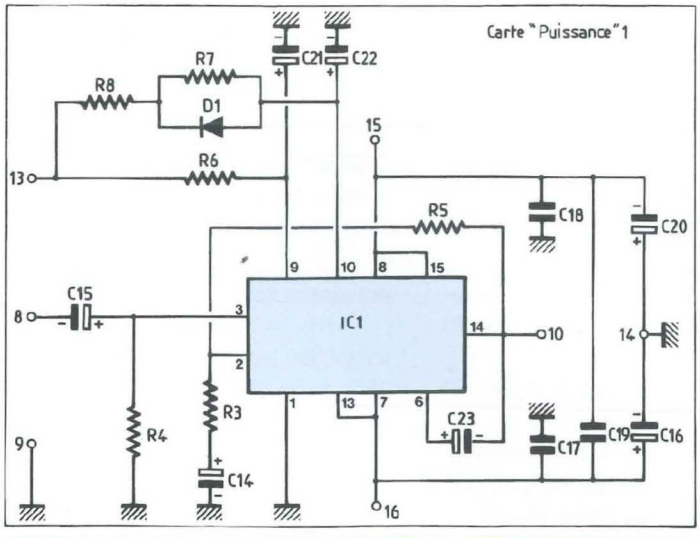
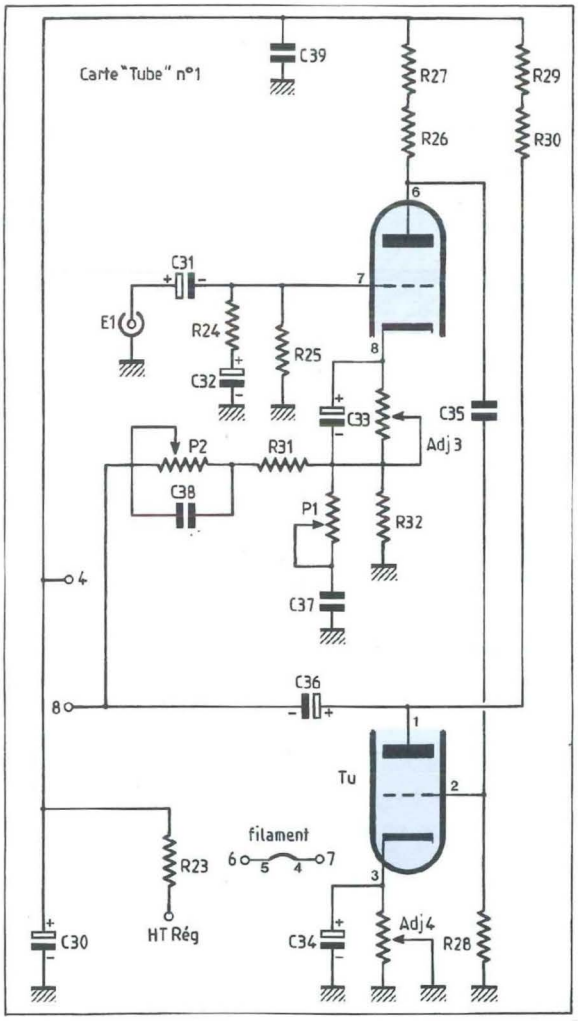



Figure 7D




triodes ECC83 et le deuxième est constitué des circuits intégrés TDA7294 fournissant toute la puissance aux enceintes.

## FONCTIONNEMENT SOMMAIRE

Se reporter à la figure 7 (7A à 7E).

L'amplification en tension est réalisée par le tube ECC83 qui renferme deux triodes aux caractéristiques identiques.

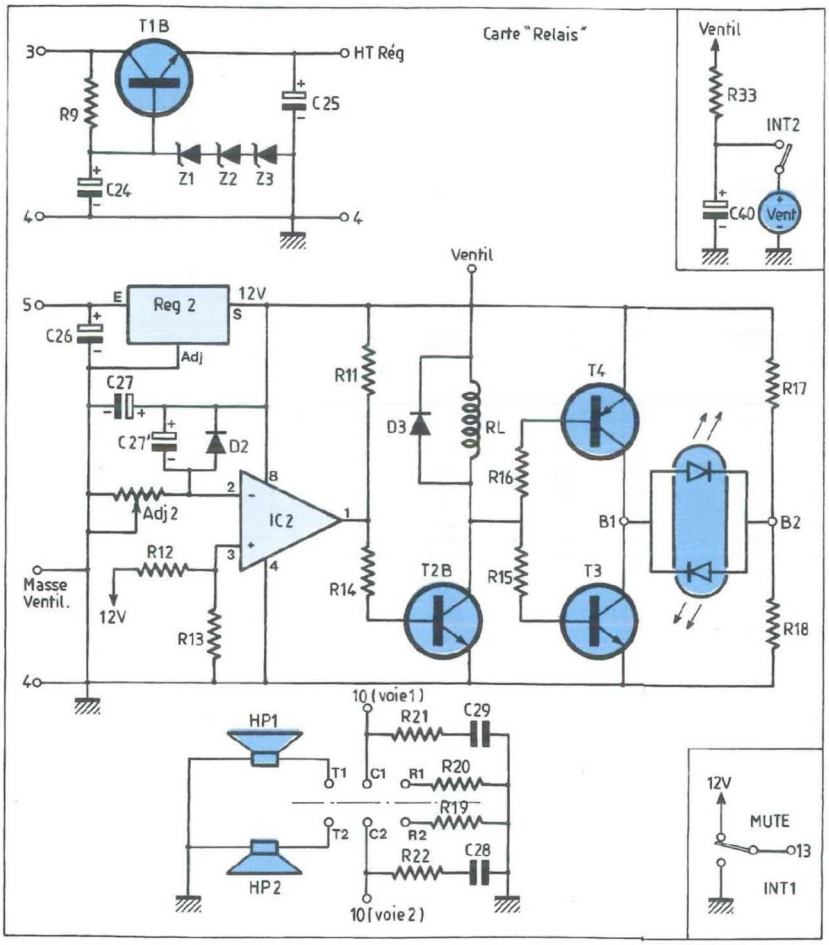
La contre-réaction utilisée est du type TENSION-TENSION, puisque nous prélevons et comparons des tensions.

Le système étant contre-réactionné cela présage d'une large bande passante, d'un faible taux de distorsion, et d'un gain en tension ne dépendant que d'un rapport de résistances...

Le mode de fonctionnement en linéaire du circuit est obtenu lorsque le potentiomètre des Graves P2 a une résistance nulle et que celle des Aigus P1 est égale à 4,7 kΩ.

En considérant l'impédance de C37 nulle et celle de C38 infinie dans leur registre respectif, nous pouvons établir les différentes amplifications (expressions simplifiées) :

Figure 7E




Gain du registre grave
$\Longrightarrow$ G = (R31 + P2) / R32
Gain en mode linéaire
$\Longrightarrow$ G = R31 / R32
Gain du registre aigu
$\Longrightarrow$ G = (R31 x [R32 + P1]) / (R32 x P1)
On notera que le gain en boucle ouverte est en théorie d'environ 250. La chaîne de retour est constituée de R32, P1, C37, R31, P2, C38.
Les valeurs ont été trouvées par simulation et les valeurs définitives pendant l'expérimentation.La partie puissance est un circuit intégré qui peut être comparé à un «gros» ampli opérationnel utilisé en mode non inverseur dont le gain G est égal à 1 + R5/R3.
Les différents composants associés permettent d'éviter les oscillations du circuit et de commander la fonction Mute/stand-by.
Lorsque le signal a été traité par la section pré-amplification (carte «tube»), la modulation est appliquée à la carte «puissance» et «injectée» au picot n° 8 via C15 et ressort amplifiée au picot n° 10 en direction de la carte «relais».
Pour minimiser le souffle qui est dû aux tubes, on alimente les filaments de ceux-ci avec une tension filtrée, régulée et ajustable.

## CARTE FILTRAGE

Elle est constituée d'une batterie de 12 condensateurs Co de 4700 µF/40 V et de capacités antiparasites complémentaires.
Cette grande réserve d'énergie sera utile lors de forts transitoires.
L'alimentation de la carte se fait aux picots pt1, 2, 3 avec du fil souple torsadé de section 1,5 mm², fils soudés à la prise châssis XLR2.
Ces câbles seront soudés côté pistes du C.I. aux pastilles repérées pt1, pt2, pt3.
Aux pastilles numérotées 14, 15, 16 seront fixées trois vis (avec écrous de diamètre 3 mm et de longueur 25 mm).
Grâce à ces vis, nous allons pouvoir raccorder efficacement les divers câbles d'alimentations à l'aide de cosses à souder, le tout placé en étoile pour éliminer les «bruits de masse».
Attention au sens des condensateurs Co !

### Réalisation du circuit imprimé et implantation des composants

Typon et implantation des composants vous sont donnés figure 8G et figure 9G.
La méthode pour réaliser la gravure du circuit est la même que celle de l'alimentation.

Perçages :

| | |
|---|---|
| Co : | foret de 1,2 mm |
| pastilles 14, 15, 16 : | foret de 3 mm |
| pastilles pt1, pt2, pt3 : | non percées |
| autres composants : | foret de 0,8 mm |

## CARTE RÉGULATION

Cette carte filtre à nouveau la haute tension par condensateur et par filtre passe-bas (C6-R1-C7).
Elle possède également une section régulation de tension constituée d'un régulateur ajustable (Reg1) et des divers composants nécessaires pour son fonctionnement.
On ajustera la tension de sortie à 11,7 V au moyen de l'ajustable Adj1.
Cette tension, présente aux picots 6 et 7, sera destinée à alimenter les filaments des 2 tubes «Tu».
Vous utiliserez 2 câbles constitués de 2 fils torsadés.
Le premier câble partira des numéros

Figure 8G

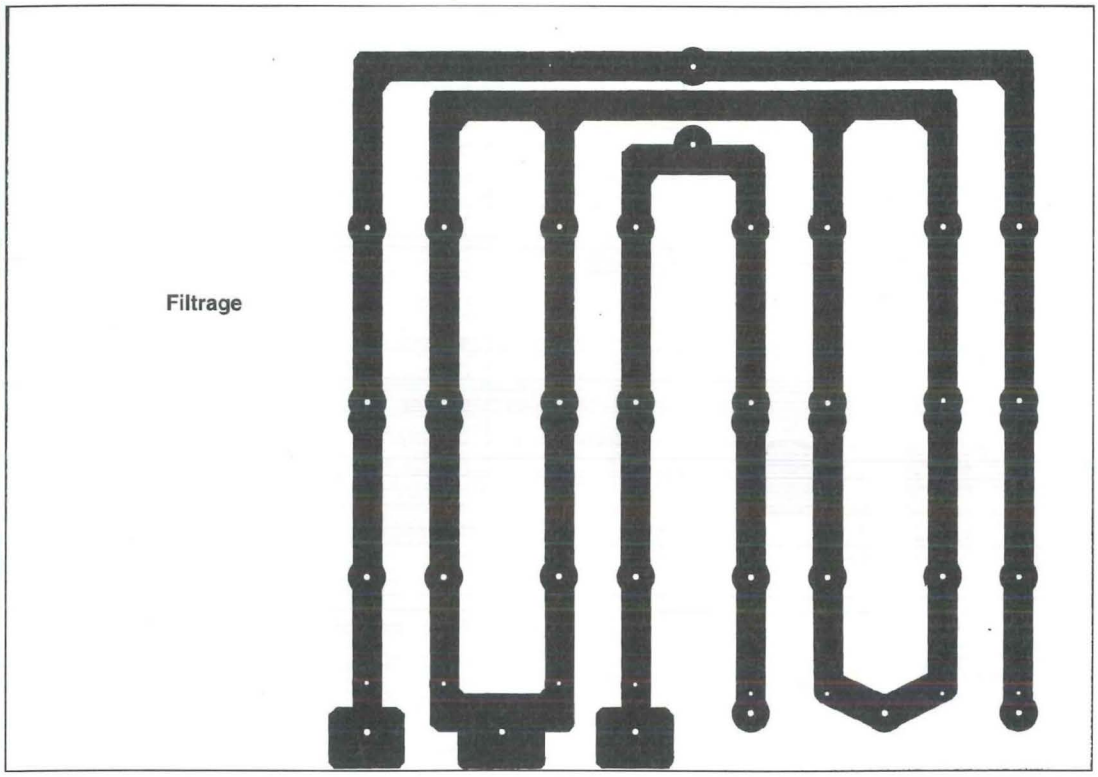
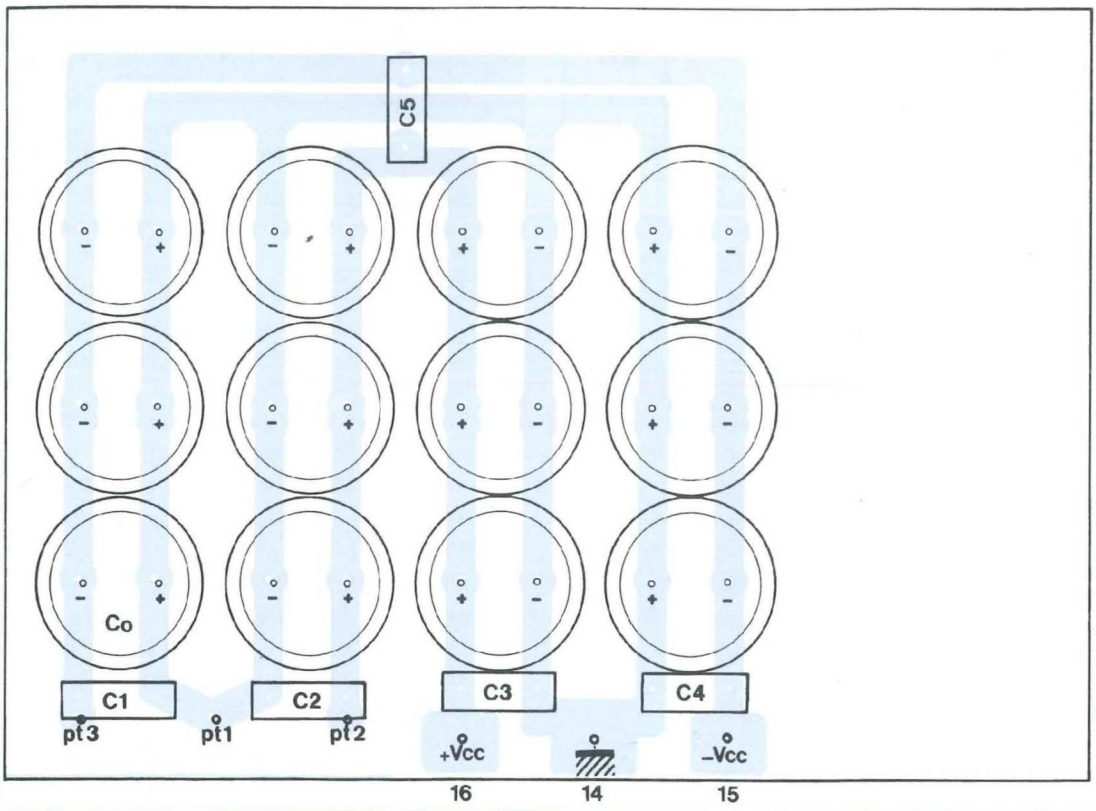



Figure 9G




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE FILTRAGE

**- Condensateurs**

Co : 12 x 4700 µF/40 V chimique radial
C1, C2, C5 : 47 nF / 100 V
C3, C4 : 33 nF / 100 V

**- Divers**

3 vis + écrous (ø 3 mm, long. 25 mm) pour N°14, 15, 16
1 prise pour châssis XLR femelle (XLR2)
2 vis à têtes fraisées (long 5 mm, ø 3 mm) + écrous (fixation de XLR2)

Figure 10G

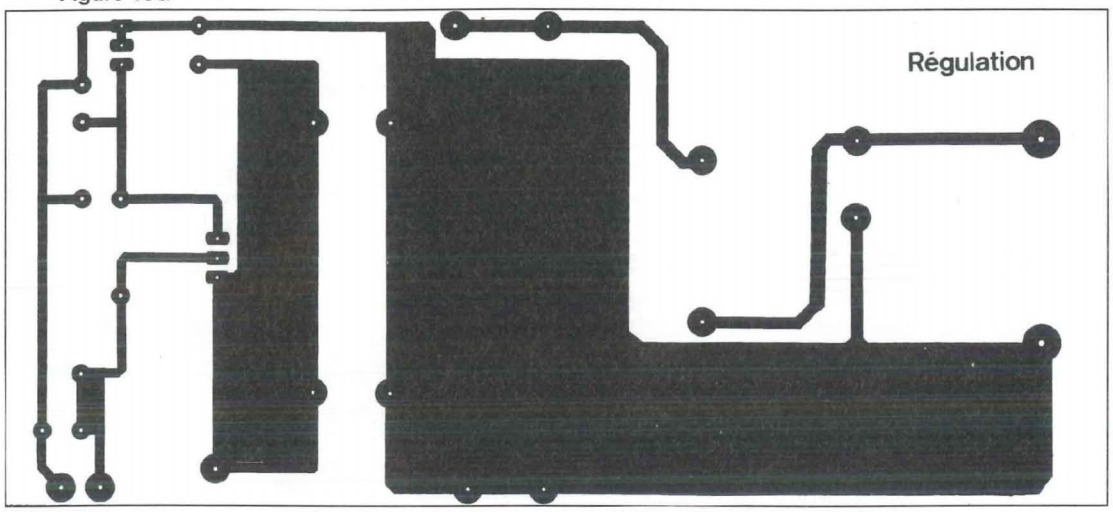
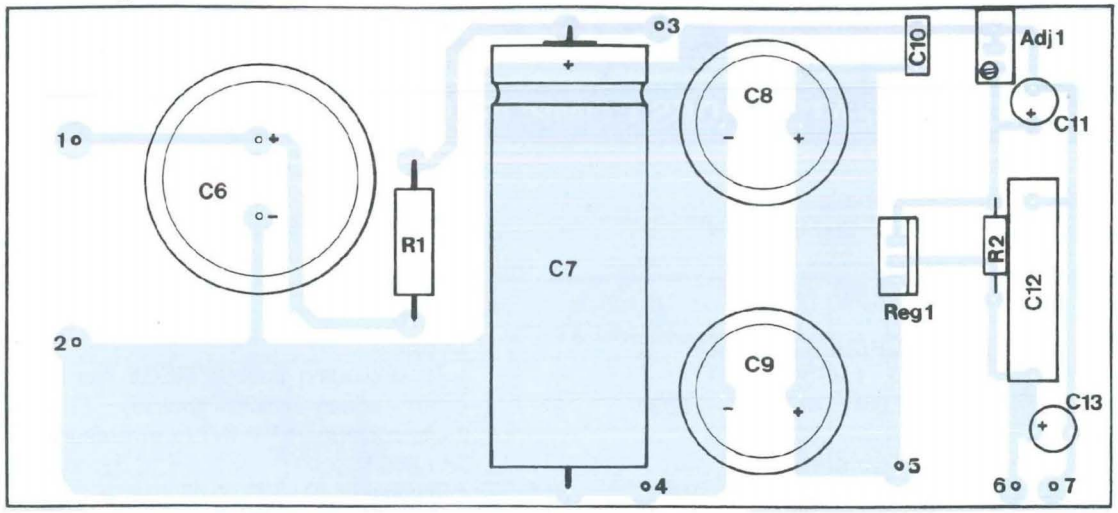



Figure 11G




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE RÉGULATION

**- Résistances**

R1 : 47 Ω / 3 W
R2 : 270 Ω / 5 % / 1/2 W
Adj1 : Ajustable multi-tours vertical 10 kΩ

**- Condensateurs**

C6 : 220 µF / 385 V chimique radial
C7 : 100 µF / 350 V chimique axial
C8, C9 : 4700 µF / 40 V radial
C10 : 0,47 µF / 63 V
C11, C13 : 10 µF / 63 V chimique radial
C12 : 56 nF / 400 V

**- Divers**

Reg1 : LM 317T
7 picots
1 kit d'isolation T0220 (vis + écrou + canon + mica + graisse)
1 prise femelle pour châssis XLR (pour XLR1)
2 vis à têtes fraisées (long 5 mm, ø 3 mm) + écrous pour la prise XLR1.

6 et 7 jusqu'au filament de la carte «TUBE 1».
Le deuxième partira aussi des numéros 6 et 7 pour alimenter le filament du tube de la carte «TUBE 2».
Les numéros 3 et 4 représentent la haute tension et la masse.
Ils seront reliés à la carte «RELAIS» aux mêmes numéros.
L'alimentation de la carte se fera à partir d'une prise femelle pour châssis XLR (XLR1).
Le régulateur Reg1 sera fixé au dissipateur N°2 et non directement sur la carte. Il faudra donc confectionner un câble torsadé de 3 conducteurs, soudé côté pistes.
Vous raccorderez cette carte aux autres et à la prise XLR1 comme indiqué sur le schéma de câblage.

### Réalisation du circuit imprimé et implantation : figure 10G, figure 11G

Commencer par les «petits» composants pour finir par les «volumineux». N'oubliez pas les picots qui se trouvent aux pastilles n°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
Perçages :

| | |
|---|---|
| 7 picots | : foret de 1,2 mm |
| C6, C7 | : foret de 1,4 mm |
| autres composants | : foret de 0,8 mm |

**Note :** Ne pas percer les 3 pastilles du régulateur Reg1 (câble soudé côté pistes).

### CARTE DE PUISSANCE

Voici la carte qui fournira toute la puissance aux enceintes. Il faudra la réaliser en deux exemplaires pour obtenir la stéréophonie. Tous les fils d'alimentations, de modulation, de stand/by seront soudés côté pistes.
Faites attention au sens des condensateurs chimiques.
Les figure 12G et figure 13G représentent l'implantation des composants et le mylar du circuit imprimé.

### Remarques :

**Ne pas oublier le condensateur C23** (22 µF / 63 V radial) qui n'est pas représenté sur la figure 13G.
Il sera soudé côté pistes comme suit :

Figure 12G

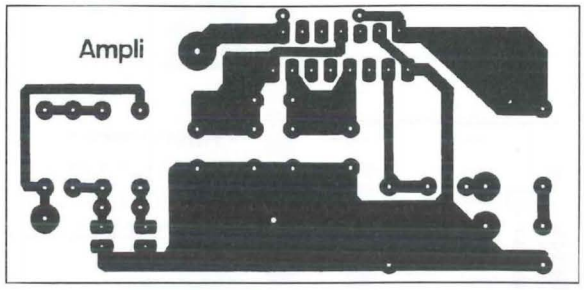
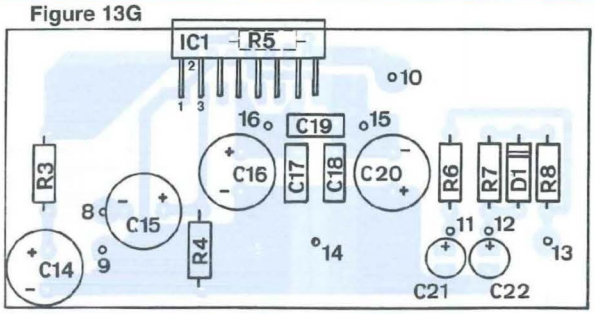



Figure 13G




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE DE PUISSANCE

**- Résistances 1/2 W, 5 %**

R3 : 1 kΩ
R4 : 100 kΩ
R5, R8 : 10 kΩ
R6 : 22 kΩ
R7 : 30 kΩ

**- Condensateurs**

C15, C16, C20 : 100 µF / 63 V radial
C14 : 220 µF / 63 V radial
C21, C22 : 10 µF / 50 V radial
C17, C18, C19 : 100 nF / 63 V LCC
C23 : 22 µF / 63 V radial

**- Semiconducteurs**

D1 : 1N4148
IC1 : TDA 7294V

**- Divers**

1 kit d'isolation pour IC1
3 cosses à souder ø 3 mm

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE RELAIS

**- Résistances 1/2 W, 5 %**

R9 : 12 kΩ
R11, R13 : 2,2 kΩ
R12 : 10 kΩ
R14 : 4,7 kΩ
R15, R16 : 15 kΩ
R17 : 680 Ω
R18 : 560 Ω
R19, R20 : 6,8 Ω / 7 W
R21, R22 : 10 Ω / 1 W
R33 : 47 Ω / 3 W
Adj2 : 1 MΩ / 1 tour (ou 2,2 MΩ)

**- Condensateurs**

C24 : 2,2 µF / 385 V axial chimique
C25 : 220 µF / 385 V radial chimique
C26 : 10 µF / 35 V radial chimique
C27 : 4,7 µF / 63 V radial chimique
C27' : 22 µF / 50 V radial chimique
C28, C29 : 100 nF / 63 V LCC
C40 : 2 200 µF / 16 V axial (ajouté durant l'expérimentation)

**- Diodes**

D2 : 1N4148
D3 : 1N4004

**- Zeners**

DZ1 : 200 V / 1,3 W
DZ2 : 33 V / 1,3 W
DZ3 : 47 V / 1,3 W

**- Circuits intégrés**

IC2 : LMT393N
REG2 : LM 7812 / T0220

**- Transistors**

T1B : BU 208D
T2B : BC 141
T3 : 2N3440
T4 : 2N5416
(nous avons ajouté B à T1 et T2 pour ne pas les confondre avec les pastilles T1 et T2).

**- Divers**

2 dissipateurs pour T3, T4 ⟹ ML 61 T05
2 straps (ne pas les oublier)
1 support tulipe 8 broches
3 supports transistors T2B, T3, T4
1 vis long. 25 mm, ø 3 mm + écrou (pour la MHQ)
2 vis ø 3 mm, long. 5 mm + écrous (pour collecteur de T1B)
4 vis ø 3 mm, long. 30 mm + écrous adéquates pour le ventilateur
2 rondelles ø int. 3 mm (pour collecteur de T1B)
17 picots
1 kit d'isolation pour le REG2 (vis + écrou + canon + mica + graisse)
2 interrupteurs INT1, INT2 : inverseurs 2A / 250 V
1 ventilateur 12 VDC / 0,07 A
1 relais Matsushita DC 12 V : 5 A-277 V AC : 5 A-30 V DC ⟹ 2 R.T.
4 passe-fils faisant office d'amortisseurs pour le ventilateur ø int. 3 mm
1 clip plastique ø 5 mm pour led bicolore (pour l'enjoliveur)
1 led bicolore ø 5 mm
1 banane pour châssis, rouge, 10 A
1 banane pour châssis, noire, 10 A

**Notes :**

Pour mettre en place les 4 amortisseurs du ventilateur, REG2, INT1, INT2, l'enjoliveur, etc... Il faudra attendre l'usinage et l'assemblage des coffrets/cartes.

- la «queue» (+) de C23 sera soudée à la broche 6 de IC1
- la «queue» (-) de C23 sera soudée à la broche 14 de IC1

Côté pistes, vous souderez 2 petits fils reliant les picots n° 11 et 12 au circuit IC1 (mise en service de la fonction Mute/stand-by).

- N° 11 relié à la broche 9 de IC1
- N° 12 relié à la broche 10 de IC1

Vous n'oublierez pas de souder aux pastilles n° 14, 15, 16 des fils souples côté

Figure 14G

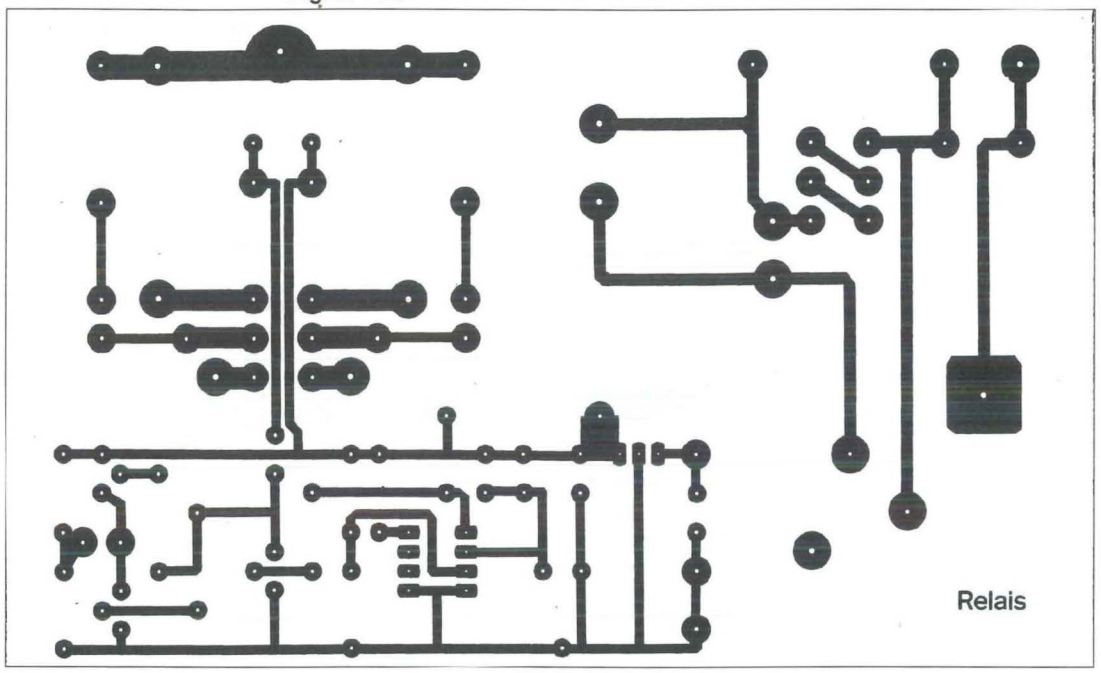
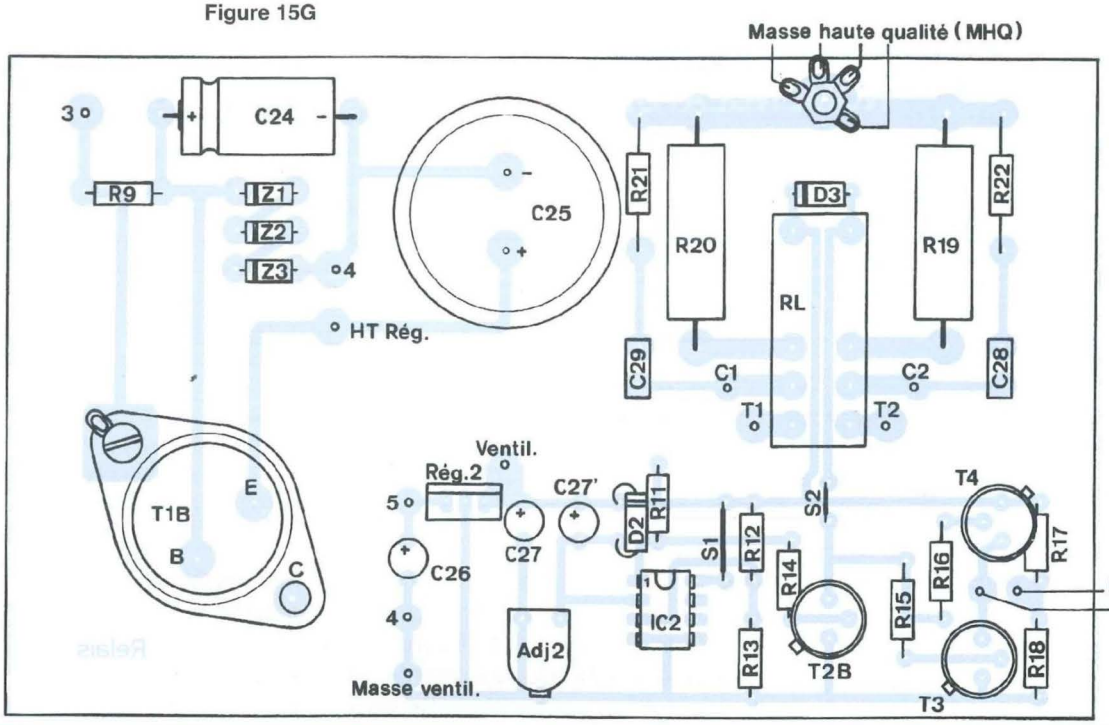



Figure 15G




pistes qui seront reliés à la carte «filtrage» au moyen de cosses (ø 3 mm).
En 8 et 9, vous souderez un câble blindé de section extérieure 3 mm en direction de la carte «tube».
Au N°13, vous souderez un fil souple de petit diamètre, 0,5 mm², en direction de l'interrupteur INT1.
Le circuit intégré IC1 **devra être isolé du dissipateur** par son kit d'isolation.

**Perçages :**

- composants : foret de diamètre ø 1 mm
- non percés : n° 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

## CARTE RELAIS

La carte «relais» reçoit une régulation haute-tension et une section temporisa-

Figure 16G

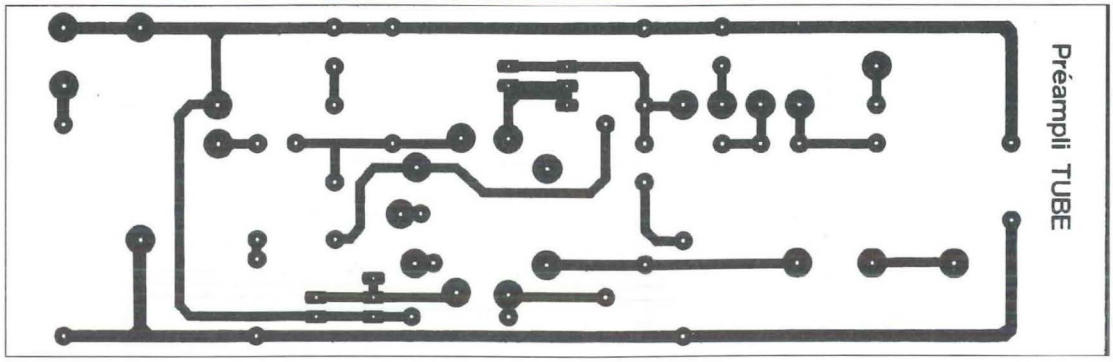
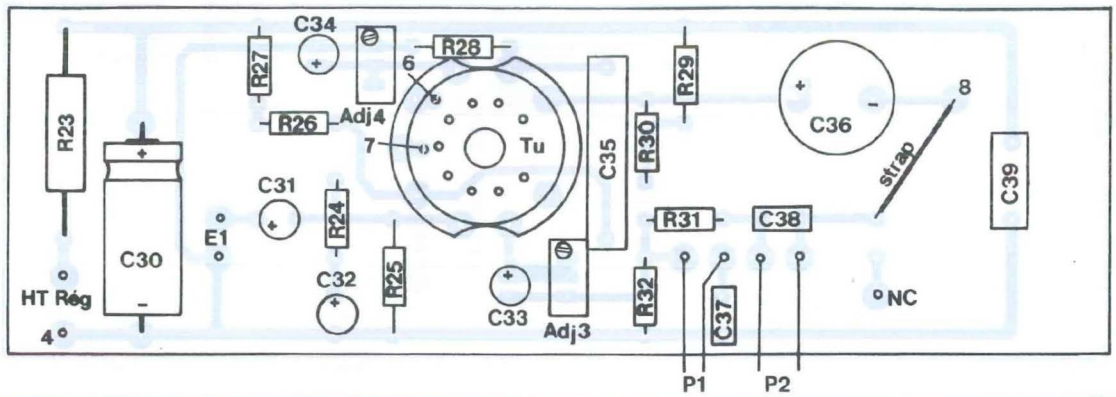



Figure 17G




## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

**CARTE «TUBE»**

**- Résistances 1/2 W, 5 %**

R23 : 47 Ω
R24 : 47 kΩ
R25, R28 : 1 MΩ
R26, R30 : 120 kΩ / 1 W
R27, R29 : 10 kΩ / 1 W
R31 : 2,7 kΩ
R32 : 470 Ω
Adj3, Adj4 : ajustable vertical multi-tours 2 kΩ
P1 : 2x4,7 kΩ lin + 2 résistances de 330 Ω
P2 : 2x220 kΩ lin + 2 résistances de 15 kΩ
P3 : 2 x 47 kΩ lin ALPS

**- Condensateurs**

C30 : 2,2 µF / 385 V axial chimique
C31 : 47 µF / 63 V radial
C32 : 47 µF / 25 V radial
C33, C34 : 220 µF / 25 V radial
C35 : 220 nF / 400 V
C36 : 15 µF / 450 V
C37 : 100 nF / 63 V
C38 : 150 nF / 63 V
C39 : 22 nF / 400 V
C41 : 1 nF / 63 V

**- Tube**

1 tube ECC83

**- Divers**

1 support noval pour circuit imprimé
1 strap
9 picots
1 prise RCA dorée isolée
1 passe-fil ø 10 mm pour isoler la prise RCA

tion/ventilation/Mute-stand-by. La régulation haute-tension s'effectue par transistor Ballast. La tension de la base est fixée par les trois Zeners DZ1, 2, 3. Nous obtenons ainsi sur l'émetteur une tension régulée d'environ + 280 V.

Les différents condensateurs servent de réserve d'énergie et filtrent les différents parasites. Pour la temporisation, nous avons utilisé la charge/décharge d'un condensateur relié à un comparateur à collecteur ouvert (IC2). On agit sur la durée de la temporisation en ajustant Adj2. Les transistors servent à la commutation du relais et de la led bicolore.

**La Masse Haute Qualité (MHQ)** est nécessaire pour tous les points sensibles du montage.

En reliant tous les points actifs du montage à MHQ, on limite les chutes de tensions parasites.

Vous visserez ou souderez au trou noté MHQ, une vis de 3,5 cm de long et de diamètre 3 mm.

Tous les fils devant être fixés à ce point, le seront par l'intermédiaire de cosses à souder (ø 3mm).

Le régulateur Reg2 sera fixé au dissipateur N° 1 avec son kit d'isolation.

En B1/B2 sera soudée la led bicolore.

### Réalisation du circuit et implantation : figure 14G et figure 15G

Faîtes attention au sens des condensateurs chimiques, circuit intégré et transistors.

Ne plaquez pas les deux résistances R19 et R20 contre le circuit imprimé (distance 5 mm environ).
Le câblage de T1B est particulier car le transistor sera soudé sur des picots pour un démontage rapide ; la connexion du collecteur sera réalisée par deux vis, deux écrous, deux cosses et un fil.
N'oubliez pas les deux straps côté composants (S1 et S2).
Les Zeners Z1, Z2 et Z3 seront soudées sur des picots.
Le ventilateur sera alimenté au travers d'une cellule RC (R37, C40), câblée en l'air, afin de ne pas entendre le moteur dans les enceintes.
Souder côté pistes :
- les pastilles T1, T2 qui recevront les câbles reliés aux bananes (+) des voies 1 et 2 ;
- les pastilles C1, C2 qui recevront les câbles issus des sorties N° 10 des cartes de puissance 1 et 2.

**Perçages :**

| | |
|---|---|
| C25 | : foret de 1,4 mm |
| Vis MHQ, collecteur T1B | : foret de 3,3 mm |
| IC2 | : foret de 0,7 mm |
| R., C., zeners, Adj2 | : foret de 1 mm |
| Relais et picots | : foret de 1,1 mm |

Non percés : R1, C1, T1, R2, C2, T2 et Reg2

## CARTE «TUBE» :

Cette carte sera réalisée en 2 exemplaires pour obtenir la stéréophonie. Les figure 16G et figure 17G vous donnent l'implantation des composants et le mylar.
Rien de particulier à signaler, saut peut-être **le strap côté pistes** qu'il ne faudra pas oublier.
Le tube noval sera placé sur un support en stéatite pour que les contacts soient optimums.
Le filament, aux pastilles n$^{os}$ 6 et 7, sera alimenté par un câble de 2 conducteurs torsadés et soudé côté pistes.
Les raccordements de P1 et P2 seront réalisés par du fil souple torsadé.
Aux emplacements HTrég, 4, 8, E1, masse E1, P1, P2 vous souderez des picots.
Les résistances de 330 Ω en série avec P1 et celles de 15 kΩ en parallèle sur P2 n'apparaissent pas sur le schéma «structurel». Elles sont bien présentes sur le «schéma de câblage complet pour une voie». (Elles ont été ajoutées durant l'expérimentation).
Idem pour le condensateur C41 qui a été ajouté pendant la mise au point. Il évite que des oscillations haute-fréquence n'apparaissent.
Vous remarquerez que la cellule R23-C30-C39 permet d'éliminer les ronronnements de fréquences 50 Hz et 100 Hz. Celle constituée de R24-C32 permet d'éviter les «cracs» dans les enceintes lorsque vous connectez une source en entrée. Elle permet aussi de fixer l'impédance d'entrée de la carte à 47 kΩ.
Les ajustables Adj3, Adj4 règlent le point de repos à VCC/2 soit environ 140 V.
La modulation entre en E1 et sort au picot n° 8 en direction du circuit de puissance.
Pour raccorder une source à l'amplificateur, on utilisera une prise RCA dorée, qui sera isolée du boîtier par un passe-fil adéquat.

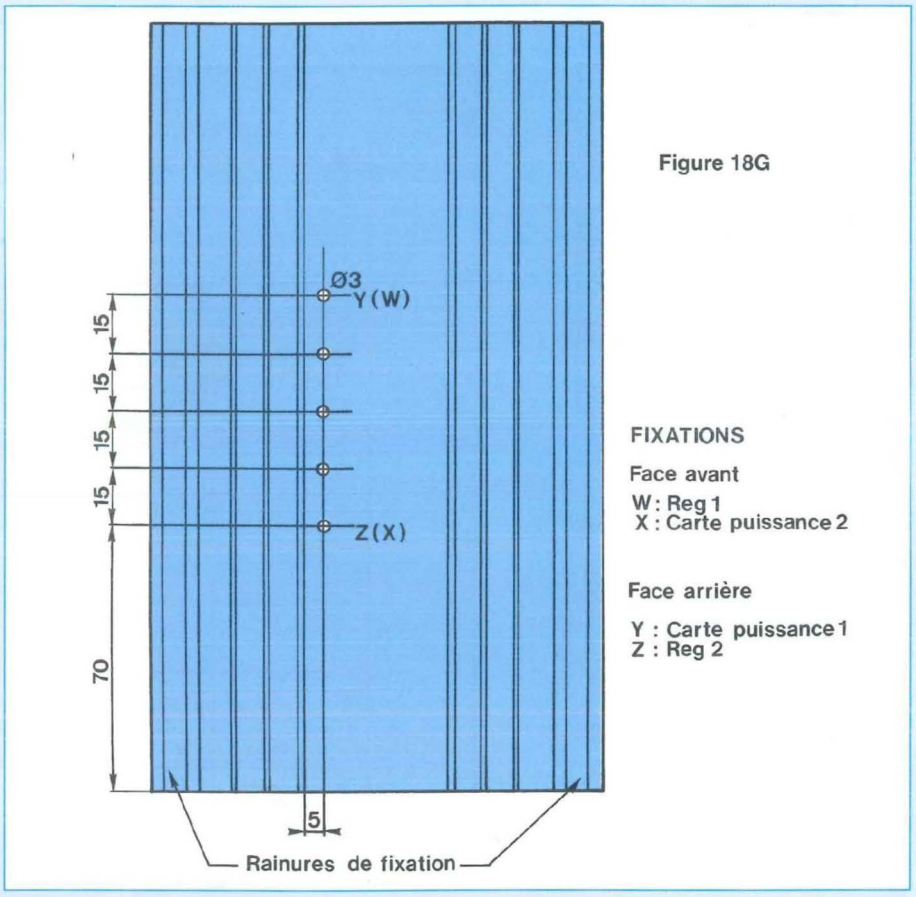



Figure 18G

**Perçages :**

| | |
|---|---|
| Picots, support noval | : 1,1 mm |
| Gros condensateurs | : 1 mm |
| Autres composants | : 0,8 mm |

## USINAGE DES DISSIPATEURS ET DES COFFRETS

Pour l'usinage des coffrets et des dissipateurs, nous vous proposons différents schémas (figures 18, 19, 20, 21) et les commentaires ci-dessous.

### Dissipateurs

Les 10 trous seront percés à l'aide d'un foret de ø 3 mm (voir figure 18).
Seulement 2 trous, sur les 5 de chaque dissipateur, seront utilisés.
Pour alimenter la led bicolore, on passe-

Figure 20

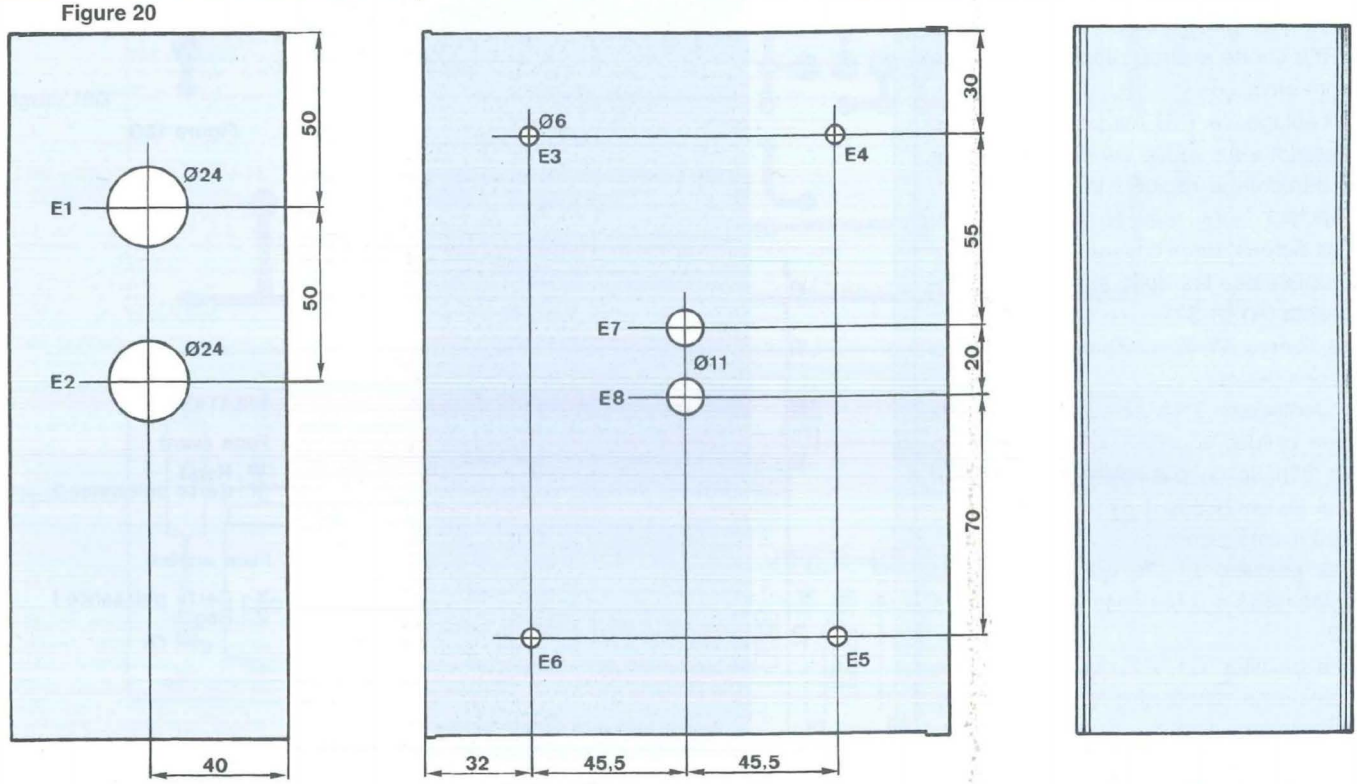
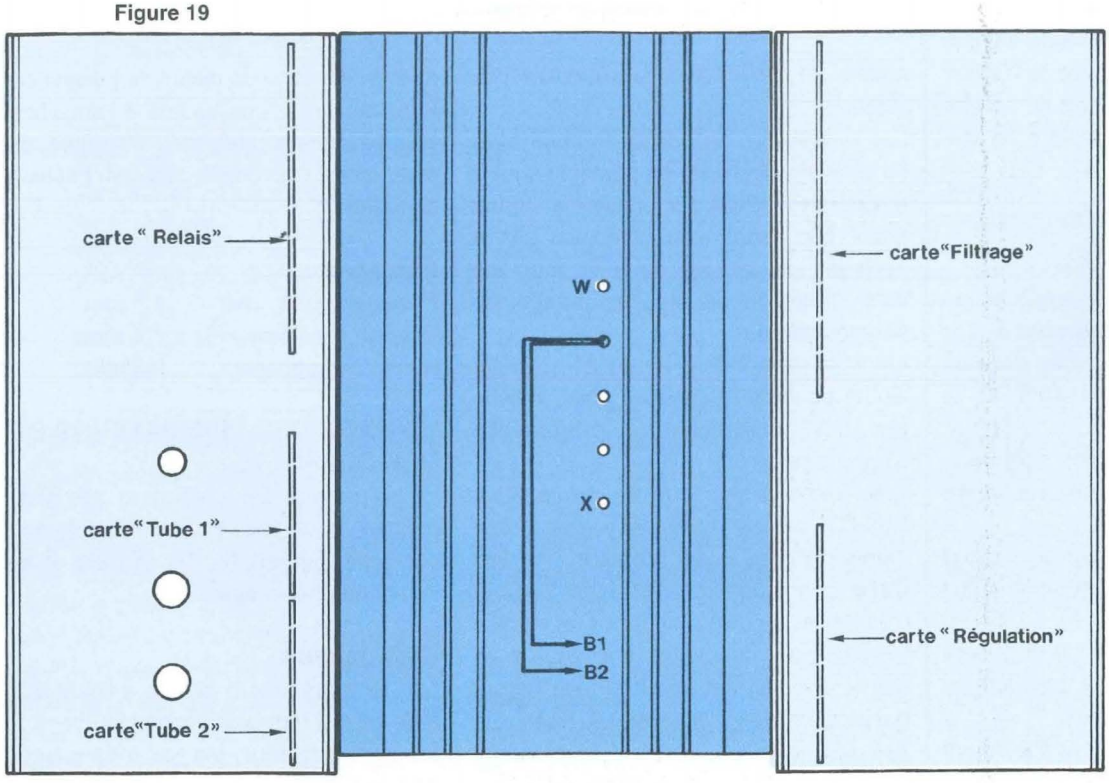



Figure 19




B1,B2: alim. led bicolore

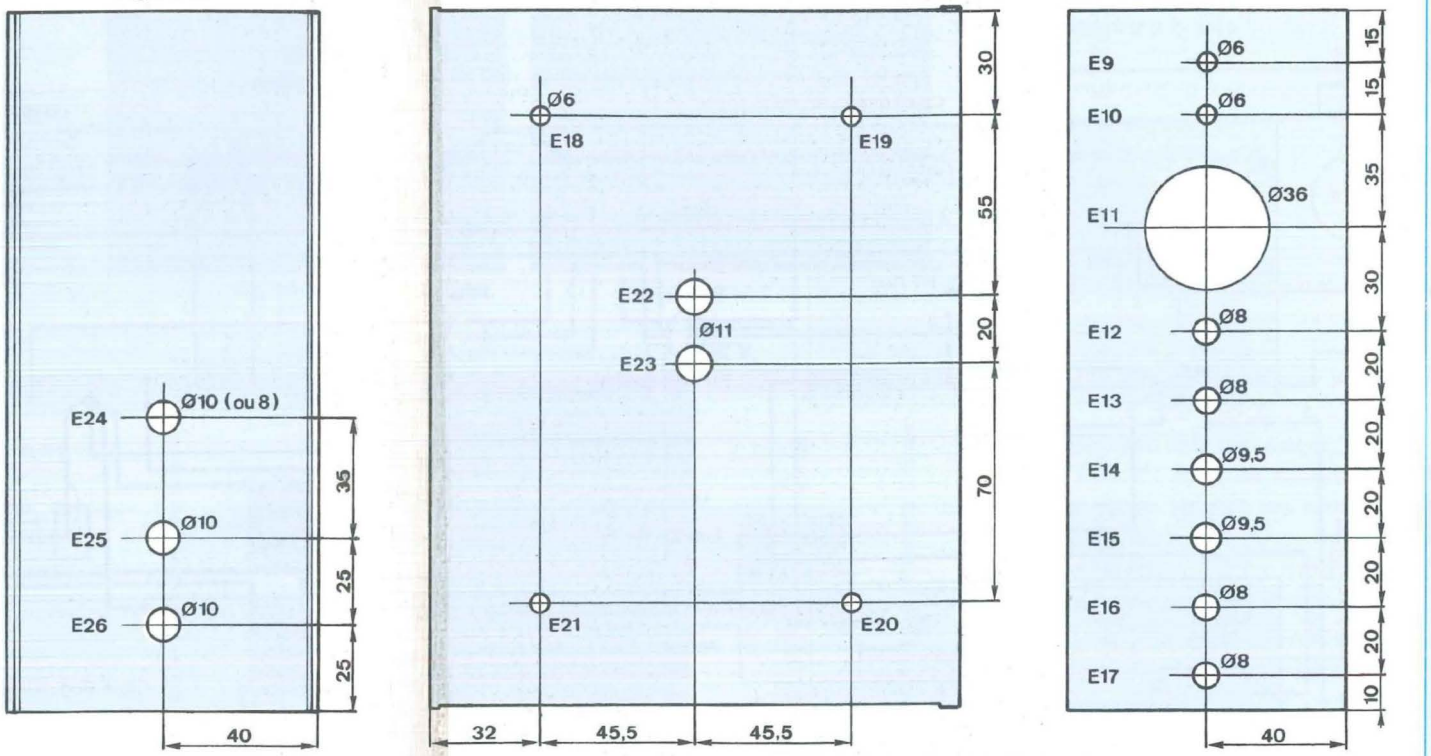
## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### USINAGES DES DISSIPATEURS ET DES COFFRETS

**- Divers**

2 coffrets IDDM Réf : 80205
2 dissipateurs : CO1161P / 200 mm
4 passe-fils int. ø 10 mm pour Pfils 1, 2, 3, 4
8 vis têtes hexagonales long 10 mm ø 5 mm + écrou pour fixer les deux coffrets aux dissipateurs.

Figure 21




ra, comme indiqué sur le schéma figure 19, un câble souple de 2 conducteurs torsadés.

**Coffret Droit** (figure 20)

Les trous E1 et E2 recevront les 2 prises XLR1 et XLR2.

Pour les usiner, vous utiliserez la même méthode que pour l'ALIMENTATION. La fixation se fera par vis à têtes fraisées, long. 5 mm, ø 3 mm + écrou.

E3, E4, E5, E6 : fixation coffret D / dissipateurs 1, 2.

Pour la fixation des dissipateurs au coffret droit, vous utiliserez 4 vis à têtes hexagonales de long 10 mm, de ø 5 mm et les écrous correspondants.

La «largeur» de la tête a son importance car elle doit reposer sur les bordures de la rainure, donc ⟹ diam. tête > 7 mm.

E7, E8 : passe-fils : respectivement Pfils 1 et Pfils 2.

**Coffret Gauche** (figure 21)

E18, E19, E20, E21 : fixation coffret G / dissipateurs 1, 2.

E22, E23 : respectivement Pfils4 et Pfils3.

E24 : potentiomètre Volume P3 : perçage ø 10 mm (ou ø 8 mm selon modèle).

E25 : potentiomètre Grave P2 : perçage ø 10 mm.

E26 : potentiomètre Aigu P1 : perçage ø 10 mm.

E10 : INT2 sera placé de telle sorte que son levier se déplace horizontalement. Perçage ø 6 mm.

E9 : INT1 idem mais déplacement vertical du levier.

E11 : trou «d'aération» du ventilateur : ø 36 mm. Lorsqu'il sera usiné, il faudra réaliser les 4 fixations du ventilateur. Placer et ajuster le ventilateur puis marquer les 4 trous. Il ne reste plus qu'à les percer à ø 3 mm. Dans chacun des 4 trous, vous «enfilerez» les 4 passe-fils faisant office d'amortisseur.

E13, E17 : reçoivent les 2 bananes noires 10 A : perçages ø 8 mm

E12, E16 : idem pour les 2 bananes rouges 10 A

E14, E15 : passe-fils pour isoler les prises RCA dorées du boîtier. Vous les choisirez en fonction du ø de vos prises.

**Enjoliveur**

Pour cacher les vis W et X du dissipateur n° 2, vous réaliserez un «enjoliveur» en utilisant un rectangle d'époxy que vous glisserez dans les 2 rainures supérieures. Un trou est aussi à prévoir pour fixer la led bicolore.

Pour que l'enjoliveur se confonde avec la couleur du dissipateur, il suffira de le peindre.

## ASSEMBLAGE DES DISSIPATEURS, DES COFFRETS ET DES CARTES

Tous les câbles formés de 2 ou 3 conducteurs seront torsadés.

Fixez les régulateurs Reg1, Reg2 et les cartes de puissance 1 et 2 aux endroits W, X, Y, Z, en utilisant leur KIT D'ISOLATION. A l'aide d'un ohmmètre vérifier que les 4 éléments sont bien isolés des dissipateurs.

Attention, ils doivent être pourvus de

# AMPLIFICATEUR AVEC CORRECTEUR DE TONALITÉ

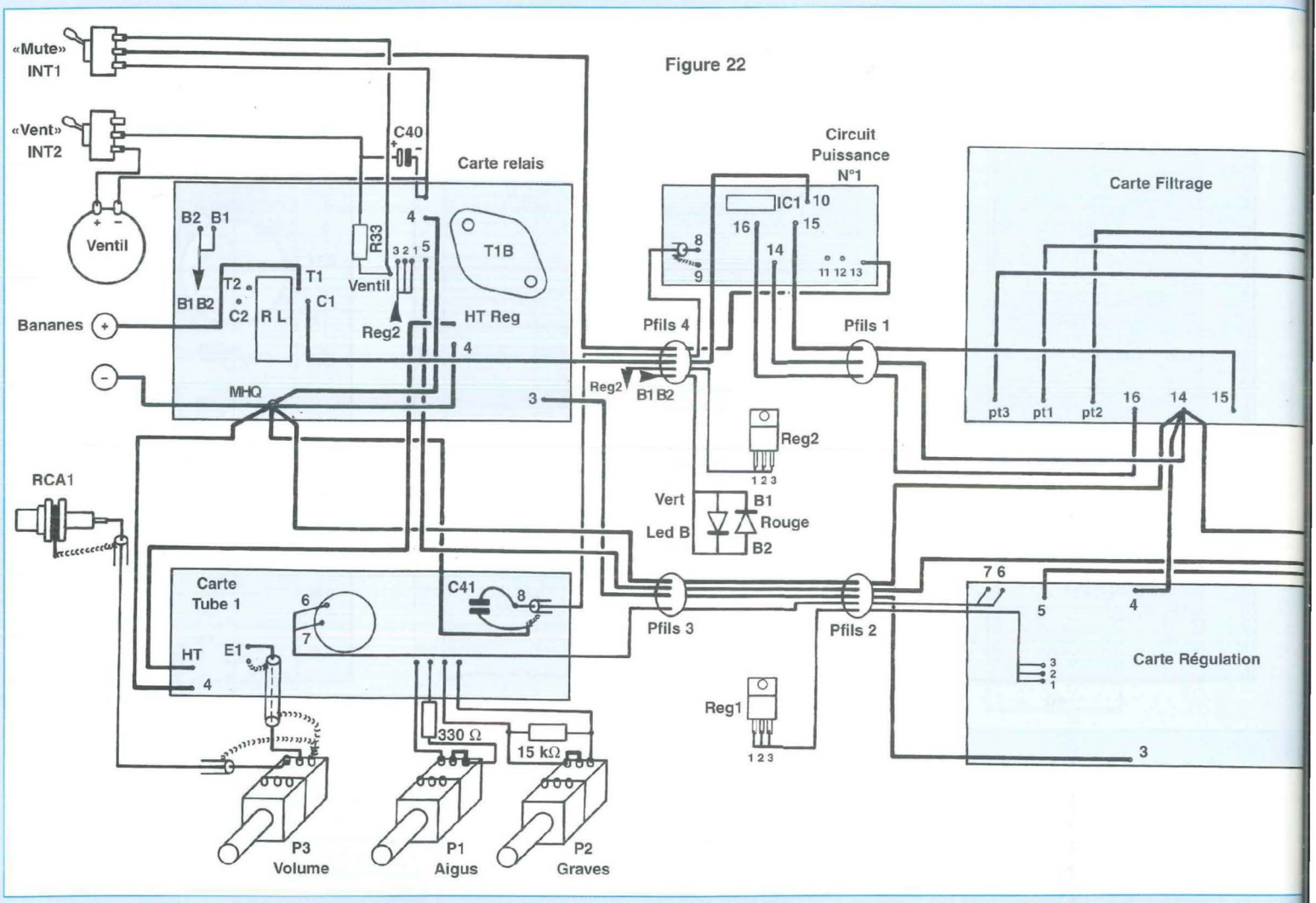



Figure 22

leurs différents câbles d'une longueur avoisinant 25 cm.

On supposera que les passe-fils, Pfils 1 et Pfils 2, sont en place ainsi que les 2 prises femelles XLR pour châssis. Chacune d'elles sera fixée par 2 vis à tête fraisée. Voir figure 19 et schéma de câblage complet pour 1 voie, figure 22.

Approcher le coffret droit des 2 dissipateurs en passant dans :

**Pfils 1** : les 6 fils d'alimentations des cartes «puissance» : section des fils : 1 mm², câbles souples

* +VCC1
* -VCC1
* M1
* +VCC2
* -VCC2
* M2

**Pfils 2** : les 10 conducteurs suivants :

* - 1 MASSE générale en direction de MHQ, Section 1,5 mm², fil souple.

- 3 conducteurs pour Reg1, monobrin ø 0,5 mm².

* - 1 conducteur Haute-Tension pour la carte relais, section 0,5 mm², fil souple.

* - 1 conducteur 35 V pour la carte relais, section 0,5 mm², fil souple.

* - 2 conducteurs pour le filament de la carte tube1, monobrin de diamètre 0,5 mm², torsadés.

* - 2 conducteurs pour le filament de la carte tube2, idem.

Note :

* - câbles à prévoir pour les connexions à venir dans le boîtier gauche.

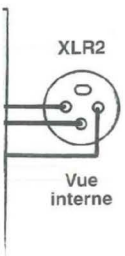
- le numéro 14 représente LA MASSE GÉNÉRALE.

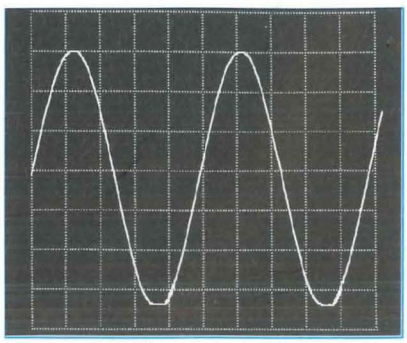
Lorsque tous les câbles sont présents, fixer les dissipateurs au coffret droit, en utilisant leurs rainures et les trous E3, 4, 5, 6 du coffret, à l'aide de 4 vis à têtes hexagonales (long 10 mm, ø 5 mm + écrous).

Réaliser le câblage des cartes «filtrage» et «régulation» en utilisant le schéma «câblage complet pour une voie». Avant de fixer les cartes au fond du coffret droit, souder côté pistes les 3 câbles pt1, 2, 3 et ceux de REG1.

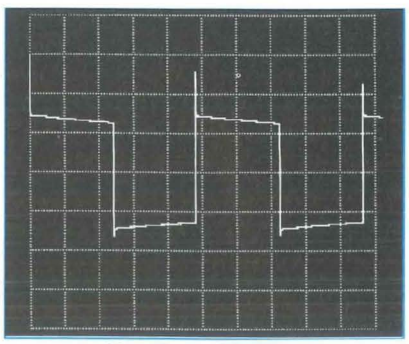
Les conducteurs devant être reliés aux picots n° 14, 15, 16 et MHQ auront, soudés à leur extrémité, une cosse de diamètre intérieur ø 3 mm.

Vous n'oublierez pas de recouvrir chaque

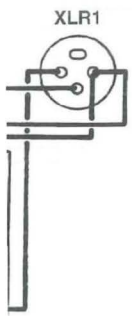


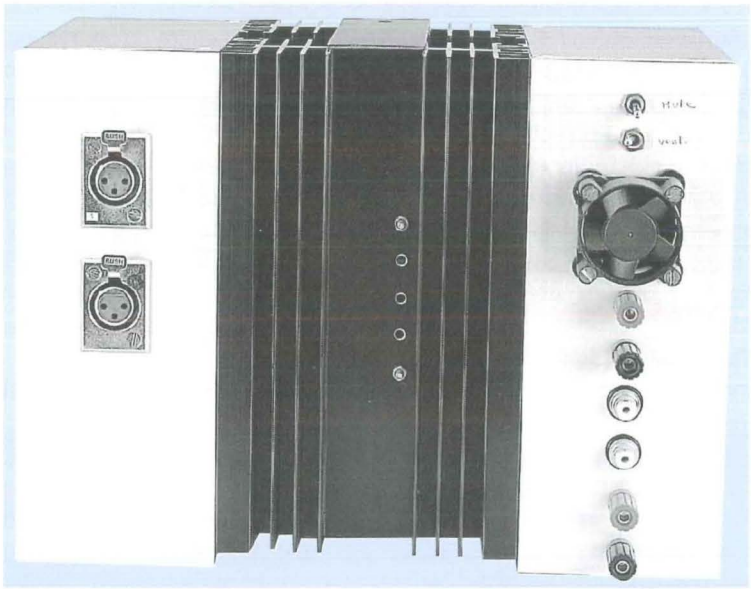



Signal sinusoïdal à 1 kHz et à Pmax : 64 Weff/8 Ω



Signal carré à 20 Hz



cosse d'un morceau de gaine rétractable. Vous disposerez les cosses en forme d'étoile et à l'aide d'écrous vous fixerez le tout.

Lorsque cette opération sera achevée, vous serez en possession d'un bloc avec 18 conducteurs devant partir en direction du coffret gauche. Voici comment les fils seront répartis dans les Pfils3 et Pfils4 :

**Pfils 4 :**

- 1 fil blindé issu des pastilles n° 8 et 9 du circuit de puissance 1, diamètre 3 mm.
- 2 fils souples issus des sorties n° 10 des circuits de puissance 1 et 2. Section 1 mm².
- 2 fils souples mute/stand-by n°13 des 2 circuits de puissance, section 0,25 mm².
- 3 conducteurs du Reg2, torsadés monobrins, ø 0,5 mm².
- 2 conducteurs souples torsadés section 0,25 mm² pour la led bicolore (led B).

**Pfils 3 :**

- 1 fil blindé du circuit de puissance 2.
- 2 conducteurs pour alimentation filament, carte tube 1, monobrin, ø 0,5 mm².
- 2 conducteurs pour alimentation filament, carte tube 2, monobrin, ø 0,5 mm².
- 1 conducteur souple, section de 0,5 mm², pour la Haute-Tension.
- 1 conducteur souple, section de 0,5 mm² pour alimenter la carte «relais en + 35 V.
- 1 conducteur souple, section de 1,5 mm², pour relier la masse générale à la MHQ.

**A titre indicatif**, prévoir des longueurs de 25 cm pour tous les câbles.

Vous pouvez maintenant fixer le coffret gauche avec les 4 autres vis à tête hexagonale.

Avant de les serrer, ajuster bord à bord les 2 dissipateurs avec le coffret gauche.

Câbler la carte «relais» en commençant par le Reg2, les pastilles C1, T1, C2, T2, la vis de la MHQ et la vis pour le collecteur de T1B côté pistes. Câbler INT1, INT2, R33, C40 et le ventilateur.

Aux pastilles C1 et C2 se verront souder les deux câbles souples issus des N°10 des 2 cartes de puissance.

Pour les pastilles T1, T2, prévoir deux câbles souples, section 1 mm², de longueurs suffisantes pour être reliés via des cosses de 3 mm aux 2 bananes 10 A rouges (+).

Remarque : faîtes attention à ce que la sortie N°10 du circuit de puissance 1 soit soudée en C1 et que la pastille T1 soit reliée à la banane 10 A rouge correspondant à la même voie. Idem pour la prise RCA.

Fixer les trois potentiomètres et connecter les cartes «tube» 1 et 2.

N'oubliez pas de souder, côté pistes, l'alimentation des filaments.

Sur le «schéma de câblage complet pour une voie» figure 22, une seule voie a été dessinée, il suffit pour obtenir la stéréo de refaire la même chose avec la carte «puissance 2» et la carte «tube 2».

Les liaisons des prises RCA, voies 1 et 2, jusqu'aux cartes tubes 1 et 2 via le potentiomètre P3 seront réalisées avec du fil blindé.

Séparer les fils d'alimentations des fils de modulation, vous pourrez les maintenir à l'aide de colliers de 75 mm de longueur.

**Note : en regardant le «schéma de câblage pour une voie», vous remarquerez qu'au N°8 de la carte «tube»,**

**un fil a été utilisé pour raccorder le blindage du câble de modulation à la masse MHQ. Lorsque vous câblerez la deuxième carte «tube», vous prendrez soin de séparer le deuxième fil de masse du premier. Pourquoi cette précaution, c'est simple, pendant l'expérimentation, nous nous sommes aperçus qu'une oscillation apparaissait et grandissait lorsqu'on les rapprochait l'un de l'autre.**

## LES ESSAIS

Nous allons revérifier le bon fonctionnement de l'alimentation.
Connectez-lui les deux câbles de liaisons et mettez sous tension.
Vérifiez que les ±35 V sont bien présents de l'autre côté du câble et qu'ils alimenteront **DANS LE BON SENS** l'amplificateur.
Placez maintenant le voltmètre sur l'autre câble, vous devez mesurer une tension d'environ 310 V (Alors Attention !) et une tension de + 35 V (vous utiliserez la masse de la prise testée comme référence).
Lorsque ce câble sera fixé à la prise XLR1 de l'amplificateur, il ne faudra pas que les tensions d'alimentation soient inversées. Pour être plus précis, la haute tension issue de l'ALIMENTATION doit être reliée à la haute tension de l'AMPLIFICATEUR. Idem pour les autres tensions.
Si toutes les vérifications se sont bien déroulées, les quatre leds doivent être allumées. Si ce n'est pas le cas, alors le fusible associé est «claqué» ou la led est montée en inverse.

### VOUS POUVEZ ÉTEINDRE L'ALIMENTATION

Videz la Haute-Tension à l'aide d'une résistance de 3,9 kΩ. Cela évitera les arcs lorsque l'on raccordera le câble de liaison à l'amplificateur.
Faîtes de même avec la haute tension de l'amplificateur, malgré que vous ne l'ayez jamais alimenté.
Enlevez les tubes de leurs supports si vous les avez enfichés et connectez à l'amplificateur seulement le câble de liaison fournissant la Haute Tension et le +35 V.
Mettez l'alimentation sous tension.
La led bicolore doit être rouge et passer au vert après quelques dizaines de secondes en même temps que le relais.
Placez un voltmètre en 3 et 4 de la carte Régulation, vous devez avoir environ + 310 V. Allez aux numéros 6 et 7 et ajustez Adj1 pour obtenir + 11,7 V, si ce n'est pas le cas. Vérifiez que cette tension est présente sur les 2 supports de tubes.
Placez la masse du voltmètre en MHQ et vérifiez au picot «Ventil» que le 12 V est bien présent et que le ventilateur fonctionne en actionnant INT2.
Au picot «HTRég» vous devez avoir une tension comprise entre + 275 V et + 285 V.
Cette tension doit se retrouver aux bornes du condensateur C30 de la carte «tube» 1 et 2.
**Ne court-circuitez surtout pas T1B** entre Base/Emetteur, car il rendrait l'âme instantanément.
Eteignez l'alimentation !
Videz la Haute-Tension avant de mettre en place les 2 tubes ECC83 et rallumez l'alimentation. Nous allons régler les points de repos des triodes.
Avant d'effectuer les réglages, laissez chauffer les tubes environ deux minutes.
Ajustez Adj3 pour avoir en test 3 (par rapport à MHQ) une tension de + 140 V, idem pour Adj4 en test 4.
Eteignez l'alimentation et branchez le deuxième câble de liaison.
**C'est un moment important**, car la moindre erreur de câblage sera fatale aux TDA7294V.
Il n'y a pas de quoi s'affoler, nous avons vérifié le fonctionnement correct de toutes les cartes.
Les cartes de puissance doivent fonctionner du premier coup et n'ont besoin d'aucun réglage.
Il ne reste plus qu'a vérifier le fonctionnement complet de l'amplificateur.
Mettez les 3 potentiomètres en butée gauche (au minimum) et connectez une charge de 8 Ω (un petit haut-parleur de test, par exemple) sur une des deux voies.

## ALLUMEZ !

Si tout se passe sans problème, attendez que le relais commute et vérifiez que les résistances de charges R19, R20 n'ont pas trop chauffé. Vous ne devez alors entendre qu'un très léger ronronnement presque inaudible dans le petit haut-parleur. Si vous n'entendez strictement rien, c'est que la fonction mute/stand-by est peut-être activée, commutez INT1.
Faîtes la même vérification pour l'autre voie et si tout se passe bien, vous pouvez connecter une paire d'enceintes. Le bruit de fond doit rester très faible.

### REMARQUES IMPORTANTES

Lorsque le prototype fonctionne sans source raccordée en entrée, le bruit de fond est très, très faible. Il reste d'ailleurs très faible lorsque nous connectons l'une des deux voies.
Par contre, dès que nous connectons la deuxième, un ronronnement désagréable apparaît sur une des deux voies. Cela est dû à **une boucle d'induction** créée par la longueur des 2 fils de modulation.
Pour remédier à ce problème, il suffit de les torsader correctement.
Si vous obtenez un ronronnement inlassable, le problème est dû à un «mauvais» câblage des masses.
Des longueurs de fils trop grandes formant des boucles d'inductions, des câbles passant trop prêt des points sensibles du circuit sont aussi sources de problèmes.
Si les tests se sont parfaitement déroulés, vous pouvez connecter une source en entrée (ex : laser disque) et profiter de vos meilleurs disques.
Bonne écoute !

**Laurent Martoglio**

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

**Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm**

| | Qté | Circuits non percés | Circuits percés | Total |
|---|---|---|---|---|
| * Kit de développement pour 68HC11 | | | | |
| - Carte 68HC11( Led N°145 ) | | 52,00 F | 85,00 F | |
| - Carte clavier 6b à 8 touches | | 13,50 F | 20,00 F | |
| - Carte clavier 10b à 16 touches | | 33,00 F | 45,00 F | |
| - Carte clavier 16b à 20 touches | | 43,00 F | 60,00 F | |
| * Préamplificateur «Super MU Follower» | | | | |
| - Carte à pentode ECL86 | | 45,00 F | 73,00 F | |
| * Alimentation de bougies | | | | |
| - Carte | | 5,00 F | 8,00 F | |
| * Ampli Hybride Tubes/Transistors | | | | |
| - Carte alimentation | | 64,00 F | 100,00 F | |
| - Carte filtrage | | 58,00 F | 80,00 F | |
| - Carte régulation | | 38,00 F | 55,00 F | |
| - Carte ampli TDA7294 | | 11,50 F | 18,50 F | |
| - Carte relais | | 50,00 F | 75,00 F | |
| - Carte tube ECC83 | | 27,00 F | 40,00 F | |
| Numéro d'Abonné : | Remise consentie 25 % ($\frac{\text{Total TTC x 3}}{4}$) | | | |

Frais de port et emballage ..... 10 F

**Total à payer** ..... F

NOM : .....

PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....

Paiement par CCP ❒ par chèque bancaire ❒ par mandat ❒
libellé à l'ordre de

**EDITIONS PÉRIODES**

**5, boulevard Ney, 75018 Paris**

**Tél. : 01 44 65 80 88 poste 7314**

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.

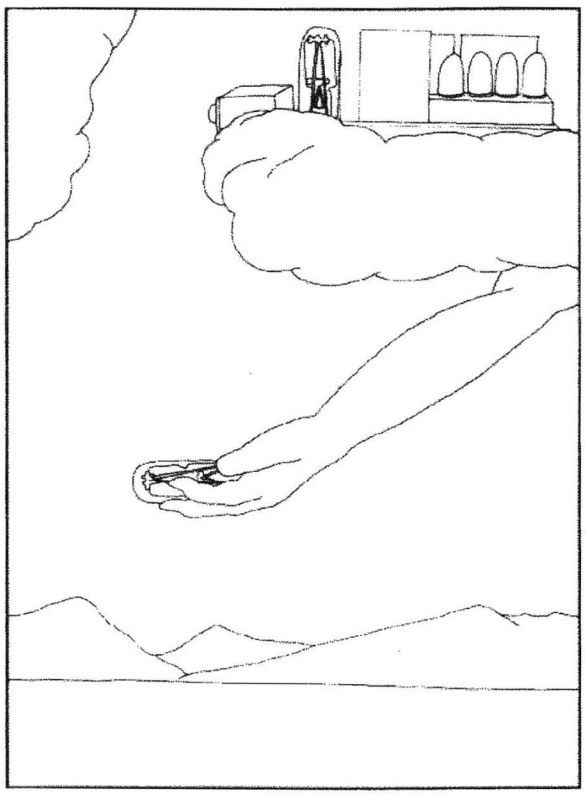
Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire ❒ par CCP ❒ par mandat ❒

A retourner accompagné de votre règlement à :

**Service Abonnements, EDITIONS PÉRIODES 5, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 88 poste 7314**

**Audio Note**

*L'esprit de la musique*



Défenseur du circuit triode simple étage sans contre-réaction
depuis plus de vingt ans, **Audio Note**, créateur du mythique **Ongaku**, est la plus prestigieuse marque d'amplificateur à tubes dans le monde.

**Audio Note**, c'est aussi une gamme complète d'amplis, de préamplis et d'amplis - préamplis intégrés, de lecteurs CD, de transports et de convertisseurs numériques, de platines analogiques, de bras, de cellules et de transformateurs MC, de câbles et d'enceintes à la musicalité inégalée.

Afin de permettre à l'amateur de restaurer ou d'améliorer tout système, ou de mener à bien sa propre réalisation, **Audio Note** propose une gamme complète de composants de la meilleure qualité possible, ceux-là même qui sont utilisés dans les différents appareils manufacturés par **Audio Note**, tant au Japon qu'en Angleterre : transformateurs de sortie et d'alimentation, selfs, condensateurs au papier huilé à feuille d'aluminium, de cuivre ou d'argent, condensateurs **Cerafine** et **Black Gate**, tubes et embases de tubes, résistances à couche métallique ou tantale, potentiomètres et sélecteurs, transformateurs de ligne et de cellule MC, fils de câblage en argent, toute la connectique, et de bien d'autres choses encore dont vous rêviez sans savoir qu'elles existaient.

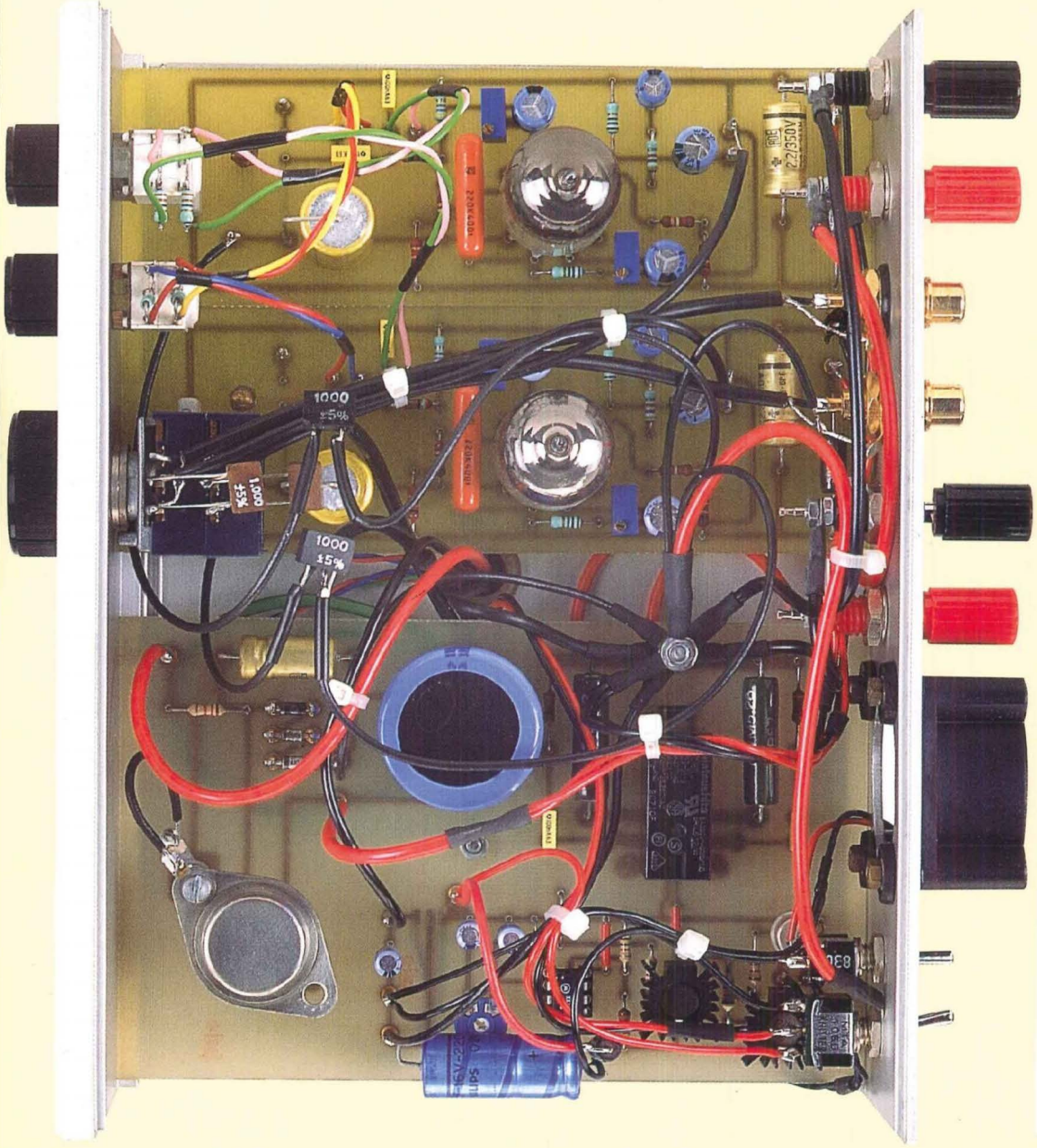
**LES MEILLEURS TUBES...AU MEILLEUR PRIX !**

Le catalogue complet des kits et composants **Audio Note** est disponible sur simple demande.

## Triode et Compagnie -

23 Boulevard de l'Yser - 75017 Paris
Tél : 01.45.74.69.30
(magasin ouvert du lundi au samedi de 14h à 20h)

# INTERCONNEXIONS
# DE L'AMPLIFICATEUR HYBRIDE



# WBT®

# Qui mieux que BC Acoustique pouvait distribuer les connexions les plus célèbres au monde ?

**WBT-0644 Banana plug**
Fiche banane
52% de cuivre
3 couches d'or 24 carats

**WBT-0700 Pole terminal**
Fiche bornier
68% de cuivre
5 couches d'or 24 carats
(jusqu'à 400A d'intensité max.)

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

Curtis & Mc Luhan

**BC Acoustique**

ENCEINTES HAUTE-FIDÉLITÉ

BP 306 - 94709 Maisons-Alfort Cedex - **Tél. : 01 43 68 25 00**

**BC Acoustique** distribue la gamme **WBT®** en France. Si l'aspect des produits **WBT®** a été imité, leur qualité reste inégalée ! Leur pourcentage de cuivre et leurs multiples couches d'or 24 carats ont décidé les plus grands constructeurs à adopter ces produits.
Vous pouvez obtenir une documentation ou l'adresse des revendeurs WBT® **sur simple demande.**