

# Lead

WATTMÈTRE : BOÎTE DE MESURE SECTEUR

HORLOGE MURALE : UNE APPLICATION

AVEC LE KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11

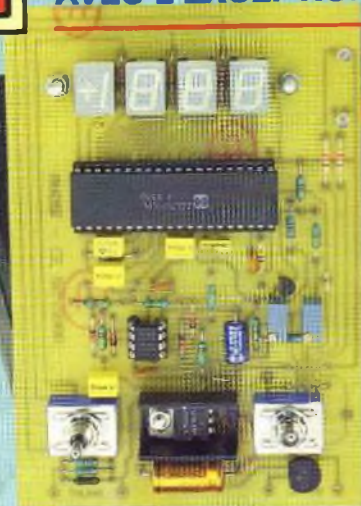
GÉNÉRATEUR SYNTHÉTISÉ : 0,1 Hz/102,4 kHz

AMPLIFICATEUR SINGLE END DE 2 x 18 W

AVEC L'EXCEPTIONNELLE TRIODE 845

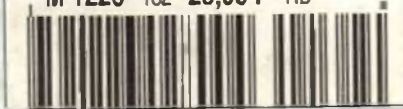


**GBF À SYNTHÈSE NUMÉRIQUE**



## L'ÉBLOUISSANTE 845

M 1226 - 162 - 28,00 F - RD



# COMPOSANTS DE L'EURIDIA 2000 : LED 158 - 159

## PHL-AUDIO / SEAS



**BOOMER MÉDIUM PHL AUDIO / SP 1280  
TWEETER SEAS / T25FC001. CONNECTEURS SPEAKON MÂLE / FEMELLE  
ENSEMBLE DES COMPOSANTS DU FILTRE PASSIF 2 VOIES. SELFS. CONDENSATEURS.  
RÉSISTANCES. PRISES SPEAKON MÂLE / FEMELLE**

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



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

# Led

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

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

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

Services :  
Rédaction - Abonnements :

**01 44 65 88 14**

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

Ont collaboré à ce numéro :  
Bernard Dalstein  
Bernard Duval  
Christian Eckenspieler  
Georges Lavertu

Abonnements :  
8 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  
Frédéric Vainqueur

Secrétaire de rédaction :  
Fernanda Martins

Photos :  
Antonio Delfin

Impression :  
Berger Levraut - Toul

**6**

## BOITE DE MESURE SECTEUR

A une époque mouvementée où l'économie d'énergie fait de plus en plus partie de nos préoccupations, ce montage se révélera fort utile pour effectuer facilement et en toute sécurité des relevés de consommation sur tout ce qui peut se brancher sur le secteur 230 V. Il vous permettra de préférer, en toute connaissance de cause, tel appareil à tel autre, moins vorace et peut être tout aussi efficace.

**12**

## GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz (1<sup>ÈRE</sup> PARTIE)

Ce générateur bobulé à synthèse numérique possède des propriétés très intéressantes : profusion de fonctions, sinus de haute qualité, deux sorties, déphasage programmé, marquage précis de la courbe de gain ou de la courbe de phase.

**30**

## HORLOGE MURALE AVEC FONCTION THERMOMÈTRE UNE APPLICATION DU KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11

Le projet qui vous est proposé aujourd'hui a une portée à la fois pédagogique et pratique : divisé en trois modules indépendants, il vous permettra de vous former progressivement au 68HC11 tout en réalisant un produit qui aura sa place dans votre salon.

**35**

## PETITES ANNONCES GRATUITES

**36**

## SERVICES CIRCUITS IMPRIMÉS ET ABONNEMENTS

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

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

### DROITS D'AUTEUR

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

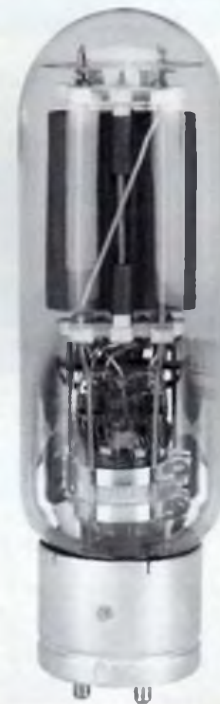
**38**

## LE TRIODE 845 : AMPLIFICATEUR DE 2 x 18 Weff EN SINGLE END SANS CONTRE RÉACTION (2<sup>ÈME</sup> PARTIE)

L'électronique de cette réalisation qui tient en 7 modules vous a été proposée dans notre précédent numéro. Nous vous y avons dévoilé -notre étage de commande- basé sur L'ECL86, une triode / pentode montée en amplificateur de puissance.

Terminons ce projet pour pouvoir enfin donner vie à l'éblouissante 845 qui ne manquera pas de vous charmer dès votre première écoute.

Fabrication du châssis, interconnexions des modules puis enfin la récompense, l'écoute, voilà ce qui vous attend avec cette 2<sup>ème</sup> partie.



# BON DE COMMANDE

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

## N° 133

- La correction acoustique des locaux
- Minuterie programmable
- Automatismes d'éclairage
- Digitaliseur vidéo pour Atari et compatible IBM.PC (1<sup>ère</sup> partie)
- Convertisseur inverseur de puissance ± 12 V / 0.5 A
- Alarme auto/moto à capteur inductif

## N° 136

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 30 F) :**
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (1<sup>ère</sup> partie)

## N° 137

- Photocopies de l'article (Prix de l'article : 30 F) :**
- Amplificateur stéréo à tubes. Double push-pull d'EL84 - 2 x 28 Weff (2<sup>ème</sup> partie)

## N° 138

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

## N° 140

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

## N° 143

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

## N° 144

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

## N° 145

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

## N° 146

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

## N° 147

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

## N° 148

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

## N° 149

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

## N° 151

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

## N° 152

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

## N° 153

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

## N° 154

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

## N° 155

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

## N° 156

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

## N° 157

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

## N° 158

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

## N° 159

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

## N° 160

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

## N° 161

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

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

Quelques numéros encore disponibles (prix 30 F) :  
122, 123, 125, 132, 135, 141, 142, 150

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

Je désire :

- ...n° 133  ...n° 143  ...n° 144  ...n° 147   
 ...n° 148  ...n° 149  ...n° 151  ...n° 152   
 ...n° 153  ...n° 154  ...n° 155  ...n° 156   
 ...n° 157  ...n° 158  ...n° 159  ...n° 160   
 ...n° 161

30 F le numéro (frais de port compris)

NOM : ..... PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

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

Photocopies d'article :

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



# BOITE DE MESURE SECTEUR



A une époque mouvementée où l'économie d'énergie fait de plus en plus partie de nos préoccupations, ce montage se révélera fort utile pour effectuer facilement et en toute sécurité des relevés de consommation sur tout ce qui peut se brancher sur le secteur 230 V. Il vous permettra de préférer, en toute connaissance de cause, tel appareil à tel autre, moins vorace et peut être tout aussi efficace.

**L**a boîte de mesure décrite ici s'intercale tout simplement entre l'appareil dont on veut connaître la consommation (en ampères ou en watts), et une prise de courant.

## ETUDE DU SCHÉMA ELECTRIQUE

Le schéma vous est proposé en figure 1. La prise J1, reliée au secteur 230 V, alimente d'une part la prise de sortie J2, et d'autre part la carte de mesure, par l'in-

termédiaire du transformateur TR1. Un fusible F1, temporisé de 10 A, protège le shunt et limite le courant maximum que l'on pourra mesurer.

Le principe de la mesure est très simple : le shunt, d'une valeur de 0,2 ohm, fait naître une tension alternative proportionnelle au courant qui le traverse. Ce courant est précisément le courant qu'absorbe sur le secteur l'appareil que l'on aura branché sur la prise J2.

La tension aux bornes du shunt vaut au maximum  $2 V_{eff}$  pour un courant consommé de 10 A. Le shunt devra donc

pouvoir dissiper une puissance de 20 W. Dans la maquette présentée ici, il se compose d'un assemblage en série / parallèle de résistances RB59 pouvant supporter au minimum 3 W chacune.

Cette tension alternative est envoyée sur un pont diviseur par 10 constitué des résistances R11 à R13.

Deux gammes de mesures de courants sont prévues. En gamme 2 A, l'inverseur S1 prélève la totalité de la tension aux bornes du shunt, soit 400 mV pour 2 A. En gamme 10 A, cette tension se trouve divisée par 10 par le pont diviseur.

Un montage redresseur double alternance de précision transforme la tension alternative issue du shunt, via S1 et C3, en tension continue directement mesurable par le circuit IC2. Ce circuit redresseur utilise le double amplificateur opérationnel IC1 de manière à s'affranchir du seuil des diodes D1 à D4. Nous avons choisi un LM358 à cause de sa capacité à travailler avec de faibles tensions d'alimentation. La sortie de ce redresseur (point commun entre la résistance R18 et la diode D4) attaque l'entrée de mesure du circuit IC2, à travers un filtre passe-bas composé de la résistance R19 associée au condensateur C4.

Le très populaire circuit ICL7107 convertit la tension continue présente sur sa broche IN HI (31) en un nombre N d'une valeur de - 1999 à + 1999 selon la relation :

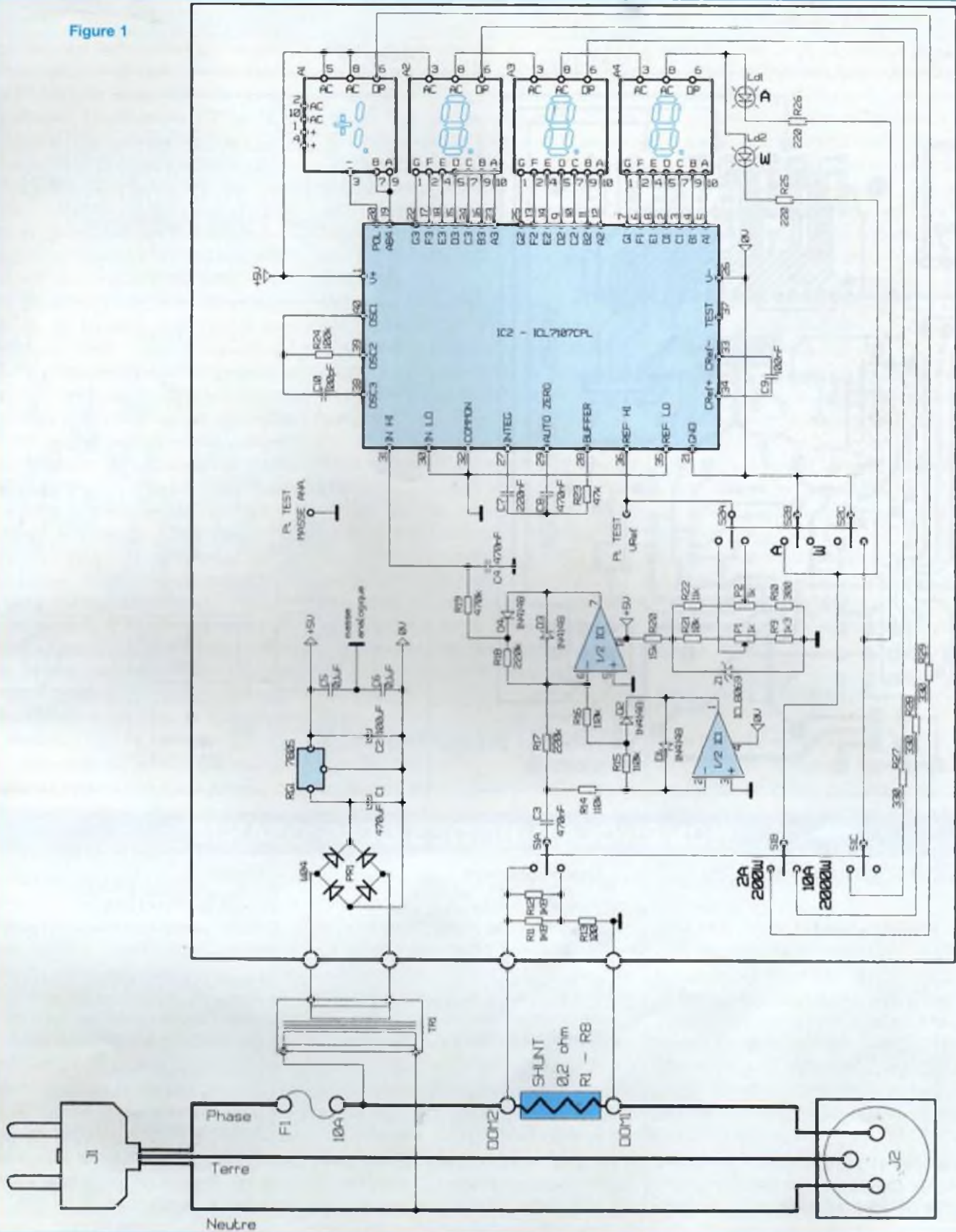
$$N = 1000 \cdot \frac{V_{in}}{V_{ref}}$$

$V_{in}$  étant la tension que l'on veut mesurer, et  $V_{ref}$  une tension de référence que l'on applique sur la broche REF HI (36).

Le circuit ICL7107 utilise le procédé de conversion dit à «double rampe», qui consiste en gros à intégrer successivement la tension inconnue à mesurer, puis la tension de référence et à compter le temps nécessaire pour que la sortie de l'intégrateur atteigne une valeur nulle lorsque  $V_{ref}$  lui est appliquée. Ce procédé assez lent (environ 3 conversions par seconde) a l'avantage de procurer une excellente précision.

# UNE CONSOMMATION CONTRÔLÉE

Figure 1



# BOÎTE DE MESURE SECTEUR

Figure 2

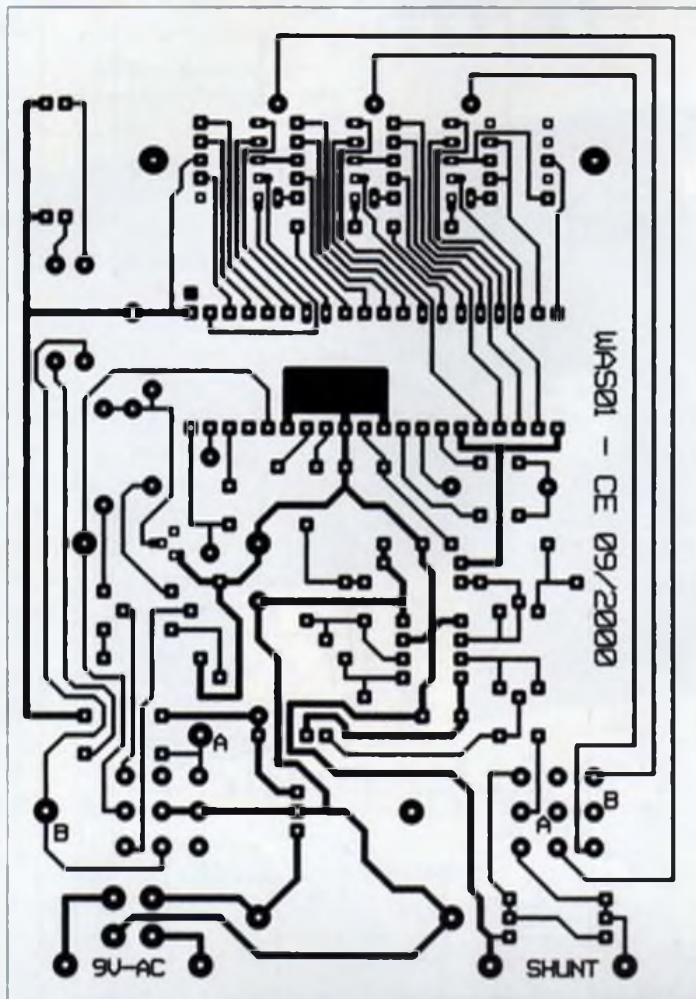
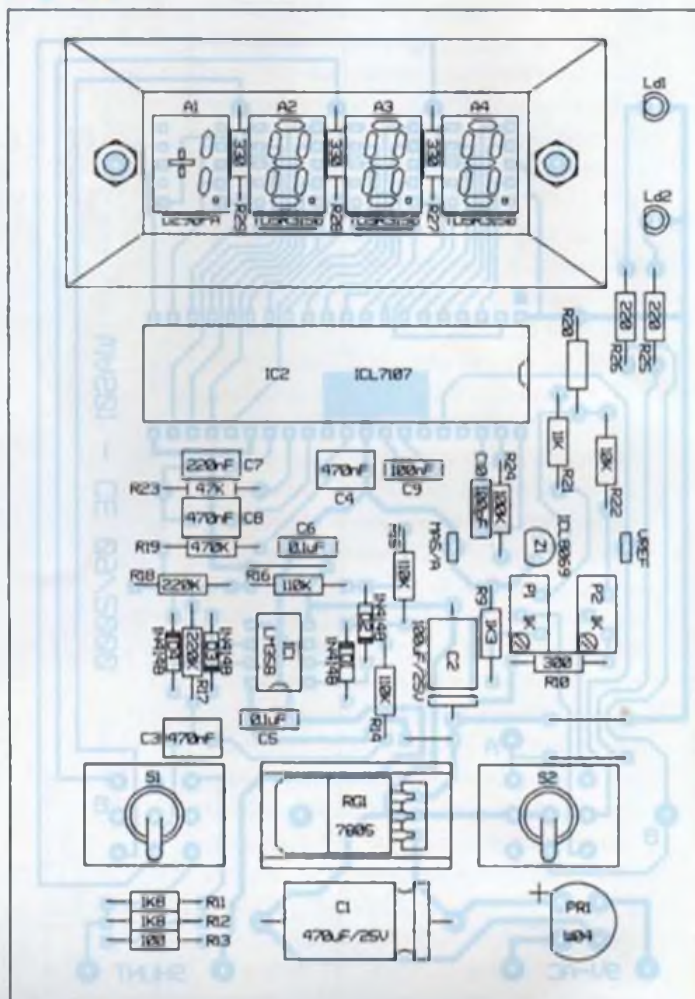


Figure 3



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### COMPOSANTS SUR CARTE

#### - Résistances 1/4 W

R13 : 100  $\Omega$   
 R25, R26 : 220  $\Omega$   
 R10 : 300  $\Omega$   
 R27 à R29 : 330  $\Omega$   
 R9 : 1,3 k $\Omega$   
 R11, R12 : 1,8 k $\Omega$   
 R20 : 2,2 k $\Omega$   
 R22 : 10 k $\Omega$   
 R21 : 11 k $\Omega$   
 R23 : 47 k $\Omega$   
 R24 : 100 k $\Omega$   
 R14 à R16 : 110 k $\Omega$   
 R17, R18 : 220 k $\Omega$   
 R19 : 470 k $\Omega$   
 P1, P2 : trimmer 1 k $\Omega$

#### - Condensateurs

C1 : 470  $\mu$ F / 25 V chim. axial  
 C2 : 100  $\mu$ F / 25 V chim. axial  
 C3, C4, C8 : 470 nF MKT 5.08  
 C5, C6 : 0,1  $\mu$ F céramique  
 C7 : 220 nF MKT 5.08  
 C9 : 100 nF MKT 5.08  
 C10 : 100 pF céramique

#### - Semiconducteurs

RG1 : 7805  
 IC1 : LM358  
 IC2 : ICL7107  
 A1 : D290PA  
 A2 à A4 : TDSR3150  
 Ld1, Ld2 : Led 3 mm rouge  
 D1 à D4 : diode 1N4148  
 PR1 : pont rond W04  
 Z1 : U-Ref ICL8069

#### - Divers

S1, S2 : inverseur tripolaire  
 2 picots pour circuit imprimé  
 Encadrement pour 4 afficheurs avec filtre rouge

### COMPOSANTS HORS CARTE

1 coffret plastique WCAH2505 (200 x 160 x 65 mm)  
 1 transformateur à étrier 9 V - 3 à 6 VA (TR1)  
 1 cordon secteur 3 pôles (J1)  
 1 embase secteur 3 pôles (J2)  
 1 porte fusible châssis  
 1 fusible temporisé 10 A (F1)  
 8 résistances RB59 de 0,1  $\Omega$  (R1 à R8)  
 1 barrette de dominos  
 Fil de câblage et gaine thermo-rétractable.



# UNE CONSOMMATION CONTRÔLÉE

L'oscillateur d'horloge interne à ce circuit utilise la résistance R24 et le condensateur C10. L'intégrateur interne fonctionne à l'aide du condensateur C7 et de la résistance R23. Les condensateurs C8 et C9 servent de «mémoire analogique».

Comme vous avez pu le constater, toute cette circuiterie fonctionne avec une tension d'alimentation de seulement 5 V. Pour cette raison, il est indispensable d'utiliser une «zener» de faible valeur pour générer la tension de référence qui, soit dit en passant, doit être la plus stable possible. Le composant Z1 (ICL8069) remplit ce rôle à merveille et fait naître à ses bornes une tension très stable de 1,22 V environ. De plus, cette tension est remarquablement indépendante de la température puisqu'elle ne varie que de 0,005 % par degré centigrade. Cette tension est référencée à la «masse analogique» générée par la broche COMMON (32) du circuit ICL7107, et qui se situe environ à 2,9 V du point 0 V de l'alimentation.

Le commutateur S2 permet, en changeant la valeur de  $V_{ref}$ , d'utiliser le montage en ampèremètre (position A) ou de le transformer artificiellement en wattmètre (position W), pour la commodité de lecture.

En mode ampèremètre, l'inverseur S2 prélève la tension  $V_{ref}$  sur le curseur du potentiomètre P1.

En mode wattmètre,  $V_{ref}$  provient du curseur du potentiomètre P2.

Dans ce dernier mode, la mesure de puissance est faite en se basant sur le fait que la tension secteur reste constante et égale à 230 V. Comme la puissance est proportionnelle au produit de la tension par le courant, si la tension reste constante, on a proportionnalité entre le courant et la puissance. Il ne reste plus qu'à changer la valeur de la tension de référence  $V_{ref}$  de manière à afficher par exemple 460 W lorsque le courant vaut 2 A.

On notera que la chute de tension occasionnée par le shunt et que la qualité de la ligne électrique sur laquelle on aura branché J1 peuvent affecter la valeur de

230 V citée ci-dessus. Pour un courant de 10 A, par exemple, le shunt réduira la tension de 2 V. Si la ligne électrique n'est pas au top, on pourra perdre jusqu'à 10 V de ce côté là, ce qui nous amène, l'un dans l'autre, à 12 V, ce cas de figure étant le moins favorable. Douze volts sur 230, cela représente un pourcentage de 5 % environ. On pourra donc escompter une bonne précision, même en mode wattmètre.

Une série de quatre afficheurs A1 à A4 nous indiquent la valeur du nombre N généré par le circuit IC2. Ces afficheurs sont à anode commune, la commande des segments se faisant par un rappel à la masse.

Les deux leds Ld1 et Ld2 permettent d'afficher l'unité de mesure (Amps ou Watts) selon le mode sélectionné par l'inverseur S2. Les points décimaux sont gérés par l'inverseur S1B, validé par S2B en mode ampèremètre, et S1C, validé par S2C en mode wattmètre.

Une petite alimentation, tout à fait classique, génère les 5 V nécessaires au fonctionnement du montage. Notons que la consommation s'élève à environ 150 mA.

## REALISATION DE LA CARTE

La figure 2 reproduit le dessin du circuit imprimé, vu du côté cuivre. Ce petit circuit simple face pourra facilement être réalisé par la méthode photographique, à partir d'un calque, ou, plus simplement, être obtenu par le service circuits imprimés de votre revue Led.

Le diamètre de perçage est de 0,8 mm sauf pour les pastilles des composants suivants : RG1, PR1, C1 à 1 mm ; S1 et S2 à 2 mm ; les deux points tests à 1,2 mm ; et enfin, les deux trous de fixation à la fenêtre d'affichage à 3,2 mm.

L'implantation des composants fait l'objet de la figure 3. On commencera de préférence à placer toutes les résistances et les straps, au nombre de cinq : un en bas de l'afficheur A2, un en bas de A3, un en haut du régulateur RG1, et

deux au dessus de l'inverseur S2. Des morceaux de barrette tulipe permettront de surélever les afficheurs et autoriseront un réglage en hauteur, de manière à les plaquer contre la fenêtre d'affichage.

Les inverseurs S1 et S2 seront enfoncés à fond et bien droit dans la plaquette avant d'être soudés : ils participent en effet à sa fixation dans le coffret. A ce niveau, une vérification à l'ohmmètre est fortement conseillée, les pastilles ayant été affectées par le perçage à 2 mm. Deux fils de liaisons seront installés entre S1 et S2 : repères A-A et B-B.

Les deux picots servant de points tests seront implantés du côté des soudures, ce qui les rendront accessibles lorsque la plaquette sera fixée au coffret.

Les leds Ld1 et Ld2 seront positionnées définitivement en présentant le circuit imprimé à sa place dans le coffret préalablement percé.

Enfin, l'utilisation d'un dissipateur pour le régulateur RG1 n'est pas indispensable mais autorise le cas échéant, l'emploi d'un transformateur de plus de 9 V (12 V par exemple).

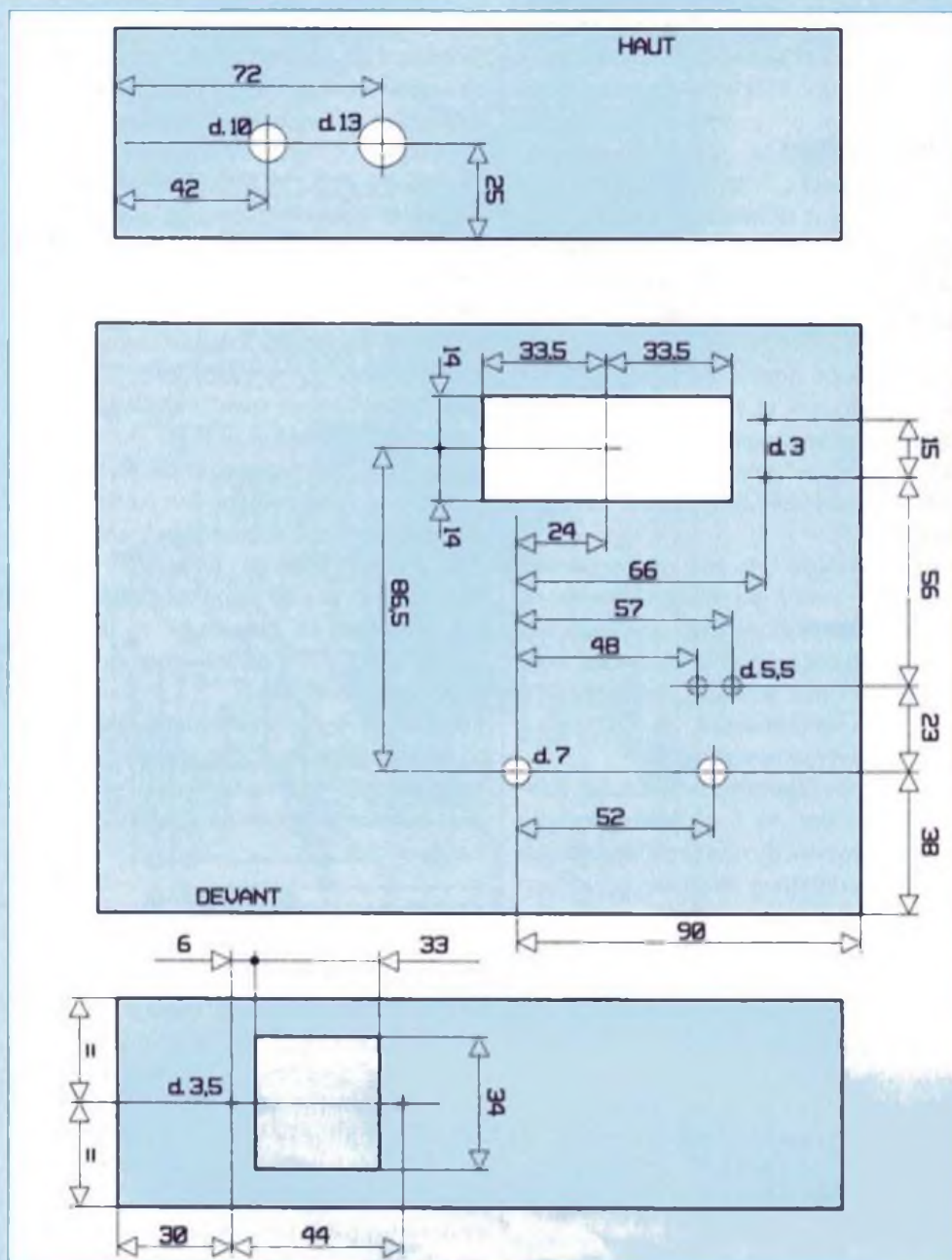
## MISE EN COFFRET

Pour loger ce montage, nous avons utilisé un coffret de marque Velleman, référencé WCAH2505, qui présente des dimensions particulièrement bien adaptées et un isolement total puisqu'il est en plastique. La figure 4 indique les cotes des perçages et ouvertures à réaliser dans ce coffret.

Pour se simplifier la tâche, on pourra utiliser le plan d'implantation (ou une photocopie) comme gabarit de perçage pour la demi-coquille supérieure. Le centrage par rapport au coffret s'effectuera au niveau de l'inverseur S1. Il faudra tracer au préalable un rectangle correspondant aux dimensions d'encastrement de la fenêtre d'affichage qui peut varier d'un modèle à l'autre.

Les deux leds seront logées dans des trous de 3 mm, les inverseurs dans des trous de 7 mm et l'on percera deux trous

# BOÎTE DE MESURE SECTEUR



de 5,5 mm juste au dessus des vis de réglages des deux potentiomètres. La fenêtre sera mise en place et «soudée» par derrière (en faisant fondre le plastique à l'aide d'un fer à souder). Le filtre de plexiglass rouge sera ensuite collé par quelques points de cyanolite. On installera alors la carte qui sera fixée d'un côté par les inverseurs S1 et S2, et de l'autre par les tiges filetées livrées avec la fenêtre.

Le repérage de l'unité affichée par les leds et de la position des leviers des inverseurs pourra avantageusement être réalisé à l'aide d'une imprimante et d'étiquettes autocollantes adéquates. Deux trous seront percés dans la face arrière : le premier, d'un diamètre de 10 mm, recevra un passe-fil et le second, d'un diamètre de 13 mm, le porte fusible. On pratiquera une ouverture pour la prise

J2 dans la face avant, ainsi que deux trous de 3,5 mm de diamètre.

Ce travail effectué, on placera le passe-fil et le cordon secteur J1, on fixera le porte fusible et la prise secteur J2. On pourra ensuite commencer le câblage.

## CABLAGE

Ce dernier sera très simplement réalisé à partir de la figure 5.

La première étape consiste à souder deux fils au secondaire du transformateur TR1 (liaison 9V-AC vers la carte), et à fixer ensuite celui-ci dans la demi-coquille inférieure du coffret. On pourra utiliser les cheminées de fixation prévues pour recevoir des vis autotaraudeuses.

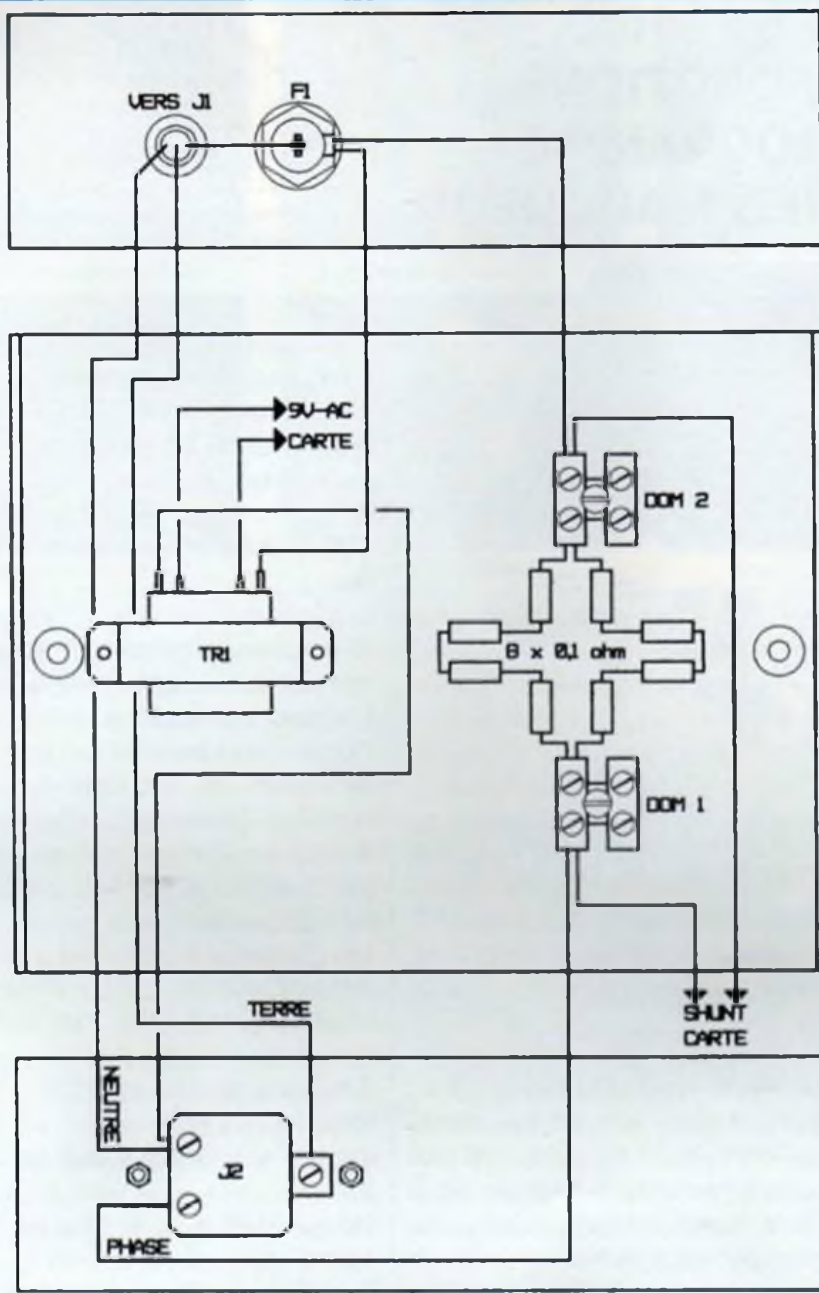
Dans la deuxième étape, on réalisera le shunt composé des huit résistances RB59 de 0,1 ohm. Ce shunt sera solidement fixé au coffret à l'aide de deux morceaux de domino standard. Etant donné que ce shunt devra pouvoir supporter un courant de 10 A, soit 5 A par branche de quatre résistances, on s'appliquera tout particulièrement à sa réalisation.

On soude ensuite le fil marron (phase du cordon secteur menant à J1) au porte fusible, on connecte le fil jaune/vert (terre) et le fil bleu (neutre) à la prise J2. On double le fil bleu pour aller au primaire du transformateur TR1.

On soude deux fils à la sortie du porte fusible. Le premier alimente le deuxième côté du primaire de TR1. Le deuxième, d'une section suffisante (au moins 1 mm<sup>2</sup>), amène la phase à l'entrée du shunt. Un deuxième fil est mis en place à ce niveau pour la liaison avec l'entrée de la carte. Enfin, on place deux fils sur le domino DOM 1 (sortie du shunt), l'un à destination de la prise J2 et l'autre à destination de la carte.

Par mesure de sécurité, on utilisera avantageusement de la gaine thermo rétractable au niveau de tout le câblage secteur, et l'on pourra prévoir une protection isolante des résistances composant le shunt pour éviter tout risque de choc électrique. A défaut, NE JAMAIS

Figure 5



METTRE CE MONTAGE SOUS TENSION COFFRET OUVERT.

Pour terminer, on soude les deux paires de fils 9V-AC et SHUNT sur les pastilles correspondantes du circuit imprimé.

## ÉTALONNAGE - RESULTATS DE MESURE

Pour effectuer l'étalonnage de votre «boîte de mesure secteur», relier un voltmètre entre les points test  $V_{ref}$  (+) et

masse ana. (-). Fermer le coffret, brancher le cordon secteur sur une prise de courant, positionner l'inverseur de droite (S2) sur la fonction COURANT et agir sur le potentiomètre P1 de manière à lire exactement 179,7 mV sur le voltmètre. Positionner ensuite cet inverseur sur la fonction PUISSANCE et agir sur le potentiomètre P2 de manière à ce que le voltmètre indique exactement 78,1 mV. C'est tout ! Votre nouvel appareil est maintenant prêt à vous rendre les nom-

breux services que vous en attendez. Si la réalisation de votre shunt est correcte, il vous permettra d'effectuer des mesures très précises.

Nous avons procédé à une vérification systématique de la précision obtenue sur la maquette présentée dans ces lignes, un multimètre 20000 points nous servant de référence.

Attaquée par un signal sinusoïdal à la fréquence de 50 Hz, la carte offre une très bonne linéarité, comme l'indiquent les résultats de mesures consignés ci-dessous :

Tension injectée	Affichage	Erreur relative
0 mV	15	-
20 mV	204	2,00 %
50 mV	498	4,00 %
100 mV	1000	0,00 %
150 mV	1501	0,067%
195 mV	1953	0,154 %

Cet essai a été effectué en ajustant la tension de référence de manière à lire 1000 lorsque la tension d'entrée valait exactement 100 mV (mesure effectuée par le voltmètre de référence).

Il est normal que l'appareil n'affiche pas 0 au repos, cela étant dû à la tension d'offset des amplificateurs opérationnels.

En fonctionnement réel, nous avons branché 2 ampoules de 60 W et une de 100 W sur la sortie. La maquette nous a indiqué un courant consommé de 0,953 A. Le multimètre de contrôle, branché en série, affichait alors 953,5 mA sur la gamme 2 A.

Avec une ampoule de 60 W et une de 100 W, l'affichage était de 0,679 A en position courant, et 156,8 W en position puissance, alors que le multimètre indiquait 683 mA.

Nous vous épargnons la liste des ustensiles dont nous avons mesuré la consommation, de l'ordinateur au gros radiateur à bain d'huile...

Christian Eckenspieller

## GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz 2 SORTIES MULTIFONCTIONS A DÉPHASAGE PROGRAMMÉ OU SINUS VOBULÉ AVEC MARQUEUR



Encore un GBF vobulé, mais très différent du précédent. Alors que le précédent était une innovation analogique, celui-ci est à synthèse numérique, concept devenu classique. Ce qui ne l'empêche pas d'être tout de même assez original. Il possède des propriétés très intéressantes : profusion de fonctions, sinus de haute qualité, deux sorties, déphasage programmé, marquage précis de la courbe de gain ou de la courbe de phase.

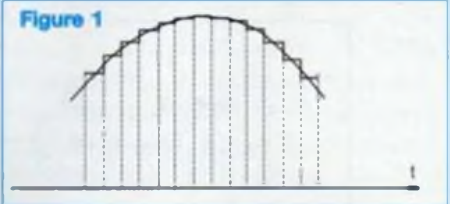
### PRINCIPE DE LA SYNTHÈSE

Le principe de base est très simple : une horloge attaque un compteur binaire synchrone de 0 à N, dont les sorties incrémentent l'adresse d'une mémoire signal. Le contenu de chaque adresse est un octet (byte), traduit en analogique par un convertisseur numérique-analogique (CNA). Tant que le compteur n'incrémente pas, le CNA donne la même sortie. On obtient donc une succession de paliers, dont la durée est égale à la période d'horloge : figure 1. Il y a 256 valeurs de paliers possibles, de 0 à 255 fois un certain pas. Voilà tout ce qui est

commun aux GBF synthétisés, attendu qu'il pourrait y avoir conversion de plus ou moins qu'un octet. Cependant l'octet est l'entité la plus indiquée, il donne une précision convenable, et c'est l'unité de traitement de microprocesseur et CNA. Mais les questions commencent, avec différentes réponses possibles. Voici les nôtres :

1°) En ROM ou en RAM la mémoire signal ?

En RAM, bien sûr, qui seule permet la grande diversité des fonctions proposées en sortie, attendu qu'elle est remplie à la demande avant de disposer effectivement du signal. Rassurez-vous, ce n'est pas long. De plus, la RAM est



plus rapide pour délivrer son octet au CNA.

2°) Le compteur recycle de N à 0. Les précautions sont-elles prises pour qu'il n'y ait pas de discontinuité, c'est-à-dire que l'octet à mémoriser dans la case (N+1) hypothétique soit bien le même qu'en (0) ?

Oui, ici aucune discontinuité n'est tolérée.

3°) Mais cela n'entraîne-t-il pas des restrictions sur les fréquences possibles ? D'ailleurs quelle est la valeur de N ? Quelle est la fréquence de l'horloge ?

N = 32767 en fréquence fixe, soit un compteur binaire à 15 étages. La fréquence de l'horloge est au choix de 3,2768 MHz ; 327,68 kHz ; 32,768 kHz ou 3,2768 kHz.

Les fréquences possibles sont de la forme kF, où :

k = 0,1 ; 1 ; 10 ou 100, c'est-à-dire  $10^{-1}$ , r valant 0, 1, 2 ou 3.

F est un entier de 1 à 1024.

Ainsi, on peut programmer :

De 10,3 kHz à 102,4 kHz par pas de 0,1 kHz.

De 1,03 kHz à 10,24 kHz par pas de 10 Hz.

De 103 Hz à 1024 Hz par pas de 1 Hz.

De 0,1 Hz à 102,4 Hz par pas de 0,1 Hz.

Il y a donc des restrictions, mais qui ne paraissent pas très frustrantes.

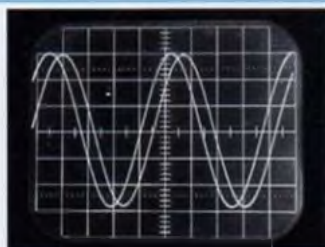
4°) La sortie du CNA en suite de paliers n'est pas exactement en général identique à la fonction analogique souhaitée. Peut-on se contenter légitimement de ce résultat, ou des améliorations sont-elles apportées ?

Il serait illégitime de s'en contenter. L'oscillogramme 1 montre la sortie sinus

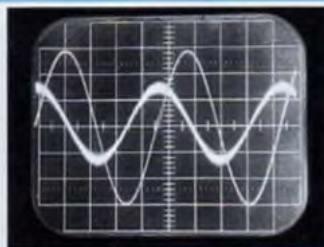
# UNE PROFUSION DE FONCTIONS



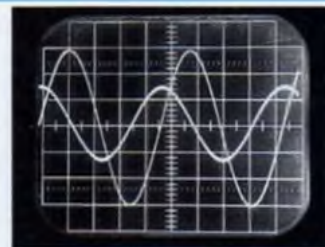
Oscillogramme 1



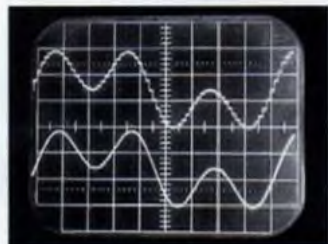
Oscillogramme 2



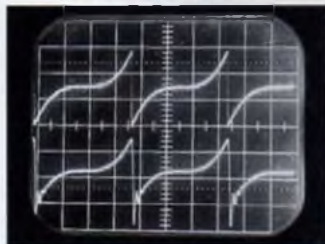
Oscillogramme 3



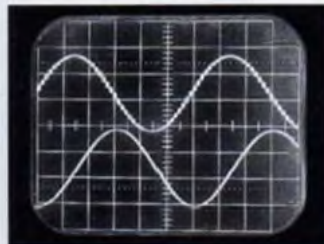
Oscillogramme 4



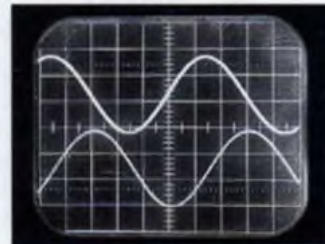
Oscillogramme 5



Oscillogramme 6



Oscillogramme 7



Oscillogramme 8

brute de CNA à 1024 Hz, avec  $k = 1$  et  $F = 1024$  ; on a dans ce cas le plus petit nombre de paliers accepté par période, soit 32, et le résultat n'est pas très fameux.

Donc une amélioration est prévue. C'est un filtrage assez sophistiqué, car il doit laisser passer le fondamental sans changer son amplitude, et couper sévèrement tous les harmoniques, cela quelle que soit la fréquence. Le même oscillogramme montre la sortie du filtre, avouez que c'est pas mal !

L'oscillogramme 2 montre les sorties brute et filtrée à 1020 Hz, avec  $k = 10$  et  $F = 102$ . Le nombre de paliers par période est maintenant de 320, et la sortie brute (celle qui est en avance de phase), devient acceptable. Dans l'oscillogramme 3, nous la revoyons avec la sortie qu'elle donne dans un circuit CR tel que  $RCf = 0,015$  (test indiqué dans le n° 144). On voit le gain de qualité oscillogramme 4 avec le même test appliqué à la sortie filtrée.

Pour les fonctions non sinusoïdales, il faut préserver des harmoniques, le filtre sélectionné a été choisi identique à celui d'un sinus de fréquence 32 fois supérieure, sauf limitation à 102,4 kHz.

C'est le logiciel qui gère dans tous les cas la commande du filtre, lequel est par contre débrayable manuellement.

Pour les fonctions non sinusoïdales, la sortie filtrée n'est en effet pas nécessairement meilleure que la sortie directe.

Oscillogramme 5 : Sorties filtrée et non filtrée en fonction  $140 : \cos \omega t \sin^2 \omega t$ , avec  $k = 10$  et  $F = 512$ . La sortie filtrée est meilleure ; c'était prévisible car cette fonction a peu d'harmoniques.

Oscillogramme 6 : Avec les mêmes valeurs de  $k$  et  $F$ , sorties filtrée et non filtrée en fonction  $206 : t^3$  de  $-T/2$  à  $T/2$ , périodisée par translation. La sortie non filtrée est préférable, c'est le cas de toutes les fonctions discontinues.

En sinusoïdal, la sortie filtrée est toujours meilleure, mais on peut préférer les sorties non filtrées pour préserver le déphasage programmé entre les deux sorties sinusoïdales. Le filtre préserve en effet l'amplitude, pas la phase. Si les deux sinusoïdes n'ont pas la même fréquence, la phase est complètement faussée. Si elles ont même fréquence, la phase est théoriquement préservée si les deux filtres sont parfaitement identiques, il peut donc y avoir en réalité un petit écart. Si on veut une phase précise entre sorties filtrées, on peut être amené à chercher par tâtonnements la phase à programmer pour que le déphasage obtenu soit celui qui est voulu, ce qu'indiquera un phasemètre.

Oscillogramme 7 : Sinus de 8 kHz avec

$k = 10$  et  $F = 800$ , non filtré et filtré. Pas très bon, ça, pourquoi les paliers sont-ils épaissis ? Parce qu'en toute rigueur mathématique, la fréquence n'est pas 8 kHz, du fait que les paliers n'occupent pas exactement la même position d'une arche à la suivante. L'oscillo présente par suite une succession de traces non identiques qui donnent cet aspect, mais cet aspect n'est pas la réalité du signal ; le phénomène est aggravé par le fait que c'est ici la sortie non filtrée qui synchronise l'oscillogramme. Ce qui est rigoureusement périodique, c'est la sortie filtrée, cela va déjà beaucoup mieux dans l'oscillogramme 8 où cette sortie filtrée synchronise l'oscillo. Bien que ce phénomène ne soit pas une anomalie, on peut préférer pour obtenir  $f$  la combinaison entre  $k - F$  avec le plus grand  $k$  et le plus petit  $F$ , s'il y a le choix.

5°) Quel est donc l'intérêt d'avoir deux sorties ?

Il y a plusieurs intérêts :

a) Obtenir deux sinusoïdes de même amplitude avec le déphasage de son choix quelle que soit la fréquence. Que pourrait-on faire en analogique ? Avec une sinusoïde, on peut en obtenir une autre de même amplitude avec un déphaseur, mais le déphasage dépendra de la fréquence. Avec un intégrateur ou

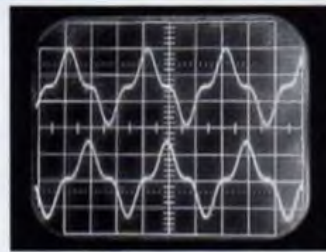
# GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz



Oscillogramme 9



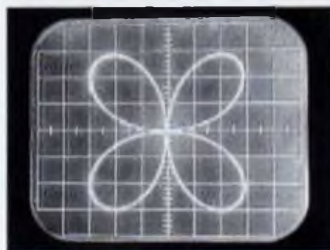
Oscillogramme 10



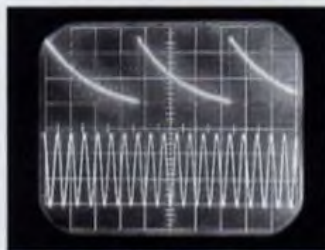
Oscillogramme 11



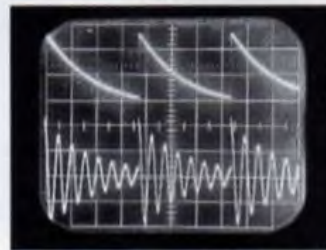
Oscillogramme 12



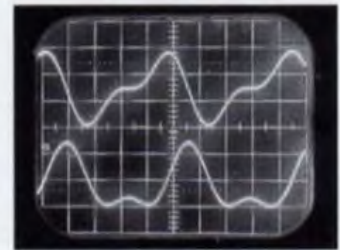
Oscillogramme 13



Oscillogramme 14



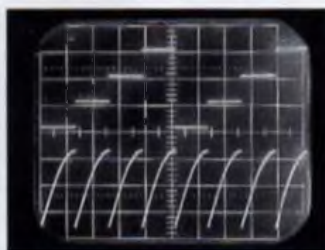
Oscillogramme 15



Oscillogramme 16



Oscillogramme 17



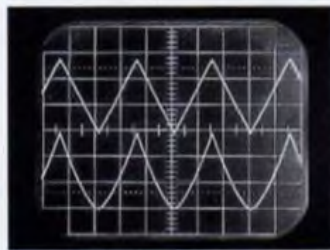
Oscillogramme 18



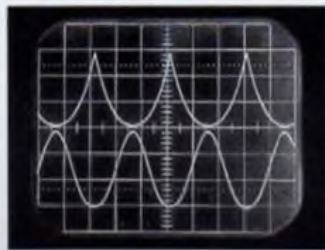
Oscillogramme 19



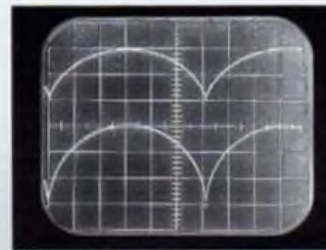
Oscillogramme 20



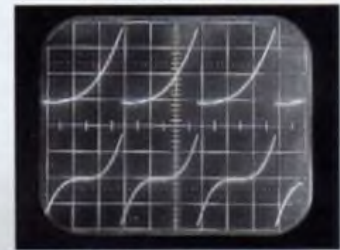
Oscillogramme 21



Oscillogramme 22



Oscillogramme 23



Oscillogramme 24

un dérivateur, on obtiendra un déphasage de  $\pi/2$  indépendant de la fréquence, mais c'est l'amplitude qui en dépendra ; de plus il n'existe pas d'intégrateur ou de dérivateur parfait, ce montage ne pouvant être qu'approché.

Il est inutile de chercher la solution, elle ne peut pas exister. Une fonction de transfert complexe sortie-entrée ne peut faire apparaître  $j$  que dans un produit  $j\omega$ . Ici, on voudrait  $(a + bj)$  où  $a$  et  $b$  sont des constantes réelles.

Il est par contre possible en analogique de produire simultanément deux sinusoïdes de même amplitude et de dépha-

sage constant (mais imposé) quelle que soit la fréquence, par exemple avec le pont de Wien, ou l'oscillateur du GBF du n° 144 (dont le filtre est rappelé dans le n° 159). Par combinaison linéaire réglable des deux sinusoïdes, on peut obtenir tout déphasage, indépendamment de la fréquence, mais l'amplitude variera avec la phase choisie.

Ces deux sinusoïdes donnent des courbes de Lissajous parfaitement stables, par exemple oscillogramme 9 : sorties directes de sinusoïdes à 1600 Hz en X et 960 Hz en Y, sans déphasage.

Oscillogramme 10 : Idem avec les sorties

filtrées, la trace est plus belle, mais les filtres ont créé un déphasage.

b) D'une façon générale, on peut tracer quantités de courbes stables en X-Y, pas seulement des Lissajous.

Oscillogramme 11 : deux fonctions n° 137 ( $\cos(\omega t)$ ) filtrées, avec déphasage de  $90^\circ$ . En X-Y, on obtient une astroïde, si les réglages en X et Y donnent un centre de symétrie à la courbe : oscillogramme 12.

L'astroïde est tangente à tout segment ayant pour longueur sa demi-hauteur et qui s'appuie sur les deux axes. Le filtra-

# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

ge n'a pas donné de défaut de phase apparent.

Avec deux sorties en fonctions 140 déjà présentée, et 90°, on obtient cette superbe rosace : oscillogramme 13.

c) Par combinaison des deux sorties, on peut encore augmenter les possibilités de fonctions d'un catalogue pourtant déjà très fourni.

Oscillogramme 14 : Fonctions  $\exp(-\omega t/\pi)$  (221) entre 0 et T et  $\cos 7\omega t$  (119). Le produit des deux réalisé extérieurement donne la sinussoïde amortie de l'oscillogramme 15.

Oscillogramme 16 : Fonctions  $(1 + \cos \omega t)$   $\cos \omega t$  et  $(1 + \cos \omega t) \sin \omega t$  réalisées par multiplieurs à partir de  $\cos \omega t$  et  $\sin \omega t$ . En X-Y, on obtient une cardioïde : oscillogramme 17.

Oscillogramme 18 : Escalier à 3 marches de fréquence f (403), et rampe sinusoidale de fréquence 4f (220). Une combinaison linéaire donne cet escalier sinusoidal : oscillogramme 19.

Les salves sont produites par combinaison, mais en interne. Le signal intermittent sort en permanence sur la voie 1. Le créneau qui définit la salve est programmé en voie 2, et sur cette voie le logiciel substitue la salve au créneau, si on le demande.

Oscillogramme 20 : Salves avec un créneau (335) et une sinussoïde redressée double alternance, de fréquence quadruple.

## LES FONCTIONS DU CATALOGUE

Tout numéro de fonction à trois chiffres, de 100 à 999, est accepté ; il n'y a pas en réalité 900 fonctions, mais 500 environ, ce qui est déjà pas mal.

La fonction 100 est triangulaire. C'est une fonction de base de l'appareil, par laquelle il passe pour fournir toute autre fonction commençant par 1. Le logiciel calcule alors l'octet H (du nom du registre utilisé), pour toute case n de 0 à 32767 de la mémoire signal. Si la fonction 100 est commandée, il charge ainsi

chaque case et passe à la suivante ; sinon, il va chercher pour la fonction 1xy dans la page xy de mémoire bibliothèque quelle valeur H' doit être substituée à H pour obtenir la fonction donnée.

En ROM ou en RAM la bibliothèque ? Les deux, les cas simples étant logés en RAM une fois au lancement ; cela concerne les pages 01 à 18. Exemple oscillogramme 21 : Fonctions 100 et 105.

Les pages 19 à 43 sont logées dans la ROM, en particulier la page 19 qui donne la sinussoïde 119. Oscillogramme 22 : Fonctions 122 et 129. Au-dessus de 143, il n'y a pas de fonction nouvelle, on retrouve le triangle.

Chaque page en bibliothèque occupe 256 octets, la ROM de 16384 en accueille 6144, le reste concerne le programme.

La fonction 200 est également une fonction de base : c'est la rampe, qui donne de même toutes les fonctions commençant par 2, avec les mêmes pages bibliothèque.

Le catalogue de l'appareil indique en fait H' en fonction de  $x = H / 256$ . Il donne donc les mêmes indications pour les fonctions 1xy et 2xy, bien entendu différentes. Il utilise par commodité la notation N pour 255 ou 256 et n pour N/2. Les coefficients sont étudiés pour que H' évolue de 0 à 255 afin d'utiliser toute la dynamique du CNA. Les facteurs de x sont choisis pour avoir une courbe bien galbée, pas trop proche d'une oblique ou d'un créneau par exemple.

Voici les pages proposées :

**De 01 à 10** :  $Nx^2$  ;  $Nx^3$  ;  $Nx^{1/2}$  ;  $Nx^{2/3}$  ;  $Nx^{3/2}$  ;  $n [1 + (2x-1)^2]$  ;  $N x^{1/3}$  ;  $n [1 + (2x-1)^{1/2}]$  ;  $Nx^{5/2}$  ; 20/x.

**De 11 à 20** :  $n + 10/(2x-1)$  ;  $N(1-x^2)^{1/2}$  (demi ou quart de cercle ou d'ellipse) ;

$n + 35,5 \operatorname{sh}(4x-2)$  ;  
 $n - 50 \operatorname{cotg} \pi x$  ;  
 $n + 102 \operatorname{Arctg}(6x-3)$  ;  
 $n + (N/\pi) \operatorname{Arcsin}(2x-1)$  ;  
 $n + 60,5 \operatorname{Argsh}(8x-4)$  ;

$n + 132 \operatorname{th}(4x-2)$  ;  
 $n(1 + \cos \pi x)$  (119 = sinussoïde) ;  
 $N \sin(\pi x/2)$  : 120 = redressement double alternance.

**De 21 à 30** :  $N \exp(-2x)$  ;  
 $93 [\operatorname{ch}(2x) - 1]$  (122 = chaînette) ;  
 $71 \operatorname{sh}(2x)$  ;  
 $78,7 \operatorname{Ln}(25,6x)$  ;  
 $100 \operatorname{tg}(\pi x/2)$  ;  
 $N \exp(-4x^2)$  ;  
 $204 \operatorname{Arctg}(3x)$  ;  
 $N \sin(\pi x) / \pi x$  ;  
 $N \sin^2(\pi x) / \pi^2 x^2$  ;  
 $N \exp(-x^2/(1-x^2))$  : fonction de base dans la théorie des distributions.

**De 31 à 40** :  $N/(1+9x^2)$  ;  
 $172 \operatorname{Arcsin} x$  ;  
 $121 \operatorname{Argsh}(2x)$  ;  
 $N / (1+16x^2)^{1/2}$  ;  
 cycloïde ;  
 $264 \operatorname{th}(2x)$  ;  
 $n (1 + \cos^3(\pi x))$  ;  
 $N \cos^4(\pi x/2)$  ;  
 $n (1 + \cos^3(\pi x))$  ;  
 $n (1 + 2,6 \cos \pi x \sin^3 \pi x)$ .

**De 41 à 43** :  $n (1 + 3,08 \cos \pi x \sin^3 \pi x)$  ;  
 $n (1 + 3,5 \cos \pi x \sin^4 \pi x)$  ;  
 $n (1 + 5,38 \cos^3 \pi x \sin^2 \pi x)$ .

La courbe 135 représente la cycloïde, bien connue pour être décrite par le point d'un cercle roulant sans glisser sur une droite, à condition de régler l'oscillo pour que le rapport longueur / hauteur d'une arche soit égal à  $\pi$ . Il n'y a alors pas de formule résolue H'(x). Il existe par contre la formule inverse, qui a permis de remplir la page :

$$x = (1/\pi) \operatorname{Arccos}(1 - 2H'/255) - (1 / 255\pi) \sqrt{2H'(510-2H')}$$

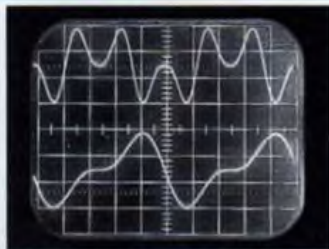
(à condition de considérer que l'Arccos est défini entre 0 et  $\pi$ ).

Oscillogramme 23 : fonctions 135 et 112, l'oscillo étant réglé pour présenter cycloïde et demi-cercle.

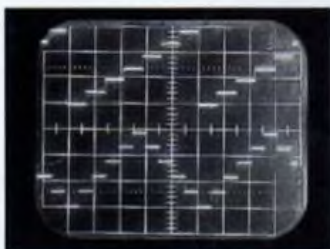
Certaines expressions peuvent paraître bizarres mais sont logiques. Elles vien-



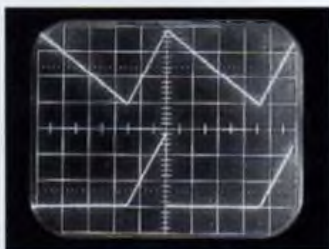
Oscillogramme 25



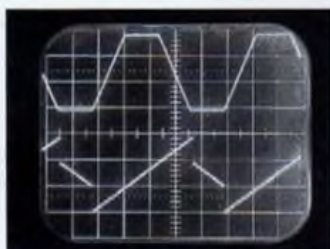
Oscillogramme 26



Oscillogramme 27



Oscillogramme 28



Oscillogramme 29



Oscillogramme 30

nent à la fois du mode de génération à partir des fonctions de base, et du fait que la sortie brute de CNA est toujours positive. Ainsi la fonction 202 ne donne que des rampes positives de  $Nx^3$ , qui est pourtant algébrique. La fonction 206 qui en est déduite donne les rampes positives et négatives, l'adjonction d'une constante  $n$  permettant de conserver une sortie de CNA positive. Pour avoir une vraie sortie algébrique centrée sur le zéro, un inverseur extérieur KNIV permet sur chaque voie de sélectionner la valeur moyenne ou la valeur minimum nulle.

Les  $H'$  algébriques 13 à 18 sont calculés à partir de  $H'$  arithmétiques inscrits en ROM et faciles à reconnaître. Bien entendu, le sous-programme utilisé est le même pour tous.

Oscillogramme 24 : fonctions 202 et 206. Enfin, rappelons que les fonctions  $1xy$  et  $2xy$  sont toujours différentes ; donc une seule des deux au plus peut s'identifier

avec  $H'(x)$ , si cette expression est périodique.

Oscillogramme 25 : Fonctions 140 en haut, effectivement égale à  $A\cos\omega t$  ; fonction 240 en bas, sans expression algébrique.

Oscillogramme 26 : Fonction 141 en haut, sans expression algébrique ; fonction 241 en bas, effectivement égale à  $A\cos\omega t \sin^3\omega t$ .

Les fonctions  $3xy$  sont les créneaux,  $xy$  représentant le pourcentage durée de l'état haut / période. La fonction 300 n'est pas identiquement nulle, elle a des impulsions de durée minimum, de même la 399.

Les fonctions 402 à 415 sont des escaliers à une rampe, où les deux derniers chiffres indiquent le nombre de marches. 400 et 401 sont converties en 402 ; au-dessus de 415, on retrouve 415.

Les fonctions 502 à 509 sont des escaliers symétriques à 2 rampes, les deux

derniers chiffres indiquant le nombre de niveaux (un nombre de marches serait ambigu).

Oscillogramme 27 : fonctions 406 et 506. Les fonctions 610 à 690 sont des toits d'usines, les deux derniers chiffres donnant le pourcentage temporel durée de la rampe positive / période. Les numéros inférieurs à 610 sont portés à 610, les numéros supérieurs à 690 sont ramenés à 690.

Les fonctions 710 à 790 sont les rampes ascendantes des fonctions précédentes, avec le même sens des deux derniers chiffres.

Oscillogramme 28 : fonctions 630 et 730. Les fonctions 810 à 890 sont des trapèzes isocèles, les deux derniers chiffres donnant de même la rampe ascendante. Un véritable trapèze isocèle ne sera obtenu qu'au-dessous de 850, mais les numéros supérieurs sont acceptés.

Oscillogramme 29 : fonctions 824 et 876. Les fonctions 910 à 990 sont des pointes isocèles jusqu'à 950, et sont conservées au-dessus.

Oscillogramme 30 : fonctions 935 et 965.

## REMPLEISSAGE DES MEMOIRES SIGNAL

On ne peut donner ici que quelques indications sur les algorithmes, sans vraiment entrer dans les détails. On appellera  $n$  le  $n^{\circ}$  de la case, la période d'horloge est  $T_0 = (100 / k) Q$ , sélectionnée par le logiciel.  $Q = 1 / (100 \times 2^{15})$  s est la période du quartz. La fréquence voulue est  $f = kF$ . On commence par la fonction 200, qui est la plus simple.

Si la rampe croissait indéfiniment de façon continue, on aurait au temps  $t$  :  $H = 256 t f$ , avec  $t = n T_0$ .

Soit  $H = 2nF / 256$ .  $H$  devant être entier, on ne garde que la partie entière, et d'autre part,  $H$  ne peut dépasser 256, et doit être réduit de cette valeur à chaque dépassement.

Il suffit alors pour passer d'une case à l'autre d'ajouter  $2nF$  sur le registre



double HL, la partie entière voulue est bien H. La réduction de 256 à chaque dépassement consiste tout simplement à ne pas considérer la retenue issue de H. On constate que  $H(32768) = 0$ , le recyclage du compteur n'entraîne pas de discontinuité.

Pour la fonction 100, on ajoute 4nF en rampe ascendante, on retranche 4nF en rampe descendante.

Il faut une instruction conditionnelle de passage de pic pour permettre de passer d'une rampe à la suivante, avec la valeur adéquate de HL. Il faut être vigilant avec le cas particulier d'un pic supérieur donnant exactement 256, qui devrait être ramené à 0 selon le programme général ; le programme doit alors imposer  $H = 255$  pour l'inscription en mémoire signal, et 256 pour traiter le premier pas suivant en rampe négative. Là encore  $H(N+1) = 0$ .

L'algorithme des créneaux 3xy est simple. Il poursuit celui de la fonction 200, en remplaçant H par 255 si  $H \leq H_{max}$ , et par 0 dans le cas contraire, avec  $H_{max} = 256 \cdot xy / 100$  arrondi à l'entier supérieur.

Pour les escaliers à simple ou double rampe, le programme établit d'abord à la demande une page bibliothèque provisoire (jusqu'au prochain Reset suivi d'une demande analogue) de 256 octets en RAM donnant  $H'(H)$  selon le nombre de marches et de rampes. Les marches ont bien sûr la même hauteur, par exemple avec une rampe à 7 marches, chaque marche aura une hauteur de 36, la marche supérieure étant à 252. Par contre, de petites différences de longueur sont inévitables dans certains cas ; les maxima autorisés donnent des marches de même longueur : 16 en fonctions 415 et 509.

Les autres fonctions débutent toutes par une rampe positive pour laquelle est d'abord calculé  $H_{max} = 256 \cdot xy / 100$ . Pour cette rampe,  $H' = \text{INT}(256 \cdot H / H_{max})$  si  $H < H_{max}$

$H' = 255$  si  $H = H_{max}$ . Pour  $H > H_{max}$ , cela dépend des cas,  $H' = 256 \cdot (256 - H) / (256 - H_{max})$  pour les fonctions 6xy, 0

pour les fonctions 8xy. La symétrie permet de compléter les autres cas.

Pour la précision, la division se fait sur 2 octets, on divise en fait H-0 par Hmax. Pour la rapidité du processus, l'algorithme permet de déduire chaque résultat du précédent.

## CHARGEMENT DE LA BIBLIOTHEQUE

Les pages de ROM ont été écrites directement à la main, les résultats étant fournis par une calculatrice programmable, donnant les valeurs consécutives ; il a fallu une demi-heure par page (sauf la page 35 plus délicate). Les réalisateurs informaticiens désirant programmer eux-mêmes trouveront sans doute une solution plus rapide.

- **Page 01** :  $H^2 / 256$ . Le calcul se fait sur un registre double dont on prend le poids fort. Il suffit d'incrémenter H et d'ajouter  $(2H+1)$  au résultat précédent. L'octet de poids faible est également conservé en RAM pour d'autres services.

- **Page 02** :  $H^3 / 256^2$ . Calcul sur 3 octets, dont on prend le poids fort. On incrémente H et on ajoute  $(3H^2 + 3H + 1)$  au résultat précédent. L'octet intermédiaire est également mémorisé.

Les pages 01 et 02 sont en fait remplies simultanément.

- **Page 03** :  $16 \sqrt{H}$ . Il suffit à priori d'effectuer un échange adresse-contenu avec la page 01. C'est un peu plus compliqué quand même car certaines valeurs manquent en contenu alors que toutes les adresses doivent être présentes. En particulier, les douze premières adresses, dont le contenu varie rapidement, sont inscrites en ROM, et transférées en bloc dans leur place en RAM.

- **Pages 04 et 05** : se déduisent des pages 02 et 03, car si  $H^2 / 256 = H^{1/3} / 256^2$ , on déduit :

$H = H^{3/2} / 16$  et  $H' = 6,35 H^{3/2}$ . Mêmes remarques que pour la page 03.

- **Page 07** :  $N \sqrt[3]{H}$ . Se déduit de la page 2 comme la page 3 de la page 1. Mêmes remarques.

- **Page 09** :  $H^{2,5} / 4096$ . Algorithme un peu original. On cherche la moyenne géométrique des pages 01 et 02. Une première estimation, par excès, est la moyenne arithmétique, facile à programmer, d'où :  $H^{2,5} / 4096 = (1/2) (H^2 / 256 + H^3 / 256^2) - \delta$  (correction).

Le calcul se fait sur 2 octets. L'examen des résultats a montré qu'il suffit ensuite d'une correction en trapèze n'atteignant jamais 3 points sur l'octet de poids fort mémorisé.

Pour H de 0 à 71 :  $\delta = 9 H$

Pour H de 72 à 157 :  $\delta = 640$

Pour H > 157 :  $\delta = 7 (256 - H)$

- **Page 10** :  $5120 / H$ .

Les 20 premières valeurs sont chargées en saturation à 255. La  $21^{ème}$  est chargée à 244, et le résultat  $21 \times 244 = 5124$  est donné. Ensuite un algorithme permet de passer à chaque résultat à partir du précédent.

- **Pages 06, 08, 11** : Pages algébrisées facilement à partir des pages arithmétiques respectives 02, 07 et 10.

- **Page 12** :  $\sqrt{255^2 - H^2}$ . Le H' accepté est le plus grand tel que  $H^2 + H'^2 + 511$  calculé sur 2 octets ne donne pas de retenue. Le premier H' essayé est bien sûr le résultat de la case précédente.

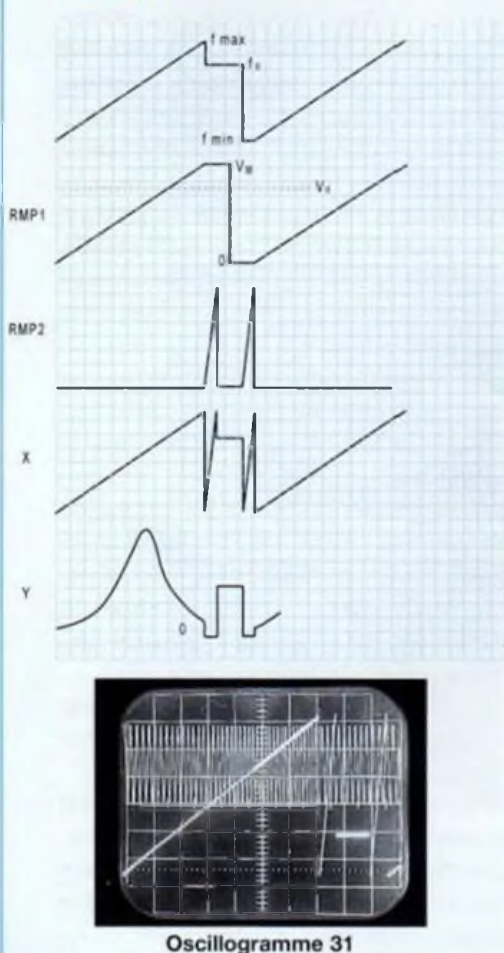
- **Pages 13 à 18** : On a déjà vu qu'il s'agit de fonctions algébriques obtenues à partir de fonctions positives inscrites en ROM.

## LA PHASE

Il ne serait pas pratique ici de demander directement une valeur de phase en ( $^\circ$ ). En effet la précision que l'on peut atteindre est très variable selon les valeurs de F. La démarche s'adapte donc à la précision possible. Le déphasage du signal 2/1 s'obtient en démarrant pour la première case signal 2 non pas HL = 0, mais la valeur adéquate. Si de plus la fonction de base utilisée en 2 est le triangle, le logiciel doit définir si le départ est sur rampe ascendante ou descendante.

En 32768 cases sont mémorisées F périodes, la plus petite variation de

Figure 2



Oscillogramme 31

phase est donc  $360^\circ F / 32768$ . La phase sera définie par un nombre  $q$  telle que  $|\phi| = 360 qF2 / 32768 = 45 qF2 / 4096$ . C'est ce que rappelle l'afficheur.

Pour  $F2 = 1$ , on atteint presque une résolution du  $1/100^\circ$ . La valeur maximum de  $q$  admise (quel que soit  $F$ ) est 16384, qui permet d'atteindre tout déphasage à cette valeur. Une valeur de  $q$  supérieure est acceptée, mais ramenée à 16384.

Pour  $F2 = 1000$ , la résolution apparente n'est que de  $11^\circ$ , mais on peut obtenir un grand jeu de valeurs en jouant sur le nombre de tours. Par exemple  $q = 33$  donne  $2,55^\circ$ .

Ceci n'est pas valable lorsque  $F2$  est une puissance de 2. Avec  $F2 = 1024$ , les  $|\phi|$  possibles ne sont que des multiples de  $11,25^\circ$ .

Il appartient à l'utilisateur de prévoir la

valeur de  $q$  selon la phase désirée, ce qui n'empêche pas l'appareil d'indiquer ensuite la phase avec une précision de  $0,1^\circ$  de  $-180,0^\circ$  à  $180^\circ$ .

Si la fonction de base de la fonction 2 est 200, avec une demande d'avance de phase de 2, le premier HL de la mémoire signal 2 sera le reste de la division  $2qF2 / 65536$ ; autrement dit la valeur de  $2qF2$  obtenue sur deux octets, en additionnant  $F2$  fois ( $2q$ ) sans tenir compte des retenues éventuelles issues de  $H$ .

Si un retard est commandé, il suffit de prendre le complément à 65536 du résultat.

Si la fonction de base 2 est 100, avec avance demandée, on calcule  $4qF2$ , en additionnant  $F2$  fois ( $4q$ ) sur deux octets. On tient compte des dépassements uniquement pour avoir la parité du nombre de dépassements, qui indique le nombre de pics franchis :

- a) nombre de pics pair : HL conservé en l'état, départ sur rampe ascendante.
- b) nombre de pics impair : HL remplacé par son complément à 65536, départ sur rampe descendante.

Ces conclusions sont inversées en cas de retard demandé.

Le logiciel prévoit des précautions spécifiques, non détaillées ici, pour les cas particuliers où on aboutit sur un pic.

## LA VOBULATION

On utilise le marquage ponctuel en fréquence et le marquage de l'axe horizontal comme dans le GBF précédent.

La figure 2 explique le fonctionnement. C15 et C16 sont les sorties du compteur binaire, la période de ce dernier étant de 40 ms ; c'est également la période du processus.

La fréquence  $f$  évolue linéairement de  $f_{min}$  à  $f_{max}$  pendant 30 ms, elle est commandée par logiciel. La rampe analogique RMP1 évolue alors de 0 à VM.

Ensuite  $f$  passe à la valeur de marquage  $f_0$  pendant 7,5 ms, puis retourne à  $f_{min}$  pour les 2,5 ms restantes, pour être déjà

installée à cette fréquence lorsque débute la vobulation.

Pendant ce temps, RMP1 reste à VM pendant 5 ms avant de retourner à 0. En pointillé dans VM figure une tension constante  $V_0$  pour le marquage :  $V_0 = VM (f_0 - f_{min}) / (f_{max} - f_{min})$ , calculée par logiciel et traduite par un troisième CNA. La rampe RMP2 est destinée au tracé de l'axe horizontal.

Un commutateur alterne RMP1, RMP2 et  $V_0$  pour donner X1 ; la sortie X définitive est  $X = 2X1 - VM$ .

Elle a par rapport à X1 l'avantage d'être centrée sur le zéro pour faciliter les réglages oscilloscopiques.

D'autre part, sont commutés la courbe de réponse et 0 pour donner Y.

La mémoire signal occupe 131 072 cases, dont 98 304 sur la rampe. Elle est répartie sur les deux RAM, un commutateur permet de connecter l'un ou l'autre CNA en sortie 1, la sortie 2 n'est pas utile.

Soit ici  $T = 30$  ms et  $N = 98\ 304 = 3 \times 2^{15}$ ,  $f = 100$  F et  $Q = 1 / (100 \times 2^{15})$  s. Il faut par hypothèse qu'à la date  $t$ , la fréquence instantanée, en fait pseudofréquence, soit égale à :  $f_{min} + (f_{max} - f_{min}) t / T$ .

Pour cela la solution sinusoidale est :  $y = a \cos 2\pi [f_{min} + (f_{max} - f_{min}) t / 2T] t$ . Tiens, pourquoi n'a-t-on pas écrit ici  $y = a \cos 2\pi f t$  ?

Si on écrit  $y = a \cos 2\pi f t$ ,  $f$  représente bien la fréquence dans le cas où il s'agit d'une constante. Si ce n'est pas le cas, rien ne l'indique, on trouvera la pseudo-période  $P$  relative à  $t$  en écrivant que :  $(t+P/2) f(t+P/2) - (t-P/2) f(t-P/2) = 1$ . Le lecteur vérifiera ainsi facilement l'exactitude de l'expression donnée.

En passant du radian au ( $^\circ$ ), et en tenant compte que la sortie du CNA est positive, on écrit :

$$y = 127,5 [1 + \cos \{120 (2F_{min} Nn + (F_{max} - F_{min}) n^2) / 2^{31}\}]$$

Il a été jugé pratique de prendre une unité d'angle (appelée ici  $u_a$ ) égale à

# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

1,5°, de sorte qu'un tour représente 240 ua, pouvant donc tenir dans une page bibliothèque. Cette page en cosinus vobulé est ainsi différente de celle de fréquence fixe, et d'ailleurs moins précise, car définie à partir d'une fonction de base en rampes, mais le traitement est plus rapide.

Avec cette unité :  $y = 127,5 [1 + \cos \{(an + bn^2) / 2^{27}\}]$

avec  $a = 10 F_{min} N$  et  $b = 5 (F_{max} - F_{min})$ .

L'algorithme doit calculer la rampe  $\alpha(n) = an + bn^2$ , qui peut être réduite de  $240 \times 2^{27}$  à chaque dépassement de cette valeur. En fait, il est plus pratique d'effectuer cette soustraction pour un dépassement de  $256 \times 2^{27}$ . La page bibliothèque comportera donc encore 256 valeurs, dont 16 répétitives.

$\alpha(n)$  nécessite 5 octets, et donne  $H(n) = \alpha(n) / 2^{27}$  à cheval sur les 3 bits LSB du 5<sup>ème</sup> octet et les 5 bits MSB du 4<sup>ème</sup>. La page bibliothèque donne  $H'(n) = 127,5 [1 + \cos (1,5H)^\circ]$ .

L'algorithme utilise  $\beta(n) = \alpha(n+1) - \alpha(n) = a + b + 2nb$ , incrémenté par pas de  $2b$ , et occupant 4 octets.

On désire qu'il n'y ait pas de discontinuité au début de la rampe de vobulation, par conséquent les cases mémoires d'attente en fmin sont remplies, de même, mais en remontant les cases de 131 071 à 122 880, avec  $b = 0$ . Puis, on remonte avec  $f_0$  jusqu'à la case 98 304. Là se trouve une discontinuité inévitable, mais non gênante.

Oscillogramme 31 : Sortie vobulée et sortie X, avec  $f_{min} = 1$  kHz ;  $f_{max} = 1,8$  kHz et  $f_0 = 1,2$  kHz. Les valeurs minimum adoptées permettent la lecture la plus claire de l'oscillogramme.

## LE DIALOGUE GBF - UTILISATEUR

A la mise sous tension, l'appareil dit **Bonjour**, puis il effectue certaines opérations qui n'auront plus à être renouvelées :

\* Mise de l'afficheur LCD en mode 4 bits, plus pratique pour les connexions ; une deuxième demande de cette opération planterait le dispositif.

\* Définition du haut de la pile.

\* Remplissage des pages RAM 01 à 18.

\* Définition des caractères dits spéciaux, qu'il vaudrait peut-être mieux appeler «non fournis d'origine» :

é, ï, φ, √, exposant 2, exposant 3, exposant 4, exposant -1.

On ne peut définir que 8 caractères, il en faut 10. On effectue pour deux d'entre eux une redéfinition en cours de programme lors de l'utilisation, on appelle ainsi avec le même code : é et é ; exposant 4 et exposant 5.

Puis est proposé le menu principal :

f0:0*	VOB:1*
Cat:4*	0

Les chiffres 0, 1 et 4 sont donc actifs pour la décision, les autres étant ignorés. Chaque chiffre actif remplace le précédent. Lorsque le choix est définitif, on le confirme par (\*). Le choix 0 (fréquences fixes) est proposé au départ pour s'économiser dans ce cas l'action sur une touche. Le choix 4 est la consultation du catalogue. Voici le déroulement dans les trois cas :

**A : fréquences fixes.** Le menu suivant est :

f0 = kF	r : 0
k = 10 <sup>r-1</sup>	

Seuls les chiffres 0, 1, 2 et 3 sont actifs. Les fréquences basses sont proposées par défaut, choisissons plutôt 3, confirmé par (\*).

Ensuite le menu de choix de F1 :

F1 (1 - 1024) :
-----------------

L'afficheur inscrit jusqu'à 4 chiffres de gauche à droite, puis repasse au chiffre de gauche s'il y a lieu, et continue de même. Le curseur indique la position du

chiffre sur lequel va porter la prochaine frappe. On peut supprimer un chiffre, à condition que ce ne soit pas celui de gauche, et automatiquement s'il y a lieu, celui ou ceux situés à sa droite avec la touche (#). La touche (\*) confirme également, mais une valeur supérieure à 1024 est refusée et fait réapparaître le menu. Faisons par exemple 806°.

L'appareil indique alors la fréquence et demande la forme :

f1 = 80,6 kHz
Forme :

Il faut indiquer un numéro de trois chiffres toujours accepté, le zéro ne pouvant s'inscrire à gauche.

Faisons par exemple 119°.

Après une attente de 1 à 2s pour remplissage de la RAM signal, il faut maintenant savoir si on veut une deuxième fonction :

f2? OUI: 1*
NON: 0* 0

**A1: 0\*.** Pas de deuxième fonction.

La RAM2 est quand même remplie par des zéros, l'appareil affiche à demeure la fréquence et se met en DMA, ce qui rend le signal disponible.

80,6 kHz
----------

**A2 : 1\*.** On demande une deuxième fonction. D'où le menu :

F2 (1 - 1024) :
-----------------

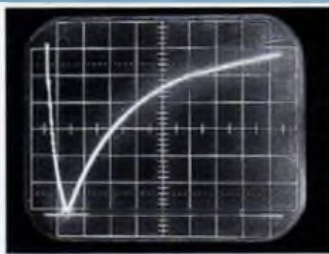
Soit de même 806°. On poursuit avec :

f2 = 80,6 kHz
Forme :

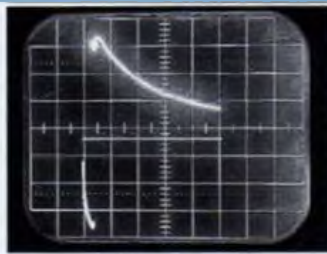
Prenons encore une sinusoïde avec 119°. On arrive maintenant à la phase :

Retard φ2/1 : 0*
Avance : 1* 0

# GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz



Oscillogramme 32



Oscillogramme 33

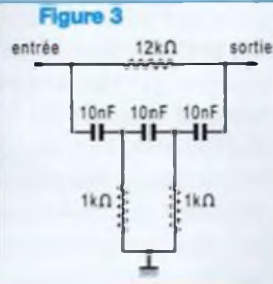


Figure 3

Prenons une avance avec 1°.

$k\phi = 45qF2 / 4096$   
q : 0

Prenons 31°. La RAM 2 est remplie et le dernier message permanent apparaît :

$\phi : -85,5^\circ$   
80,6 kHz

L'avance demandée est en réalité un retard de phase.

Il y a une variante si la forme 2 est en créneaux (3xy). Un menu supplémentaire apparaît alors :

Salves? OUI: 1°  
NON: 0° 0

Si les fréquences demandées sont différentes, elles sont bien sûr affichées finalement toutes deux.

## B : Vobulation.

Une information temporaire apparaît :

Sinus vobulé  
f = 100 F

Puis le premier menu :

Fm (10 - 1024) :

Une valeur confirmée par (\*) qui ne respecte pas le domaine indiqué est refusée et fait réapparaître ce menu.

Soit par exemple 10°. Puis :

FM (Fm+8 - 1032):

Soit 1000°, et on passe au dernier menu :

F0 (Fm - FM):

Choisissons 100°. Le logiciel a alors toutes les informations nécessaires, mais il lui faut une dizaine de secondes pour tout calculer. Il fait prendre patience en affichant :

Je travaille

Puis il rappelle les données :

1,0 - 100,0 kHz  
f0 : 10,0 kHz

et se met en DMA.

Oscillogramme 32 : avec les valeurs indiquées, courbe de gain d'un filtre réjecteur de Hall passif (figure 3).

Oscillogramme 33 : Courbe de phase associée.

Contrairement au GBF précédent, il n'y a pas ici d'affichage du gain ou de la phase de marquage, mais il est possible à qui le désire d'utiliser les mêmes montages, parfaitement au point, en adaptant la réalisation.

Nous n'avons pas voulu être répétitif.

## C : Catalogue

Le seul menu est ici :

n° fonc : -

Et voici un exemple :

n° fonc : 623°  
2 Rampes 23-77%

On retourne au menu principal par (\*). Il faut faire de nouveau 4° si on veut consulter une autre fonction.

## MICROPROCESSEUR ET MEMOIRES (figure 4)

Les microcontrôleurs modernes seraient inutilisables, car ils n'ont pas l'indispensable DMA. On utilise le bon vieux Z80, qui a tout ce qu'il faut pour moins cher. Le Z80 a 16 lignes d'adresses, A0 à A15; sa capacité d'adressage est ainsi de 64 koctets (\$0000 à \$FFFF).

Par convention, un nombre précédé de \$ est écrit en hexa.

Les adresses \$0000 à \$3FFF concernent la ROM (16 koctets). On définit donc la fonction logique :

$$Rom = \overline{A14} + A15$$

La ROM sera active, si d'une part Rom = 1, et si d'autre part, le Z80 désire activer la mémoire avec son  $\overline{MReq}$  (memory request). D'où le Chip Enable de la ROM :

$$\overline{CE} (ROM) = \overline{Rom} \overline{MReq}$$

La ROM ne peut être que lue, il y a liaison directe entre le  $\overline{RD}$  (Read) du Z80 et le  $\overline{OE}$  (Output Enable) de la ROM.

Les deux RAM utilisées sont des 128 koctets, elles ont donc une entrée d'adresse A16.

En fréquences fixes, la RAM1 (C13) contient la RAM signal voie 1 dans les adresses \$8000 à \$FFFF. Il en est de même en RAM2 (C14) pour la RAM signal voie 2.

En vobulation, ces deux zones mémoire sont utilisées, plus les zones \$18000 à \$1FFFF dans les deux RAM, le tout pour le signal vobulé voie 1.

La zone de RAM utile pour les besoins courants du programme, et les pages RAM de bibliothèque se trouvent dans les adresses \$4000 à \$7FFF, et uniquement dans RAM1, suffisante pour cela. Cela simplifie la conception, puisque la

# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

Figure 4

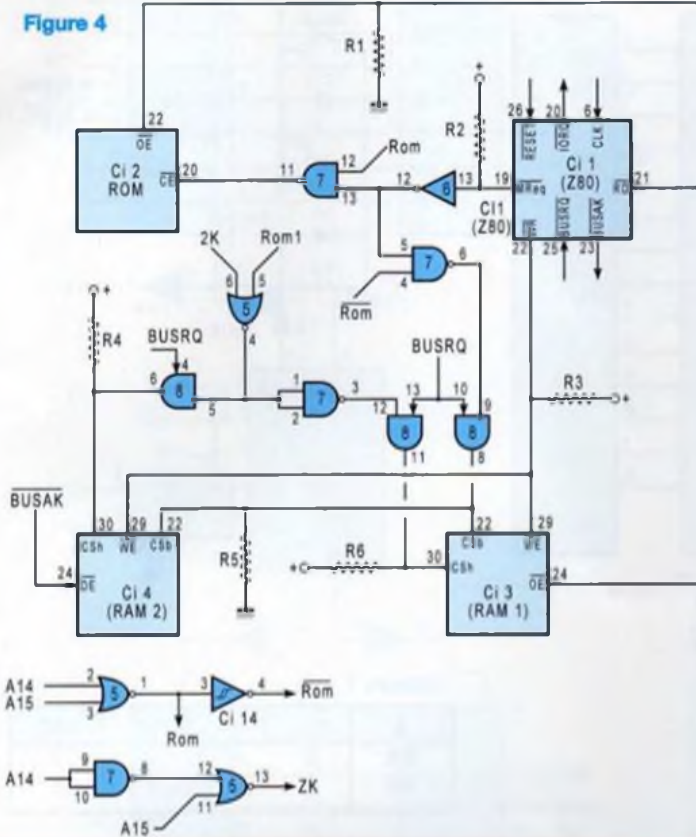
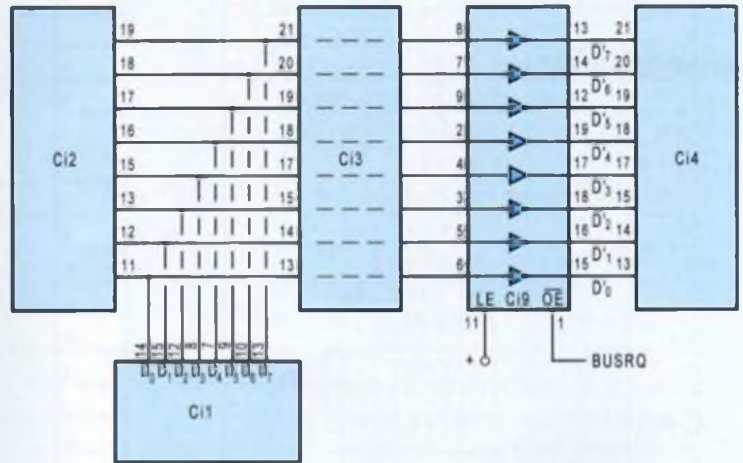


Figure 5



RAM2 n'a pas lieu d'être lue par le Z80. Cette zone définit la fonction logique Zone Calcul :  $ZK = A14 \overline{A15}$ .

Le haut de la pile est l'adresse \$7FFF. Chaque RAM dispose de 2 entrées de sélection, l'une active au niveau 1, que nous appellerons CS<sub>H</sub>, et l'autre active au niveau 0, que nous appellerons CS<sub>B</sub>. Les notations des doc, CS et  $\overline{CS}$ , nous paraissent à éviter, puisque ces deux entrées ne sont évidemment pas systématiquement complémentaires. Pour qu'une RAM soit sélectionnée, il faut donc que  $CS_H \overline{CS}_B = 1$ .

La fonction logique Ram1 utilisée ici vaut 1 si le chargement de mémoire concerne la RAM1 ; celle-ci est également imposée si l'adressage se fait dans la zone calcul.

D'où  $CS_H1 = ZK + Ram1$ , et  $CS_H2 = CS_H1$ .

De la sorte, Ram1 reste constant pendant le chargement de toute une zone. D'autre part  $CS_B1 = CS_B2 = \overline{MReq} +$

Rom. Soit une validation de la RAM si la mémoire est sollicitée, mais pas la ROM. La commande d'écriture ( $\overline{WR}$ ) du Z80 commande directement les  $\overline{WE}$  des RAM.

Pour la lecture de la RAM1 en programme, il suffit de relier son  $\overline{OE}$  au  $\overline{RD}$  du Z80. La RAM2 n'étant pas lue en cours de programme, son  $\overline{OE}$  est relié au  $\overline{BUSAK}$  (BUSAcknowledgement, c'est-à-dire DMA entérinée).

Lorsque le Z80 est en DMA, ses sorties sont en haute impédance. Les résistances de tirage au (+) ou à la masse imposent alors le potentiel adéquat. Par exemple  $\overline{RD} = 0$ , on peut donc lire la RAM1. De plus, certaines entrées sur les RAM se font par l'intermédiaire du driver 3 états C18. Dès que  $\overline{BUSRQ}$  passe à 1, le driver est en haute impédance, donc les CS<sub>H</sub> des RAM passent à 1, et les CS<sub>B</sub> passent à 0.

La ROM peut être une 27(C)128, qui a exactement la capacité voulue, ou une

27(C)256, de capacité double, mais parfois moins chère, et de meilleur avenir. La seule différence de brochage porte sur la patte 27. Avec une 128, cette patte représente  $\overline{PGM}$ , et doit être reliée à la masse (au (+) pour la programmation). Avec une 256, cette patte représente A14, et doit être à la masse.

## LES BUS D'ADRESSES ET DE DONNEES

Le BUS de données (figure 5) arrive directement sur la RAM1, et doit passer par l'intermédiaire d'un latch pour la RAM2, car il faut distinguer les données en lecture. Le latch est transparent tant que se déroule le programme. Puis  $\overline{BUSRQ}$  (BUSRequest) passe à 1, et le latch devient opaque.

Pour le BUS d'adresses (figure 6), les lignes A0 à A13 sont reliées au Z80, à la ROM, aux deux RAM, et aux sorties compteur par l'intermédiaire de latches.

# GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz

Figure 6

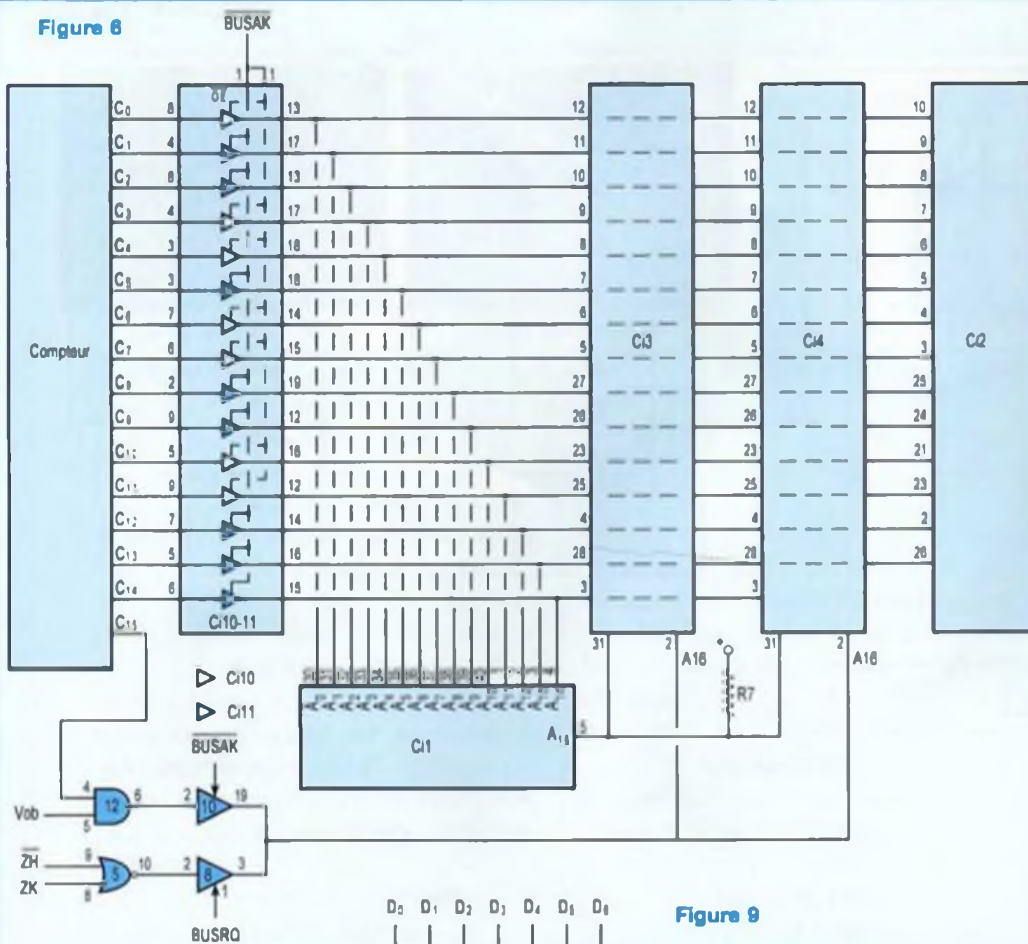


Figure 7

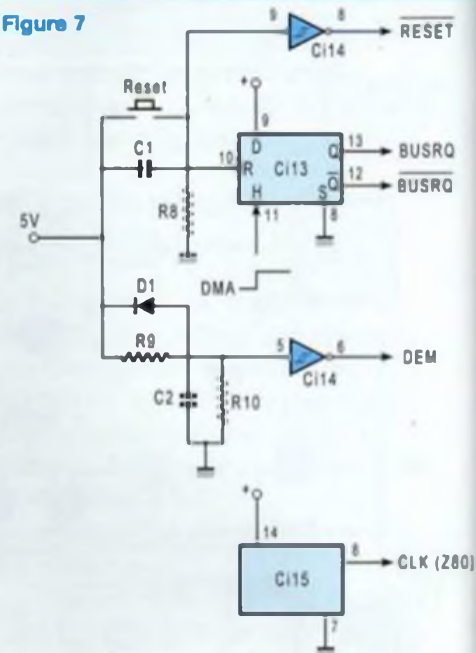
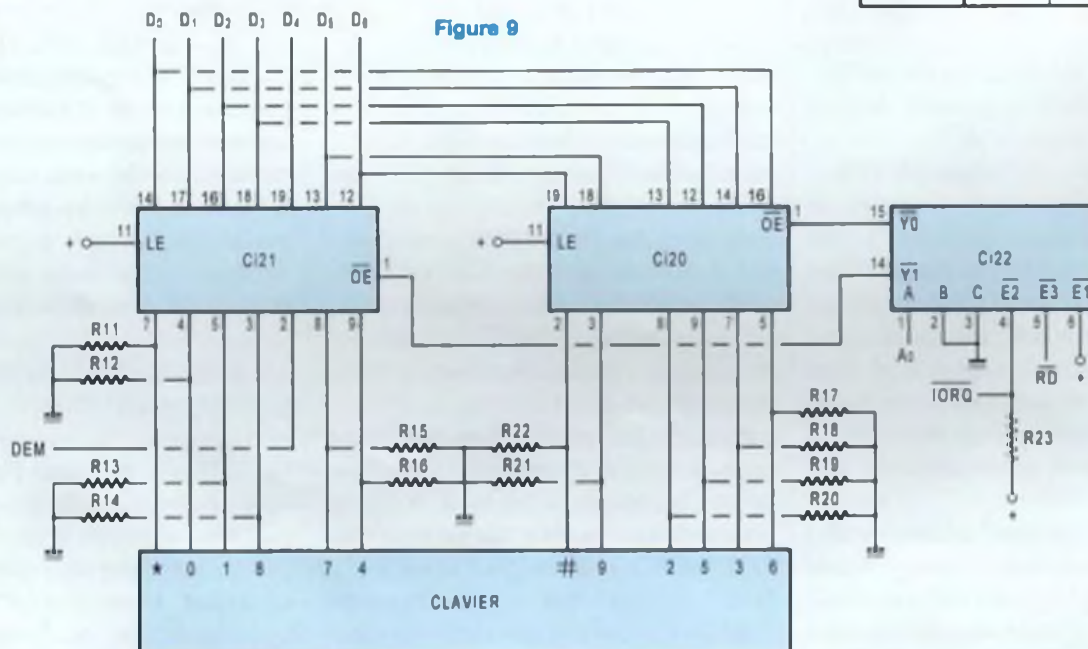


Tableau 1

k	0,1	1	10	100
kA	0	1	0	1
kB	0	0	1	1

Figure 9



La transparence des latches est définie par BUSAK.

A14 fait de même à l'exception de la ROM.

D'après la zone mémoire signal, A15 n'a

pas lieu d'être reliée au compteur, en DMA une résistance de tirage la porte à 1.

A16 n'existe que sur les RAM. En programmation, intervient un signal ZH

(zone haute, plus haut que la capacité du Z80). Mais il faut revenir en zone basse pour faire les calculs, donc A16 = ZH ZK. Là encore ZH reste constant pour le chargement d'une zone entière.

# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

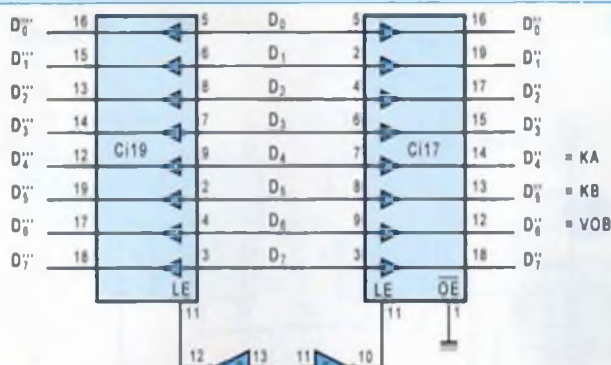


Figure 8

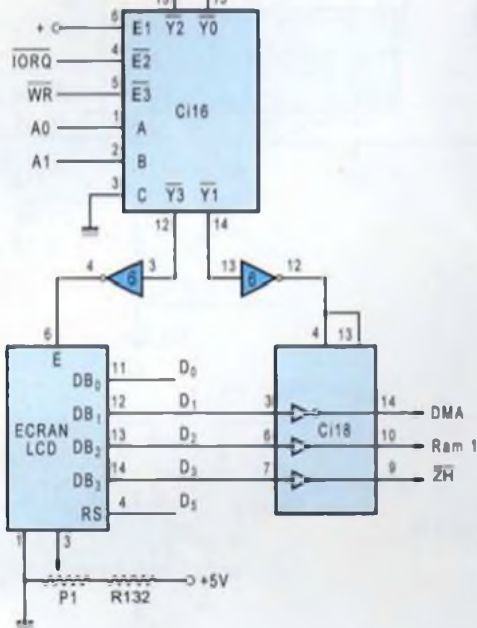


Figure 10

+ \* 7 4 1 0 8 5 2 / 9 6 3  
 ..... \* .....

1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	/

En DMA, A16 = C15 Vob. Il y a un décalage de C15 sur A16 au lieu de A15, puisque les zones «mémoire signal» ont toujours A15 = 1.

## DEMARRAGE, RESET ET DMA (figure 7)

Au démarrage, il y a une impulsion positive sur R8, imposant donc  $\overline{\text{BUSRQ}} = 1$  par le Reset de la bascule CI13.

Le programme est initialisé par une impulsion négative sur l'entrée  $\overline{\text{RESET}}$  du Z80, dont la durée est déterminée par la constante de temps R8.C1.

D'autre part, la sortie logique DEM est maintenue à 1 au démarrage, jusqu'à un instant déterminé par la constante de

temps R9.C2, beaucoup plus grande que la précédente. Le programme débute par le test de DEM. Si DEM = 1, on est en démarrage, et les instructions à ne faire qu'une fois sont effectuées. Sinon, il s'agit d'un Reset manuel, elles sont évitées. La diode D1 accélère la décharge de C2 à l'arrêt.

Le Reset manuel agit comme le démarrage sur les entrées  $\overline{\text{RESET}}$  et  $\overline{\text{BUSRQ}}$  du Z80.

Pour la mise en DMA, le logiciel commande le passage de 0 à 1 de DMA, ce qui fait basculer les sorties  $\overline{\text{BUSRQ}}$  et  $\overline{\text{BUSRQ}}$ .

On voit encore sur la figure que l'entrée  $\overline{\text{CLOCK}}$  reçoit la sortie d'un oscillateur quartz intégré de 4 MHz.

## LES PORTS DE SORTIE

(figure 8)

Quatre ports de sortie, numérotés de 0 à 3, sont nécessaires. Un port est sélectionné et validé par le multiplexeur CI16. Celui-ci est relié aux lignes d'adresse A0 et A1 pour la sélection, et aux sorties  $\overline{\text{IORQ}}$  (Input-Output Request) et  $\overline{\text{WR}}$  du Z80 pour la validation.

Le port zéro a 7 bits utiles, et il est muni du latch CI17. D<sup>7</sup> n'est pas utilisé.

Deux bits, kA = D<sup>4</sup> et kB = D<sup>5</sup>, permettent la sélection de k, selon le tableau 1. Le bit VOB est égal à D<sup>6</sup>.

Les 4 autres bits concernent la commande du filtre de la sortie 1. Nous verrons cela.

Le port 1, également muni du latch CI18, a 3 bits utiles, concernant la sélection de zone mémoire à programmer, et la DMA : Bit Ram1 issu de D2..

Bit  $\overline{\text{ZH}}$  issu de D3.

Bit DMA issu de D1.

Le port 2, muni du latch CI19, a deux rôles distincts selon qu'on est en fréquences fixes ou en vobulation.

Si VOB = 0, il y a 6 bits utiles, dont quatre commandent le filtre de la sortie 2.

Le bit F3 = D<sup>4</sup>, vaut 1 si une fonction 3xy (créneau) est demandée en voie 2.

Le bit SALV = D<sup>5</sup> vaut 1 si la salve est demandée.

Si VOB = 1, les huit bits sont utiles et commandent le CNA de marquage en fréquence.

Le port 3 est celui de l'écran LCD.

## LES PORTS D'ENTREE

(figure 9)

Le seul composant d'entrée est le clavier, qui nécessite deux ports d'entrée, munis des CI20 et 21, en haute impédance quand ils ne sont pas sollicités. Le multiplexeur CI22 ne nécessite que l'adresse A0 pour la sélection. Il est relié pour la validation à  $\overline{\text{IORQ}}$  et  $\overline{\text{RD}}$  du Z80. DEM passe aussi par CI21. La figure 10 donne le brochage du clavier.

# GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz

Figure 11

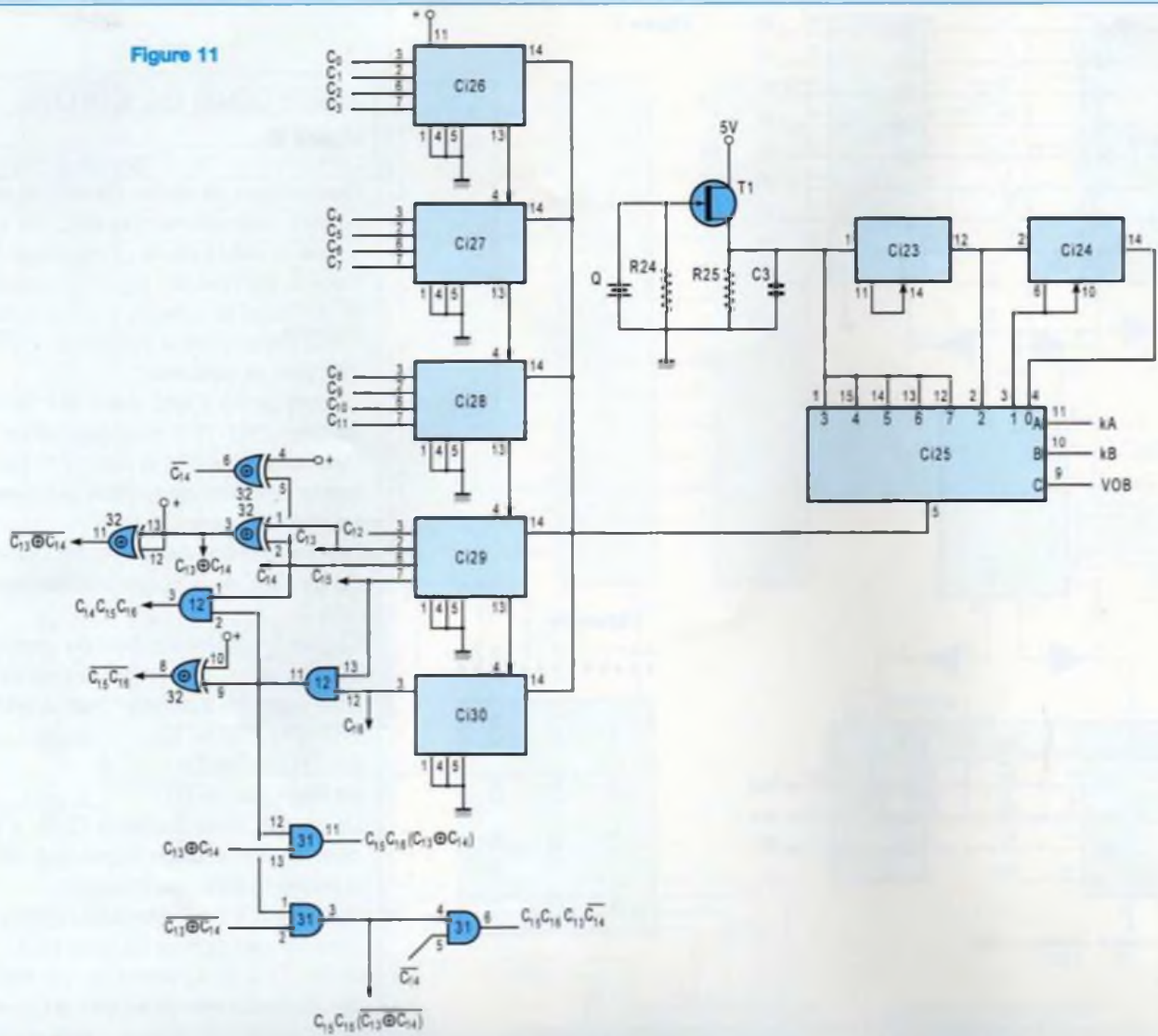
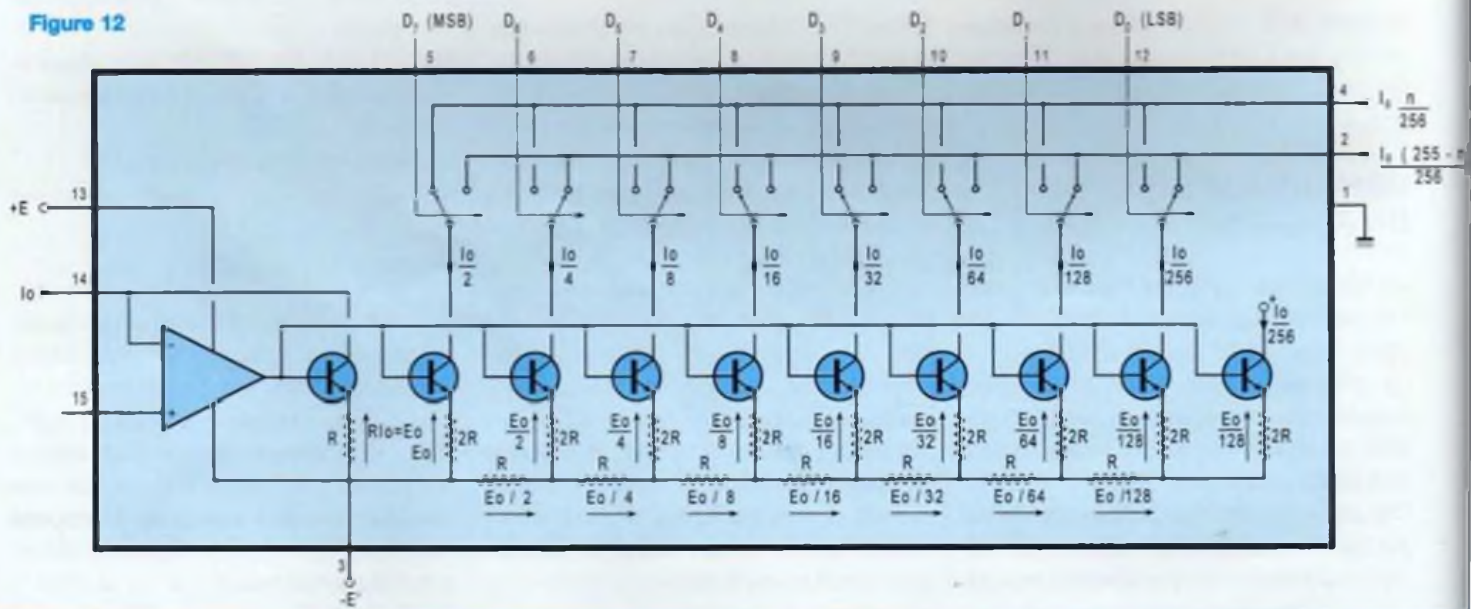


Figure 12





# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

Figure 13

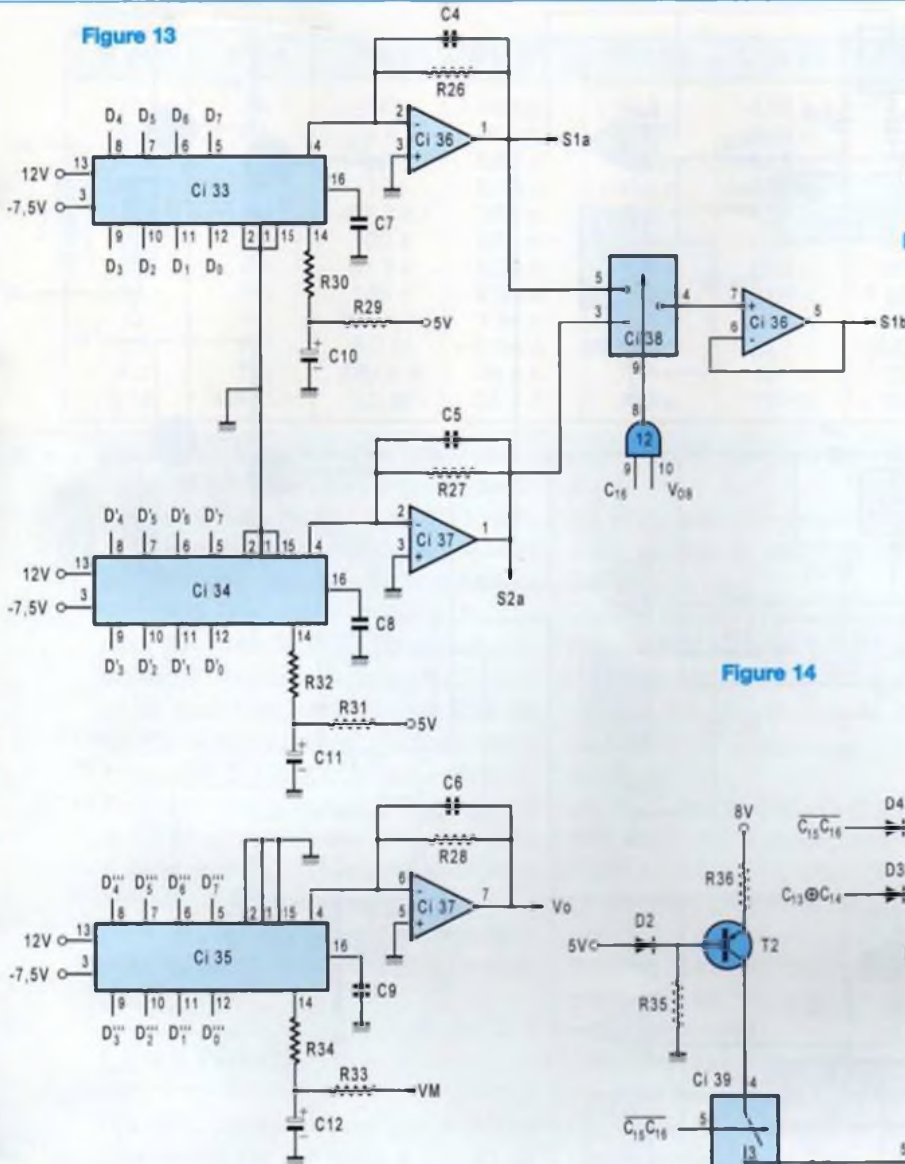


Figure 15

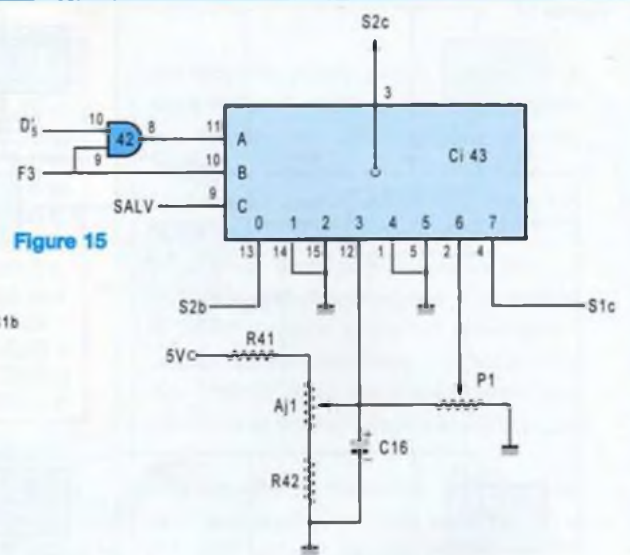


Figure 14

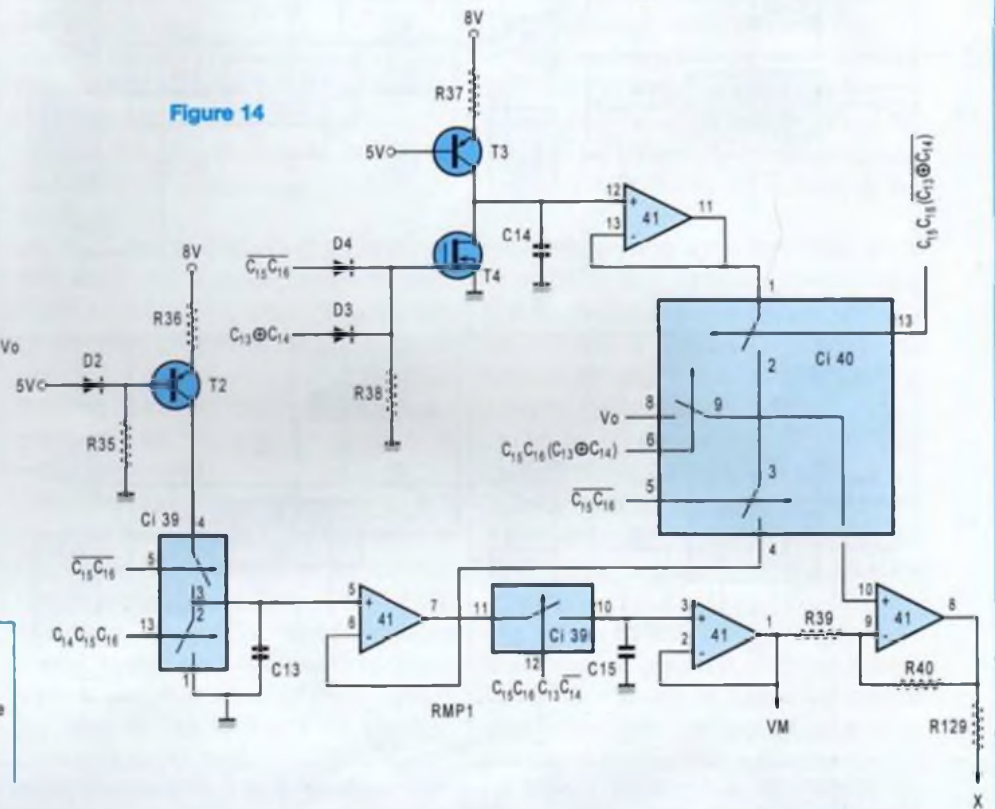
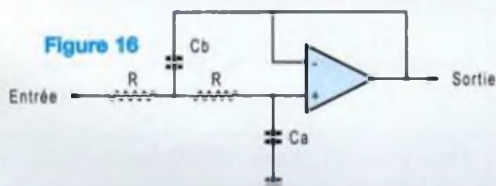


Figure 16



## LE COMPTEUR (figure 11)

L'oscillateur à quartz de 3,2768 MHz est le même que celui du multimètre numérique (n° 153). Il attaque un diviseur par 10, CI23, suivi d'un diviseur par 100, CI24.

Le commutateur CI25 sélectionne la fré-

quence voulue, ses entrées de sélection A et B étant commandées par kA et kB.

On trouve ensuite un diviseur synchrone formé par une cascade de 5 diviseurs par 16 : CI 26 à CI30.

La figure montre également l'obtention de certains signaux logiques nécessaires pour la vobulation.

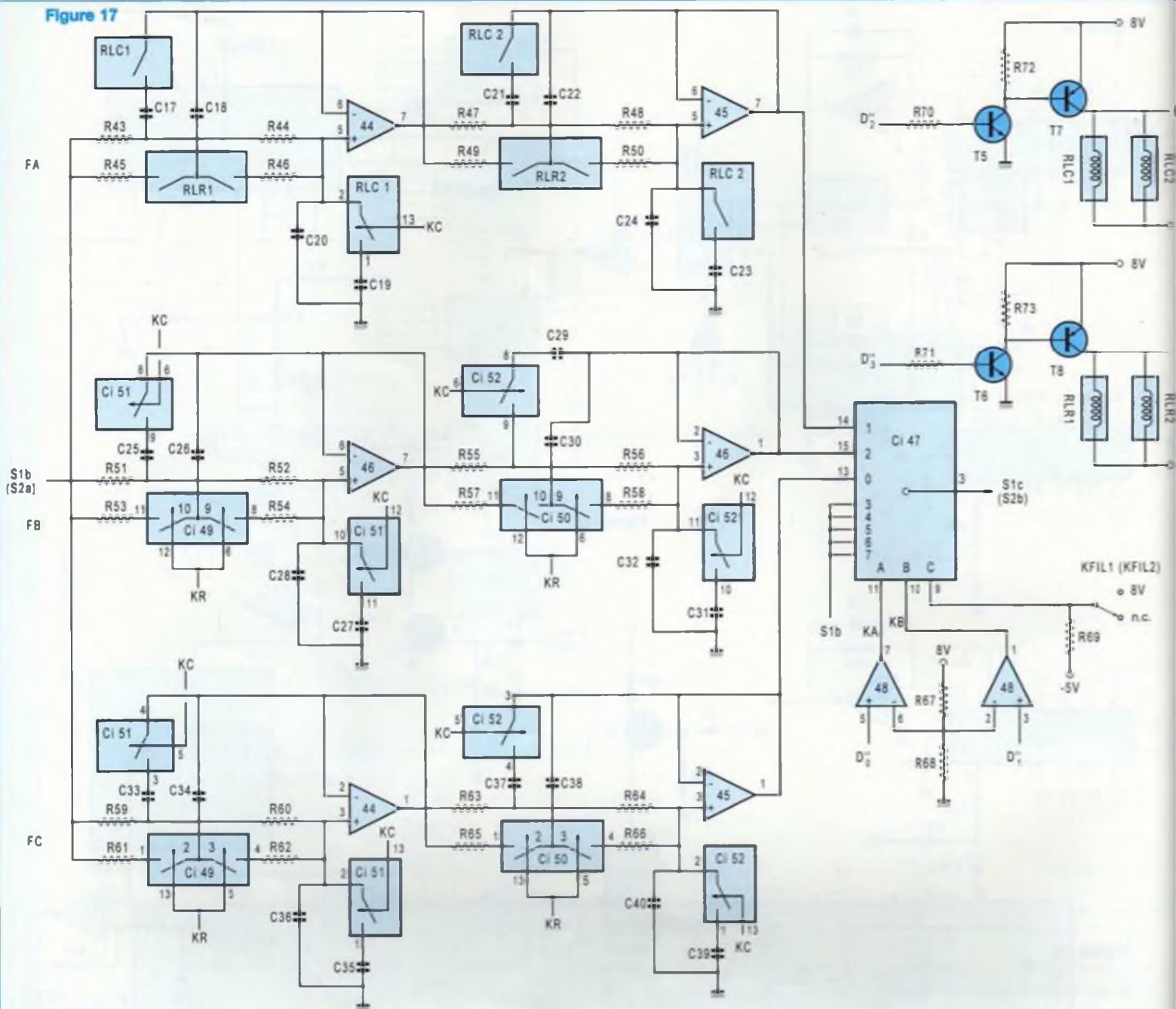
## LES CNA

On utilise les circuits intégrés DAC08, dont le schéma interne est donné figure 12, avec l'indication de tensions présentes qui expliquent le fonctionnement.

Avec un courant d'entrée  $I_0$ , on obtient

# GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz

Figure 17



un courant de sortie borne 4 égal à :  $I_0 n / 256$ . Sur la figure,  $n = 156$ .

On utilise donc trois DAC08, selon la figure 13. Les courants d'entrée sont obtenus à partir du 5 V avec un filtrage sévère indispensable. Les courants de sortie sont convertis en tensions avec des AOP, et un filtrage léger pour les commutations. Les sorties obtenues, positives, sont S1a, S2a, et V0. S1b reproduit S1a en fréquences fixes.

et bascule de S1a à S1b en vobulation par le commutateur CI38.

## LA SORTIE X (figure 14)

Le transistor T2 est un générateur de courant constant, fournissant RMP1. C13 est déchargé lorsque C14, C15, C16 = 1. La diode D2 est nécessaire pour éviter que la borne 4 de CI40 dépasse les 5 V de son alimentation.

De même, T3 produit RMP2. Le MOS T4 est bloqué, donc ne permet la charge, que si C15, C16 = 0 et C13 ⊕ C14 = 0. L'AOP CI41a donne VM par échantillonnage, et CI41c donne la sortie  $X = 2 RMP1 - VM$ .

## CRENEAUX ET SALVES

(figure 15)

Les salves sont produites par le commu-

# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

Tableau 2

f0 (Hz)	Filtre	R (Ω)	C1a (F)	C1b (F)	C'1a (F)	C'1b (F)
120 k	FA	317	833 p	15,9 n	4,28 n	6,56 n
38 k	FA	1 k	833 p	15,9 n	4,28 n	6,56 n
12 k	FA	317	8,33 n	159 n	42,8 n	65,6 n
3,8 k	FA	1 k	8,33 n	159 n	42,8 n	65,6 n
1,2 k	FB	31,7 k	833 p	15,9 n	4,28 n	6,56 n
380	FB	100 k	833 p	15,9 n	4,28 n	6,56 n
120	FB	31,7 k	8,33 n	159 n	42,8 n	65,6 n
38	FB	100 k	8,33 n	159 n	42,8 n	65,6 n
12	FC	687,5 k	3,84 n	73,3 n	19,7 n	30,25 n
3,8	FC	2,2 M	3,84 n	73,3 n	19,7 n	30,25 n
1,2	FC	687,5 k	38,4 n	733 n	197 n	302,5 n
0,38	FC	2,2 M	38,4 n	733 n	197 n	302,5 n

tateur CI43. Ses entrées de sélection B = F3 et C = SALV sont alors à 1. Tous les D' sont identiques, l'entrée A = F3 D'5 commute alternativement un niveau constant réglable par potentiomètre extérieur (entrée 6), et la voie 1 (entrée 7).

Avec F3 = 1 et SALV = 0, on obtient également ici les créneaux de la voie 2, avec ici un temps de montée assez bon, de 40 ns. A fait commuter les entrées 2 (masse) et 3 : niveau ajusté intérieurement pour que la hauteur du créneau soit la même qu'en sortie de CNA, soit 3V. Il y aurait intérêt à prélever ici une sortie créneau (la maquette ne l'a pas). Si F3 est nul, SALV aussi, c'est l'entrée 0, soit S2b (S2 en sortie de filtre) qui sort en S2c.

## LE FILTRAGE

Les filtres utilisés sont des passe-bas de Tchébycheff du 4<sup>ème</sup> ordre à 0,1 dB de variation d'amplitude dans la bande passante.

Avec  $x = f / f_0$ , la fonction de transfert complexe sortie / entrée est :

$$H = H_1 H_2$$

avec  $H_1 =$

$$1 - \left( \frac{x}{1,1533} \right)^2 + jx \frac{0,4580}{1,1533}$$

et  $H_2 =$

$$1 - \left( \frac{x}{0,7892} \right)^2 + jx \frac{1,616}{0,7892}$$

Jusqu'à  $x = 1$ , on peut vérifier que le gain vaut 1 à 1 % près. Puis il chute rapide-

ment : 0,742 pour  $x = 1,2$  ; 0,068 pour  $x = 2$ .

$H_1$  et  $H_2$  sont des passe-bande second ordre réalisés en structure de Sallen et Key : figure 16.

$Q_1 = 1 / 0,4580 = (1/2) \sqrt{C'1b / C1a}$ . D'où  $C1b = 19,06 C1a$ .

De même  $C2b = 1,532 C2a$ .

On a adopté 12 valeurs de  $f_0$ , de 0,38 Hz à 120 kHz, en progression géométrique de raison  $\sqrt{10}$ .

Un sinus de fréquence  $f$  est traité par un filtre dont  $f_0$  a la valeur minimum supérieure à  $1,2 f$ . Ce 1,2 est un large facteur de sécurité, pour éviter toute baisse de gain.

Pour les autres fonctions,  $f_0$  sera multipliée par  $10 \sqrt{10}$ , sauf limitation à la valeur maximum.

Comment réaliser ces 12 valeurs de  $f_0$  ? Il y a de nombreuses solutions selon le nombre de filtres adopté et les commutations dans chaque filtre. On a choisi trois filtres, appelés FA, FB et FC, chacun d'eux ayant par interrupteurs deux valeurs par résistance et deux valeurs par capacité :  $2 \times 2 \times 3 = 12$ . Il y a de plus un commutateur final.

La figure 17 représente le schéma complet relatif à la voie 1 et conduit de S1b à S1c. L'autre est bien entendu identique, et conduit de S2a à S2b. La nomenclature ajoute l'indice b aux composants de la voie 2.

Notons qu'il n'y a par voie qu'une commande générale pour toutes les résistances (KR) et une pour les capacités (KC).

Les interrupteurs de FA sont des

contacts de relais, parce que les impédances sont faibles. Les deux autres emploient des interrupteurs électroniques.

Le tableau 2 indique les valeurs effectives de R (= R'), C1a, C1b, R', C'1a, C'1b, pour les douze valeurs de  $f_0$ .

Pour réaliser chaque valeur de capacité, le circuit imprimé prévoit la place pour 2 condensateurs parallèle ; il faudra faire des essais avec un capacimètre pour aboutir à la bonne valeur. Un 2000 points suffit.

Les entrées de sélection du commutateur final sont KA et KB, issus de D0 et D1, KC venant de D2 et KR de D3. Ce commutateur étant alimenté par -5 V et 8 V, ces entrées de sélection passent par l'intermédiaire d'un AOP comparateur alimenté de même. KR et KC passent par un circuit à transistors, puisqu'il leur faut fournir du courant à des relais.

Pour conserver la sortie non filtrée, il suffit de porter son entrée de sélection C à 8 V par l'interrupteur de façade KFIL.

Le tableau 3 indique, en sinus, les valeurs de ces 4 commandes selon la zone de fréquence.

On trouve également dans ce tableau un code pratique CF de 0 à 5 attribué à F dans le logiciel. La valeur entre parenthèses est celle de r, qui n'influe pas sur CF, mais sur la place de la valeur dans le tableau.

Et la valeur de  $(CF + 2r)$  qui en découle. Dans chaque zone, on n'obtient qu'une valeur de  $(CF+2r)$ , et toutes les valeurs sont différentes ; le logiciel peut donc envoyer le bon quartet sur le port de sortie concerné, d'après la valeur de  $(CF+2r)$ .

## LES CIRCUITS DE SORTIE

(figure 18)

Il y a là encore deux montages strictement identiques.

L'inverseur de façade KNIV est dans la figure en position zéro min. CI55 réalise alors une amplification d'un facteur 3,9,

# GBF SYNTHÉTISÉ 0,1 Hz - 102,4 kHz

Figure 18

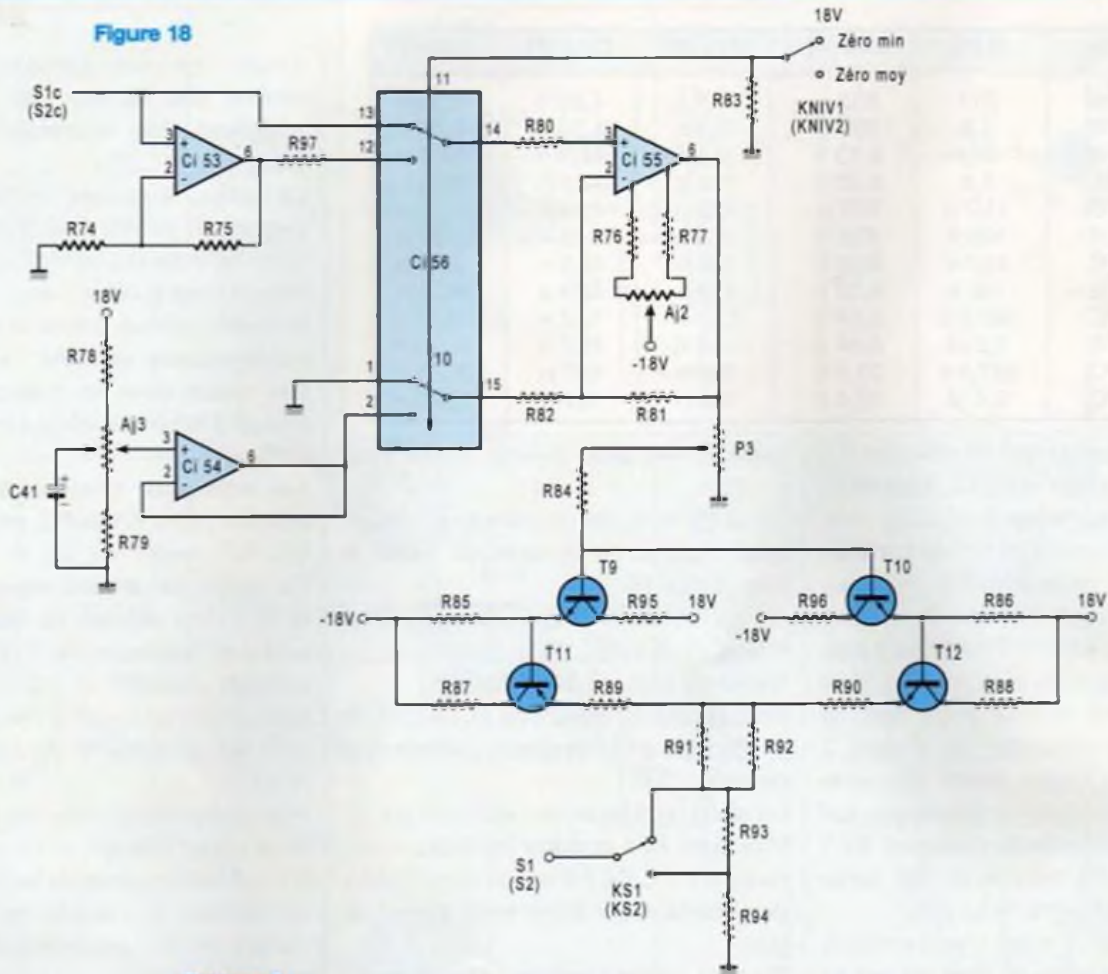


Tableau 3

f (Hz)	< 0,31	0,31 à 1	1 à 3,1	3,1 à 10	10 à 31	31 à 100	100 à 310	310 à 1 k	1 k à 3,1 k	3,1 k à 10 k	10 k à 31 k	> 31 k
KA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
KB	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
KC	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
KR	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
→port	4	C	0	8	6	E	2	A	5	D	1	9
CF(0)	0	1	2	3	4	5						
CF(1)			0	1	2	3	4	5				
CF(2)					0	1	2	3	4	5		
CF(3)						0	1	2	3	4	5	
CF+2r	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Tableau 4

	Anode D7	Cathode D8	i1	i2	i3	i4	Sortie
y > 0	-y	0	-y/R	0	y/R	2y/R	y
y < 0	-y/3	-2y/3	-y/3R	-2y/3R	-y/3R	0	-y

alors que les CI 53 et 54 sont inutilisés.

Les signaux évoluent alors de 0 à 11,5 V ; sinon, il y a une amplification double par CI 53, avec un décalage de niveau, ajus-

table par Aj3 pour que les extrema soient bien symétriques.

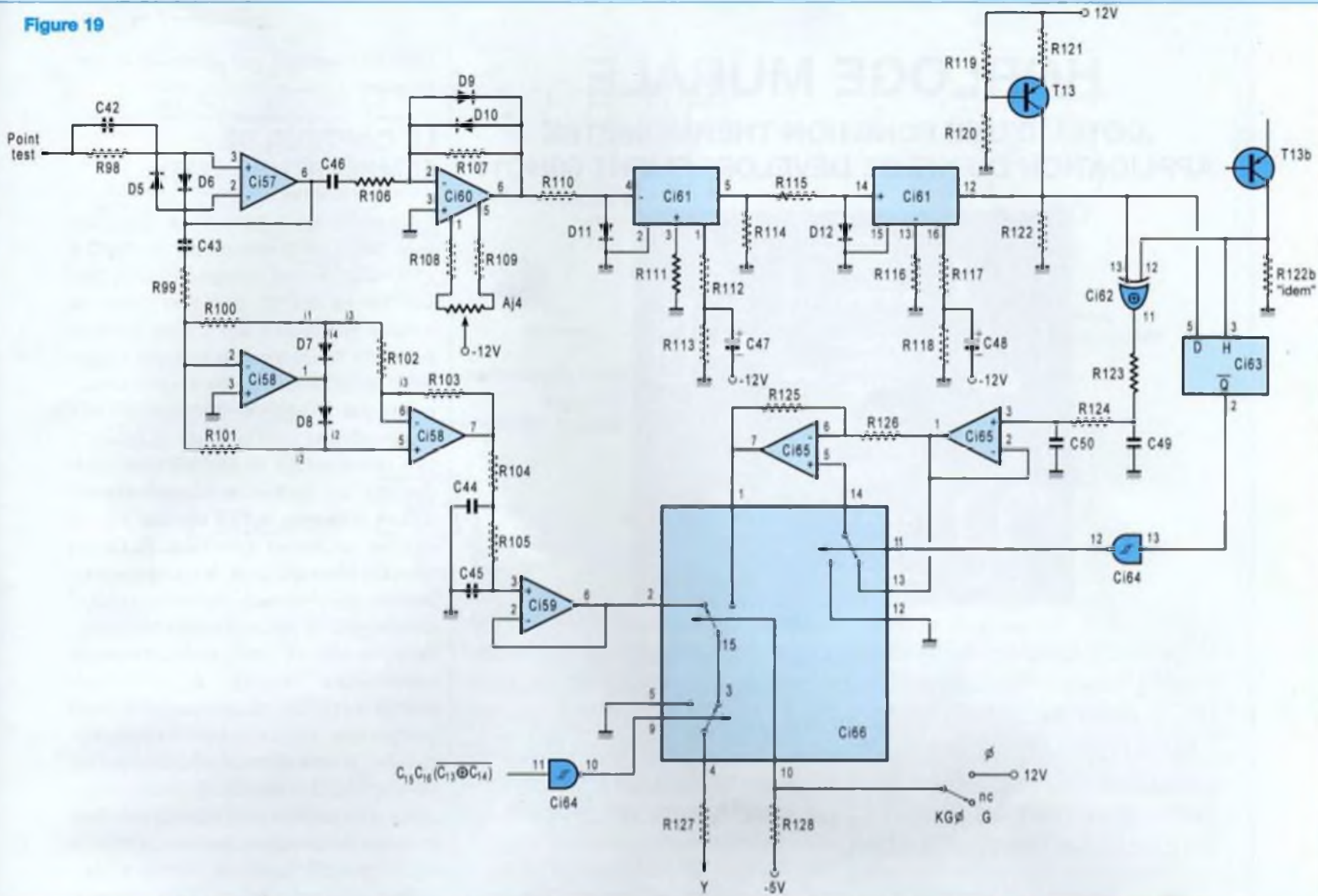
L'étage final à transistors est celui du GBF précédent.

Les temps de montée en créneaux sont

de : 3 µs sur la voie 1 ; 500 ns sur la voie 2 en zéro moy ; 50 ns sur la voie 2 en zéro min. Il faut donc se placer dans ce dernier cas si on veut un temps de montée correct.

# UNE PROFUSION DE FONCTIONS

Figure 19



## LA SORTIE Y (figure 19)

Cette section ressemble nécessairement à celle du GBF précédent. Néanmoins, il y a des différences, pour varier un peu.

Le signal point-test passe par le suiveur CI57 muni d'une protection. Le CI58 est un redresseur parfait double alternance, le tableau 4 expliquant le fonctionnement, selon le signe de y.

Le circuit d'amplitude est complété par un filtre passe-bas second ordre.

Pour la phase, on sait qu'il faut sur la sortie GBF et sur le point-test un comparateur sans hystérésis, qu'on peut aussi considérer comme un ampli écrêteur de grand gain. Pour cela, on trouve avec CI60 un ampli inverseur écrêteur de gain

2,5, puis deux étages consécutifs avec l'OTA CI61 (ampli à transconductance).

Un étage fournit un courant de sortie égal à  $10 U_e I_o$ , où  $U_e$  est la tension présentée sur la borne d'entrée (4 ou 14).  $I_o = 2 \text{ mA}$  est le courant entrant sur les bornes 1 et 16. Le gain de chaque étage est ainsi de 20, le premier étant inverseur et le second non inverseur. On n'utilise de diode d'écrêtage que pour une polarité, car une diode interne agit pour l'autre. L'OTA donne des sorties centrées sur la masse, T13 est un générateur de courant de 2 mA, translatant la deuxième sortie entre 0 et 4V.

Ce comparateur est un peu plus simple que celui du n° 158. Suffisant ici, il est moins performant en fréquence.

La sortie GBF subit le même traitement pour la phase, sauf la protection sur le

CI57b (ici l'indice b concerne le montage traitant la sortie GBF) et l'absence de correction d'offset sur le CI60b. En effet, l'entrée est toujours à grande amplitude, issue de la sortie de CI55b. La figure ne montre que la sortie de ce comparateur sur R121b. On trouve ensuite un OU exclusif, un filtre passe-bas donnant la valeur moyenne proportionnelle à  $|y|$ . Cette valeur est inversée ou non selon le signe de  $\varphi$  par CI65.

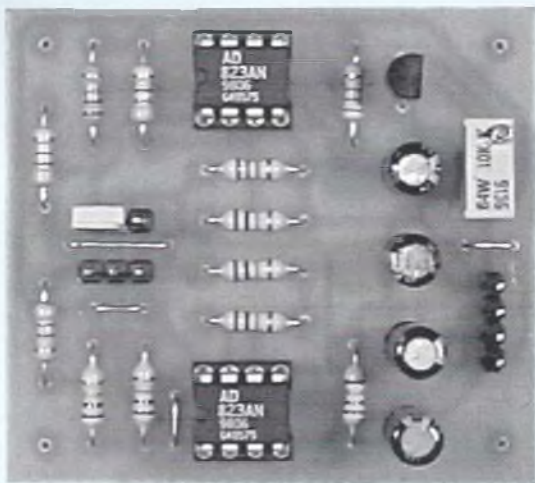
La sortie  $\bar{Q}$  de la bascule CI63 donne en effet 0 si le point-test est en retard, et 1 s'il est en avance. Un commutateur de CI66 sélectionne G ou  $\varphi$  selon la position de l'inverseur de façade KG $\Phi$ ; un autre alterne la courbe de réponse et la masse au rythme de RMP2.

À suivre...

Georges Lavertu

# HORLOGE MURALE

DOTÉE D'UNE FONCTION THERMOMÈTRE  
APPLICATION DU KIT DE DÉVELOPPEMENT 68HC11



Rappelons que le Kit de développement pour microcontrôleur 68HC11 avait fait l'objet d'une première série d'articles dans Led à partir du n°145. Le projet qui vous est proposé aujourd'hui a une portée à la fois pédagogique et pratique : divisé en trois modules indépendants, il vous permettra de vous former progressivement au 68HC11 tout en réalisant un produit qui aura sa place dans votre salon.

**A**dmettons le, ce projet n'est pas d'une originalité saisissante ! Il se démarque pourtant de bien d'autres réalisations de ce type par quelques points de détails non négligeables :

\* Nous avons choisi d'utiliser des afficheurs d'une grande taille, qui permettent un affichage en trois couleurs différentes (rouge, vert et jaune). Cette possibilité dépendra cependant des sources d'approvisionnements et du prix que vous souhaitez mettre dans cette réalisation.

\* La saisie de température est double : extérieure et intérieure.

\* Il sera possible d'accéder à plusieurs modes d'affichages (alternance heure/température, affichage fixe, etc....)

\* Le réglage de l'heure ou la sélection

heure/température seront possibles depuis votre fauteuil, grâce à une télécommande HF.

\* Les trois modules du projet, totalement indépendants, seront avantageusement réutilisables pour d'autres projets.

## PRÉSENTATION MATÉRIEL- LE DU PROJET

L'illustration de la **figure 1** montre l'environnement matériel de l'horloge murale. Le kit de développement met en oeuvre pour ce projet les trois connecteurs dont il dispose. Le module d'affichage utilise le **port B**, le récepteur HF utilise le **port C** et le module d'acquisition de la température exploite une fraction du **port E**. Pour démarrer en douceur, nous allons aujourd'hui nous consacrer exclusive-

ment au module d'acquisition de la température.

## LE CAPTEUR DE TEMPÉRATURE LM35

Ce capteur peut fonctionner dans une large plage de températures, de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+150^{\circ}\text{C}$ . Il délivre directement une tension de  $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  avec une erreur de linéarité inférieure à  $0,5^{\circ}\text{C}$  dans toute sa plage de fonctionnement. Il est disponible sous deux boîtiers différents : métallique (TO46) ou plastique (TO92). Les brochages sont indiqués en **figure 2**. Une référence qui se termine avec un **H** désigne un boîtier métallique, tandis qu'une référence qui se termine avec **Z** désigne un boîtier plastique. Si l'avant dernière lettre est un **A**, le capteur est un modèle de meilleure précision ( $\pm 0,4^{\circ}$  contre  $\pm 0,8^{\circ}$  pour le modèle standard). Enfin, la lettre **C** indique une plage de température limitée à l'intervalle  $[-40^{\circ}\text{C}..+110^{\circ}\text{C}]$ , tandis que la lettre **D** indique une restriction plus forte de l'intervalle de température utilisable, qui est alors de  $[0^{\circ}\text{C}..+100^{\circ}\text{C}]$ . Toutefois, n'importe quel modèle peut fonctionner dans la plage de températures maximales de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+150^{\circ}\text{C}$ , moyennant une forte baisse de la précision pour les températures extrêmes.

Le montage le plus simple du LM35 est indiqué en **figure 3a** : une alimentation asymétrique de 4 à 20 V permet des mesures de températures positives, comprises entre  $2^{\circ}\text{C}$  et  $150^{\circ}\text{C}$ . En effet, l'électronique du LM35 ne permet pas un niveau de sortie inférieur à 20 mV à partir de ce câblage, et la lecture du  $0^{\circ}\text{C}$  est donc impossible. Pour obtenir la lecture de températures négatives, il suffit de polariser négativement la sortie du LM35, comme indiqué en **figure 3b**. Le choix de R1 dépend alors de la valeur de cette alimentation, et R1 sera calculée à partir de la relation suivante :

$$R1 = -V_{\text{alim}} / 50\mu\text{A}$$

C'est ce principe qui sera utilisé dans

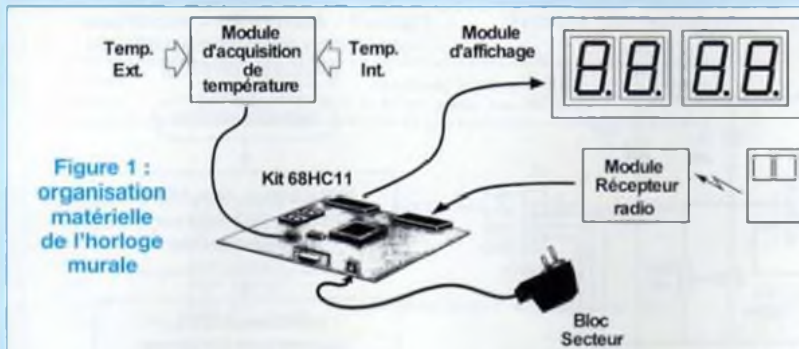


Figure 1 :  
organisation  
matérielle  
de l'horloge  
murale

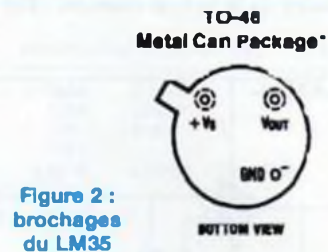


Figure 2 :  
brochages  
du LM35

LM35M, LM35AM,  
LM35CH, LM35CAH or LM35DM

TO-92  
Plastic Package



Figure 3 : montages possibles du LM35

Figure 3a : montage  
de base (2°C) 150°C)

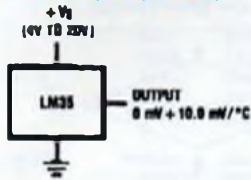
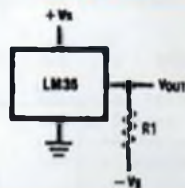


Figure 3b :  
montage assurant la pleine échelle de mesure



Choose  $R_1 = -V_S/50 \mu A$

$V_{OUT} = +1,500 \text{ mV at } +150^\circ\text{C}$   
 $= +250 \text{ mV at } +25^\circ\text{C}$   
 $= -250 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$

notre module, afin d'utiliser le capteur dans une gamme de températures comprise entre  $-40^\circ\text{C}$  et  $+87^\circ\text{C}$ . Ce choix a été dicté par les conditions de mesures disponibles :

- \* D'une part, le convertisseur utilisé possède une résolution de 8 bits, et permet donc 256 points de mesures.
- \* D'autre part, la précision du capteur nous permet d'envisager une mesure par palier de  $0,5^\circ\text{C}$ .

Ces conditions nous permettent d'envisager une plage de températures globale de 128 degrés. Si on se base sur les variations extrêmes de la température observables en France (autour de  $-20^\circ\text{C}$  en hiver et jusqu'à plus de  $60^\circ\text{C}$  par effet de serre en été), une plage utile de  $-40^\circ\text{C}$  à  $87^\circ\text{C}$  semble raisonnable.

## LE MODULE D'ACQUISITION DE LA TEMPÉRATURE

Il est indiqué sur le schéma structurel de la figure 4. Une référence de tension intégrée de 2,5 V, le LM336, permet d'obtenir une bonne précision de mesure. IC1:B assure l'adaptation d'impédance avec le pont diviseur réalisé autour de

R4, R5 et R12. Son rôle est de fournir une tension de référence de 0,78 V au capteur LM35. En effet, l'alimentation du montage est issue du kit 68HC11, qui n'utilise qu'une source de tension positive de 5 V. D'où l'idée de décaler le potentiel de la broche de masse du LM35 à 0,78 V. Tel qu'il est câblé sur le module, le capteur est alimenté sous une tension équivalente de [5-0,78] soit 4,12 V. Du point de vue du LM35, le niveau réel de la masse correspond à un potentiel négatif de  $-0,78\text{V}$ . Les résistances R2 et R3 assurent ainsi la polarisation négative de la sortie du LM35, ce qui lui permet de mesurer des températures négatives. IC1:A permet d'attaquer le capteur sous une impédance très faible.

Les capteurs sont suivis d'un étage d'amplification réalisé autour de IC2. Le niveau de sortie de chaque étage est défini par la relation suivante :

$$V_s = (V_e - 0,78) \cdot (1 + R_6 / (R_8 + R_{10})) + 0,78 = 1,95 \cdot (V_e - 0,78) + 0,78$$

Pour une température de  $-40^\circ\text{C}$ ,  $V_e = 0,78 - 0,4 \text{ V} = 380 \text{ mV}$ . La sortie de l'ampli est alors à zéro volts. Pour  $0^\circ\text{C}$ , la sortie passe à 0,78V. Enfin, pour notre tem-

pérature maximale de  $87^\circ\text{C}$ , la tension délivrée par le capteur est de [0,87V + 0,78V], soit 1,65V. La sortie de l'ampli passe dans ce cas à 2,5 V. Sur le kit 68HC11, la tension de référence du convertisseur doit donc être fixée à 2,5 V pour l'utiliser avec sa dynamique maximale (c'est ce qui est prévu d'origine sur le kit).

## JUSTIFICATIONS TECHNOLOGIQUES

Certaines des solutions structurelles proposées méritent une petite explication. IC1 utilise un TLC272, qui est un amplificateur mono-tension de Texas Instrument dont la tension de déchet en sortie est de 0,5 V environ (puisque'il doit délivrer 0,78 V, il reste de la marge pour assurer la régulation). Pour IC2, l'utilisation d'un amplificateur «rail to rail» est indispensable pour bénéficier d'un fonctionnement correct dans toute la plage de températures que nous avons prévue. Un amplificateur mono-tension comme le TLC272 peut également convenir, moyennant cependant une légère limitation sur les températures négatives. Toutefois, l'AD822 pourrait directement

# HORLOGE MURALE

Figure 4 : mesure de la température Int / Ext à partir du kit de développement 68HC11

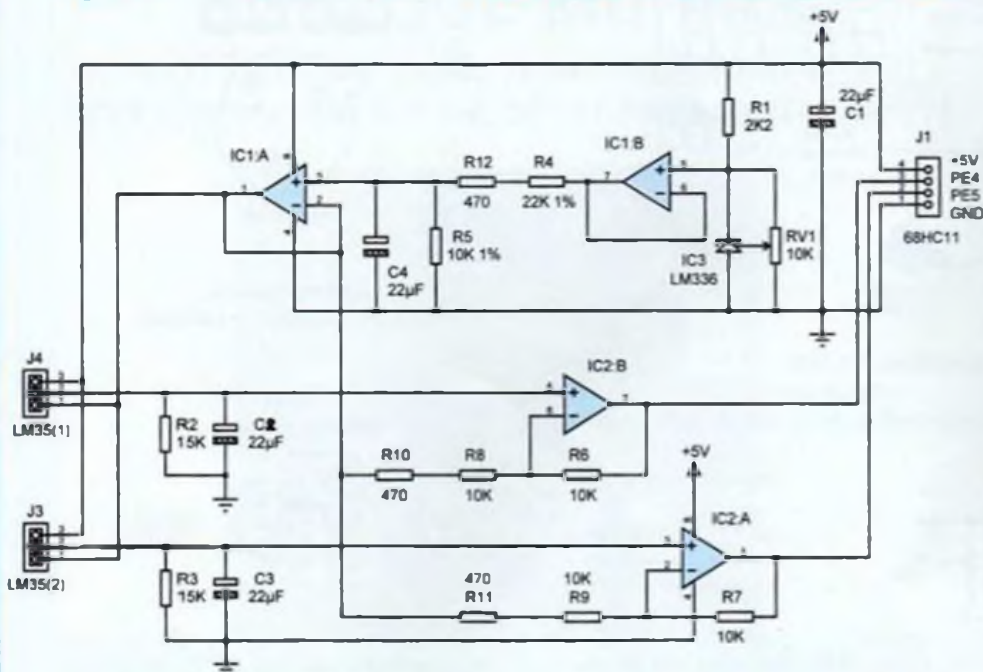


Figure 5 : tracé des pistes

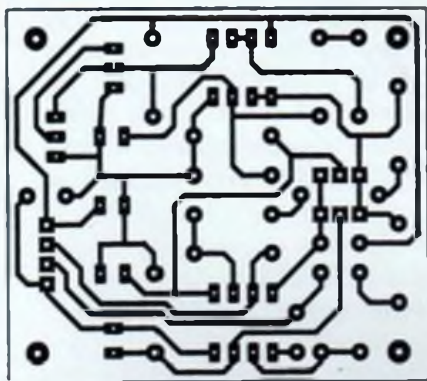


Figure 6 : implantation

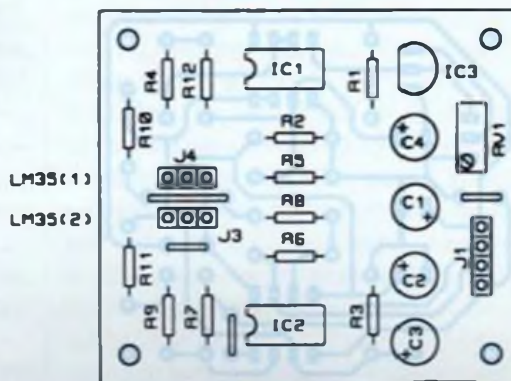
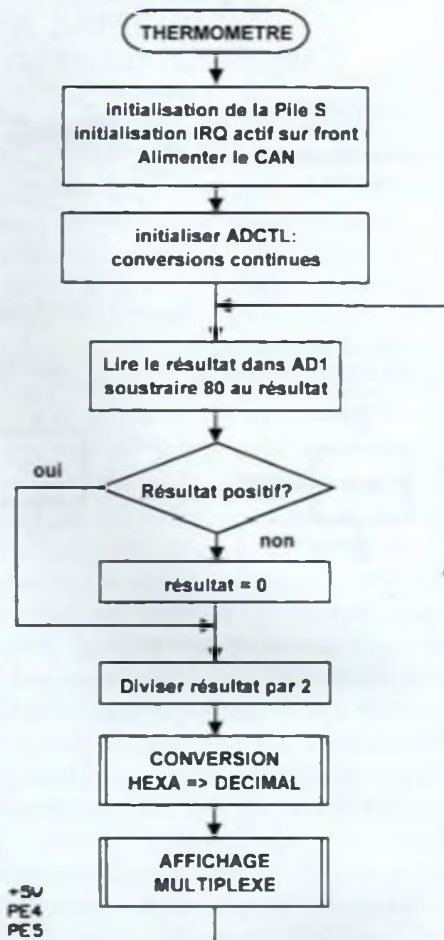


Figure 7 : thermomètre numérique : conversion sur AN4 ou AN5 puis affichage décimal



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### - Résistances

R1 : 2,2 kΩ  
 R2, R3 : 15 kΩ  
 R4 : 22 kΩ / 1 % (voir texte)  
 R5 : 10 kΩ / 1 % (voir texte)  
 R6 à R9 : 10kΩ  
 R10 à R12 : 470 Ω

### - Condensateurs

C1 à C4 : 22 µF / 16 V

### - Composants actifs

IC1 : TLC272  
 IC2 : AD822, TLC272  
 IC3 : LM336 -2V5

### - Divers

Picots x 6 (Capteurs)  
 Picots x 4 (connecteur HC11)  
 RV1 : multitour vertical 10 kΩ  
 Supports 8 broches x 2  
 Capteurs LM35DZ x 2

être remplacé par l'AD823, qui est juste une version plus rapide de ce même composant, voire par de nombreux autres composants du type «rail to rail».

La résistance RV1 permet de régler pré-

cisément la tension de 0,78 V destinée au capteur. Cependant, RV1 peut être omis à condition d'utiliser des résistances de précision pour R4 et R5. C'est pour éviter ce composant que la valeur du pont diviseur et des amplificateurs à

été ajustée à partir de résistances placées en série.

Au niveau des amplificateurs de sortie, aucune résistance de précision n'est nécessaire. En effet, si vous achetez les résistances de 10 kΩ dans un même lot,



# COMMANDE PAR 68HC11

Figure 8

```

*****
*****      Figure 8 : listing source      *****
*****      Thermomètre 0°C à 87°C avec sonde LM35      *****
*****
.....
PORTB      EQU $1004      (le PORTB est à l'adresse $1004)
PORTC      EQU $100A
OPTION     EQU $1039
ADCTL     EQU $1030
AN0       EQU $1031
DIGIT     EQU $10      (variable DIGIT à l'adresse $10)
FILE      EQU $C0

ORG $00      (La table commence à l'adresse $00)

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

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

LDS      #FILE      init CPU
LDAA     #01010000    init CAN + IRQE
STAA     OPTION
LDAA     #00100000    Selection PE0 au lancement
STAA     ADCTL      CAN en lecture continue
CLI      AN0        Autorisation des interruptions
                     lecture resultat
SUIE2
LDAA     AN0
SUBA     #80
BHI      SUIE2      si positif, afficher
CLRA     si negatif, forcer A = 00
SUIE2
LSRA     diviser A par 2 (paliers de 1°C)
STAA     DIGIT
BSR      HEXDE
LDAB     DIGIT
ANDB     #00001111
BSR      TRANS
STAA     PORTB
BSR      TEMPO
LDAB     DIGIT
LSRB
LSRB
LSRB
LSRB
BSR      TRANS
ORA      #01000000
STAA     PCRTB
BSR      TEMPO
BRA      SUIE2

.....
*****      CONVERSION HEXA/DECIMAL      *****
*****
HEXDE     CLRA
          LDAB      DIGIT
          LDX       #10
          IDIV      STAB      DIGIT
          XGDX     LSLB
          LSLB     LSLB
          LSLB     LSLB
          LSLB     LSLB
          ORB      DIGIT
          STAB     DIGIT
          RTS

*****      TRANSCODAGE HEXA/7 SEGMENTS      *****
*****
TRANS     LDX       #00000
          ARX
          LDAA     ,X
          RTS

** Sous programme IRQ: gestion de clavier **
*****
SPIRQ     BSR      TEMPO
          LDAA     PORTE
          ANDA     #00000110
          CMPA     #00000010
          BNE     TEST
          LDAB     #00100100    selection PE4
          STAB     ADCTL
          BRA      FIN
          CMPA     #00000010
          BNE     FIN
          LDAB     #00100101    selection PE5
          STAB     ADCTL
          FIN      RTI

*****      TEMPORISATION DE 5 ms      *****
*****
TEMPO     LDY       #1428
WAIT      DEY
          BNE     WAIT
          RTS

*****      INITIALISATION VECTEUR IRQ      *****
*****
ORG      $00EE
JMP      SPIRQ
END

```

vous êtes pratiquement certain de tomber sur des valeurs identiques. Et c'est tout ce qui compte ! Ce n'est pas la valeur précise des résistances qui est importante : ici, il est uniquement nécessaire qu'elles soient identiques.

Pour faire des économies, vous pourriez aussi choisir de monter sur le module une résistance de 2,2 kΩ à la place du LM336 et de RV1. Il faut toutefois s'attendre à une erreur de mesure nettement plus importante (typiquement 2°C, mais la précision dépend de la tension de sortie réelle du régulateur).

## RÉALISATION PRATIQUE

Le tracé des pistes, indiqué en figure 5, est réalisé en simple face. L'implantation des composants est indiquée en figure 6. On veillera à réaliser les quatre straps à partir de pattes de résistances. Enfin, il est recommandé d'implanter IC1 et IC2 sur un support. La liaison avec le kit 68HC11 sera réalisée à partir d'un câble en nappe de 4 brins, de préférence doté à chaque extrémité d'un connecteur de 4 broches femelles au pas de 2,54mm.

Pour effectuer le montage des capteurs sur le module, aidez vous du brochage indiqué en figure 2. Précisons que les capteurs sont représentés vu de dessous.

## ASPECTS LOGICIELS

L'organigramme de la figure 7 propose une routine simple de lecture de la température. Signalons une petite particularité: le programme va permettre de sélectionner la source (PE4 ou PE5) à partir du clavier. La gestion de clavier,

## HORLOGE MURALE

qui n'a pas été représentée sur l'organigramme, est assurée sous interruption. L'interruption IRQ a donc été préalablement initialisée de façon à être sensible sur front et non sur niveau (mise à 1 du bit D5 dans le registre **OPTION**). Ainsi, lorsqu'une touche sera enfoncée, l'interruption ne sera exécutée qu'une seule fois. Il sera donc nécessaire de relâcher la touche avant de pouvoir déclencher une nouvelle interruption.

On déclenche ensuite le convertisseur dans le mode continu (le CAN reprend un cycle de conversions dès qu'il a terminé le précédent, sans intervention extérieure). On entre alors dans la boucle active du programme, qui consiste préalablement à lire le résultat de conversion et de lui soustraire la valeur 80. Ce nombre est l'équivalent numérique de la tension de référence de 0,78 V (qui est obtenu avec une température de 0°C). Ainsi, si le résultat est positif, c'est que la température est positive également : il ne reste plus qu'à diviser ce résultat par deux pour obtenir la grandeur à afficher

en degrés (rappelons que la résolution est de 0,5°C, ce qui correspond à l'origine à deux pas de conversion par degré). Si le résultat est négatif, il est remplacé par zéro !

En effet, étant donné que l'affichage est obtenu à partir des deux afficheurs montés sur le kit, le programme n'assure que la visualisation des températures positives de 0°C à 87°C.

Le listing de la **figure 8** utilise des routines déjà utilisées lors de nos précédents programmes d'initiation (transcodage Hexa/BCD et BCD/7 segments, affichage multiplexé). En ce qui concerne le sous programme d'interruption, il y a peu à en dire :

- \* Une temporisation anti-rebond précède la lecture du port E ;
- \* Un masquage logique permet de ne conserver que les informations des bits d'entrée PE4 et PE5 ;
- \* Ensuite, on réinitialise le registre de contrôle du convertisseur en fonction de la touche enfoncée, afin de sélectionner l'un des deux capteurs.

### PROCÉDURE D'ÉTALONNAGE DU MODULE

Le réglage du zéro peut être effectué facilement, en reliant directement l'une des entrées de l'étage d'amplification du module à la tension de référence (0,78V). Les afficheurs du kit doivent alors indiquer zéro si on sélectionne cette voie. Pour être certain de la qualité de l'étalonnage, il faut jouer sur RV1 de façon à obtenir un affichage de quelques degrés, puis ajuster le potentiomètre jusqu'à ce que la valeur affichée passe tout juste à zéro. Ensuite, l'affichage du zéro peut être vérifié expérimentalement en plaçant le LM35 dans un verre d'eau garni de glaçons (veillez surtout à ne pas immerger les broches du capteur !). A ce stade, il ne vous reste plus qu'à effectuer des mesures de températures ambiantes en attendant la suite.....

Bernard Dalstein

## **A.E.P ELECTRONIC**

27 Av. de Pessicart - 06100 Nice - Tél. : 04 93 96 00 18 - Fax : 04 93 44 26 40

E-mail : [aep1@club-internet.fr](mailto:aep1@club-internet.fr) - Site : [perso.club-internet/aep1](http://perso.club-internet/aep1)

## **TUBES ELECTRONIQUES COMPOSANTS POUR AUDIOPHILES**

Condensateurs bain d'huile, polyesters HT, transformateurs de sortie **PLITRON**, **CME**, résistances de puissance non inductives, châssis sur mesure, câbles téflons, connectique audio, accessoires de câblages, accessoires de laboratoire, maintenance et dépannage de tout appareil à tubes, spécialistes **MC INTOSH**, **QUAD**, **AUDIO RESEARCH**...



Dépôt vente, distributeur agréé



# ABONNEZ-VOUS À

# LED

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

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

\* Ecrire en CAPITALES, S.V.P.

NOM : .....

PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

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

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

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

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

A retourner accompagné de votre règlement à :

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



6 rue François Verdier  
31830 PLAISANCE DU TOUCH (près de TOULOUSE)  
☎ : 05 61 07 55 77 / Fax : 05 61 86 61 89  
Site : [acea-fr.com](http://acea-fr.com) / email : [bernard.tonlatil@acea-fr.com](mailto:bernard.tonlatil@acea-fr.com)

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

### TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION

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

LED N°	Secondaires	Poids	Prix TTC
136-140	2x225 V-2x6,3 V	4,0 kg	500 Frs
138	2x300 V-2x6,3 V	2,8 kg	420 Frs
142	PRÉAMPLI TUBES circuits -C-	1,2 kg	520 Frs
143-145	2x230/240 V-12 V	4,6 kg	550 Frs
145	2x280 V-2x6,3 V	2,8 kg	420 Frs
146-150	2x380-2x6,3 V-5 V	6,0 kg	580 Frs
147-148	PRÉAMPLI TUBES circuits -C-	1,0 kg	490 Frs
149-153	ALIM. H.T. / Préampli tubes 2x300 V - 6,3 V	1,0 kg	490 Frs
151	2x270 V-12 V	4,6 kg	550 Frs
152	Prm. 220 V - Écran - Susc. 2x300 V-2x6,3 V	6 kg	610 Frs
154-159-160	Prm. 220 V - Écran - 2x360 V-5 V-8,3 V		540 Frs
155	Prm. 230 V - Écran - 2x230 V ou 2x330 V+12 V		500 Frs
157-160	Prm. 230 V - Écran - 380 V+6,3 V+4x3,15 V		580 Frs
161-162	Prm. 220 V / 230 V - Écran - 2x330 V-12 V-8,3 V en cuve	1 100 Frs	

### TRANSFORMATEUR DE SORTIE

LED N°	Impédance Prim	Impédance Sec	Puissance	Poids	Prix TTC
136-154	4 000 Ω	4/8/16 Ω	40 W	2,8 kg	610 Frs
138	5 000 Ω	4/8/16 Ω		1,2 kg	330 Frs
140	1 250 Ω	4/8 Ω	20 W	2,8 kg	520 Frs
143	2 000 Ω	4/8 Ω	60 W	4,0 kg	640 Frs
146	825 Ω	4/8 Ω	40 W	4,8 kg	580 Frs
Solo 145	7 000 Ω	8 Ω + 1 sortie		1,1 kg	590 Frs
146-150	8 800 Ω	4/8 Ω		2,9 kg	610 Frs
146-150-152	self 10H tête	330 Frs	circuit C		290 Frs
151	self 3H		circuit C		290 Frs
151	9 000 Ω	4/8 Ω			510 Frs
152	2,3/2,8/3,5 kΩ	4/8/16 Ω	30 W circuit C en cuve		1 400 Frs
155	8 000 Ω	4/8/16 Ω	20 W		500 Frs
157-160	3 800 Ω	4/8/16 Ω	50 W		640 Frs
159-160	3 500 Ω	4/8 Ω	15 W circuit C en Cuve		930 Frs
161-162	Circuit C. Modèle en Cuve pour Single tube 845 (impéd. sec. 8 Ω)				1 700 Frs

Support NOVAL C.I.	Prix Unit : 22 Frs	NOVAL Châssis	Prix Unit : 30 Frs
Support 4 cosses -300B-	Prix Unit : 85 Frs		
Support Jumbo (845)	Prix Unit : 140 Frs	Capot nickelé	Prix Unit : 120 Frs

### LAMPES

ECC83	Prix Unit : 60 Frs	ECC82	Prix Unit : 60 Frs
EF 86	Prix Unit : 140 Frs	ECC81	Prix Unit : 65 Frs
ECL88	Prix Unit : 75 Frs	ECC82	Prix Unit : 70 Frs
GZ32	Prix Unit : 100 Frs	EZ80	Prix Unit : 53 Frs
EZ81	Prix Unit : 89 Frs		

### LAMPES APPAIRÉES (prix par 2)

Jeu EL34	Prix : 265 Frs	Jeu EL84	Prix : 110 Frs
Jeu KTR8	Prix : 480 Frs	Jeu 6550	Prix : 670 Frs
Jeu 300B Sovtek	Prix : 1 280 Frs	Jeu de 2189	Prix : 320 Frs
Jeu 8L6	Prix : 118 Frs	Jeu de KTR8	Prix : 720 Frs
Jeu de 845	Prix : 880 Frs		

CONDITIONS de VENTE : France métropole - Règlement par chèque joint à la commande.

PORT : 78 Frs le premier transfo, 25 Frs en plus par transfo supplémentaires.

LAMPES : de 1 à 4 : 38 Frs et de 5 à 10 : 58 Frs (gratuit avec achat d'un jeu de transfos).

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMÉS

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
* Amplificateur -Le Triode 845- - Carte de commande - Polarisation de cathode - Alimentation 8,3 V - Alimentation stabilisée - Filtrage H.T.		25,00 F	40,00 F	
* Boite de mesure secteur * Horloge murale		49,00 F 11,50 F	79,50 F 18,00 F	
Numéro d'Abonné :	Remise consentie 25 %		Total TTC x 3 4	
Frais de port et emballage ..... 10 F				
<b>Total à payer</b>				<b>F</b>

NOM : .....

PRÉNOM : .....

N° : ..... RUE .....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....

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

## EDITIONS PÉRIODES

5, boulevard Ney, 75018 Paris

Tél. : 01 44 65 88 14

**WBT****CONNECTIQUES PROFESSIONNELLES**▷ **RCA mâles**

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

▷ **RCA chassiss**

WBT-0201	RCA chassiss isolé téflon	150F (pièce)
----------	---------------------------	--------------

▷ **Fourches**

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

▷ **Bananes mâles**

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

▷ **Borniers**

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

**TUBES AUDIO**

E1 34 Sovtek	98F	Support Optal CI	20F
6550 A	195F	Support Optal chassiss	32F
E1 84 Radio Technique	89F	Support 4br pour 300B	68F
6L6GC STA appaire	160F	Blindage pour tube Noval	30F
6L6GC WGB Siemens	165F	ECF80 Siemens	39F
300 B Chine	690F	ECF82 Mazda	55F
ECC 81-12 AT 7	70F	EZ81-6CA4	89F
ECC 82-12 AU 7	75F	EZ80-6V4	89F
ECC 83-12 AX 7	60F	K788 Chine	200F
Support Noval CI	18F	K788 STA appaire	290F
Support Noval chassiss	20F		

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

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

▷ **Tension d'isolement 450 volts**

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

**CONDENSATEUR POLYPROPYLENE A ARMATURE ETAIN**

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

▷ **Tension d'isolement 250 volts**

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

▷ **Tension d'isolement 400 volts****SN Radio Prim**  
composants électroniques

159, rue La Fayette, 75010 Paris

Tél. : 01 40 35 70 50

Fax : 01 40 35 43 63

E-mail: [contact@radioprim.com](mailto:contact@radioprim.com)Site Web: <http://www.radioprim.com>**OUVERT DU LUNDI AU SAMEDI**

▷ Du lundi au vendredi

de 9h30 à 12h30 et de 14h00 à 19h00

▷ Samedi de 9h30 à 12h30 et de 14h00 à 18h30

**NOUS RÉALISONS SUR COMMANDE VOS CÂBLES AUDIO, VIDÉO, TOUS TYPES DE CONNECTIQUES****SOUDEURE A L'ARGENT**

Idéal pour souder la connectique.

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

**CONNECTIQUES AUDIO PROFESSIONNELLES**

RCA male "philes". Contact doré. Isolation téflon. Diam. 10mm.

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

**CONDENSATEUR PAPIER HUILE****L.C.C-SAFCO-TREVOUX**

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

**TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION POUR AMPLI A TUBE**

Présentation à encastres avec "capot peinture époxy noir".

Ecran électrostatique entre primaire et secondaire. Fabrication française.

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

FABRICATION SPÉCIFIQUE. NOUS CONSULTER

**FRAIS D'EXPÉDITION (COLISSIMO):**

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

PAIEMENT : ■ Cheque ■ CB ETRANGER : nous consulter

**CABLES AUDIO PROFESSIONNELS****CANARE Prefer Gotham**▷ **Modulation-BF**

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

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

▷ <b>Boomer</b>	
HT240T0	362F
PR330M0	1586F
Gamme aérogl. saladié	
polymère, antimagnétique	
TM010A7	93F
TW010E1	51F
TW010F1	46F
TW010L1	92F
TW014R1	130F
TM025F1	180F
TW025A0	172F
TW025A16	350F
TM025F7	190F
Gamme papier traité, saladié	
polymère, antimagnétique	
AP100G0	153F
AP130G2	174F
AP170G2	190F
AP210G6	252F
▷ <b>Medium</b>	
HT210T0	332F
PR170M0	597F
Série prestige, saladié	
zenack, membrane aérogl	
HM130Z0	470F
HM170Z0	543F
HM210Z0	651F
▷ <b>Large bande</b>	
HT210A2	420F

**TRANSFORMATEURS DE SORTIE POUR AMPLI A TUBE "PUSH PULL"**

Circuit magnétique "EI", 0,6G. Qualité cuivre recuit, 35/100µ, enroulements

"sandwiches", présentation à encastres capot noir (peinture époxy).

Impédance secondaire 4,8-16ohms. Bande passante 30/60000Hz.

3500ohms. 35watts. 1,7kg	880F
5000ohms. 35watts. 1,7kg	880F
6600ohms. 35watts. 1,7kg	880F
8000ohms. 35watts. 1,7kg	880F
Mêmes impédances en 65watts. 3,3kg	1158F
Mêmes impédances en 100watts. 7,4g	1388F

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

Circuit magnétique "DOUBLE C", enroulement "sandwiches". Impédance

secondaire 4, 8, 16ohms, bande passante 15/20000Hz, présentation module

dans un boîtier noir époxy. Prise d'écran à 40% sur l'enroulement primaire.

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

FABRICATION SPÉCIFIQUE. NOUS CONSULTER

# LE TRIODE 845



La première partie de cette étude a permis de découvrir cette superbe 845 et, surtout, de savoir comment l'utiliser au mieux de ses caractéristiques Up / Ip.

Nous vous avons proposé notre étage de commande, efficace, simple et surtout performant, basé sur l'ECL86, une triode / pentode montée en amplificateur de puissance.

Toute l'électronique de cette réalisation «Le Triode 845» tient sur 7 modules qu'il vous a été possible de réaliser depuis la mise en kiosque de notre précédent numéro.

**N**ous allons donc poursuivre notre descriptif en nous attardant tout d'abord sur la partie mécanique qui, une fois travaillée, va permettre de rassembler les modules en vue de leurs interconnexions.

## LE CHÂSSIS

Comme pour toute cette série d'amplificateurs à tubes, nous utilisons les coffrets IDDM de référence 55360.

Nous disposons d'une surface de châssis de 360x 308 mm, bien remplie pour cette application qui nécessite trois volumineux transformateurs fixés sur le châs-

sis arrière et deux volumineux supports de 845 fixés sur le châssis avant.

### LE CHÂSSIS AVANT

Découpes et perçages vous sont indiqués en **figure 16**. Il n'y a en fait que des trous à pratiquer dans le coffret, dont deux au diamètre de  $\varnothing 52$  mm. Ces diamètres importants vont permettre le passage des supports des 845. Pour obtenir un travail de qualité, nous avons utilisé un emporte-pièces (poinçon rond) de  $\varnothing 50$  mm. Le diamètre suivant au catalogue du fabricant (DELTRON) est de  $\varnothing 60$  mm, un peu grand, dommage ! Le travail sera donc à terminer proprement à la lime demi-ronde pour atteindre les dia-

mètres de  $\varnothing 52$  mm. Evitez les «patates ! Pour le reste, rien de spécial. Les ronds à  $\varnothing 22$  mm sont pratiqués comme d'habitude au poinçon.

La face avant ne comporte que deux trous à  $\varnothing 10$  mm, trous destinés au passage des canons des potentiomètres de volume. Travaillez avec précision la face arrière, car les perçages effectués devront correspondre à ceux pratiqués dans le deuxième coffret.

Méfiez-vous, car l'aluminium permet facilement à un petit foret de glisser. Poinçonnez bien et avec précision le centre des trous.

En commençant avec un foret de petit diamètre ( $\varnothing 2$  à 2,5 mm), il est possible de réajuster le centrage des trous.

Pour que les résistances de cathode des 845 puissent être bien plaquées contre le châssis au moment du vissage, il est indispensable de limer l'arête en bas de celui-ci sur une largeur de 28 à 30 mm.

Ces résistances sont fixées aux deux extrémités du châssis, à côté des supports des triodes (perçages à  $\varnothing 3$  mm et  $\varnothing 4$  mm).

### LE CHÂSSIS ARRIÈRE

Ici pas de grandes découpes, mais uniquement des perçages au diamètre max de  $\varnothing 22$  mm.

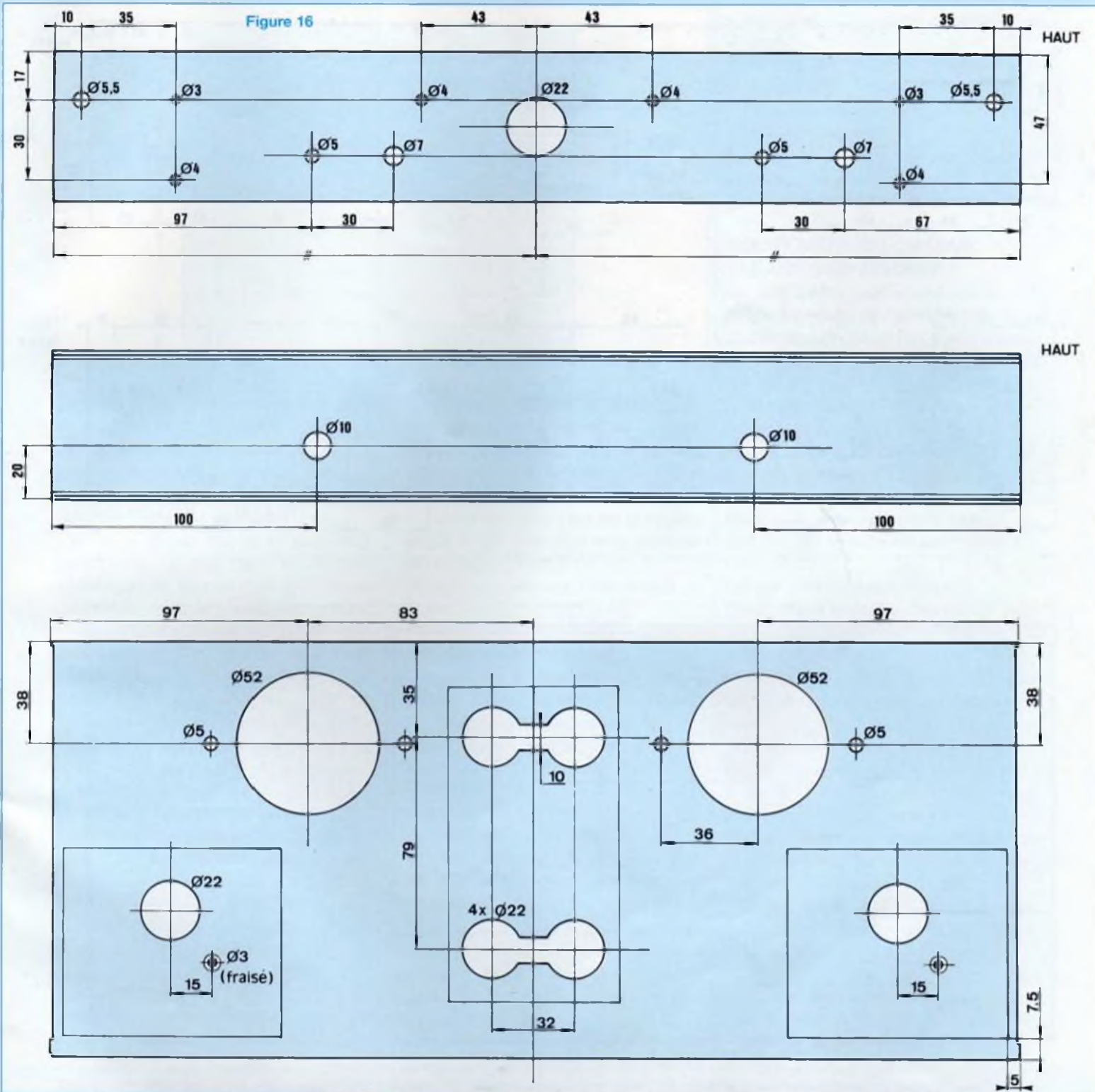
La **figure 17** donne toutes les indications nécessaires pour mener à bien le travail de mécanique.

Les 3 transformateurs étant moulés avec sorties par fils de différentes couleurs, nous n'avons pas besoin de pratiquer les traditionnelles et pénibles découpes des fenêtres dans le châssis, on ne s'en plaindra pas !

Un trou de  $\varnothing 22$  mm pour le passage des fils et 4 trous de  $\varnothing 6$  mm ou  $\varnothing 7$  mm pour la fixation de chaque transformateur, rien de plus simple...

Pour ces trois transformateurs, et afin de ne pas surcharger inutilement en cotations notre **figure 17**, nous donnons uniquement leurs positionnements sur le châssis, ce qui suffit à leurs mises en place après avoir dessiné sur une feuille

# UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE



de papier ou de calque ces éléments massifs.

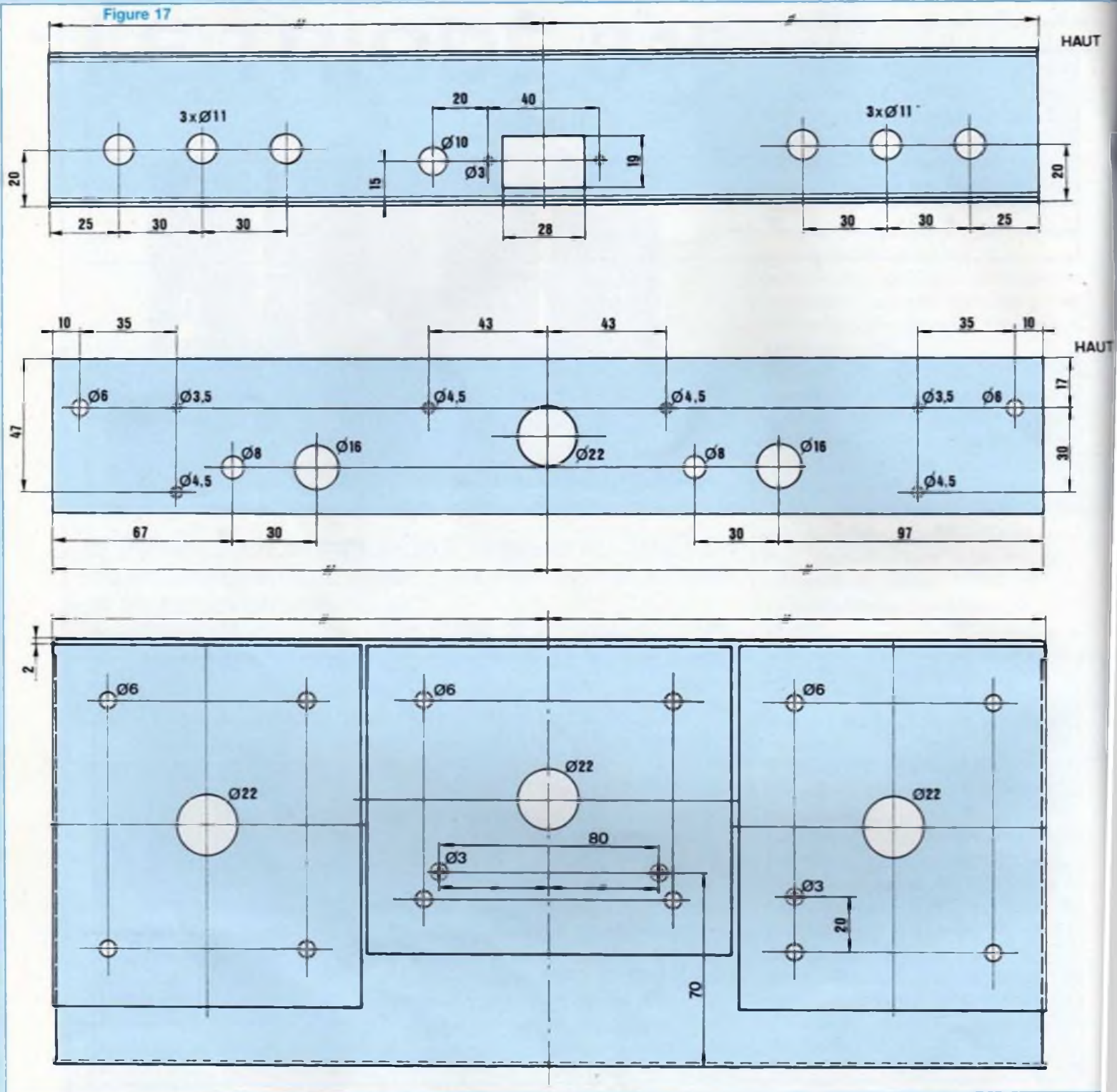
La figure 17A donne les ctations

nécessaires pour en dessiner un, à reproduire ensuite en 3 exemplaires. Ne pas oublier de fraiser les trous à  $\varnothing 3$  mm.

A l'arrière, les perçages seront effectués en fonction de la connectique utilisée.

Les prises professionnelles WBT nces-

## UN SINGLE END DE 2 x 18 Weff



sistent des forages à un diamètre important de  $\varnothing 12$  mm.

Rappelons la précision nécessaire à obtenir pour les perçages dans la face

avant. Tous les trous doivent coïncider avec ceux pratiqués dans la face arrière du précédent coffret.

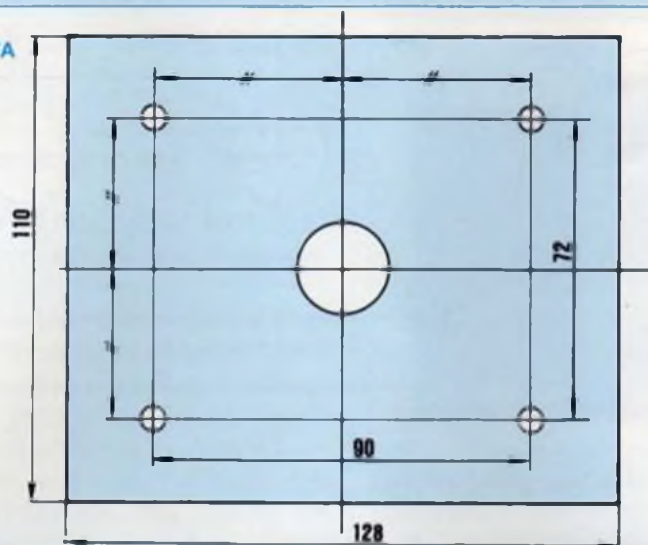
Les deux châssis travaillés, il ne

reste plus qu'à les assembler dos à dos avec de la visserie de 4 mm. Il y a pour cela 4 trous de prévus, dont 2 provisoires car destinés au maintien des résistances



# UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

Figure 17A



de puissance de cathodes des 845. Si tous les trous coïncident, signe d'un travail de précision, bloquer les 4 vis, sinon agrandir.

## LA FINITION DU CHÂSSIS

Les trous et les découpes que nous venons de pratiquer dans les coffrets IDDM n'ont pu être obtenus sans laisser des traces : un foret qui dérape, un mauvais coup de lime... Afin de gommer ces petits «bobos», il est utile de repeindre le châssis en pulvérisant 2 à 3 couches de peinture. A la rédaction nous utilisons une bombe de peinture noir mat. Cette peinture bien sèche, si vous le souhaitez, c'est le moment idéal pour déposer quelques indications sur votre châssis, au moyen de «transferts» Decadry. Ces transferts existent en blanc, en rouge ou mieux encore en doré.

## LA FIXATION DES SUPPORTS DES 845

C'est un point «un peu délicat» que nous allons voir en détails tout de suite. Précisons que nous utilisons des supports SUP-TE4B au standard américain «Jumbo 4 pins». Ces supports sont maintenus au châssis par de la tige filetée de  $\varnothing 5$  mm avec écrous et contre-écrous. Pour un meilleur maintien de ces embases, celles-ci sont également fixées

contre la face médiane du châssis. On utilise pour cela la visserie du support, celle qui maintient la cheminée centrale en métal nickelé servant à guider le tube et à le bloquer au moyen d'une baïonnette. C'est le côté fendu qui est plaqué au châssis et qui détermine ainsi l'orientation du support à observer. Prévoir 4 longueurs de tiges filetées de 58 mm.

### Voici comment procéder :

- Déboulonner la plaque fendue servant de guide (demi-coquille) et introduire 2 rondelles plates dans le pas de vis.
- Introduire ensuite le pas de vis dans le trou prévu à l'arrière du châssis et remettre le boulon de serrage.
- Introduire une tige filetée dans l'un des deux trous de fixation du support, par l'extérieur du châssis, et de l'autre côté, entre support et châssis intérieur, visser deux écrous.
- Coiffer la tige filetée d'un écrou à l'extérieur du châssis. La tige ne doit pas apparaître pour des raisons esthétiques. On peut d'ailleurs utiliser des écrous borgnes M5.
- Bloquer la tige filetée au châssis avec l'un des écrous internes et descendre l'autre au niveau du support.
- Visser un dernier écrou à l'autre extrémité de la tige filetée pour prendre en sandwich le support.

- Bien ajuster l'ensemble et bloquer les écrous.
- Faire de même pour le deuxième trou de fixation.
- Reprendre les mêmes opérations pour le deuxième support.
- Fixées en 3 points, les volumineuses embases ne peuvent plus bouger et maintiennent parfaitement les 845.

## EQUIPEMENT DU CHÂSSIS - LE CHÂSSIS ARRIÈRE

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

Mettre en place les deux pattes de fixation du module de stabilisation H.T. (entretoises mâle / femelle de 8 mm). Elles sont situées devant le trou de  $\varnothing 30$  mm du transformateur d'alimentation.

Utiliser de la vis à tête fraisée.

L'une de ces entretoises servira de mise au châssis de toutes les liaisons de masse de l'amplificateur. Vérifier à l'ohmmètre que le contact est bien établi et que la résistance châssis / entretoise est nulle.

Mettre en place une vis à tête fraisée (située au niveau du transformateur de sortie HPb) de 3x10 mm et la bloquer provisoirement avec un écrou.

Mettre en position les deux volumineux transformateurs de sortie et les immobiliser avec des vis de 5x10 mm.

Faire de même pour le transformateur d'alimentation fixé au centre du châssis et de la façon suivante :

- L'immobiliser avec des vis de 5, mais uniquement pour les deux trous situés vers le centre du châssis.
- Utiliser de la tige filetée de 5 mm (comme pour les supports des 845) d'une longueur de 35 mm pour les deux autres trous.

Visser la tige filetée dans l'insert moulé au transformateur, jusqu'au fond.

## UN SINGLE END DE 2 x 18 Weff

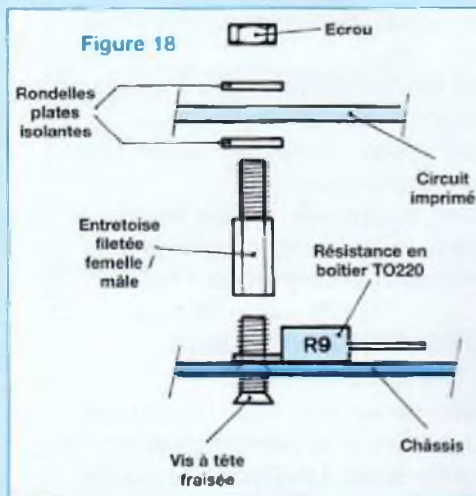


Figure 18

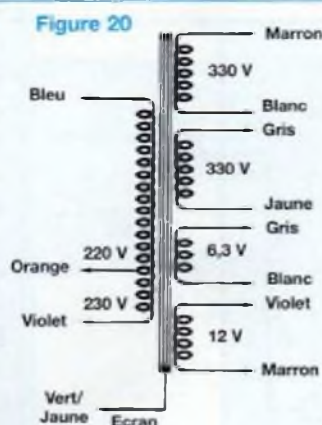


Figure 20

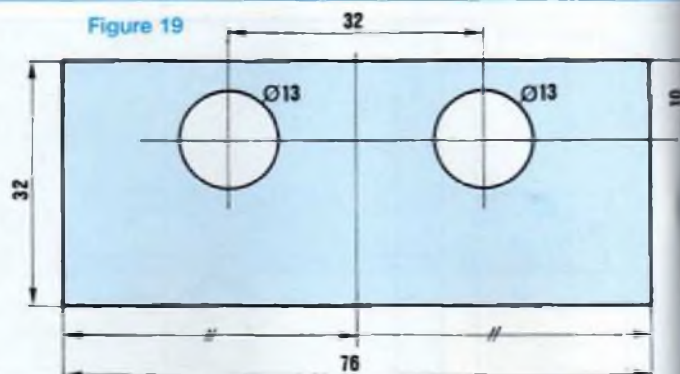


Figure 19

Mettre une rondelle «éventail» et un écrou pour immobiliser.

Terminer par la mise en place des deux brides de maintien des condensateurs de filtrage «basse tension» dans les tiges filetées.

Le passage de la vis de serrage du collier étant prévu pour de la visserie de 4, agrandir les deux trous à  $\varnothing 5$  mm, (ou  $\varnothing 5,5$  mm).

Visser tout d'abord un écrou de 5 à la tige filetée afin que la bride du condensateur puisse reposer au fond du châssis et que les deux pattes (les oreilles) se trouvent à l'horizontal par rapport au châssis. Après insertion du condensateur dans la bride, un dernier écrou de 5 viendra immobiliser l'ensemble.

Les canons des condensateurs doivent se trouver face à face et espacés de 30 mm environ (polarités des canons (+) et (-) face à face).

### - LE CHÂSSIS AVANT

#### Les pattes de fixation des modules de commande

Nous devons prévoir des dégagements suffisants entre modules de commande et châssis à cause des supports de tubes soudés côté pistes cuivrées. Nous allons donc procéder ainsi et conformément à la figure 18.

- Bloquer tout d'abord des vis à tête fraisée de 3x10 mm par des entretoises mâle / femelle de 10 mm, en prenant en

sandwich les résistances R9 de 5 k $\Omega$  en boîtier TO220.

La résistance R9 est, rappelons-le, la charge d'anode de la pentode de l'ECL86. On assure ainsi sa dissipation thermique par placage au châssis.

- Les têtes des vis doivent disparaître dans les fraisages coniques.
- Mettre des boulons dans les filetages opposés ou des rondelles plates isolées.

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

#### Les deux condensateurs de filtrage HT

Ils sont maintenus par vissage au module de «Redressement / Filtrage HT». Cependant, la longueur des canons des électrochimiques étant nettement plus importante que l'épaisseur de 15/10<sup>e</sup> du châssis, il faut intercaler deux plaques en plexiglass.

Ces cales de 3 mm d'épaisseur évitent d'une part des court-circuits inévitables châssis / module mais, d'autre part, elles permettent en prenant en sandwich le châssis de plaquer énergiquement les deux condensateurs par simple vissage au module. C'est propre et efficace comme l'indique la figure 19.

La plaque brute de plexiglass utilisée aux dimensions de 76 x 196 mm est une face

avant de coffret ESM de la série EC20/08 et porte la référence EX03.

#### Les potentiomètres

Visser les potentiomètres de volume en face avant.

Pour que les canons disparaissent derrière les boutons, utiliser un contre-écrou et un écrou afin que le blocage puisse s'obtenir sur un minimum de filetage.

Avant de les fixer, penser à couper l'axe de commande à une longueur de 12 à 15 mm par rapport au canon fileté. Cette longueur dépend de la profondeur du bouton qui doit masquer l'écrou.

#### Les modules de «polarisation de cathode»

Les semelles métalliques des deux résistances de puissance R11 / 1 k $\Omega$  / 100 W sont plaquées contre le châssis (face arrière), près des supports des 845. Cependant, une fois ces modules fixés au châssis, l'accès aux cosses à souder étant plus que difficile (avec les supports mis en place), il vaut mieux prévoir auparavant d'y souder des fils d'une longueur de 10 cm pour la polarité (+) et 20 cm pour la polarité (-). Distinguer les polarités par le rouge pour le (+) et le bleu pour le (-). Le condensateur électrochimique C7 de 470  $\mu$ F n'aimerait pas du tout une inversion de polarité !

Prévoir une deuxième cosse pour la polarité (-) et souder à celle-ci une résis-

# UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

tance de 180 k $\Omega$  (résistance de fuite de grille R10 de la 845).

Pour des raisons d'interconnexions, nous avons utilisé une résistance à couche métallique de 3 W.

## MISE EN PLACE DES 7 MODULES Les deux modules de commande à ECL86

Chaque module est fixé à son entretoise en faisant en sorte que le support NOVAL soit bien centré par rapport à la découpe circulaire de  $\varnothing 22$  mm et que celui-ci affleure bien la surface du châssis.

Mais avant cette fixation définitive, souder aux pattes des résistances R9 plaquées au châssis des fils d'une longueur de 10 cm environ.

## Le module redressement / filtrage H.T.

Introduire les canons des condensateurs de filtrage C5/C11 de 2 200  $\mu$ F / 450 V dans les trous du châssis en faisant très attention aux polarités (+) et (-).

Elles doivent correspondre **impérativement** avec celles gravées sur le circuit imprimé.

Le condensateur C12 doit se trouver orienté vers la face avant de l'amplificateur. Précisons que ce condensateur, tout comme C6, n'est pas soudé au circuit imprimé, mais à des cosses.

C5 et C11 bien plaqués au châssis, introduire les cales en plexiglass dans les canons (+) et (-) de chaque condensateur. Immobiliser avec les vis de 5x10 mm en intercalant entre C.I. et chaque tête de vis 3 cosses à souder.

Si après blocage des 4 vis vous constatez un léger «flottement» correspondant à une mauvaise prise en sandwich condensateurs / module, il vous faudra (tout comme nous sur notre prototype) intercaler en supplément un morceau de carton ou de plastique de 1 mm d'épaisseur entre châssis et cales en plexiglass. Les découpes correspondront à celles pratiquées dans le châssis.

Les 4 vis de 5 bloquées, les condensateurs C5 et C11 ne doivent plus bouger.



Le Triode 845 est équipé à l'arrière des prises professionnelles WBT.

## Les modules «polarisation cathode»

Comme nous l'avons dit, ces modules se fixent à chaque extrémité du châssis et de part et d'autre des supports des 845. Les semelles métalliques des résistances R11 doivent être bien plaquées contre le châssis pour optimiser la dissipation thermique. Avec 100 V à leurs bornes, la puissance dissipée est de l'ordre de 10 watts. Une fois vissées aux circuits imprimés, ces résistances R11 doivent se trouver dissimulées sous les modules (sous C8) et non apparaître vers l'extérieur.

Introduire des morceaux de gaine thermo-rétractable dans les fils pour recouvrir les cosses, surtout pour la polarité (+) portée au potentiel de 100 volts.

## Le stabilisateur H.T.

Le module vient se fixer sur les deux entretoises mâle / femelle vissées au niveau du transformateur d'alimentation, devant le trou de  $\varnothing 22$  mm.

Avant de le fixer définitivement, dessouder la résistance R1 de 1 k $\Omega$  / 7 W et la remplacer par un strap.

Le côté «diodes D1 et D2» du circuit imprimé se glisse dans la rainure du coffret et l'autre côté opposé se rabat donc sur les deux pattes de fixation.

Prévoir 3 cosses à souder sur la patte située face au condensateur C1. Bloquer l'ensemble avec un écrou de 3 et vérifier à l'ohmmètre la bonne mise au châssis de ce point de «masse générale» de l'appareil.

Dans la tige filetée de l'autre entretoise, visser une entretoise identique de 3x10 mm. La partie filetée va permettre d'y fixer un porte-fusible. Bloquer avec un écrou de 3.

## Le module redressement / filtrage B.T. de 6,3 V

Sous le transformateur de sortie HPD, nous avons une vis inutilisée de 3x10 mm bloquée par un écrou.

Enlever l'écrou et enfiler le module ou plus exactement le pont redresseur PR3, dans la vis.

Le filetage apparaissant de l'autre côté de PR3 permet d'y visser une autre entretoise de 3x10 mm.

Intercaler une rondelle plate et une rondelle «éventail» entre le pont et l'entretoise.

Visser énergiquement pour bien plaquer le pont au châssis qui va ainsi lui servir de dissipateur thermique.

Strapper les picots de la résistance R2.

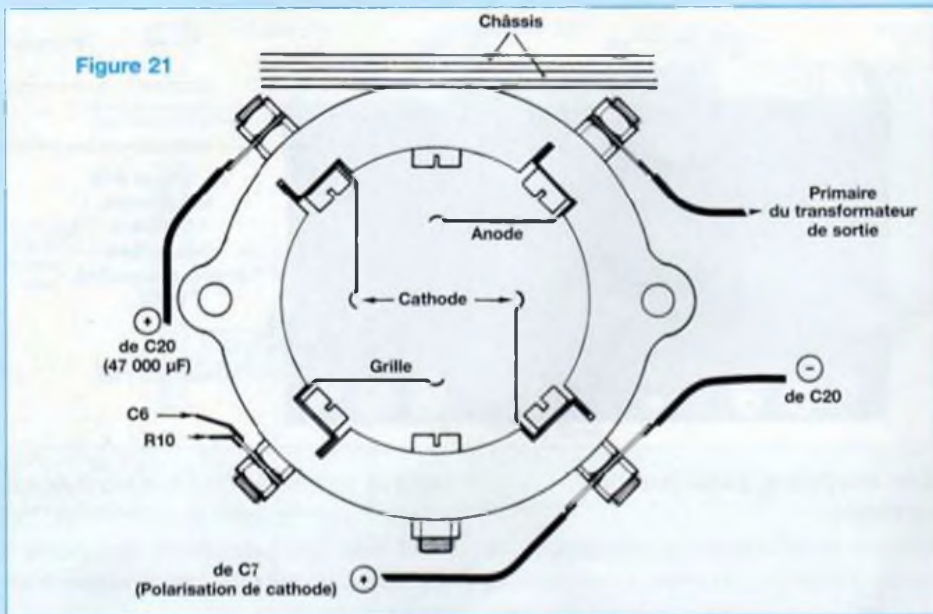
## Le redressement B.T. de 10 V

Le redressement est confié à un gros pont PR4 de 35 A / 200 V qui se visse sous le transformateur de sortie HPG, à côté du condensateur C1 du module de stabilisation (pour le situer).

L'épaisseur de PR4 oblige à utiliser une vis de 5x16 mm et non plus de 5x10 mm. Intercaler une rondelle plate entre le pont et la tête de la vis puis bloquer énergiquement.

Ce composant dégage beaucoup de

## UN SINGLE END DE 2 x 18 Weff



chaleur car il redresse rappelons-le un courant de 6,5 ampères.

Revenons sur les condensateurs de filtrage C17 et C20 maintenus à l'horizontal par les brides de fixation.

Chaque canon (+) ou (-) va recevoir 2 cosses à souder, vissées à 90° l'une par rapport à l'autre pour les canons (+) et à 180° pour les canons (-).

Les canons (-) se situent vers l'arrière du châssis, vers la prise secteur.

Serrer les deux brides pour bien maintenir en place ces volumineux composants de 47 000 µF / 16 V face à face.

### Le filtrage HT3

En nous reportant à la figure 5A du précédent numéro, nous remarquons une résistance R1 située entre les points HT2 et HT3.

Cette résistance de 1 kΩ est un modèle disponible en boîtier TO220, elle va venir se visser derrière la résistance de cathode R11 du canal «Droit» de l'amplificateur, en utilisant la même vis que celle-ci, la vis en bas du châssis (vers le capot en U amovible).

Sur cette figure 5A ne figure pas le condensateur de filtrage C21 placé entre le +HT3 et la masse.

Il s'agit d'un condensateur de 470 µF / 400 V. Sa hauteur nous oblige à le fixer

horizontalement comme les deux 47 000 µF / 16V et donc à utiliser un collier de serrage de même diamètre : ø35 mm. Cependant, avant utilisation, ce collier subit une transformation au niveau des pattes de serrage. Nous les plions à 90° vers l'extérieur avec une pince plate, ce qui lui donne en final une forme en Ω. Agrandir l'un des deux trous à ø5 ou ø5,5 mm.

Le collier modifié vient se fixer sous le transformateur de sortie HPD (canal droit), face à la résistance de 1 kΩ avec une unique vis de 5x10 mm.

Insérer le condensateur de filtrage dans la bride et le faire coulisser vers la résistance pour mettre en contact une patte de celle-ci et le (+) du 470 µF.

Tous les éléments sont maintenant positionnés dans le châssis et nous allons pouvoir procéder aux interconnexions.

### LES INTERCONNEXIONS

Nous utilisons du câble silicone de 1 mm<sup>2</sup> de différentes couleurs pour faciliter le repérage des interconnexions.

### LES ALIMENTATIONS

#### Le transformateur

Le transformateur moulé ACEA est à sorties par fils. En figure 20 nous vous indi-

quons les couleurs réservées aux différents enroulements.

Au primaire, 3 fils permettent d'adapter le transformateur à votre réseau EDF qui, suivant les régions de France peut passer de moins de 220 V à plus de 240 V. Souder le fil bleu à une cosse de la prise secteur châssis de l'appareil.

De l'autre cosse de cette prise secteur, avec l'excédent de fil bleu coupé, interconnecter la deuxième cosse à l'interrupteur.

En fonction de votre tension secteur (220 V / 230 V), souder le fil orange ou le fil violet à une cosse du porte-fusible. Avec l'excédent de fil coupé, interconnecter la deuxième cosse du porte-fusible à la patte de l'interrupteur encore inutilisée.

**Au niveau de chaque soudure, penser à isoler toutes les cosses avec de la gaine thermo-rétractable.**

Souder le fil vert/jaune (prise écran du transformateur) à la cosse de «terre» de la prise secteur, puis repartir vers l'une des cosses de mise au châssis du 0V de l'alimentation de l'amplificateur (patte de fixation du module Alim. Stab. HT).

Avec l'excédent du fil vert/jaune, couper la gaine de protection au centre pour faire apparaître le cuivre sur un longueur de 15 mm. Etamer le cuivre puis souder le fil à la cosse de «terre» de la prise secteur. Chacune des extrémités sera ensuite reliée à la sortie haut-parleur, borne (-). Souder les fils gris et blanc de forte section (6V3) au pont redresseur PR3, cosses (-).

Souder les fils violet et marron de forte section (12 V) au pont redresseur PR4, cosses (-), vissé au châssis. Ce pont présente 4 cosses de 6,3 mm et les raccordements peuvent aisément y être réalisés avec des cosses «Faston».

Passer les 4 fils des enroulements HT par le trou de ø22 mm situé au centre du châssis. Souder les fils marron et blanc aux picots (-) du pont PR1, puis les fils gris et jaune aux picots (-) du pont PR2. Ces ponts sont soudés au module «Redressement / Filtrage HT». Eviter de

# UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

faire fondre les condensateurs qui entourent ces ponts en utilisant un fer à souder à panne fine.

## Le module «Redressement / Filtrage HT»

Souder les condensateurs de  $0,47 \mu\text{F}$  /  $630 \text{ V}$  aux bornes des condensateurs C5 et C11 en se servant des cosses à souder.

Les canons des condensateurs C5 et C11 n'étant pas en contact «mécanique» avec les surfaces cuivrées du circuit imprimé vu l'épaisseur un peu trop importante des plaques de plexiglass, nous sommes amenés à établir des contacts «électriques» (ce qui est préférable finalement). Pour cela, souder un fil de cuivre étamé et isolé de  $10/10^{\circ}$  pour stapper une cosse (-) de C5 avec une cosse (+) de C11 tout en établissant au passage un contact également avec le picot soudé au circuit imprimé (sous C4 et C9).

Faire de même avec une cosse (+) de C5 et le picot +HT1 du module (au dessus de C1), puis avec une cosse (-) de C11 et le picot -HT1 du module (au dessus de C8). Les condensateurs de  $2\ 200 \mu\text{F}$  /  $450 \text{ V}$  sont maintenant parfaitement en contact avec le module qui les plaque énergiquement au châssis.

Souder un fil à une cosse (+) de C11 (fil jaune sur le proto) puis un autre à sa cosse (-) (fil bleu sur le proto).

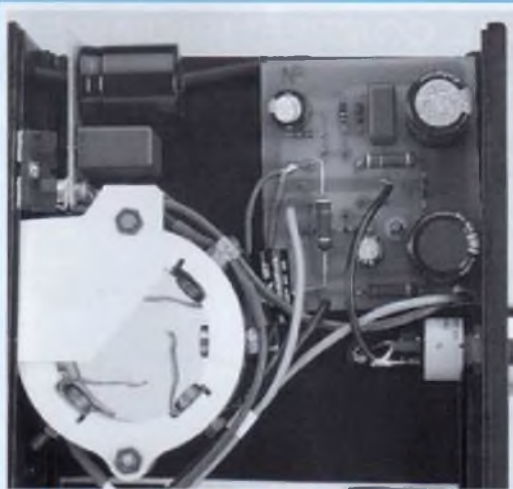
Prendre l'habitude de mettre un morceau de gaine thermo-rétractable pour recouvrir chaque cosse à souder.

Réunir le fil bleu et le fil jaune par un morceau de gaine de diamètre approprié (ou un serre câble) afin de reconnaître aisément dans le toron de fils passant par le trou de  $\varnothing 22 \text{ mm}$  qu'il s'agit du  $\pm\text{HT}2$  destiné à alimenter les tubes ECL86 après filtrage et stabilisation.

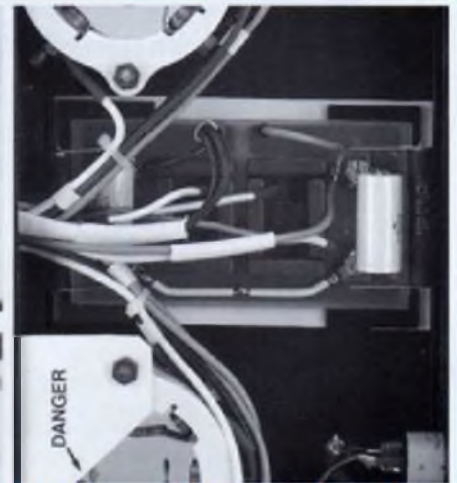
Souder le fil bleu à une cosse vissée au module de stabilisation et reliée mécaniquement au châssis.

Souder le fil jaune à une patte de la résistance de  $1 \text{ k}\Omega$  (en boîtier TO220) vissée au châssis.

Souder l'autre patte de cette résistance



Etage de commande à ECL86 et socle Jumbo 4 broches de la triode 845.



Le redressement / filtrage H.T. inséré entre les socles Jumbo. L'anode est protégée par une plaque isolante (Danger).

de  $1 \text{ k}\Omega$  au (+) du condensateur de filtrage de  $470 \mu\text{F}$  ainsi qu'un fil jaune qui va s'interconnecter à l'autre extrémité au picot (+Ue) du module de stabilisation.

Avec un fil bleu, réunir le (-) du condensateur de  $470 \mu\text{F}$  avec le picot  $0 \text{ V}$  du module «redressement / filtrage  $6,3 \text{ V}$ » (fig. 11 du précédent numéro).

Souder 2 fils de  $30 \text{ cm}$  de longueur (noir sur le proto) soit sur le picot +HT1 soit sur une cosse vissée au canon (+) de C5 et les passer par le trou de  $\varnothing 22 \text{ mm}$ . Ces fils iront ultérieurement se raccorder aux primaires des transformateurs de sortie.

**N'oubliez pas de recouvrir après soudage chaque cosse ou chaque picot afin d'obtenir un bon isolement électrique, SURTOUT ICI avec ce point névralgique du montage qui véhicule le  $+ 850 \text{ V}$ .**

## Les modules de commande à ECL86

Relier les résistances R9 de  $5 \text{ k}\Omega$  en boîtier TO220 vissées au châssis sous les modules aux picots TRS.

Avec un câble blindé, relier les entrées (E-) aux potentiomètres de volume, le point «chaud» (cosse 1 de T1) au curseur du potentiomètre et la trasse de masse (cosse 5 de T1) à une extrémité de celui-ci.

Relier les picots  $0 \text{ V}$  des modules au

picot (-Us) du module de stabilisation et en profiter pour relier le picot de masse de cette stabilisation (sous C1) à une cosse de mise au châssis. Sur le prototype nous avons, comme pour toutes les masses, utilisé du fil de couleur bleue.

Relier les picots HT au picot (+Us) du module de stabilisation (fils rouges foncés visibles en  $3^{\text{ème}}$  de couverture).

Relier les picots  $6,3 \text{ V}$  au module de «Redressement / Filtrage, picot + $6,3 \text{ V}$ ».

Nous rappelons que dans un premier temps (et probablement définitivement) la résistance R2 de ce module est remplacée par un strap.

## Les modules de polarisation de cathode

Relier les fils bleus (- de C7) aux picots  $0 \text{ V}$  des modules amplificateurs à ECL86. Relier les résistances R10 de  $180 \text{ k}\Omega$  /  $3 \text{ W}$  aux cosses des grilles des supports des 845, liaison courte pour un canal, mais longue pour l'autre.

Relier les fils rouges (+ de C7) aux cosses des cathodes des 845.

Pour éviter toute confusion, nous représentons en **figure 21** le brochage du support de la 845 vu de dessous avec ses 4 cosses et son détrompeur.

## Les supports de la 845

Relier les cosses (+) des cathodes des

## NOMENCLATURE COMPLÉMENTAIRE DES COMPOSANTS

### REDRESSEMENT / FILTRAGE 10 V

PR4 - Pont redresseur 600 V / 35 A  
 C17, C20 : électrochimiques 47 000  $\mu$ F / 16 V avec brides de fixation à l'horizontal  
 C18, C19 : non utilisé  
 R3 : mise en série de 0,5  $\Omega$  / 100 W avec 0,22  $\Omega$  / 100 W. Résistances châssis  
 8 cosses à souder  $\phi$  4 mm  
 6 cosses Faston (pour pont et R3)  
 Equerre de 12 x 12 mm (longueur environ 130 mm) pour fixation de R3

### COMPOSANTS SUR CHÂSSIS

2 coffrets IDDM, référence 55360  
 1 transformateur alimentation ACEA.  
 Primaire : 220 / 230 V. Secondaires : 2 x 330 V / 6,3 V / 12 V  
 1 prise châssis secteur 3 broches

1 interrupteur unipolaire  
 2 prises Cinch (fiches 0201 WBT sur prototype)  
 4 prises HP (bornes 0700 WBT sur prototype), 2 rouges + 2 noires  
 2 boutons pour commandes de volume en face avant

### FILTRAGE HT3

R1 : 1 k $\Omega$  / 20 W en boîtier TO220  
 C21 : 470  $\mu$ F / 400 V  
 Bride de fixation pour C21

### ETAGE DE SORTIE

T2 : Triode 845 avec support TE4B  
 R10 : 150 k $\Omega$  / 3 W  
 C6 : 1  $\mu$ F / 400 V polypropylène  
 TRS1 : transformateur ACEA avec sorties par fils  
 Tige filetée de  $\phi$  5 mm avec écrous  
 Cosses à souder  $\phi$  5 mm

### ETAGE D'ENTRÉE À ECL86

R9 : 5 k $\Omega$  / 20 W en boîtier TO220  
 R9' : 47 k $\Omega$  / 3 W à couche métallique (en // sur R9 et soudée aux picots TRS)  
 R3' : 47 k $\Omega$  / 3 W à couche métallique (en // sur R3)

### ALIMENTATION STABILISÉE

R1 : remplacée par un strap (rappel)  
 C1' : 100  $\mu$ F / 400 V soudé en parallèle avec C1

### DIVERS

Plaque de plexiglass  
 Visserie de 3,4 et 5 mm  
 Fil de câblage de 1 mm<sup>2</sup> de différentes couleurs  
 Gaine thermo-rétractable  
 Entretoises filetées mâle / femelle de 8 et 10 mm de hauteur

supports des 845 à une cosse (+) du condensateur de filtrage C20 de 47 000  $\mu$ F / 16 V. Nous avons utilisé des fils de couleur blanche sur le prototype. Relier les cosses (-) des cathodes des supports des 845 à une cosse (-) du condensateur de filtrage C20, nous avons utilisé des fils de couleur rouge sur notre appareil. Nous avons déjà soudé précédemment à ces cosses des fils de même couleur en provenance des modules «polarisation de cathode».

En profiter pour strapper les cosses (-) des condensateurs de filtrage C17 et C20 avec du fil de cuivre étamé de 10/10<sup>e</sup> ou 12/10<sup>e</sup>. Cette liaison courte (environ 30 mm) va permettre également d'éviter aux deux condensateurs de tourner autour de leur axe de fixation (tige filetée de 5 mm).

Souder les fils jaunes des transformateurs de sortie (circuit primaire) aux cosses d'anode des 845.

**Bien isoler ces cosses qui sont portées à la très haute tension.**

Souder les condensateurs de liaison C6 / 1  $\mu$ F / 400 V aux cosses de grille des 845, puis les autres extrémités aux picots TRS des modules de commande (**broche 6 de T1**).

### Les transformateurs de sortie

Souder les fils verts (circuit primaire) aux fils noirs véhiculant la très haute tension et venant du module «Redressement / Filtrage HT». Ce sont les seuls fils noirs dans l'appareil, **attention danger**. Après soudage, **bien isoler** avec une bonne longueur de gaine thermo-rétractable.

Souder le fil noir (circuit secondaire) à la borne (-) de la sortie HP.

Suivant l'impédance de charge désirée (4  $\Omega$  ou 8  $\Omega$ ), souder le fil marron (4  $\Omega$ ) ou le fil orange (8  $\Omega$ ) à la borne (+) de la sortie HP.

### Le redressement / filtrage 10 V

Souder un fil (de couleur rouge sur le proto) à la cosse (+) du pont redresseur PR4. On peut également utiliser une cosse «Faston».

Souder un fil (de couleur bleue sur le proto) à la cosse (-) du pont redresseur PR4. Là également on peut utiliser une cosse «Faston».

Ces deux fils sont à interconnecter aux cosses (+) et (-) du condensateur de tête C17 de 47 000  $\mu$ F / 16 V.

Souder un fil à la cosse (+) de C17 puis un autre à la cosse (+) de C20.

Relier les autres extrémités à la résistan-

ce de puissance R3 vissée au châssis (fils blancs sur le proto).

### Le Redressement / Filtrage 6,3 V

Ne pas oublier de relier le picot 0 V du module à une cosse de mise au châssis (fil bleu sur le proto).

### La modulation

Souder un câble blindé à chacune des fiches RCA vissées à l'arrière de l'appareil, passer ces câbles au travers des perçages à  $\phi$  6 mm pratiqués dans la paroi médiane du châssis et aller les raccorder aux potentiomètres de volume. Ces câbles passent sous les modules de commande. Nous avons utilisé du câble GOTHAM de couleur rouge pour le canal droit et de couleur noire pour le canal gauche.

### Le redressement / filtrage HT

Nous revenons sur cette partie du montage, car certains lecteurs en observant la 3<sup>ème</sup> de couverture pourront se demander quels sont ces composants noirs observables aux extrémités du module et vissés aux canons des condensateurs C5 et C11.

Il s'agit de résistances que nous n'avons

# UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE



Le module de stabilisation avec à l'arrière les deux volumineux condensateurs de filtrage de 47 000  $\mu$ F / 16 V.

Redressement de la basse tension de 12 V et résistances chutrices de 100 W connectées en série.

pas identifiées sur la figure 5A du n°161 car non indispensables au fonctionnement de l'appareil. Ces résistances permettent l'équilibrage en tension des condensateurs placés en série et surtout la décharge rapide de ceux-ci lors de l'arrêt de l'appareil.

Ce modèle de marque Evox-Rifa est une résistance bobinée de 47 k $\Omega$  avec corps céramique, très pratique à utiliser certes mais malheureusement bien onéreuse (54,00 F l'unité !). On peut très bien la remplacer par une résistance bobinée de même valeur (47 k $\Omega$ ), mais attention, il faut qu'elle puisse tenir une tension nominale de 500 V et dissiper une puissance de 5 W. Choisir une RB60 ou une RB58.

## La charge d'anode R9

Nous avons vissé des résistances de 5 k $\Omega$  encapsulées dans des boîtiers TO220 sous les modules de commande, résistances que nous avons ensuite reliées aux picots TRS de ces modules. Cependant, la résistance de charge optimale étant de 4,5 k $\Omega$ , nous allons devoir ressouder aux bornes des picots TRS des résistances de 47 k $\Omega$  / 3 W. L'ensemble ainsi monté en parallèle donne une charge résistive équivalente de 4,519 k $\Omega$ .

## La résistance chutrice R3

Le chauffage des triodes 845 se fait sous une tension de 10 V.

Après redressement et filtrage de l'enroulement S4 du transformateur, nous obtenons une tension continue un peu supérieure aux 10 V, qu'il nous faut alors réduire au moyen de R3.

La consommation étant importante, 6,5 A rappelons-le, il faut prévoir des éléments résistifs de forte puissance pour absorber l'excédent de tension et dissiper la chaleur.

Ainsi, avons-nous utilisé deux résistances châssis de 100 W chacune, **montées en série**. La résistance R9 se compose donc d'un élément de 0,5  $\Omega$ /100 W et d'un élément de 0,22  $\Omega$ /100 W.

Ces résistances sont plaquées et vissées entre elles puis fixées à une équerre, elle même vissée au châssis au niveau du transformateur de sortie (TSG).

R9 maintient à ses bornes une tension de 4,5 V, d'où une dissipation de 30 W. Nous avons effectué les interconnexions aux pattes de R9/0,5  $\Omega$  et R9/0,22  $\Omega$  avec des cosses Faston.

Les interconnexions sont terminées. Vérifier minutieusement le travail effectué en le comparant avec la photo en 3<sup>ème</sup> de couverture.

## LES CAPOTS

Chaque capot est équipé de deux gros pieds qui permettent de surélever l'appareil de 20 mm.

### LE CAPOT AVANT

Lors de la fixation de ce capot au châssis au moyen des 4 vis autotaraudeuses, on s'aperçoit que les 4 écrous de 5 des supports des 845 «butent» légèrement contre celui-ci.

Pour contourner le problème, au niveau de ces écrous, nous avons prévu des ouvertures de  $\varnothing$ 22 mm.

Ainsi ils ne gênent plus la fermeture et de plus, ces quatre ouvertures permettent d'aérer le compartiment.

### LE CAPOT ARRIÈRE

Comme pour le capot avant, nous avons prévu deux importantes ouvertures de  $\varnothing$ 50 mm qui aideront à l'aération du compartiment arrière. Ces trous sont situés vers l'avant à 40 mm du bord et à 97 mm des côtés.

Une ouverture se situe ainsi juste au-dessus du gros pont PR4 (redressement du 12 V).

Si nous avons centré les pieds à l'avant à 40 mm des côtés, ceux à l'arrière sont plus en retrait, vers les transformateurs. La distance est de 50 mm (contre 73 mm à l'avant).

## MISE EN GARDE

Deux endroits sont dangereux dans cette réalisation, les anodes des 845 et la cosse (+) du condensateur C5 de 2 200  $\mu$ F / 450 V.

### LA COSSE (+) DE C5

Elle est située sous le condensateur au polypropylène C6 de 0,47  $\mu$ F / 630 V au-dessus duquel passent également beaucoup de fils. Elle est donc normalement inaccessible, mais...!

Le picot +HT du module a été **impérativement isolé** lors des interconnexions

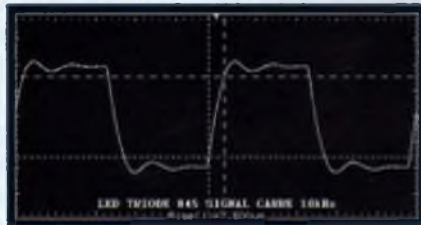
# UN SINGLE END DE 2 x 18 Weff



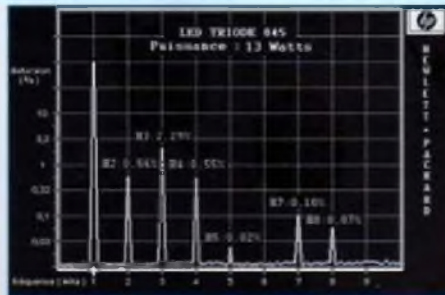
Signal carré à 40 Hz



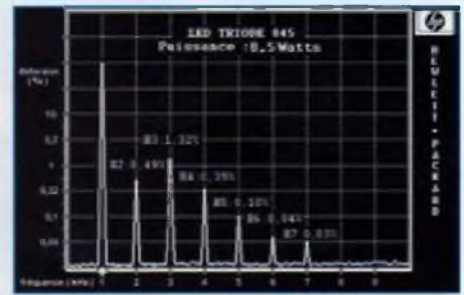
Signal carré à 1 kHz



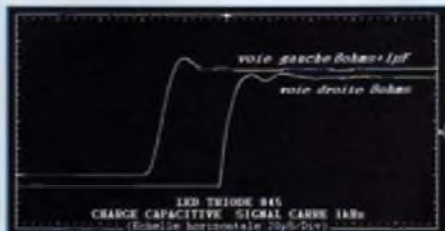
Signal carré à 10 kHz



Spectre de distorsion



Spectre de distorsion



Comportement sur charge capacitive

Puissance efficace : 17 W (3 % DHT)  
Sensibilité d'entrée : 100 mV  
Puissance impulsionnelle : 17 W  
(Gain de 0 W ou 0 %)

Rapport signal/bruit : LIN : 57 dB  
Pondéré : 73 dB

Diaphonie : 57 dB

## Distorsion par harmoniques totale

Fréquences	13,5 W (- 1 dB)	8,5 W (- 3 dB)	4,5 W (- 6 dB)
100 Hz	1,8 %	1,2 %	1,1 %
1 kHz	2,7 %	1,7 %	1,1 %
10 kHz	4 %	1,3 %	1 %

après soudage des 3 fils noirs (double isolation sur notre prototype avec gaines thermo-rétractables rouge et jaune).

## LES ANODES DES 845

Le socle de la 845 étant ouvert vers le bas, les 4 lames de contacts support/tube sont donc aisément touchables. La seule lame dangereuse est l'anode de la 845, située vers le haut (vers la paroi médiane), elle est portée au +HT en fonctionnement de l'appareil.

Normalement, à la mise sous tension de l'amplificateur, il est fortement déconseillé de faire fonctionner les 845 la «tête en bas», ces socles se trouvent donc obligatoirement orientés vers le plan de travail et inaccessibles, même si les capots n'ont pas été vissés. Il n'y a aucun risque pour l'utilisateur.

Pour pousser la protection à l'extrême, nous avons de plus vissé des plaques en plastique au-dessus des lames d'anodes (voir 3<sup>ème</sup> de couverture) en utilisant un des écrous des supports pour les fixer. C'est simple et très efficace.

## PREMIÈRE MISE SOUS TENSION

Pour vous c'est la première, pour nous la 100<sup>ème</sup> peut-être. Nous sommes sur ce projet depuis le mois de Mars. Nous avons voulu vous proposer un produit au «Top», digne de la 845 et pour cela nous sommes descendus à Toulouse (à la société ACEA) avec le prototype terminé pour mettre une touche finale au transformateur de sortie.

Si votre amplificateur a été correctement câblé, le seul réglage à effectuer est celui de l'alimentation stabilisée. L'ajustable P1 permet d'obtenir une tension  $U_s$  de +310 V.

## VÉRIFICATIONS STATIQUES

Les mesures ont été effectuées à partir d'une tension secteur de 223 V.

Nous avons mesuré les tensions continues suivantes :

- +HT1, entre (+) de C5 et masse : +840 V
- +HT2, entre (+) de C11 et masse : +420 V

- +HT3, entre + $U_e$  de l'alimentation stabilisée et masse : 330 V

- +HT4, entre H.T du module de commande (ou picot TRS) et masse : 310 V

- Alimentation des filaments des ECL86, avec strap en lieu et place de R2 : 6,3 V

- Alimentation des cathodes des 845, mesurée aux bornes du condensateur C20 de 47 000  $\mu$ F : 9,90 V.

## VÉRIFICATIONS DYNAMIQUES

La puissance maximale à l'écrêtage que peut fournir l'amplificateur est obtenue avec un signal à l'entrée de seulement 30 mV.

Cette sensibilité est un peu faible (ce qui n'est pas forcément un avantage) et l'avons portée à 100 mV en modifiant la valeur de la résistance de charge de la triode de l'ECL86.

Cette résistance R3 de 47 k $\Omega$  est shuntée par un autre élément de 47 k $\Omega$  que nous avons soudé sans démonter le module de commande.

Nous avons utilisé une résistance de 47 k $\Omega$ /3 W comme le montre la photo en



# UNE TRIODE EXCEPTIONNELLE

3<sup>ème</sup> de couverture. Une patte est soudée à R3. l'autre patte à la broche 9 du support NOVAL.

## LES MESURES

Nous avons mesuré une puissance à l'écrêtage de 16,5 Weff sur un canal et 18 Weff sur l'autre canal.

Cette légère différence de puissance d'une voie sur l'autre est liée aux tubes 845, car la permutation des triodes entraîne une permutation des puissances. Le moyen le plus simple d'équilibrer les deux canaux est de modifier la valeur de la résistance de cathode R11 du canal le plus faible en la shuntant par une autre résistance Rx, la résultante R11' étant obtenue par le rapport :

$$R11' = Rx \cdot R11 / Rx + R11$$

Avec par exemple une valeur de 8,2 kΩ pour Rx, nous obtenons une résistance R11' de 891 Ω (au lieu des 1 000 Ω de base). Cette résistance n'a pas besoin d'être d'une puissance importante, un modèle de 3 W suffit. Elle peut donc être soudée directement aux cosses du module de «Polarisation cathode».

Cependant, «Le Triode 845» étant muni de deux potentiomètres de volume, ce faible écart de puissance entre les canaux (G) et (D) n'a aucune incidence à l'écoute.

Les puissances indiquées sont obtenues à partir d'une tension secteur de **223 V** et avec une haute tension de **+840 V**.

Lors de notre passage à la société ACEA, nous avons eu la possibilité de survolter le primaire du transformateur d'alimentation de l'amplificateur en lui injectant du 250 V~. La montée de la haute tension à +930 V a permis de sortir des puissances de 22 Weff !

## A L'ÉCOUTE

A la première écoute du «Triode 845», nous avons constaté, au moment de «sa mise au point» (avec des enceintes à haut rendement), un léger souffle émis par les tweeters. Des recherches à l'os-

cilloscope nous ont permis d'incriminer la sortie de l'alimentation stabilisée, le +Us.

Le remède est simple, il suffit de souder en parallèle sur le condensateur C1 de 2,2 µF un électrochimique de 100 µF / 400 V pour que le bruit soit exterminé. Pour la «beauté» de cette intervention, souder l'électrochimique côté composants et C1 côté pistes cuivrées horizontalement, la hauteur étant limitée.

Pour une écoute optimale, laisser chauffer les tubes 5 à 10 mm.

Avec une électronique bien «en température» et les condensateurs de filtrage chargés, le bruit de fond à 3 m des enceintes est pratiquement inaudible.

C'est ce point que nous redoutions le plus avec cet amplificateur, une consommation de 3,25 A par 845 n'est pas une mince affaire pour éliminer une ronflette à 100 Hz. Le résultat obtenu est plus que satisfaisant.

## LES AVIS DE ...

### Mr Pierre Stemmelin de Hifi Vidéo Home Cinéma

À l'écoute de l'amplificateur «Triode 845» de Led, on retrouve cette esthétique sonore rutilante, cette plénitude des timbres cette chaleur inimitable propres aux montages monotriode 300B, accompagnés ici d'une sensation de puissance ainsi que d'une énergie dans le haut et le bas du spectre considérablement accrues. La restitution est extrêmement fluide, déliée, articulée avec un sens du rythme qui donne immédiatement envie de taper la cadence du pied. Bien que l'on note une mise en avant du registre médium, la bande passante n'est absolument pas amputée à ses extrémités. L'aigu est d'une grande définition et le grave est tonique, extrêmement dynamique.

À notre avis, l'amplificateur «Triode 845» de Led, pour un coût encore raisonnable, peut rivaliser avec des montages «tout fait» de très haut de gamme, trois à six fois plus chers.

### Mr Jacques Vallienne de Prestige Audio Vidéo

Cet amplificateur «Triode 845» est certainement l'un des montages à tubes les plus équilibrés que nous ayons eu l'occasion d'écouter. Cette sensation d'équilibre traduit une esthétique sonore de grande élégance, avec un respect des timbres rigoureux, comme savent si bien le faire les mono-triodes.

Avec le «Triode 845», la dynamique et la sensation de puissance à l'écoute dépassent de loin ce que l'on a l'habitude d'entendre avec des montages mono-triodes. Ici, il n'est point besoin d'utiliser des enceintes à très haut rendement pour «vivre» la musique en direct. Sur des enregistrements en public, cet amplificateur transporte instantanément l'auditeur aux premiers rangs d'une salle de concert. L'espace sonore atteint une dimension incroyable. Par contre, contrairement à la fâcheuse habitude de certains amplis à tubes, le «Triode 845» ne génère aucune réverbération artificielle, aucune sensation d'espace «surdimensionné». Il respecte rigoureusement les informations enregistrées sur le disque.

Le placement des chanteurs et des musiciens sur la scène est extrêmement précis. L'image stéréophonique se définit en trois dimensions (largeur, profondeur et hauteur).

Sur des enregistrements de qualité, la présence des voix est hallucinante. Cette présence est non seulement liée à une restitution des timbres réaliste, mais aussi à une sensation de «matérialisation» physique des interprètes dans l'auditorium. Les artistes sont là, devant l'auditeur, en chair et en os.

Cet amplificateur «Triode 845» est une grande réussite. Il offre une musicalité comparable à celle d'un amplificateur mono-triode 300 B, avec des qualités dynamiques et une sensation de puissance réservées habituellement aux montages push-pull de pentodes. Un talent rare qu'il faut découvrir de toute urgence.

Bernard Duval

# ST QUENTIN RADIO

Prix Toutes Taxes Comprises 18,8%

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

Prix donnés à titre indicatif

## Transformateurs pour tubes

Série 8020 / LED N°130 ALIMENTATION : 220V/230V (2,8 Kg) ..... 376F 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) ..... 385F SORTIE HP : 5000 ohms (1,1 Kg) ..... 265F
Série 1250 / LED N° 140 ALIMENTATION : 220/230V (4,8Kg) ..... 556F SORTIE HP : 1250 ohms (2,4 Kg) ..... 599F
Série 5008 "OCTUOR" / LED N° 143 ALIMENTATION : 220/230V (8Kg env.) ..... 695F SORTIE HP : 2000 ohms (4Kg) ..... 726F
Série 5008A "OCTUOR" classe A / LED N°145 ALIMENTATION : 220/230V (8Kg) ..... 585F SORTIE HP : 825 ohms (4Kg) ..... 750F
Série "Le classique 1 & 2" pour LED N°146 & 150 ALIMENTATION 64/35 : 220/230V (8,4Kg) ..... 875F SORTIE HP 8400 : 6400 ohms (3,2Kg) ..... 725F Self 10H/400mA (2,8Kg) ..... 380F
Série PUSH 826 / LED N°151 ALIMENTATION : 220/230V (4Kg) ..... 685F SORTIE HP (1Kg) 8ohms ..... 585F Self 3H (2Kg) ..... 325F
Triode 3008 / LED N°152 (ACEA) ALIMENTATION : 220/230V (8,1Kg) ..... 810F SORTIE HP 4/8/16ohms (5,8Kg) ..... 1400F Self 3H (2Kg) ..... 340F Capot chromé pour alim et self ..... 120F
Triode PP 3008 / LED N°154 ALIMENTATION 45/45 : 220/230V (4,8Kg) ..... 810F SORTIE HP 4084 : 4/8/16ohms (2,8Kg) ..... 770F
DUO-Pentode 7189/7320 / LED N°156 ALIMENTATION 225/2 : 220/230V (4Kg) ..... 620F SORTIE HP 825/2 : 4/8/16ohms (2Kg) ..... 635F
Tétrade 6L6 / LED N°157 ALIMENTATION 3000 : 220/230V (4Kg) ..... 700F SORTIE HP 3800 : 4/8/16 ohms ..... 725F
Alimentation préamp à tube PRO01 220/230V - 2x300V - 2x8,3V (1,5Kg) ..... 375F
Alim. HT/ préamp à tube LED N°147 & N°148 220V/230V - 2x220V - 2x8,3V, 0,74Kg ..... 490F
Alim. HT/ préamp à tube pour LED N°149 & N°158 220V/230V - 2x220V - 2x8,3V, 1Kg ..... 490F
LED N°169 /160 (ACEA) Alimentation ..... 635F sortie 4/8R ..... 950F Capot alim ..... 115F

## PLAQUE 8/10<sup>th</sup>

### PRESENSIBILISE

#### 1 FACE

100MM\*100MM ..... 26F

200MM\*300MM ..... 86F

#### 2 FACES

100MM\*180MM ..... 38F

200MM\*300MM ..... 92F

#### brut

#### 1 FACE

100MM\*180MM ..... 17F

200MM\*300MM ..... 42F

#### 2 FACES

100MM\*180MM ..... 19F

## CONVERTISSEURS 12/24VDC / 220 VAC

entrée 12VDC nominal (10-15V) ou 24VDC, sortie voltage 220VAC RMS +/- 5%,  
Fréquence 50Hz +/- 3%, signal sortie sinusoïde transformée, protections : selfstart-  
battery faible - protection survoltage en entrée - surcharge en sortie - dépannement de  
température.

WATTS	10W	25W	40W	80W	100W	150W
VOLTS	12 0U 24V	12 0U 24V	12 0U 24V	12 0U 24V	12V	12V
PRIX	549F	786F	1287F	1893F	2589F	5049F

## TUBES

ECC 81 ..... 70F	EZ 81 ..... 80F	Support NOVAL C. imprimé
ECC 82 ..... 76F	KT 88 la paire ..... 680F	Ø 22mm ..... 22F
ECC 83 ..... 80F	KT 90 la paire (EI) ..... 299F	Ø 25mm ..... 22F
ECC 84 ..... 78F	KT 90 la paire (EI) ..... 588F	NOVAL blindé ..... 30F
ECL 86 ..... 85F	300B Soviét la paire ..... 1350F	Support pour
EL 34 ..... 140F	7189-7320 la paire ..... 320F	300B stéatite ..... 88F
EL 34 la paire ..... 320F	6L6CC (Soviét) ..... 88F	Support OCTAL avec connex
EL 84 (Soviét) L'unité ..... 65F	6L6CC STA la paire ..... 250F	Ø 30mm ..... 30F
les 10 ..... 460F	6L6WXT STA la paire ..... 250F	
les 2 appareils ..... 150F	6L6CC GE la paire ..... 435F	

## LIBRAIRIE TECHNIQUE DUNOD & ETSF

La restauration des récepteurs à lampes par André CAYROL - Les appareils à lampes sont encore nombreux sur le marché de l'occasion et de l'antiquariat. Par contre, les techniciens maîtrisant les techniques (pourtant simples) de restauration sont de plus en plus rares. Alors que son premier ouvrage traitait uniquement des récepteurs à lampes, l'auteur aborde cette fois la restauration des autres appareils : magnétophones, diéctrographes, appareils de mesure, et récepteurs. Sont clairement expliqués : le fonctionnement des appareils, leurs points faibles, les techniques de réglage et l'outillage.  
240x180 - 180pages - 1998 / Édition ETSF / 145F



Initiation aux amplis à tubes Jean Miraga - L'auteur, bien connu des spécialistes du domaine, offre à travers cet ouvrage une très bonne initiation aux amplificateurs à tubes, qu'il a largement contribué à remettre à la mode à partir des années 70. Sa longue expérience, ses connaissances dans le domaine du tube électronique fusionnent avec les techniques nouvelles, font de cet ouvrage une documentation précieuse qui vous fera découvrir les étonnantes possibilités des amplis à tubes.  
2ème édition / Édition Dunod - 278x210 - 150 Pages / 170F



## Schémathèque



Schémathèque - Radio des années 30 - La série Nostalgie d'ETSF propose des rééditions, dans leur présentation originale, des grands classiques de l'édition scientifique et technique ou d'ouvrages consacrés à des appareils anciens. Elle interressera les passionnés d'électronique ainsi que les amateurs d'appareils de collection. C'est pour répondre à l'engouement de ce public pour les postes anciens que nous avons jugé opportun de publier le présent ouvrage. Le lecteur y trouvera une sélection de schémas de postes radio à lampes, parus aux cours des années trente aux Éditions Radio, dans les fameuses Schémathèques de Wladimir Sorokine. Cet ouvrage constitue donc une véritable bible que passionnés de radio, collectionneurs ou simples amateurs d'électronique, se doivent de posséder. Format 21x27,5cm - 187 pages / 180F

## Schémathèque



Cet ouvrage constitue donc une véritable bible que passionnés de radio, collectionneurs ou simples amateurs d'électronique, se doivent de posséder. Format 21x27,5cm - 171 pages / 168F

Schémathèque - Radio des années 40 - La série Nostalgie d'ETSF propose des rééditions, dans leur présentation originale, des grands classiques de l'édition scientifique et technique ou d'ouvrages consacrés à des appareils anciens. Elle interressera les passionnés d'électronique ainsi que les amateurs d'appareils de collection. C'est pour répondre à l'engouement de ce public pour les postes anciens que nous avons jugé opportun de publier le présent ouvrage. Le lecteur y trouvera une sélection de schémas de postes radio à lampes, parus aux cours des années quarante aux Éditions Radio, dans les fameuses Schémathèques de Wladimir Sorokine.

## AUTOTRANSFORMATEURS 220V/110V MONOPHASES

Équipé côté 230V d'un cordon secteur longueur 1,30m avec unelchenormalisé 18 amp. 2 pôles - terre, et côté 115V d'un socle américainreçevant 2 fiches plates - terre

référence	Puissance	Poids	Prix TTC
ATNP150	150VA	1,350Kg	260F
ATNP250	250VA	2,400Kg	278F
ATNP380	350VA	2,750Kg	350F
ATNP500	500VA	3,750Kg	375F
ATNP750	750VA	6,250Kg	578F
ATNP1000	1000VA	8,000Kg	815F

Série ATB Ø non réversible capot plastique / ATSO3T 60VA 720Grs Prix TTC 278F

## CABLE HP REPERE ROUGE ET NOIR

### SECTION

### PRIX

0,75 mm <sup>2</sup>	37F
1,00 mm <sup>2</sup>	48F
2,50 mm <sup>2</sup>	9,50F
4,00 mm <sup>2</sup>	12F
6,00 mm <sup>2</sup>	16F
10,00 mm <sup>2</sup>	24F

## Schémathèque - Radio des années 50

Cet ouvrage reprend des schémas de postes radio des années 50 qui étaient parus dans la série d'ouvrages "schémathèque" de Sorokine. Pour chaque schéma sont donnés les valeurs des éléments, les tensions et courants, les méthodes d'alignement, de diagnostic de panne et de réparation.  
275x210 - 170 pages  
W Sorokine / Édition ETSF / 180F



Les amplificateurs à tubes - René BESSON  
240x160 - 130 pages  
Édition ETSF / 149F

## FAIRE 3 CHEQUES MENSUELS

FAIRE 3 CHEQUES MENSUELS, EXEMPLE 1500F D'ACHAT

1500F A L'ENCAISSEMENT

21500F 30 JOURS APRES

31500F 60 JOURS APRES

## FAIRE DES CHEQUES DE VALEURS SIMILAIRES

## LED BLEUE ET LED BLANCHE

### LED BLEUE haut rendement

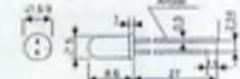
Diam 3mm - 80mcd typ, 80°, diffus 18F/1, 150F les 10  
Diam 5mm - 40mcd typ, 80°, diffus 18F/1, 150F les 10



### LED BLANCHE haut rendement

(nous réserve de disponibilité, difficulté d'importation)

Diam 3mm - 300mcd typ, clair 28F/1, 220F les 10  
Diam 5mm - 3300mcd typ, diffus 18F/1, 220F les 10  
Diam 5mm - 3300mcd typ, clair18F/1, 220F les 10



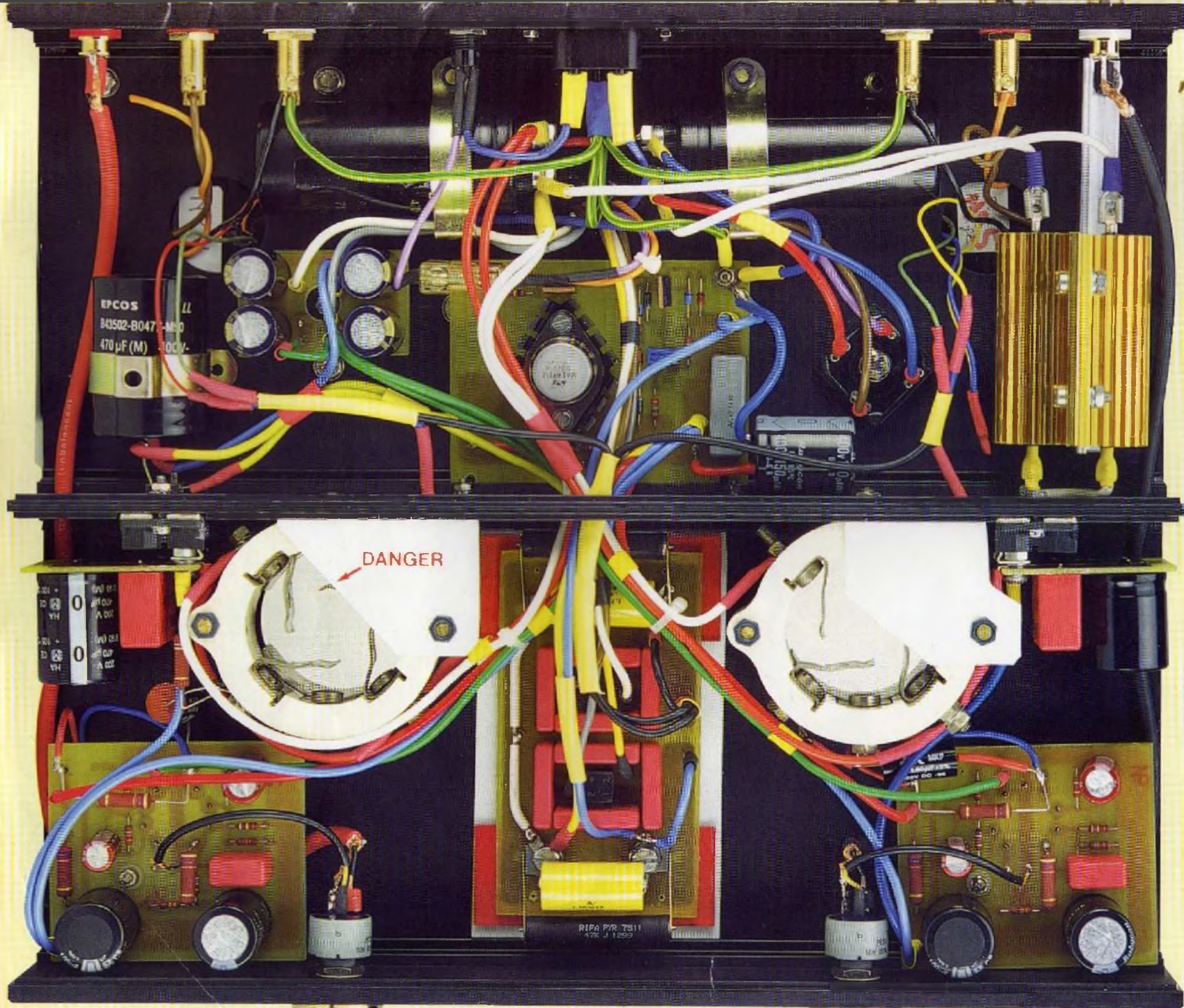
### LED JUMBO haut rendement

DLC2 - 81D / Rouge diffus teinté, 22F/1, 187F les 10  
DLC2 - 8GD / Vert diffus teinté, 22F/1, 187F les 10  
DLC2 - 8VD / Jaune diffus teinté, 22F/1, 187F les 10




www.stquentin.net

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




# WBT®

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



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



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



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

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

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

## BC Acoustique

ENCEINTES HAUTE-FIDÉLITÉ

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

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

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