

# Lead

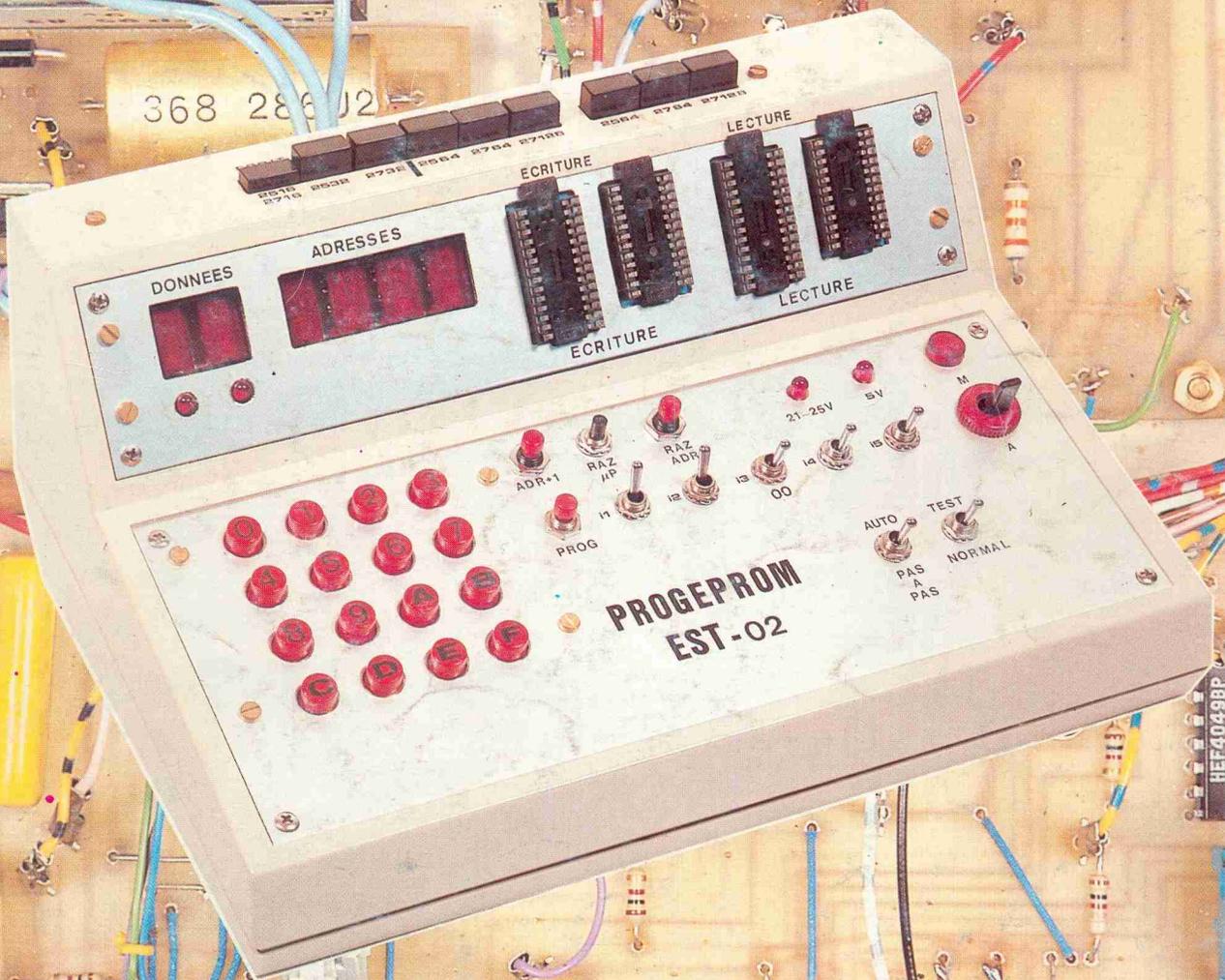
**CALCUL DES PARAMETRES  
D'UN HAUT-PARLEUR**

**PROGRAMMATEUR D'EPROMS**

**GENERATEUR DE BRUIT ROSE**

**GENERATEUR DE FONCTIONS**

**ENCEINTE C.A.F. "ANDROIDE"**



M 1226 - 59 - 20,00 F



PROGEPROM  
EST 02

ISSN 0713-7409

# Led

**Société éditrice :**  
**Editions Périodes**  
 Siège social :  
 1, bd Ney, 75018 Paris  
 Tél. : (1) 42.38.80.88  
 SARL au capital de 51 000 F  
 Directeur de la publication :  
 Bernard Duval

**LED**  
 Mensuel : 20 F  
 Commission paritaire : 64949  
 Locataire-gérant :  
 Editions Fréquences  
 Tous droits de reproduction réservés  
 textes et photos pour tous pays  
 LED est une marque déposée ISSN  
 0753-7409

Services **Rédaction-  
 Abonnements :**  
 (1) 42.38.80.88 poste 7315  
 1 bd Ney, 75018 Paris

**Rédaction**  
 Ont collaboré à ce numéro :  
 Bernard Dalstein, Fernand Estèves,  
 Gabriel Kossmann, Guy Chorein,  
 Thierry Pasquier, Jean-Claude  
 Gaertner.

**Publicité**  
 (1) 42.38.80.88 poste 7314  
 Directeur de publicité :  
 Alain Boar

**Abonnements**  
 10 numéros par an  
 France : 160 F  
 Etranger : 240 F

**Petites annonces gratuites**  
 Les petites annonces sont  
 publiées sous la responsabilité de  
 l'annonceur et ne peuvent se  
 référer qu'aux cas suivants :  
 - offres et demandes d'emplois  
 - offres, demandes et échanges  
 de matériels uniquement  
 d'occasion  
 - offres de service

**Réalisation  
 Composition**  
 Société AWAC - Paris  
 Edi Systèmes - Paris  
**Photogravure**  
 Sociétés PRS/PSC - Paris  
**Impression**  
 Berger-Levrault - Nancy

## 6

### EN SAVOIR PLUS SUR LE CALCUL DES PARAMETRES D'UN HAUT-PARLEUR

Les travaux de M. Thiele suivis par ceux de M. Small ont permis de progresser considérablement dans la compréhension du fonctionnement d'un haut-parleur dans le domaine des basses fréquences.

Ils ont en effet proposé un modèle équivalent électrique simple qui permet, moyennant quelques précautions, de calculer avec une excellente approximation la courbe de réponse, en fonction du volume et du type de charge utilisés.

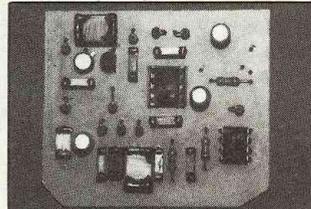
Pour pouvoir utiliser ces modèles, nous allons définir les paramètres nécessaires et vous proposer quelques moyens pour les mesurer.

## 16

### GENERATEUR DE BRUIT ROSE

Compact, autonome, ce générateur constitue le complément indispensable de toute installation audio dotée d'un analyseur et d'un égaliseur.

Le bruit rose permet d'effectuer des mesures précises et instantanées, en procurant à chacun des filtres de l'analyseur une énergie constante sur toute l'étendue du spectre audio.



## 22

### PROGRAMMATEUR D'EPROM AUTONOME

A la demande d'un très grand nombre de nos lecteurs, une seconde version du programmeur d'EPROM publiée dans les n°s 38 et 39 vous est décrite dans ce numéro.

Diverses modifications ont été apportées au schéma initial, permettant d'une part à ceux qui ont construit le premier appareil de le modifier à un moindre coût et d'autre part, aux nouveaux adeptes de cette réalisation de posséder un appareil plus souple d'emploi.

Cette étude permet la programmation des EPROM 2516, 2716, 2532, 2732, 2564, 2764, 27128 (2 k, 4 k, 8 k, 16 k) en pas à pas, la recopie de ces mêmes EPROM en automatique (entre mêmes références), la recopie partielle, le test de virginité, l'entrée des données par clavier hexadécimal, l'affichage digital des données et des adresses. La gestion est assurée par le microprocesseur MC68705 P3 (microprocesseur monochip).

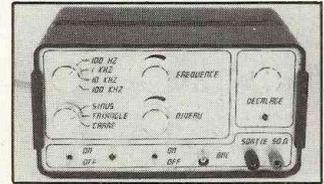
Il n'est point besoin d'être un "super-électronicien" pour en entreprendre la réalisation, il vous suffit de suivre scrupuleusement la description très détaillée mise au point et proposée par notre ingénieur en informatique M. Estèves.

## 44

### GENERATEUR DE FONCTIONS

L'appareil que nous vous proposons de construire possède des caractéristiques fort intéressantes : disponibilité de trois signaux différents, bande passante étendue jusqu'à 100 kHz, amplitude

de sortie pouvant atteindre 10 volts, impédance de sortie de 50  $\Omega$ . Son faible coût devrait également inciter de nombreux lecteurs à en entreprendre la réalisation.



## 52

### ENCEINTE C.A.F. ANDROIDE MODELE III

Le modèle Androïde des Créations Acoustiques de France est le fruit d'une étude minutieuse faite de nombreux compromis. Il s'agit d'un système trois voies de qualité, d'une puissance admissible de 50 watts avec un rendement supérieur à 90 dB/1 W/1 m et proposé en kit à moins de 1 500 F. Les concepteurs ont opté pour la formule du caisson de grave, avec un caisson satellite pour les haut-parleurs de médiums et d'aigus. La forme colonne décalée présente un encombrement réduit au sol et s'intègre aisément dans un intérieur, même de dimensions modestes.

## 62

### PETITES ANNONCES GRATUITES

Un lien entre les lecteurs de Led pour vendre ou échanger du matériel.

## 63

### LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

# Le calcul des paramètres d'un haut-parleur

Les travaux de M. Thiele, en mars et août 1961 dans *Proceedings of the IRE Australia*, suivis par ceux de M. Small entre 1972 et 1973 publiés dans le journal de l'AES, ont permis de progresser considérablement dans la compréhension et l'analyse du fonctionnement d'un haut-parleur dans le domaine des basses fréquences.

**E**n effet, ils ont proposé un modèle équivalent électrique simple qui permet, moyennant quelques précautions, de calculer avec une excellente approximation la courbe de réponse, en fonction du volume et du type de charge utilisés (enceinte close, bass reflex, radiateur passif).

Pour pouvoir utiliser ces modèles, nous allons définir les paramètres nécessaires et vous proposer quelques moyens pour les mesurer.

Il est important de noter que les paramètres donnés dans les feuilles de caractéristiques des fabricants représentent des valeurs moyennes, et compte tenu des tolérances inévitables de fabrication, ceux-ci peuvent varier notablement d'un modèle à l'autre.

Il est donc intéressant de pouvoir mesurer ces paramètres de façon à optimiser le volume de la charge en fonction des caractéristiques propres à chaque haut-parleur.

## PARAMETRES DE CALCUL

### Définition

Les principaux paramètres nécessaires pour le calcul d'une charge sont les suivants :

**S<sub>d</sub>** : Surface émissive de la membrane (m<sup>2</sup> : mètre carré)

**R<sub>e</sub>** : Rés. bobine mobile (courant continu) (Ω : ohm)

**L<sub>e</sub>** : Inductance de la bobine mobile à 1 kHz (H : henry)

**BL** : Facteur de force (T/m : tesla/mètre)

**V<sub>as</sub>** : Volume acoustique équivalent à C<sub>as</sub> (m<sup>3</sup> : mètre cube)

**C<sub>ms</sub>** : Compliance mécanique de la suspension (m/N : mètre/newton)

**M<sub>ms</sub>** : Masse de la membrane à l'air libre incluant la charge aérienne (kg : kilogramme)

**M<sub>md</sub>** : Masse mobile (kg : kilogramme)

**F<sub>o</sub>** : Fréquence de résonance à l'air libre (Hz : hertz)

**F<sub>i</sub>** : Fréquence de résonance sur baffle infini (Hz : hertz)

**Q<sub>ms</sub>** : Coefficient de surtension mécanique

**Q<sub>es</sub>** : Coefficient de surtension électrique

**Q<sub>ts</sub>** : Coefficient de surtension total

**X<sub>max</sub>** : Déplacement linéaire maximum de la membrane (m : mètre)

**P<sub>max</sub>** : Puissance efficace maximum supportée (W : watt)

Ces paramètres ne sont pas tous d'égale importance et certains sont liés entre eux.

### Equations générales

$$Z_m = \frac{BL^2}{Z_e} \quad Z_a = \frac{Z_m}{S_d^2} \quad Z_e = \frac{BL^2}{Z_m}$$

$$C_a = \frac{V_a}{P_o \cdot c^2} \quad C_m = \frac{V_a}{P_o \cdot c^2 \cdot S_d^2}$$

$$V_a = C_m \cdot P_o \cdot c^2 \cdot S_d^2$$

$$M_{mr} \text{ (air libre)} = 0,575 \cdot (S_d) \wedge 3/2$$

$$M_{mr} \text{ (baffle infini)} = 1,15 \cdot (S_d) \wedge 3/2$$

$$M_{ms} = M_{md} + M_{mr}$$

avec M<sub>md</sub> : masse mobile.

$$R_{mvc} = \frac{BL^2}{R_e} \quad R_{ms} = \frac{BL^2}{R_{es}}$$

$$C_{em} = \frac{M_m}{BL^2}$$

$$L_e = BL^2 \cdot C_m$$

$$Q_{ms} = \frac{\sqrt{(M_{ms}/C_{ms})}}{R_{ms}}$$

$$Q_{es} = \frac{\sqrt{(M_{ms}/C_{ms})}}{R_{mvc}}$$

$$Q_{ts} = \frac{Q_{es} \cdot Q_{ms}}{(Q_{es} + Q_{ms})}$$

$$BL = \sqrt{\frac{R_e}{(C_{ms} \cdot \omega_o \cdot Q_{es})}}$$

$$\omega_o = 2 \cdot \pi \cdot F_o$$

$$F = BL \cdot I = g \cdot M$$

$$P_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$c = 344 \text{ m/s} \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

## Méthodes de mesures

Le principe général pour mesurer ces paramètres est de faire varier la fréquence (donc l'impédance) de résonance du haut-parleur pour en déduire les valeurs de  $M_{md}$ ,  $M_{ms}$ ,  $V_{as}$ ,  $F_i$ .

Il existe plusieurs méthodes, par exemple :

- ajouter une masse sur la membrane pour l'alourdir et diminuer ainsi la fréquence de résonance,
- charger le haut-parleur avec une enceinte close et augmenter alors la fréquence de résonance.

Nous utiliserons pour la suite de cet article la méthode de l'enceinte close.

## Instruments de mesures nécessaires

- une calculatrice ou un petit ordinateur de poche
- Un amplificateur de puissance avec une bande passante linéaire jusqu'à 10 Hz minimum
- un générateur de fréquences sinusoïdales de 10 Hz à 1 kHz minimum
- une alimentation continue réglable de 0 à 15 V, 1 à 2 A
- un fréquencemètre avec une résolution de 0,1 Hz ou pouvant fonctionner en périodemètre (porte de mesure 10 s)
- un multimètre digital avec une résolution de 1 mV en alternatif et de 0,1  $\Omega$  en ohmmètre avec une constante de temps adaptée à la mesure des basses fréquences
- une résistance ou un potentiomètre bobiné linéaire 10 ou 20 tours de résistance 500  $\Omega$  à 1 k $\Omega$ .
- des masses de 0,5 kg à 2 kg en matériau non magnétique
- un coffret clos de volume connu.

## Critères de choix

En théorie, toutes les méthodes permettent de déterminer ces paramètres. Néanmoins, comme certains de ces paramètres peuvent se déduire les uns des autres, une imprécision risque de se répercuter et de s'amplifier avec pour résultat une mauvaise corrélation entre eux. Aussi, il faut essayer de mesurer chaque paramètre

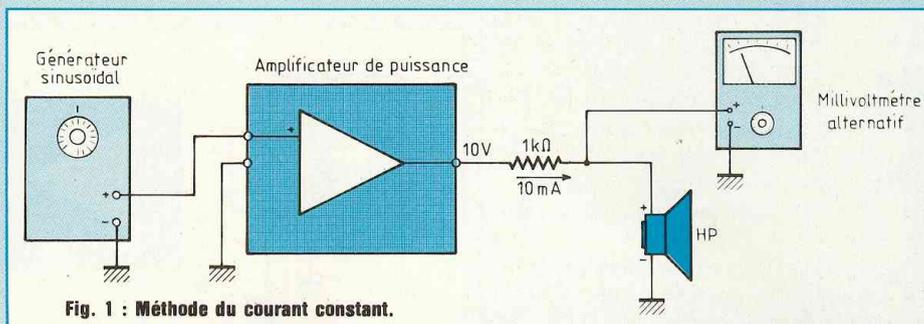


Fig. 1 : Méthode du courant constant.

en utilisant la méthode qui permet de limiter ces interactions.

Par exemple, après avoir mesuré BL par la méthode qui sera décrite plus loin, on pourrait en déduire par les équations générales citées plus haut  $C_{ms}$  et  $V_{as}$ , deux paramètres qui sont très importants pour le calcul de la charge d'un haut-parleur. Il est préférable de ne pas le faire et de mesurer ceux-ci en utilisant soit une masse additionnelle, soit un volume clos afin de ne pas multiplier une éventuelle imprécision sur la mesure du BL.

Quelle que soit la méthode employée, elle revient toujours à mesurer l'impédance du haut-parleur en fonction de la fréquence dans deux environnements différents.

La mesure de cette impédance peut se faire de plusieurs manières :

- Alimentation du haut-parleur par un courant constant.

L'intérêt de cette méthode largement utilisée est de permettre de lire directement l'impédance avec un millivoltmètre alternatif aux bornes du HP.

La figure 1 montre le principe général de la mesure.

La résistance de 1 k $\Omega$  associée à l'amplificateur de puissance permet de créer en première approximation un générateur de courant constant. En effet, l'impédance du HP est globalement faible par rapport à celle-ci. Par exemple, si la tension de sortie de l'amplificateur est de 10 V; le courant circulant aux bornes du haut-parleur est de 10/1 k $\Omega$  soit 10 mA. Un voltmètre alternatif connecté en parallèle sur le HP mesure la tension, donc l'impédance si le courant délivré est constant :

$$Z = U/I = U/0,01 = 100 \cdot U$$

On lit par exemple 270 mV l'impédance est donc : 0,27 . 100 = 27  $\Omega$ .

L'erreur maximale, due à l'approximation faite, se situe à la résonance. En effet, l'impédance usuelle d'un HP est de 40 à 100  $\Omega$ . Prenons le cas le plus défavorable, soit  $Z_{max} = 100 \Omega$ , on devrait lire 1 V au voltmètre. En réalité, le courant circulant dans le HP n'est plus 10 mA mais 10/1,1 k $\Omega$  soit 9,09 mA. Nous lirons donc 0,909 V au lieu de 1,00 V, l'erreur commise est dans ce cas de 9,1 %.

Il est possible de s'affranchir de cette erreur en augmentant la tension de sortie de l'amplificateur pour réajuster le courant jusqu'à 10 mA (en mesurant par exemple la tension aux bornes de la résistance de 1 k $\Omega$ ) mais cela enlève une partie de l'intérêt de cette méthode. Parmi les autres inconvénients, il faut citer :

- le haut-parleur n'est pas alimenté à niveau constant
- l'amplificateur de puissance n'exerce pas son rôle de contrôle du haut-parleur par sa faible impédance de sortie.

## Alimentation du haut-parleur à tension constante

L'intérêt de cette méthode réside dans le fait que les défauts précités sont évités, et qu'elle permet de mesurer les paramètres à différents niveaux de puissance, mais en contrepartie l'impédance ne pourra pas être lue directement.

La figure 2 montre le principe de la mesure.

On place :

- d'une part, une résistance shunt  $R_s$  de faible valeur (typiquement 0,1  $\Omega$ )

# Le calcul des paramètres d'un haut-parleur

entre la borne négative du HP et la masse de l'amplificateur ; cela permet d'évaluer le courant traversant le HP. L'influence de cette résistance sur la précision de la mesure est faible (par exemple pour un haut-parleur de 8 Ω la résistance n'est modifiée que de 1,25 %),

– d'autre part, une résistance variable  $R_{var}$  commutable par SW1. Le multimètre connecté aux bornes de  $R_s$  nous donne la tension, donc le courant, circulant dans le haut-parleur. Puis on commute SW1 sur  $R_{var}$  que l'on fera varier jusqu'à lire la même valeur au multimètre. Cette résistance sera donc équivalente à l'impédance du haut-parleur pour la fréquence considérée ; il ne restera plus qu'à mesurer la valeur de cette résistance. Une solution serait d'utiliser une boîte de substitution de résistances ajustables par pas de 1 Ω pour éviter d'avoir à mesurer, pour chaque fréquence, la valeur de  $R_{var}$  à l'ohmmètre.

Exemple : on ajuste la tension de sortie de l'amplificateur à 2,83 V (ce qui correspond à 1 W sur 8 Ω d'impédance). On note la valeur lue sur le multimètre aux bornes de  $R_s$ , soit par exemple 28 mV, on commute SW1 sur  $R_{var}$  que l'on fera varier jusqu'à lire cette même valeur de 28 mV. Il suffira alors de mesurer à l'ohmmètre la valeur de  $R_{VAR}$  pour obtenir l'impédance du HP à la fréquence considérée.

Nous utiliserons quant à nous, dans la suite de cet article, la méthode à tension constante pour déterminer les paramètres d'un haut-parleur car elle nous paraît plus adaptée à fournir des résultats précis en utilisant le minimum de précautions.

Les deux méthodes qui viennent d'être décrites ont pour principal intérêt de ne pas nécessiter une instrumentation hors de portée de l'amateur, mais ont comme inconvénient majeur de prendre du temps. Il faut en effet relever, point par point, la valeur de l'impédance du haut-parleur à différentes fréquences.

Les professionnels utilisent d'autres techniques pour obtenir la courbe d'impédance d'un haut-parleur. On

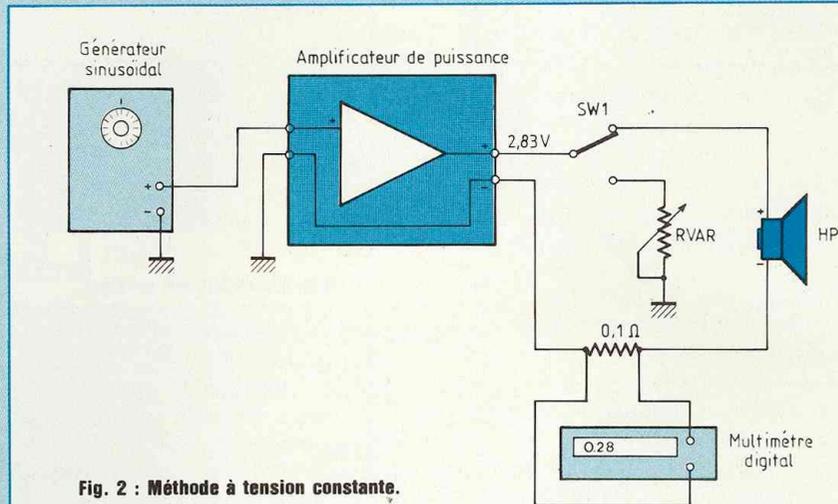


Fig. 2 : Méthode à tension constante.

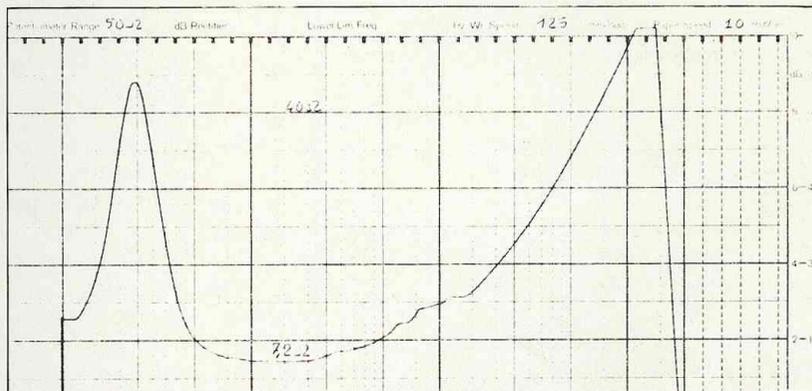


Fig. 3 : Courbe d'impédance donnée par de nombreux fabricants de haut-parleurs.

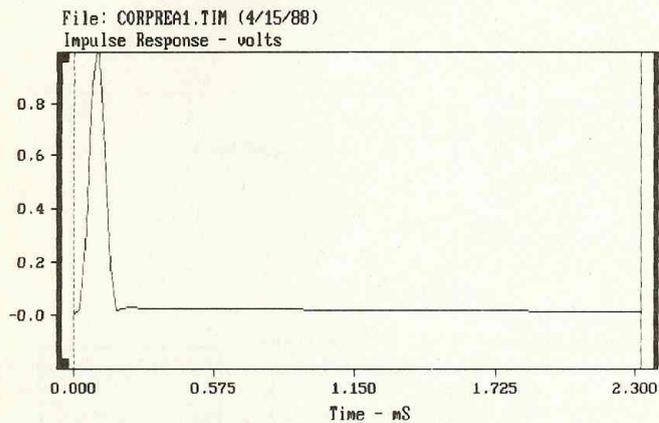
peut citer par exemple :

– Un banc de mesure utilisant un générateur à fréquences glissantes suivi d'un convertisseur tension/courant synchronisé avec une table traçante. Ce sont les courbes que l'on voit dans de nombreuses feuilles de caractéristiques fournies par les fabricants de haut-parleurs (voir. fig. 3).

– Utilisation d'un analyseur FFT rapide qui, par une transformation mathématique (dont le principe de base a été trouvé par le mathématicien Fourier), permet de passer du domaine amplitude/temps au domaine amplitude/fréquences. Le principe en

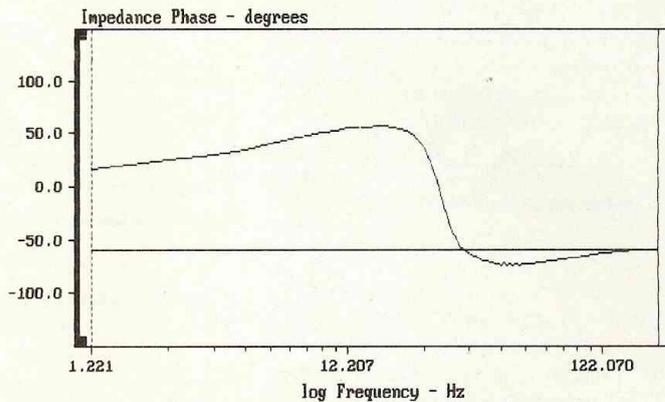
est le suivant : un générateur envoie aux bornes du haut-parleur une impulsion de courant, les impulsions en provenance du générateur et du haut-parleur sont corrélées dans l'analyseur deux voies et divers algorithmes nous donnent la courbe d'impédance en fonction de la fréquence ; la transformée de Fourier respectant la phase, on obtient de surcroît la courbe de phase et le temps de propagation de groupe.

– Utilisation d'un ordinateur et d'un convertisseur analogique digital. Celui-ci fonctionne de la même façon que l'analyseur FFT mais permet, par



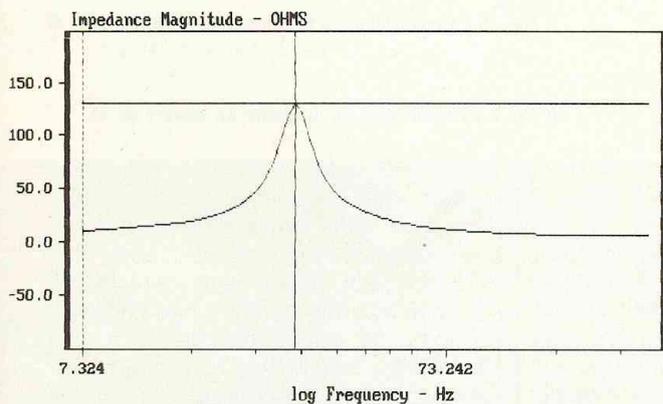
impulsion délivrée par le générateur

Fig. 4



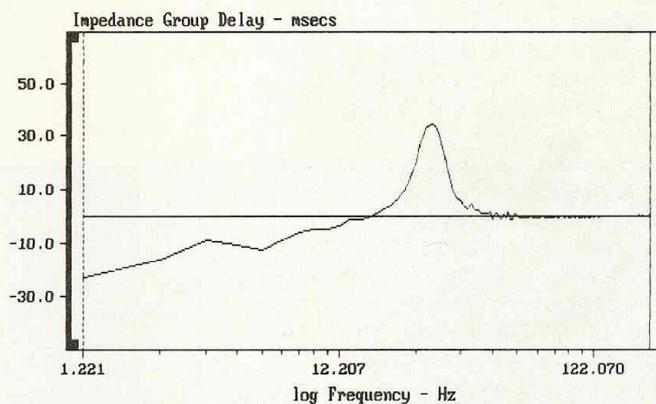
courbe de phase du même HP

Fig. 6



courbe d'impédance d'un HP d'origine Audax

Fig. 5



temps de propagation de groupe du même HP

Fig. 7

l'intermédiaire d'une programmation adéquate, d'opérer un post-traitement des mesures. Il offre donc une plus grande flexibilité. La figure 4 vous montre la forme de l'impulsion délivrée par un générateur. Les figures 5, 6 et 7 montrent respectivement la courbe d'impédance, la courbe de phase et le temps de propagation de groupe d'un haut-parleur 33 cm d'origine Audax.

Ces deux dernières méthodes sont très séduisantes par leur rapidité (quelques secondes pour obtenir toute la courbe d'impédance). Elles sont d'ailleurs également largement utilisées pour la mesure de la courbe

amplitude-fréquence des haut-parleurs. Un avantage important est qu'elles ne nécessitent pas de chambre sourde. Néanmoins, il convient de prendre quelques précautions :

- d'une part, comme l'énergie dans le temps d'une telle impulsion est très faible, le rapport signal sur bruit pour être satisfaisant, nécessite une moyenne sur plusieurs (voire plusieurs dizaines) d'impulsions ;

- d'autre part on risque de faire fonctionner le haut-parleur dans une zone non linéaire.

Nous vous parlerons de ces problèmes plus en détails dans un autre arti-

cle traitant des mesures sur les haut-parleurs. Nous envisageons en effet dans un avenir proche d'effectuer nos propres mesures sur un certain nombre de kits d'enceintes acoustiques.

## MESURES DES PARAMETRES

Nous allons maintenant nous appuyer sur l'exemple d'un haut-parleur de 38 cm pour décrire la façon de mesurer les paramètres d'un haut-parleur.

### Surface émissive du haut-parleur

La figure 8 montre une section simplifiée d'un haut-parleur de grave, la distance D représente le diamètre effectif

# Le calcul des paramètres d'un haut-parleur

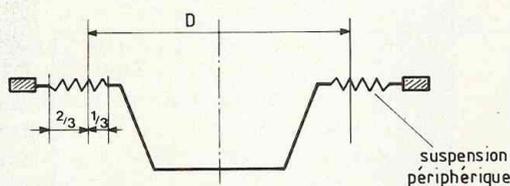


Fig. 8 : Section simplifiée d'un HP.

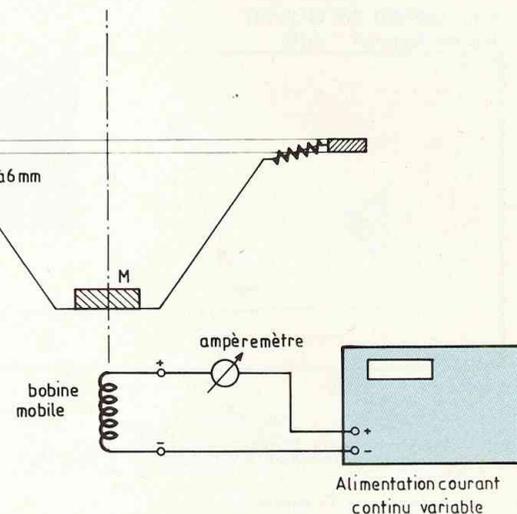
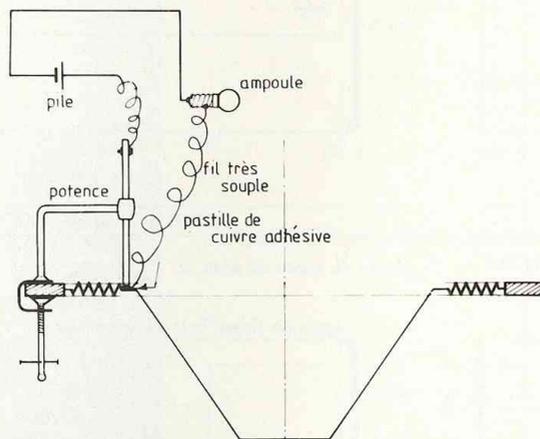


Fig. 10 : Abaissement de la membrane par une masse M.

Fig. 9 : Visualisation du dispositif de mesure du BL.

de fonctionnement en piston, elle inclue le diamètre du cône plus un tiers environ de la suspension périphérique.

$$S_d = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

soit, dans notre exemple :

$$D = 33,5 \text{ cm} = 0,335 \text{ m.}$$

$$S_d = \frac{3,14 (0,335)^2}{4} = 0,0882 \text{ m}^2$$

### Re Résistance en courant continu de la bobine

On connecte un multimètre digital en position ohmmètre aux bornes du haut-parleur, on trouve par exemple  $R_{evc} = 6,4 \Omega$  ; la précision nécessaire et suffisante est le dixième d'ohm.

Remarque : dans le domaine professionnel, la mesure se fait sur 4 fils au centième pour pouvoir certifier la mesure au dixième d'ohm. La bobine mobile doit être à la température ambiante normalisée de 20°.

### BL Mesure du facteur de force

Ce paramètre est très important car il joue un rôle capital dans la conversion d'un système mécanique, comme celui

d'un haut-parleur, en son équivalent électrique.

BL est le produit de la longueur du fil baignant dans le champ magnétique par la densité du flux. L'unité est le tesla/mètre. Le BL représente aussi l'effort en newton correspondant au passage d'un courant de 1 ampère dans la bobine mobile ; on peut donc choisir également comme unité le newton/ampère.

La méthode la plus largement employée consiste à modifier la position naturelle du cône par une force connue et de restaurer cette position en faisant circuler un courant continu dans la bobine mobile.

Les figures 9 et 10 montrent le dispositif utilisé. La potence sert de point de repère de la position de repos de la membrane. Il est possible, afin d'augmenter la précision de la mesure, d'appliquer sur le pourtour du cône une pastille de cuivre adhésive reliée à une ampoule ou à un buzzer afin de bien visualiser le retour de la membrane à sa position initiale. La valeur de la masse à appliquer dépend de la

raideur des suspensions du haut-parleur et varie dans les cas classiques de 0,5 à 2 kg, cela n'est pas critique mais une bonne règle consiste à déplacer le cône de 5 à 6 mm environ. Par exemple dans le cas de notre HP, il a fallu une masse de 2 kg pour abaisser la membrane de 6 mm ; le courant nécessaire pour revenir à la position initiale a été de 1,13 ampère, d'où :

$$F = g \cdot M = 9,8 \cdot 2,0 = 19,6 \text{ newtons}$$

$$BL = \frac{F}{I} = \frac{19,6}{1,13} = 17,36 \text{ teslas/mètre}$$

**Remarque :** Pour éviter des problèmes d'hystérésis d'origine visco-élastique, il faut ne laisser la membrane loin de sa position de repos que le minimum de temps. L'idéal serait d'appliquer la masse sur la membrane en même temps que le courant sur la bobine.

On peut noter également que le BL ainsi mesuré ne correspond pas forcément au BL max du haut-parleur mais la valeur autour de la position de repos de la membrane.

La précision sur la masse utilisée, le

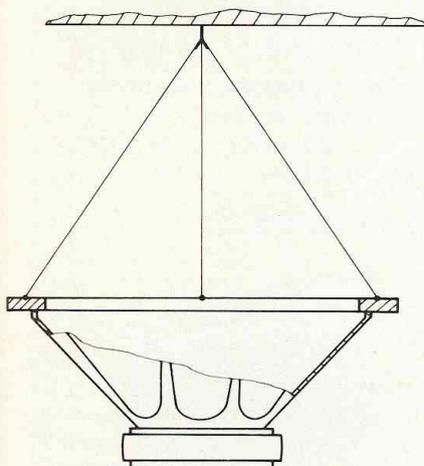


Fig. 11 : Mesure du  $f_0$ .

courant nécessaire et le retour à la position initiale de la membrane permettent une mesure du BL à 3 ou 4 % près, ce qui est largement suffisant pour la suite des calculs.

$C_{ms}$  et  $V_{as}$  étant liés au BL, on peut calculer **une première approximation** de ceux-ci. Il ne s'agit que d'une approximation car la précision de la mesure de l'abaissement du cône par la masse (dans notre exemple 6 mm) n'est pas très bonne. Un calcul plus précis de ces paramètres sera fait par une autre méthode.

$$C_{ms} = \frac{X}{F} = \frac{0,006}{19,6} = 306 \mu\text{m/N}$$

$$\begin{aligned} V_{as} &= C_{ms} \cdot S_d^2 \cdot P_o \cdot c^2 = \\ &= 306E^{-6} \cdot 0,0882^2 \cdot 1,2 \cdot 344^2 = \\ &= 0,338 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$c = 344 \text{ m/s}$  (vitesse du son à la température ambiante)

$P_o = 1,2 \text{ kg/m}^3$  (masse volumique de l'air).

#### $F_0$ Fréquence de résonance à l'air libre

Le haut-parleur doit maintenant être

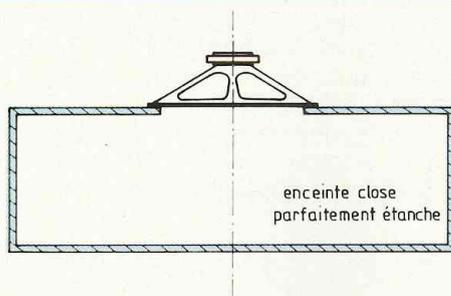


Fig. 12 : Schéma de montage du haut-parleur pour la mesure de  $M_{md}$ ,  $M_{ms}$ ,  $C_{ms}$ ,  $V_{as}$ .

connecté au dispositif décrit à la figure 2. Il faut ajuster la tension de sortie de l'amplificateur aux environs de 2 volts, cette tension n'est pas critique mais doit rester suffisamment basse pour ne pas entraîner un échauffement excessif de la bobine mobile. Il est nécessaire que le haut-parleur soit dégagé de tout obstacle. La solution la plus simple consiste à l'attacher à sa périphérie par trois câbles (voir figure 11). Faire varier la fréquence sinusoïdale délivrée par le générateur jusqu'à observer un minimum de la tension aux bornes de la résistance shunt  $R_s$ ; cette fréquence est celle de la résonance à l'air libre du haut-parleur. Le fréquencemètre nous la donnera avec une précision suffisante de 0,1 Hz si l'on choisit 10 secondes comme période de mesure.

Par exemple, dans notre cas, nous avons mesuré :  $F_0 = 31,4 \text{ hertz}$ .

Il faut maintenant, pour le calcul futur de  $Q_{ms}$ , déterminer la valeur de l'impédance à cette fréquence  $F_0$ ; pour cela, sans toucher au générateur, noter la valeur du minimum de tension

aux bornes de  $R_s$  (soit 28 mV dans notre cas), placer le commutateur sur  $R_{var}$  et faire varier sa valeur jusqu'à retrouver le même minimum de tension; déconnecter  $R_{var}$  et mesurer sa valeur à l'ohmmètre. Nous avons trouvé 72  $\Omega$ .

Ces résultats nous permettent de calculer  $R_{es}$  :

$$\begin{aligned} R_{es} &= R_{var} - R_e = 72 - 6,4 = \\ &= 65,6 \Omega \end{aligned}$$

#### $M_{md}$ , $M_{ms}$ , $C_{ms}$ , $V_{as}$ , $F_i$ Méthode utilisant le volume clos

Il faut maintenant monter le haut-parleur comme indiqué à la figure 12 dans une enceinte parfaitement close. Le volume de cette enceinte close sera choisi entre  $V_{as}$  et  $V_{as}/2$ . Si on le choisit égal à  $V_{as}$ , l'augmentation de la fréquence de résonance sera d'environ 40 %. Si on le prend égal à  $V_{as}/2$ , l'augmentation sera d'environ 70 %.

L'enceinte doit être parfaitement close et rigide et donc surtout ne pas avoir de fuites d'air. Il ne faut pas mettre de matériaux amortisseurs à l'intérieur. La forme n'est pas critique mais il est important de connaître exactement les dimensions intérieures pour calculer le volume  $V_{ab}$  avec une bonne précision. Il ne faut pas oublier de tenir compte du volume d'air emprisonné sous le cône. On peut le calculer ou ajouter 2 % à  $V_{ab}$  (si on le choisit dans les limites décrites ci-dessus).

Pour notre exemple, nous avons choisi un volume  $V_{ab} = 0,160 \text{ m}^3$ , nous pouvons alors déterminer la compliance de la boîte :

$$\begin{aligned} C_{mb} &= \frac{V_{ab}}{P_o \cdot c^2 \cdot S_d^2} = \\ &= \frac{0,160}{1,42E+5 \cdot 0,0882^2} = 144,8 \mu\text{m/N}. \end{aligned}$$

Connecter alors le haut-parleur au dispositif décrit figure 2 pour déterminer la nouvelle fréquence de résonance soit dans notre cas  $F_c = 52,3 \text{ Hz}$ . Nous connaissons les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} F_0 &= 31,4 \text{ Hz}; \\ \omega_0 &= 2 \cdot \pi \cdot F_0 = 197,3; \\ \omega_0^2 &= 38924; \end{aligned}$$

# Le calcul des paramètres d'un HP

$F_c = 52,3 \text{ Hz}$  ;  
 $\omega_c = 2 \cdot \pi \cdot F_c = 328,6$  ;  
 $\omega_c^2 = 107\,985$  ;  
 $S_d = 0,0882 \text{ m}^2$  ;  
 $M_{mr} = 0,575 \cdot (S_d)^{1/3} = 0,015 \text{ kg} = 15 \text{ g}$  (air libre) ;  
 $C_{mb} = 144,8 \mu\text{m/N}$ .

●  $M_{md}$   
 Nous pouvons alors calculer  $M_{md}$  :

$$M_{md} = \frac{1}{C_{mb}} - \frac{M_{mr} \cdot (1,85 \cdot \omega_c^2 - \omega_0^2)}{\omega_c^2 - \omega_0^2} = 0,065 \text{ kg} = 65 \text{ g}$$

●  $M_{ms}$   
 $M_{ms} = M_{md} + M_{mr} = 65 + 15 = 80 \text{ g} = 0,080 \text{ kg}$

●  $C_{ms}$   
 $C_{ms} = \frac{1}{\omega_0^2 \cdot M_{ms}} = 320 \mu\text{m/N}$

●  $V_{as}$   
 $V_{as} = C_{ms} \cdot P_0 \cdot c^2 \cdot S_d^2 = 320E^{-6} \cdot 1,42E^5 \cdot 0,0882^2 = 0,353 \text{ m}^3$

●  $F_i$   
 La fréquence de résonance sur baffle infini devient :

$$M_{ms}' = M_{md} + 2 \cdot M_{mr} = 65 + 2 \cdot 15 = 90 \text{ g}$$

$$F_i = \frac{1}{2\pi \sqrt{(M_{ms}') \cdot C_{ms}}} = 28,9 \text{ Hz}$$

## $Q_{ms}$ , $Q_{es}$ , $Q_{ts}$

Nous allons maintenant calculer les différents coefficients de surtension. Il est possible de tirer ces paramètres de la courbe d'impédance du haut-parleur en extrayant deux fréquences dont l'impédance est à -3 dB de part et d'autre de la pointe de résonance. Cette méthode, fréquemment employée, présente néanmoins de sérieux inconvénients. En effet, elle implique d'une part, que la forme de la pointe d'impédance soit celle d'un filtre passe-bande réel (ce qui n'est pas toujours le cas) et d'autre part, la précision du calcul des coefficients de surtension faisant intervenir la diffé-

rence de deux fréquences relativement proches, une erreur de 5 % sur les fréquences peut induire une erreur pouvant aller jusqu'à 40 % sur les calculs des surtensions. C'est pourquoi nous allons déterminer  $Q_{ms}$ ,  $Q_{es}$  et  $Q_{ts}$  en partant des paramètres fondamentaux.

●  $Q_{ms}$

$$Q_{ms} = \frac{R_{es}}{BL^2 \cdot C_{ms} \cdot \omega} = \frac{65,6}{17,35^2 \cdot 320E^{-6} \cdot 197,3} = 3,45$$

●  $Q_{es}$

$$Q_{es} = \frac{R_{evc}}{BL^2 \cdot C_{ms} \cdot \omega} = \frac{6,4}{17,35^2 \cdot 320E^{-6} \cdot 197,3} = 0,337$$

●  $Q_{ts}$

$$Q_{ts} = \frac{Q_{ms} \cdot Q_{es}}{(Q_{ms} + Q_{es})} = 0,307$$

## $L_{evc}$

L'inductance de la bobine mobile sera mesurée à 1 kHz. Il y a plusieurs façons de mesurer cette inductance : pont d'impédance, phase-mètre, oscilloscope, etc.

La méthode que nous allons employer ne requiert qu'un minimum d'équipement.

Connecter le haut-parleur (sans la boîte test) au dispositif de la figure 2 et mesurer l'impédance du haut-parleur à 1 kHz de la même façon que vous avez mesuré  $F_0$  et  $F_c$  ; soit par exemple dans le cas de notre HP :

$$Z_x = 13,4 \Omega$$

$$R_{vc} (1 \text{ kHz}) R_e \cdot (1 + BL \cdot 0,038) = 10,62 \Omega$$

La réactance totale devient :

$$X_{total} = \sqrt{[Z_x^2 - R_{vc}^2]} = 8,17 \Omega$$

Oter la réactance due à la masse du cône :

$$X_1 = X_{total} + \frac{BL^2}{6283 \cdot M_{md}} = 8,17 + \frac{17,35^2}{6283 \cdot 0,065} = 8,91 \Omega$$

L'inductance devient :

$$L_{evc} = \frac{X_1}{6283} = \frac{8,91}{6283} = 0,0014 \text{ henry} = 1,4 \text{ mH}$$

## $X_{max}$ Excursion linéaire maximale

Soit  $H_e$  la hauteur de l'entrefer et  $h$  la hauteur du bobinage, l'excursion linéaire maximale est :

$$X_{max} = \frac{h - H_e}{2}$$

$$X_{max} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mm}$$

avec  $h = 18 \text{ mm}$  ;  
 $H_e = 8 \text{ mm}$ .

Les hauteurs, de l'entrefer et du bobinage, sont tirées de la notice du fabricant car il n'est pas possible de les mesurer sans destruction du haut-parleur.

## $P_{max}$ Puissance maximale supportée

Il n'est pas possible, sans détruire le haut-parleur, de déterminer la puissance supportée, aussi prendrons-nous comme valeur celle indiquée par le fabricant dans sa notice.

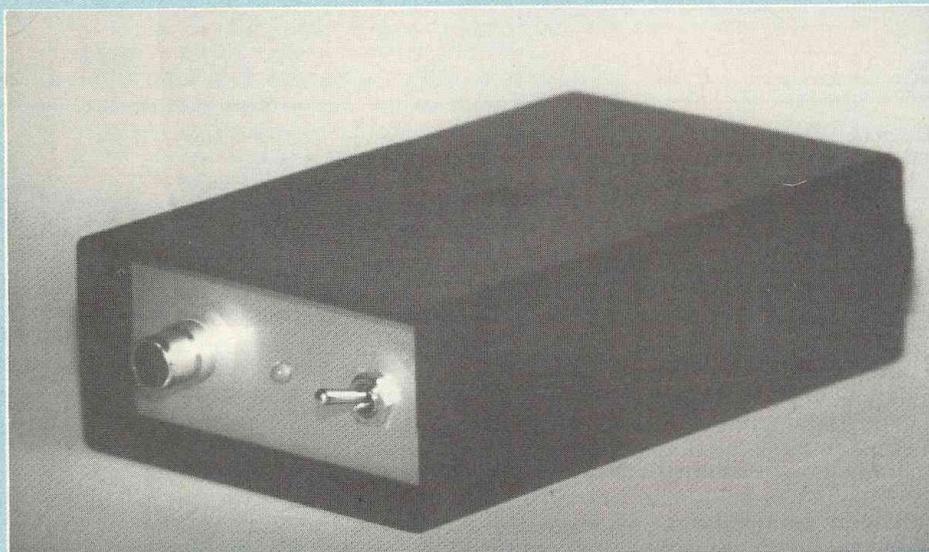
## CONCLUSION

Nous sommes arrivés au bout de nos peines. Nous avons maintenant mesuré ou calculé tous les paramètres dont nous aurons besoin pour déterminer quel volume et quel type de charge conviendront pour chaque haut-parleur. Cela fera l'objet d'un prochain article dans la revue.

Il est très important de ne pas oublier de rôder le haut-parleur avant d'effectuer ces mesures. Une bonne méthode consiste à faire fonctionner le haut-parleur à l'air libre, pendant plusieurs heures, à une fréquence sinusoïdale (25 à 50 Hz) via un amplificateur de puissance et un générateur sinus, **à quelques watts seulement : attention !!!** (choisir la tension pour se trouver à environ  $X_{max}$ ) et ensuite de prévoir un repos de même durée.

Jean-Claude Gaertner

# GENERATEUR DE BRUIT ROSE DE POCHE



Dans une récente publication, nous avons eu l'occasion de vous présenter la réalisation d'un égaliseur stéréophonique muni de son propre générateur de bruit rose, puis un analyseur de spectre audio assorti. De nombreux lecteurs actuellement en possession d'un égaliseur intégré à leur chaîne hifi, n'auraient souhaité qu'un analyseur accompagné de son générateur. D'autre part, les égaliseurs de dernière génération sont même dotés de leur propre analyseur, mais rarement du générateur de bruit, ce qui constitue une grave lacune.

**N**e vous lamentez plus, la description qui suit vous concerne certainement : compact, autonome, dans un boîtier très pratique et doté d'un logement pour pile 9 V, ce générateur constitue le complément inespéré de toute installation audio dotée d'un analyseur et d'un égaliseur. Il présente l'avantage d'un prix de revient extrêmement faible doublé d'une souplesse d'utilisation hors pair.

Si vous ne connaissez pas encore l'intérêt d'un tel appareil, les lignes qui suivent vous sont adressées.

## DE L'UTILITE D'UN GENERATEUR DE BRUIT ROSE

L'expérience montre que l'analyseur spectral audio ne se présente pas comme un simple gadget, mais plutôt

comme un appareil de mesure simple mais efficace. Chacun sait qu'il permet de visualiser globalement la bande passante d'une installation, à condition toutefois d'être accompagné d'un générateur de bruit rose. Le bruit rose permet d'effectuer des mesures précises et instantanées en procurant à chacun des filtres de l'analyseur une énergie constante sur toute l'étendue du spectre audio. Ainsi, une installation audio parfaitement réglée, sera caractérisée par une droite horizontale sur la matrice d'affichage. Dans le cas contraire, il faudra compenser un creux ou une bosse en jouant sur les clefs de l'égaliseur aux fréquences incriminées, jusqu'à observer une droite convenable : élémentaire, n'est-ce pas ? Sans précautions, une excellente chaîne hifi peut finalement laisser apparaître une bande passante de 400 Hz-8 kHz très accidentée à cause de la mauvaise qualité des locaux ou d'une disposition maladroite des enceintes acoustiques.

D'une manière générale, il est préférable d'étalonner préalablement son générateur avec l'analyseur qui sera utilisé lors des mesures : c'est possible avec la plupart des matériels courants.

## PRINCIPE

### DE FONCTIONNEMENT

C'est un générateur analogique qui exploite la caractéristique de bruit d'un transistor et l'amplifie afin de produire un bruit blanc de niveau élevé. Ce dernier est dirigé dans un filtre passe-bas afin de n'en conserver que le spectre qui nous intéresse, appelé bruit rose par analogie avec la lumière blanche ou filtrée. Le schéma fonctionnel de la figure 1 réside dans l'obtention d'un filtre de pente  $-3$  dB/octave, valeur pour le moins surprenante et antisociale !

### LE SCHEMA STRUCTUREL

Il est indiqué en figure 2 et ne devrait pas surprendre les fidèles lecteurs de Led. Un amplificateur opérationnel est chargé de fournir les tensions d'alimentation.

# UNE ENERGIE CONSTANTE

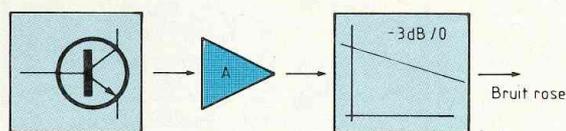


Fig. 1 : Principe de fonctionnement du générateur.

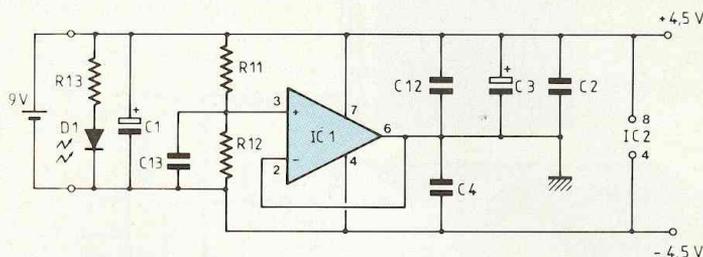


Fig. 2a : Bloc alimentation.

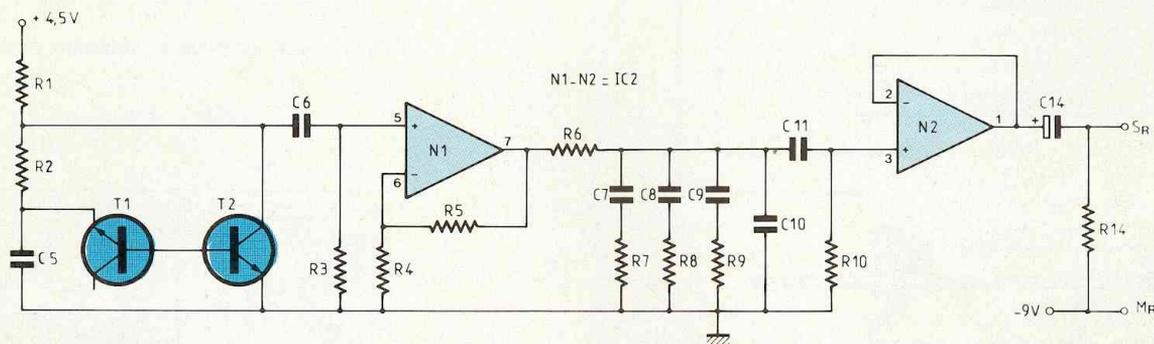


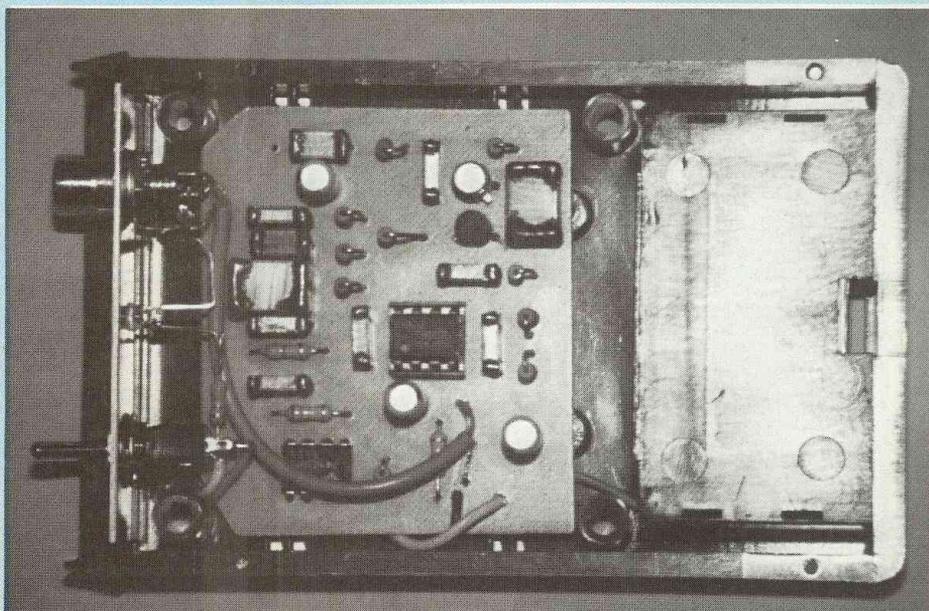
Fig. 2b : Schéma structurel du générateur de bruit rose.

mentation symétriques de  $\pm 4,5 \text{ V}$  à partir de la pile de  $9 \text{ V}$ . Le générateur comporte trois étages principaux : la source de bruit blanc dont l'origine est T1 et amplifiée par T2, l'amplificateur et adaptateur d'impédances N1 et enfin le filtre de bruit isolé de la sortie par N2. Ce filtre nécessite quelques commentaires particuliers. Puisqu'il n'est pas possible de réaliser directement un filtre dont la pente est de  $-3 \text{ dB/octave}$  (le minimum étant  $-6 \text{ dB/octave}$ ), on fait appel à une structure passive complexe : on place en parallèle plusieurs réseaux R/C progressifs, dont la résistance atténue plus ou moins l'influence du condensateur associé. Globalement, la pente obtenue fluctue autour des  $-3 \text{ dB}$  escomptés, du moins dans le domaine des fréquences qui nous intéressent particulièrement.

Nous avons surtout soigné le taux de reproductibilité de l'appareil. En effet, il apparaissait que le choix de certains transistors entraînait un taux de dispa-

rité trop élevé... et parfois même des composants neufs et apparemment identiques s'avéraient impotents !

Finalement, nous avons trouvé la bonne paire qui, malgré un rendement des plus faibles, délivre un bruit propre



Positionnement du module dans le coffret MMP réf. LPA 173.

# GENERATEUR DE BRUIT ROSE

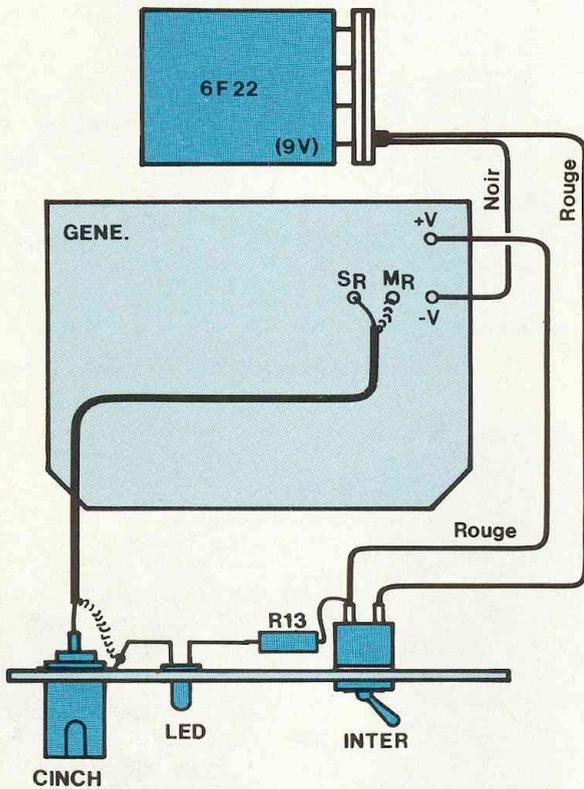
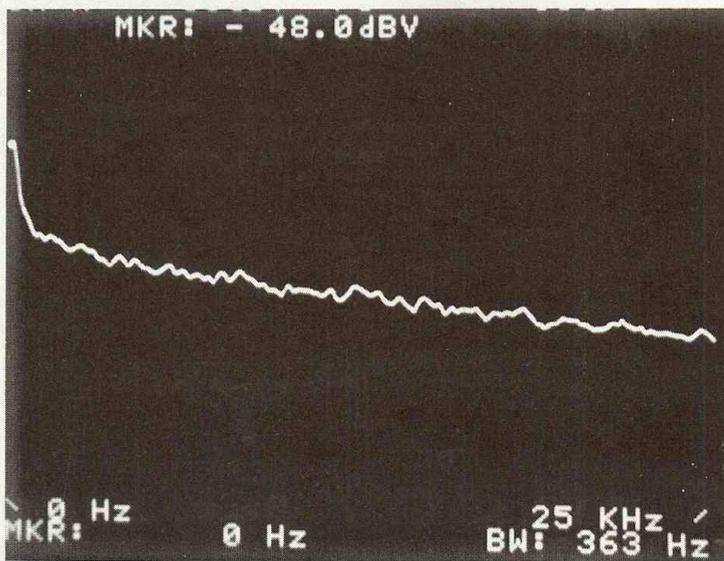


Fig. 5b : Plan de câblage.



Analyse spectrale entre 0 et 25 kHz.

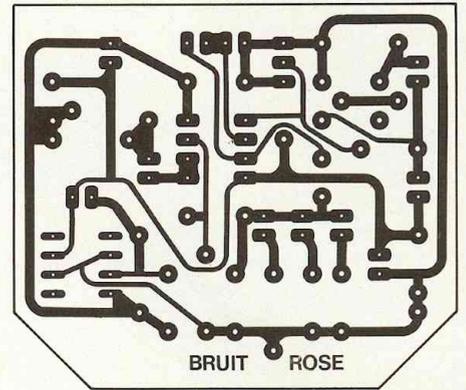


Fig. 3 : Tracé des pistes du générateur de bruit rose.

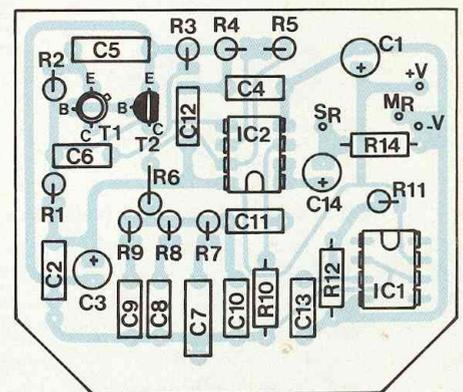


Fig. 4 : Implantation des composants.

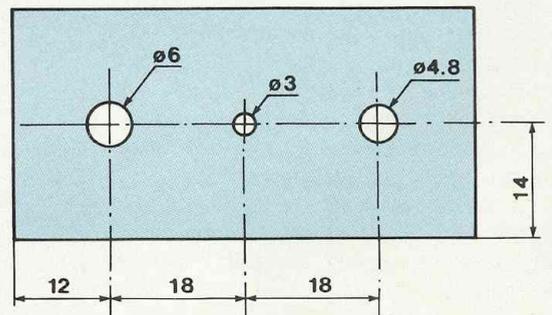


Fig. 5a : Perçage de la face avant.

# UNE ENERGIE CONSTANTE

et homogène d'un composant à l'autre : c'est pour vous l'assurance d'un résultat sinon totalement satisfaisant, au moins convenable à tous les coups. Le faible rendement est compensé par un accroissement du gain de l'étage amplificateur, ce qui s'effectue sans difficulté en jouant sur R4 et R5. Pour assurer une durée de vie assez élevée à la pile, il sera préférable d'utiliser des TL061 et TL062 pour IC1 et IC2, bien que des TL071 et TL082 conviennent parfaitement.

## REALISATION PRATIQUE

Le tracé des pistes est indiqué en figure 3 : les dimensions du circuit imprimé ont été déterminées par le choix du boîtier, qui est d'ailleurs un modèle courant et très économique si on considère son esthétique et ses performances.

L'implantation des composants de la figure 4 révèle une assez forte densité d'intégration, la plupart des résistances étant montées debout. On câblera en premier lieu les supports de circuit intégré, les résistances, les condensateurs et enfin les transistors. A ce propos, veillez à ne pas interchanger T1 et T2.

Le circuit sera implanté dans le boîtier LPA173 de MMP. Il possède une face avant encastrée en aluminium sur laquelle seront fixés l'interrupteur marche/arrêt, la LED et l'embase cinch de sortie du signal. Pour en

effectuer l'usinage, reportez-vous au plan de perçage de la figure 5. Le câblage de l'ensemble ne devrait vraiment pas poser de problèmes, car les connexions à effectuer sont pratiquement limitées à un câble blindé pour la sortie de bruit rose. La diode électroluminescente pourra être fixée sur la face avant uniquement par ses broches, la rigidité mécanique étant suffisante. On n'oubliera pas d'intercaler une résistance de 3,3 k $\Omega$  entre l'anode et la borne de l'interrupteur reliée au positif du montage.

Il est inutile de chercher à visser le circuit imprimé sur le fond du coffret. Il doit s'encastrer entre les colonnes des vis de fermeture et un simple carré de mousse suffit pour l'immobiliser.

## UTILISATION ET ETALONNAGE

L'appareil est à brancher sur l'entrée auxiliaire de votre installation, ou mieux sur l'entrée de votre égaliseur prévue à cet effet s'il en possède une. Il doit produire un bruit de souffle sourd assez caractéristique. Si vous en avez la possibilité, il serait souhaitable de connecter directement le générateur à l'entrée de l'analyseur de spectre afin de procéder à l'étalonnage de votre appareil. Il se peut en effet que vous n'observiez pas une droite parfaitement rectiligne, en particulier en raison de la tolérance assez large des con-

densateurs. Il faudrait alors jouer sur les valeurs des composants du filtre (résistances comprises) afin de linéariser la réponse du générateur. Sachez que les condensateurs de faible valeur influent plutôt sur les fréquences élevées et inversement.

## CONCLUSION

Pour terminer, et afin de ne négliger aucun aspect, nous pourrions évaluer la réalisation que nous venons de vous proposer comme suit :

### Avantages :

Pratique, caractéristiques de bruit inaltérables, peu coûteux, autonome et facilement transportable.

### Inconvénients :

Nécessite probablement un étalonnage préalable du générateur (au niveau des filtres) ; le remplacement d'un transistor est susceptible d'en modifier sensiblement le spectre de bruit.

Pour s'affranchir du dernier défaut évoqué, il est envisageable de se diriger vers une source de bruit numérique. Bien sûr, à moins d'utiliser un composant spécialisé pour cette application, la structure sera plus délicate à maîtriser. A titre d'exemple, citons le GPA (générateur pseudo-aléatoire) intégré de National Semiconductor, conditionné en boîtier DIL 8 broches. Il n'est malheureusement pas très économique à l'achat.

B. Dalstein

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Condensateurs

C1 - 22  $\mu$ F/16 V/radial  
C2 - 0,22  $\mu$ F/MKH  
C3 - 10  $\mu$ F/16 V/radial  
C4 - 100 nF/MKH  
C5 - 1  $\mu$ F/MKH  
C6 - 100 nF/MKH  
C7 - 1  $\mu$ F/MKH  
C8 - 0,33  $\mu$ F/MKH  
C9 - 100 nF/MKH  
C10 - 33 nF/MKH  
C11 - 100 nF/MKH  
C12 - 100 nF/MKH  
C13 - 100 nF/MKH

C14 - 10  $\mu$ F/16 V/radial

### ● Résistances

R1 - 10 k $\Omega$   
R2, R3, R5, R11, R12, R14 - 100 k $\Omega$   
R4 - 1,2 k $\Omega$   
R6 - 1,5 k $\Omega$   
R7, R13 - 3,3 k $\Omega$   
R8 - 1 k $\Omega$   
R9 - 330  $\Omega$   
R10 - 470 k $\Omega$

### ● Composants actifs

IC1 - TL061/TL081  
IC2 - TL062/TL082

T1 - 2N2907

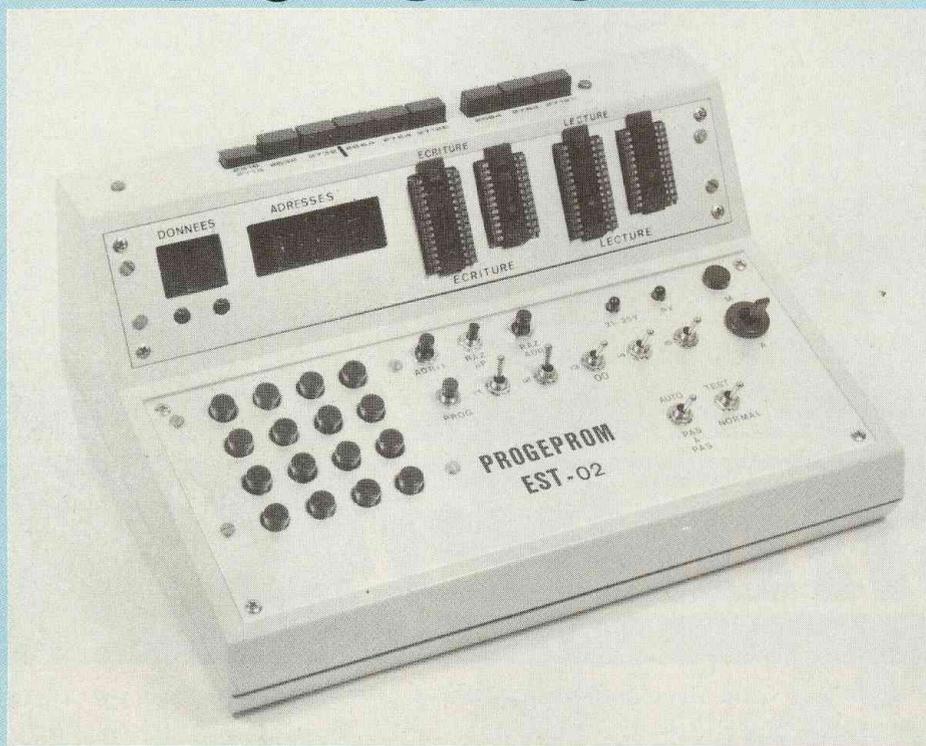
T2 - BC547B

D1 - LED rouge  $\varnothing$  3 mm

### ● Divers

Raccord à pression pour pile 9 V (type 6F22)  
Boîtier LPA173 de MMP avec logement pour pile  
Embase cinch femelle  
Interrupteur miniature  
Circuit imprimé 50 x 58 mm (simple face)  
10 cm de câble blindé à 1 conducteur

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS AUTONOME



A la demande d'un grand nombre d'entre vous, une seconde version du programmeur d'Eproms paru dans les n<sup>os</sup> 38 et 39 de la présente revue, vous est décrit dans les pages qui suivent. Diverses modifications ont été apportées au schéma initial, permettant d'une part à ceux qui ont construit le premier appareil de le modifier à un moindre coût et d'autre part, aux nouveaux adeptes de cette réalisation, de posséder un appareil plus souple d'emploi.

**P**our ceux qui possèdent la version EST 01, la principale modification apportée à la réalisation est la suivante : Le fait d'effectuer une RAZ du microprocesseur en cours de programme, lors d'une erreur de frappe des données, par exemple, ne fait plus avancer les adresses de 1

unité, comme c'était le cas dans la première version, ce qui était un sérieux handicap, car il fallait alors remettre les adresses à 0000, puis revenir à la bonne adresse manuellement...

Pour parer à cela, nous avons d'une part inséré un bouton poussoir à contacts travail/repos dans le circuit de

RAZ et d'autre part, nous avons modifié le programme du 68705 P3. Ceux qui désirent profiter de cette transformation pourront soit se procurer le nouveau microprocesseur EST 02 auprès de la Société HBN Electronic, rue du Val Clair, Z.I. St Léonard 51060 Reims, soit faire insérer le nouveau programme dans un microprocesseur "vierge" en leur possession, en adressant en premier lieu un courrier à la rédaction, pour les modalités d'envoi.

La seconde modification apportée est la réalisation intégrale du clavier à l'aide de touches Isostat réf. D6, d'un approvisionnement facile.

La dernière modification concerne le régulateur de tension +5 V qui est à présent en boîtier T03 et situé à l'extérieur du coffret pour une meilleure dissipation de la chaleur.

Ceci étant dit, et pour les nouveaux venus, voici les principales caractéristiques de notre programmeur :

- Programmation des EPROM 2516, 2716, 2532, 2732, 2564, 2764, 27128 (2 K, 4 K, 8 K, 16 K) en pas à pas.
- Recopie des mêmes EPROM en automatique (entre mêmes références).
- Recopie partielle.
- Test de virginité.
- Entrée des données par clavier hexadécimal.
- Affichage digital des données et des adresses.
- Gestion par micro-ordinateur MC 68705 P3 (microprocesseur Monochip).
- Alimentation secteur 220 V.

Le coût de cette réalisation équivaut à l'achat de l'une des cartes de programmation d'Eproms, destinées à bon nombre de micro-ordinateurs du commerce qui, bien souvent, ne dépassent pas la 2732.

Les non-possesseurs de ce dernier type de matériel verront dans cette réalisation la possibilité de se voir ouvrir les portes d'une foule de domaines tels que la robotique ou la micro-informatique personnalisée.

Il n'est point besoin d'être un "super-électronicien" pour en entreprendre la réalisation. Il vous suffit de suivre scrupuleusement la description qui suit.

# PROGEPROM EST O2

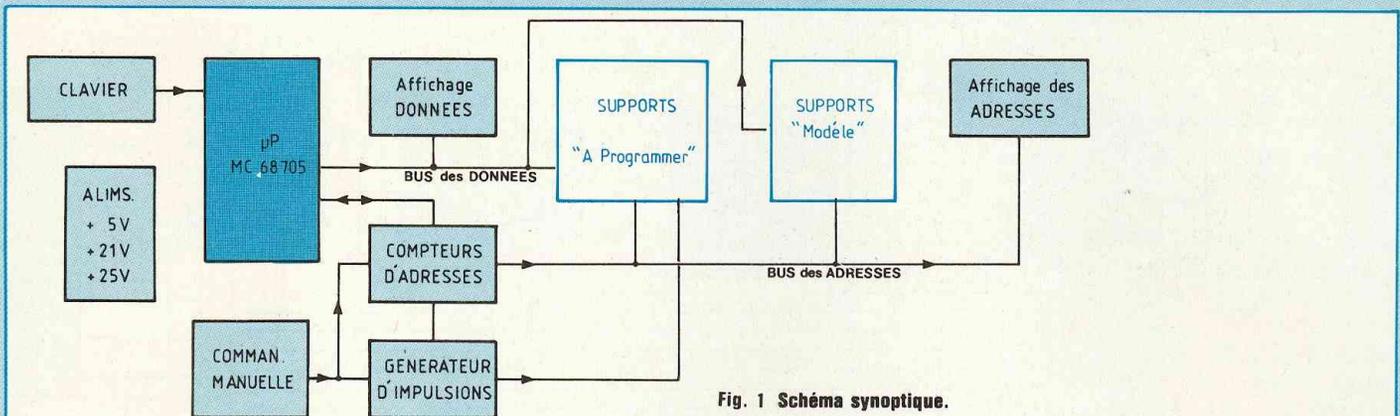


Fig. 1 Schéma synoptique.

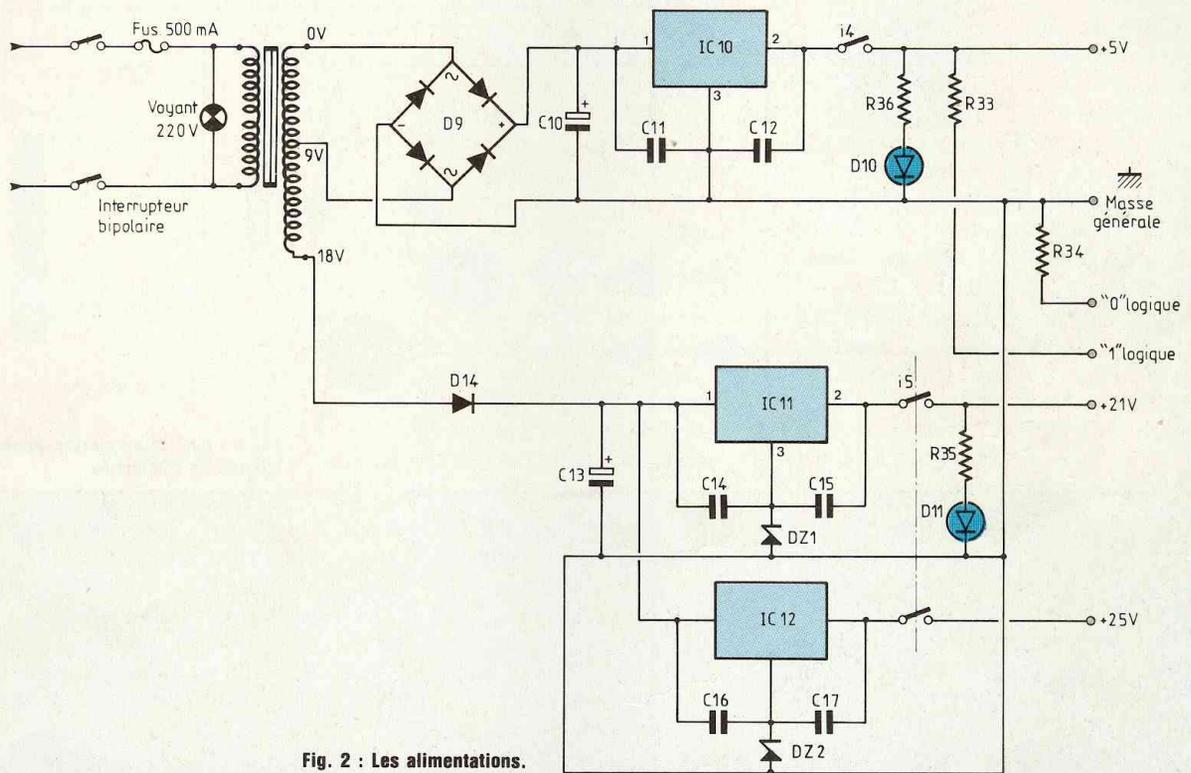


Fig. 2 : Les alimentations.

## FONCTIONNEMENT GENERAL

Celui-ci est des plus simples, et le schéma synoptique de la figure 1 vous aidera à en comprendre le déroulement.

L'Eprom à programmer est insérée sur le support adéquat. L'entrée des données s'effectue par le clavier, en hexadécimal. Le microprocesseur se charge de "lire" ce clavier, et de trans-

former la touche enfouée en code binaire correspondant. Ce code est transmis sur le bus des données et visible sur les afficheurs. Une fois l'octet "prêt" (4 bits de poids fort et 4 bits de poids faible), le microprocesseur attend l'appui sur le bouton poussoir de programmation (commandes manuelles) qui va transmettre sur la broche concernée de l'Eprom une impulsion, soit positive, soit négative, en fonction du type de mémoire à programmer. Il envoie ensuite une impul-

sion au compteur d'adresse ; fait avancer celui-ci de 1 et se met une nouvelle fois en attente. Un nouvel octet peut être entré par le clavier, et ainsi de suite.

## SCHEMA DE PRINCIPE

Vu l'importance de celui-ci, il vous est décrit en plusieurs sous-ensembles dont nous allons maintenant vous détailler le fonctionnement.

### Les alimentations

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

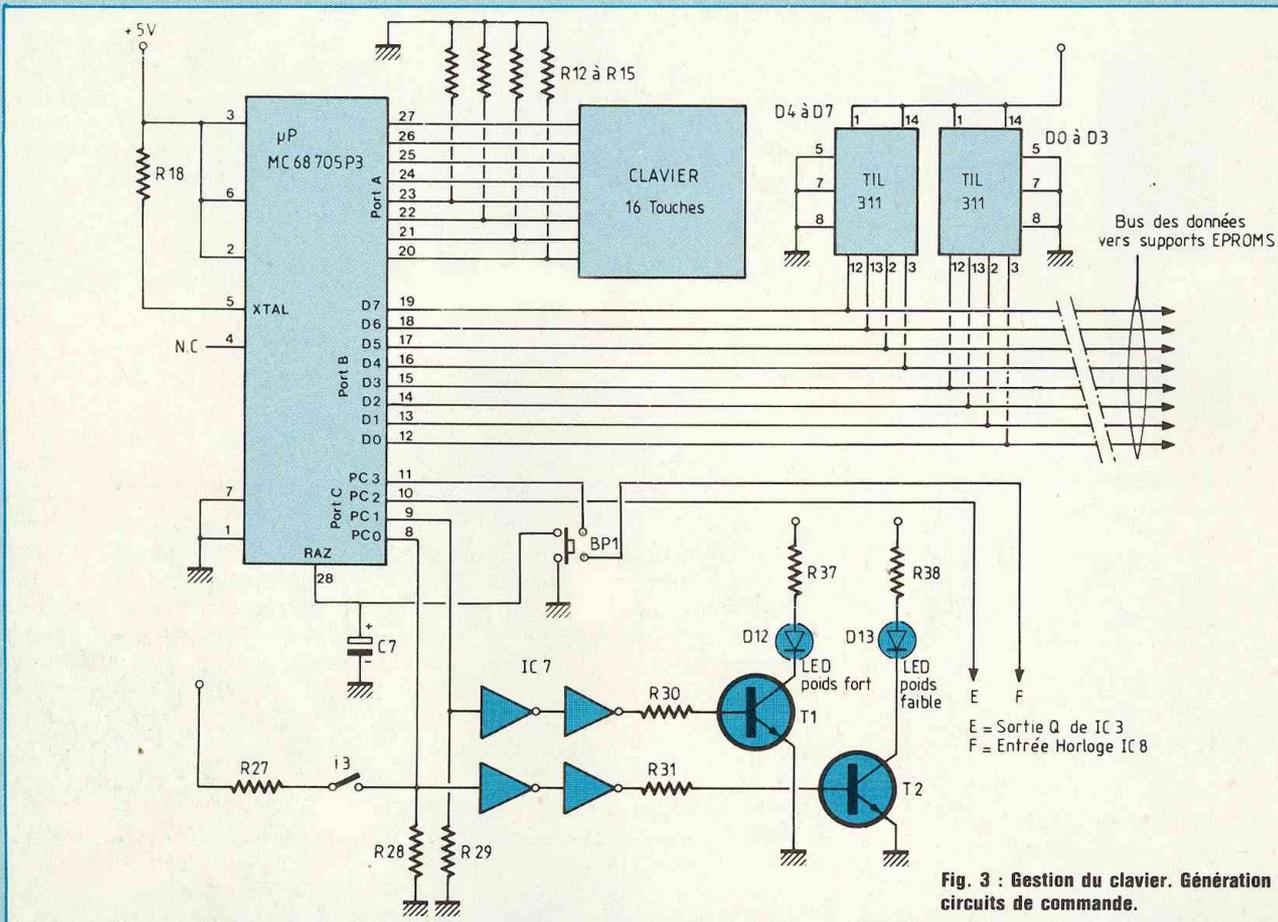


Fig. 3 : Gestion du clavier. Génération des données, circuits de commande.

Les divers types de mémoires que nous nous proposons de programmer nécessitent trois tensions d'alimentation :

- une alimentation générale de +5 V ;
- une alimentation de +21 V pour la programmation des 2732, 2764, 27128 ;
- une alimentation de +25 V pour la programmation des 2516, 2716, 2532, 2564.

Pour les explications qui suivent, reportez-vous au schéma de la figure 2. Un transformateur possédant un secondaire à prises multiples délivre les deux tensions alternatives nécessaires à nos alimentations (9 V et 18 V). Pour la partie +5 V, le redressement de la tension de secondaire est confié à D9, qui est un pont de diodes de 1,5 ampère. Un premier filtrage est assuré par C10. La régulation de nos +5 V est effectuée par IC10 et enfin

filtrée par C11 et C12. L'interrupteur I4 met en service l'alimentation +5 V, ce qui est visualisé par la LED D10.

Le "1" logique, ainsi que le "0" logique, nécessaires pour l'écriture ou la lecture des Eproms sont pris en sortie de cette première alimentation par l'intermédiaire de R33 et R34.

L'alimentation 21 V fonctionne sur le même principe, mis à part le fait que la régulation est assurée par IC11, qui est un régulateur 15 V, dont la sortie 3 est reliée à la masse au travers d'une diode zéner de 6,2 V. Ce qui nous donne, théoriquement, en sortie une tension de 21,2 V. Le choix de cette zéner est assez critique et devra être fait parmi plusieurs du même type afin d'obtenir une tension maximum de 21,2 V. Ceci est très important car une tension supérieure risquerait de claquage vos Eproms.

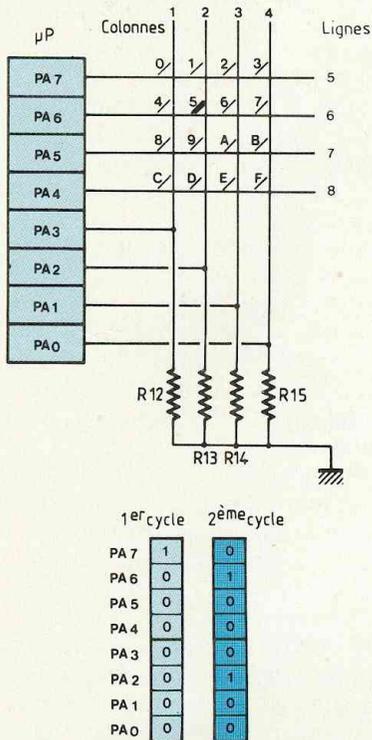
Il en va de même pour l'alimentation

+25 V qui, elle, utilise un régulateur 15 V et une zéner de 10 V.

La mise en service de ces deux tensions est assurée par I5, interrupteur bipolaire et visualisée par la LED D11. La mise sous tension du programmeur d'Eproms s'effectue dans l'ordre suivant :

1. Mise en marche de l'interrupteur bipolaire général sur le 220 V ;
2. Fermeture de I4 ;
3. Fermeture de I5 si vous désirez programmer.

Le test de virginité des Eproms n'a nul besoin de ces deux tensions. Pour l'arrêt de l'ensemble, il suffit de procéder en sens inverse I5, I4 puis l'interrupteur général. **En aucun cas**, le +5 V ne devra être coupé en la présence du +21 V ou du +25 V, sous peine de voir votre Eprom entièrement détruite.



Colonne 2 et ligne 6 mise en contact. Touche 5

= Code binaire 0100\_0100  
= Code HEXADÉCIMAL 44

Fig. 3 bis

## Gestion du clavier. Génération des données. Circuits de commande (fig. 3)

L'ensemble de ces opérations est confié au microprocesseur MC 68705 P3 de Motorola. Ce circuit est un véritable "micro-ordinateur" à lui tout seul. Il contient en effet sur sa puce, de la mémoire ROM programmable électriquement et effaçable aux ultra-violets, qui contiendra notre programme ; de la mémoire RAM, afin de stocker des données intermédiaires ; un times 8 bits avec prédiviseur programmable ; 20 lignes d'entrées-sorties programmables individuellement et à tout moment, soit en entrée, soit en sortie ; un générateur d'horloge intégré.

Ce type de microprocesseur monochip est très performant et surtout imbattable pour ce genre d'application.

La gestion du clavier est confiée au

Port A de ce microprocesseur et fonctionne de la manière suivante (fig. 3 bis) :

Le circuit du clavier est matricé en lignes et en colonnes, ces dernières étant ramenées au niveau logique "0" par l'intermédiaire de R12 à R15.

Les lignes PA0, PA1, PA2 et PA3 du Port A du microprocesseur sont mises en entrée, et les lignes PA4, PA5, PA6 et PA7 en sortie. Un 1 logique est envoyé sur la ligne PA7 pour un premier cycle. Aucune des touches de la ligne 5 n'étant enfoncée, les lignes PA0 à PA3 resteront à 0. Un 1 logique est maintenant envoyé sur la ligne PA6. Cette fois, la touche 5 ayant été enfoncée, le code 0100 apparaît sur les lignes PA0 à PA3. Le code binaire total du Port A est donc 0100 0100, ce qui nous donne, en hexadécimal le code 44. Le microprocesseur va considérer ce code comme une adresse et ira chercher à celle-ci, son contenu. Dans notre cas, le contenu de l'adresse 44 sera le code binaire du chiffre 5, ce code ayant été mis à cette adresse par nos soins lors de la programmation du microprocesseur. Il en va de même pour tous les codes des 16 touches de 0 à F qui auront été mis aux différentes adresses produites par la lecture du clavier.

Admettons maintenant qu'aucune touche n'ait été enfoncée. Le microprocesseur va revenir à son point de départ, après avoir fait passer successivement un 1 logique sur les lignes PA7, PA6, PA5 et PA4 et recommencer une nouvelle lecture.

Mais, nous direz-vous, un octet est composé de deux codes hexadécimaux... En effet ! Le microprocesseur va donc détecter si la touche enfoncée constitue la donnée de poids fort (touche enfoncée pour la première fois) ou la donnée de poids faible (seconde touche enfoncée = octet complet). S'il s'agit du début de l'octet, le microprocesseur va bien aller chercher le contenu de l'adresse 44, mais il va le stocker dans une case RAM de sa mémoire. Dans notre cas, il stockera le code 50 en RAM, affichera ce code sur bus des données (Port B) et allumera la LED D12.

Imaginons maintenant qu'il nous faille

obtenir l'octet 5F.

Nous allons alors appuyer sur la touche F du clavier. Le microprocesseur ayant détecté l'appui d'une seconde touche, va aller chercher le nouveau code mais cette fois en ajoutant 100 au résultat obtenu par l'appui sur la touche F.

Dans notre cas, la touche F produira le code binaire 0001 0001, ce qui nous donne la conversion hexadécimale 11. Le code hexadécimal 0F correspondant au poids faible de la donnée se trouvera donc à l'adresse  $100 + 11 = 111$ . Le microprocesseur va donc aller chercher ce code, l'additionner au premier code mis en RAM, afficher le résultat sur le bus des données, ce qui doit correspondre au code 5F et allumer la LED D13 afin de nous signaler que l'octet est complet et prêt à être programmé. Après appui sur la touche de programmation, le microprocesseur va faire avancer les adresses de 1 en envoyant une impulsion par la ligne du Port C, PC3, mise en sortie. Cette impulsion ne sera envoyée qu'après être sûr que la touche de programmation a bien été relâchée (programmation de l'octet terminée). Cette détection est assurée par l'intermédiaire de la ligne PC2 du Port C.

Compliquons un peu la chose...

Il nous faut à présent programmer dans notre Eprom toute une suite d'octets à 00. S'il nous en faut une centaine, vous comprendrez que la programmation par le clavier serait trop fastidieuse. Nous allons donc fermer l'interrupteur I3. Le microprocesseur va détecter cet état de fait et afficher automatiquement le code 00 sur le bus des données (Port B). Il nous faudra seulement appuyer sur la touche de programmation autant de fois que nous désirons d'octets, le microprocesseur faisant avancer les adresses de 1 après chaque programmation d'un octet.

## Génération des impulsions de programmation et d'avance des adresses. Circuit de test et de commandes manuelles (fig. 4)

Un circuit monostable 555 est bien sûr monté en oscillateur. Celui-ci délivre des impulsions positives de 60 ms

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

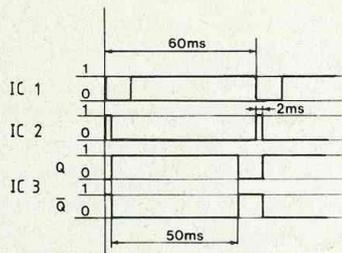
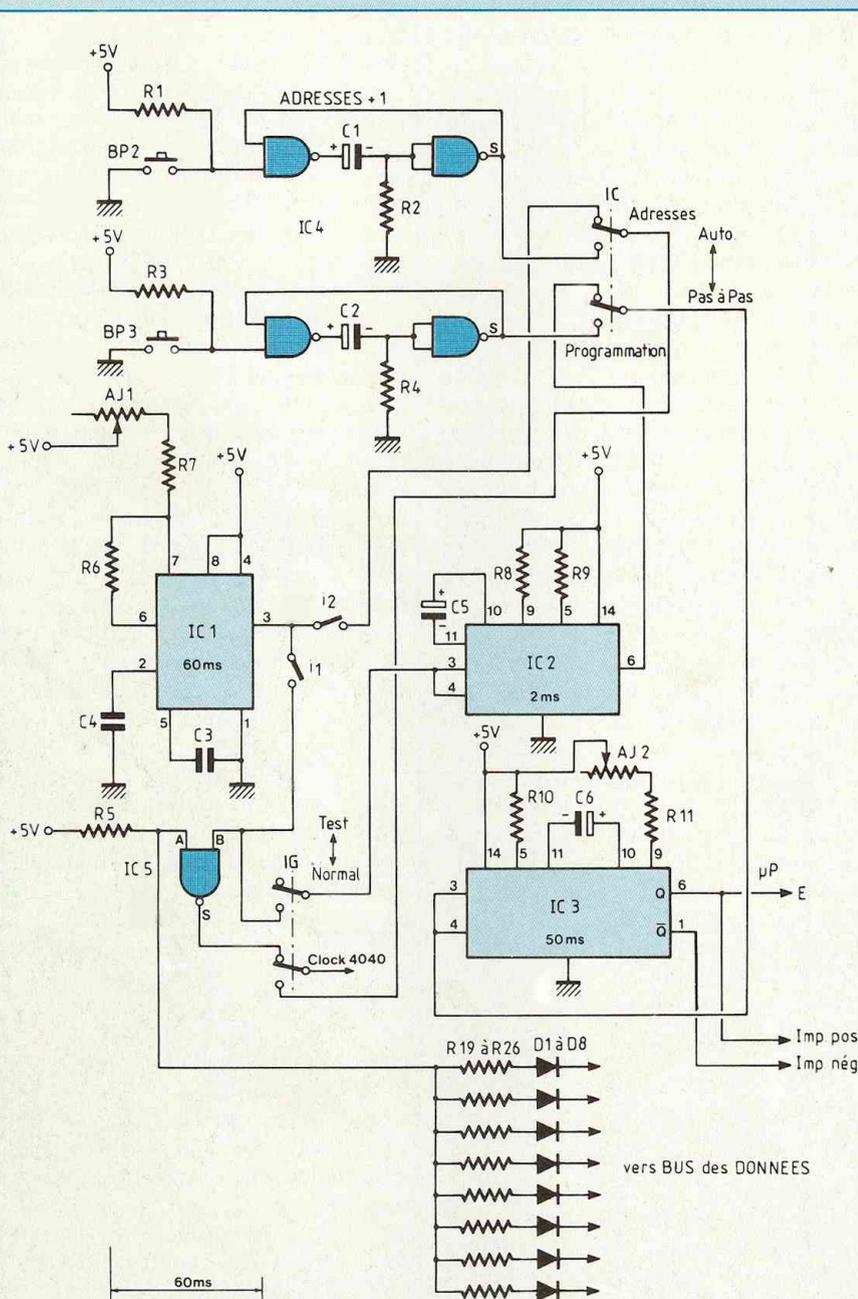


Fig. 4 bis : Oscillogramme des impulsions d'avance des adresses et de programmation.

Fig. 4 : Générateurs d'impulsions, circuit de test. Commandes manuelles.

réglées par l'ajustable AJ1. La sortie 3 de ce circuit passe d'abord par deux interrupteurs I1 et I2 puis par deux inverseurs bipolaires IC et IG. Les interrupteurs I1 et I2 étant fermés, IG en position "Normal" et IC en position "Automatique", les impulsions issues du 555 vont d'une part faire avancer les adresses de 1 et d'autre part activer l'entrée du monostable IC2 qui va lui-même activer l'entrée de IC3 afin de produire les impulsions de programmation Positive (Q) ou Négative ( $\bar{Q}$ ) nécessaires aux Eproms.

A l'aide de l'oscillogramme de la figure 4 bis, nous allons vous en expliquer le fonctionnement plus en détail.

Afin que la programmation de l'Eprom s'effectue correctement, il faut que l'adresse soit stable, la donnée présente sur le bus des données soit stable également. Alors et seulement alors, l'impulsion de programmation peut être envoyée.

Le compteur d'adresses (que nous verrons plus loin) n'avance que sur le front descendant des impulsions appliquées à son entrée horloge. Voyons la figure 4 bis. Sur le premier front descendant de l'impulsion issue de IC1, l'adresse a été incrémentée de 1. Afin que la donnée ait le temps de se stabiliser, et avant d'envoyer l'impulsion de programmation, il va nous falloir un certain temps. Celui-ci a été fixé à 2 ms et est généré par IC2, commandé parallèlement à l'avance des adresses pour la sortie de IC1. Ce deuxième circuit, comme les compteurs d'adresses, ne fonctionne que sur le front descendant des impulsions appliquées à son entrée, ce qui nous est montré clairement sur la figure 4 bis. A son tour, IC3, qui est le générateur d'impulsions de programmation et qui fonctionne comme les deux précédents circuits, va fournir en sortie Q une impulsion positive de 50 ms réglée par AJ2 et en même temps sur sa sortie  $\bar{Q}$  une impulsion négative de 50 ms sur le front descendant de l'impulsion issue de IC2.

Ce mode de fonctionnement, en automatique, nous servira à la recopie totale ou partielle d'Eproms.

Passons maintenant à la programma-

tion en "pas à pas".

Commutons pour cela IC sur la position désirée et laissons IG en normal. le monostable IC1 est hors circuit. Sur deux boutons poussoirs ont été montés des circuits anti-rebondissements constitués chacun par deux portes NAND, un condensateur et deux résistances. Dès le premier contact du bouton poussoir avec la masse, le condensateur C1 (ou C2) va se décharger brusquement au travers de R2, faisant ainsi passer la sortie S de la porte NAND du niveau 1 au niveau 0. Ceci constitue bien notre front descendant, nécessaire à l'avance des adresses et à la commande de IC3. BP2 ne nous servira que pour rechercher manuellement une adresse. Lors de la programmation, souvenez-vous que c'est le microprocesseur qui fait avancer les adresses.

Voyons à présent le fonctionnement des circuits destinés au test de virginité des Eproms.

Le bus des données est relié à l'entrée d'une porte NAND de IC5 par l'intermédiaire de 8 diodes et 8 résistances. Positionnons l'inverseur IG sur "Test". L'avance du compteur d'adresses est maintenant reliée à la sortie de la porte NAND. Une Eprom vierge, contrairement à ce que l'on pourrait croire, ne contient que des 1 logiques (F). L'entrée A de la porte NAND étant soumise au +5 V, c'est-à-dire au 1 logique par l'intermédiaire de R5, chaque front montant de l'impulsion de IC1 appliquée à l'entrée B de la même porte, va faire passer la sortie de 1 à 0, ce qui aura bel et bien pour effet de faire avancer notre compteur d'adresses de 1, et ainsi de suite. Imaginons que l'Eprom ne soit pas tout à fait vierge, et qu'elle contienne un "0" quelque part. Ce 0 sera immédiatement appliqué à l'entrée A de la porte NAND, bloquant ainsi la sortie au niveau 1, ce qui aura pour effet de stopper l'avance du compteur d'adresses. La donnée présente en mémoire sera visualisée sur les afficheurs, ainsi que son adresse.

**Les compteurs d'adresses** (figure 5) Ceux-ci sont constitués de deux circuits 4040 qui sont des compteurs

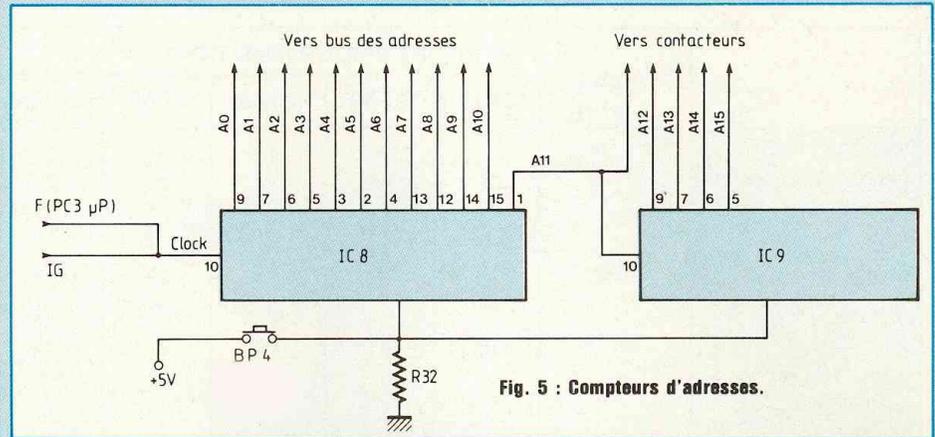


Fig. 5 : Compteurs d'adresses.

binaires 12 bits. Chaque front descendant de l'impulsion appliquée sur l'entrée horloge de ces compteurs incrémente leur sortie de 1. Comme leur nom l'indique, ce comptage s'effectue bien sûr en binaire. La sortie A11 du premier compteur est reliée à l'entrée horloge du second compteur, ce qui a pour effet de faire passer à 1 la première sortie de ce compteur, quand l'incrémement de IC8 est arrivée à son maximum et se remet à zéro pour entamer un nouveau cycle.

Le brochage des adresses A0 à A10 étant le même sur tous les types de mémoires que nous nous proposons de programmer, les sorties correspondantes de IC8 vont directement sur le bus des adresses.

Les adresses A11, A12 et A13 n'ayant pas le même brochage sur tous les types de mémoires, vont passer par les contacteurs avant d'être desservies aux supports.

Quant aux adresses A14 et A15, elles ne sont d'aucune utilité pour nous et vont directement à l'afficheur 4, aux broches C et D.

### Sélection des mémoires

Les mémoires Eproms actuellement commercialisées ne sont absolument pas compatibles entre elles. Plus grave encore, entre un fabricant et un autre, bien souvent, et pour un même type de mémoire, il n'y a pas compatibilité. Pour cette raison, le programmeur décrit ici n'est prévu que pour les mémoires des fabricants Nec et Texas Instruments. La programmation de mémoires d'autres marques est laissée

sous votre entière responsabilité quant à la détérioration de celles-ci ou du programmeur.

Cela étant vu, passons au fonctionnement des contacteurs de sélection. Afin de fonctionner correctement, soit en lecture, soit en écriture, les mémoires ont besoin de divers signaux sur certaines de leurs broches, ces broches, comme nous l'avons dit plus haut, n'étant pas les mêmes sur chaque type de mémoire. L'ensemble de ces signaux constitue un bus de dix lignes que nous nommerons "bus de service"... ! Le détail de celui-ci est donné en figure 6.

Nous avons deux supports pour mémoires à programmer A et B, et deux autres supports pour mémoires à lire ou à recopier C et D. Chacun de ces supports doit être desservi par les lignes du bus adéquat et suivant le type de mémoire concernée. La figure 6 vous montre clairement le câblage de ces divers éléments. Pour plus de clarté dans le dessin, tous les fils n'ont pas été représentés, mais sont groupés en une seule et unique ligne, avec un cercle indiquant le contenu de chacune d'elle.

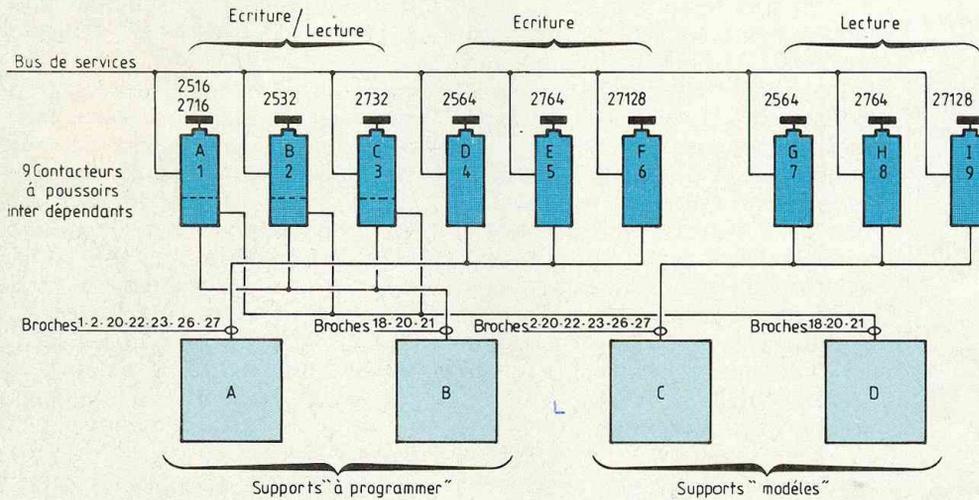
La figure 7 vous montre le détail de branchement du contacteur n° 1 prévu pour les mémoires 2516 et 2716. Pour leur programmation (support B), ces mémoires nécessitent une impulsion positive sur la broche 18, un niveau logique "1" sur la broche 20 et une tension de +25 V sur la broche 21. En lecture, elles nécessitent un "0" logique sur les broches 18 et 20 et une

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

	ECRITURE (PROGRAMMATION)					
	2516/ 2716	2532	2732	2564	2764	27128
Imp. Pos. 50 ms	18					
Imp. Nég. 50 ms		20	18	22	27	27
+ 25 V	21	21		1		
+ 21 V			20		1	1
Niveau logique "1"	20				22	22
Niveau logique "0"				2 et 27	20	20
A11		18	21	20	23	23
A12				23	2	2
A13						26
+ 5 V						

	LECTURE (TEST - RECOPIE)					
	2516/ 2716	2532	2732	2564	2764	27128
+ 5 V	21	21		1	1	1
Niveau logique "1"					27	27
Niveau logique "0"	18 et 20	20	18 et 20	2-27 et 22	20 et 22	20 et 22
A11		18	21	20	23	23
A12				23	2	2
A13						26

Tableau 1 : Attribution des signaux.



- BUS DE SERVICES 10 LIGNES :**
- + 5 V
  - + 21 V
  - + 25 V
  - Impulsion positive 50 ms
  - Impulsion négative 50 ms
  - Niveau logique "1"
  - Niveau logique "0"
  - A11
  - A12
  - A13

Fig. 6 : Sélection des mémoires. Lecture/écriture.

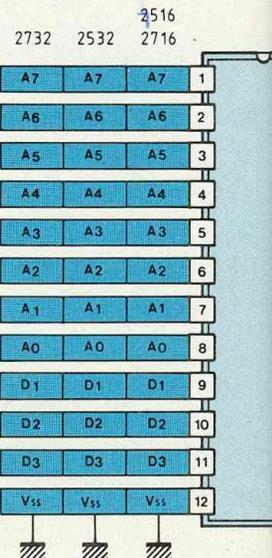


Fig. 8 : Compatibilité 2516, 2716, 2732.

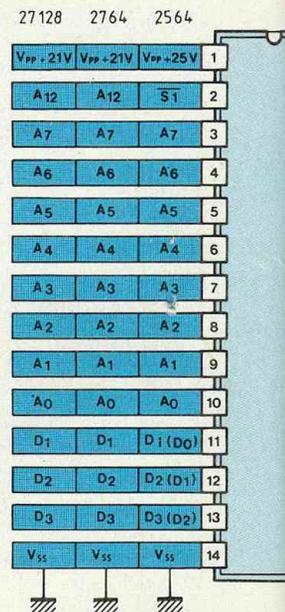
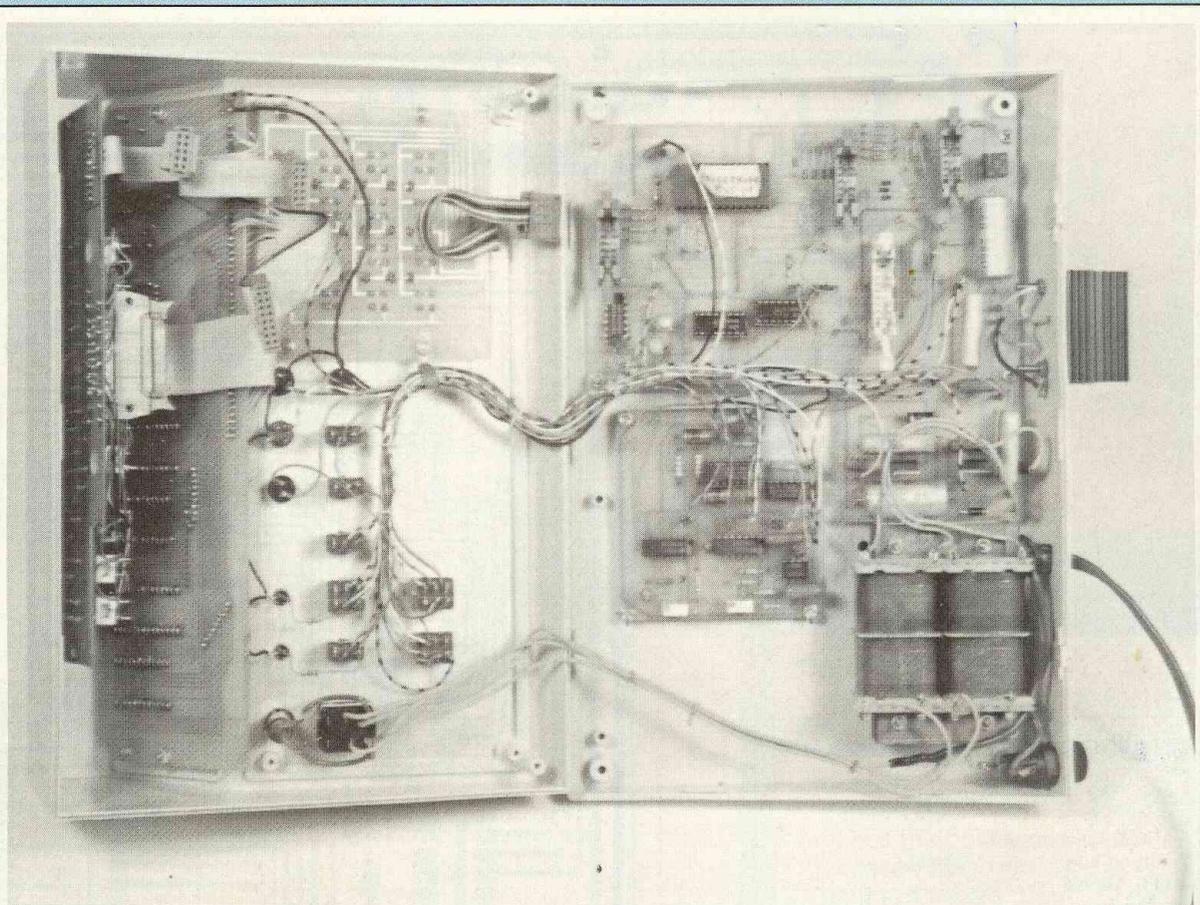


Fig. 9 : Compatibilité 2564, 2764, 27128.

Fig. 7 : Détail de branchement d'un contacteur.

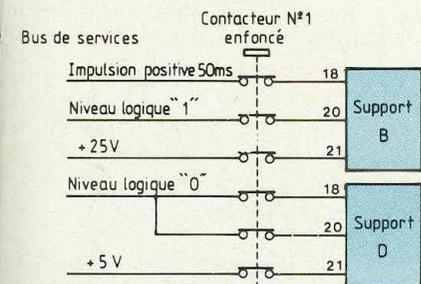
# PROGEPROM EST O2

2516	2716	2532	2732
24	V <sub>CC</sub> +5V	V <sub>CC</sub> -5V	V <sub>CC</sub> +5V
23	A8	A8	A8
22	A9	A9	A9
21	V <sub>PP</sub> +25V	V <sub>PP</sub> +25V	A11
20	S	PD/PGM	G/V <sub>PP</sub> +25V
19	A10	A10	A10
18	PD/PGM	A11	E
17	D8	D8	D8
16	D7	D7	D7
15	D6	D6	D6
14	D5	D5	D5
13	D4	D4	D4
<b>2532, 2732.</b>			
2564	2764	27128	
28	V <sub>CC</sub> -5V	V <sub>CC</sub> +5V	V <sub>CC</sub> +5V
27	S2	PGM	PGM
26	V <sub>CC</sub>	NC	A13
25	A8	A8	A8
24	A9	A9	A9
23	A12	A11	A11
22	PD/PGM	G.OE	G.OE
21	A10	A10	A10
20	A11	E.CE	E.CE
19	D8 (D7)	D8 (D7)	D8 (D7)
18	D7 (D6)	D7 (D6)	D7 (D6)
17	D6 (D5)	D6 (D5)	D6 (D5)
16	D5 (D4)	D5 (D4)	D5 (D4)
15	D4 (D3)	D4 (D3)	D4 (D3)



Disposition des modules à l'intérieur du coffret Retex, modèle Abox RA3.

27128.



tension de +5 V sur la broche 21. Le contacteur 1 étant enfoncé et, très important, les autres contacteurs étant tous en position relâchée, tous les signaux nécessaires sont bel et bien appliqués aux supports et donc aux mémoires. Si par mégarde, un des contacteurs 7, 8 ou 9 était resté enclenché à l'instant où vous avez appuyé sur le contacteur 1 (ou un autre de la première barrette), il s'en suivrait un court-circuit préjudiciable au programmeur. Donc, prenez l'habitude de relâcher tous les contacteurs en appuyant légèrement sur l'un d'eux après ou avant chaque réalisation.

Pour plus de clarté et pour vous aider dans la réalisation de ce programmeur, les figures 8 et 9 vous donnent le brochage des divers types de mémoires Eproms. Le tableau 1, quant à lui, récapitule les signaux nécessaires à l'écriture et à la lecture de chaque mémoire. La description du fonctionnement de notre programmeur d'Eproms a été un peu longue et nous nous en excusons. Il faut néanmoins que vous compreniez comment cela fonctionne avant d'en entreprendre la réalisation, ce que nous allons faire sans plus tarder. A vos fers à souder...

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

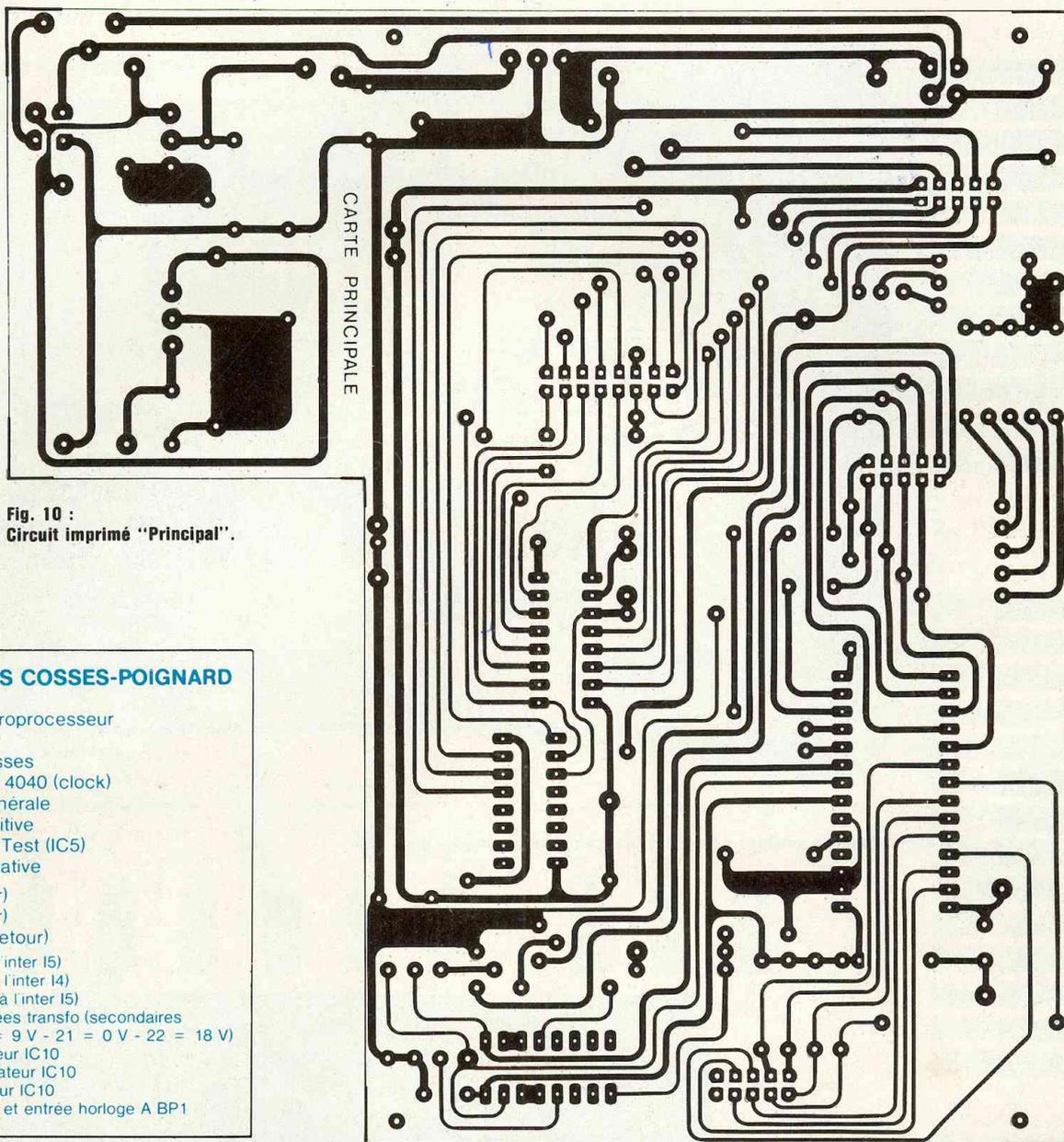


Fig. 10 :  
Circuit imprimé "Principal".

## REPERAGE DES COSSES-POIGNARD

- 1 et 2 - RAZ - microprocesseur
- 3 et 4. Inter I3
- 5 et 6. RAZ adresses
- 7. Entrée horloge 4040 (clock)
- 8 et 9. Masse générale
- 10. Impulsion positive
- 11. Sortie NAND. Test (IC5)
- 12. Impulsion négative
- 13. + 21 V (retour)
- 14. + 25 V (retour)
- 15 et 16. + 5 V (retour)
- 17 - Sortie 25 V (à l'inter I5)
- 18 - Sortie + 5 V (à l'inter I4)
- 19 - Sortie + 21 V (à l'inter I5)
- 20, 21 et 22 - Arrivées transfo (secondaires  
20 = 9 V - 21 = 0 V - 22 = 18 V)
- 23 - Entrée régulateur IC10
- 24 - Commun régulateur IC10
- 25 - Sortie régulateur IC10
- 26, 27 - Sortie PC3 et entrée horloge A BP1

## REALISATION

### Les circuits imprimés

La première chose à faire est bien entendu de réaliser les 5 circuits imprimés des figures 10, 10 bis, 11, 12 et 13. Le circuit de la figure 12 est un double faces et nécessite non seulement le matériel, mais une certaine dextérité pour sa réalisation. Si néan-

moins vous désirez l'entreprendre, il vous faudra, lors de l'implantation des composants, les souder des deux côtés du circuit, et souder également des petits bouts de fil de câblage à chaque traversée de piste. L'ensemble des trous sera effectué à 0,8 mm, sauf ceux des cosse poignards, qu'il vous faudra repercer à 1,2 mm. Les 4 trous de fixation de chaque circuit seront percés à 3,5 mm.

### Implantation des composants

**a. Carte principale** (figure 14)  
Vos circuits imprimés étant fin prêts, il va vous falloir mettre en place les composants et les souder. Si vous êtes un amateur averti en matière de réalisation de cartes électroniques, vous pouvez passer sur les explications qui suivent. Suivez l'ordre d'implantation que voici :  
Commencez par mettre en place les

# PROGEPROM EST O2

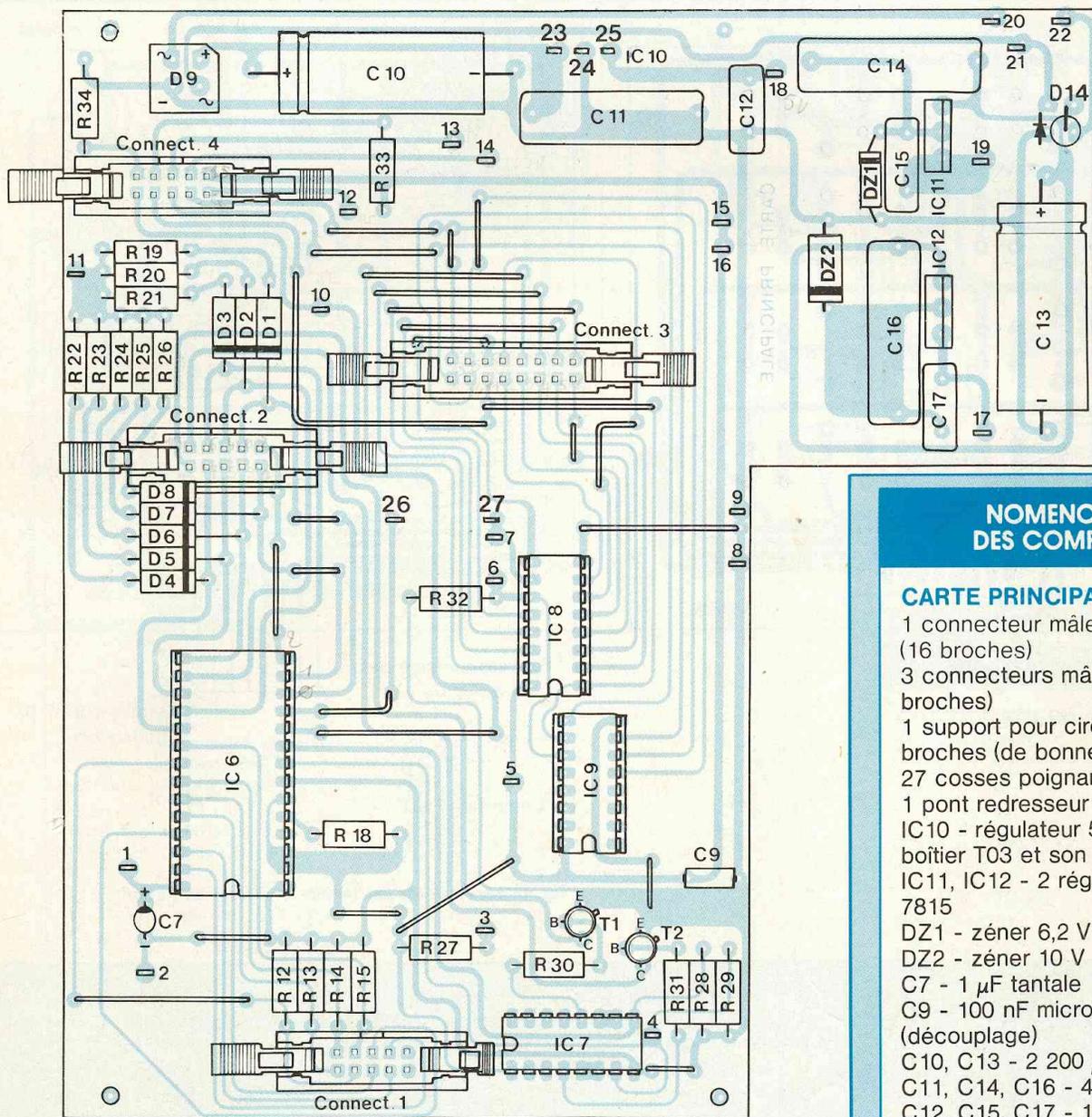


Fig. 14

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE PRINCIPALE

- 1 connecteur mâle HE 10 D (16 broches)
- 3 connecteurs mâles HE 10 D (10 broches)
- 1 support pour circuit intégré 28 broches (de bonne qualité)
- 27 cosses poignard
- 1 pont redresseur 1,5 A
- IC10 - régulateur 5 V - 7805 en boîtier TO3 et son refroidisseur
- IC11, IC12 - 2 régulateurs 15 V - 7815
- DZ1 - zéner 6,2 V
- DZ2 - zéner 10 V
- C7 - 1  $\mu$ F tantale
- C9 - 100 nF microperce (découplage)
- C10, C13 - 2 200  $\mu$ F chimique 25 V
- C11, C14, C16 - 470 nF plastique
- C12, C15, C17 - 100 nF
- R12, R13, R14, R15 - 2,7 k $\Omega$
- R28, R29 - 10 k $\Omega$
- R18 - 27 k $\Omega$
- R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R30, R31, R32, R33, R34 - 1 k $\Omega$
- D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 - 1N 4148
- T1, T2 - 2N 2222
- IC6 - microprocesseur Monochip MC 68705 P3 (voir commentaire)
- IC7 - CD 4049
- IC8, IC9 - CD 4040
- 24 straps (petits morceaux de fil)
- D14 - diode 1N 4007

25 straps (petits morceaux de fil de câblage) et soudez-les. Mettez ensuite les diodes D1 à D8 (attention à l'orientation) à leur emplacement respectif, soudez ces dernières. Procédez de la même manière avec les autres composants et dans l'ordre suivant : les résistances, les supports de circuits intégrés, les condensateurs (attention également à l'orientation des chimiques). Mettez correctement en

place les connecteurs 1, 2, 3 et 4 et soudez-les. Implantez enfin le pont redresseur D9 et D14, les régulateurs IC11 et IC12, les diodes zénères DZ1 et DZ2 et les circuits intégrés IC7, IC8 et IC9. Pour ces derniers, ne soudez que les broches sur lesquelles arrive une piste du circuit. Ne soudez également que deux broches à un circuit, passez au suivant, et ainsi de suite, avant de revenir au premier, tout cela afin d'évi-

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

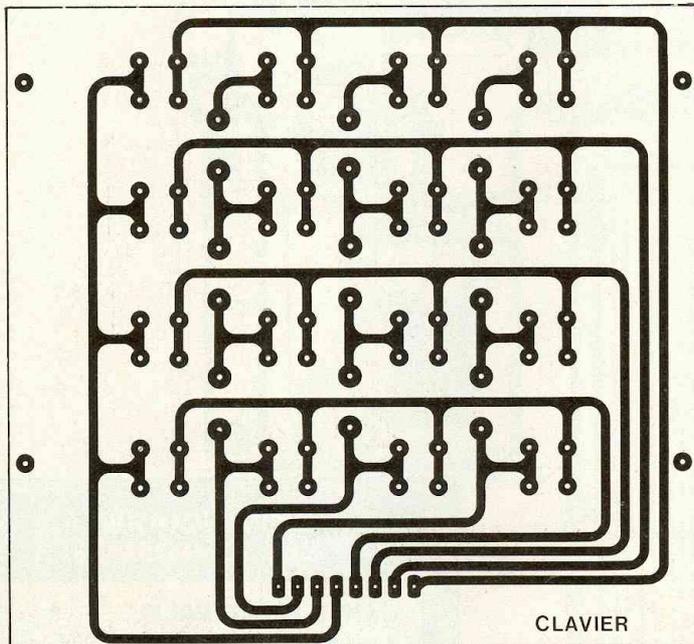
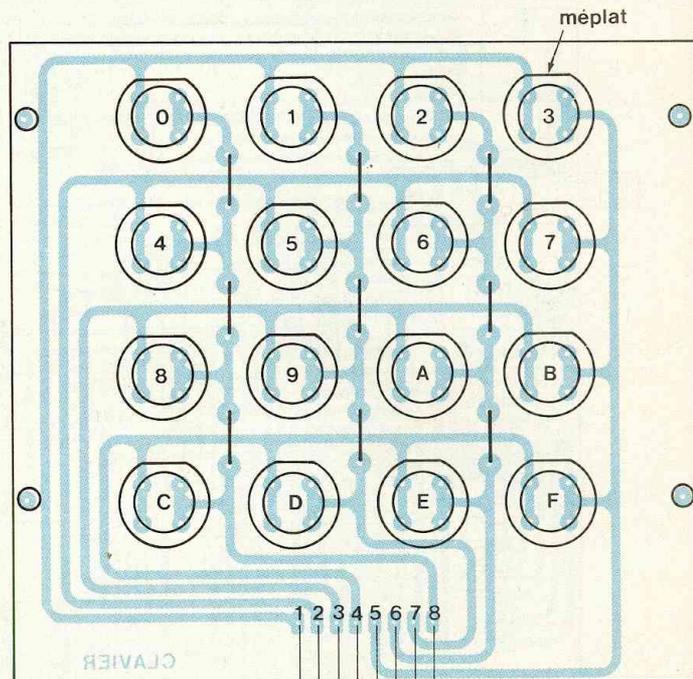


Fig. 10 bis : Circuit imprimé "Clavier".



Correspondance des  
fils de sortie

1. Ligne	5.PA7
2. ..	6.PA6
3. ..	7..A5
4. ..	8.PA4
5.Colonne	4.PA0
6. ..	3.PA1
7. ..	2.PA2
8. ..	1.PA3

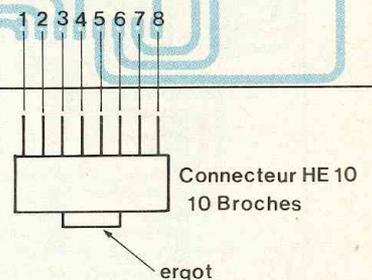


Fig. 14 bis : Montage des touches et câblage du clavier.

ter de les chauffer exagérément. Soudez en dernier lieu les 22 cosses poignard.

Contrôlez correctement votre travail, surtout au niveau des soudures (omission, contact avec une soudure voisine, etc.).

Ceci étant fait, mettez cette première carte de côté et passez à la suivante.

## b. Circuit "Clavier" (figure 14 bis)

Ce circuit comporte 9 straps qu'il vous faudra bien sûr souder en premier. Implantez ensuite les 16 touches comme il vous est indiqué sur le schéma, en respectant bien leur orientation. Montez à présent sur un morceau de câble en nappe de 100 mm de longueur, à 10 conducteurs, une fiche

HE 10 de 10 broches. Attention à bien respecter la correspondance des broches avec les sorties de la carte "clavier". Les deux fils non utilisés seront coupés au ras de la fiche. L'autre extrémité des conducteurs sera soudée au circuit et collée sur ce dernier afin d'éviter une rupture lors des diverses manipulations...

## c. Carte Générateur d'impulsions (figure 16)

Vous savez maintenant dans quel ordre il faut procéder pour implanter vos composants. Faites surtout attention à l'orientation des condensateurs chimiques et tantales ainsi qu'aux circuits-intégrés. Soudez à présent 16 fils de sortie de diverses couleurs si pos-

sible et de 300 mm de longueur. Ceux-ci seront recoupés lors de leur câblage et branchement final.

Avant de mettre en place les potentiomètres ajustables AJ1 et AJ2, il va vous falloir prérégler approximativement ceux-ci. AJ1 sera réglé de manière à obtenir environ 250 kΩ entre les broches de gauche, le marquage du potentiomètre étant face à soi. AJ2, quant à lui, sera réglé de la même manière mais à 2,5 kΩ environ. Mettez ensuite ces deux pontentiomètres à leur place et soudez-les.

Nous allons maintenant procéder au réglage précis et définitif de ces deux potentiomètres. Il vous faut pour cela posséder un oscilloscope simple ou

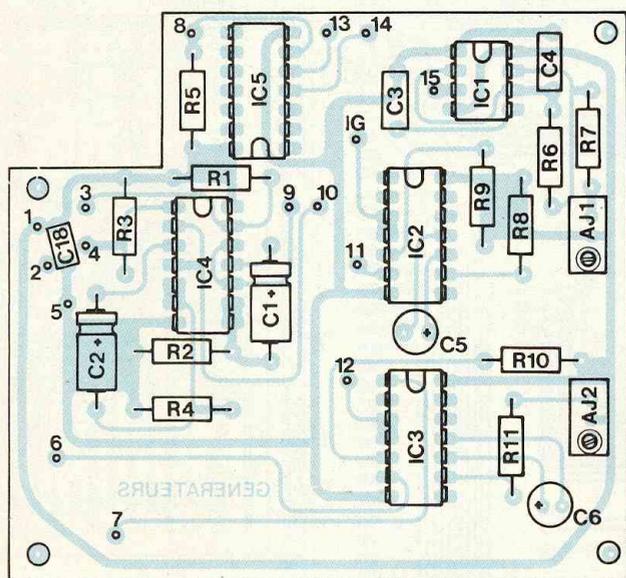


Fig. 16

## REPERAGE DES FILS DE SORTIE

1. Arrivée +5 v
2. Masse
3. à BP2 (ADR + 1)
4. à BP3 (PROG)
5. à BP2 et BP3
6. sortie des impulsions positives (Q de IC3)
7. sortie des impulsions négatives ( $\bar{Q}$  de IC3)
8. sortie NAND IC5 vers diodes 1N 4148
9. vers IC (ADR + 1)
10. vers IC (PROG)
11. vers IC (sortie Q de IC2 - Imp. 2 ms)
12. clock IC3 (vers IC)
13. vers I1 et test/arrêt
14. sortie NAND vers test/arrêt
15. sortie 555 vers I1 et I2

mieux, double trace. Personnellement, nos réglages ont été effectués sur un Metrix OX 710C.

Mettez votre commutateur de balayage sur 10 ms. Chaque carreau sur l'écran représentera donc 10 ms. Le commutateur d'amplitude verticale sera mis sur 5 V. Si vous ne possédez qu'un simple trace, réglez le signal sur l'écran au centre de celui-ci. Avec un double trace, chaque signal sera réglé au 1/3 de l'écran. Branchez maintenant la sonde de la voie gauche sur le fil n° 6 (sortie Q de IC3).

Branchez votre carte sur une alimentation +5 V.

En vous reportant à la figure 4 bis, réglez AJ1 de manière à obtenir une

impulsion totale (niveau bas et haut) de 60 ms, ce qui nous fera 6 carreaux à l'écran. Réglez maintenant AJ2 pour avoir une impulsion positive de 50 ms (niveau haut). Cette impulsion devra être légèrement décalée de la première par l'effet de IC2 (2 ms). Ceci étant fait, branchez maintenant la sonde de la voie droite au fil n° 7. Vous devez observer à l'écran une impulsion négative de 50 ms également (sortie  $\bar{Q}$  de IC3). Ceci fait, branchez votre sonde droite sur le fil n° 11 (sortie Q de IC2) afin d'observer une impulsion d'environ 2 ms. Si tel est le cas, vous pouvez arrêter votre oscillo, débrancher les divers fils et mettre votre carte de côté.

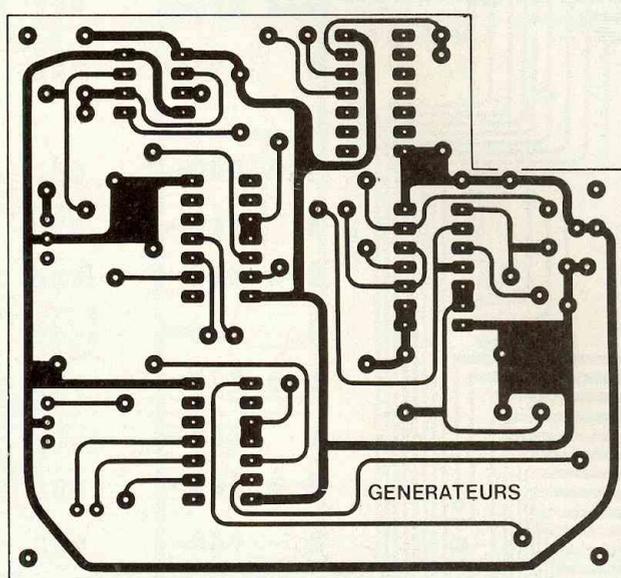


Fig. 11 : Circuit "Générateur d'impulsions".

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE GENERATEUR D'IMPULSIONS

- R1, R3 - 100 k $\Omega$
- R2, R4 - 33 k $\Omega$
- R5 - 10 k $\Omega$
- R6 - 150 k $\Omega$
- R7 - 470 k $\Omega$
- R8, R9 - 10 k $\Omega$
- R10 - 15 k $\Omega$
- R11 - 2,2 k $\Omega$
- AJ1 - potentiomètre ajustable 1 M $\Omega$  Sfernice T 93 Y A
- AJ2 - potentiomètre ajustable 10 k $\Omega$  Sfernice T 93 Y A
- C1, C2 - 10  $\mu$ F chimique 25 V
- C3 - 150 nF plastique
- C4 - 100 nF plastique
- C5 - 0,33  $\mu$ F tantale
- C6 - 10  $\mu$ F tantale
- C18 - 100 nF micropuce (découplage)
- IC1 - monostable 555
- IC2, IC3 - SN 74121
- IC4, IC5 - CD 4011
- Fil de câblage de différentes couleurs
- Fiches femelles pour cosses poignard

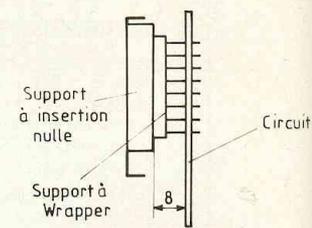
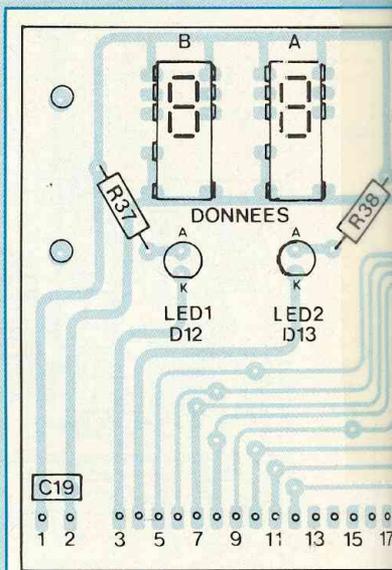
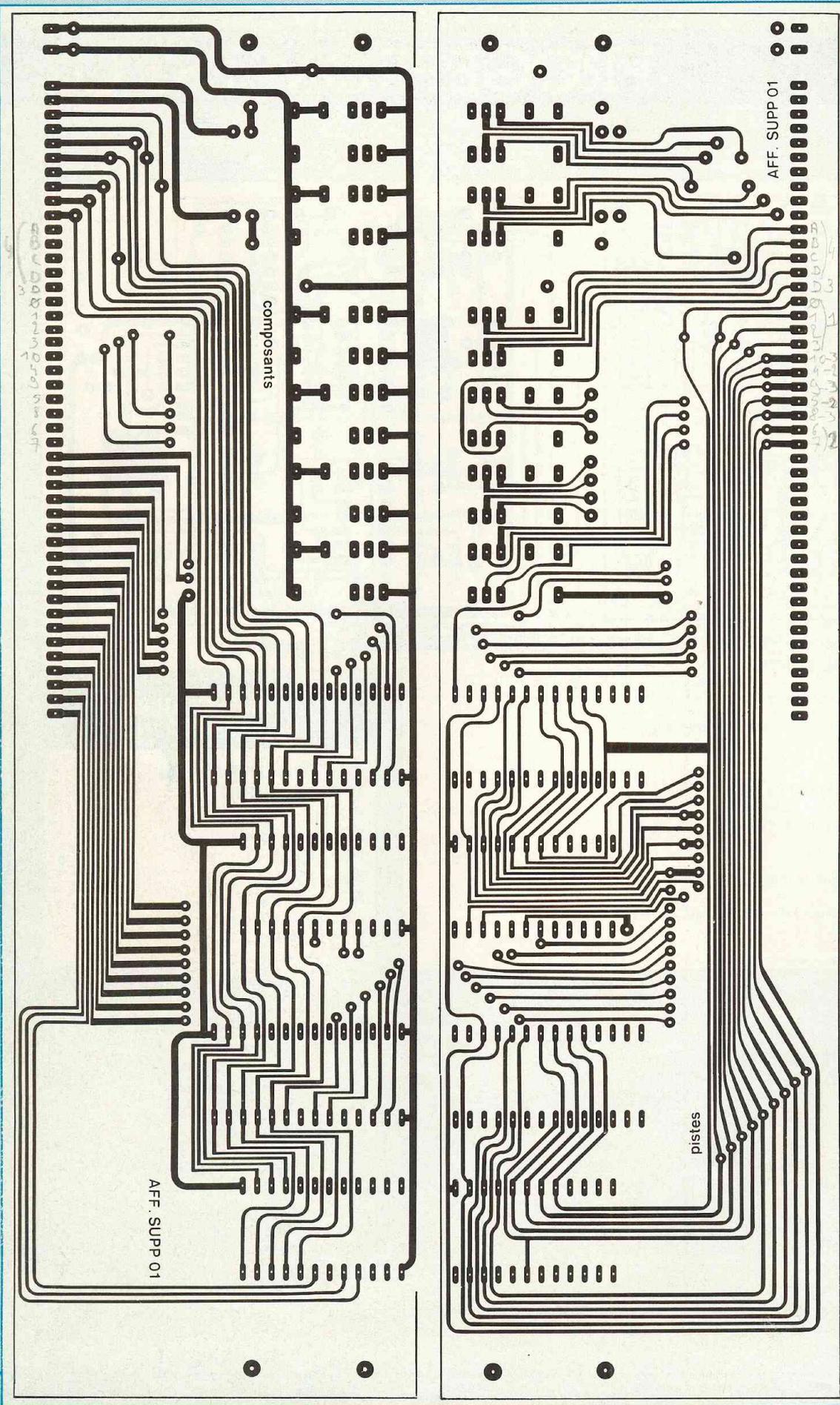


Fig. 17 bis : Montage des supports d'Eproms.

REPERAGE DES

- 1. + 5 V
  - 2. Masse
  - 3. LED poids fort (LED 1)
  - 4. LED poids faible (LED 2)
  - 5. D<sub>7</sub>
  - 6. D<sub>6</sub>
  - 7. D<sub>5</sub>
  - 8. D<sub>4</sub>
  - 9. D<sub>3</sub>
  - 10. D<sub>0</sub>
  - 11. D<sub>1</sub>
  - 12. D<sub>2</sub>
  - 13. A
  - 14. B
  - 15. C
  - 16. D
  - 17. D
  - 18. A<sub>0</sub>
  - 19. A<sub>1</sub>
  - 20. A<sub>2</sub>
  - 21. A<sub>3</sub>
  - 22. A<sub>10</sub>
  - 23. A<sub>4</sub>
  - 24. A<sub>9</sub>
- } afficheur 4
- } afficheur 3

# PROGEPROM EST 02

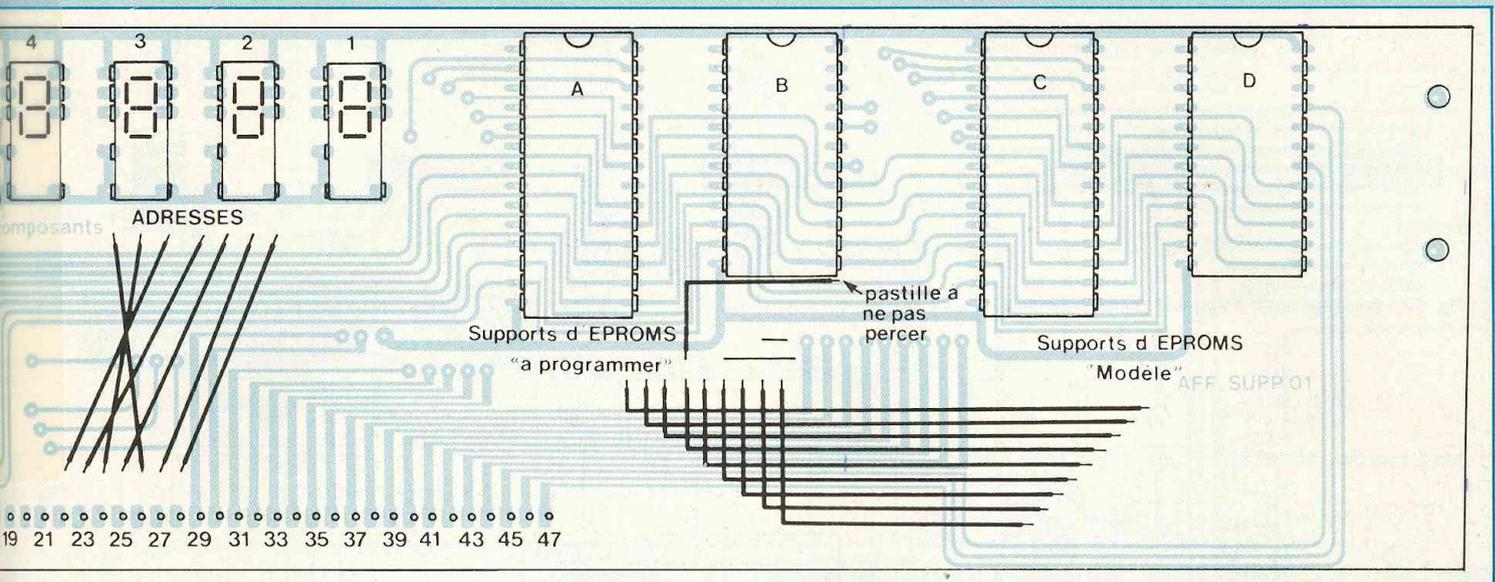


Fig. 17 : Carte supports d'Eproms et affichage.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE D'AFFICHAGE ET SUPPORTS D'EPROMS

R37, R38 - 220  $\Omega$   
 C19 - 100 nF micropuce (découplage)  
 D12, D13 - LED rouges  $\varnothing$  5 mm  
 6 afficheurs hexadécimaux TIL 311  
 2 supports de circuits intégrés 24 broches à wrapper  
 2 supports de circuits intégrés 28 broches à wrapper  
 2 supports à insertion nulle 24 broches AMP réf. 641 893-3  
 2 supports à insertion nulle 28 broches AMP réf. 641 894-3.  
 19 straps  
 1 connecteur femelle HE 10 (10 broches)  
 1 connecteur femelle HE 10 (16 broches)  
 1 connecteur femelle HE 10 (20 broches)  
 120 mm de câble en nappe 10 conducteurs  
 120 mm de câble en nappe 16 conducteurs  
 120 mm de câble en nappe 19 conducteurs  
 2 fiches femelles pour cosse poignard  
 Fil de câblage rouge et noir.

### d. Carte d'EPROMs et d'affichage (figure 17)

Commencez par souder les 19 straps. Attention, ceux-ci devront être en fils isolés.

Les afficheurs TIL 311 sont des afficheurs hexadécimaux, avec logique intégrée. Ils possèdent 11 broches. Il vous faudra, avant leur implantation, couper les broches n<sup>os</sup> 4 et 10. Celles-ci sont utilisées pour le point décimal, ce qui ne nous est d'aucune utilité. Le brochage de ces afficheurs est le même que celui des circuits intégrés en boîtier DIL 14 broches. Soudez ces afficheurs à leur emplacement.

Implantez maintenant les supports à wrapper en vous aidant de la figure 17 bis. Le repère des supports, s'il existe, sera orienté vers le haut, afin de vous rappeler que les mémoires devront être insérées de la même manière lors de l'utilisation de l'appareil. Soudez enfin les deux résistances R37 et R38, les deux LED D12 et D13 (attention à l'orientation), ainsi que le condensateur de découplage C19. Nous allons maintenant préparer les connecteurs de liaison (figure 18). Ceux-ci sont au nombre de 3 (1 de 10 broches, 1 de 16 broches et 1 de 20 broches-19 fils). Dans le connecteur femelle de 10 broches, insérez un côté du câble en nappe 10 conducteurs en le laissant dépasser de 1 mm du côté

### FILS DE SORTIE

25	A <sub>5</sub>	
26	A <sub>8</sub>	
27	A <sub>6</sub>	
28	A <sub>7</sub>	
29	broche n° 1	support A
30	broche n° 27	
31	broche n° 2	
32	broche n° 26	
33	broche n° 23	support B
34	broche n° 22	
35	broche n° 20	
36	broche n° 18	
37	broche n° 20	support C
38	broche n° 21	
39	broche n° 27	
40	broche n° 2	
41	broche n° 26	support D
42	broche n° 23	
43	broche n° 22	
44	broche n° 20	
45	broche n° 18	
46	broche n° 20	
47	broche n° 21	

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

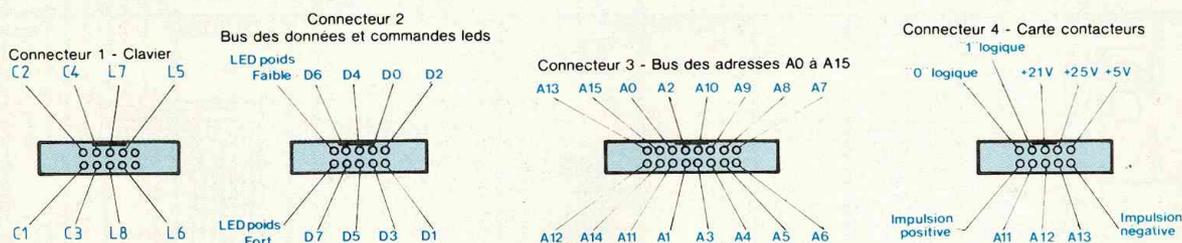


Fig. 15 : Brochage des connecteurs «carte principale» - vue de dessus.

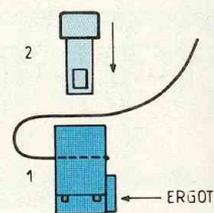


Fig. 18 : Montage des connecteurs femelles.

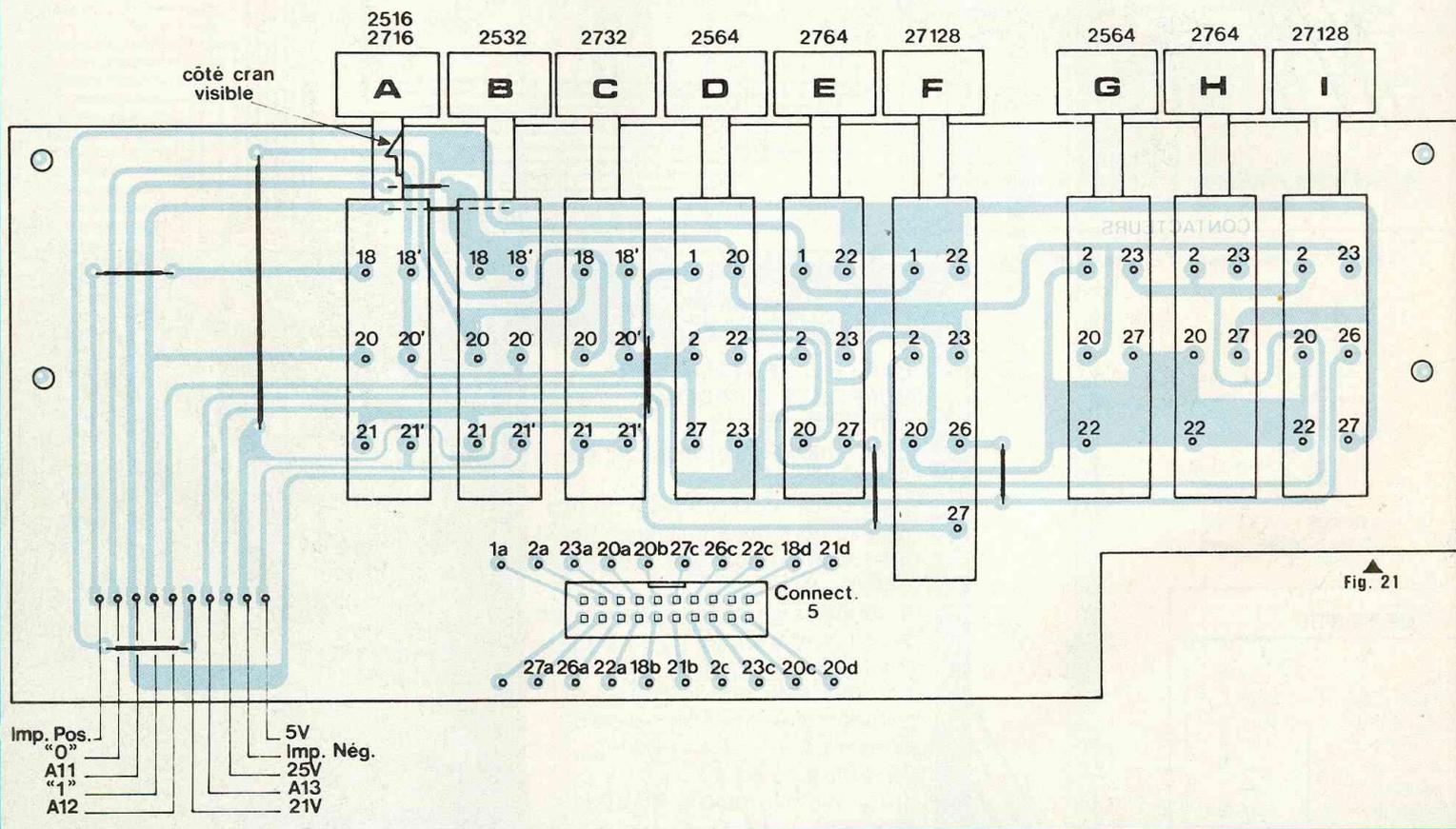


Fig. 21

de l'ergot de la pièce 1. Repliez ce câble sur cette pièce et enflez la pièce n° 2. Mettez l'ensemble entre les mors d'un étau dans lesquels vous aurez glissé deux morceaux de carton épais afin de ne pas abîmer les connecteurs. Serrez l'étau jusqu'à ce que les pièces soient toutes encliquetées et le câble en nappe serti sur ses broches.

Procédez de la même façon pour les deux autres connecteurs. Les 19 fils du connecteur 20 broches seront mis

à gauche, en regardant le connecteur du côté de l'ergot d'orientation ; la broche 20 restera libre.

A l'aide d'un ciseau, séparez chaque fil sur une longueur d'environ 30 mm. Dénudez ces fils sur 5 mm.

En vous aidant de la figure 19, implantez ces connecteurs sur le circuit imprimé. Le connecteur 10 broches va des numéros 3 à 12. Le connecteur 16 broches va des numéros 13 à 28 et le connecteur 20 broches (19 fils) des numéros 29 à 47. Soudez maintenant

un fil rouge de 300 mm au trou n° 1 et un fil noir de même longueur au trou n° 2. Au bout de ces fils, montez deux fiches femelles pour cosse poignard. Après contrôle de votre travail, mettez cette nouvelle carte de côté.

### e. Carte Contacteurs

Avant le montage des contacteurs sur la carte, il va vous falloir les préparer. Aidez-vous pour cela des figures 20 et 21. Les contacteurs 6 circuits possèdent deux rangées de 9 broches de chaque côté et le contacteur 8 cir-

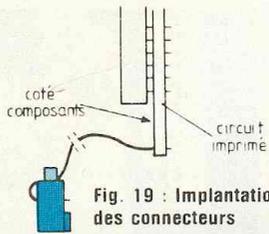


Fig. 19 : Implantation des connecteurs

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE CONTACTEUR

- 8 contacteurs à touches Isostat 6 circuits au pas de 12,5
- 1 contacteur à touches Isostat 8 circuits au pas de 12,5
- 1 barrette de montage pour 6 contacteurs à touches interdépendants
- 1 barrette de montage pour 3 contacteurs à touches interdépendants
- 9 boutons rectangulaires
- 1 connecteur mâle HE 10 D (20 broches)
- 1 connecteur femelle HE 10 D (10 broches)
- 120 mm de câble en nappe 10 conducteurs
- 8 straps
- Vis et écrous de 3 mm. Divers

### CABLAGE ENTRE LE CONNECTEUR 5 ET LES CONTACTEURS A B C D E F G H I

- 1a - 1D - 1E - 1F
- 2a - 2D - 2E - 2F
- 23a - 23D - 23E - 23F
- 20a - 20D - 20E - 20F
- 27a - 27D - 27E - 27F
- 26a - 26F
- 22a - 22D - 22E - 22F
- 20b - 20A - 20B - 20C
- 18b - 18A - 18B - 18C
- 21b - 21A - 21B - 21C
- 27C - 27G - 27H - 27I
- 26c - 26I
- 22c - 22G - 22H - 22I
- 2c - 2G - 2H - 2I
- 23c - 23G - 23H - 23I
- 20c - 20G - 20H - 20I
- 18d - 18'A - 18'B - 18'C
- 21d - 21'A - 21'B - 21'C
- 20d - 20'A - 20'B - 20'C

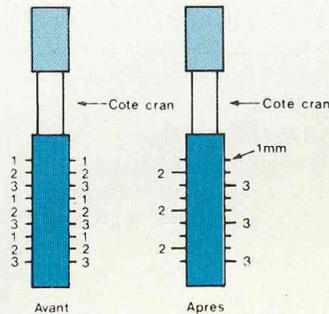


Fig. 20 : Préparation des contacteurs.

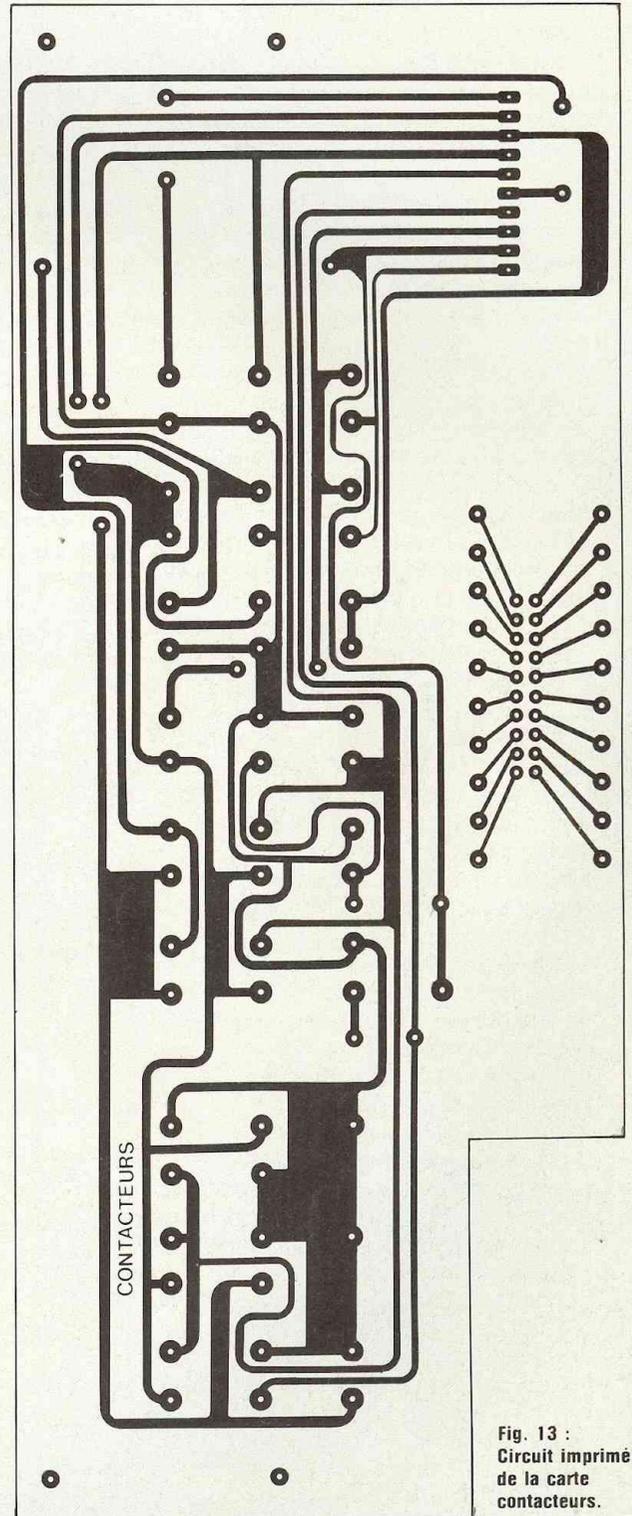


Fig. 13 : Circuit imprimé de la carte contacteurs.

Tableau 2

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

cuits, lui, possède deux rangées de 12 broches.

Sur la barrette pour 6 contacteurs, montez-en 5 de 6 circuits et 1 de 8 circuits (c'est d'ailleurs le seul). Les crans des coulisses centrales devront être face à vous et le contacteur 8 circuits sera à droite.

Sur l'autre barrette, montez les trois derniers contacteurs 6 circuits de la même manière.

Du côté opposé au cran, il vous faut couper toutes les broches numérotées 1 et 3, à chaque rangée, en laissant environ 1 mm sur le contacteur. Du côté du cran, vous allez couper toutes les broches numérotées 1 et 2, également à chaque rangée (figure 20). Sur le contacteur à 8 circuits (F), il vous faudra couper les trois dernières broches afin de ne laisser que 7 circuits. Les trois broches basses des contacteurs G et H seront également coupées afin d'obtenir 5 circuits (figure 21). En vous aidant de la même figure, implantez les connecteurs sur le circuit imprimé. Les broches doivent pouvoir s'insérer dans les trous sans difficulté. Si c'est le cas, ôtez les contacteurs du circuit, soudez les 8 straps, remettez les contacteurs en place et soudez-les.

Soudez à présent le connecteur 20 broches à son emplacement (attention à l'orientation).

Montez un connecteur femelle 10 broches sur 120 mm de câble en nappe 10 conducteurs et soudez ce câble à son emplacement, à gauche du circuit, de la même manière que ceux de la carte d'affichage (figure 18).

A l'aide de fils isolés de diverses couleurs, il va vous falloir câbler le connecteur 5 aux divers contacteurs, d'après le tableau n° 2. Il vous suffit de souder un fil dans le trou 1a du connecteur 5, ce fil ira à la broche 1 du connecteur D (1D) puis de cette même broche partira un fil vers la broche 1 du contacteur E (1E), un troisième fil partira de cette dernière broche et ira à la broche 1 du contacteur F (1F). Du trou 2a du connecteur 5 partira un fil vers... etc., etc. Ne faites pas passer les fils trop près des broches afin de pouvoir souder les autres sans difficultés.

Une fois ce travail terminé, vous allez réaliser les deux équerres de fixation de cette carte dans de l'aluminium de 2 mm d'épaisseur en vous reportant à la figure 22.

**f. Réalisation de la face avant basse**  
La figure 23 représente la face avant vue de l'arrière, afin que les traçages se trouvent du côté non visible de la plaque.

Le traçage terminé, percez tous les trous à 3 mm de diamètre. Repercez ensuite l'ensemble des trous aux diamètres indiqués sur le plan. Ebavurez soigneusement chaque trou.

A l'aide de symboles transfert Mecanorma, faites le marquage de chaque trou après avoir nettoyé la plaque avec de la poudre à récurer. Ce marquage est représenté en figure 24. Une fois celui-ci réalisé, posez votre plaque sur une feuille de journal, marquage vers le haut et vaporisez une couche de vernis incolore sans silicones, du type A15 de Siceront KF. Laissez sécher ce vernis pendant 24 heures.

Vous pouvez à présent monter sur cette plaque les différents composants en vous aidant de la figure 24 et de la liste ci-après :

Trou n° 1 : bouton poussoir contacts travail.  
Trou n° 2 : bouton poussoir contacts travail/repos.  
Trou n° 3 : bouton poussoir contacts travail.  
Trou n° 4 : bouton poussoir contacts travail.  
Trou n° 5 : inverseur unipolaire.  
Trou n° 6 : inverseur unipolaire.  
Trou n° 7 : inverseur unipolaire.  
Trou n° 8 : inverseur bipolaire.  
Trou n° 9 : inverseur unipolaire.  
Trou n° 10 : inverseur bipolaire.  
Trous n°s 11 et 12 : LED rouges  $\varnothing$  5  
Trou n° 13 : voyant 220 V.  
Trou n° 14 : inverseur bipolaire.  
Trou n° 15 : inverseur bipolaire.  
Trou n° 16 : touches clavier.

En serrant les écrous, prenez garde à ne pas rayer la façade. Le clavier sera monté en intercalant deux entretoises de 4 mm à chaque boulons.

**g. Réalisation de la face avant haute**  
Le plan de perçage de cette pièce est

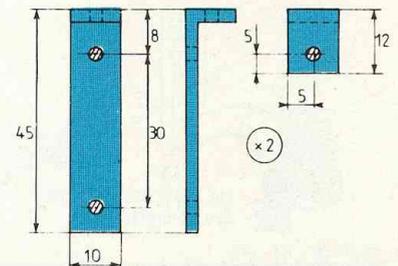


Fig. 22 : Supports de la carte «contacteurs» (à réaliser en deux exemplaires).

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### DIVERS

1 coffret Abox modèle RA 3  
16 touches Isostat réf. D6  
1 fiche femelle HE 10 10 broches  
3 boutons poussoirs APR - Contacts Travail  
1 bouton poussoir APR - Contacts Travail/Repos  
1 interrupteur bipolaire APR réf. \*4646  
1 voyant 220 V  
3 inverseurs bipolaires APR réf. 5646  
4 inverseurs unipolaires APR réf. 5636  
R35 - résistance 1 k $\Omega$  1/4 W  
R36 - résistance 220  $\Omega$  1/4 W  
D10, D11 - LED rouges  $\varnothing$  5 mm  
1 support de fusible de tableau  
1 fusible 500 mA  
1 passe-fil pour cordon secteur  
1 cordon secteur  
1 transformateur Cecla réf. EP.25.83.209

donné en figure 25. Si vous utilisez les mêmes supports que ceux référencés dans la nomenclature, respectez les cotes de perçage indiquées. Sinon adaptez les perçages à vos propres supports.

Les ouvertures se feront à la scie sauteuse, avec finition à la lime.

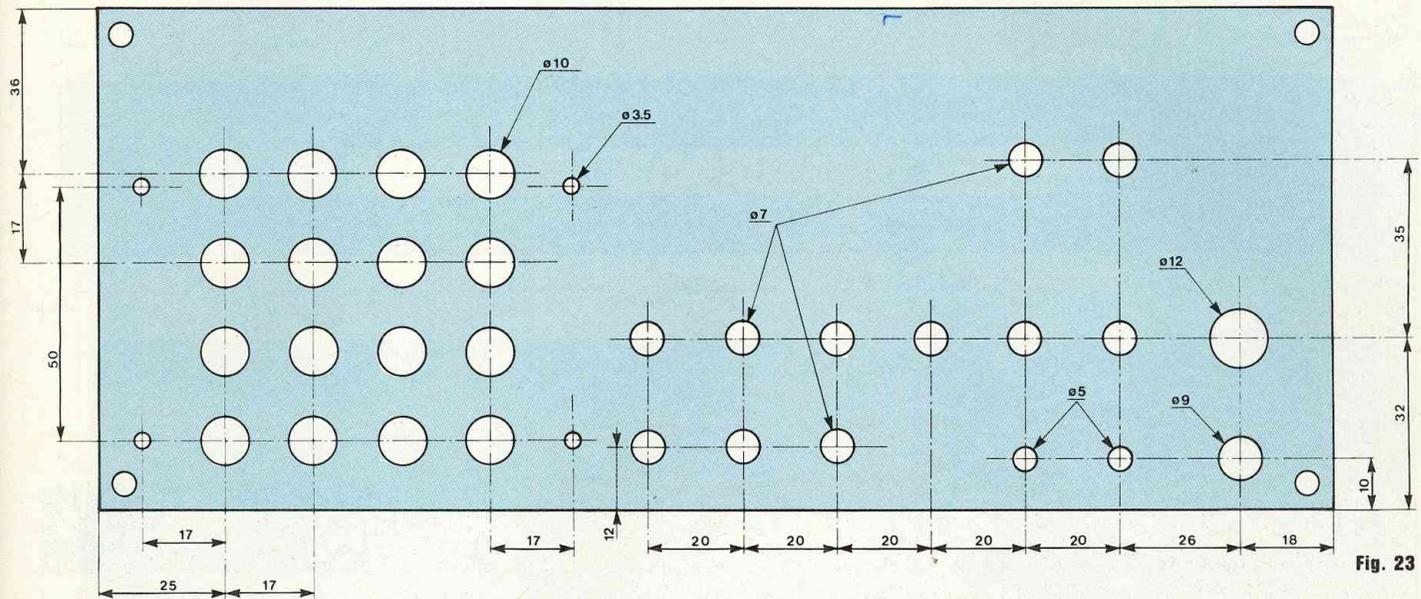


Fig. 23

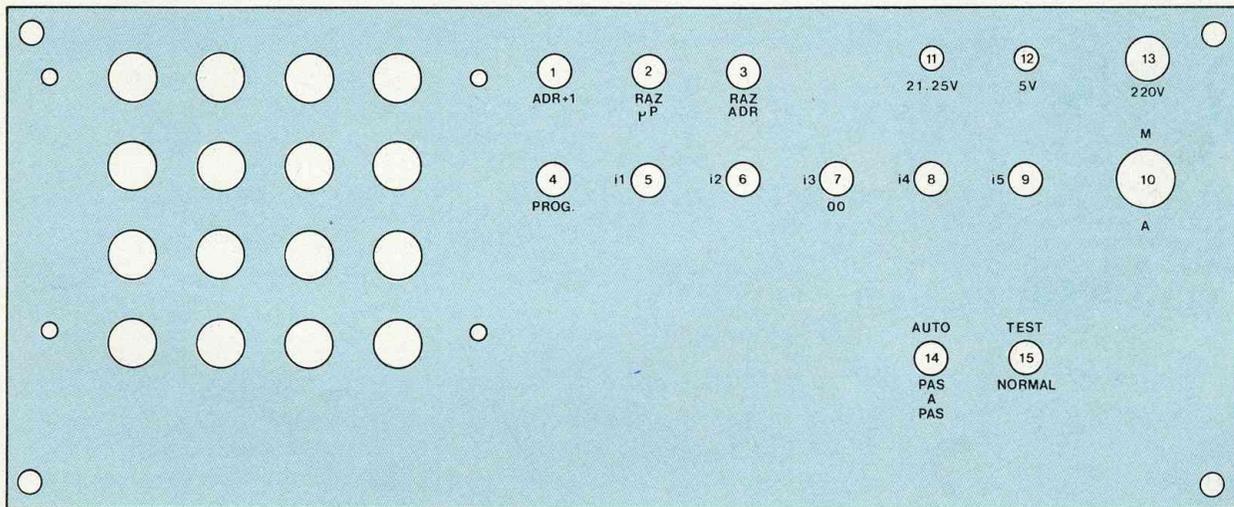


Fig. 24

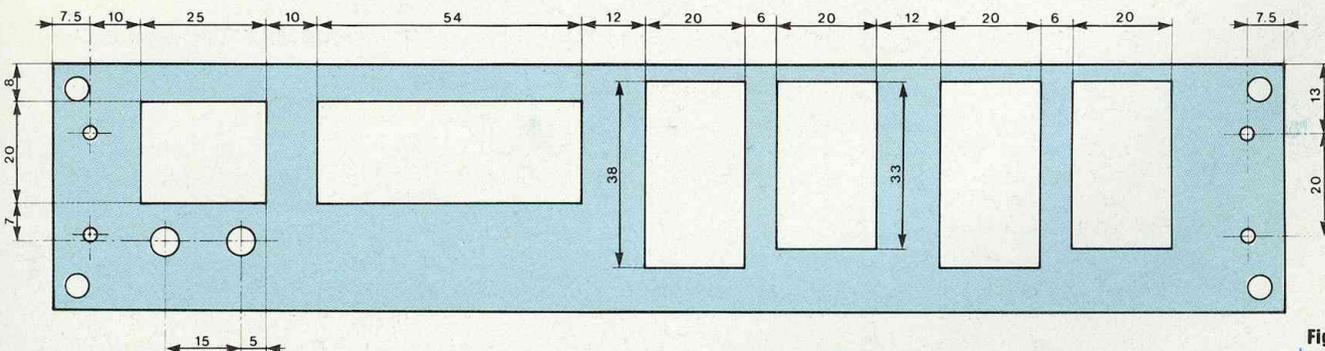
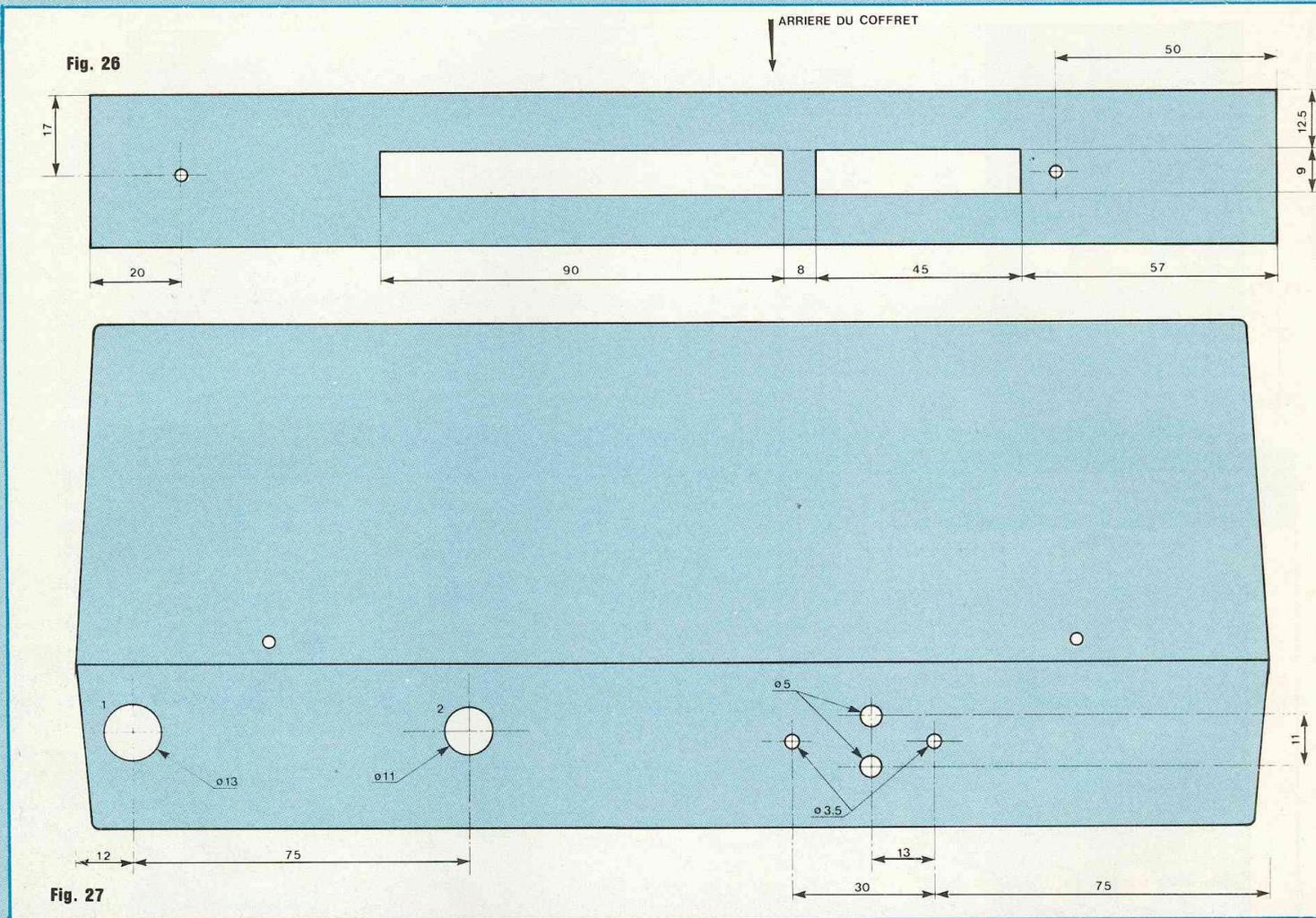


Fig. 25

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS



## h. Préparation et perçage du coffret

Traçez et percez la partie supérieure du coffret d'après la figure 26. Pour le travail du plastique, faites tourner vos machines (perceuse, scie) à petite vitesse.

Percez maintenant la partie basse du coffret en vous aidant de la figure 27. Présentez votre transformateur (figure 28) à l'intérieur du coffret. Traçez les trous de fixation de celui-ci et percez-les. Procédez de même pour le circuit oscillateur.

Montez dans les trous correspondants un support de fusible et un passe-fil avec son cordon secteur. Mettez également le transformateur à son emplacement et fixez-le en mettant les écrous à l'intérieur du boîtier.

Réduisez les deux plots destinés à fixer la carte principale, à l'avant du coffret, à 3 mm de hauteur et percez les trous à leur centre, à 3,5 mm de diamètre et de part en part du coffret. Fixez à présent la carte principale avec deux vis autotaraudeuses à l'arrière et deux boulons et écrous à l'avant du coffret. Fixez également le circuit "oscillateur" avec boulons, entretoises de 4 mm et écrous. Le régulateur IC10 sera, quant à lui, monté à l'extérieur du coffret, sur son refroidisseur.

Vous pouvez également monter les circuits "contacteurs" et "supports d'Eproms" dans la partie supérieure du coffret.

## i. Montage et câblage de la face

### avant basse

Mettez la face avant à sa place sur le coffret et fixez-la au moyen des quatre vis prévues à cet effet. Mettez cet ensemble à plat devant vous et en vous aidant des diverses figures précédentes, réalisez le câblage de tous les éléments. Pour plus de propreté, les fils suivront les bords extérieurs de la face avant et seront attachés en faisceau au moyen de petits bouts de fil rigide. Les deux résistances R35 et R36 seront soudées entre l'anode des LED D10 et D11 et les broches correspondantes des inverseurs (broches basses).

Effectuez correctement ce travail et contrôlez-le à chaque câblage, deux fois plutôt qu'une. Les fils devant aller

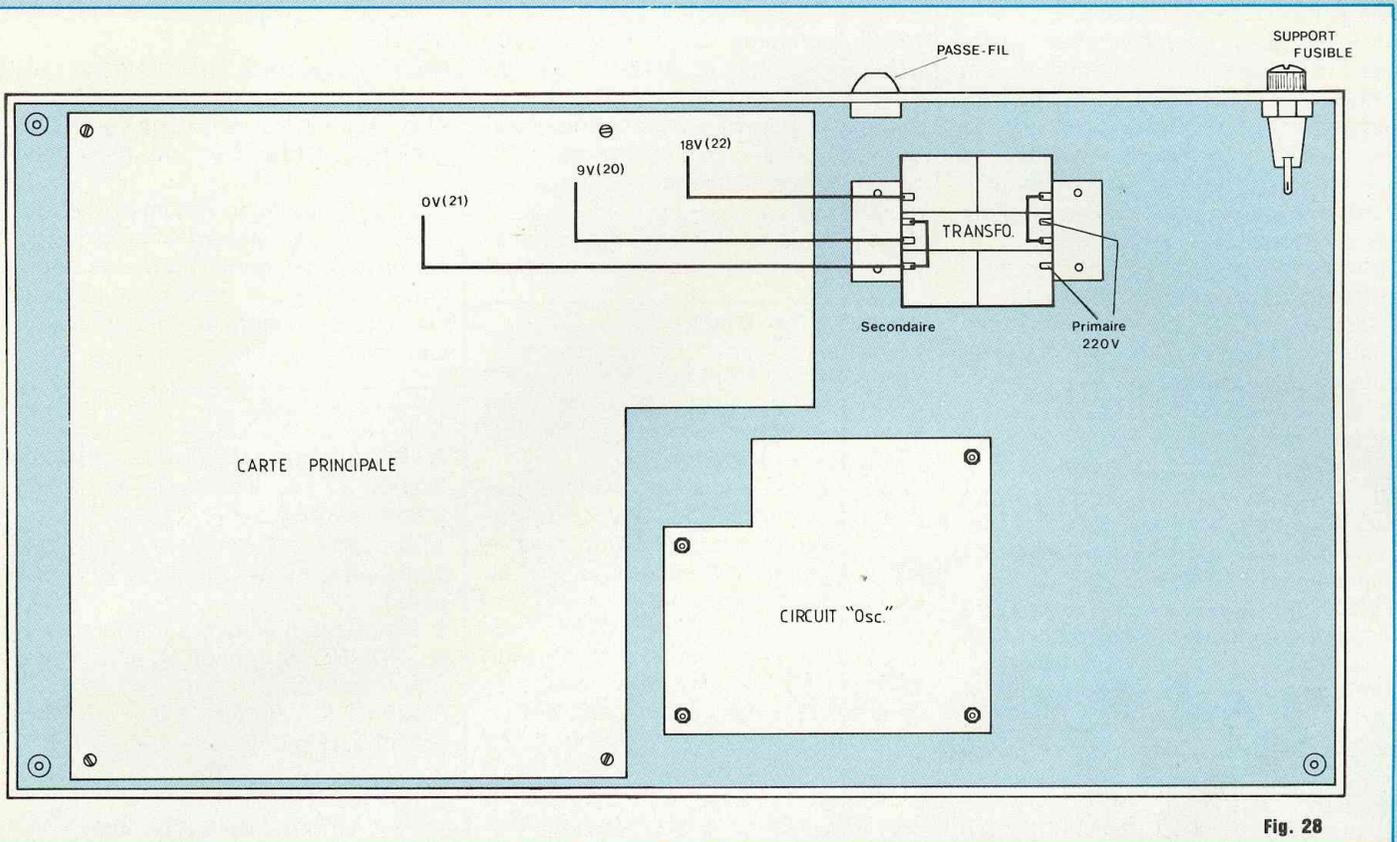


Fig. 28

à la carte principale seront coupés à 400 mm de longueur et réunis également en faisceau.

## j. Câblage final

Votre programmeur d'Eproms est pratiquement terminé. Le dernier travail va consister à réunir par câblage les deux parties de l'appareil. Mettez les deux parties devant vous, le devant de chacune en regard de l'autre et le touchant. Présentez chaque fil de câblage venant de la partie haute à son emplacement sur la carte principale, au-dessus des cosse poignard, coupez l'excédent (laissez quand même un peu de mou aux fils) et montez à chacun une fiche femelle pour cosse poignard.

Enfilez le cordon secteur par le passe-fil et s'il ne s'agit pas d'un passe-fil à serrage automatique, faites un nœud au cordon, à l'intérieur du coffret, en laissant 350 mm de fil. Séparez les deux fils du cordon et coupez l'un d'eux à 100 mm. Celui-ci sera soudé à

l'une des cosse du porte-fusible. L'autre ira à l'interrupteur général bipolaire.

Avec du fil de câblage souple, de plus forte section que ceux utilisés jusqu'à présent et en vous aidant de la figure 2, câblez proprement l'interrupteur au porte-fusible et au transformateur. Soudez trois morceaux de ce fil de câblage aux sorties respectives du secondaire (0 V, 9 V, 18 V) ; montez une fiche femelle pour cosse poignard à chaque extrémité et reliez celle-ci à la carte principale (repérage des cosse poignard figure 14).

Voilà... ! Votre travail est maintenant terminé.

Au risque de nous répéter, il vous est conseillé de recontrôler scrupuleusement tout votre câblage, avant la mise sous tension. Une erreur pouvant être fatale à l'un ou à plusieurs de vos circuits.

C'est fait ?... Alors passons aux premiers essais.

## ESSAIS

Mettez tous les interrupteurs sur "arrêt" (A).

Débranchez les fils venant de la partie supérieure du coffret, sur les +5 V (18), +21 V (19) et +25 V (17). Branchez le cordon secteur et mettez sur marche (M) l'interrupteur général. Le voyant 220 V doit s'allumer, sinon n'allez pas plus loin et voyez d'où provient la panne. Si tout se passe bien, à l'aide d'un voltmètre, contrôlez que les trois tensions désirées se trouvent bien sur les cosse poignard concernées, à  $\pm 0,5$  V près, au maximum. Normalement vous devriez trouver +4,9 V ; +21,2 V et +25 V (c'est notre cas). Si ces tensions sont correctes, éteignez le programmeur et débranchez le cordon secteur. Rebranchez les fils à leur place. Présentez la partie supérieure du coffret sur l'autre partie, branchez les deux fils d'alimentation de la carte d'affi-

# PROGRAMMATEUR D'EPROMS

chage aux cosses poignard 16 et 8 (+ et -, rouge et noir), branchez également tous les connecteurs à leur emplacement respectif et fermez provisoirement le coffret. Cela doit se faire sans forcer, sinon regardez ce qui cloche. Branchez à nouveau le cordon secteur. Allumez l'interrupteur général, ensuite l'interrupteur 5 V et enfin l'interrupteur 21-25 V. Les LED correspondantes doivent s'allumer.

**TRES IMPORTANT :** Dans tous les cas, l'extinction de l'appareil devra se faire en sens inverse, c'est-à-dire 21-25 V, ensuite 5 V et enfin 220 V. En présence d'une mémoire sur un support, si par mégarde le + 5 V venait à être arrêté avant le 21 ou 25 V, vous avez 99,99 chances sur 100 pour que cette mémoire soit mise hors d'usage immédiatement.

L'affichage des adresses doit être allumé et indiquera peut-être 0000, sinon appuyez sur RAZ adresse. L'affichage des données doit indiquer FF. Si c'est le cas, vous avez bien travaillé et vous avez beaucoup de chances pour que la suite se passe correctement.

IC étant sur "Pas à Pas" et IG sur "Normal", appuyez sur ADR1. L'affichage des adresses doit s'incrémenter de 1.

Appuyez sur le contacteur A (2515/2716), les autres étant tous en position haute. Branchez la sonde de votre oscilloscope sur la broche 18 du support B. Mettez I1 et I2 sur marche et IC sur "Auto".

L'affichage des adresses doit indiquer une incrémentation rapide de celles-ci et sur l'écran de votre oscilloscope doit apparaître une impulsion positive de 50 ms. Si c'est correct, appuyez maintenant sur le contacteur B (2532) et branchez votre sonde sur la broche 20 du support B. Vous devez maintenant observer une impulsion négative de 50 ms.

Nous allons procéder maintenant à l'essai du "test de virginité".

Il vous faut pour cela posséder une Eprom assurément vierge.

Arrêter votre appareil et suivant le type d'Eprom que vous avez, mettez celle-ci sur le support "Lecture" adéquat.

Remettez l'appareil sous tension, mettez le compteur d'adresses à 0000 (RAZ adr) et basculez IG sur "Test" (IC devra être sur "Pas à Pas"). Les adresses doivent s'incrémenter rapidement.

Si tous ces essais ont été concluants, alors bravo... !

Vous pouvez arrêter votre programmeur et ôter la mémoire de son support.

## MONTAGE FINAL

Votre appareil étant hors tension, vous allez pouvoir mettre en place votre microprocesseur. Il s'agit du MC 68705 P3 de Motorola.

Soulevez légèrement la partie supérieure du coffret, orientez correctement le microprocesseur et insérez-le sur son support. Reposez le coffret. Mettez le programmeur sous tension. Ne s'agissant pas d'une programmation, il est inutile de mettre en marche les 21 et 25 V. Appuyez à présent sur une des touches du clavier. Le chiffre ou la lettre correspondante doit s'inscrire sur l'afficheur de gauche (poids fort de la donnée). Appuyez sur une autre touche. L'octet complet doit être affiché. Appuyez maintenant sur le bouton poussoir de programmation. Le code des données doit être revenu à FF et les adresses ont dû s'incrémenter de 1.

Si tout fonctionne correctement, vous pouvez fermer le coffret définitivement ; mettre les 4 vis de fixation (2 à l'arrière et 2 sous le coffret) ainsi que les 4 pieds en caoutchouc.

## FINITION

Toujours à l'aide de transferts Mecanorma, marquez "ECRITURE" et "LECTURE" au-dessus des supports concernés ainsi que "DONNEES" et "ADRESSES" au-dessus des afficheurs. Vaporisez une couche de vernis incolore sur les transferts pour leur protection.

Avant de vaporiser le vernis, cachez tout le reste du programmeur avec du papier (très important) en ne laissant apparaître que les quatre mots marqués.

Votre programmeur est entièrement terminé.

Vous possédez là un instrument puissant et très performant qui tiendra sa place honorablement dans votre laboratoire de roboticien ou d'informaticien.

Pour une utilisation rationnelle et correcte de ce programmeur, nous avons résumé, dans l'ordre, les opérations à effectuer pour chaque mode de fonctionnement ou situation pouvant se présenter.

## UTILISATION

### A. Programmation des Eproms 2516, 2716, 2532, 2732, 2564, 2764, 27128

1. Appuyez sur le contacteur concerné (les autres doivent être relâchés).
2. Insérez la mémoire sur son support (ECRITURE). (Attention au sens, encoche vers le haut).
3. Mettre IC sur "Pas à Pas".
4. Mettre IG sur "Normal".
5. Mettre I3 sur "Arrêt".
6. Fermez I1 et I2 "M".
7. Fermez l'interrupteur général "M".
8. Fermez I5 "M".
9. Fermez I4 "M".
10. Frappez la donnée au clavier (2 touches).
11. Appuyez sur le bouton "PROG". La donnée est programmée, l'affichage revient à FF, les adresses sont incrémentées de 1.
12. Frappez une nouvelle donnée.
13. Etc.

### B. Programmation d'une suite de 00 à partir de l'adresse 0000

Procédez dans le même ordre que A jusqu'au numéro 9.

10. Fermez I3. L'affichage doit indiquer 00.
11. Maintenez le bouton de RAZ des adresses appuyé, basculez IC sur "Auto".
12. Appuyez une première fois sur le bouton de programmation afin de programmer le premier octet.
13. Relâchez le bouton de RAZ des adresses.
14. arrêtez la programmation quelques adresses avant la dernière désirée en

# PROGEPROM EST 02

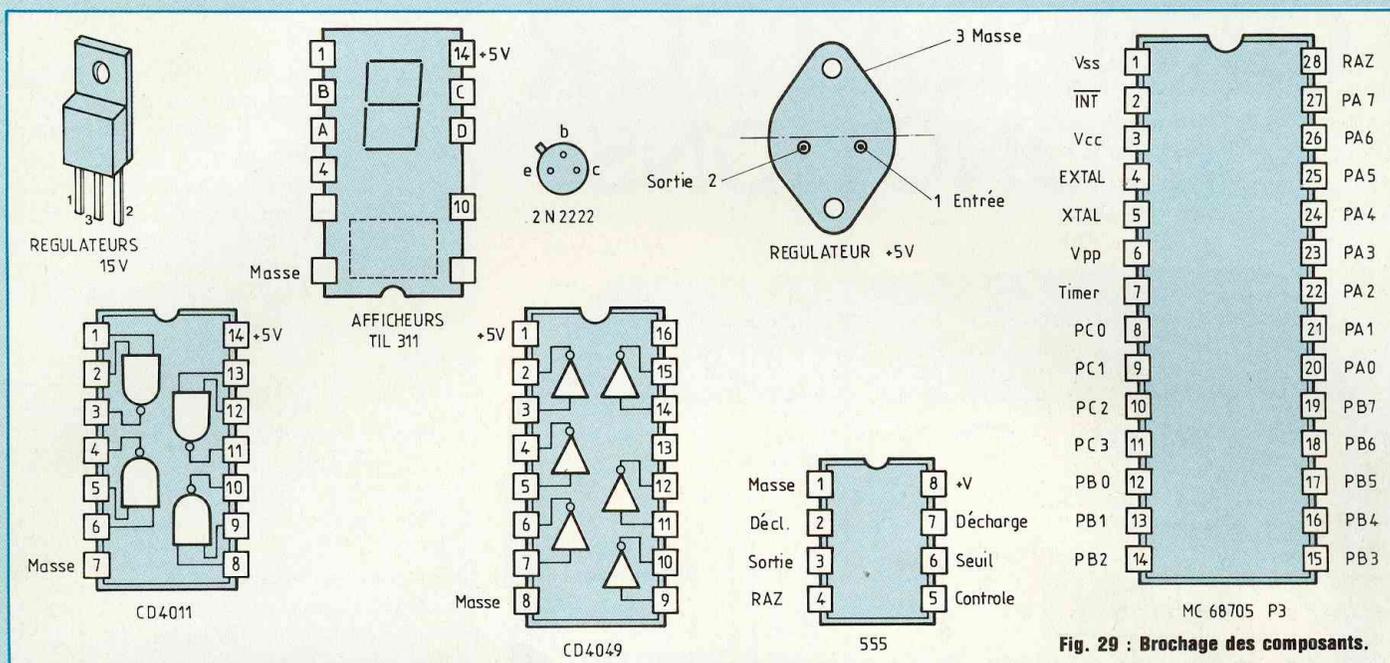


Fig. 29 : Brochage des composants.

remettant IC sur "Pas à Pas".

15. Appuyez le bouton de programmation.

16. Appuyez une fois sur le bouton de RAZ du microprocesseur ainsi que sur le bouton ADR + 1, les adresses doivent s'incrémenter de 1.

17. Appuyez une nouvelle fois sur le bouton de programmation.

18. Renouvelez ces trois dernières opérations jusqu'à l'adresse désirée.

### C. Recopie totale ou partielle d'Eproms

La recopie n'est valable qu'entre Eproms de même référence.

1. Sélectionnez le type de mémoire pour les contacteurs. S'il s'agit d'Eprom 2516, 2716, 2532 ou 2732, appuyez seulement sur un des contacteurs 1, 2 ou 3. Pour les trois autres types, appuyez sur le contacteur "ECRITURE" et le contacteur "LECTURE".

2. Insérez la mémoire contenant le programme sur le support "LECTURE" adéquat et la mémoire vierge sur le support "ECRITURE".

3. Fermez I1.

4. Ouvrez I2.

5. Mettez IC sur "Pas à Pas".

6. Mettez l'appareil sous tension, fermez I5 puis I4 (attention à l'ordre).

7. Maintenez appuyé le bouton de RAZ des adresses.

8. Appuyez une fois sur le bouton de programmation.

9. Fermez I2 et basculez IC sur "Auto".

10. Relâchez le bouton de RAZ des adresses.

Les adresses défilent ainsi que les données. La programmation s'effectue. Si vous ne désirez programmer qu'une partie de la mémoire, stoppez l'avance des adresses en mettant IC sur "Pas à Pas", quelques adresses avant la dernière, et finissez la programmation manuellement en vous reportant au paragraphe précédent à partir du n° 14.

Pour la recopie d'une mémoire à partir d'une adresse autre que l'adresse 0000, procédez comme suit :

1. Effectuez les mêmes opérations que précédemment jusqu'au n° 2.

2. Ouvrez I1.

3. Fermez I2.

4. Mettez IC sur "Pas à Pas".

5. Mettez sous tension.

6. Fermez I5.

7. Basculez IC sur "Auto". Les adresses vont défiler. Arrêtez-les un peu en avance en mettant IC sur "Pas à Pas". Allez jusqu'à la bonne adresse en

maintenant le bouton RAZ du microprocesseur appuyé et en appuyant sur le bouton d'avance des adresses jusqu'à la dernière adresse désirée.

8. L'octet correspondant doit être affiché.

9. Fermez I4 et ensuite I1.

10. Appuyez une fois sur le bouton de programmation.

11. Basculez IC sur "Auto".

La programmation va s'effectuer. Pour l'arrêter à l'adresse désirée, procédez comme indiqué précédemment.

### D. Test de virginité

1. Appuyez sur le contacteur "LECTURE" correspondant à l'Eprom concernée. Un seul contacteur est appuyé, les autres sont relâchés.

2. Insérez la mémoire sur le support "LECTURE" adéquat.

3. Mettez IG sur "Test".

4. Mettez IC sur "Pas à Pas".

5. Fermez I1.

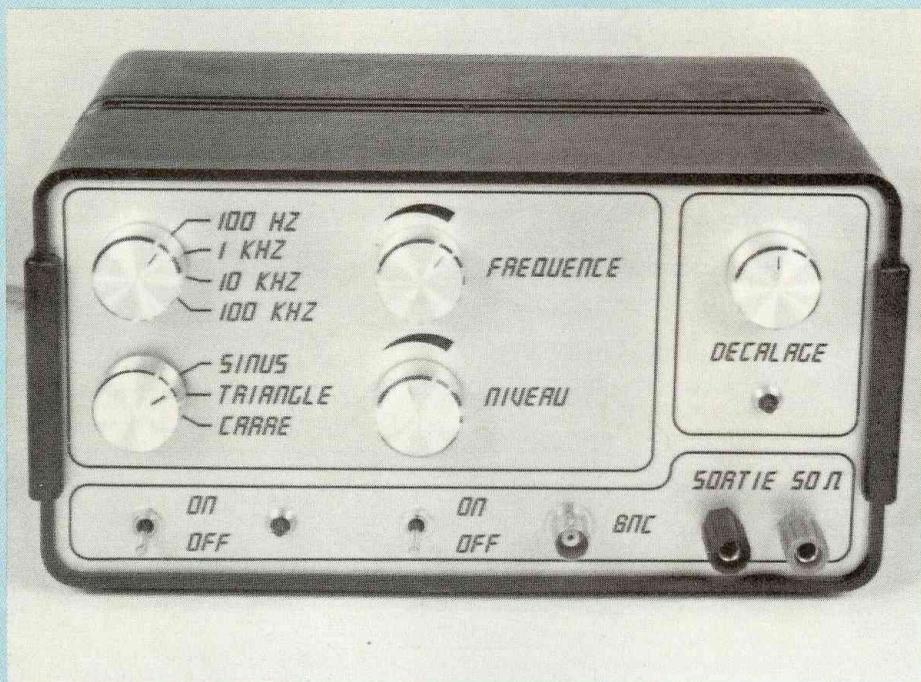
6. Mettez l'appareil sous tension.

7. Fermez I5.

Les adresses doivent défiler. Si la mémoire n'est pas vierge (entièrement à FF), les adresses vont s'arrêter à la première donnée qu'elle contient en affichant cette adresse.

Fernand Estèves

# GENERATEUR DE FONCTIONS



L'oscilloscope et le générateur BF sont les deux appareils indissociables dans un "labo" si l'on veut vérifier et régler correctement du matériel basse fréquence tel que : préamplificateur, amplificateur, filtre actif, égaliseur... si l'oscilloscope peut poser des problèmes de réalisation à un amateur, surtout si on le veut performant, il n'en est pas de même du générateur. Celui que nous vous proposons de construire possède des caractéristiques intéressantes : disponibilité de trois signaux différents, bande passante étendue (jusqu'à 100 kHz), amplitude de sortie pouvant atteindre 10 volts. Son faible coût devrait également inciter de nombreux lecteurs à le réaliser.

## CAHIER DES CHARGES

### PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DEMANDEES

- Génération de 3 types de signaux (sinus, triangle, carré).
- Fréquence variable jusqu'à 100 kHz en 4 gammes.

- Amplitude de sortie variable 0-10 V (20 V crête-crête).

- décalage en sortie positif et négatif.
- Impédance de sortie 50 Ω.

### SCHEMA SYNOPTIQUE (fig. 1)

- La génération des signaux sera effectuée à l'aide du circuit Intersil 8038 qui délivre des tensions sinusoi-

dales, triangulaires et carrées sous trois amplitudes différentes.

- L'adaptation de niveau sera réalisée à l'aide d'amplificateurs de courant à transistors et de ponts diviseurs à résistances.

- L'amplification en tension sera confiée à un amplificateur opérationnel ayant un produit gain-bande d'au moins 1 MHz.

- L'amplification en courant sera confiée à un push-pull.

## LE CIRCUIT ICL 8038

### PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

- Génération simultanée des signaux sinusoïdaux, carrés et triangulaires.

- Niveaux de sortie élevés : TTL à 28 V.

- Faible distorsion : 1 %.

- Bonne linéarité : 0,1 %.

- Oscillations entretenues de  $10^{-3}$  Hz à 1 MHz.

- Rapport cyclique variable de 1 à 99 %.

- Tension d'alimentation maximale :  $\pm 18$  V ou 36 V total.

- Dissipation : 750 mW.

- Tension d'entrée :  $\leq$  tension d'alimentation.

- Courant d'entrée : 25 mA (broches 4 et 5).

**DIAGRAMME DE CONNEXIONS** (en vue de dessus à la fig. 2)

### DIAGRAMME

#### DE FONCTIONNEMENT (fig. 3)

Le condensateur C se charge à courant constant jusqu'à  $V_c = 2/3 V_{cc}$ .

La bascule Flip-Flop referme alors l'interrupteur IT. Le condensateur C est alors déchargé à courant constant I jusqu'à  $V_c = 1/3 V_{cc}$ .

La bascule Flip-Flop ouvre alors l'interrupteur IT.

Pour obtenir une tension triangulaire à la borne 3, la tension à la borne C est simplement amplifiée, on a alors :

$$0,33 V_{cc} = U_3 \text{ max.}$$

Pour obtenir une tension sinusoïdale à la borne 2, la tension  $U_3$  est appliquée à l'entrée d'une matrice à transistors qui convertit une tension triangulaire en une tension sinusoïdale. La sortie du convertisseur n'étant pas réamplifiée, on a :

# CARACTERISTIQUES INTERESSANTES

$$0,22 V_{CC} = U_2 \text{ max.}$$

Pour obtenir une tension carrée, la tension de commande de l'interrupteur est simplement amplifiée. La sortie étant en collecteur ouvert, la tension  $U_9$  pourra varier entre  $-V_{CC}$  et une tension que l'on pourra choisir.

## MONTAGE DE BASE (fig. 4)

### FREQUENCE D'OSCILLATION

$$R = R' + R''$$

On a :

$$I_a = \frac{0,2 \times V_{CC}}{R}$$

et

$$I_b = 2 \times \frac{0,2 \times V_{CC}}{R} - I_a = \frac{0,2 \times V_{CC}}{R}$$

et

$$T_1 = \frac{1/3 V_{CC} \times C}{1/5 V_{CC}} = \frac{5}{3} RC$$

de même

$$T_2 = \frac{1/3 V_{CC} \times C}{1/5 V_{CC}} = \frac{5}{3} RC$$

d'où :

$$f = \frac{1}{T_1 + T_2}$$

et comme on utilise une résistance unique :

$$f = \frac{1}{2(T_1 + T_2)}$$

d'où

$$f = \frac{0,15}{RC} \text{ avec } 500 \Omega < R < 1 M\Omega$$

### CHOIX DE R ET C

Pour un fonctionnement correct, il faut que :

$$I_a = I_b \leq 5 \text{ mA}$$

Les meilleures performances sont obtenues pour :

$$10 \mu\text{A} \leq I_a = I_b \leq 1 \text{ mA.}$$

## EXPLICATIONS

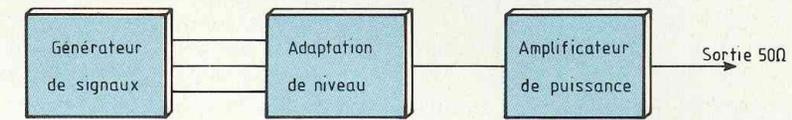
### DU SCHEMA STRUCTUREL

#### Alimentation :

L'alimentation est classique, elle utilise un transformateur bi-tension. Celles-ci sont redressées par un pont et filtrées. Deux tensions régulées sont alors obtenues en sortie de Reg1 et Reg2. Quatre condensateurs achèvent le filtrage. Si  $-V_{CC}$  présente une composante alternative trop importante, il faudra augmenter C6.

#### Générateur de signaux :

- C12, C13, C14, C15 permettent d'obtenir 4 gammes de fréquences.



1 : Synoptique du générateur de fonctions.

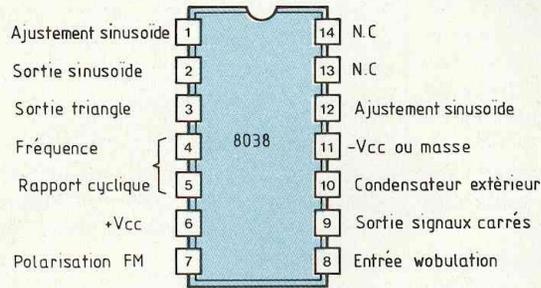


Fig. 2 : Brochage du circuit Intersil ICL 8038.

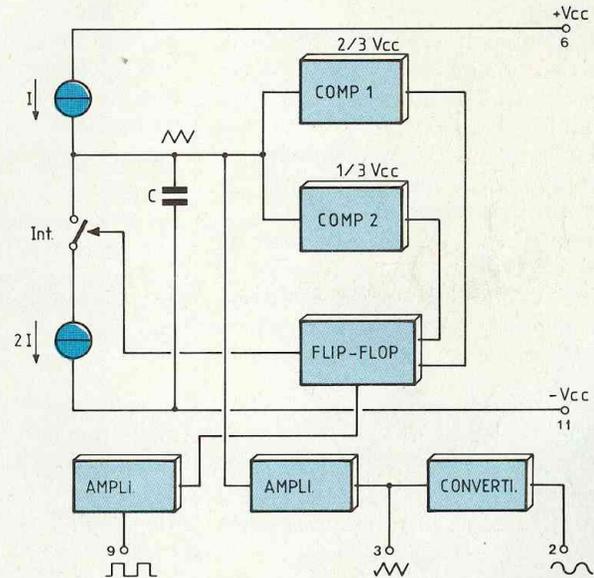


Fig. 3 : Diagramme de fonctionnement.

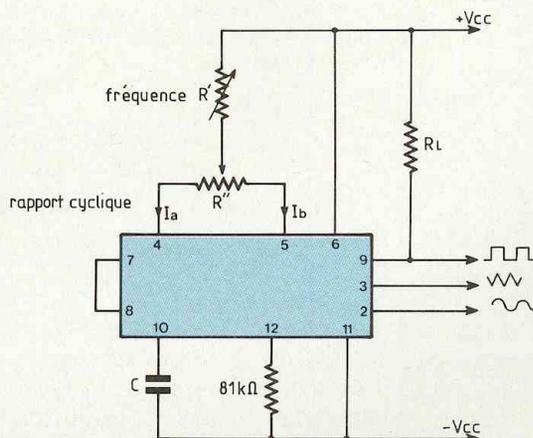


Fig. 4 : Montage de base du 8038.

- P1 permet de couvrir toutes les fréquences de la gamme choisie.
- R2 permet de régler le rapport cyclique des trois signaux de sortie.
- R1 permet de compenser un défaut du circuit ICL 8038. En effet en bas de la gamme de fréquences choisie on n'a plus l'égalité  $I_5 = 2.I_4$ . L'ensemble R11, R12, R1 permet d'injecter un faible courant sur l'entrée 5 qui sera négligeable en haut de la gamme de fréquences.
- Les deux résistances ajustables R3 permettent d'obtenir une sinusoïde parfaite.
- La résistance R20 permet d'obtenir le meilleur temps de montée possible ( $2 \mu s$ ) sur la sortie 9 qui est en collecteur ouvert.
- Les condensateurs C7 et C8 assurent le découplage du circuit ICL 8038. Ils seront **obligatoirement** du type MKT ou MKH.
- Les entrées 7 et 8 sont reliées car on n'effectue pas de modulation.

### Adaptateur de niveau :

L'ensemble R7, R8, D1 permet de symétriser le signal carré. En effet, le problème vient du fait qu'il s'agit d'une sortie en collecteur ouvert. Si on ne place R7 et D1 au point A on a alors deux niveaux de tension :

$$-V_{cc} \times P2 / (R8 + P2)$$

$$\text{et } V_{cc} \times P1 / (R20 + R8 + P2)$$

qui ne sont pas égaux. Lorsque U<sub>9</sub> est à l'état haut, alors D1 conduit et en A on a :

$$V_{cc} \times P2 / (R20 + P2 + R8 // R7)$$

Il faut donc que :

$$R8 = R8 // R7 + R20.$$

- L'ensemble R16, R17, R4 permet de compenser la légère tension d'offset sur la sortie triangulaire (broche 3).
- L'ensemble T1, T3 permet de donner des "vitamines" à la sortie triangulaire pour attaquer dignement le pont diviseur R6 et P2.
- Le même dispositif est placé sur la sortie sinusoïdale broche 2.
- Au point A, nous avons donc la même amplitude pour les trois signaux, qui est fixée par l'amplitude de la sinusoïde.
- La résistance R10 n'est pas directe-

ment connectée car aux fréquences élevées, on remarque un décrochement sur la sinusoïde et le triangle dû à la consommation de l'amplificateur interne du signal carré.

### Amplificateur de puissance :

P2 règle le niveau de sortie de l'amplificateur. L'amplification en sortie est donnée par le rapport :

$$(R26 + R10) / R25.$$

R9 règle l'offset de l'amplificateur.

Lorsque Int.1 est en position "décalage", P3 donne un décalage positif ou négatif, une diode LED est alors allumée.

Les condensateurs C9 et C10 découplent l'ampli opérationnel.

L'amplification en courant est réalisée à l'aide d'un push-pull à VBE compensés et résistances d'émetteurs pour une meilleure stabilité d'impédance de sortie  $50 \Omega$ .

### Choix de R', R'' et C :

Lorsqu'on a  $R' = 0$  (basse fréquence de la gamme), on est dans le cas où l'on utilise deux résistances différentes pour fixer les courants de charges et de décharges de C.

On a donc :

$$f = \frac{0,3}{R'C}$$

Lorsqu'on a  $R' = \max$  (haute fréquence de la gamme), on est dans le cas où l'on utilise une résistance unique ( $R' \gg R''$ ).

On a donc :

$$f = \frac{0,15}{(R' + R'')C}$$

### Calcul pour la gamme 1 kHz- 10 kHz

Pour un bon recouvrement des fréquences, on prendra  $f_b = 900 \text{ Hz}$ ,  $f_H = 11\,000 \text{ Hz}$ .

D'où :

$$f_H = \frac{0,3}{R'C} \text{ et } f_b = \frac{0,3}{2(R' + R'')C}$$

et :

$$R'' = R' \times \frac{2f_b}{f_H - f_b} \text{ et } C = \frac{0,3}{R'' f_H}$$

Il vaut donc mieux se fixer une valeur pour  $R' \Rightarrow R$  pour calculer C.

### Valeurs choisies :

$P = 22 \text{ k}\Omega$ ;  $R' = 3,9 \text{ k}\Omega$ ;  $C = 6,8 \text{ nF}$   $\times 10$  pour les autres gammes.

Il est à noter que la valeur de C pourra légèrement varier pour chaque gamme.

## REGLAGES

### Symétrie temporelle du signal

Placer le commutateur COM1 sur position  $\square$

Placer le commutateur COM2 sur la gamme de fréquence.

Régler le potentiomètre P1 pour obtenir la plus haute fréquence de la gamme.

Régler la symétrie temporelle du signal à l'aide de R2.

Régler le potentiomètre P1 pour obtenir la plus faible fréquence de la gamme.

Régler la symétrie temporelle du signal à l'aide de R1.

### Distorsion sinusoïdale

Placer le commutateur COM1 sur position  $\sim$

Régler les 2 résistances R3 afin d'obtenir une sinusoïde sur la base de T2.

### Compensation des tensions d'offset sur les sorties 2 et 3

Placer le commutateur COM1 sur position  $\sim$

Régler la résistance R4 pour obtenir un signal symétrique par rapport à 0 sur la base du transistor T1.

Placer le commutateur COM1 sur position  $\sim$

Régler la résistance R5 pour obtenir un signal symétrique par rapport à 0 sur la base du transistor T2.

### Amplitude et offset de l'amplificateur

Placer le commutateur COM1 sur position  $\sim$

Placer le potentiomètre P2 sur sa position maximale.

Régler la résistance R10 pour obtenir un signal d'amplitude 10 V en sortie de l'amplificateur (20 V crête-crête).

Régler R9 pour obtenir un signal symétrique par rapport à 0.

### Amplitude des signaux $\sim$ et $\square$

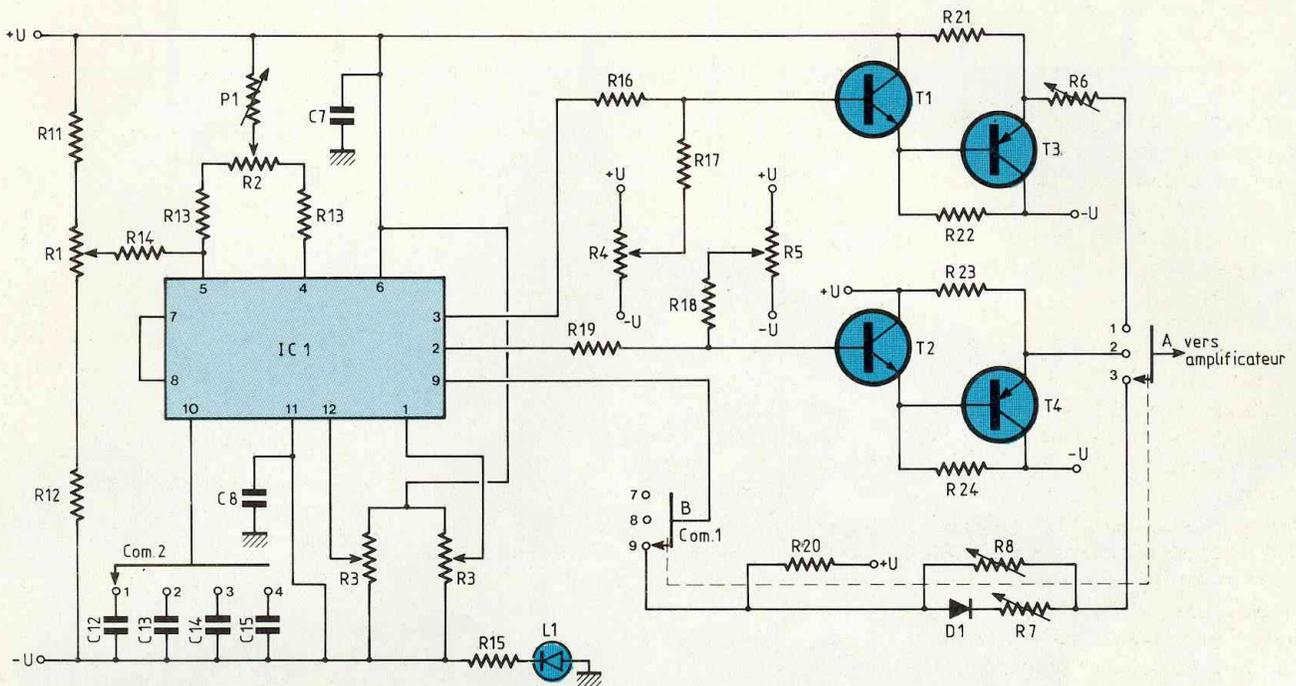
Placer le commutateur COM1 sur position  $\sim$

Régler la résistance R6 pour obtenir un signal d'amplitude 10 V en sortie de l'amplificateur (20 V crête-crête).

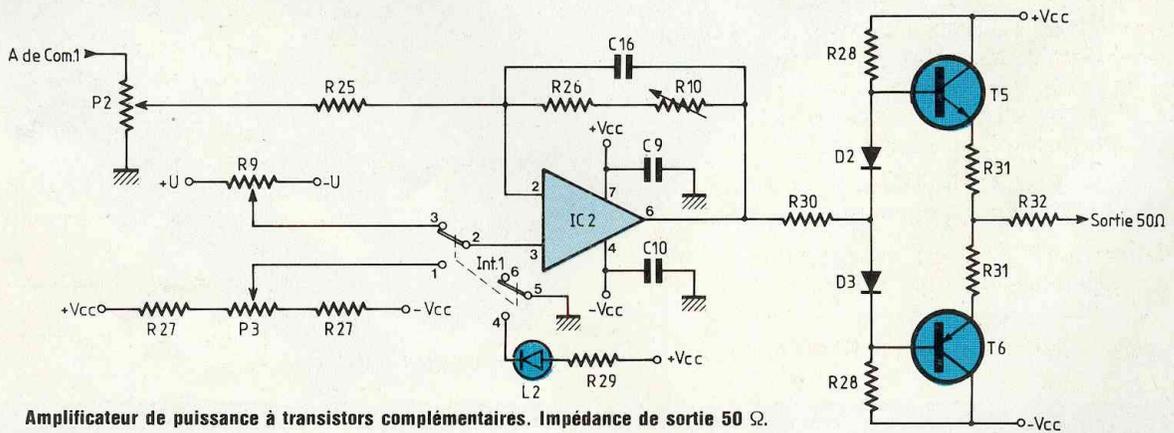
Placer le commutateur COM1 sur position  $\square$

Régler la résistance R7 jusqu'à obtenir

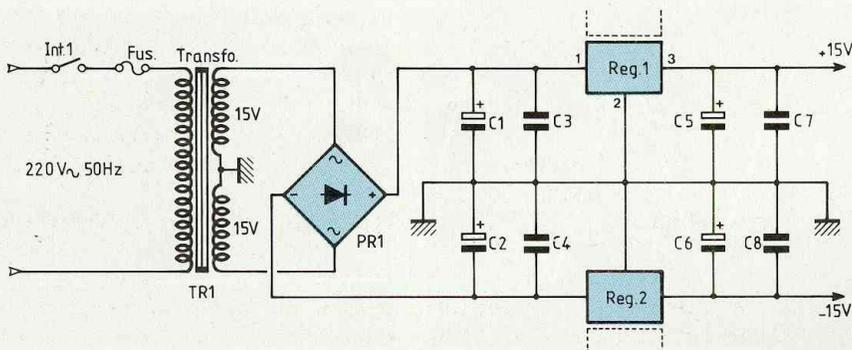
# CARACTERISTIQUES INTERESSANTES



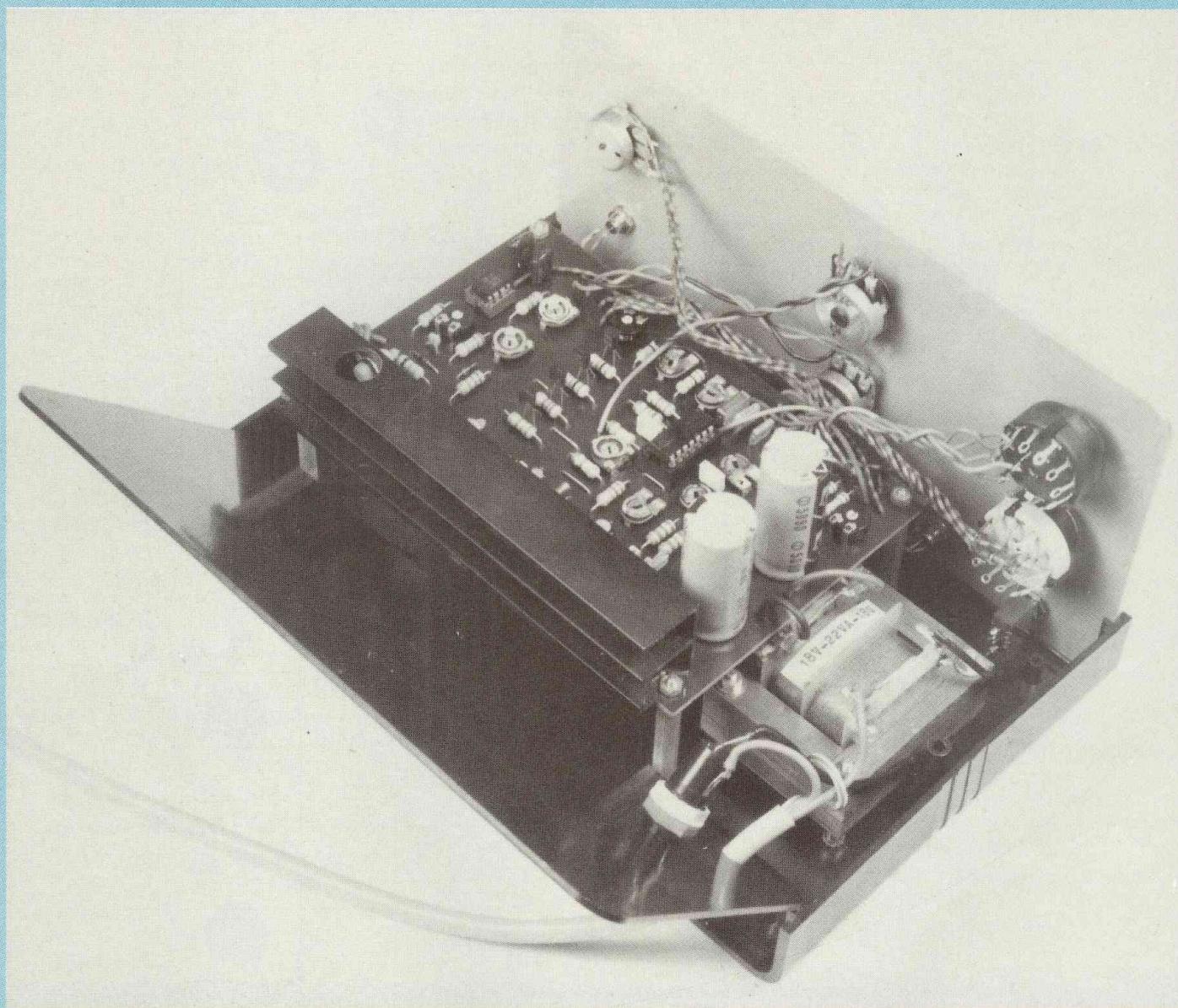
Générateur de signaux utilisant le circuit intégré Intersil 8038 et couvrant en 4 gammes 10 Hz à 100 kHz.



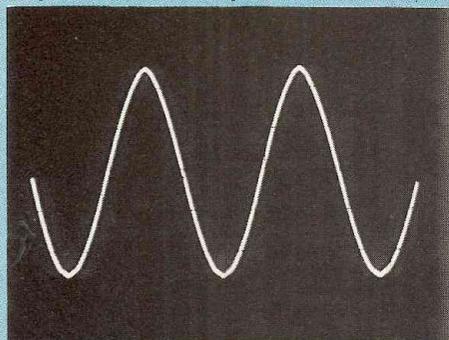
Amplificateur de puissance à transistors complémentaires. Impédance de sortie 50 Ω.



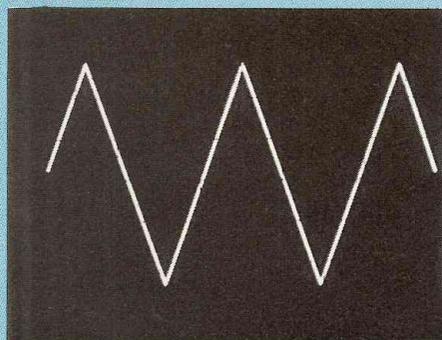
Alimentation symétrique  $\pm 15$  V utilisant des régulateurs 7815 et 7915 en boîtiers TO220.



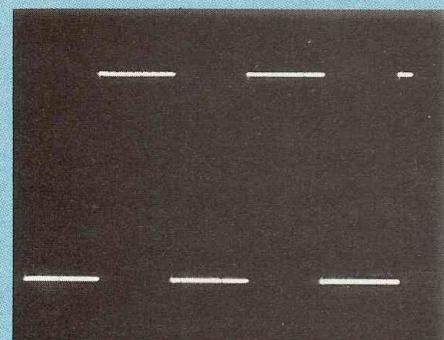
Disposition de l'électronique à l'intérieur d'un coffret MMP réf. 222.



Signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz.

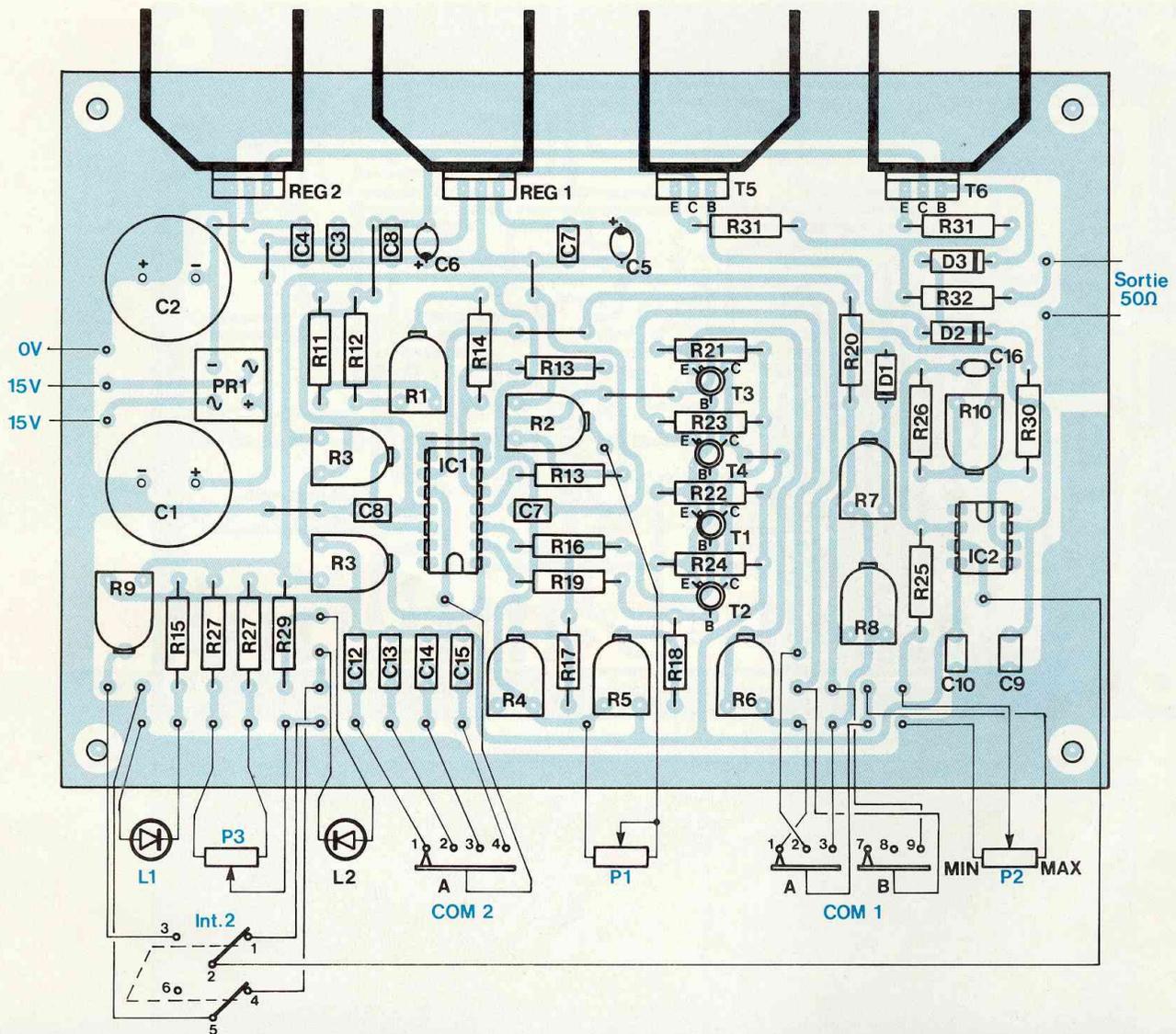


Signal triangulaire de fréquence 1 kHz.



Signal carré de fréquence 1 kHz.

# CARACTERISTIQUES INTERESSANTES



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Ajustables horizontaux pas 5,08

- R1 - 100 k $\Omega$
- R2 - 220  $\Omega$
- R3 - 100 k $\Omega$  ( $\times 2$ )
- R4, R5 - 100 k $\Omega$
- R7 - 220 k $\Omega$
- R8, R10 - 22 k $\Omega$
- R6, R9 - 10 k $\Omega$

### ● Résistances $\pm 5\%$ 1/2 W

- R11, R12 - 4,7 k $\Omega$
- R13 - 3,9 k $\Omega$  ( $\times 2$ )
- R14 - 1 M $\Omega$
- R15 - 1,5 k $\Omega$
- R16, R19 - 100  $\Omega$
- R17, R18 - 100 k $\Omega$
- R20 - 1,5 k $\Omega$

- R21, R23 - 2,7 k $\Omega$
- R22, R24 - 10 k $\Omega$
- R25 - 8,2 k $\Omega$
- R26 - 22 k $\Omega$
- R27 - 6,8 k $\Omega$  ( $\times 2$ )
- R29 - 1,5 k $\Omega$
- R30 - 680  $\Omega$
- R31 - 15  $\Omega$  ( $\times 2$ )
- R32 - 33  $\Omega$

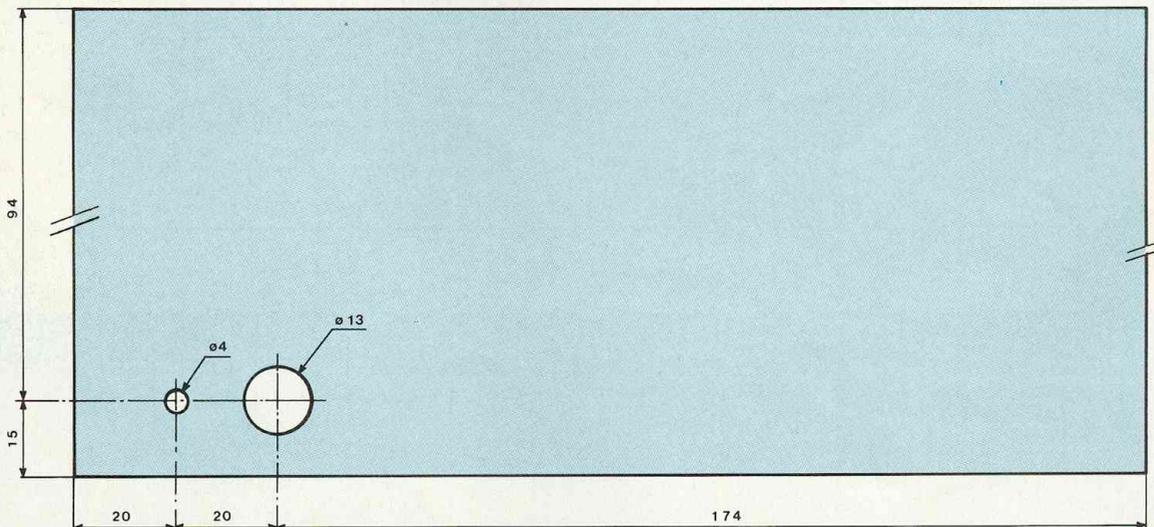
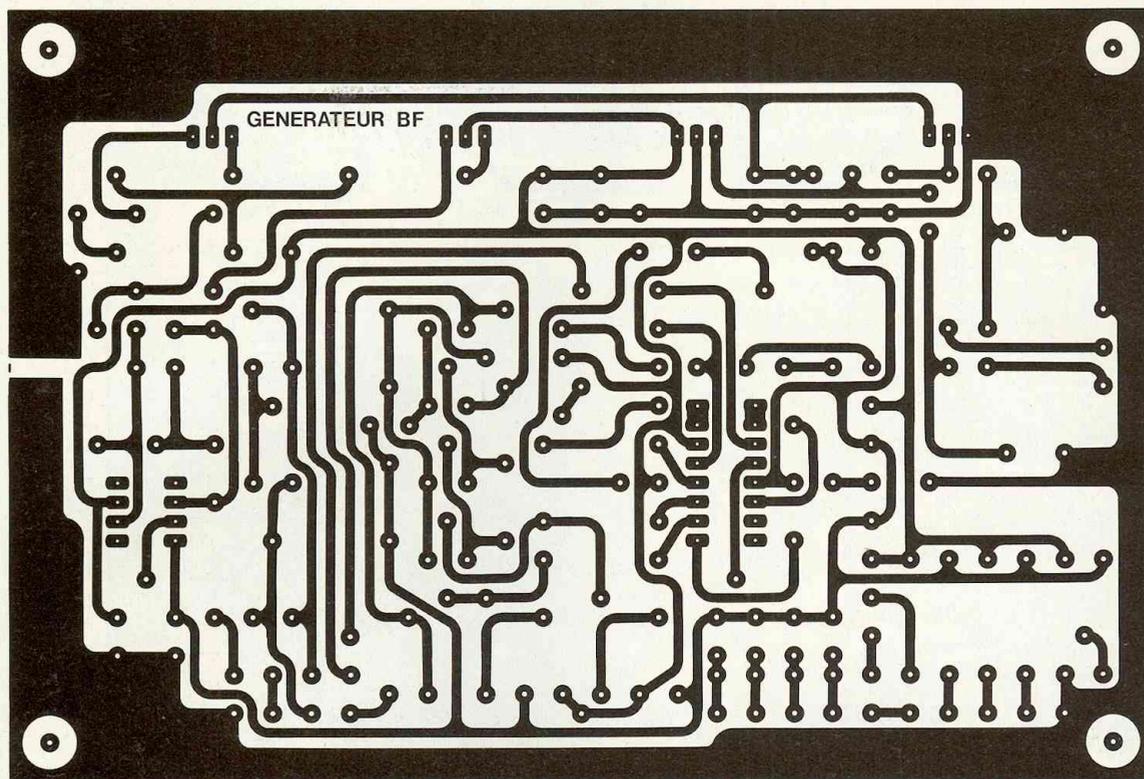
### ● Semiconducteurs

- PR1 - pont redresseur 50 V/1 A
- T1, T2 - 2N2222
- T3, T4 - 2N2907
- T5 - BD137
- T6 - BD138
- IC1 - ICL8038
- IC2 - LF357

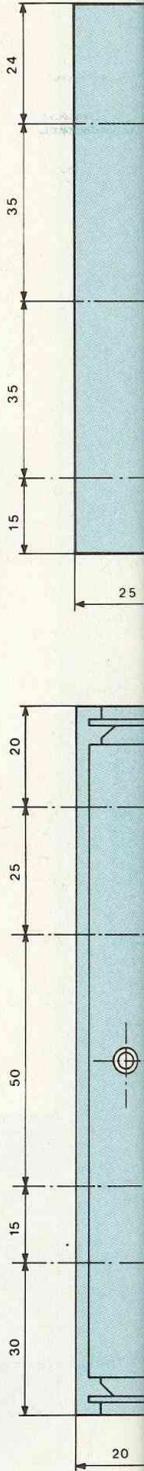
- Reg1 - régulateur 7815
- Reg2 - régulateur 7915
- D1, D2, D3 - 1N4148
- L1, L2 - LED rouge

### ● Condensateurs

- C1, C2 - 2 200  $\mu$ F/40 V chimique axial
- C3, C4 - 0,1  $\mu$ F/63 V
- C5, C6 - 2,2  $\mu$ F/25 V chimique axial
- C7, C8 - 0,1  $\mu$ F/63 V ( $\times 2$ )
- C9, C10 - 33 nF/63 V
- C11 - 4,7 pF à 10 pF céramique
- C12 - 680 nF/63 V
- C13 - 68 nF/63 V
- C14 - 6,8 nF/63 V
- C15 - 680 pF céramique



Plan de perçage de la face arrière du coffret qui reçoit le porte-fusible et un passe-fil.



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Divers

TR1 - transformateur 15 VA -  
220 V/2 × 15 ou 2 × 18 V  
1 boîtier MMP réf. 222  
Fus - fusible 250 mA  
Int1 - interrupteur 250 V/2 A

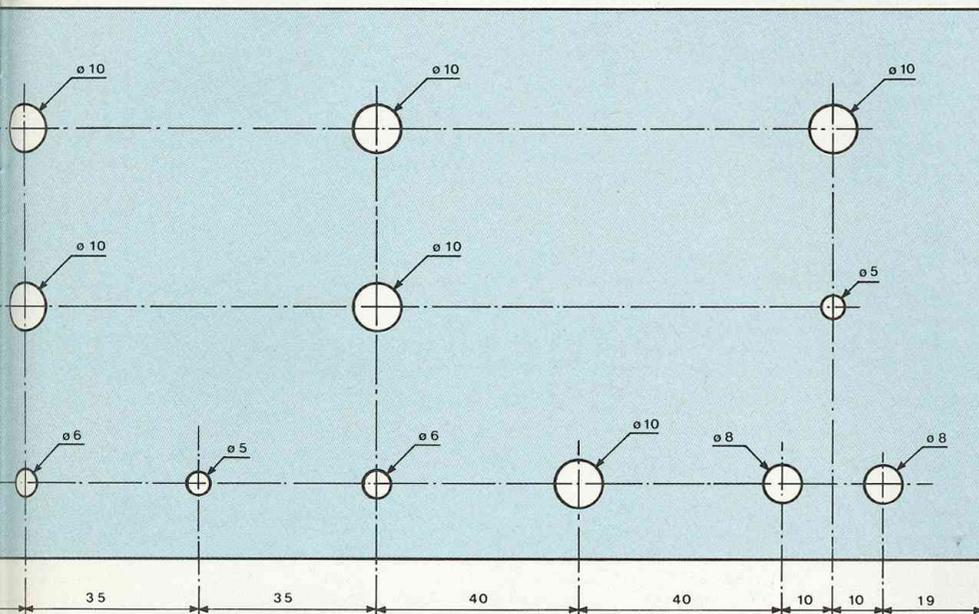
Cordon secteur  
Int2 - inverseur double  
COM1 - commutateur 2 × 6  
positions (ou 4 × 3 positions)  
COM2 - commutateur 2 × 6  
positions (ou 3 × 4 positions)

Passe-fil  
4 dissipateurs

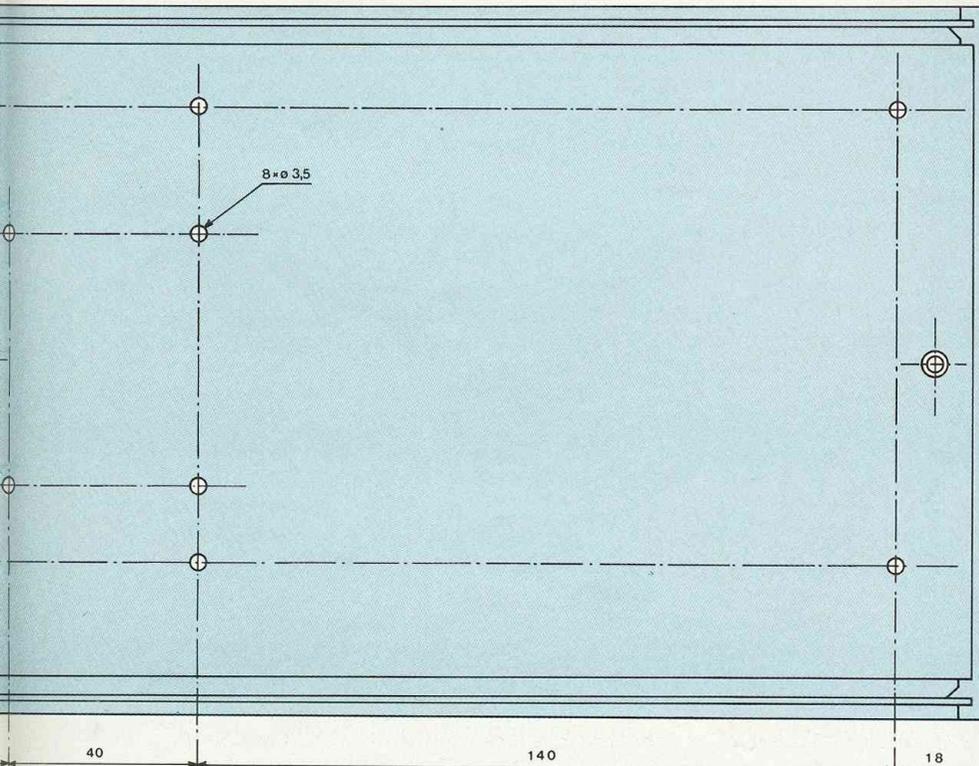
### ● Potentiomètres

P1 - 22 kΩ axe 6 mm  
P2 - 2,2 kΩ axe 6 mm  
P3 - 2,2 kΩ axe 6 mm

# CARACTERISTIQUES INTERESSANTES



Plan de perçage de la face avant du coffret.



Plan de perçage du fond du boîtier MMP réf. 222.

un signal de valeur minimale  $-10$  V en sortie de l'amplificateur.

Régler la résistance R8 jusqu'à obtenir un signal d'amplitude 10 V en sortie de l'amplificateur (20 V crête-crête).

Si besoin est, affiner ces réglages **dans le même ordre**. En effet, rien ne sert de régler l'offset de l'amplificateur de sortie si les signaux  $\sim$  et  $\sim$  ne sont pas symétriques par rapport à 0 sur les bases des transistors T1 et T2.

## MISE AU POINT

### Recouvrement des fréquences

Pour obtenir un recouvrement des fréquences correct, il faudra légèrement varier les valeurs des condensateurs C12 à C15. En général, plus la fréquence diminue, plus la valeur du condensateur devra être diminuée par rapport à sa valeur initiale.

### Symétrie des signaux

Si la symétrie temporelle des signaux au minimum d'une gamme de fréquences ne peut être obtenue, il faudra alors diminuer la valeur de la résistance R13 :

$$100 \text{ k}\Omega \leq R13 \leq 1 \text{ M}\Omega$$

Si la symétrie par rapport à 0 des signaux  $\sim$  et  $\sim$  ne peut être obtenue sur les bases des transistors T1 et T2, il faudra alors diminuer les valeurs des résistances R17 et R18 :

$$10 \text{ k}\Omega \leq R17 = R18 \leq 100 \text{ k}\Omega$$

Si la symétrie par rapport à 0 du signal  $\square$  ne peut être obtenue, il faudra alors faire varier la valeur de la résistance R7 :

$$100 \text{ k}\Omega \leq R7 \leq 470 \text{ k}\Omega$$

### Etage de puissance

Pour un signal  $\square$ , cet étage a tendance à osciller pour une fréquence supérieure à 20 kHz. Pour éliminer ces oscillations, il faudra placer une capacité repérée C16 dont la valeur variera entre 2,2 pF et 10 pF. Il faudra faire un compromis entre suppression des oscillations et temps de montée correct. Si les oscillations persistent, placer des capacités de 2,2 pF à 4,7 pF entre les broches 2 et 3 ou 3 et 6 de IC2 pour obtenir le meilleur résultat.

# MODEL 3 ANDROÏDE KIT C.A.F.

Les Créations Acoustiques de France (C.A.F.) tiennent leurs promesses. Souvenez-vous "Astéroïde", cette petite enceinte en kit (voir Led n° 55) "bourrée de qualités". J'ai rencontré sa grande sœur. Au premier regard, on sait qu'elle fait partie de la même famille. Le style, les formes, l'élégance, le décor, l'originalité en font un kit pas comme les autres. Décidément les C.A.F. n'en finiront pas de nous étonner. Le nom de ce nouveau kit : "Androïde" modèle III. Du grec "Andros" = homme et "eidos" = aspect, mais que se cache-t-il derrière cette forme ? Cela voudrait dire qu'Androïde va nous surprendre lorsqu'elle prendra vie par injection de signaux électriques impulsionsnels.

**A**ux C.A.F., l'étude d'un modèle de kit n'est jamais figée. Avec le temps, l'expérience acquise et l'évolution des différents composants qui constituent une enceinte acoustique, chaque création se perfectionne. Comme pour un logiciel informatique dont on améliore les possibilités, l'extension du nom se modifie avec la version (exemple : DBASE I, DBASE II, DBASE III et maintenant DBASE IV).

Les C.A.F. utilisent la même procédure pour toute leur gamme de kits. Le kit Androïde modèle 3 en est donc la troisième version. Le succès rencontré auprès des amateurs avec les modèles 1 et 2 a incité Pascal Lorrain à continuer dans cette direction. Je suis certain que cette nouvelle version sera adoptée par beaucoup de mélomanes. Cette rigueur de conception rassurera les futurs acquéreurs de kits de la marque. Quand Pascal Lorrain décide de présenter un produit nouveau, plusieurs mois de travail, de recherches, de mises au point et d'écoutes ont été nécessaires afin "d'accoucher" d'un kit de qualité.

Le modèle Androïde est le fruit d'une étude minutieuse faite de nombreux

compromis. Cette dernière phrase appelle un complément d'information : L'objectif de Pascal Lorrain était de proposer un système trois voies de qualité, d'une puissance admissible de 50 W avec un rendement supérieur à 90 dB/1 watt/1 mètre, original et bien entendu en kit. Facile, rétorqueront certains ! Essayez donc d'appliquer rigoureusement toutes ces spécifications avec un budget inférieur à 1 500 F, prix public. Cette performance est digne d'intérêt et mérite d'être signalée. Conclusion : le modèle Androïde offre un très bon rapport qualité/prix. Les nombreux heureux possesseurs des modèles 1 et 2 apprendront avec satisfaction que les améliorations du modèle 3 s'appliquent sur les versions antérieures. En résumé, les C.A.F. misent sur la durée des produits de leur gamme en proposant des réalisations haut de gamme sur lesquelles le laboratoire continue d'appliquer des modifications afin d'obtenir de meilleures performances.

## DESCRIPTION

### DU SYSTEME

Nous abordons un kit haut de gamme. Les concepteurs ont opté pour la for-

mule du caisson de grave avec un caisson satellite pour les haut-parleurs de médiums et d'aigus. L'ensemble très homogène et d'une finition parfaite séduira beaucoup d'amateurs (même les épouses ou compagnes). La forme colonne décalée présente un encombrement réduit au sol et s'intègre aisément dans un intérieur, même de dimensions modestes.

La paire qui m'a été confiée était placquée d'un stratifié très particulier du nom d'Oberflex. Une fine plaque de bois naturel traité et stratifié sert de décor. Aucune comparaison avec les matériaux imitant le bois. Le résultat très réussi rehausse encore l'esthétique. Chacun agira à sa guise selon ses goûts et son budget concernant le décor. Je tenais à souligner cet effort de finition de l'ébénisterie car cela prouve que les C.A.F. œuvrent pour l'image de marque du kit. Au risque de me répéter, il est possible de faire "beau" et "bon" avec le même prix de revient. Nous en avons la démonstration une nouvelle fois.

A mon avis, les concepteurs de kits devraient présenter leurs réalisations comme des produits finis afin de prouver aux amateurs que le kit n'est pas seulement une "caisse" en bois avec des haut-parleurs. En exposant un système stéréophonique avec d'un côté une enceinte brute de bois, bien finie et de l'autre le même modèle décoré, que ce soit en placage, stratifié ou peinture ; les visiteurs et futurs clients auront une présentation réelle et complète du kit.

Plusieurs concepteurs ont saisi l'importance de la présentation irréprochable. Petit à petit les retardataires rejoignent le groupe de tête. Le public ne s'y trompe pas et fait la différence, c'est certain. J'en conclus que si le concepteur porte autant de soins à la finition de l'ébénisterie, l'étude complexe de sa réalisation aura été menée dans le même esprit et c'est tant mieux.

L'Androïde modèle 3 est un système trois voies donc équipé de trois haut-parleurs ("of course"). L'évolution et les modifications, par rapport aux deux modèles précédents, se situent

# UNE ETUDE MINUTIEUSE

d'abord au niveau du caisson grave équipé d'un nouveau transducteur. Le fameux 12 cm Audax entièrement revu et corrigé restitue la voie médium. Pour terminer, le filtrage a été remanié afin d'être en parfait accord avec les nouveaux paramètres des haut-parleurs.

## LE CAISSON DE GRAVE

Le choix s'est porté sur le 8 C0 13 Focal. La membrane de 21 cm de diamètre en papier enduit se trouve suspendue par une corrégation en PVC à bords roulés. Une bobine de cuivre (diamètre 25,5 mm sur deux couches et sur support Nomex, longueur de 13 mm) actionne le cône. Un moteur formé d'un aimant ferrite de 102 mm de diamètre développe un champ puissant (B) de 1,37 tesla. Le rendement de 91 dB/1 watt/1 mètre convient pour ce système. L'impédance nominale se situe à 8 ohms. Ce boomer est chargé dans un caisson en système bass-reflex accordé, de 40 litres de volume interne. Les dimensions judicieusement choisies offrent un encombrement réduit au sol. L'utilisation d'aggloméré de 22 mm d'épaisseur et la double parois avant rendent le caisson très rigide et compact. Les pans coupés apportent un style original et améliorent la clarté du bas-médium. Le raccordement du 21 cm Focal s'effectue par l'intermédiaire d'un bornier à pinces. La fréquence de coupure de ce caisson grave se situe à 800 Hz.

## LE CAISSON MEDIUMS / AIGUS

Son allure rappellera un peu celle de l'Astéroïde. Ce style élancé n'est pas dû au hasard. Après de nombreuses recherches de volume qui ont abouti à la construction d'une longue série de prototypes, Pascal Lorrain s'est arrêté à cette forme qui, non seulement donne un résultat esthétique réussi mais permet d'obtenir des médiums et des aigus très clairs.

La lourde responsabilité de restituer la bande des médiums a été confiée au

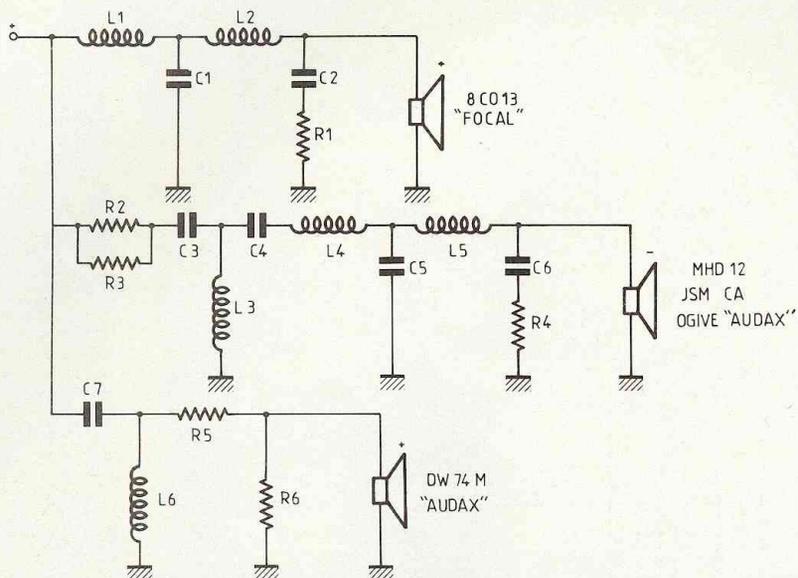


MHD 12 J 2 CA5 Ogive de chez Audax.

Ce haut-parleur a déjà fait ses preuves dans le monde des enceintes acoustiques. Il a fait l'objet d'une refonte totale de la part du laboratoire Audax. Le but était d'obtenir un haut-parleur

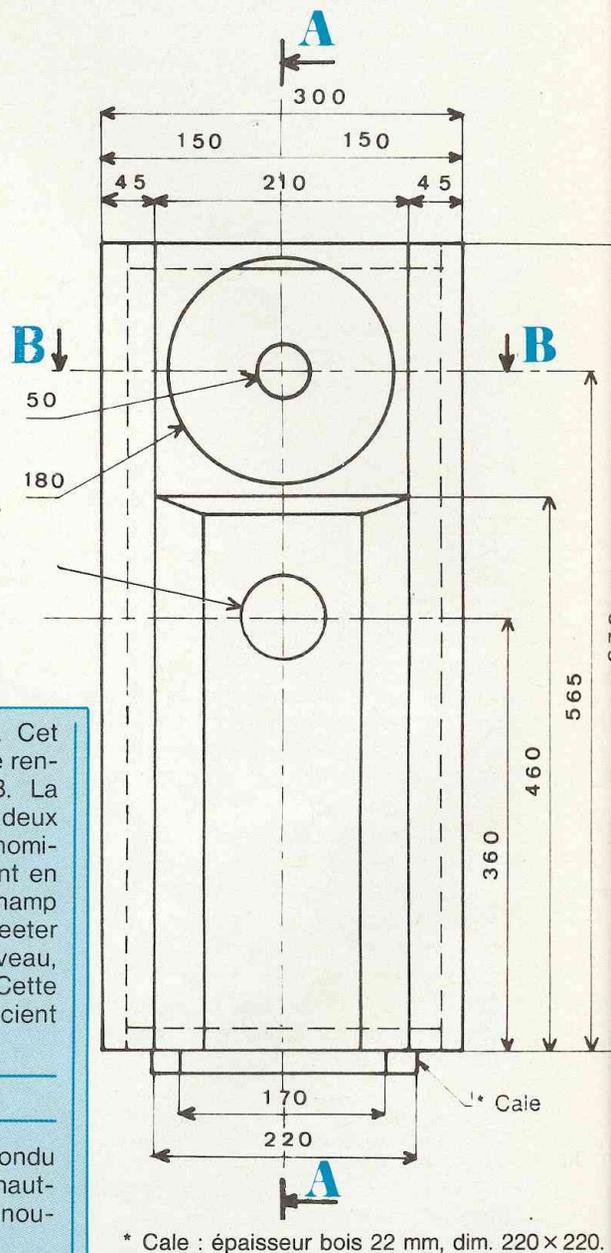
de médium avec la plus large bande passante possible, un excellent rendement et surtout une neutralité à l'écoute. Reconnaissons que le premier modèle, bien que déjà très performant, avait dans le détail, quelques petits défauts. La membrane papier

# KIT C.A.F. MODEL 3 ANDROIDE



Tous les condensateurs sont en polypropylène.

**Filtre passif 3 voies très élaboré. Les points d'inflexions se situent à 800 Hz et 4 000 Hz.**



\* Cale : épaisseur bois 22 mm, dim. 220 x 220.

reçoit un traitement spécial par enduction d'une résine acrylique amortissante sur les deux faces. La suspension plate en latex assure un déplacement symétrique de l'équipage mobile. La bobine (25 mm de diamètre en fil de cuivre sur support Nomex avec une impédance de 8 ohms) active énergiquement la membrane grâce à un aimant ferrite surdimensionné de 84 mm de diamètre. Le champ magnétique produit (1,15 T ou 11 500 gauss) explique l'excellent rendement et la puissance maximale non négligeable de 50 watts efficaces. Une ogive centrale assure une dispersion spatiale efficace.

Enfin les aigus sont reproduits par le tweeter DW 74 H aussi de chez Audax. Les critères de développement ont abouti à un rapport qualité/prix performant.

La fabrication entièrement automatique présente un double avantage : qualité de fabrication constante, prix de revient bien contrôlé.

Le diaphragme en polymère rayonne sur un diamètre de 74 mm. Un minipavillon acoustique canalise et pro-

jette les pressions acoustiques. Cet artifice augmente sensiblement le rendement pour atteindre 95,5 dB. La bobine de 14 mm de diamètre sur deux couches offre une impédance nominale de 8 ohms. L'aimant puissant en ferrite de 45 x 9 mm produit un champ intense atteignant 1,35 T. Ce tweeter produit une augmentation de niveau, plus il monte en fréquence. Cette caractéristique utilisée à bon escient sera d'une efficacité inattendue.

## LE FILTRAGE

Le filtrage a été totalement refondu pour s'adapter aux nouveaux haut-parleurs en tenant compte des nouveaux paramètres.

Les points d'inflexions se situent à 800 Hz et 4 000 Hz. Ce filtre très élaboré mérite le respect. Les composants qui le constituent sont d'une qualité irréprochable. Les inductances s'imposent par leur volume important et la forte section du fil des bobinages. Les capacités sont en polypropylène et non polarisées. Avec de tels composants on s'affranchit des résistan-

ces additionnelles non négligeables des selfs mais aussi des nombreux problèmes causés par les condensateurs de mauvaise qualité. Les composants sont câblés sur deux circuits imprimés dont les pistes utilisent le maximum de cuivre. L'ensemble trouve sa place dans le caisson médiums/aigus. Cette solution facilite

# UNE ETUDE MINUTIEUSE

COUPE AA

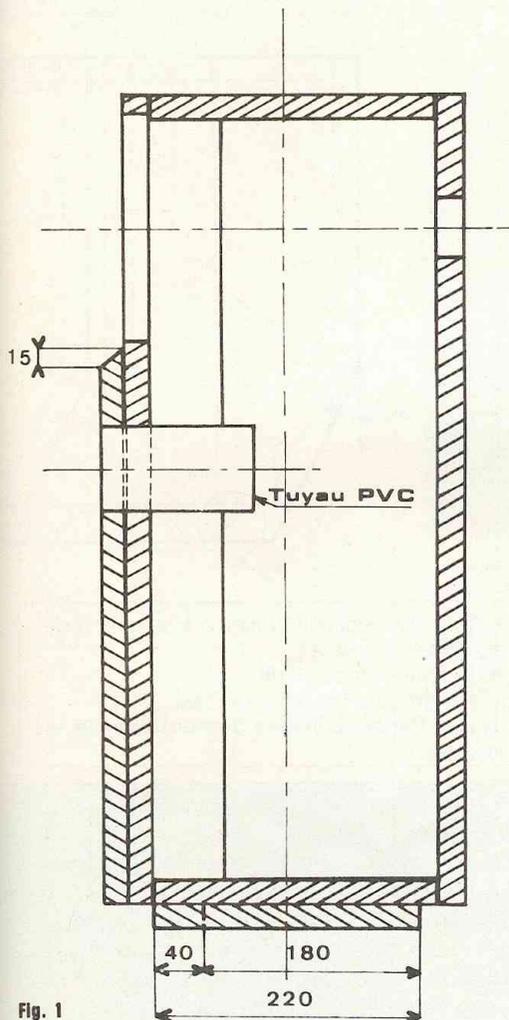


Fig. 1

COUPE BB

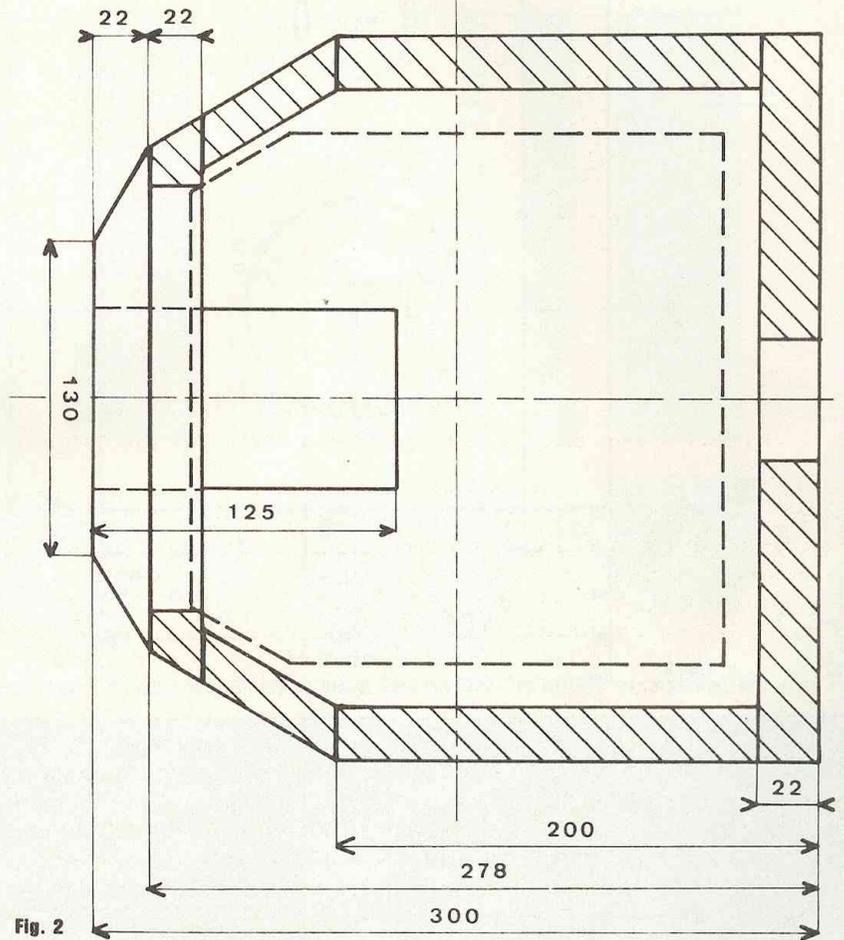


Fig. 2

le raccordement des trois haut-parleurs et réduit les longueurs de câbles. Ceci est important pour les aigus et les médiums.

## LA CELLULE PASSE-BAS

Une cellule en T composée des selfs L1, L2 et C1 coupe les graves à partir

de 800 Hz avec une pente de 18 dB/octave. Un réseau C2-R1 compense les variations d'impédance du boomer.

## LA CELLULE PASSE-BANDE

Les médiums sont canalisés via une première cellule passe-haut de 18 dB/octave (C3-C4-L3) et une deuxième

(L4-L5-C5) mais cette fois-ci passe-bas. Les coupures de 800 Hz et 4 000 Hz s'accordent avec les deux autres voies. La compensation d'impédance est assurée par C6 et R4. Les deux résistances en entrée, montées en parallèles permettent l'adaptation du niveau acoustique du MHD 12 Audax avec le boomer.

# KIT C.A.F. MODEL 3 ANDROÏDE

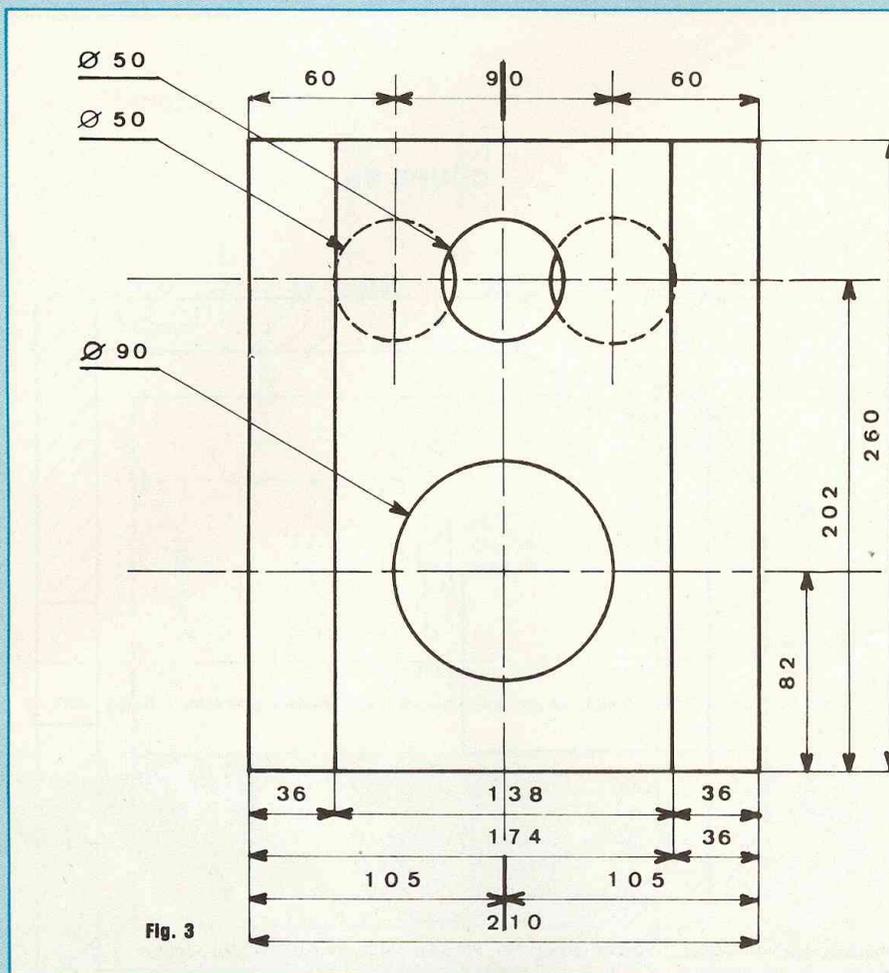
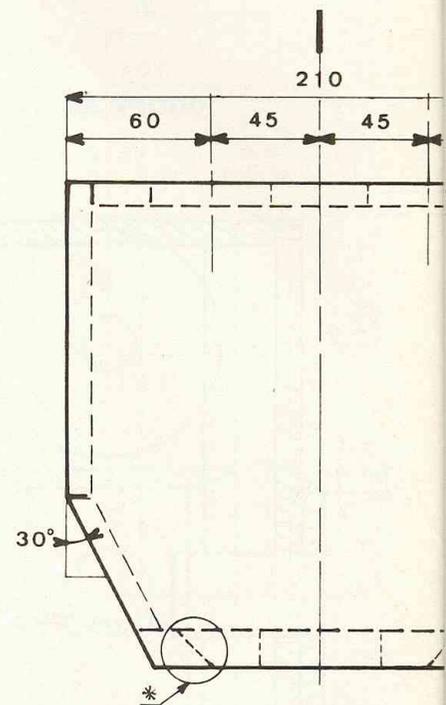


Fig. 3



\* Trou du médium (90 mm) à biseauter à 30°.  
 Epaisseur du bois :  
 - 16 mm en face avant  
 - 10 mm pour les autres faces.  
**Nota : Panneau arrière démontable sur tasseaux.**

## LA CELLULE PASSE-HAUT

Le filtre en L (C7-L6) aiguille les aigus à partir de 4 000 Hz en raccordement avec le filtre passe-bande. Le pont formé par R5 et R6 ajuste le niveau acoustique du tweeter en accord avec les autres haut-parleurs. L'absence de réseau de compensation s'explique par une impédance constante du DW 74 M Audax.

## COMPOSITION DU KIT

Le kit pour réaliser une enceinte acoustique est composé de :

- 1 tweeter Audax référence DW 74 M
- 1 médium Audax référence MHD 12 JSM 2 CA 5 Ogive
- 1 boomer Focal référence 8 C0 13
- 2 circuits imprimés pour filtre

- 1 jeu de 6 selfs à air
- 1 jeu de 6 condensateurs polypropylène
- 1 jeu de 7 résistances de puissance
- 3 borniers de raccordement
- 1 notice complète incluant les plans, les schémas et un guide de montage.

## L'EBENISTERIE

A l'aide des figures 1 et 2, établir les débits des panneaux pour le caisson grave dans de l'aggloméré de 22 mm d'épaisseur.

Les figures 3 et 4 concernent le caisson médium/aigu. La face avant utilisera un panneau de 16 mm d'épaisseur. Le reste se fera en 10 mm. Après avoir pratiqué toutes les découpes à la scie sauteuse, effectuez une vérification complète des pièces. Les

figures 5 et 6 montrent l'ensemble des débits pour chaque caisson.

L'assemblage du caisson grave se fera à l'aide des figures 7 et 8.

**1<sup>re</sup> phase :** le panneau 5 servira de base de départ et les autres seront montés successivement en les collant. Consolidez le montage avec des pointes sans tête de 45/50 mm de longueur ou mieux encore des vis VBA de même longueur.

**2<sup>e</sup> phase :** placez le tube d'évent en PVC sur le panneau 8 en le laissant dépasser de 22 mm vers l'avant afin de bien centrer le panneau 9.

**3<sup>e</sup> phase :** collez puis clouez le panneau 8 sur le caisson.

**4<sup>e</sup> phase :** assemblez la face avant 9 sur la partie 8 en ayant préalablement enduit de colle néoprène l'intérieur de l'évidement 9 et de colle à bois le reste

# UNE ETUDE MINUTIEUSE

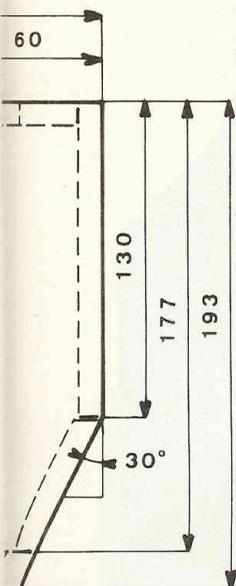


Fig. 4

**Matériel utile à la réalisation du kit :**  
un marteau, un chasse-clou n° 2, une paire de tenailles, une râpe à bois, du papier de verre, des pointes sans têtes de 20 mm (tasseaux), 25 mm et 45 mm, de la colle à bois.

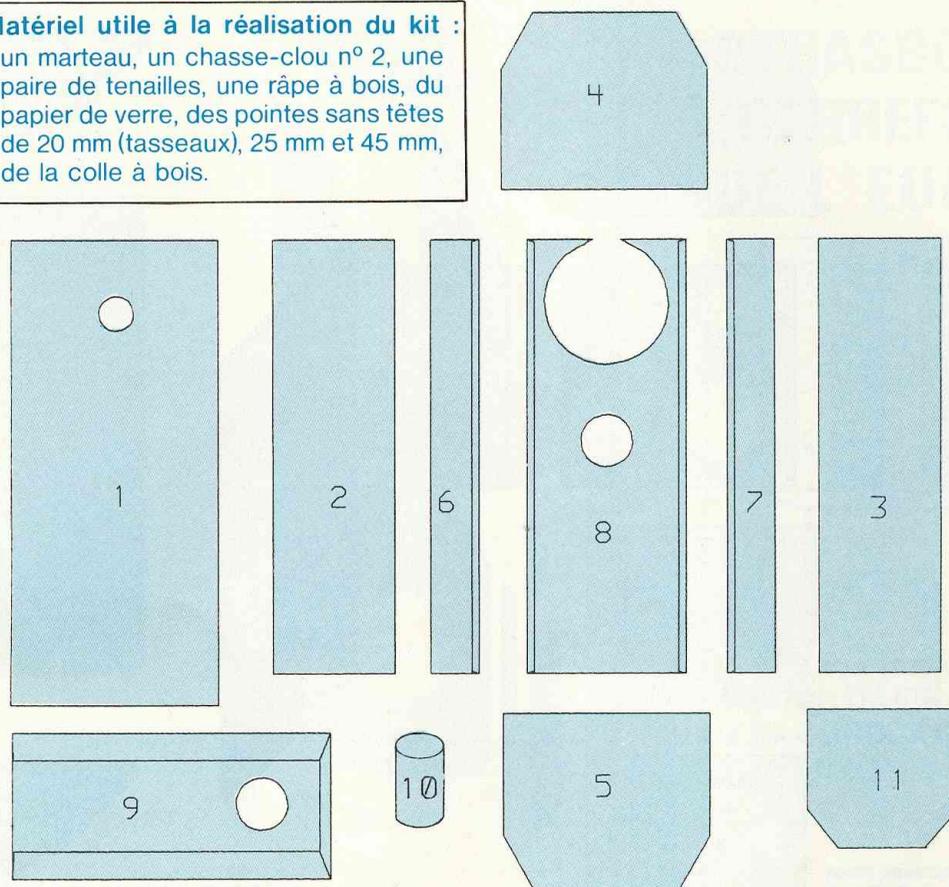


Fig. 5 : Panneaux nécessaires à la réalisation du caisson grave. Pour les cotes, se reporter aux figures 1 et 2.

du panneau 9. Après 24 h la colle sera sèche et la finition se fera.

**5<sup>e</sup> phase :** tapissez de laine de verre ou de roche (40 mm d'épaisseur) les panneaux 1, 2 et 3 à l'intérieur du caisson. Pour la face avant on s'arrêtera en dessous de l'évent d'accord. Montez le grave Focal, raccordez-le au bornier et vissez ce dernier sur la face arrière.

Quant au caisson médium, la construction se fera en cinq phases aussi, avec l'assistance de la figure 9 et avec les mêmes recommandations que pour l'ébénisterie du grave.

**1<sup>re</sup> phase :** collez et clouez (ou vissez) les quatre tasseaux sur les pièces 1, 2, 3 et 4.

**2<sup>e</sup> phase :** positionnez les deux pans coupés 5 et 6. Puis fixez-les de la même façon que la phase 1.

**3<sup>e</sup> phase :** placez la face avant 7. Terminez en vissant le panneau arrière 8. Identique au caisson grave, après séchage, effectuez la finition.

**4<sup>e</sup> phase :** montez les deux haut-parleurs et le filtre après avoir câblé ces derniers et pratiquez les interconnexions avec du câble de bonne section (au moins 1,5 mm<sup>2</sup>).

**5<sup>e</sup> phase :** introduisez et collez une épaisseur de 6 à 7 cm de laine de verre ou de roche tassée derrière le haut-parleur de médium. Fermez la boîte avec la face arrière. Fixez les deux borniers après avoir soudé les câbles d'entrée du signal et la sortie du filtre de grave.

La décoration dépendra du goût de chacun.

**Attention :** La laine de verre ne doit en aucun cas être tassée au risque de

détruire son efficacité.

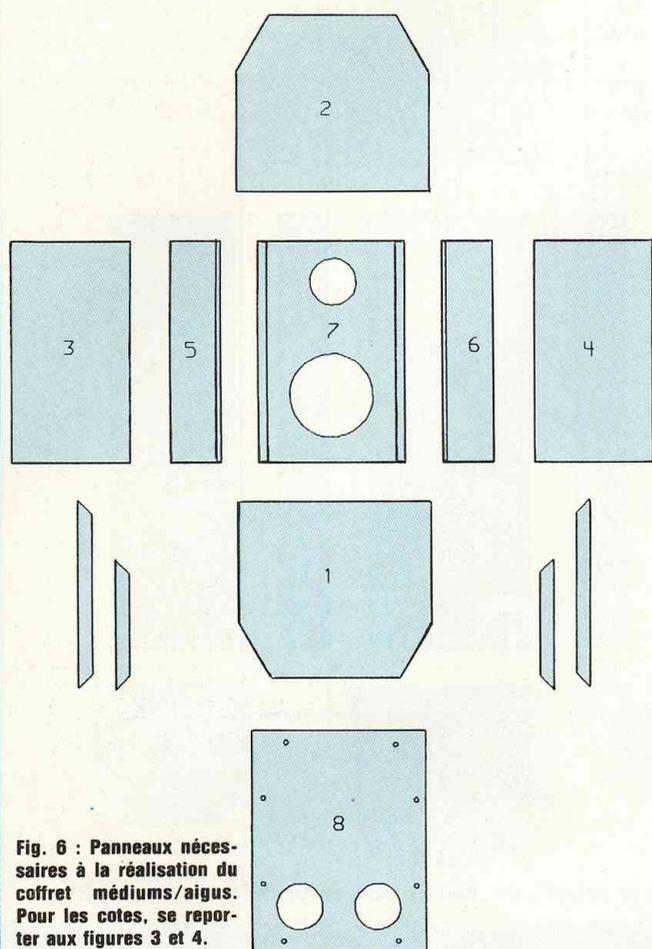
Sachez que les C.A.F. ont pensé à commercialiser un kit complet d'ébénisterie prêt au montage. Très bonne initiative qui comblera les moins courageux et ceux qui doutent de leur dextérité manuelle.

## L'ECOUTE

Les premières impressions ravissent mes oreilles. Ce système surprend par la clarté de l'image musicale. Le ton naturel ainsi qu'un bon équilibre spectral flatte l'auditeur.

Les aigus sont fins, précis, pas agressifs. A propos des aigus, souvenez-vous, j'ai précisé plus haut qu'une caractéristique du tweeter a été mise à profit : la montée en douceur du niveau

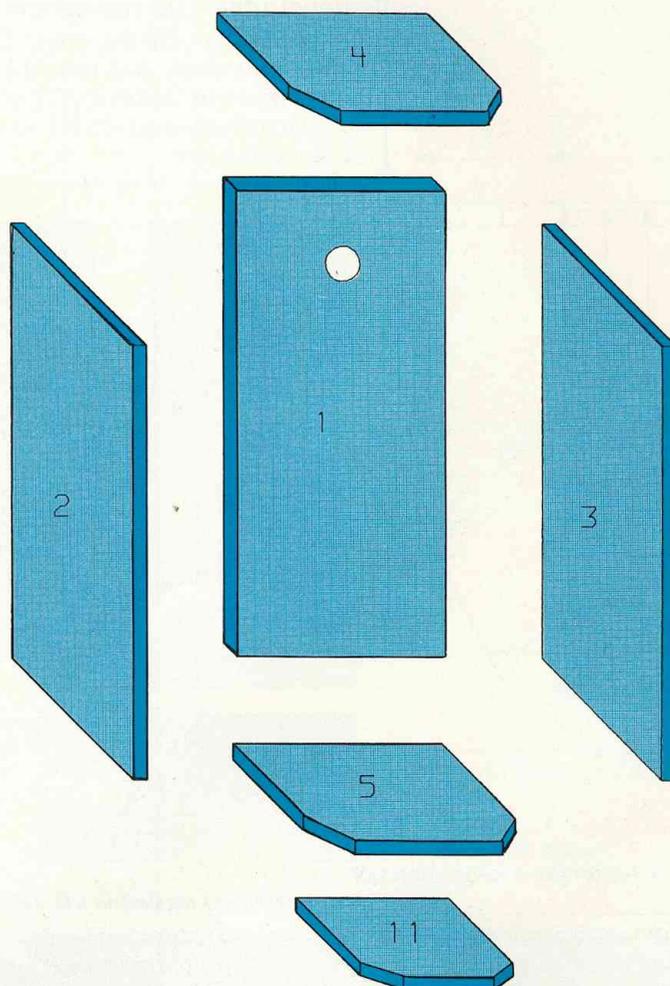
# KIT C.A.F. MODEL 3 ANDROÏDE



**Fig. 6 :** Panneaux nécessaires à la réalisation du coffret médiums/aigus. Pour les cotes, se reporter aux figures 3 et 4.

Prix public indicatif pour une enceinte : 1 350 F TTC.

Prix public indicatif pour un kit d'ébénisterie : 450 F TTC.



**Fig. 7 :** Commencez indifféremment la réalisation par les panneaux 1 ou 5. Assemblez successivement, à partir de la base choisie, les autres parties en collant puis clouant avec des pointes sans tête de 45 mm aux emplacements marqués d'un point. Cette opération permet de consolider l'ensemble pendant la prise de la colle à bois.

en fonction de l'augmentation de la fréquence. Les revêtements absorbants d'un appartement (par exemple : la moquette, les tentures murales, les rideaux, etc.) atténuent le niveau des aigus. N'oublions pas qu'une bonne position d'écoute se situe à au moins 3 m de l'émission du signal acoustique. Donc cette remontée compense l'atténuation des aigus afin de maintenir le niveau jusqu'à la position de l'auditeur.

Le grave est profond, d'un bon niveau et ferme. Cette enceinte a du "coffre" et des "muscles".

En écoutant une symphonie de Brahms, pour violon, les médiums restent clairs. Le violon reste agréable et doux. Sur les écarts importants de dynamique, les attaques ne manquent pas de fermeté, sans trainage. Les cuivres sont restitués avec précision et sans acidité.

La voix de Maria Callas passe avec

une facilité déconcertante. Le MHD 12 ne s'affole pas.

L'écoute d'un microsillon en gravure directe (Dave Brubeck) rend toute la vivacité des instruments.

J'ai voulu terminer en beauté en testant Androïde avec plusieurs disques compacts. Les enregistrements digitaux sont à l'honneur avec un tel système.

L'alignement du caisson médiums/aigus par rapport au caisson grave est

# UNE ETUDE MINUTIEUSE

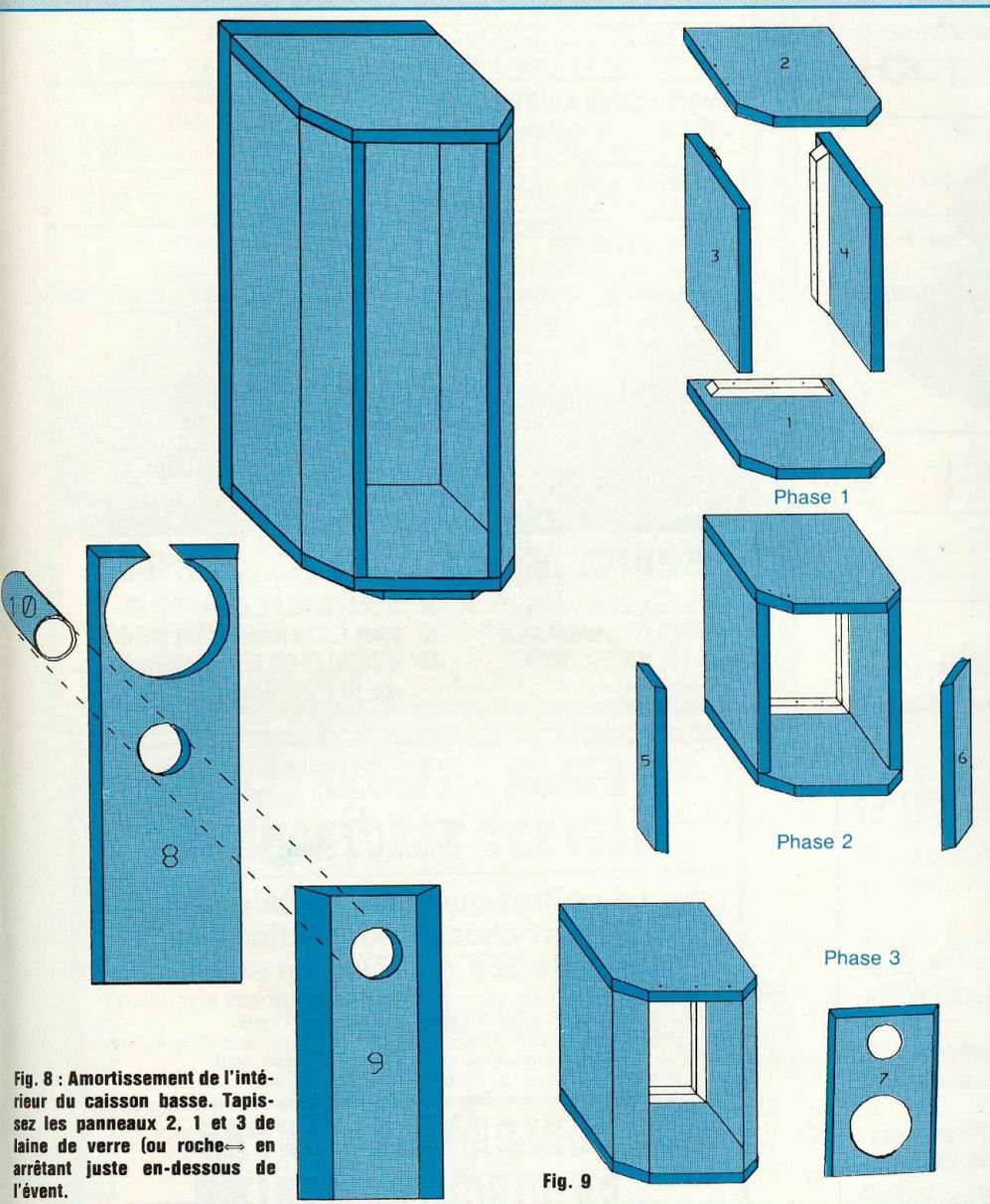


Fig. 8 : Amortissement de l'intérieur du caisson basse. Tapissez les panneaux 2, 1 et 3 de laine de verre (ou roche) en arrêtant juste en-dessous de l'évent.

Fig. 9

important. J'ai trouvé qu'un retrait en arrière de 46 mm par rapport à la face avant du grave donnait la meilleure image sonore.

J'ai retrouvé la finesse et la clarté déjà constatées à l'écoute du kit Astéroïde. Avec le modèle 3 Androïde, Pascal Lorrain des Créations Acoustiques de France s'était fixé un objectif difficile et périlleux. Bravo, souvenez-vous des C.A.F.

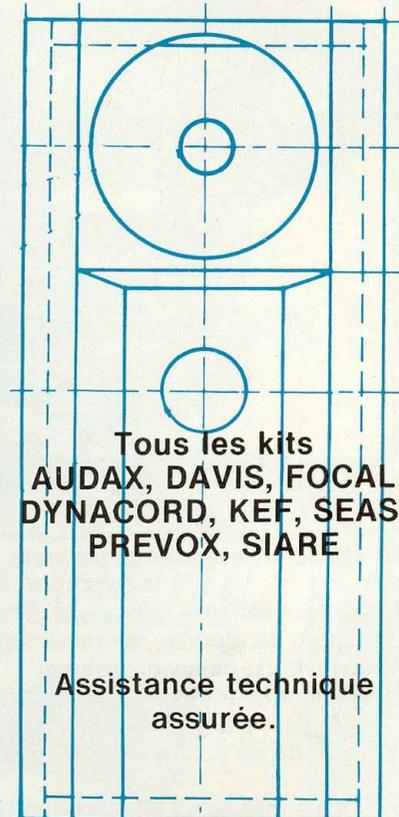
**Gabriel Kossmann**

## CARACTERISTIQUES

Bande passante : 35 Hz à 21 kHz à -3 dB  
 Puissance programme admissible : 100 watts max.  
 Efficacité : 91 dB/1 W/1 m.  
 Impédance minimale : 5 Ω.  
 Dimensions : 930 × 300 × 280 mm.  
 Poids : 20 kg.  
 Nombre de voies : 3.  
 Nombre de transducteurs : 3.



## STRASBOURG CARREFOUR DE L'EUROPE



Tous les kits  
**AUDAX, DAVIS, FOCAL  
 DYNACORD, KEF, SEAS,  
 PREVOX, SIARE**

Assistance technique  
 assurée.

Ecoute comparative  
 des kits présentés dans Led.

CHEZ

# ALSAKIT

10, Quai Finkewiller  
 67000 Strasbourg  
 Tél. : 88.35.06.59

**LE SPÉCIALISTE  
 DU KIT D'ENCEINTE  
 HAUT DE GAMME**