

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 121

# Lead

COURS N° 9 : L'ELECTRONIQUE NUMERIQUE :

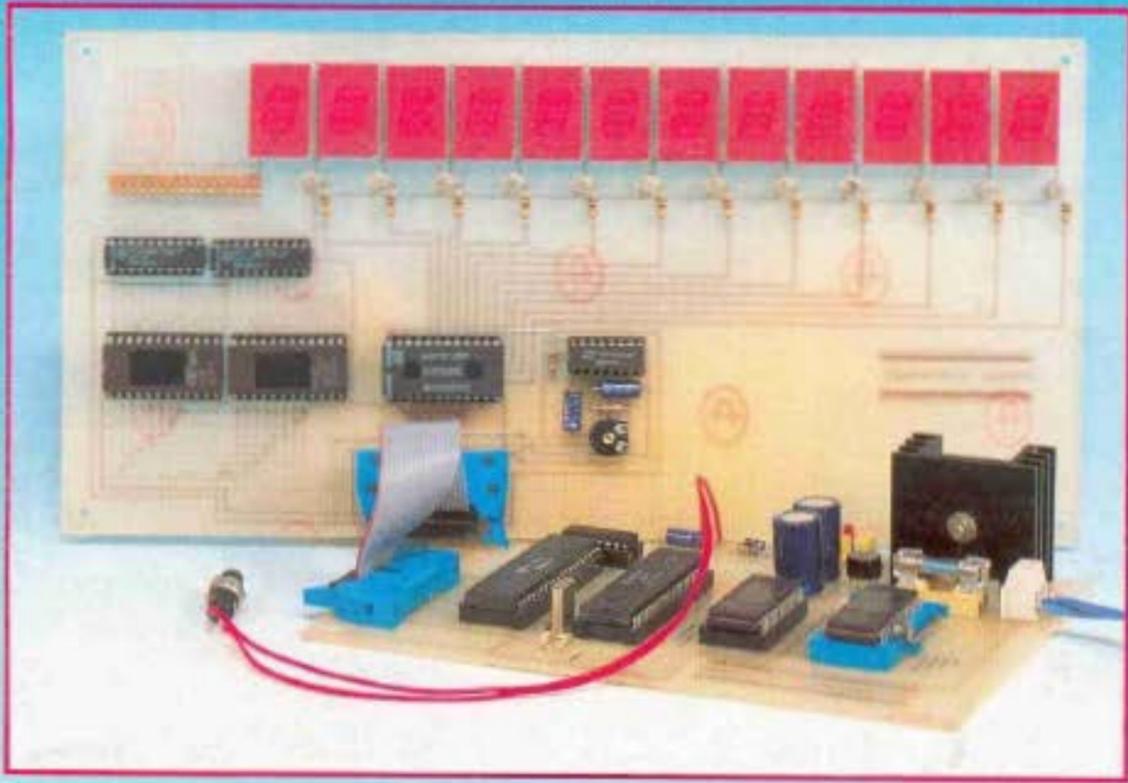
LES MEMOIRES VIVES

PREAMPLIFICATEUR STEREO CLASSE A

BADGE LUMINEUX

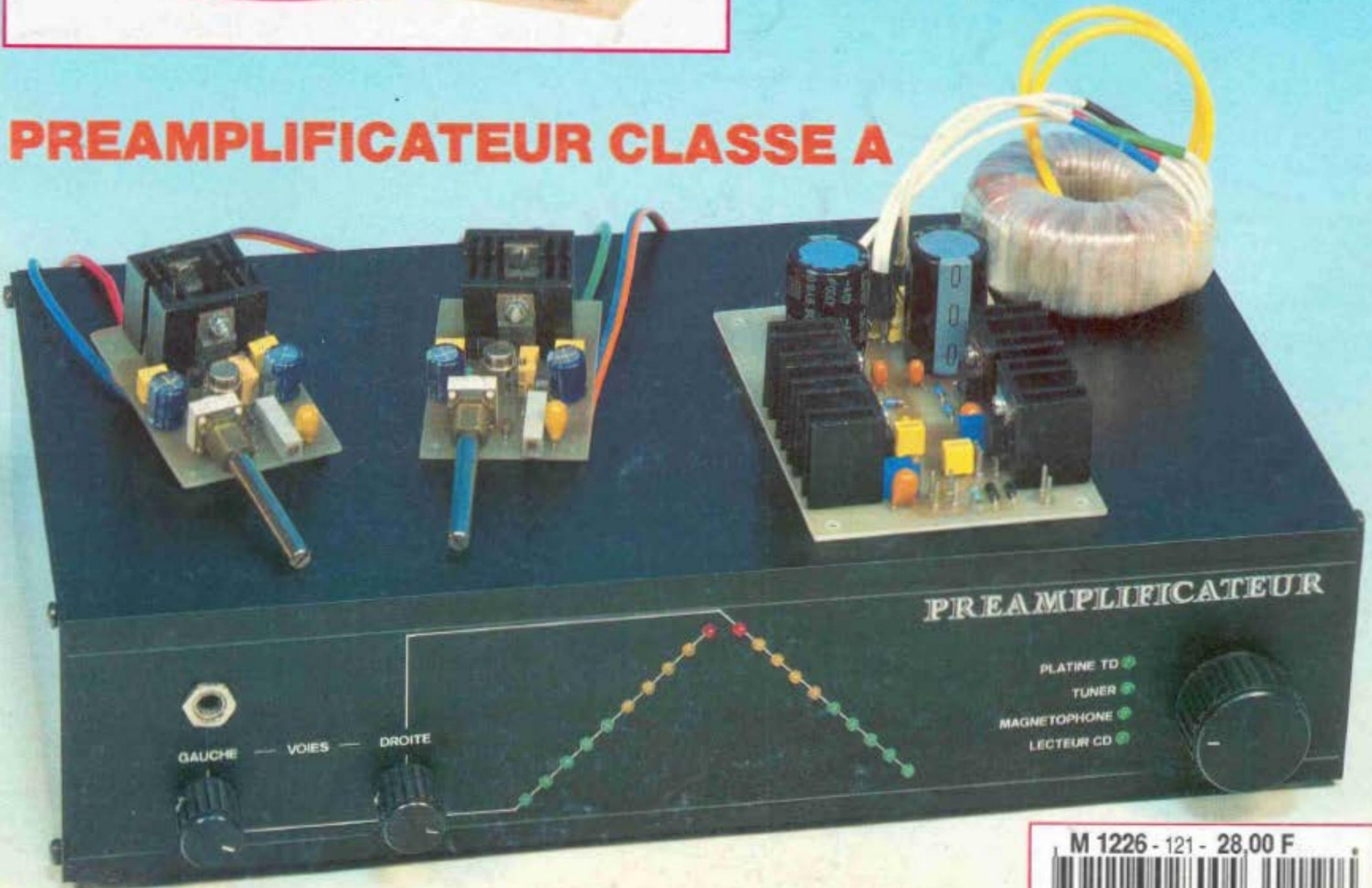
JOURNAL LUMINEUX 2048 CARACTERES

WATTMETRE 0,2W A 100W / 4, 8, 16Ω



**JOURNAL LUMINEUX  
2048 CARACTERES  
SAUVEGARDE DU TEXTE**

## PREAMPLIFICATEUR CLASSE A



MENSUEL JUILLET/AOUT 1994 / BELGIQUE 204 F.B / CANADA \$ 4,95

M 1226 - 121 - 28,00 F



# Led

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

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

## LED

Mensuel : 28 F

Commission paritaire : 64949

Locataire-gérant des  
Editions Fréquences

Tous droits de reproduction réservés  
textes et photos pour tous pays  
LED est une marque déposée  
ISSN 0753-7409

Services Rédaction-

Abonnements :

(1) 44.65.80.88 poste 7314

1 bd Ney, 75018 Paris

(Ouvert de 9 h à 12 h 30

et de 13 h 30 à 18 h

Vendredi : 17 h)

Directeur technique

Réalisation-Fabrication

Thierry Pasquier

## Rédaction

Ont collaboré à ce numéro :

Georges Matoré,

Bernard Duval,

Fernand Estèves,

Gérard Guiheneuf.

## Abonnements

10 numéros par an

France : 210 F

Etranger : 290 F

(voir encart au centre  
de la revue)

## 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

## Composition

Edi Systèmes

Photogravure

Sociétés PRS/PSC - Paris

Impression

Berger-Levrault - Toul

Photo de couverture

Jean Hiraga

## 4

### L'ELECTRONIQUE NUMERIQUE (COURS N° 9 : LES MEMOIRES VIVES

Pour traiter les nombres, les mots qu'elle se voit confier, l'Electronique Numérique a besoin, tout comme le cerveau humain, de prendre en mémoire des quantités prodigieuses de données. Nous allons voir comment sont enregistrées et restituées les informations, chez les mémoires vives.

## 18

### PREAMPLIFICATEUR PURE CLASSE A

Vous l'attendiez depuis de nombreux mois, voici la réédition du Préamplificateur pure classe A destiné à fonctionner entre autres avec l'Amplificateur classe A de 2 x 40 Weff publié dans les n°s 114 et 115 de Led.

Les principales améliorations se situent au niveau de l'alimentation stabilisée mais surtout sur l'étage "preamplificateur haut niveau classe A" remanié afin de gommer ses défauts de jeunesse.

Ce Préamplificateur dispose de 4 entrées :

- Platine vinyl/ou microphone haute impédance ;
- Lecteur CD ;
- Tuner ;
- Magnétophone lecture/enregistrement.

## 26

### SOMMAIRES DES NUMEROS NON EPUISES

Voici une offre exceptionnelle valable jusqu'au 31 août, permettant aux lecteurs d'acquérir au prix de 15 F le numéro les anciens Led non épuisés.

## 35

### SERVICE FILMS POSITIFS

Pour vous aider dans la gravure de vos circuits imprimés, Technologie Step Circuits vous propose le film positif des implantations publiées dans ce n° 121 de Led.

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Ce service permet aux lecteurs de Led d'obtenir les circuits imprimés gravés, percés ou non.

Tous les circuits imprimés proposés dans nos précédents numéros sont toujours disponibles.

## 36

### BADGE LUMINEUX

L'effet lumineux obtenu avec ce badge est assez spectaculaire. C'est assurément un très bon "passeport pour la

drague". Alors, bonne chance et bonnes vacances !

## 38

### WATTMETRE BASSE FREQUENCE 0,2 W A 100 W

Voici une réalisation simple, peu onéreuse mais fort intéressante. Ce wattmètre BF, en 10 diodes électroluminescentes, vous indique la puissance disponible aux bornes d'une charge de 4, 8 ou 16  $\Omega$ .

## 39

### JOURNAL LUMINEUX

Parmi les moyens de communication qui caractérisent notre époque, le journal lumineux constitue un outil d'information attrayant par la diversité des séquences d'affichage qu'il présente.

Le journal lumineux décrit dans ce numéro s'inspire des versions professionnelles mais place cet outil de communication à la portée de tous.

La longueur maximale d'un message est de 2 048 caractères, avec vitesse de défilement ajustable.

Le fonctionnement est géré par un microprocesseur Motorola 6809.

Les messages sont sauvegardés dans une mémoire EPROM 2716 et la visualisation s'effectue sur 12 afficheurs alphanumériques.

## DROITS D'AUTEUR

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

Pour traiter les nombres et les mots, l'Electronique Numérique a besoin, tout comme le cerveau humain, de prendre en mémoire des quantités prodigieuses de données. Nous allons voir comment sont enregistrées et restituées les informations, chez les mémoires vives.

**S**ans le savoir, sans le remarquer, nous sollicitons notre mémoire à chaque instant, même jusque dans le plus banal des travaux de l'esprit.

Devons-nous additionner deux nombres ?

Nous commençons par fixer ces deux nombres dans notre mémoire, avant de procéder à l'opération proprement dite.

Au besoin nous transcrivons ces nombres, ce qui est une forme souvent nécessaire de les prendre en mémoire...

L'électronique numérique ne peut opérer autrement, elle a besoin de mémoriser les mots qu'elle va traiter, tout comme elle doit conserver les résultats des opérations qu'elle effectue, au moins pendant l'espace temps couvrant les besoins.

Une mémoire électronique peut être temporaire, ou durable...

La sortie Q d'une bascule bistable prend et garde le niveau 0 ou 1 auquel elle vient d'être forcée.

La bascule bistable est par excellence la cellule capable d'enregistrer et conserver un bit, une valeur binaire 0 ou 1, elle est une cellule unitaire de mémoire.

Pour commencer, nous vous invitons à un petit voyage d'intérêt, accompli pour la curiosité de l'esprit, dans l'histoire de la mémoire électronique.

### MEMOIRES A RELAIS

Considérons ce schéma bien connu des électrotechniciens, celui du relais à contact de maintien, à auto-alimentation, que nous rappelle la figure 1.

Un relais électromagnétique porte deux contacts, S1 et S2.

Ces deux contacts sont de type 0-F, ils sont Ouverts au repos et Fermés en position travail du relais.

Une pression exercée sur le bouton-poussoir de l'interrupteur à fermeture temporaire P1 a pour effet de faire passer le courant dans la bobine du relais, lequel est alors excité, il monte, fermant ses deux contacts S1 et S2.

Le contact S1 est un contact "Utilisation", qui sert à la mise sous tension (et hors tension) de l'appareil, de l'installation à alimenter.

Le contact S2, en se fermant, assure la passage du courant d'activation dans la bobine du relais, confirmant l'excitation.

Le relais demeure par conséquent en position travail, après relâchement de la pression exercée sur le bouton-poussoir de P1, c'est l'auto-alimentation.

S2 est le contact de maintien du relais...

A la montée du relais, par fermeture du contact S1, la sortie Q du dispositif est portée au niveau 1, qu'elle enregistre et conserve, elle mémorise ce niveau 1.

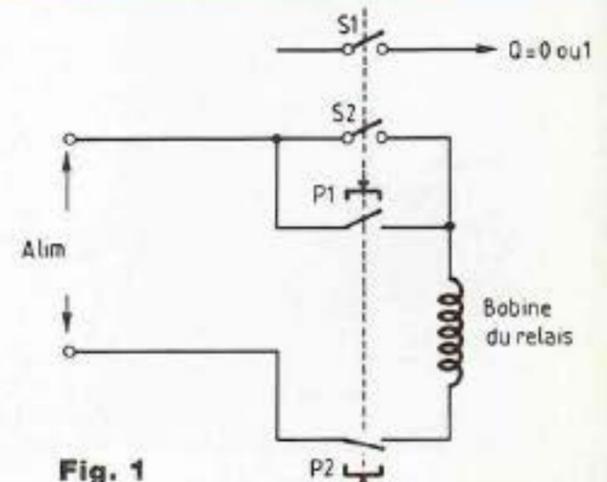


Fig. 1

Pour faire retomber le relais, il est nécessaire d'ouvrir le contact à ouverture temporaire P2, en exerçant une pression sur son bouton-poussoir.

Cette action ouvre le circuit de la bobine, le relais se désexcite, qui reprend sa position de repos et s'y tient, ayant réouvert son contact de maintien S2.

Il faudra une nouvelle intervention manuelle volontaire sur P1 pour replacer le relais en position travail...

A la retombée, le relais ouvre son contact S1, contact "Utilisation", la sortie Q prend et conserve le niveau 0, niveau normal, de repos, elle mémorise ce niveau 0.

Le dispositif constitue bel et bien une cellule de mémoire.

L'électronique n'existait pas encore que les électrotechniciens, avec leur algèbre des contacts (deuxième entretien de cette série, Led n° 115) utilisaient déjà des mémoires à relais dans leurs armoires et pupitres de commande...

### MEMOIRES MAGNETIQUES

Les électroniciens commencèrent, chez les premiers ordinateurs, à se servir de mémoires à relais, qu'ils abandonnèrent très rapidement en raison d'un manque de fiabilité venant de problèmes essentiellement mécaniques, au niveau des

équipages mobiles des relais, palettes et contacts...

Ils se tournèrent rapidement vers les mémoires magnétiques, épaulés en la circonstance par leurs amis métallurgistes, lesquels les aidèrent à surmonter des difficultés nouvelles.

Remontons plus haut dans le passé...

En 1819, le Danois Hans Christian Oersted ayant approché une boussole d'un fil de cuivre dans lequel passait le courant électrique fourni par une pile, constatait que l'aiguille de la boussole changeait d'orientation. La déviation cessait lorsque le transit du courant était interrompu. Cette observation, toute simple, allait être le point de départ, la base de notre actuelle électrotechnique ! Oersted déduisait que le fil parcouru par le courant électrique produisait un champ magnétique analogue à celui d'un aimant, puisque l'aiguille de la boussole changeait de direction, tout comme si l'instrument était approché d'un aimant.

Le fil étant en cuivre, métal non magnétique, indifférent à l'action exercée sur lui par un aimant, la déviation de l'aiguille de la boussole ne pouvait provenir du fil. Cette déviation ne se produisait que lors du passage du courant, c'était donc le courant lui-même qui engendrait le champ magnétique...

Admirez avec nous l'esprit critique, d'observation et la rigueur dans la

simplicité du raisonnement d'Oersted !

Aujourd'hui, nous savons que le déplacement d'une charge électrique transforme une partie de l'énergie électrique en énergie magnétique.

Un courant électrique est un déplacement, un transfert de charges électriques, d'électrons et de lacunes ("A la Recherche de l'Electronique", tome 1, chapitres 1 et 3). Plus l'intensité du courant est forte, plus le champ électromagnétique engendré par lui est important...

Il est un moyen simple et amusant de connaître l'orientation du champ électromagnétique, il suffit de poser la question au "bonhomme d'Ampère", procédé que nous devons à l'illustre Ampère lui-même !

Le courant entrant par les pieds et sortant par la tête de l'observateur (figure 2) engendre un champ magnétique circulaire perpendiculaire au sens de passage du courant, partant de l'extrémité du bras gauche tendu et passant devant l'observateur.

Le champ électromagnétique régnant autour d'un conducteur transitant le courant est constitué de couches concentriques, que nous symbolisons sur le dessin de la figure 3.

Si nous formons une boucle avec le fil conducteur, le champ électro-

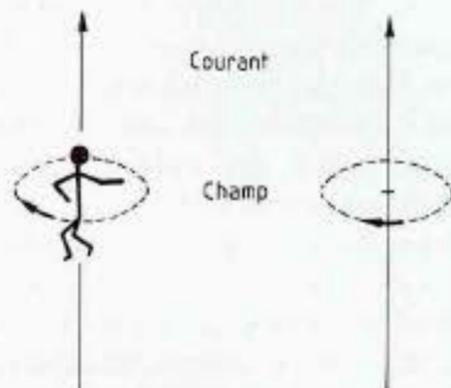


Fig. 2

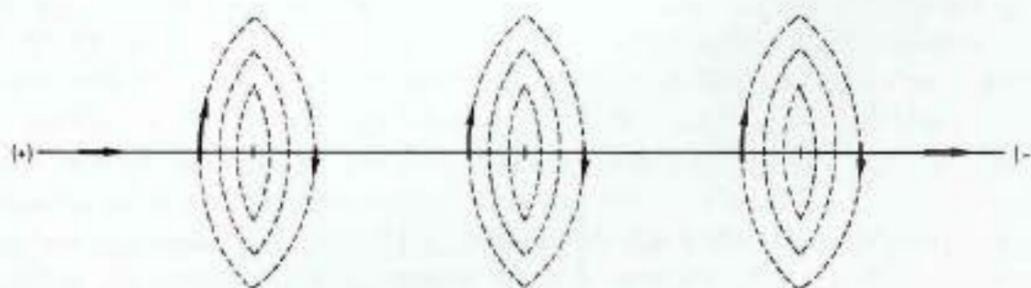


Fig. 3

# L'électronique numérique

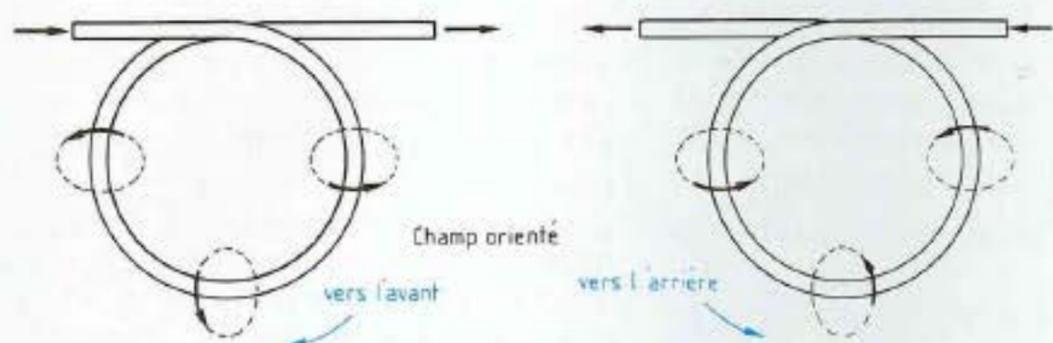


Fig. 4

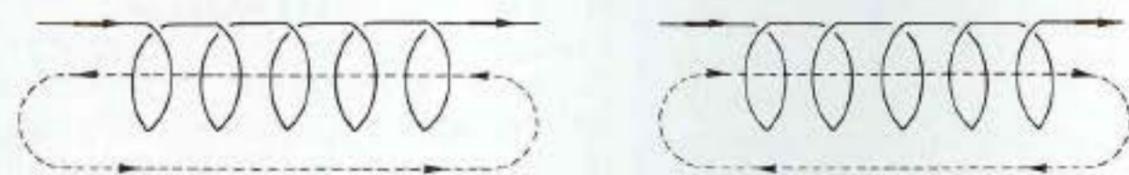


Fig. 5

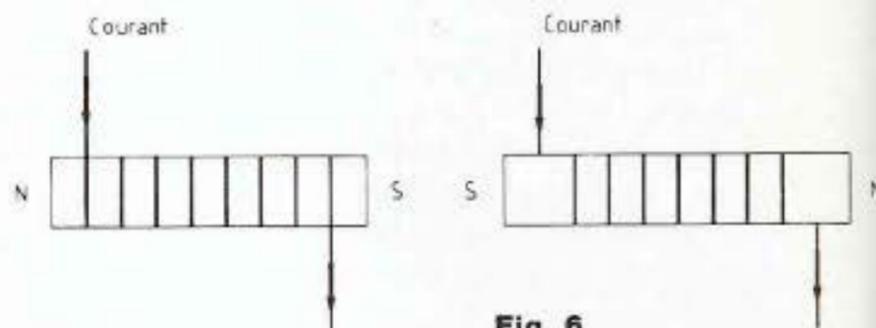


Fig. 6

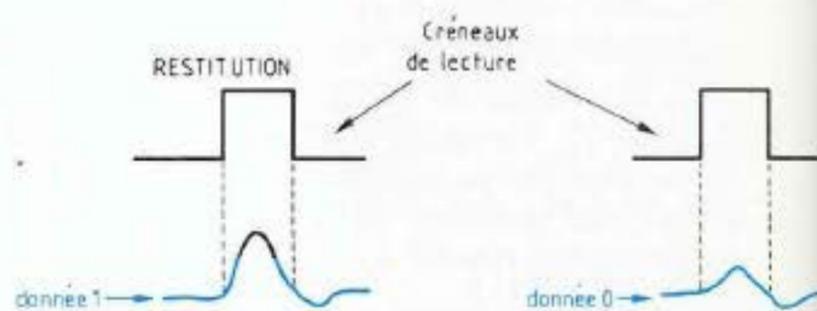


Fig. 9A

Fig. 9B

magnétique produit va entourer le fil, de la façon que montre la figure 4.

Un fil conducteur enroulé constitue une succession continue, ininterrompue de spires, un bobinage, un solénoïde, engendrant le champ électromagnétique dont la figure 5 schématise le profil.

**Le courant électrique passant dans un solénoïde engendre un champ électromagnétique, artificiel, ayant les mêmes propriétés qu'un champ magnétique naturel.**

La présence d'un noyau magnétique en fer doux, disposé à l'intérieur du bobinage, développe le champ électromagnétique produit par le courant.

Le noyau s'aimante sous l'action du champ, dans l'orientation magnétique de ce dernier, laquelle dépend du sens de passage du courant dans les spires constituant le bobinage (figure 4).

Un barreau magnétique devient par conséquent un aimant N-S (Nord-Sud) ou S-N (Sud-Nord), en fonction du sens de passage du courant dans le solénoïde (figure 6).

Lorsque cesse le transit du courant, le noyau magnétique reste aimanté, moins fortement qu'il ne l'était durant le passage du courant, c'est le phénomène de rémanence.

**Le noyau magnétique prend en mémoire le sens de passage du courant qui l'a magnétisé.**

Faisons d'abord passer, dans un bobinage à noyau, le courant créant un champ électromagnétique H, orienté N-S et interrompons son passage.

L'aimantation du noyau, de valeur maximale A pendant le transit du courant, diminue et conserve la valeur résiduelle, l'aimantation rémanente A', après le passage du courant (figure 7).

Faisons ensuite passer le courant dans le sens inverse de celui qui transitait pendant la première phase. La nouvelle aimantation s'installe, orientée S-N, prenant la valeur maximale B, pour retomber à la valeur B' après cessation du passage du courant magnétisant.

La figure 7 traduit graphiquement le double phénomène connu sous le nom d'hystérésis.

En utilisant des matériaux nouveaux (métaux généralement ferreux) élaborés par les métallurgistes, en donnant aux noyaux magnétiques la forme torique, les chercheurs sont parvenus à développer la rémanence procurant l'avantage de conserver plus longtemps l'aimantation.

Un premier bobinage, désignons-le par b1, est enroulé autour du tore magnétique, dans le sens que montre la figure 8.

Envoyons une donnée, sous forme d'une impulsion de courant, dans ce bobinage b1, dans le sens indiqué par la flèche.

L'aimantation se produit, elle conserve la valeur rémanente qui est l'image de l'impulsion lui ayant donné naissance.

Il est bien évident qu'une impulsion de niveau 1 conditionne une aimantation rémanente de valeur supérieure à celle que produit une impulsion de niveau inférieur, de niveau 0...

Envoyons maintenant une impulsion dans le bobinage b2, dont l'enroulement est réalisé dans le sens inverse de celui de b1. Le sens de l'impul-

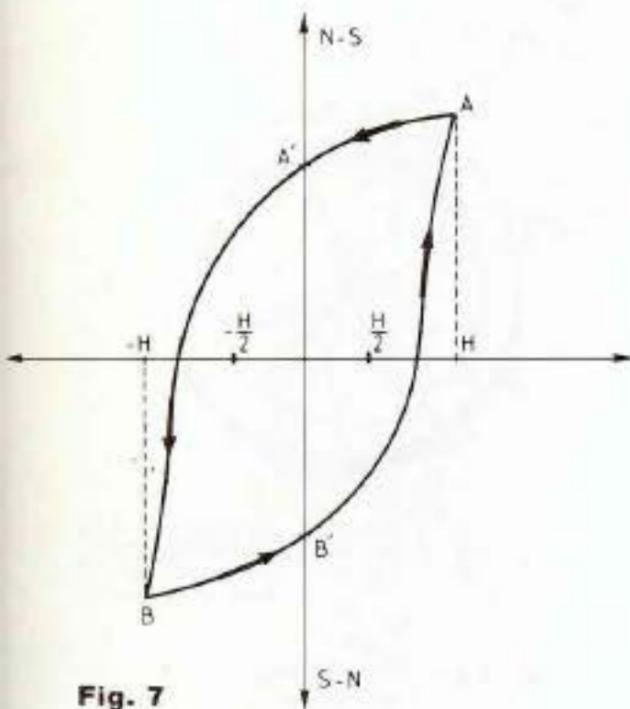


Fig. 7

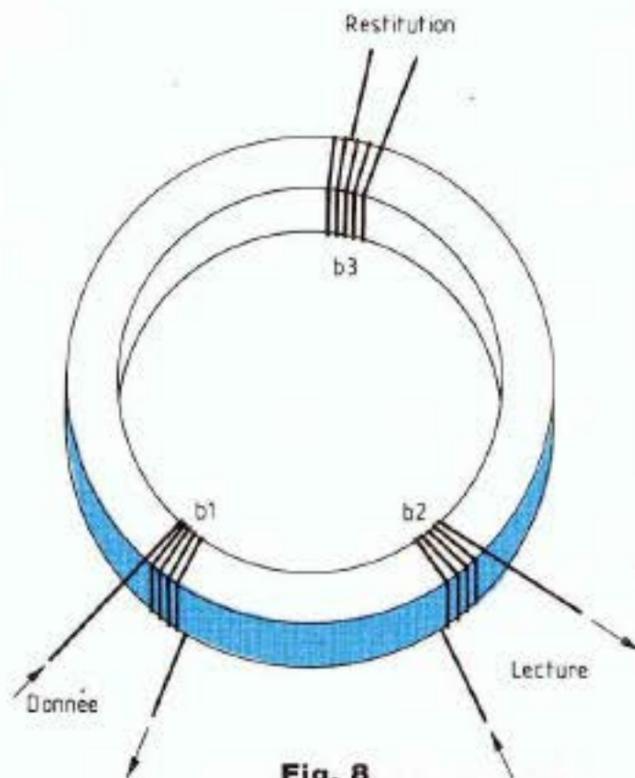


Fig. 8

sion est indiqué par la flèche (figure 8).

L'impulsion envoyée par b2 va inverser le sens de l'aimantation.

Si l'aimantation rémanente, conditionnée par l'envoi par b1 d'une donnée de niveau 1, était située en A' (figure 7), l'impulsion en b2 vient inverser l'aimantation du noyau, dont le point figuratif A' passe en B et finalement en B'.

Si l'aimantation résiduelle conditionnée par l'envoi par b1 d'une donnée de niveau 0 était située en B' (même figure 7), l'impulsion en b2 (elle est contrariante !) fait passer B' en B, pour revenir finalement à la valeur B'.

Disposons un troisième bobinage, c'est b3, enroulé autour du tore.

Le bobinage b3 va accuser la variation d'aimantation du tore, produite par l'impulsion en b2. Il va se développer en lui un petit courant induit dont le profil (figures 9A et 9B) va traduire la rémanence située en A' ou en B' sur le graphique de l'hystérésis assurant donc finalement la restitution du niveau, 0 ou 1, de la donnée entrée en mémoire...

L'écriture de la donnée, sa prise en mémoire s'effectue par le jeu du bobinage b1.

La lecture de la donnée fixée, mémorisée, s'effectue par le jeu du bobinage b2.

En sortie, le bobinage b3 restitue la donnée entrée.

C'est la métallurgie, il faut le souligner, qui a procuré à l'électronique numérique les ferrites (matériaux magnétiques) conduisant à l'obtention de signaux sortie aux profils nettement différents, rendant impossible la confusion, à la restitution, entre niveaux 0 et 1 des données entrées en mémoire (toujours les figures 9-A et 9-B)...

## MATRICES

### DE TORES DE FERRITE

Des tores magnétiques, de ferrite, sont assemblés en matrices carrées, au même nombre de colonnes que de rangées (figure 10).

Les tores utilisés présentent un diamètre de l'ordre de 4 à 5 millimètres. Les enroulements (bobinages) sont

ramenés au strict minimum, un demi-tour seulement, un passage simple à travers le tore (figure 11). L'amplification du signal sortie, restitution de la donnée mémorisée, est nécessaire, pour son exploitation.

Chaque tore est installé au carrefour d'une colonne et d'une rangée, il est repéré par les indices respectifs de la colonne et de la rangée qui le portent, par exemple C5 (colonne C, rangée 5), ou bien F7 (colonne F, rangée 7)...

A travers chaque tore passent deux fils d'écriture, l'un parcourant la colonne et l'autre parcourant la rangée de la matrice portant le tore.

Ces deux fils croisent, dans le tore, deux fils de lecture, passant également l'un dans la colonne et l'autre dans la rangée portant le tore (figure 10).

Le fil véhiculant l'information restituée traverse en biais, parallèlement à une diagonale, tous les tores de la matrice...

Prenons un exemple !

Pour écrire un 1 dans le tore C5, situé au carrefour de la colonne C et de la ligne (rangée) 5, nous envoyons l'impulsion écriture de niveau 1, d'amplitude supérieure (par rapport à celle d'écriture d'un 0), par les fils écriture CE et 5E.

L'impulsion écriture de la donnée 1 envoyée par CE, comme celle envoyée par 5E, a une amplitude capable de produire une magnétisation de grandeur  $H/2$ , moitié de celle (maximale) qui ferait passer l'aimantation du point figuratif B au point figuratif A (valeurs extrêmes sur la courbe d'hystérésis, figure 7).

Le tore C5, dans l'exemple choisi, est le seul à subir l'impulsion conjuguée d'écriture capable de lui faire prendre l'état A. Il reçoit en effet, par les deux fils écriture activés qui le traversent, une impulsion magnétisante d'amplitude résultante double de celle que reçoivent les autres tores de la matrice, situés sur la

# L'électronique numérique

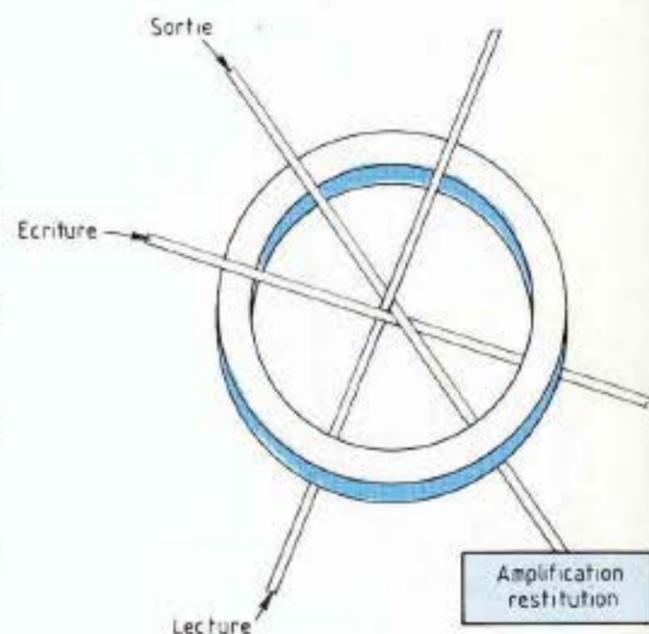
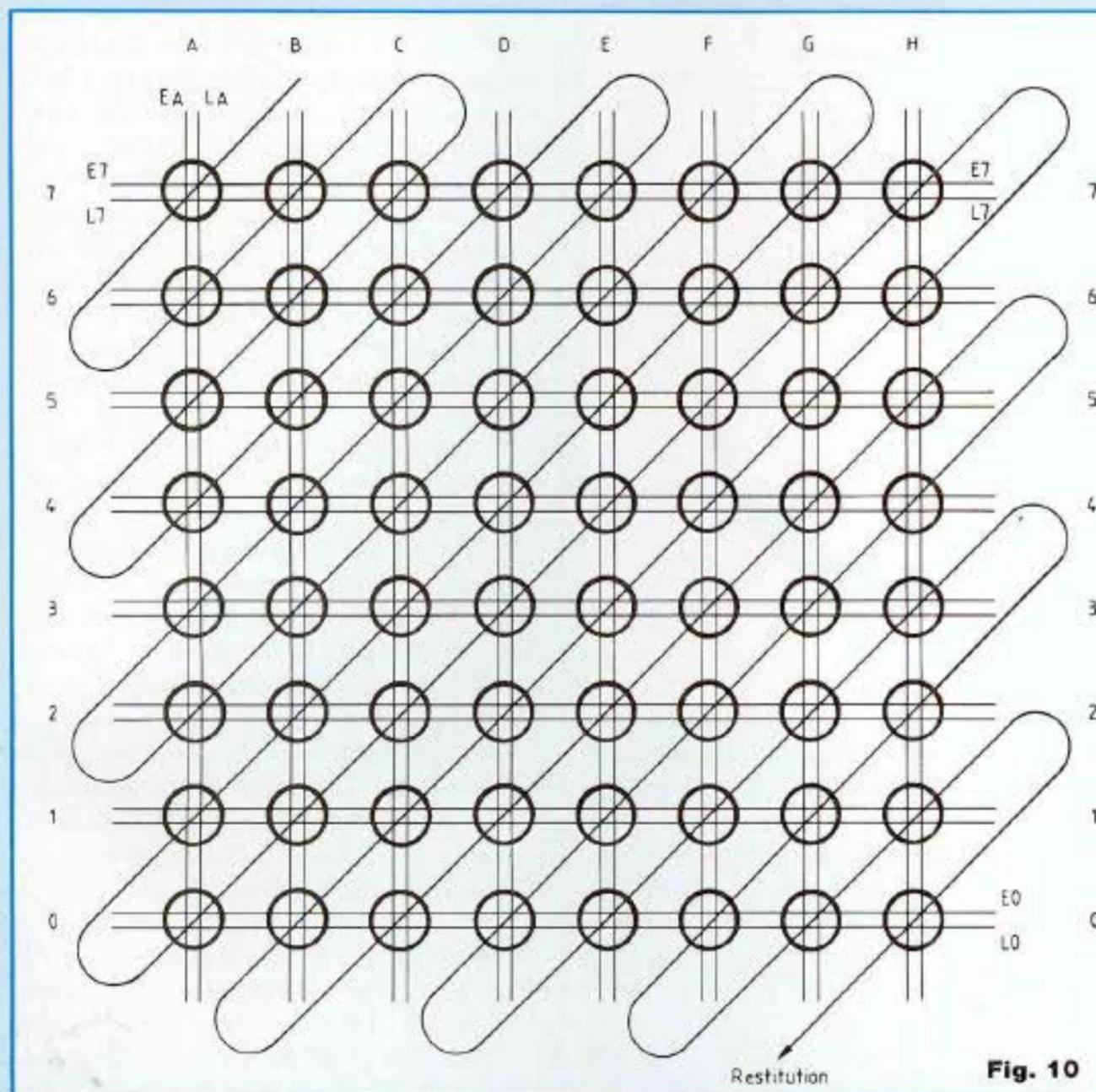


Fig. 11

ADRESSE: C5  
 Colonne C = 010, A = 000  
 B = 001, C = 011  
 Ligne 5 = 101

même colonne et sur la même rangée que lui.

Etes-vous bien d'accord avec nous ? Pour la même raison que nous venons de voir, de conjugaison cumulative des impulsions magnétisantes envoyées par les deux fils écriture, la double impulsion lecture, envoyée synchroniquement par les deux fils lecture CL et 5L, fait basculer le tore C5 de l'état 1 en l'état 0. L'impulsion subie simultanément par les tores de la même colonne et de la même rangée que C5, dans la matrice, est insuffisamment développée pour inverser leur propre magnétisation...

L'impulsion restitution est captée dans le tore C5 par le fil chargé de

la... restitution, pour être acheminée par lui vers la sortie et y subir l'amplification nécessaire pour être exploitée.

Dans son cheminement, le fil restitution traverse des tores qui ont subi la magnétisation écriture, c'est inévitable, car le tore C5, dans l'exemple que nous avons pris, n'est certainement pas le seul à avoir reçu l'écriture !

Voilà qui a pour effet de modifier la grandeur, l'amplitude du signal que le fil restitution aura prélevé chez le tore C5.

Mais, à la confection de la matrice, le trajet du fil restitution a été établi de manière à lui faire traverser tous les tores de la matrice, les uns dans

un sens et les autres dans l'autre, alternativement (figure 10).

Les actions magnétiques subies par le fil restitution de la part des tores magnétisés sont orientées les unes dans un sens, les autres dans l'autre, conséquence de la nature de la magnétisation précédemment exercée sur les tores.

Ces actions ont ainsi tendance à se compenser, à s'annuler et finalement la magnétisation imposée au fil restitution à la traversée du tore C5 (exemple choisi), la seule grandeur essentielle qui nous intéresse en l'occurrence, ne souffre pas d'altération sensible qui soit source d'erreur.

Intelligent, non ?

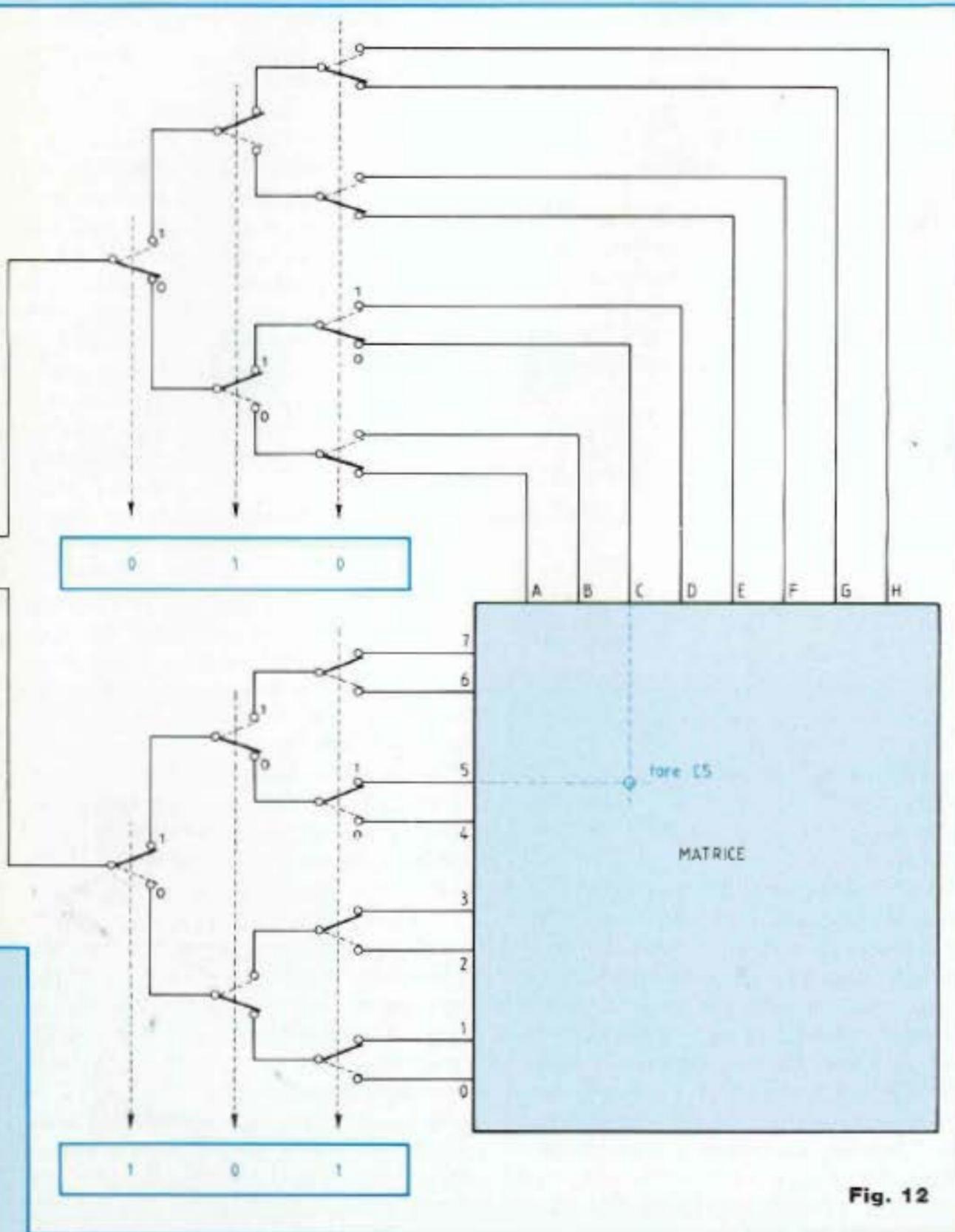


Fig. 12

Mais sachons qu'il faut compter avec un incontournable phénomène, à savoir que la lecture annule la magnétisation écrite ! Il convient donc de procéder à la nécessaire restauration de l'écriture, après lecture, chez la mémoire à tores de ferrite... Quant à l'adressage des données, ajoutons une précision de très

grande importance, qui demande toute notre attention ! L'acheminement des données adressées aux entrées des colonnes et des rangées de la matrice, à destination des tores concernés, s'effectue en pratiquant l'aiguillage de données. Nous avons fait la connaissance de

ce procédé lors du troisième entretien de la série (Led n° 116). Peut-être pourriez-vous vous y reporter, faisant par là même le point en matière de commutation...

Pour accéder à la colonne et à la rangée au carrefour desquelles est situé le tore, la mémoire magnétique unitaire devant subir la lecture, ou l'écriture, nous devons entrer dans les sélecteurs les mots codés, en langage binaire, spécifiquement propres à la colonne et à la rangée concernées (figure 12).

La matrice de l'exemple, matrice carrée, comporte 64 tores, organisés en huit colonnes et huit rangées.

Le rang d'une colonne, tout comme celui d'une rangée, exprimé en langage binaire, s'écrit avec trois chiffres. Il est compris entre 000 et 111, ce qui correspond bien aux nombres décimaux 0 à 7 inclus.

Toujours dans l'exemple de notre tore C5, la colonne C, la troisième des huit, de rang 3, a pour code d'accès 010, qui correspond au nombre décimal 3 (figure 12).

La rangée 5, la cinquième des huit, de rang 5, a pour code d'accès 101, qui correspond au nombre décimal 5.

Pour établir le circuit d'accès au tore C5, nous introduisons par conséquent le mot code 010 dans le sélecteur des colonnes et le mot code 101 dans le sélecteur des rangées (figure 12). Est-ce vu ?

Voilà dit l'essentiel à connaître à propos des mémoires à tores de ferrite. Aujourd'hui abandonnées, nous avons cependant jugé convenable de faire ce tour d'horizon, une occasion de réfléchir ensemble sur les phénomènes de l'électromagnétisme, ce qui ne saurait être inutile, toute prétention bannie.

Mais nous devons préciser, c'est très important, que le principe des matrices carrées de mémoires unitaires et celui de l'adressage des données, que nous connaissons mainte-

# L'électronique numérique

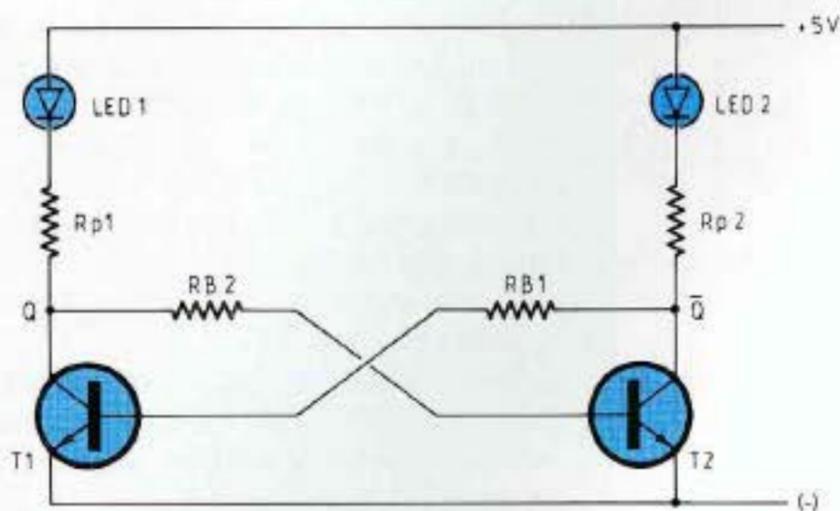


Fig. 13

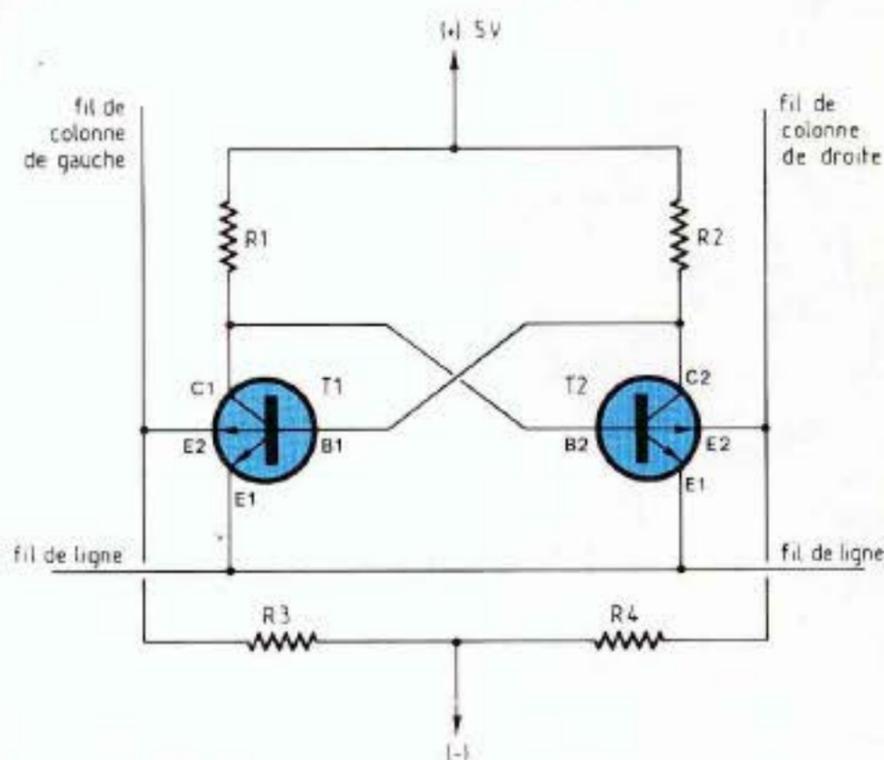


Fig. 14

nant bien, seront conservés chez les générations de mémoires qui se sont succédé.

Saluons respectueusement au passage le travail des chercheurs qui ont défriché un terrain bien difficile, avant de pouvoir exploiter les progrès réalisés dans d'autres domaines, par d'autres chercheurs...

## MEMOIRES

### EN TECHNOLOGIE TTL

Les mémoires en technologie TTL, Transistor Transistor Logic, ou logique à transistors bipolaires, se distinguent par leur rapidité à la réponse.

Chez ces mémoires, un délai d'accès d'une trentaine de nanosecondes est typique, entre l'instant où l'adresse est appliquée aux entrées des registres sélecteurs des colonnes et des rangées et l'instant où la donnée restituée est disponible en sortie !

En contrepartie, les mémoires TTL sont les plus gourmandes, qui consomment beaucoup d'énergie élec-

trique, à situer aux environs du quart de milliwatt par bit.

L'effet Joule est incontournable, la dissipation thermique chez les mémoires TTL fera l'objet d'un soin attentif !

La cellule unitaire de mémoire TTL est une émanation du montage basculeur bistable, dont nous vous proposons d'abord de revoir brièvement le fonctionnement, en nous livrant à la très amusante et significative manipulation dont la figure 13 nous montre le schéma !

Nous sommes ici en présence d'un montage typiquement croisé, symétrique.

Les deux transistors, T1 et T2, sont des NPN 2N 1711.

Les collecteurs des transistors sont chargés chacun par une diode électroluminescente standard, protégée par la résistance en série Rp, de valeur 330 ohms, résistance limitant à une dizaine de milliampères l'intensité du courant d'activation de la DEL.

La base d'un transistor est alimen-

tée, depuis le collecteur de l'autre, par une résistance RB de valeur 47 kilohms, laquelle conditionne l'intensité du courant de base de juste saturation, qui assure le verrouillage du montage bistable ("A la Recherche de l'Electronique", tome 3, chapitre 3).

Car ce montage est un basculeur bistable, lequel se maintient durablement dans l'un ou l'autre des deux seuls états qu'il peut occuper, état dans lequel il a été placé, forcé, sur intervention extérieure.

Le basculement du système, d'un état dans l'autre, s'effectue brutalement, sans transition, en un délai de commutation exceptionnellement court, de quelques dizaines de nanosecondes seulement...

A la mise sous tension, l'une des deux DEL se tient illuminée, expression de l'état conducteur du transistor dans le circuit de collecteur duquel elle est installée. L'autre DEL reste éteinte, son transistor ne conduit pas...

Supposons que ce soit la DEL de

droite, la DEL 2 qui se soit éclairée, indice de la conduction, à la saturation, de T2, cependant que T1 se trouve à l'état bloqué, non conducteur, sa DEL est éteinte.

Le potentiel du collecteur de T2, saturé, est alors très bas, il se situe aux environs de 0,5 volt...

Nous savons qu'un transistor au silicium devient conducteur à la condition que sa jonction émetteur-base soit soumise à une tension directe suffisante, tout juste supérieure à son seuil de conduction, de 0,7 volt. La base de T1 est alimentée par RB1, depuis le collecteur de T2, lui-même situé à 0,5 volt.

Dans les conditions présentes T1 ne peut donc conduire, il se maintient en l'état bloqué...

Le courant de base rendant conducteur T2 transite, depuis le (+) alimentation, par la DEL 1, sa résistance de protection Rp1 et la résistance RB2.

Le courant de base consommé par T2 est si faible que la chute de tension qu'il engendre dans la DEL 1 et la résistance Rp1, en les parcourant, est minime, ce qui se traduit par un potentiel élevé, supérieur à 3 volts, sur le collecteur de T1.

Un niveau 1 est par conséquent présent, conservé, pris en mémoire en Q, sur le collecteur de T1, cependant que le collecteur de T2 se tient au niveau 0 (en  $\bar{Q}$ ).

En court-circuitant fugitivement sa base au (-) alimentation, nous bloquons T2, forçant T1 à la conduction. Ce phénomène est absolument normal, puisque notre montage expérimental est croisé, symétrique...

Le montage bascule et se maintient durablement dans le nouvel état qu'il vient de prendre, la DEL 1 est éclairée, la DEL 2 éteinte.

Voilà donc un niveau 1 mémorisé cette fois en  $\bar{Q}$ , sur le collecteur de T2, un niveau 0 mémorisé en Q, sur le collecteur de T1...

Le blocage d'un transistor a pour effet de forcer le second à la conduction à la saturation. Le montage conserve ensuite, jusqu'à la prochaine intervention, l'état dans lequel il vient d'être placé.

La petite manipulation à laquelle nous venons de nous livrer nous montre, une fois de plus, que la bascule, montage basculeur bistable, est par excellence la cellule de mémoire unitaire.

Nous avons encore à noter, c'est une caractéristique essentielle de ce type de mémoire, qu'une coupure d'alimentation a pour conséquence la perte des données mémorisées par elle.

A la remise sous tension la bascule se place dans un état imprévisible, aléatoire...

Reportons-nous maintenant, si vous le voulez bien, au montage bistable plus sophistiqué, dont la figure 14 nous présente le schéma.

Immédiatement, nous relevons la présence des deux transistors NPN, T1 et T2, du type à deux émetteurs. La base d'un transistor est directement alimentée depuis le collecteur de l'autre, lequel est chargé par une résistance (R1 pour T1, R2 pour T2).

Les émetteurs E1 des deux transistors sont soumis au même potentiel, celui qui leur est appliqué par le fil de ligne (rangée).

Deux fils de colonne, de gauche et de droite, alimentent respectivement les émetteurs E2 de T1 et de T2.

Nous découvrirons tout à l'heure le rôle des résistances R3 et R4, lesquelles sont installées entre les émetteurs E2, de T1 comme de T2 et le (-) alimentation.

## MEMORISATION

### - ECRITURE

Le fil de colonne de gauche est, par

principe, affecté à la mémorisation de la donnée à enregistrer. A l'opposé, le fil de colonne de droite mémorise la valeur inverse de cette donnée.

Disons-nous bien que nous sommes en présence d'un montage basculeur bistable, dont les sorties occupent toujours des niveaux complémentaires, il ne saurait en être autrement... Nous convenons qu'un niveau 1 sera exprimé sous la forme d'une tension de 3 volts, en réalité au moins égale à cette valeur, pour écarter toute équivoque. Un niveau 0 sera exprimé par une tension de 0,5 volt, en réalité au plus égale à 0,5 volt, pour éviter toute incertitude.

Voyons comment s'effectue l'écriture d'un 1 (figure 15).

Portons au potentiel de 3 volts (niveau 1) le fil de colonne de gauche, ainsi que le fil de ligne et portons au potentiel de 0,5 volt (niveau 0) le fil de colonne de droite.

L'émetteur E1 de T2 se trouve placé au potentiel de 3 volts, cependant que l'émetteur E2, du même T2, se trouve situé au potentiel de 0,5 volt. Du courant d'activation, venant du (+) alimentation, traverse la résistance R1, gagne la base de T2 et la pénètre.

T2 entre en conduction, à la saturation. Il devient fournisseur de courant, par son émetteur (actif) E2, lequel est placé au potentiel de 0,5 volt fixé par le fil de colonne de droite.

Le potentiel du collecteur de T2 s'affaisse, il s'écrase, comme le disent les électroniciens dans leur parler imagé, il se porte à un potentiel supérieur d'environ 0,5 volt à celui de l'émetteur actif E2, de T2. Le potentiel du collecteur C2 (de T2) se tient donc, actuellement, à 1 volt au-dessus du (-) alimentation.

Ce potentiel de 1 volt est appliqué directement, depuis le collecteur de T2, sur la base de T1.

# L'électronique numérique

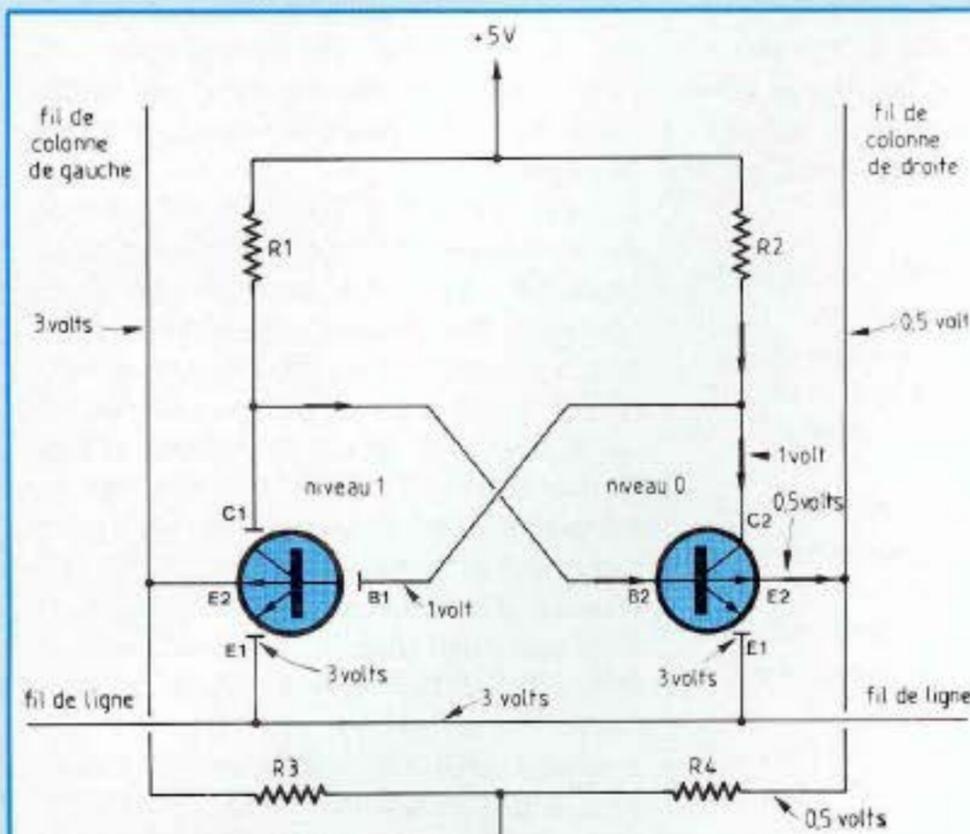


Fig. 15

ECRITURE D'UN 1

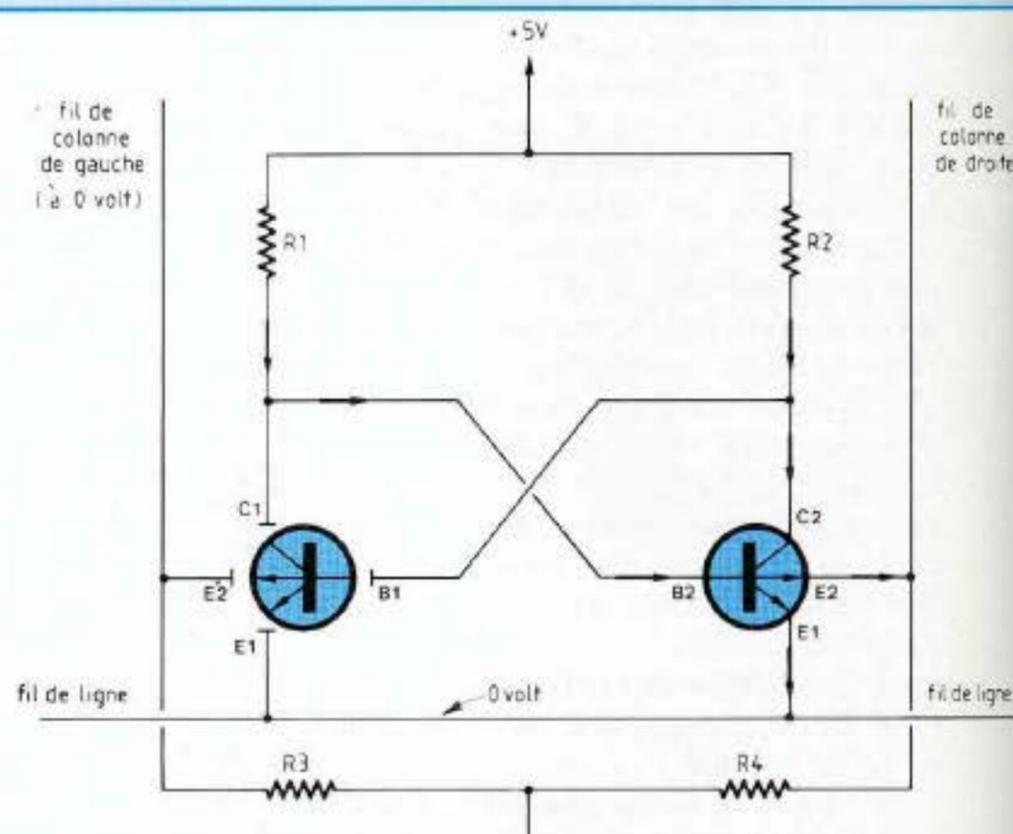


Fig. 16

ETAT APRES ECRITURE D'UN 1

Mais les deux émetteurs, E1 et E2, de T1, se tiennent au potentiel de 3 volts, que leur appliquent simultanément le fil de colonne de gauche et le fil de ligne.

T1 ne peut conduire, puisque ses jonctions émetteur-base sont soumises à des tensions polarisantes inverses, T1 est bloqué, par T2.

En ces conditions, son courant de collecteur étant nul, une tension élevée, légèrement supérieure à 3 volts (un niveau 1) est présente sur le collecteur de T1.

Ramenons maintenant au potentiel 0 volt les fils de colonne, de gauche et de droite, ainsi que le fil de ligne (figure 16).

Le montage conserve l'état qu'il venait de prendre en phase écriture, T1 est bloqué, T2 est conducteur. En effet, T2 continue à débiter du courant, par ses deux émetteurs, lesquels sont (tous les deux !) portés à un potentiel nul...

Le potentiel du collecteur C2 (de T2) se place alors à 0,5 volt au-dessus du potentiel, nul, de ses émetteurs. Une donnée 0 est mémorisée sur le collecteur de T2...

La tension de base de T1, de 0,5 volt, fournie par C2, est insuffisante pour rendre T1 conducteur. T1 est bloqué, son courant de collecteur est forcément nul...

La chute de tension dans R1, résistance véhiculant le courant de base de T2, est faible.

Un potentiel élevé, légèrement supérieur à 3 volts, est par conséquent présent sur le collecteur C1, de T1. Une donnée 1 est mémorisée sur le collecteur de T1, une donnée 0 est mémorisée sur le collecteur de T2, c'est ce que nous désirions...

## PRECISION !

Pour les raisons d'une évidente symétrie dans la structure du montage croisé que nous venons d'étudier, l'écriture d'un 0 s'effectue tout simplement en portant au potentiel

de 0,5 volt (niveau 0) le fil de colonne de gauche et en portant au potentiel de 3 volts (niveau 1) le fil de colonne de droite ainsi que le fil de ligne.

En ces conditions, les deux émetteurs de T2 et l'émetteur E1 de T1 sont portés à un potentiel plus élevé (3 volts) que celui auquel est alors soumis l'émetteur E2 de T1 (0,5 volt) avec, pour conséquence, le blocage de T2 et la mise en conduction forcée de T1.

Un niveau 0 se trouve alors écrit sur le collecteur de T1, un niveau 1 étant fixé sur le collecteur de T2...

## RESTITUTION

### - LECTURE

Chez notre montage, nous avons laissé les fils de colonne, de gauche et de droite, ainsi que le fil de ligne au potentiel 0 volt (figure 16). T1 est bloqué, T2 est conducteur.

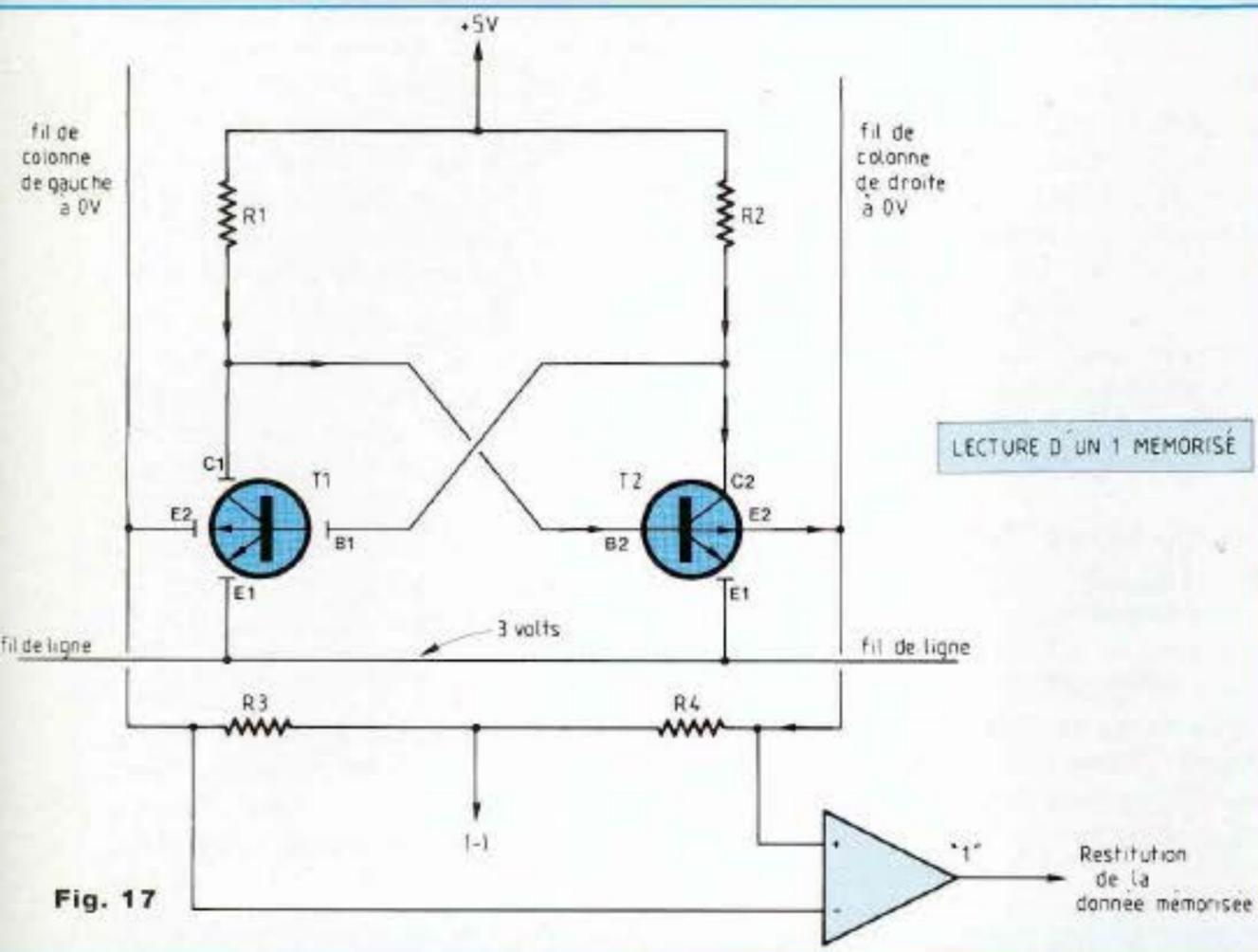


Fig. 17

LECTURE D'UN 1 MEMORISÉ

Appliquons une impulsion positive, de niveau 1, au fil de ligne, portons-le au potentiel de 3 volts (figure 17). Cette action a pour effet d'élever le potentiel de l'émetteur E1, de T2, au-dessus du potentiel de sa base avec, pour conséquence l'arrêt du transit du courant par cet émetteur, une tension inverse étant appliquée sur la jonction émetteur-base concernée. Cependant, T2 conserve l'état conducteur. Il reçoit du courant de base par R1 et il fournit du courant par son émetteur E2, relié au (-) alimentation par le fil de colonne de droite et la résistance interposée R4. Le courant issu de l'émetteur E2, de T2, relève le potentiel du fil de colonne de droite, du fait de la présence de la résistance R4. Cet accroissement de potentiel est faible, car de nombreuses résistances "R4" se trouvent disposées en parallèle, dans la matrice confectionnée avec des cellules identiques au

montage dont nous venons de démontrer le mécanisme. Nous vous avons dit précédemment que l'organisation matricielle et le système d'adressage sont des principes structurels reconduits chez les générations de mémoires qui ont succédé aux mémoires magnétiques à tores de ferrite... La valeur de la résistance équivalente des résistances R4 associées en parallèle est faible. Mais un comparateur, un amplificateur de différence, un ampli op à vitesse de commutation très rapide, va traduire en sa sortie la différence de potentiel entre les fils de colonne, qu'il détecte en quelque sorte entre les extrémités des associations des résistances R3 et R4. Il délivre en sa sortie, c'est le résultat de l'opération lecture, un signal de niveau 1, restitution de la donnée 1 mémorisée (figure 17). Pour les évidentes raisons de symétrie structurelle du système, lorsque

nous portons au niveau 1, au potentiel de 3 volts, le fil de ligne, pour effectuer une lecture, si la donnée mémorisée est un 0 apparaît une petite élévation du potentiel du fil de colonne de gauche, par rapport à celui du fil de colonne de droite. Le comparateur traduit alors le phénomène par une tension sortie de niveau 0, tout simplement...

Il convient de noter une caractéristique très importante de ces mémoires dont nous venons de démontrer le mécanisme, à savoir qu'une coupure d'alimentation fait perdre les données enregistrées. A la mise (ou remise) sous tension le système se place dans une position parfaitement quelconque, imprévisible, la remise à ZERO est indispensable avant l'utilisation ! Cette opération consiste à écrire un 0 chez toutes les cellules unitaires du système...

### MEMOIRES EN TECHNOLOGIE MOS

Elles sont nettement moins gourmandes en énergie électrique que les TTL, ce qui autorise une intégration beaucoup plus dense, réduisant les ennuis de dissipation thermique. A dimensions égales, un circuit intégré de Mémoire MOS contient aisément quatre fois plus de cellules unitaires qu'un circuit intégré TTL ! Pour réduire au strict minimum la consommation d'énergie électrique, les fabricants ont ajouté aux systèmes MOS un ingénieux dispositif de mise en veilleuse, abaissant la tension d'alimentation des cellules au repos, en dehors des phases écriture ou lecture, à seulement 2 volts, la tension de sécurité permettant de conserver les données enregistrées. La consommation d'énergie à l'état de veille est ainsi environ 10 fois moins élevée qu'en cours d'opération...

# L'électronique numérique

Jusqu'alors, la technologie MOS ne permet pas l'obtention de délais de réponse aussi courts qu'en technologie TTL, mais sachons que chez les cellules MOS des dernières générations, le délai de réponse est de l'ordre de 60 nanosecondes, environ le double (seulement !) de celui offert par les mémoires TTL.

Dans le cas de nécessité incontournable de performances extrêmement poussées, le choix se portera sur les TTL, avec la rançon de l'obligatoire surcoût de consommation d'énergie...

Les cellules unitaires des mémoires MOS du début étaient élaborées à partir de 4 transistors MOS associés en montage croisé, symétrique.

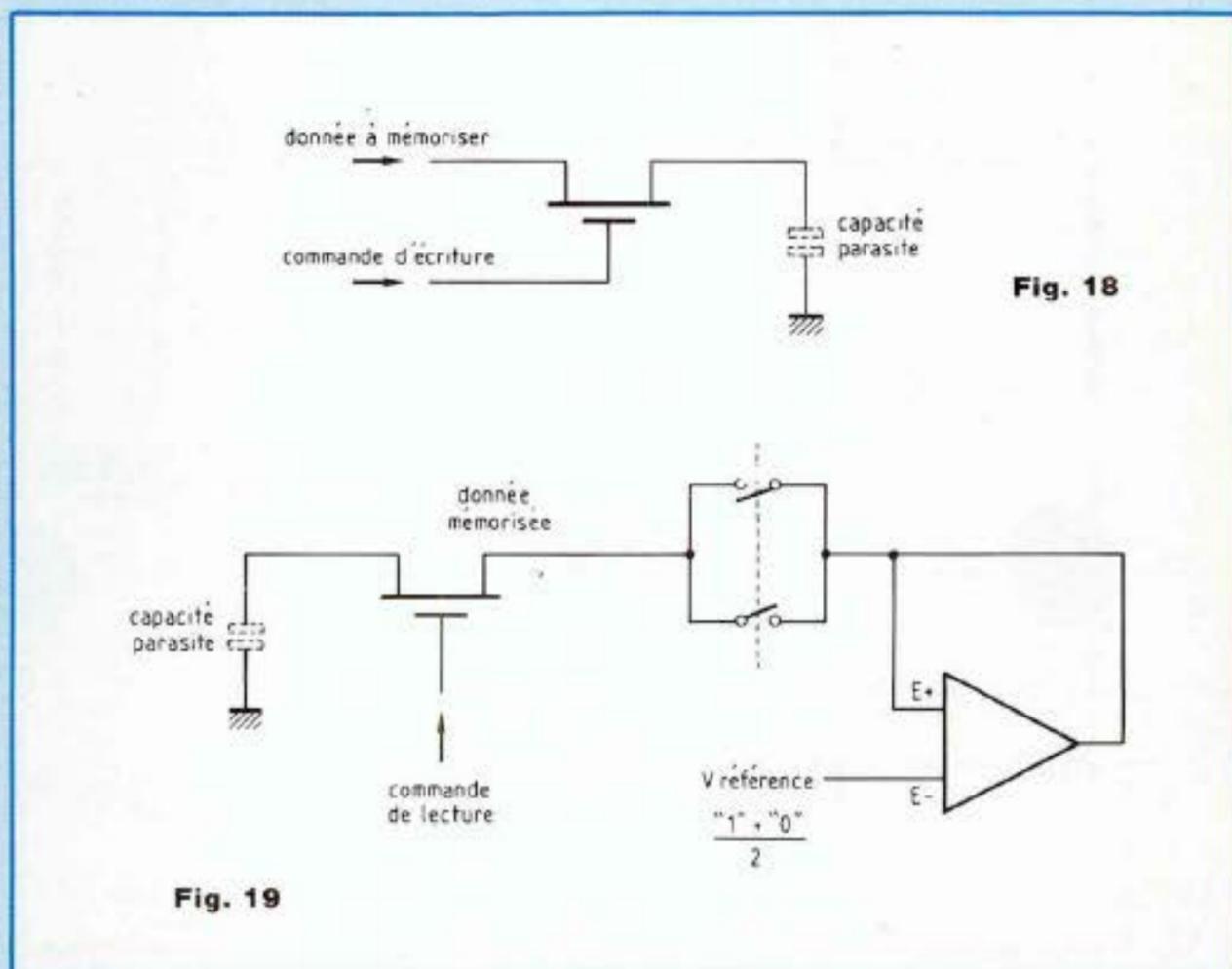
Les chercheurs sont parvenus à réaliser l'intégration d'une cellule unitaire sous forme d'un seul transistor complexe MOS, dont la capacité parasite drain-substrat constitue la mémoire proprement dite (figure 18).

Une donnée 1 étant présentée pour enregistrement, à l'entrée (drain du transistor), une impulsion 1 est appliquée sur la commande écriture (grille du transistor), ce qui a pour effet de faire se charger la capacité parasite, à la tension de niveau 1. De parasite qu'elle était, cette capacité devient noble, utilement opérationnelle !

Mais le transistor complexe MOS réalisé offre cette très intéressante particularité de pouvoir conduire dans les deux sens, il est bidirectionnel et une nouvelle impulsion 1 sur la commande écriture restitue la donnée mémorisée, laquelle apparaît sur la commande d'entrée.

Malheureusement, toute capacité, quelle qu'elle soit, n'est pas idéale, elle ne conserve pas sa charge, dans le temps.

Un condensateur possède une inévitable résistance de fuite, de valeur élevée, certes, mais jamais assez grande, qui relie ses deux armatures,



leur faisant échanger les charges électriques qu'elles ont emmagasinées.

Le condensateur chargé se vide, d'autant plus vite que sa capacité est petite, il se vide toujours trop vite !

La technologie ne sait pas produire de diélectrique parfait, sans fuite, c'est bien dommage. Elle ne sait pas, non plus, intégrer les condensateurs de forte capacité, ce que nous ne pouvons lui reprocher.

La mémoire MOS ne va "tenir" que quelques petites millisecondes, elle "s'évapore", elle a besoin d'être renouvelée, rafraîchie, c'est le mot qui convient à une mémoire (!), à intervalles soigneusement contrôlés.

L'opération nécessaire de rafraîchissement est conduite de la façon que nous montre le schéma reproduit à la figure 19.

Un comparateur est utilisé en montage amplificateur non-inverseur, à gain en tension infini.

L'entrée E- du comparateur est portée à un potentiel intermédiaire entre ceux qui correspondraient à une donnée 1 et une donnée 0.

Il est procédé à la lecture de la donnée mémorisée, opération qui nous procure un signal dont la grandeur a pour valeur la tension de charge restante de la capacité, tension qui est l'image "affaiblie" de la donnée mémorisée.

Appliquons cette tension à l'entrée E+ du comparateur.

En sortie de ce dernier apparaît un signal dont la tension est la réplique, amplifiée à l'extrême, du signal "mémoire affaiblie" présenté à son entrée E+.

Sans la moindre hésitation, sans la

moindre confusion, le signal sortie du comparateur ne peut prendre qu'une valeur maximale, proche du (+) alimentation si le niveau du signal entrée (en E+) est un 1 affaibli, ou une valeur minimale, proche du (-) alimentation si le signal présenté en entrée est un 0 affaibli.

Réintroduisons le signal sortie du comparateur dans la cellule de mémoire, nous réécrivons la donnée précédemment enregistrée, nous rénovons, nous rafraîchissons la mémoire...

Parfois, le microprocesseur utilisant des mémoires de ce type comporte le dispositif de rafraîchissement, qu'il actionne toutes les deux millisecondes.

Mais le dispositif se rencontre également intégré chez les mémoires elles-mêmes.

Précisons que les mémoires en technologie MOS, élaborées selon les principes que nous venons de voir se prêtent à l'écriture et à la lecture, par adressage, mais n'oublions pas qu'une coupure d'alimentation en énergie électrique fait perdre les données enregistrées !

## TERMINOLOGIE

Le moment est venu que nous accordions un peu de notre attention au sigle RAM, lequel fleurit le langage des... initiés (?).

Un sigle est un groupe de lettres initiales constituant l'abréviation d'ensembles de mots fréquemment utilisés.

Permettez-nous de donner au passage un exemple authentiquement historique, lequel montre combien l'humour a toujours été apprécié (et même fort recherché !) outre-Atlantique, dans la constitution d'un sigle.

En 1944, pendant la seconde guerre mondiale, dès le samedi 12 août, en fin de matinée, deux mois et 6 jours

après le débarquement (mardi 6 juin), entré en service Pluto.

Il ne s'agissait pas du chien, héros naïf des dessins animés de Walt Disney, mais du Pipe-Line Under The Ocean, l'oléoduc immergé entre l'île de Wight et Cherbourg, qui commençait à transiter du carburant pour les armées alliées.

De magnifiques panneaux représentant le Pluto des dessins animés fléchait immédiatement les accès au terminal de Cherbourg...

Au cours de l'avant-dernier entretien de cette série (Led n°118), nous avons démonté le mécanisme de quelques montages construits autour de circuits intégrés compteurs et compteurs/décompteurs.

Le dernier des montages présentés était un générateur de nombre aléatoire (Random Number Generator, en langue anglaise).

Un tel système délivre un nombre aléatoire quelconque, au hasard, parmi dix, "au petit bonheur" (la chance) !

En matière de mémoires, le sigle RAM est souvent utilisé, abréviation de Random Access Memory, traduit usuellement par Mémoire à Accès Aléatoire.

Il faut entendre par Random la notion de possibilité d'accéder, au choix, à une mémoire unitaire quelconque d'une matrice, au hasard des nécessités, au gré de l'opérateur et... sans aléa !

Rappelons que le système d'adressage permet d'accéder séparément, exclusivement, à une mémoire unitaire quelconque de la matrice en introduisant, dans les sélecteurs colonnes et les sélecteurs rangées, les nombres, les mots clés (en langage binaire) affectés spécifiquement aux fils de colonne et de rangée qui conduisent à la cellule de mémoire concernée.

Traduire et interpréter sont deux

actions différentes !

Jusqu'à présent, les mémoires dont nous avons étudié le fonctionnement se prêtent tout à la fois à l'écriture et à la lecture de données.

Voilà qui nous fait préférer leur désignation par MEMOIRES VIVES, expression officialisée de cette double fonction.

Nous consacrerons notre prochain entretien aux MEMOIRES MORTES. Les mémoires vives perdent les données enregistrées lorsque leur alimentation en énergie électrique est coupée, les mémoires mortes les conservent...

Mais disons-nous bien que mémoires vives et mémoires mortes sont toutes du type RAM, étant donné que nous pouvons accéder "aléatoirement", exclusivement, spécifiquement à une quelconque de leurs cellules unitaires, grâce à l'adressage. Une mémoire n'ayant pas besoin de rafraîchissement, du genre des TTL que nous avons étudiées, est qualifiée de MEMOIRE STATIQUE.

Par contre, les mémoires réalisées en technologie MOS, dont nous venons d'analyser le fonctionnement, qui exigent le rafraîchissement, sont qualifiées, pour cette raison, de MEMOIRES DYNAMIQUES. Une mémoire vive peut donc être de type statique ou de type dynamique...

## CAPACITE DES MEMOIRES

Le peu d'énergie électrique exigée pour le fonctionnement des cellules de mémoire, chez les dernières générations MOS, autorise une densité très élevée d'intégration, conduisant à l'obtention de circuits intégrés aux capacités prodigieuses de cellules de mémoire unitaires.

Une cellule unitaire bistable, nous le savons, enregistre, mémorise une donnée de valeur 0 ou 1, un bit d'information.

Les bascules organisées se prêtent

# L'électronique numérique

au traitement de mots binaires, classiquement de 4, 8, 16 et 32 bits. Conventionnellement, le mot de 8 bits est appelé octet.

En expression binaire, le nombre  $2^{10}$  est celui qui est le plus proche (1 024) du nombre décimal 1 000. Il correspond à 1 024 bits/8, soit 128 octets.

Aussi le kilobit, symbolisé par la lettre K, unité conventionnelle universelle d'évaluation de capacité, du nombre de cellules que possède un système, a été défini comme représentant 1 024 cellules unitaires de mémoire, soit  $2^{10}$  cellules...

Les capacités des mémoires, présentées sous forme de circuits intégrés, sont évaluées selon l'échelle des puissances successives de 2, ce qui nous vaut les expressions de 2, 4, 8, 16, 32, 64 K, etc.

Prenons l'exemple d'une mémoire dont l'adressage s'effectue par un octet, un mot de 8 bits, vers les colonnes comme vers les rangées.

Ce mot de 8 bits, mot binaire qui s'écrit avec des 0 et des 1, a pour valeur maximale  $2^8 = 256$ , en décimal.

Un sélecteur d'adresses, dont le nombre d'entrées "colonnes" est de 256 et dont le nombre d'entrées "rangées" est également de 256, assure l'accès à  $256 \times 256 = 65\,536$  cellules unitaires.

La capacité de la mémoire considérée est de 64 K...

Concrétisons par l'exemple d'un circuit intégré genre 4164, mémoire RAM dynamique, de capacité 64 K, à 16 broches ( $2 \times 8$  pattes), dont la figure 20 représente le brochage.

L'alimentation du circuit intégré est assurée par ses broches 16 (+) et 8 (-).

La broche 1 est celle d'accès à la commande Refreshment, dont la barre nous précise que l'opération de rafraîchissement (c'est bien cela !) est commandée par une impulsion négative.

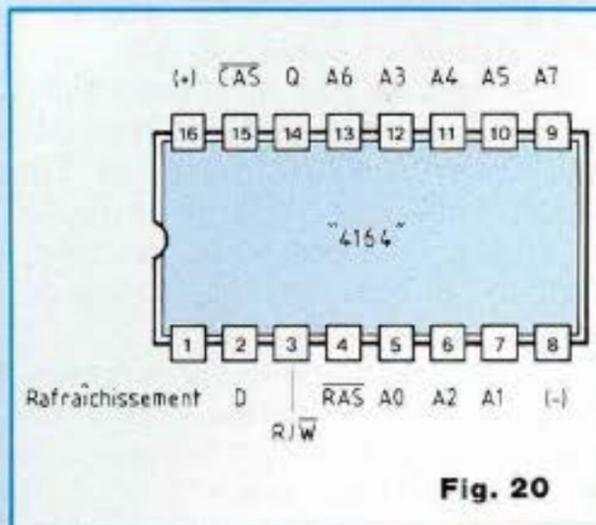


Fig. 20

La donnée à mémoriser est introduite par la broche 2 (D), elle est restituée en Q (broche 14).

La broche 3 est indexée  $\overline{R/W}$ , elle est une broche unique pour deux commandes, comme celle Shift/Load d'un registre à décalage (notre entretien précédent).

Un niveau 1 appliqué sur la broche 3 place la mémoire en position Read (Lecture), cependant qu'un niveau 0 la place en position Write (Ecriture).

La broche 4 est indexée  $\overline{RAS}$ . Une impulsion négative sur cette broche a pour effet d'activer la commande Row Address Strobe, qui signifie validation de l'adressage "rangées".

La broche 15 est indexée  $\overline{CAS}$ . Une impulsion négative sur cette broche a pour effet d'activer la commande Column Address Strobe, celle de validation de l'adressage "colonnes".

Les huit autres broches du circuit intégré sont indexées A0 à A7, ce qui fait bien les 8 bits de l'octet d'adressage !

Lorsque la commande  $\overline{RAS}$  est activée, les 8 bits de l'adresse présentés aux bornes d'accès A7 à A0 sont canalisés vers les rangées.

Lorsque la commande  $\overline{CAS}$  est activée, les bits d'adresse présentés aux mêmes bornes sont acheminés vers les colonnes, lesquelles sont indexées dans l'ordre A15 à A8.

Il convient d'orchestrer le basculement des commandes, en synchronisation avec l'entrée de l'octet dans le sélecteur adresse.

Le circuit intégré genre M 414 256 a une capacité de 256 K, soit  $256 \times 1\,024 = 1\,048\,576$  bits, un million de bits, un méga-bit, symbolisé universellement par 1 M, ou 1 000 K... Il comporte 18 broches ( $2 \times 9$  pattes), il est pourvu de 10 entrées d'adressage colonnes indexées A0 à A9, ces 10 entrées servant également, nous venons de le voir, à l'adressage de 10 rangées.

$2^{10} = 1\,024$ , en décimal. La matrice de cette mémoire intégrée est constituée de 1 024 colonnes et 1 024 rangées, donc  $1\,024 \times 1\,024 = 1\,048\,576$  cellules unitaires.

Le M 414 256 est capable de traiter 1 M...

Nous avons consacré ce long mais utile entretien aux mémoires vives, statiques et dynamiques, à accès aléatoire.

Toutes ces mémoires se prêtent à l'écriture et à la lecture des données enregistrées, qu'elles perdent lorsque leur alimentation en énergie électrique est coupée.

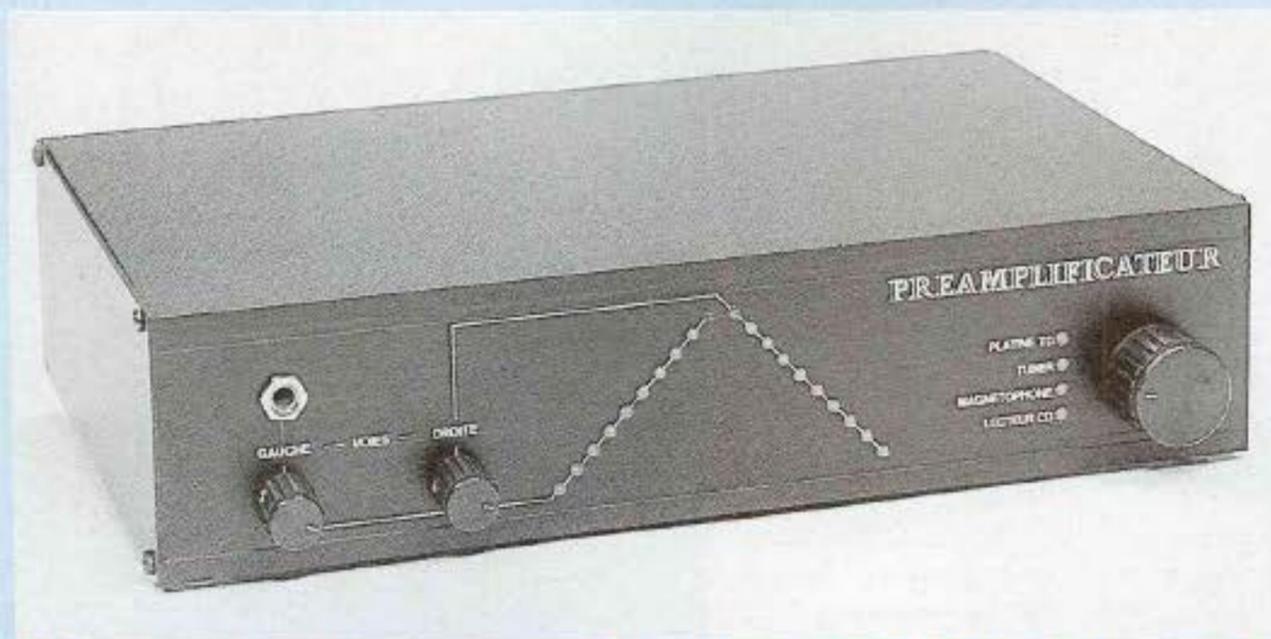
Ne considérons pas cela comme un inconvénient, car de telles mémoires ont leurs destinations particulières. Nous initialisons une machine en lui faisant copier (lire !) un logiciel, qu'elle conservera en mémoire quelque part et qu'elle "oubliera" lorsque nous couperons son alimentation, à l'issue de la séance d'utilisation.

Lorsque nous avons besoin de prendre en mémoire des documents, des programmes à conserver, nous utilisons les mémoires mortes, lesquelles gardent les données enregistrées, une fois coupée leur alimentation.

Nous allons maintenant franchir ensemble la porte de leur domaine !

Georges Matoré

# PREAMPLIFICATEUR STEREO PURE CLASSE A 4 ENTREES/SORTIE ENREGISTREMENT



Nous vous l'avons annoncé dans le n° 114 de Led, lors de la publication du bloc de puissance stéréo en pure classe A de 2x40 Weff, voici donc la réédition de l'étude du Préamplificateur qui fonctionne parfaitement avec l'Amplificateur cité ci-dessus. Les lecteurs qui se déplaceront à Paris lors du Forum du Kit qui aura lieu cette année les 15, 16 et 17 octobre à la Porte de Bagnole, hôtel Novotel, ne pourront qu'être agréablement surpris par l'écoute de cet ensemble.

Les principales améliorations se situent au niveau de l'alimentation stabilisée symétrique mais surtout sur l'étage haut niveau remanié. Des lecteurs se sont plaints du souffle produit par leur Préamplificateur, celui-ci étant dû dans la plupart des cas à des NE5534 plus ou moins asthmatiques, achetés à bas prix. D'autres lecteurs, par l'impossibilité de réduire le volume à 0 (ou presque). Le zéro absolu n'a d'ailleurs aucun intérêt, car lorsqu'on met en service le Préamplificateur, c'est de toute évidence pour écouter de la musique, alors 0 ou presque 0 ! Cette impossibilité était due à un manque d'appairage des résistances

d'entrées de 20 k $\Omega$  à  $\pm 1\%$  (nous n'avons pas osé vous demander, comme il l'aurait fallu avec ce schéma, des tolérances de  $\pm 0,1\%$ ). Des lecteurs ne nous avaient pas non plus compris quand, lors des réglages du "préampli haut niveau", nous disions de régler l'ajustable multitours à la même valeur ohmique que celle du potentiomètre. Il est indispensable de mesurer la résistance du potentiomètre et non de se contenter de lire sa valeur sur le corps, la tolérance est de  $\pm 10\%$ . Nous n'avons pas voulu trop modifier la première version de ce Préamplificateur afin que les lecteurs déjà en possession de celui-ci puissent, s'ils le souhaitent, apporter les amé-

liorations non négligeables tant au niveau du bruit qu'à celui du réglage de volume.

Voyons donc maintenant ensemble l'étude théorique et pratique de ce Préamplificateur pure classe A.

## LES SCHEMAS UTILISES

Le synoptique de cet appareil est proposé en figure 1. Nous y voyons cinq étages interconnectés entre eux. Un sélecteur à relais REED permet de sélectionner la source d'entrée désirée et cela au plus près des prises CINCH afin de réduire au maximum bruits et accrochages.

Les disques "vinyl" ayant toujours leur place (même en 1994 !) pour des écoutes de qualité dans nos "chaumières", nous avons gardé la section "préampli RIAA".

L'étage "préampli haut niveau" va recevoir et traiter toutes les sources issues des CINCH d'entrées. C'est l'étage à "bichonner".

Le VU-mètre à diodes électroluminescentes et à entrée ajustable permet, en fonction de la sensibilité de votre Amplificateur, de vous avertir des risques de surcharge de celui-ci.

L'alimentation stabilisée symétrique délivre des tensions de  $\pm 15$  volts et une tension de +22 V à +25 V redressée, filtrée uniquement.

### • LE PREAMPLIFICATEUR RIAA

C'est un étage qui demande beaucoup d'attention dans le choix des composants passifs comme actifs.

Le gain en tension y étant important, les transistors doivent impérativement être des très faibles bruits. Des essais concluants ont été réalisés avec des BC413 ou des BC547C. D'autres semiconducteurs peuvent faire le travail, il suffit de rechercher des transistors petits signaux 0,1 A/45 V.

Le schéma de ce "préamplificateur RIAA bas niveau" est proposé en figure 2, il s'agit d'un étage classique à deux transistors NPN avec contre-réaction sélective entre collecteur du transistor de sortie et émetteur du transistor d'entrée.

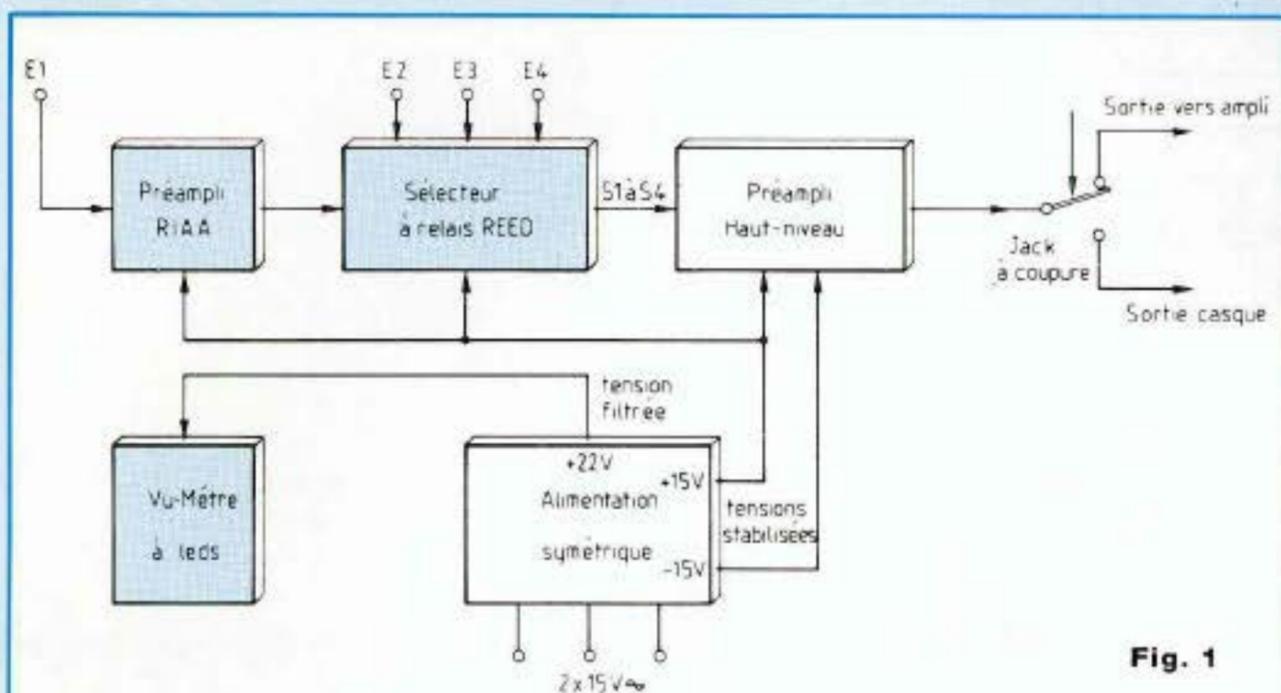


Fig. 1

contre-réaction sélective est classique et comprend deux cellules R.C. reliées en série.

La suppression des condensateurs C3 et C4 permet de disposer d'une entrée dite linéaire pour microphone de type haute impédance, ce qui peut être intéressant dans le cas d'une sonorisation.

La tension d'alimentation de +10 V est obtenue à partir de la tension stabilisée de +15 V, au travers de la résistance R12. Ce potentiel est fixé par la diode zener Z1 dont le bruit propre à ce composant est filtré par le condensateur C2.

### • LE SELECTEUR D'ENTREES

Il utilise des relais REED 1 R/T, comme l'indique la figure 3. En position repos, les entrées non utilisées sont mises à la masse.

Nous avons prévu 4 entrées, ce qui nous paraît suffisant, puisque toutes les sources usuelles sont disponibles :

- platine vinyl/ou microphone haute impédance,
- lecteur CD,
- tuner,
- magnétophone lecture/enregistrement.

Le quatrième relais (RL4) permet une commande de monitoring du magnétophone. La position repos (R) permet de diriger le signal sélectionné à la "CINCH enregistrement", tandis que sa position travail (T) permet d'y raccorder le magnétophone.

Le commun est, quant à lui, relié à l'entrée du "préampli haut niveau". Le sélecteur d'entrée est du type 3 circuits/4 positions.

Le premier circuit S1.a sert à la commutation des relais REED des entrées platine vinyl, lecteur CD, tuner, magnéto, tandis que le deuxième circuit S1.b allume les diodes LED situées en face avant du Préamplificateur.

### • LE PREAMPLIFICATEUR HAUT NIVEAU

Son schéma de principe fait l'objet de la figure 4. On remarque tout de suite la similitude avec les blocs Amplificateurs classe A, notamment

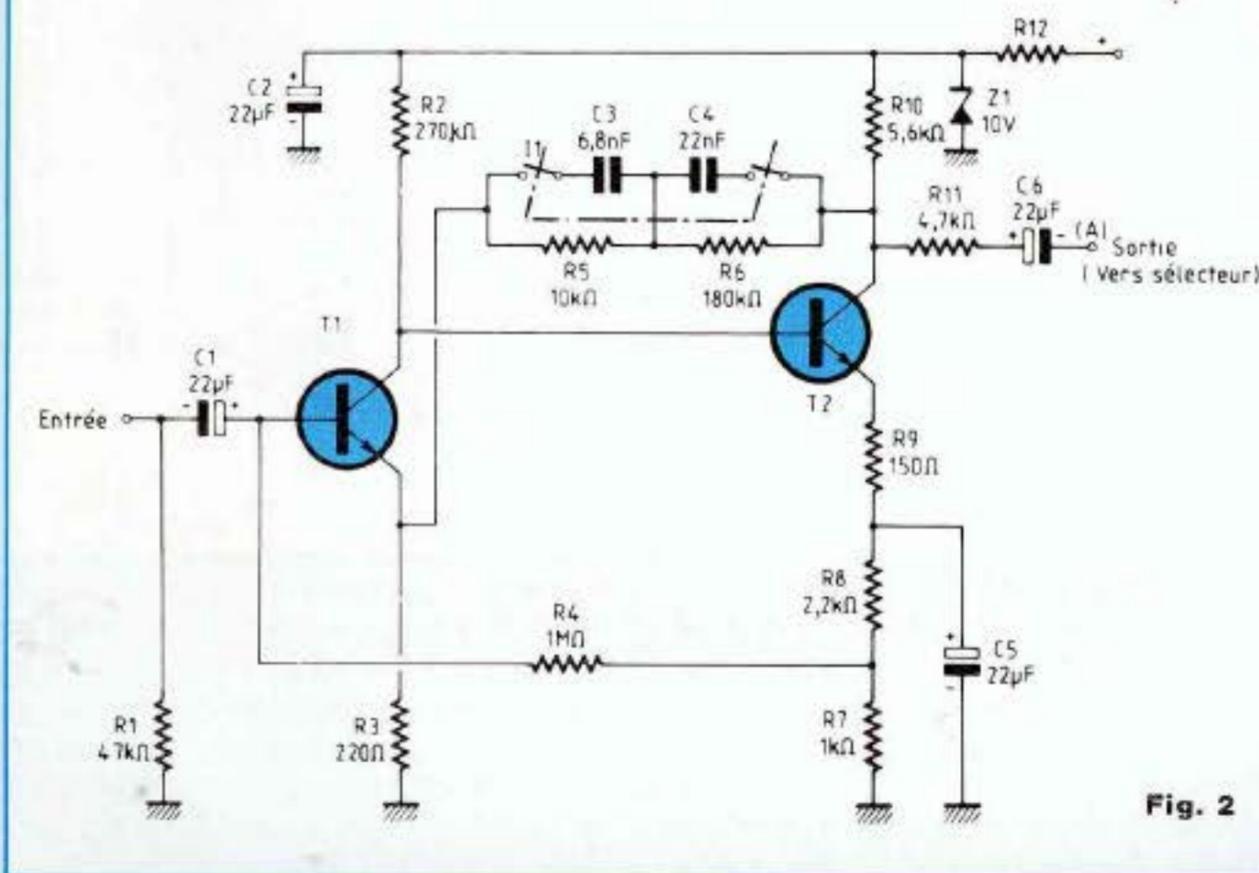


Fig. 2

Le tandem T1/T2 doit fortement amplifier les quelques millivolts délivrés par une cellule magnétique (de l'ordre de 5 mV), tout en corrigeant la courbe de réponse qui doit suivre au mieux la courbe théorique RIAA. Pour des raisons techniques, à la gravure des vinyls, les basses fréquences étaient atténuées à l'inverse des aigus qui, eux, étaient amplifiés.

La fréquence charnière se situe à 1 kHz, donc à 0 dB.

A la lecture, il faut ainsi constam-

ment corriger l'amplitude du signal de part et d'autre de cette fréquence charnière de 1 kHz, amplifier les basses fréquences et atténuer les fréquences élevées :

- amplification de +19,3 dB à 20 Hz,
- atténuation de -19,6 dB à 20 kHz.

L'entrée du "préamplificateur RIAA" est chargée par une résistance de 47 kΩ, c'est en général l'impédance recommandée pour la plupart des cellules magnétiques. La

# PREAMPLIFICATEUR CLASSE A STEREO

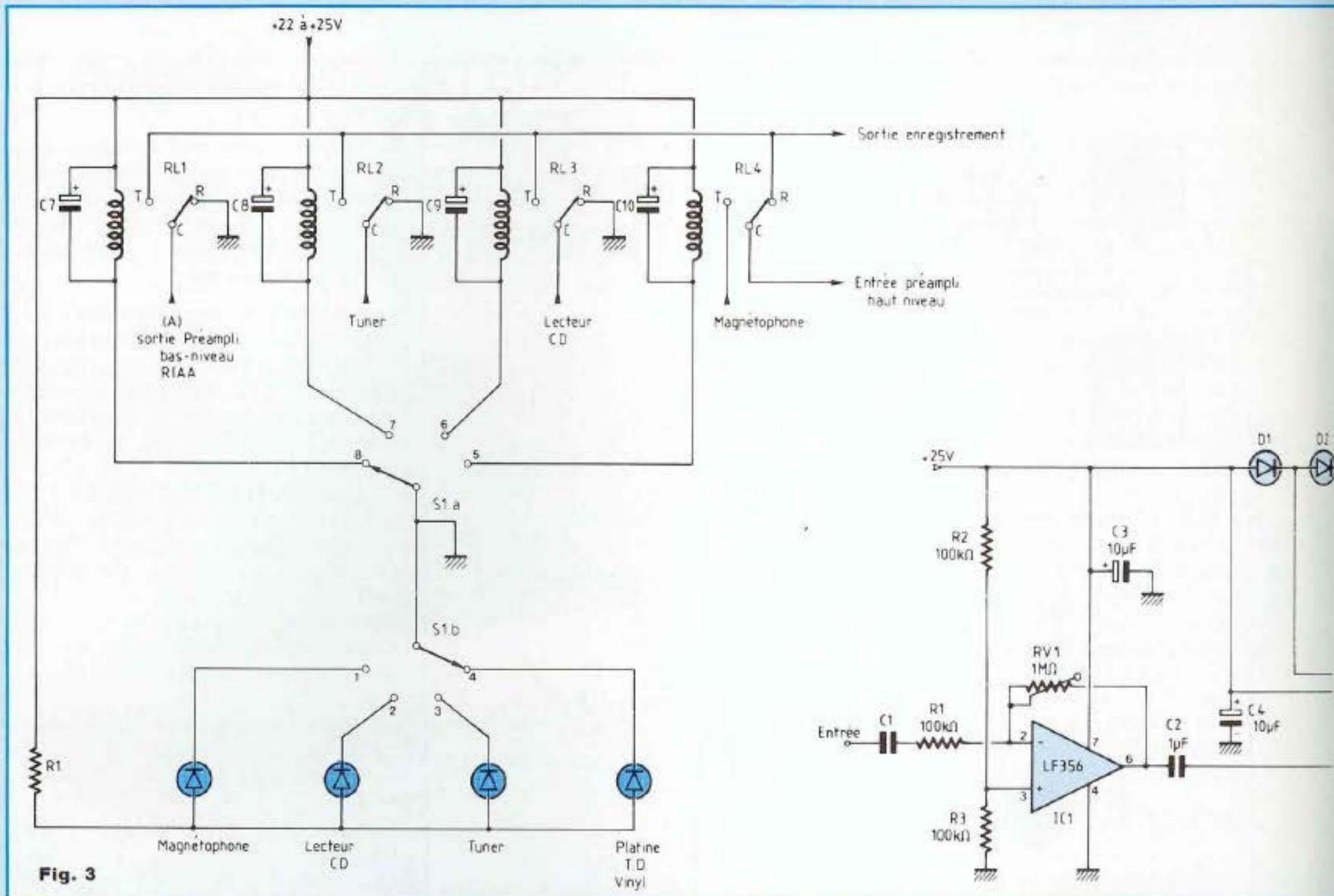


Fig. 3

avec celui de  $2 \times 40$  Weff publié dans les n<sup>os</sup> 114 et 115.

Le raccordement Préampli/Ampli donne accès à des écoutes superbes et particulièrement avec un lecteur CD qui permet de mettre en évidence la dynamique des enregistrements.

Les membranes des boomers voient leurs déplacements parfaitement maîtrisés, même aux très basses fréquences, pas d'affolement, d'oscillations incontrôlées, le son reste toujours très propre.

De par la présence du transistor MOSFET en amplification, le médium et l'aigu sont d'une finesse et d'une précision excellentes.

Il en va de même lors d'une écoute au casque. La distorsion de croisement étant inexistante en classe A, quel que soit le niveau d'écoute, le

son reste pur, limpide, précis.

Voyons plus en détails le fonctionnement de cet étage amplificateur d'un prix de revient dérisoire !

Entrées inverseuse et non-inverseuse de l'ampli op IC1/LM344H (encore lui !) sont chacune reliées à une résistance de même valeur, ici R1/R2 de 20 kΩ 1%. La tolérance de ces deux résistances devant être de 0,1% pour un fonctionnement optimum de IC1, conscient des difficultés d'approvisionnement de nos lecteurs, nous avons contourné le problème en introduisant un ajustable d'équilibrage RV1. Le signal n'est donc plus appliqué aux extrémités communes de R1/R2 (voir Led n°99) mais au curseur de RV1.

Ce curseur est relié à un condensateur de liaison C1 qui isole, après

s'être chargé, le montage de toute tension continue néfaste pouvant se présenter à l'entrée.

Une autre particularité de cet étage "préampli haut niveau" réside dans la commande de volume située dans l'entrée non-inverseuse du LM344H. Le potentiomètre P1 de 220 kΩ est monté en résistance variable.

Là également, il faut assurer l'égalité  $P1 = RV2$ . Pour y parvenir facilement, nous utilisons un ajustable multitours en contre-réaction de IC1. Précisons qu'il s'agit de l'égalité ohmique à mesurer au contrôleur et non de se contenter de ce qui est imprimé sur le corps du potentiomètre P1, sachant que la tolérance est de  $\pm 20\%$  ! Le gain en tension  $Av = 0$  est obtenu lorsque le curseur de P1 est à la masse.

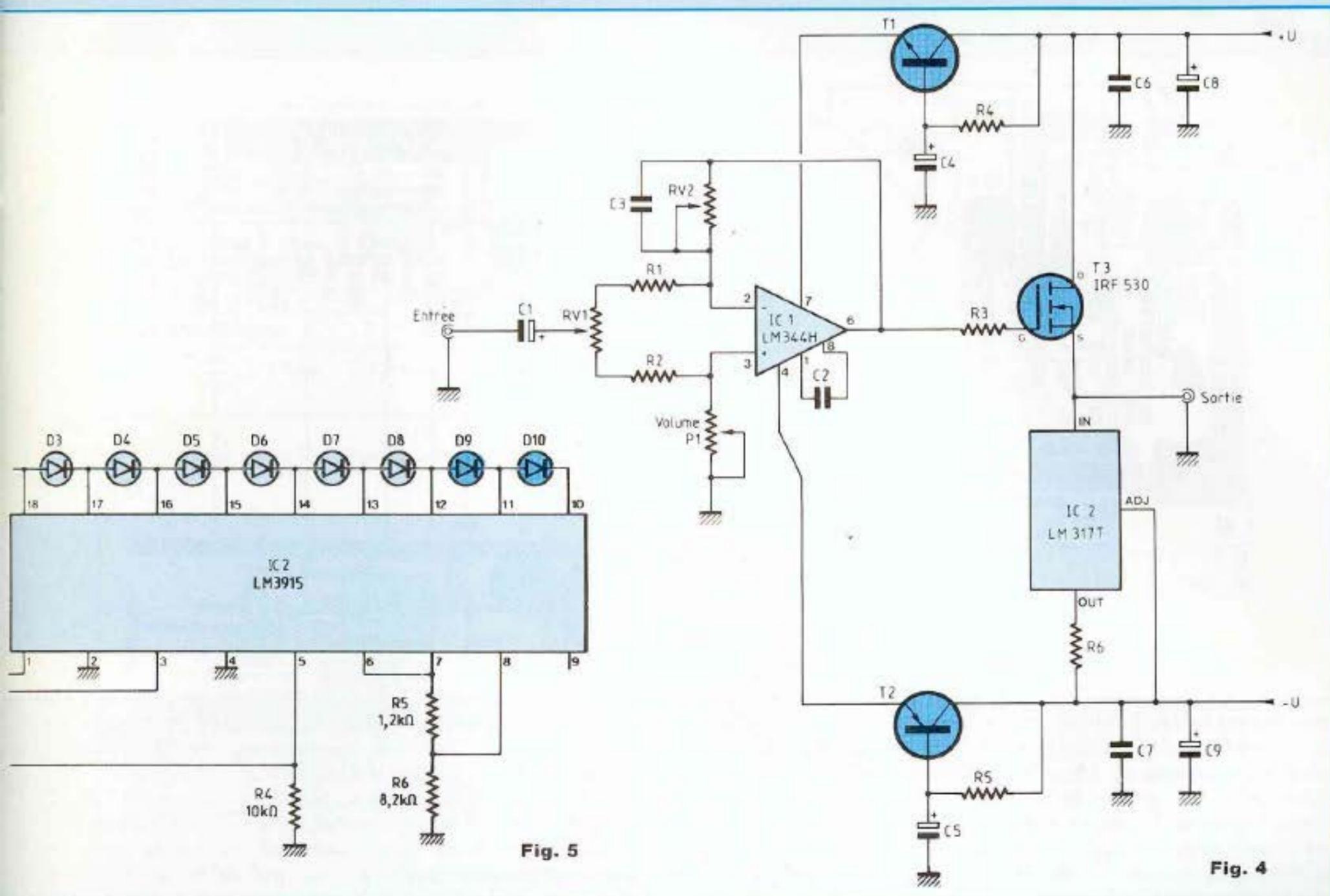


Fig. 5

Fig. 4

Plus le curseur se déplace vers l'entrée non-inverseuse de IC1 et plus le gain AV augmente. Le maximum étant obtenu par le rapport

$$\frac{P1}{R2 + \frac{RV1}{2}}, \text{ soit } \approx 10,7.$$

Le condensateur C3 en shunt sur le multitours RV2 permet de limiter la réponse de l'ampli op aux fréquences élevées, cependant la parfaite stabilité de fonctionnement de cet étage permet de le supprimer. Nous verrons cela plus loin avec des oscillogrammes.

Le condensateur C2 entre les broches (1) et (8) du LM344H lui évite toute envie d'entrer en oscillation.

Le signal d'entrée amplifié est prélevé sur la broche (6) de IC1 par la résistance de gate R3.

Le LM344H est alimentée en  $\pm 15$  volts au travers de cellules de "filtrage électronique". Les fortes valeurs des résistances R4 et R5 permettent d'obtenir avec les condensateurs C4 et C5 des constantes de temps  $\theta$  de 2 secondes, ce qui se traduit par une montée temporisée des potentiels aux bornes de IC1. Ainsi, celui de la broche (6) reste-t-il toujours voisin du 0 V.

Le transistor de puissance T1, un MOSFET IRF530, travaille en pure classe A. Son courant de repos  $I_o$  est généré par un LM317T, celui-ci est déterminé par la résistance R6, de par la relation  $I_o = \frac{1,25}{R6}$ .

De ce courant dépend la puissance disponible en sortie du "préampli haut niveau", point intéressant pour une écoute au casque. Ne pas des-

cendre la valeur de R6 au-dessous de  $8,2 \Omega$  afin d'éviter tout échauffement excessif des dissipateurs.

Avec un casque ayant une impédance de  $32 \Omega$  (valeur que l'on retrouve fréquemment avec des écouteurs de Walkman), il est possible de tirer une puissance de l'ordre de 350 mWeff, de quoi vous exploser les tympans !

L'alimentation stabilisée de  $\pm 15$  V appliquée au "préampli haut niveau" est parfaitement filtrée par les condensateurs C6, C7, C8 et C9.

#### • LE VU-METRE

Son schéma de principe est un grand classique, comme l'indique la figure 5. Nous avons choisi le LM3915 de National Semiconductor, composant disponible chez tous les revendeurs de composants.



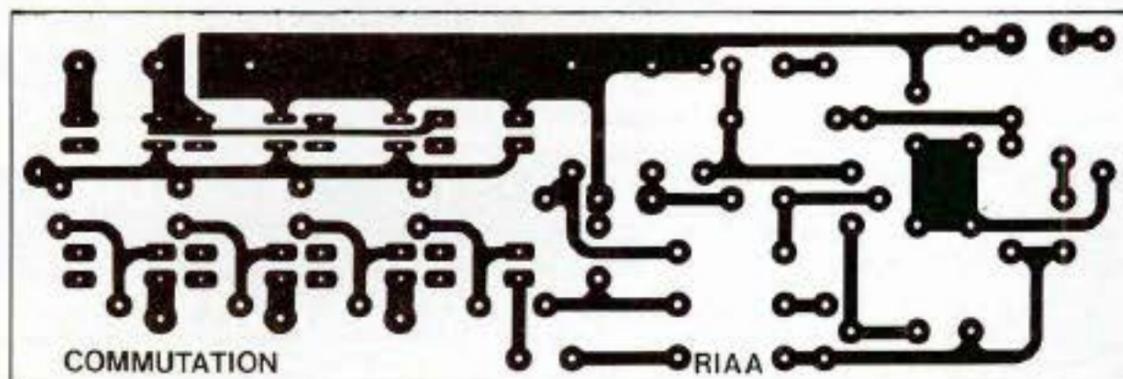


Fig. 7A

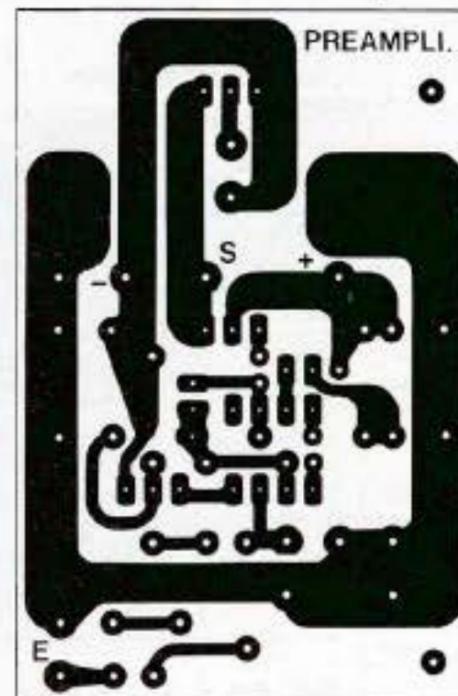


Fig. 7B

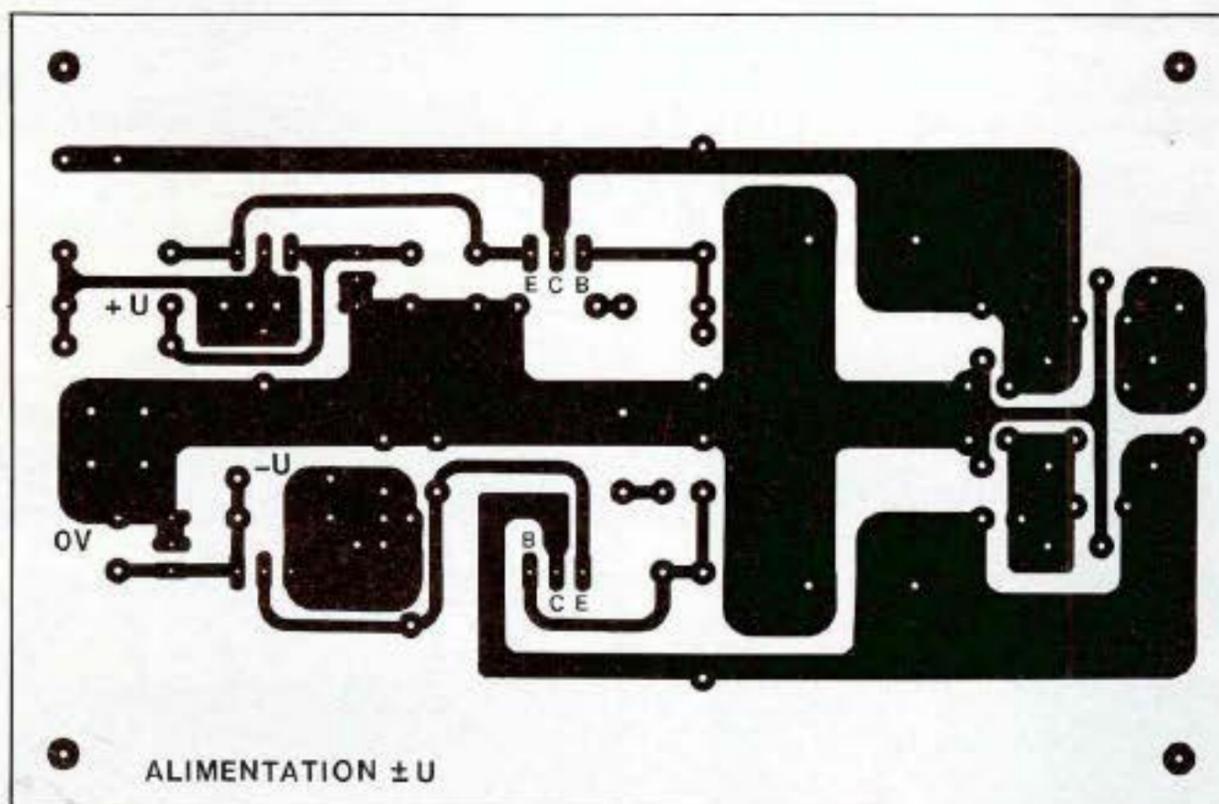


Fig. 7C

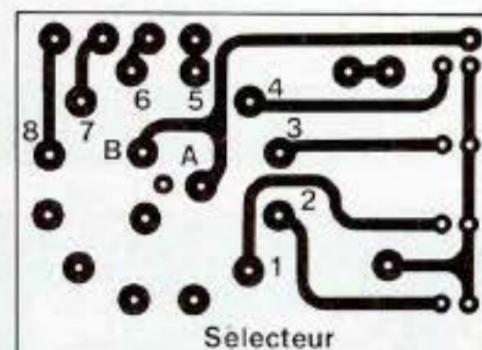


Fig. 7E

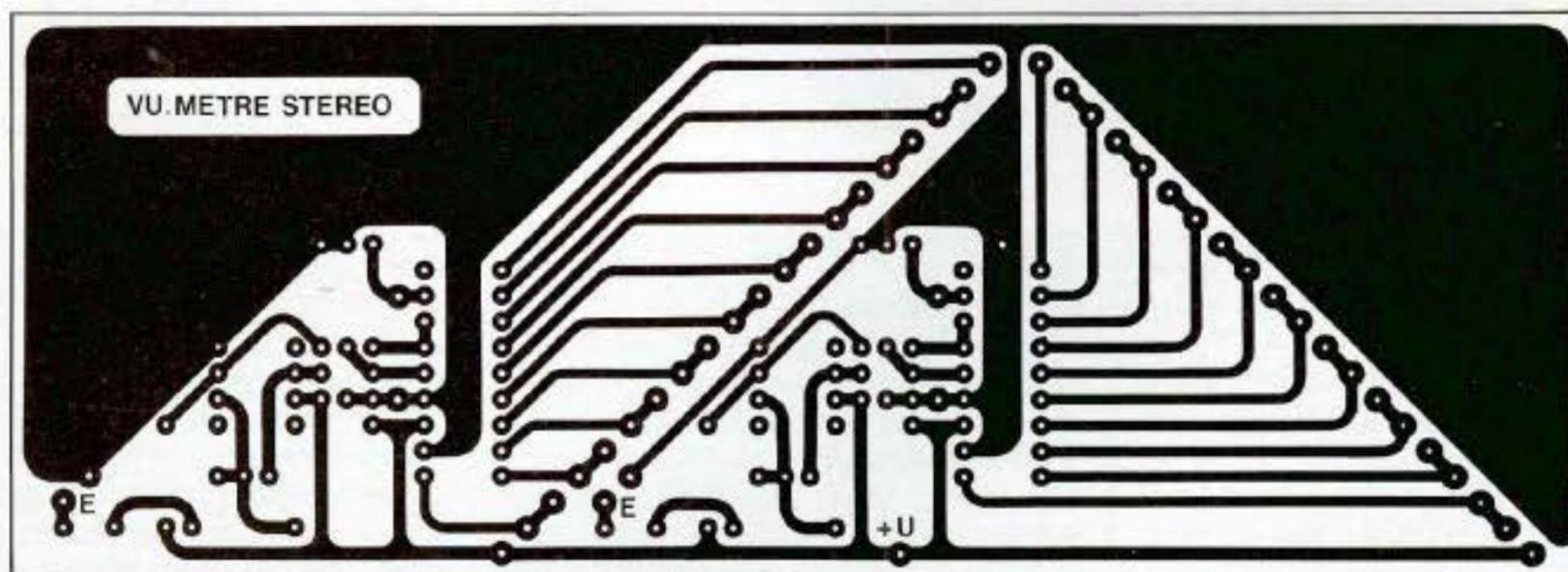


Fig. 7D

# PREAMPLIFICATEUR CLASSE A STEREO

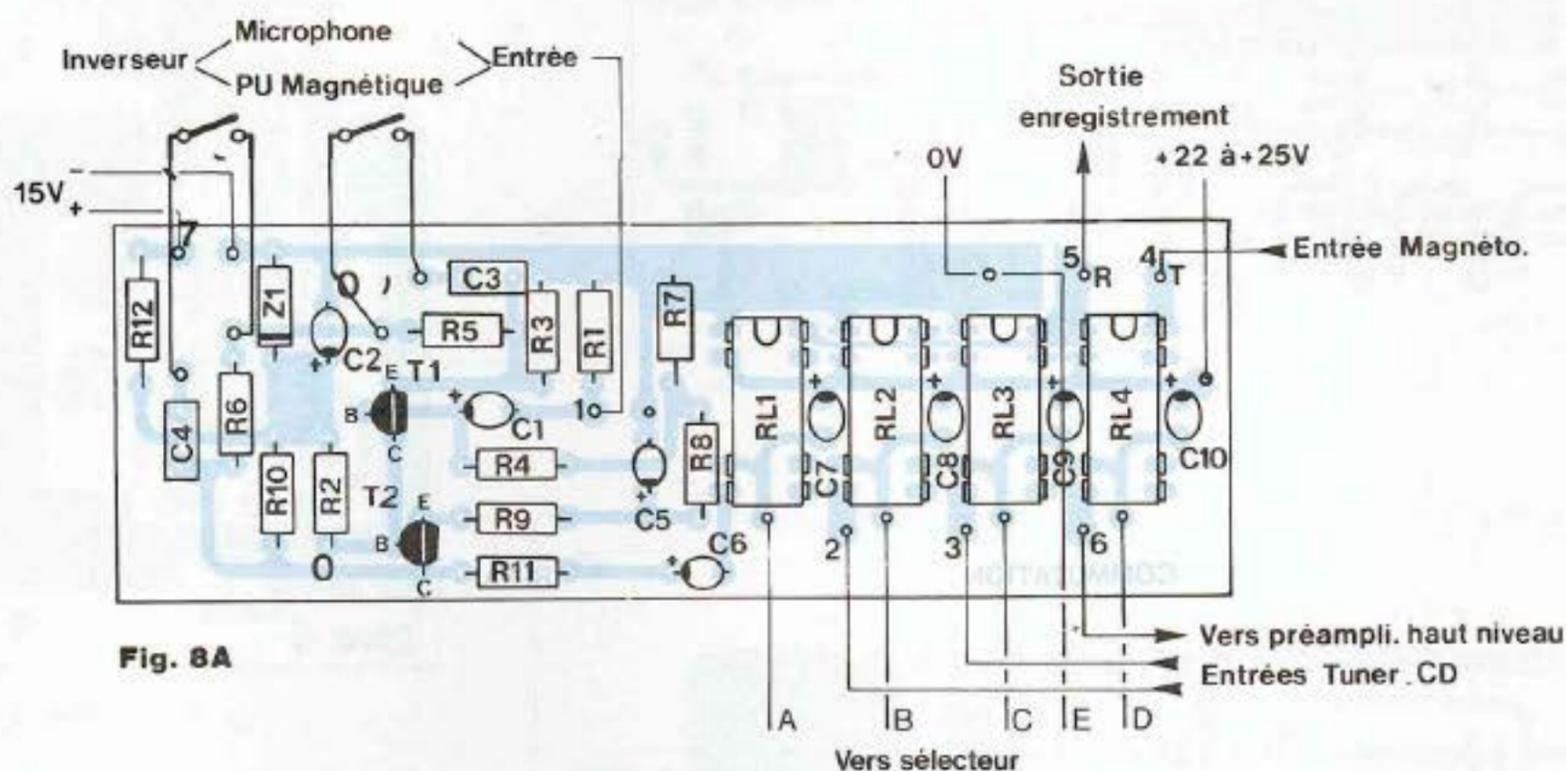


Fig. 8A

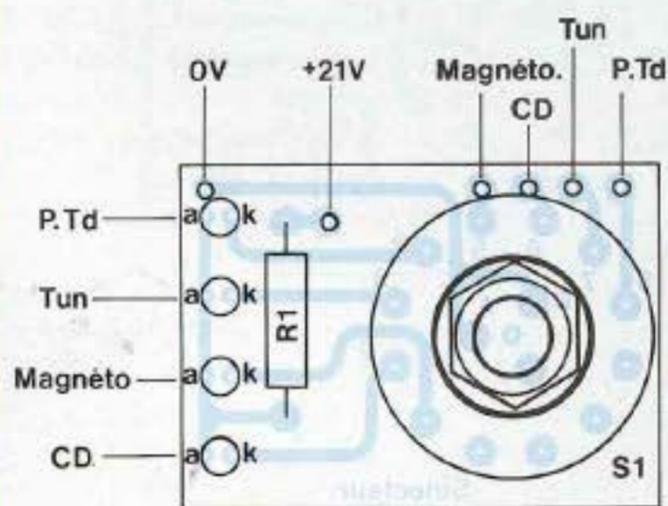


Fig. 8E

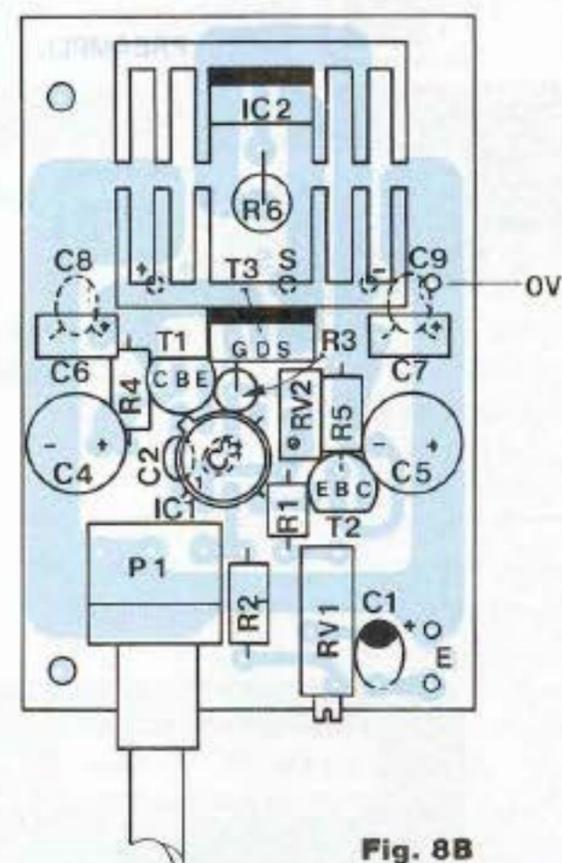
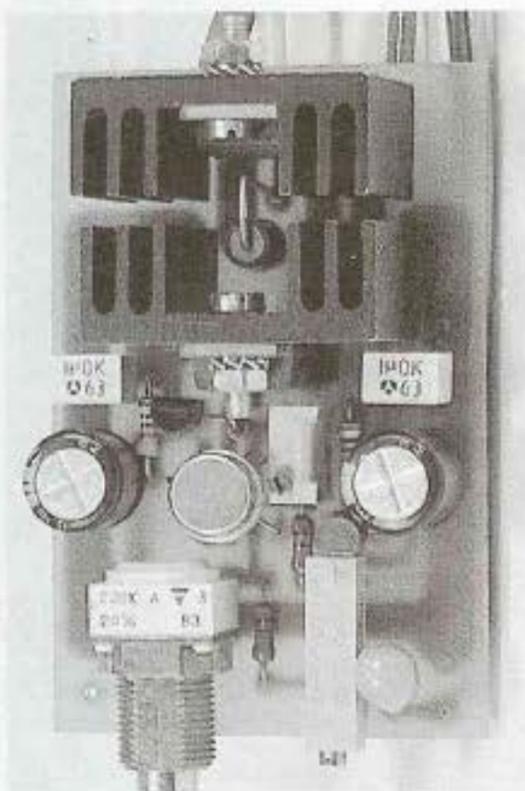


Fig. 8B

plificateur bas niveau" et du sélecteur de fonction 4 entrées à relais REED.

— Fig. 7B : implantation du "préamplificateur haut niveau" avec commande de volume.

— Fig. 7C : alimentation stabilisée symétrique  $\pm 15$  V avec pré-régulation.

— Fig. 7D : VU-mètre stéréophoni-

que à  $2 \times 10$  diodes électroluminescentes.

— Fig. 7E : implantation du C.I. du commutateur de source 4 entrées et visualisation par diodes LED.

### • LES MODULES

Les différents circuits imprimés étant gravés, percés et découpés, reste la pose des composants et leur soudage.

Rien de bien compliqué, un peu d'attention vous évitera toute erreur.

**Respectez bien le sens** des composants polarisés : chimiques, semi-conducteurs.

Commencez toujours le câblage par les composants les moins épais afin que ceux-ci soient bien plaqués contre l'époxy du C.I.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### PREAMPLI RIAA/COMMUTATION (à prévoir en double exemplaire)

- Résistances à couche métallique  $\pm 5\%$  - 0,5 W (sauf indication)

R1 - 47 k $\Omega$   
 R2 - 270 k $\Omega$   
 R3 - 220  $\Omega$   
 R4 - 1 M $\Omega$   
 R5 - 10 k $\Omega$ /1%  
 R6 - 182 k $\Omega$ /1%  
 R7 - 1 k $\Omega$   
 R8 - 2,2 k $\Omega$   
 R9 - 150  $\Omega$   
 R10 - 5,6 k $\Omega$   
 R11 - 4,7 k $\Omega$   
 R12 - 620  $\Omega$

- Condensateurs non polarisés au pas de 5,08

C3 - 6,8 nF  
 C4 - 22 nF

- Condensateurs tantale goutte  
 C1, C2, C5, C6 - 22  $\mu$ F/16 V  
 C7, C8, C9, C10 - 22  $\mu$ F/25 V

- Semiconducteurs

T1, T2 - BC 413 ou tout modèle très faible bruit genre BC 651 - BC 547C  
 Z1 - Zener 10 V/500 mW

- Divers

RL1 à RL4 - relais REED 24 V/1 RT  
 Fils en nappe (5 conducteurs)  
 Inverseur si entrée microphone utilisée  
 Câble blindé  
 Picots à souder<sup>2</sup>

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### PREAMPLI HAUT NIVEAU (à prévoir en double exemplaire)

- Résistances à couche métallique 1% - 1/4 W

R1, R2 - 20 k $\Omega$   
 R3 - 1 k $\Omega$   
 R4, R5 - 20 k $\Omega$

- Résistance bobinée 3 W

R6 - 15  $\Omega$  (8,2  $\Omega$  mini.)

- Potentiomètre pour C.I.

P1 - 220 k $\Omega$  log (ou lin à défaut).

- Ajustables multitours

RV1 - 1 k $\Omega$  15 tours horizontal  
 RV2 - 500 k $\Omega$  25 tours vertical

- Condensateurs pas 5,08

C6, C7 - 1  $\mu$ F

- Condensateurs tantale goutte

C1 - 33  $\mu$ F/25 V  
 C8, C9 - 10  $\mu$ F/25 V

- Condensateurs électrochimiques

C4, C5 - 100  $\mu$ F/63 V

- Condensateurs céramiques

C2 - 10 pF  
 C3 - rien à 20 pF

- Semiconducteurs

IC1 - LM344H  
 IC2 - LM317T  
 T1 - MPSA06  
 T2 - MPSA56  
 T3 - IRF530

- Divers

2 dissipateurs pour boîtier TO220  
 Visserie de 3 x 15 mm

Les semelles métalliques des boîtiers TO220 des IRF530 et LM317T sont vissées contre des dissipateurs. Bien plaquer également ces dissipateurs contre le circuit imprimé en soudant les pattes des semiconducteurs afin que ceux-ci ne puissent pas se toucher et provoquer des courts-circuits.

Les ailettes des modèles utilisés ne laissent qu'un espace de 3 mm entre elles.

La résistance bobinée R6 est soudée debout entre les deux radiateurs, de même pour la résistance de gate R3. Le multitours RV2 est réglé à la même valeur ohmique que celle du potentiomètre P1, soit environ 220 k $\Omega$ . Servez-vous de votre multimètre. Le multitour RV1 a son curseur positionné à mi-course, soit 500  $\Omega$ . L'ampli op a sa sortie (8) repérée par un petit ergot. Ce boîtier cylindrique à 8 sorties doit tout d'abord être transformé en boîtier Dual In Line de 2 x 4 broches. Aidez-vous pour cela d'une pince plate. L'insertion du LM344H sur le circuit imprimé doit présenter son ergot détrompeur en haut à gauche, potentiomètre P1 vers soi.

Il est préférable de souder, si vous décidez de l'insérer, le condensateur céramique C3 côté pistes cuivrées, car sa valeur pouvant varier de quelques pF à 20 pF, il sera plus facile d'accès que s'il est soudé sous le boîtier de IC1. Plus la valeur de C3 augmente et plus la bande passante se réduit dans le haut du spectre. Par contre, le son devient moins dur, moins agressif. La décision doit être prise à l'écoute, en fonction du tweeter de l'enceinte.

Les condensateurs C8 et C9 sont également soudés côté pistes cuivrées. Attention aux polarités.

— L'implantation de "l'alimentation symétrique" de la fig. 8C ne pose pas de problèmes particuliers. Le plan de câblage est suffisamment explicite.

Évitez de souder les condensateurs à l'envers, les tantales gouttes n'apprécient pas du tout.

— Le plan de câblage du VU-mètre

— L'implantation du "préampli RIAA/commutation" fait l'objet de la fig. 8A.

Tous les plans de câblage ont leurs éléments repérés R1, C1, T1... Ces composants sont répertoriés dans les nomenclatures.

Si vous ne souhaitez pas disposer de l'entrée "Microphone haute impédance", supprimez l'inverseur et

soudez deux straps en utilisant des queues de résistances.

— L'implantation du "préampli haut niveau" vous est proposée en fig. 8B.

Les potentiomètres sont des modèles à picots pour circuit imprimé, ce qui évite le câblage de fils ainsi que les risques d'erreurs, d'accrochages ou de pannes.

# PREAMPLIFICATEUR CLASSE A STEREO

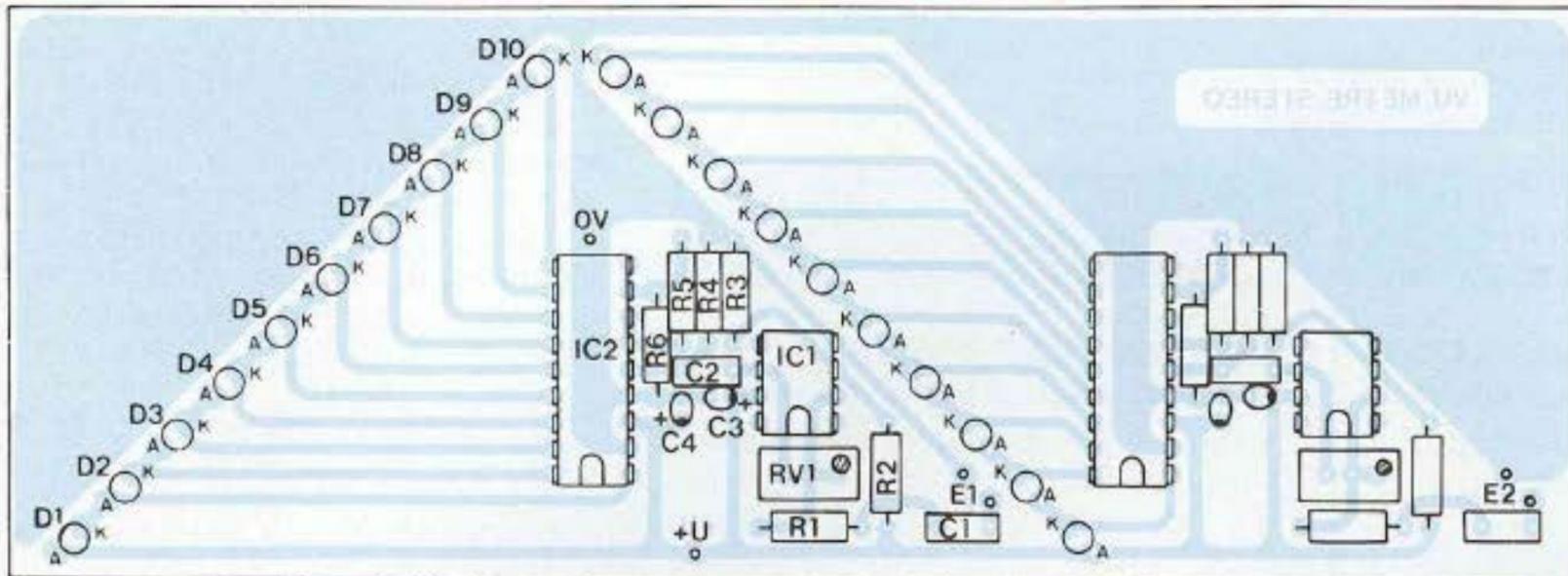


Fig. 8D

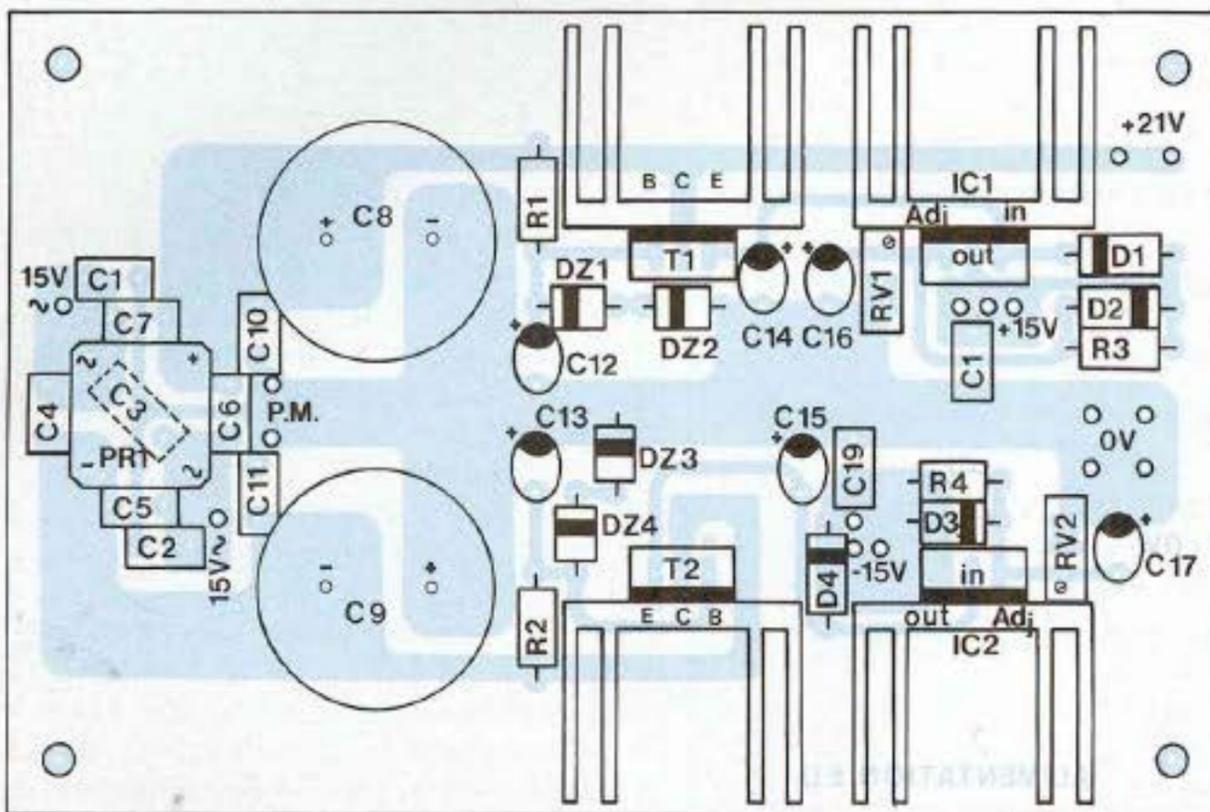


Fig. 8C

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ALIMENTATION SYMETRIQUE

± 15 V et + 22 V... 25 V

• Résistances à couche métallique  
± 5% - 1/2 W

R1, R2 - 2,2 kΩ

R3, R4 - 120 Ω

• Ajustables multitours

RV1, RV2 - 5 kΩ

• Condensateurs électrochimiques  
C8, C9 - 4 700 μF/40 V sorties radiales

• Condensateurs tantale goutte

C12, C13 - 10 μF/25 V

C14, C15 - 1 μF/25 V

C16, C17 - 47 μF/25 V

• Condensateurs pas 5,08/63 V

C1, C2, C3 - 0,1 μF

C4, C5, C6, C7 - 10 nF

C10, C11 - 0,1 μF

C18, C19 - 1 μF

• Semiconducteurs

PR1 - pont 6 A/600 V

T1 - TIP31C

T2 - TIP32C

Z1, Z2, Z3, Z4 - 9,1 V/1,3 W

IC1 - LM317T

IC2 - LM337T

D1, D2, D3, D4 - 1N 4001

• Divers

TR1 - transfo torique 220 V/2 × 15 V/50 VA

Int. - inter. unipolaire

Fus. - fusible + porte-fusible C.I.

4 dissipateurs pour boîtier TO220

Picots à souder

### SELECTEUR D'ENTREES

1 commutateur rotatif pour C.I.

3 c/4 p

4 diodes LED rouge Ø 3 mm

1 résistance 1 kΩ/3 W bob.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### VU-METRE

(à prévoir en double exemplaire)

• Résistances à couche métallique  
± 5% - 0,5 W

R1 - 100 kΩ

R2 - 100 kΩ

R3 - 100 kΩ

R4 - 10 kΩ

R5 - 1,2 kΩ

R6 - 8,2 kΩ

• Condensateurs non polarisés  
pas 5,08

C1 - 1 μF/63 V

C2 - 1 μF/63 V

• Condensateurs tantale goutte

C3 - 10 μF/25 V

C4 - 10 μF/25 V

• Ajustable 25 tours

RV1 - 1 MΩ

• Semiconducteurs

IC1 - LF 356

IC2 - LM 3915

D1 à D8 - LED verte Ø 3 mm

D9 - LED orange Ø 3 mm

D10 - LED rouge Ø 3 mm

en fig. 8D ne présente également aucune difficulté. Nous n'avons référencé que les composants d'une seule voie, les deux étant identiques.

— Le petit module du sélecteur en fig. 8E se passe de commentaire !

## VERIFICATIONS/ESSAIS

Avant de fixer tous ces modules dans le coffret, nous allons en vérifier le fonctionnement un à un.

1. Commençons par l'alimentation, cela va de soi, puisqu'elle va alimenter toutes nos cartes.

Le transformateur torique de  $2 \times 15 \text{ V} \sim$  soudé au module, le primaire relié au secteur  $220 \text{ V} \sim$ , agir sur les multitours RV1 et RV2 de façon à obtenir les deux tensions symétriques  $\pm 15 \text{ V}$ .

Après redressement et filtrage, les tensions aux bornes des condensateurs réservoirs C8 et C9 sont de l'ordre de  $\pm 21 \text{ V}$  à  $\pm 25 \text{ V}$  suivant le secteur EDF.

Attention au repérage des deux enroulements secondaires du torique, ils doivent être reliés en série pour disposer du point milieu. La tension alternative aux deux extrémités est donc de  $30 \text{ V}$ .

2. L'essai de la carte "préampli haut niveau" ne pose pas de problème particulier.

Charger la sortie avec une résistance de  $10 \text{ k}\Omega$ , elle simulera l'impédance d'entrée de nos Amplificateurs classe A par exemple.

Relier les fils d'alimentation  $\pm 15 \text{ V}$  aux pastilles marquées (+), (0 V), (-).

Utiliser pour cela du câble de section  $1 \text{ mm}^2$  de couleur :

- rouge pour le (+) ;
- vert pour le (-) ;
- bleu pour le (0 V).

Prévoir des longueurs de  $30 \text{ cm}$ .

Relier l'entrée (E) à un générateur BF (celui publié dans le n°117 par exemple) calé sur la fréquence de  $1 \text{ kHz}$ .

Mettre l'alimentation sous tension et vérifier le potentiel de  $+14,4 \text{ V}$  sur la broche 7 du LM344H et  $-14,4 \text{ V}$  sur la broche 4.

Les deux dissipateurs doivent tiédir avec une résistance R6 de  $15 \Omega$ .

Relier un oscilloscope aux bornes de la charge de  $10 \text{ k}\Omega$ .

Mettre le potentiomètre de volume à 0 et, avec l'ajustable RV1, faire en sorte d'obtenir en sortie, aux bornes de la  $10 \text{ k}\Omega$ , un signal minimum (ne pas oublier d'injecter un signal en entrée !).

Voici quelques relevés effectués sur le prototype :

— Sur une charge de  $10 \text{ k}\Omega$  et à la fréquence de  $1 \text{ kHz}$ , signal de sortie max. de  $20 \text{ V c.à c.}$  ( $8 \text{ V}_{\text{eff}}$ ) pour une sensibilité d'entrée de  $2,2 \text{ V c.à c.}$  ( $840 \text{ mV}_{\text{eff}}$ ), ce qui correspond à un gain de 9,5 (voir oscillogramme A).

— La tension continue présente aux bornes de la charge est de  $-3,2 \text{ V}$ . Il ne faut donc pas relier la sortie du Préamplificateur à l'entrée d'un Amplificateur à liaison directe.

— La bande passante s'étend de  $10 \text{ Hz}$  à  $50 \text{ kHz}$  à  $0 \text{ dB}$  en l'absence de condensateur de compensation C3.

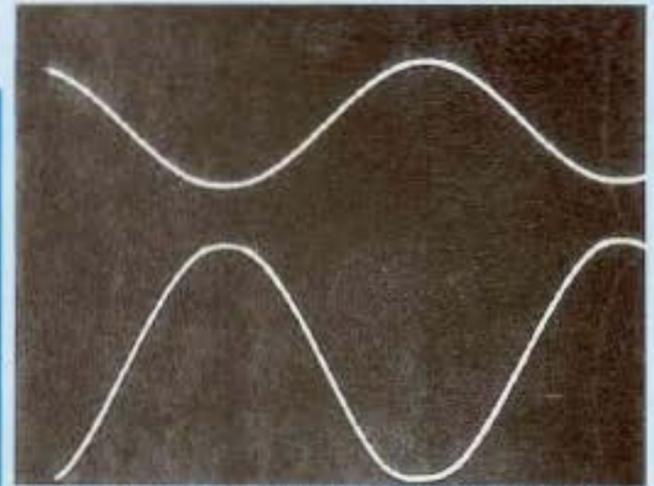
— L'oscillogramme C montre un signal carré à  $1 \text{ kHz}$  avec une amplitude de  $15 \text{ V c.à c.}$  (signal du bas).

— L'oscillogramme D est obtenu à une fréquence de  $10 \text{ kHz}$ , on ne constate aucun pic sur le signal de sortie du bas. Il est très propre. Amplitude également de  $15 \text{ V c.à c.}$  (les pics sur le signal d'entrée sont dus à un dérèglement de la voie B du scope).

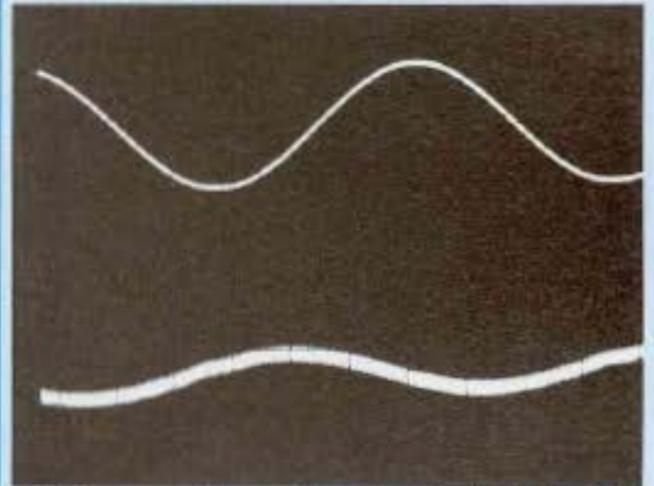
— L'oscillogramme E est pris à une fréquence de  $100 \text{ Hz}$ , toujours avec une amplitude de  $15 \text{ V c.à c.}$  en sortie et aux bornes de la charge de  $10 \text{ k}\Omega$ . Nous voyons donc au vu de ces oscillogrammes avec quelle maîtrise le Préamplificateur va driver l'Amplificateur !

3. La vérification de la carte VU-mètre est rapide, il suffit d'ajuster la sensibilité d'entrée au moyen du multitours RV1. Cette sensibilité qui est celle de votre Amplificateur doit permettre de faire s'illuminer la dernière diode électroluminescente de couleur rouge, D10.

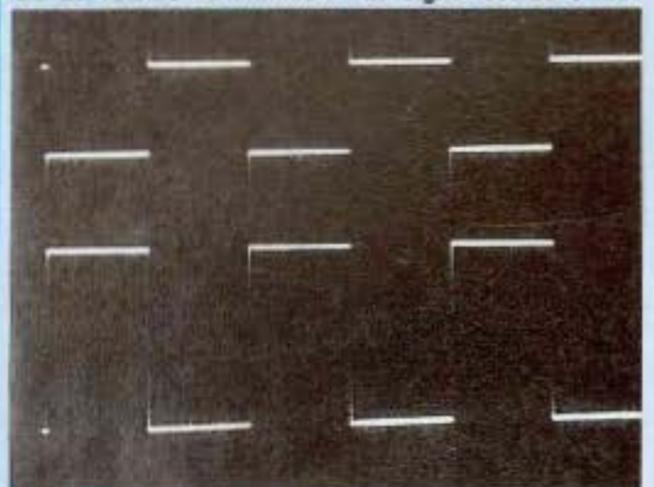
Ce module s'alimente en  $+22 \text{ V}$  filtrés. Injectez un signal à la fré-



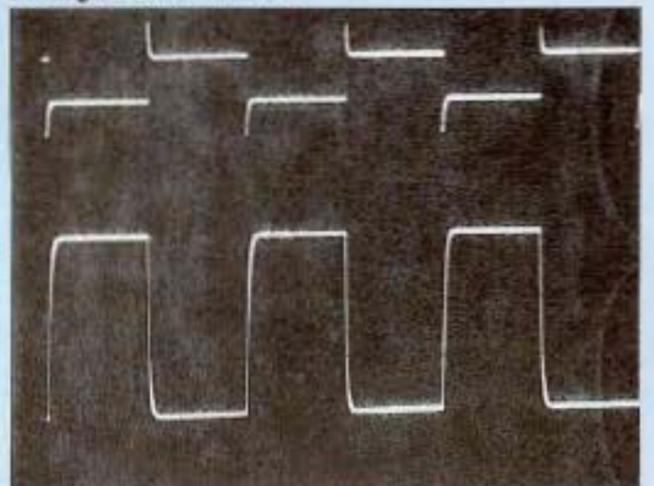
A. Signal sinusoïdal de fréquence  $1 \text{ kHz}$ . En haut, signal d'entrée max. admissible de  $2,2 \text{ V c.à c.}$ . En bas, signal de sortie à la limite de l'écrêtage (alternance négative) de  $20 \text{ V c.à c.}$ . Le potentiomètre de volume est au maximum.



B. Mêmes conditions : fréquence et signal d'entrée de  $2,2 \text{ V c.à c.}$ . En bas, signal de sortie, potentiomètre de volume au minimum. Le signal est de  $5 \text{ mV}$ .

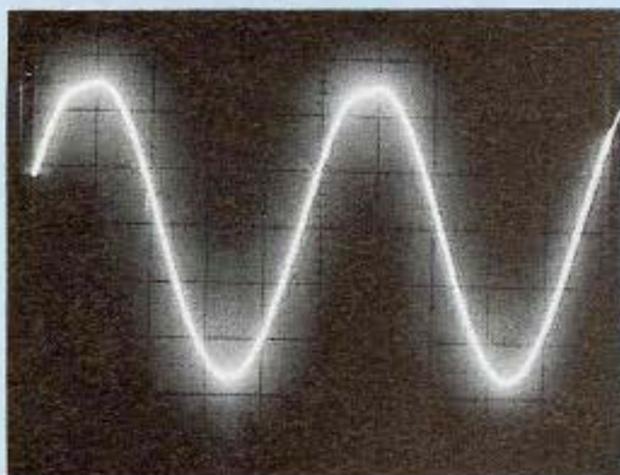


C. Signal carré à  $1 \text{ kHz}$ .



D. Signal carré à  $10 \text{ kHz}$ . Il est très propre, sans pic de dépassement.

# PREAMPLIFICATEUR CLASSE A STEREO



E. Signal à 1 kHz en sortie du "préampli RIAA".

quence de 1 kHz avec votre générateur, à travers C1, et avec RV1, allonger le ruban lumineux. Le signal aura une amplitude de 5 V c.à c. dans le cas du classe A/70 W.

Effectuez un test identique sur le deuxième canal pour terminer.

4. L'étage préampli RIAA, avec la commutation des sources, terminent ce travail de vérification des modules. Commençons par les relais RL1 à RL4 en alimentant une à une les bobines en +22 V. La polarité (+) étant commune aux 4 relais, appliquez chacune des autres extrémités à la masse. Cinq fils partent à cet effet du module vers le sélecteur. La commutation des REED étant silencieuse, servez-vous d'un contrôleur en position ohmmètre pour vous assurer du basculement repos/travail. Le commun se trouve sur la broche en bas à gauche du relais (ergot détrompeur vers le haut), le repos en haut à gauche et le "travail" en haut à droite.

Pour la section préampli RIAA, la tension d'alimentation est de +15 V régulés. Vérifiez la tension aux bornes de la diode zener Z1, elle doit être de +10 V.

Le plus simple pour la vérification de ce préamplificateur RIAA est d'injecter un signal aux bornes de R1 à une fréquence de 1 kHz, puisqu'à cette fréquence le gain en tension est unitaire. On doit le retrouver entre masse et (-) du condensateur C6. L'oscillogramme E montre le signal à la limite de l'écrêtage.

On peut également vérifier le fonc-

tionnement de la contre-réaction sélective C3-R5/C4-R6 de part et d'autre du 1 kHz. La descente aux basses fréquences entraîne une amplification du signal d'entrée à l'inverse de la montée en fréquence, qui provoque une atténuation.

Pour en terminer avec étage d'entrée, nous allons superposer les deux modules en les maintenant espacés l'un de l'autre par deux entretoises nylon de 15 à 20 mm.

Reliez également entre elles les pastilles similaires des deux modules par des queues de résistances : + et -15 V, + et -22 V, les 5 liaisons "vers sélecteur".

La liaison prise CINCH entrée RIAA se fera avec du câble blindé. Pour les autres entrées, utilisez du fil de câblage ordinaire de 1 mm<sup>2</sup>. De même pour l'interconnexion avec le préampli "haut niveau".

Utilisez du fil en nappe 5 conducteurs pour la liaison "vers sélecteur".

## MISE EN COFFRET

Le coffret du prototype est de marque IDDM et porte la référence PR330. Il est réalisé à partir de deux profilés en aluminium (faces avant et arrière) dans lesquels viennent coulisser les capots supérieur et inférieur, le tout étant maintenu par deux flasques latéraux vissés aux profilés.

Ce type de fabrication facilite grandement le travail des perçages, puisqu'une fois démonté, le coffret se décompose en 6 plaques.

### LE COFFRET PR330

#### • La face avant

Elle nécessite un travail très soigné pour le perçage des 20 trous de Ø 3 mm en forme de V inversé au niveau du VU-mètre.

Une cotation précise n'est pas possible, d'autant moins que l'implantation du circuit imprimé a été faite au pas de 2,54 mm.

Pour contourner ce réel problème et pouvoir néanmoins travailler avec précision, nous vous fournissons un gabarit en figure 9. Chaque pastille

représente l'emplacement exact d'une diode électroluminescente.

Il ne suffit plus que de photocopier cette figure et de la coller contre la face avant comme indiqué en figure 10. On commence par effectuer des trous de repérage, de centrage, de Ø 1 mm et on termine au Ø 3,2 mm.

Le reste du travail est beaucoup plus simple.

#### • La face arrière

Le plan de perçage est dessiné en figure 11. Le diamètre des 12 trous réservés aux prises CINCH sera fonction du modèle châssis vissable employé, Ø 6 mm pour une fiche standard et Ø 8 mm pour un modèle professionnel doré à isolant téflon.

#### • Le capot inférieur

On y fixe tous les modules en les surélevant au moyen d'entretoises nylon de 10 mm de hauteur.

Les deux modules "préamplificateur haut niveau" sont fixés suffisamment en retrait de la face avant pour que les axes des potentiomètres ne dépassent que de 8 à 10 mm. Ainsi, aucun écrou n'est à dissimuler en face avant et il est possible de mettre en place des boutons de petit diamètre.

## MISE EN PLACE

### DES MODULES

Commencer par remonter une partie du coffret PR330, en laissant de côté pour le moment la face arrière et bien entendu le capot supérieur. Le transformateur torique est à éloigner au maximum des prises CINCH afin de minimiser les risques de rayonnement pouvant provoquer de la "ronflette" à 100 Hz.

Le module "VU-mètre" est maintenu par ses 20 diodes électroluminescentes. Il suffit pour cela de coller les 4 diodes extrêmes à l'Araldite pour l'immobiliser en face avant.

Le module "sélecteur" à droite du VU-mètre est fixé par le canon du commutateur rotatif 3 circuits/4 positions.

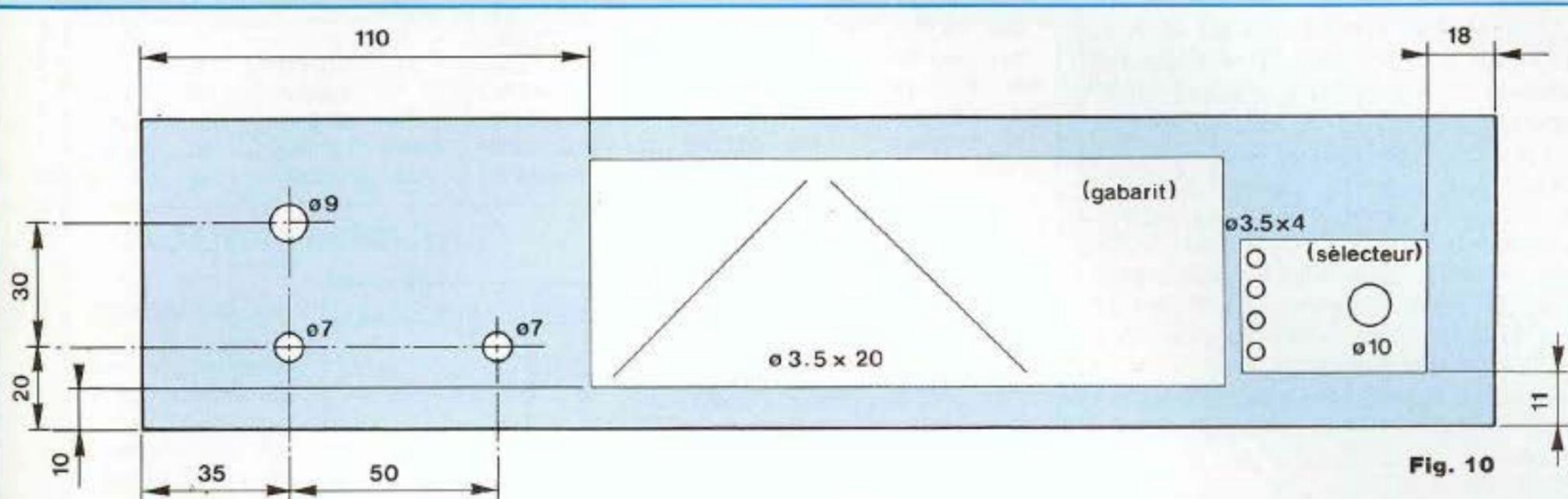
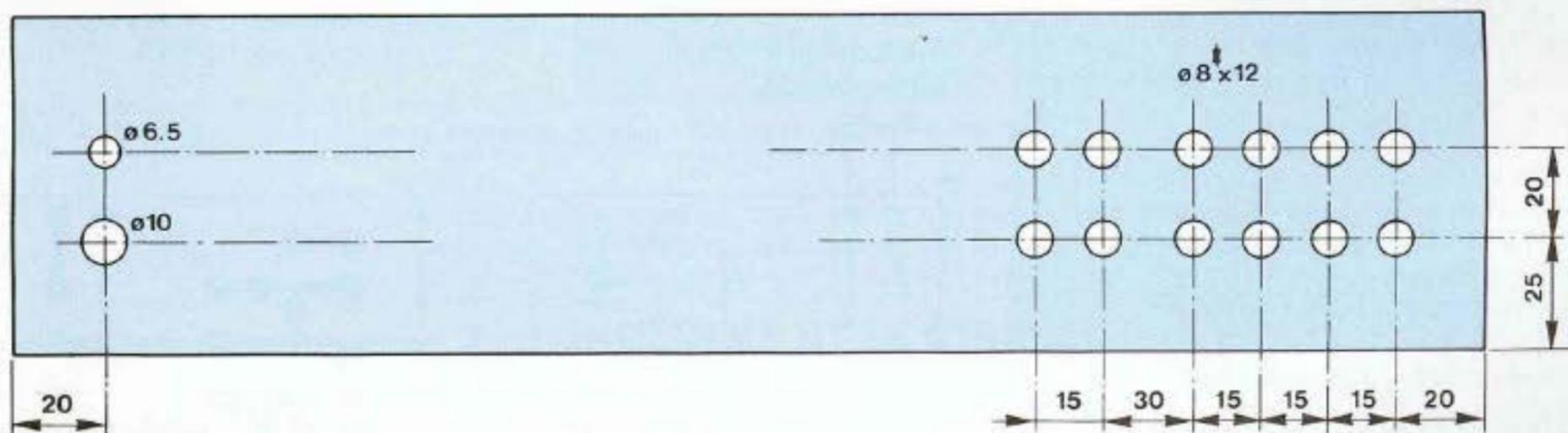
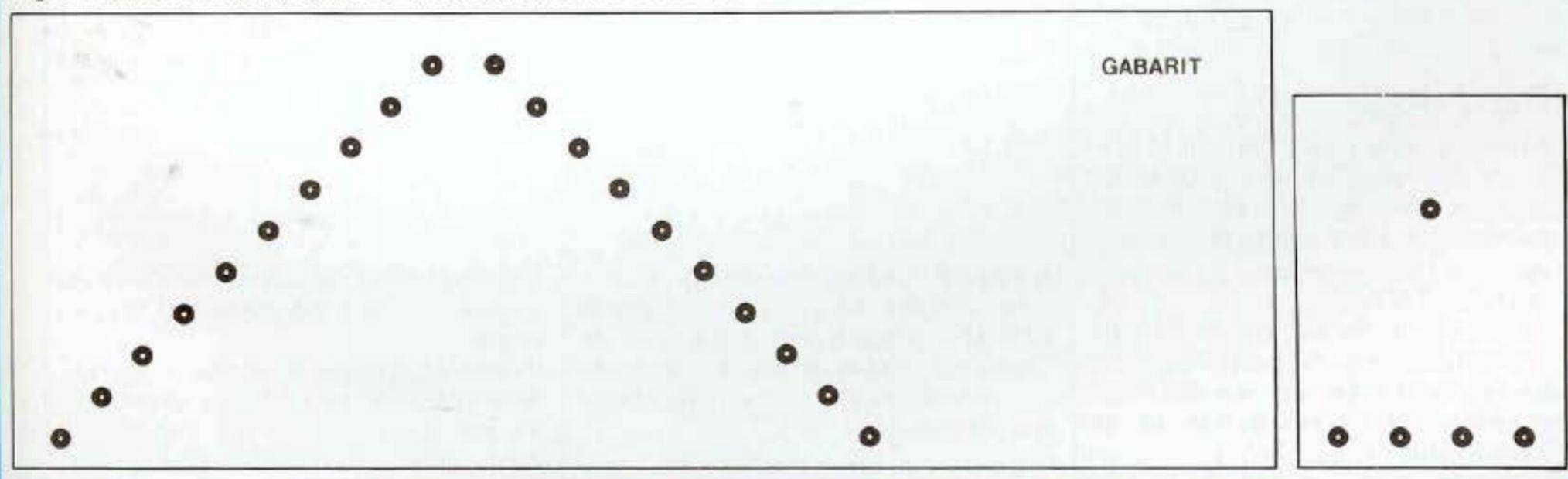


Fig. 10



† (ø6.5 suivant prise) Fig. 11

Fig. 9 : Gabarit de perçage pour la face avant du VU-mètre et du sélecteur.



La prise casque est également vissée à la face avant.

## LES INTERCONNEXIONS

Équipez la face arrière de ses 12 pri-

ses CINCH, de son passe-fil et de l'interrupteur. Seules les deux CINCH réservées à la platine tourne-disques sont équipées de leur cosse de masse. Cependant, elles sont toutes reliées électriquement entre

elles par la face en aluminium.

## LE PREAMPLI RIAA/ COMMUTATION

Soudez du câble de 1 mm<sup>2</sup> aux pastilles réservées aux entrées de la modulation (prévoir des longueurs

# PREAMPLIFICATEUR CLASSE A STEREO

de 10 cm) et numérotées (1) - RIAA, (2) - tuner, (3) - CD, (4) - magnétophone. De même pour la sortie enregistrement (5) et la liaison vers le "préampli haut niveau" (6).

Soudez un câble en nappe 5 conducteurs de 30 cm de long aux pastilles référencées A, B, C, D, E. Raccordez les deux modules RIAA superposés aux points chauds des prises CINCH en faisant des interconnexions les plus courtes possibles.

Si vous avez prévu un inverseur Microphone/PU magnétique, effectuez ensuite le câblage des 8 fils.

Soudez un fil de section 1 mm<sup>2</sup> et de 30 cm de long aux cosses de masse des CINCH. Souder l'autre extrémité au 0 V de l'alimentation.

Vissez la face arrière aux flasques latéraux.

Le travail le plus pénible et le plus délicat est terminé.

Raccordez les fils d'alimentation +15 V, 0 V et +22 V avec une nappe de 3 fils.

## LE PREAMPLI HAUT NIVEAU

Soudez les deux fils véhiculant la modulation des préamplis RIAA (picots 6) aux entrées des deux modules (points chauds).

Les sorties sont à relier toujours avec du câble de 1 mm<sup>2</sup> à la prise casque comme indiqué en figure 12. Reste à raccorder l'alimentation ±15 V.

## LE SELECTEUR

Soudez la nappe de 5 fils en provenance des relais REED aux pastilles repérées A à E. Raccordez le fil d'alimentation +22 V des LED de signalisation à l'alimentation.

## L'ALIMENTATION

Soudez les fils du primaire du torique à l'interrupteur et au porte-fusible. Soudez le cordon secteur à l'interrupteur et à l'autre extrémité du porte-fusible.

Soudez les deux secondaires de TR1 au module alimentation, aux picots repérés 15 V~.

## LE VU-METRE

Alimentez le module en +22 V. Prélevez la modulation au niveau de la prise casque comme indiqué en

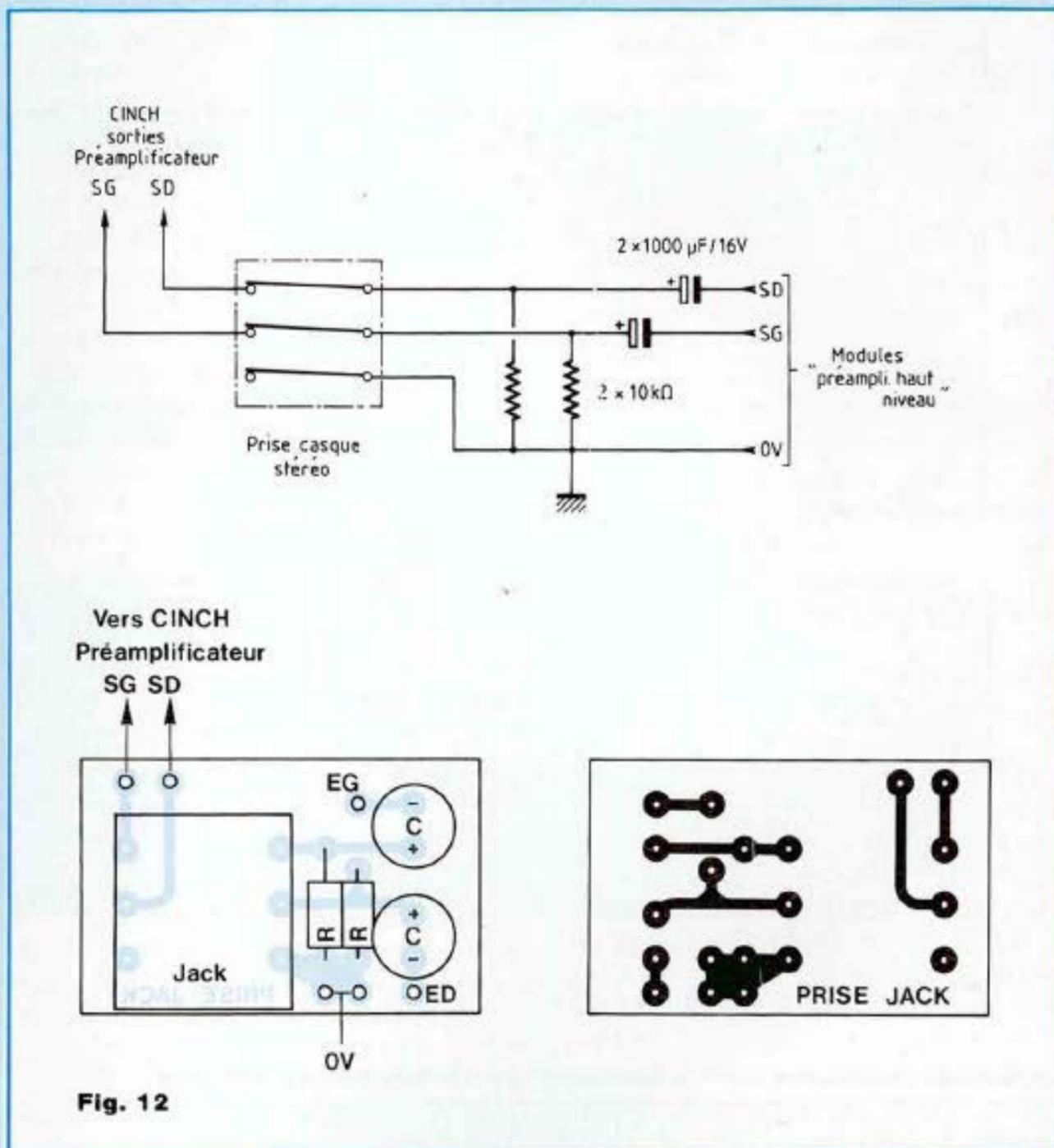


Fig. 12

figure 12. Ces mêmes câbles repartiront ensuite vers les deux prises CINCH encore libres à l'arrière de l'appareil, celles-ci étant réservées au raccordement Préamplificateur/Amplificateur.

## MISE SOUS TENSION

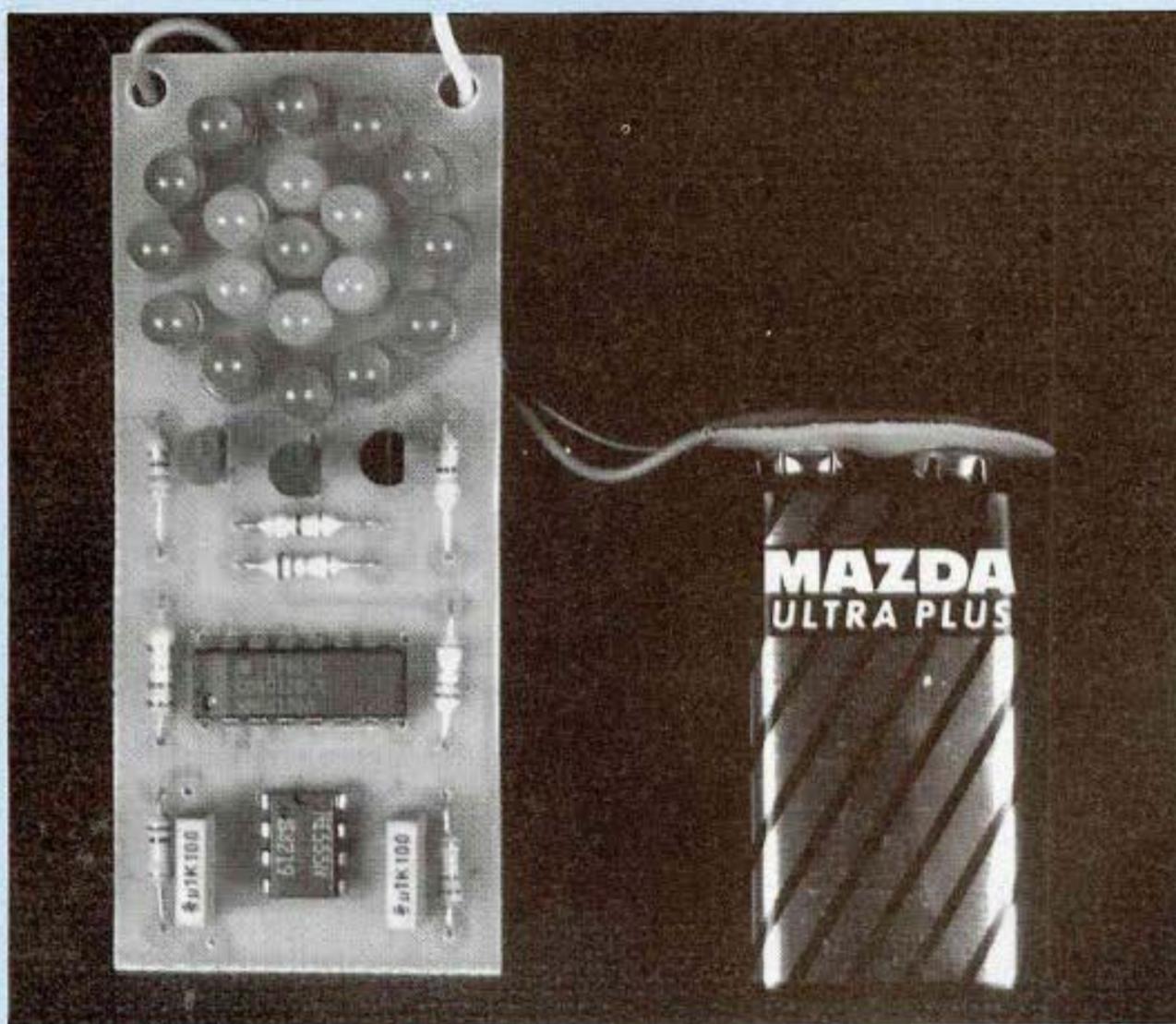
Les interconnexions sont terminées. La mise sous tension du Préamplificateur doit se matérialiser par l'allumage de l'une des 4 diodes électroluminescentes en face avant.

Manœuvrez le sélecteur afin de vous assurer du bon basculement des 8 relais.

Il ne reste plus qu'à raccorder les différentes sources audios aux entrées et, par exemple, le bloc Amplificateur 2 × 40 W<sub>eff</sub> classe A des n<sup>os</sup> 114 et 115 de Led aux sorties, pour vous rendre compte instantanément des qualités de votre dernière réalisation, notamment la parfaite maîtrise du registre grave.

Bernard Duval

# BADGE LUMINEUX UN EFFET SPECTACULAIRE



## FONCTIONNEMENT

Un 555 (Ci1) est monté en monostable. De par la valeur des composants R1, R2 et C1, nous obtenons en sortie de ce circuit (broche 3) des impulsions positives et négatives à une fréquence de 15 Hz environ. Ce signal est appliqué à l'entrée horloge d'un circuit 4017, qui est un compteur à 5 étages (Ci2). Ce compteur possède 10 sorties qui vont passer à tour de rôle au niveau logique 1, sur chaque front montant des impulsions positives appliquées sur l'entrée. Lors de la mise sous tension, la sortie S0 (broche 3)

passé à 0 et c'est la sortie S1 (broche 2) qui passe au niveau 1 permettant l'allumage des LED D2 à D7 par l'intermédiaire de T2. Sur le front montant de l'impulsion suivante, S1 passe à 0, éteignant ainsi les LED et S2 (broche 4) passe à son tour au niveau 1 allumant ainsi les LED D8 à D19. L'impulsion suivante éteint les LED et lors de la cinquième impulsion, la sortie 5 (broche 1) passe au niveau 1. Cette sortie étant reliée à la broche 15 du circuit permet la remise à zéro du compteur (allumage de D1) et un nouveau cycle d'allumage des LED redémarre. Le condensateur C2 permet un décou-

page de l'alimentation assurée par une pile de 9 V. La mise sous tension du montage se fait par le bouton poussoir BP ou, si vous le désirez, par un interrupteur.

## REALISATION

### LE CIRCUIT IMPRIME

Après avoir reproduit le dessin de la figure 2 sur plaque présensibilisée et gravé le circuit au perchlorure de fer, il vous faut percer l'ensemble des trous à 0,8 mm de diamètre. Seuls les deux trous en haut du circuit, au dessus des LED, seront reperçés à 2 mm de diamètre.

### IMPLANTATION DES COMPOSANTS ET CABLAGE

Pour effectuer ce travail aidez-vous de la figure 3. Pour l'implantation des transistors T1 à T3, coudez les pattes de ces derniers afin qu'ils soient le plus près possible du circuit imprimé, ceci dans le but d'intégrer plus facilement votre montage dans un éventuel coffret... Attention à l'orientation des deux circuits intégrés ainsi que des LED. Nous vous rappelons que le méplat correspond à la cathode de la LED. Soudez un fil de câblage rouge à l'arrière du circuit sur la pastille (+) et un fil sur la pastille (-) (la longueur de ces fils sera fonction de l'emplacement de la pile et du bouton poussoir par rapport au circuit lui-même). Passez ensuite ces fils par les deux trous situés en haut du circuit et faites un nœud à cet endroit, ceci afin d'éviter que ces fils ne se cassent au ras des soudures lors des diverses manipulations. Ces fils seront ensuite soudés sur le bouton poussoir (ou l'interrupteur) et sur le support de pile. Il vous est conseillé de maintenir l'ensemble des fils et le bouton poussoir sur la pile avec un élastique.

L'effet lumineux obtenu avec ce badge est assez spectaculaire. C'est assurément un très bon "passeport pour la drague". Alors bonne chance !...

Je remercie la Société Medelor 42800 Tartaras, pour l'aide apportée à cette réalisation.

**Estèves Fernand**

# PASSEPORT POUR LA DRAGUE

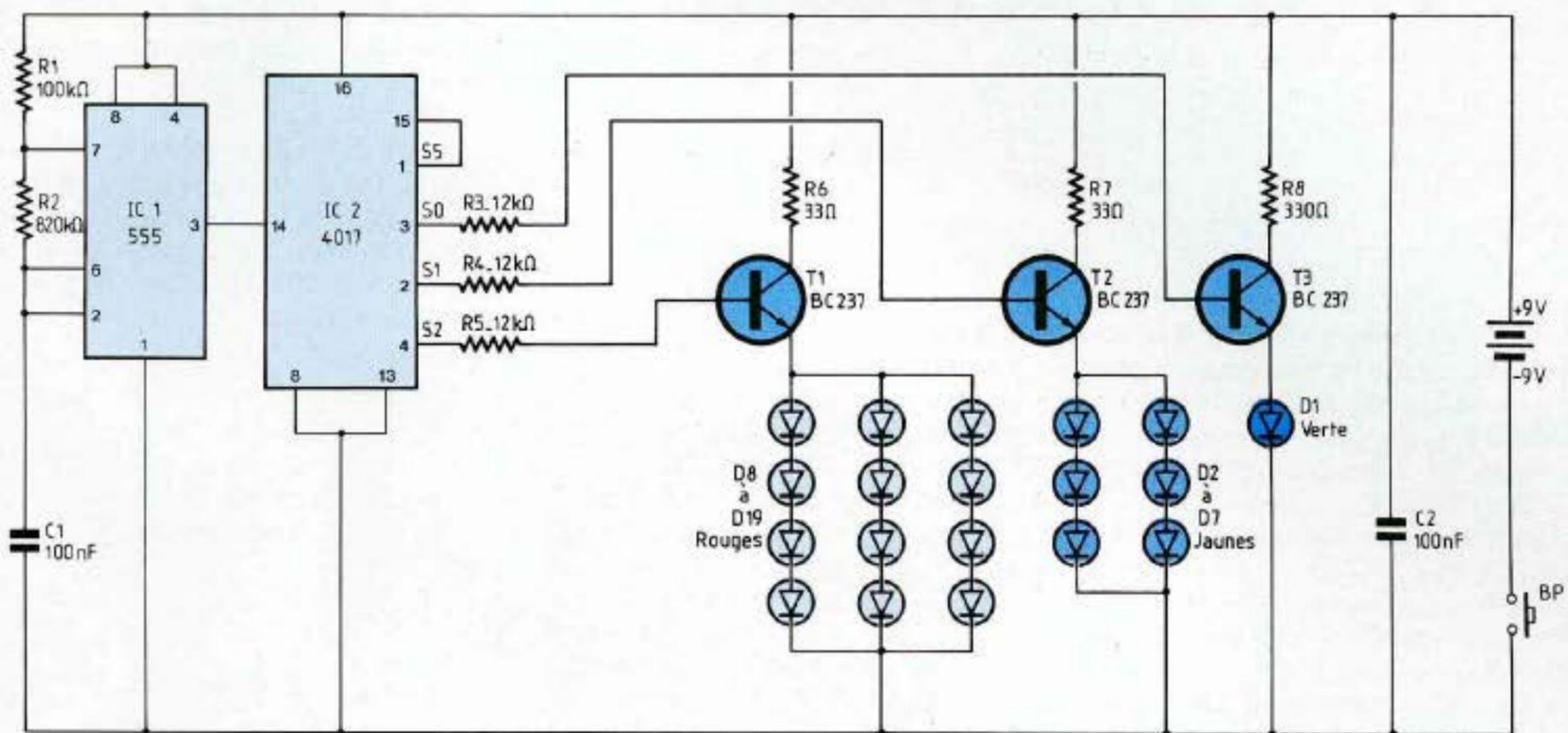


Fig. 1

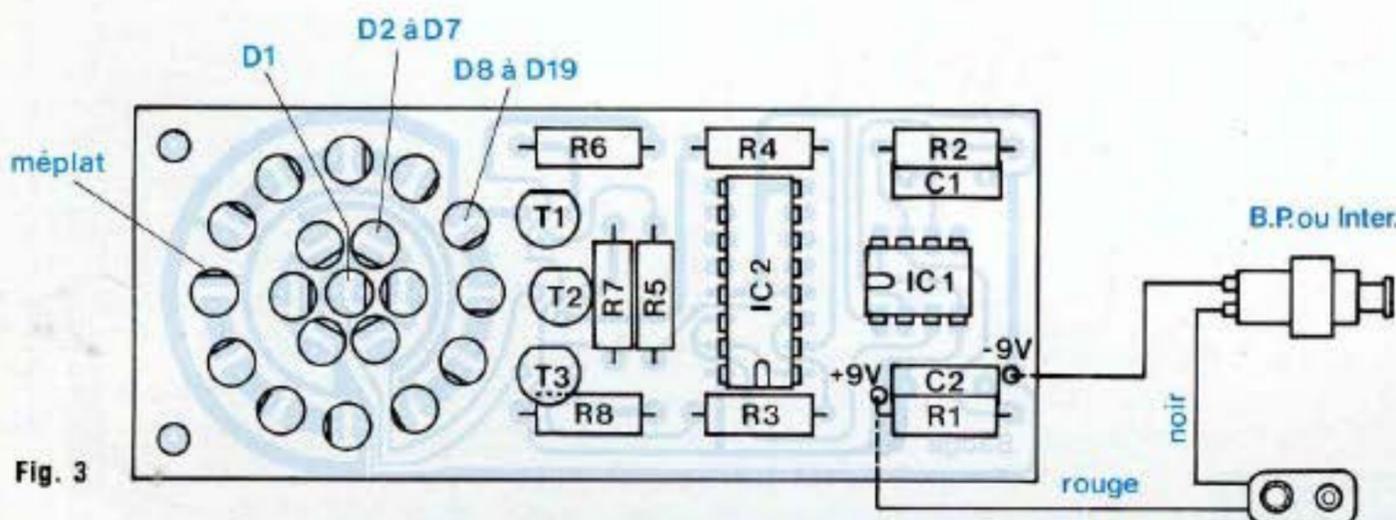


Fig. 3

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Ci1 - circuit intégré 555	100 nF/100 V
Ci2 - circuit intégré 4017	1 LED verte $\varnothing$ 5
T1, T2, T3 - transistors BC 237	6 LED jaunes $\varnothing$ 5
R6, R7 - résistances 33 $\Omega$ /1/4 W	12 LED rouges $\varnothing$ 5
R3, R4, R5 - résistances 12 k $\Omega$ /1/4 W	1 support pour pile 9 V
R1 - résistance 100 k $\Omega$ /1/4 W	1 bouton poussoir 1T (ou 1 interrupteur)
R2 - résistance 820 k $\Omega$ /1/4 W	1 C.I. 82 x 35 mm
R8 - résistance 330 $\Omega$ /1/4 W	Fil de câblage rouge et noir
C1, C2 - condensateurs polyester	

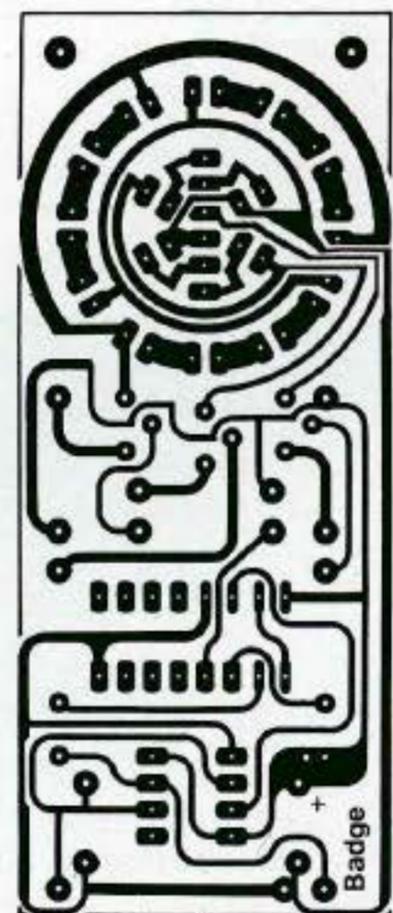


Fig. 2

# 0,2W A 100W / 4 - 8 - 16 OHMS

## WATTMETRE BF

Voici une réalisation simple, peu onéreuse mais fort intéressante puisqu'elle peut égayer les faces avant de vos amplificateurs ou les moderniser en remplaçant les VU-mètres à aiguille par une rangée de dix diodes LED.

Le wattmètre utilise un circuit intégré LM 3915 et son schéma de principe complet fait l'objet de la figure 1. Dix diodes LED permettent de visualiser 10 puissances allant de 0,2 W à 100 W. La tension d'alimentation peut varier de +12 V à +20 V, celle-ci étant découplée par le condensateur C1 qui sera un modèle de bonne qualité au tantale goutte. Le signal BF est appliqué à la broche

5 du LM 3915 à travers un diviseur de tension R/R1. La résistance R est fonction de l'impédance de charge (impédance des enceintes acoustiques : 4, 8 ou 16 Ω). Le signal est prélevé directement aux bornes HP de l'amplificateur, rien de plus simple. L'implantation d'un circuit imprimé est fournie à la figure 2. Nous avons utilisé des diodes LED miniatures rectangulaires de 7,2 x 2,4 mm. La faible épaisseur

de ces composants nous a permis de les espacer d'un pas de 2,54 mm et donc de les positionner face aux broches 10 à 18 du circuit (sans oublier la broche 1 qui permet de visualiser la puissance de 0,2 W).

Le plan de câblage fait l'objet de la figure 3. Attention à l'orientation des LED, c'est inutile d'essayer, elles refusent de s'allumer si elles sont orientées cathode vers le (+) de l'alimentation.

En fonction de la puissance de l'amplificateur, on pourra souder des LED de couleurs différentes, par exemple pour un appareil délivrant une puissance de 25 W :

- 7 diodes LED vertes (de 0,2 W à 13 W) ;
- 1 diode LED orange - 25 W ;
- 2 diodes LED rouges 50 W à 100 W.

D.B.

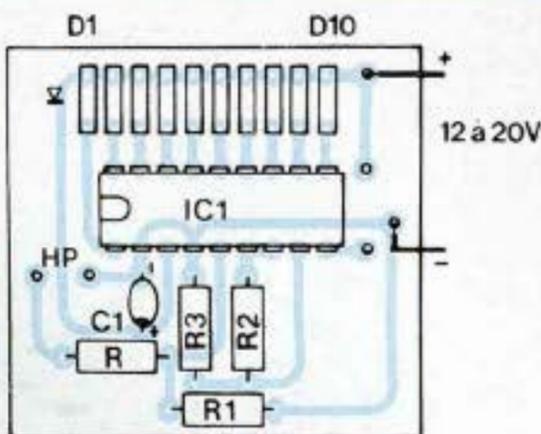


Fig. 3 : Plan de câblage.

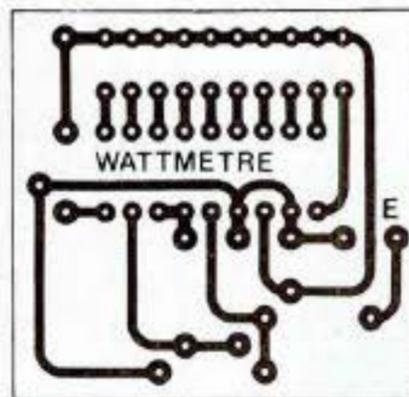


Fig. 2 : Implantation du C.I.

Impédance de charge	R
4 Ω	10 k
8 Ω	18 k
16 Ω	30 k

### NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

#### ● Résistances ± 5 % 1/4 W

R - (voir tableau)

R1 - 10 kΩ

R2 - 390 Ω

R3 - 2,7 kΩ

#### ● Condensateur tantale goutte

C1 - 2,2 μF/35 V

#### ● Semiconducteurs

IC1 - LM 3915

10 diodes leds rectangulaires 7,2 x 2,4 mm.

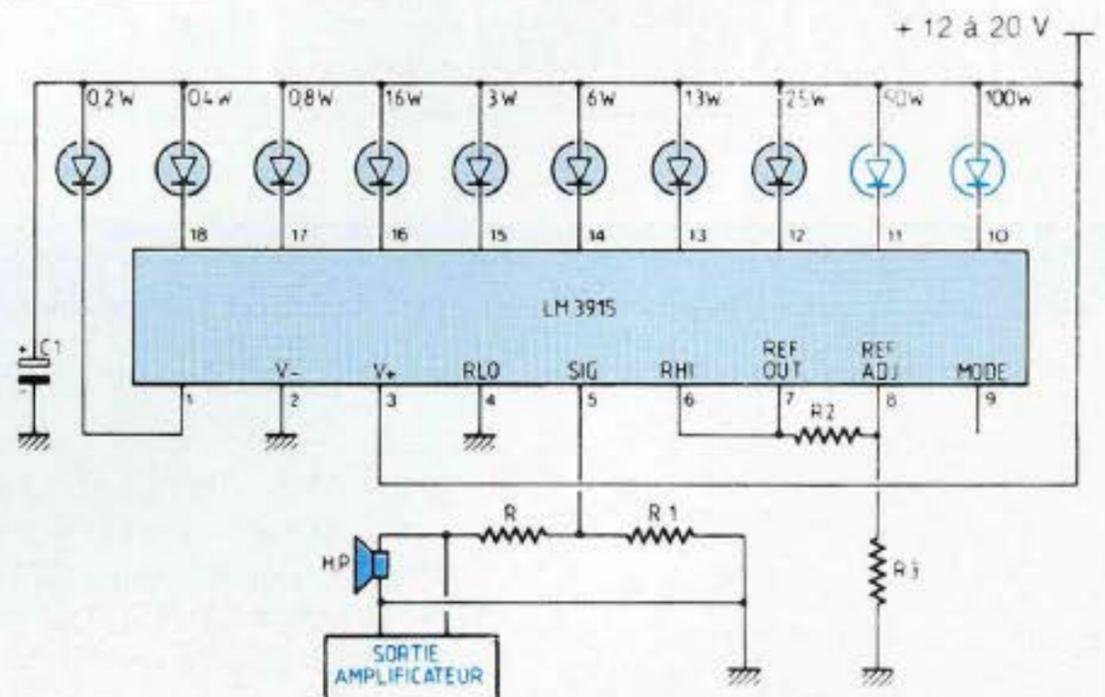
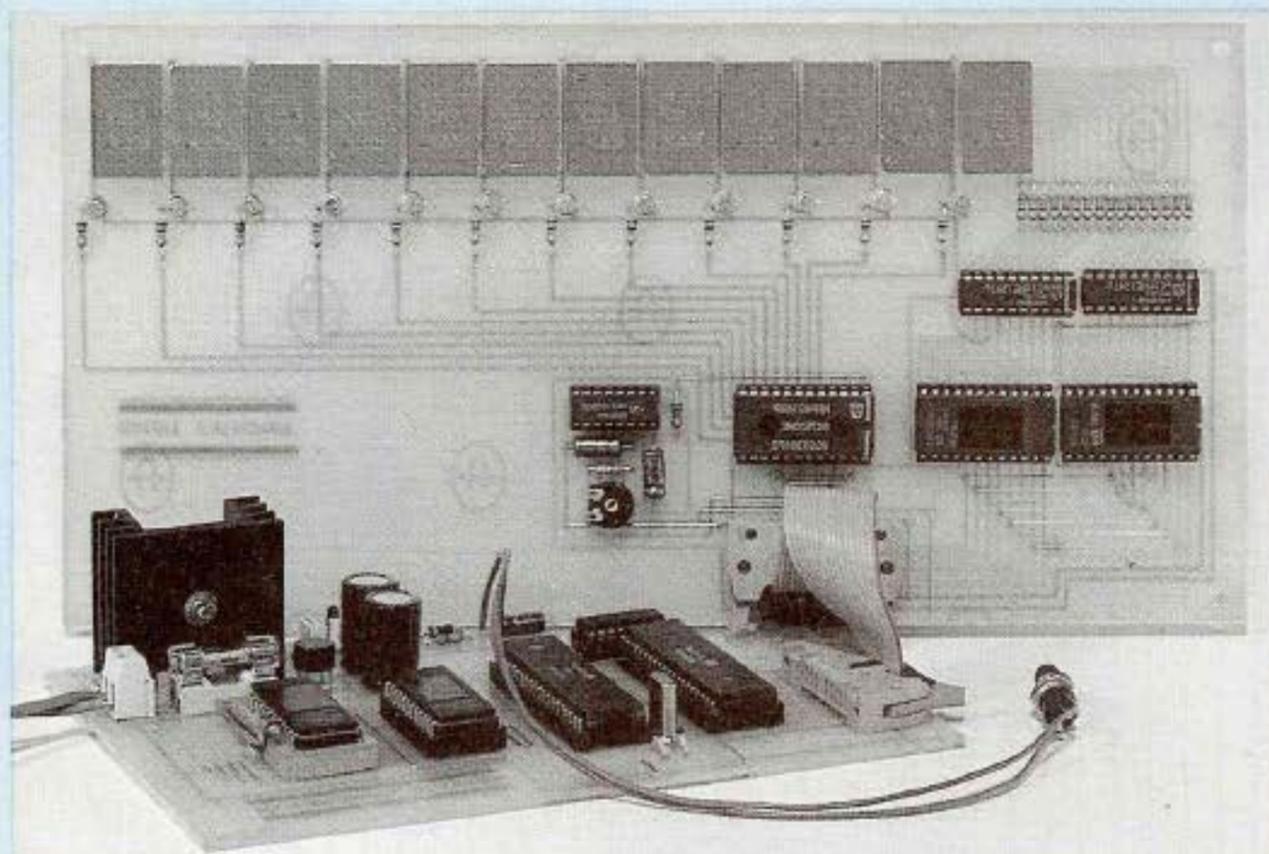


Fig. 1 : Schéma de principe du wattmètre.

# JOURNAL LUMINEUX



Parmi les moyens de communication qui caractérisent notre époque, le journal lumineux constitue un outil d'information attrayant par la diversité des séquences d'affichage qu'il présente. Cependant pour peu que l'on veuille mettre en application ce moyen d'information dans le cadre d'une association sportive ou culturelle, on se heurte à coup sûr au prix élevé des journaux lumineux commercialisés.

**L**e journal lumineux décrit dans le présent article s'inspire des principes et techniques des versions professionnelles mais place cet outil de communication à la portée de tous.

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Le journal lumineux proposé présente les caractéristiques techniques suivantes :

- alimentation à partir du secteur 220 V,
- visualisation des messages sur 12 afficheurs alphanumériques,
- sauvegarde des messages dans une mémoire EPROM 2716,

- longueur maximale d'un message : 2 048 caractères,
- caractères définissables par l'utilisateur,
- vitesse de défilement des messages réglable par une résistance ajustable,
- fonctionnement géré par microprocesseur Motorola 6809.

## PRINCIPE

(se reporter aux figures 1, 2 et 3). Le fonctionnement du journal lumineux est assuré par un microprocesseur Motorola 6809 (C11). Ce dernier est géré par un programme contenu dans une mémoire EPROM 2716 (C12). Une autre mémoire EPROM 2716 (C13) contient le message qui défilera sur les afficheurs ;

chaque octet de cette mémoire étant en fait le code hexadécimal d'un caractère que l'on souhaite afficher (par exemple, la lettre P est codée 0F).

Un circuit désigné PIA 6821 (PIA : Peripheral Interface Adapter) assure les échanges entre le bus de données et le module d'affichage.

Deux autres mémoires EPROM 2716 (C17 et C18) suivies de deux circuits amplificateurs (C19 et C10) permettent de convertir les codes hexadécimaux du message en alimentation des segments adaptés des afficheurs.

Par ailleurs, un circuit démultiplexeur (C111) permet de sélectionner l'afficheur sur lequel on désire faire apparaître le caractère codé fourni par le port A du circuit PIA 6821 (C15).

## ANALYSE FONCTIONNELLE

La mise en œuvre du composant microprocesseur relève autant du domaine de l'informatique industrielle que de celui de l'électronique. Aussi, pour ne pas faillir à la vocation d'initiation de la revue, la présente analyse fonctionnelle se limitera à l'aspect matériel (hard) de la réalisation et n'abordera pas, par conséquent, le programme assembleur gérant le fonctionnement du journal lumineux.

### LA TOPOGRAPHIE D'ADRESSAGE

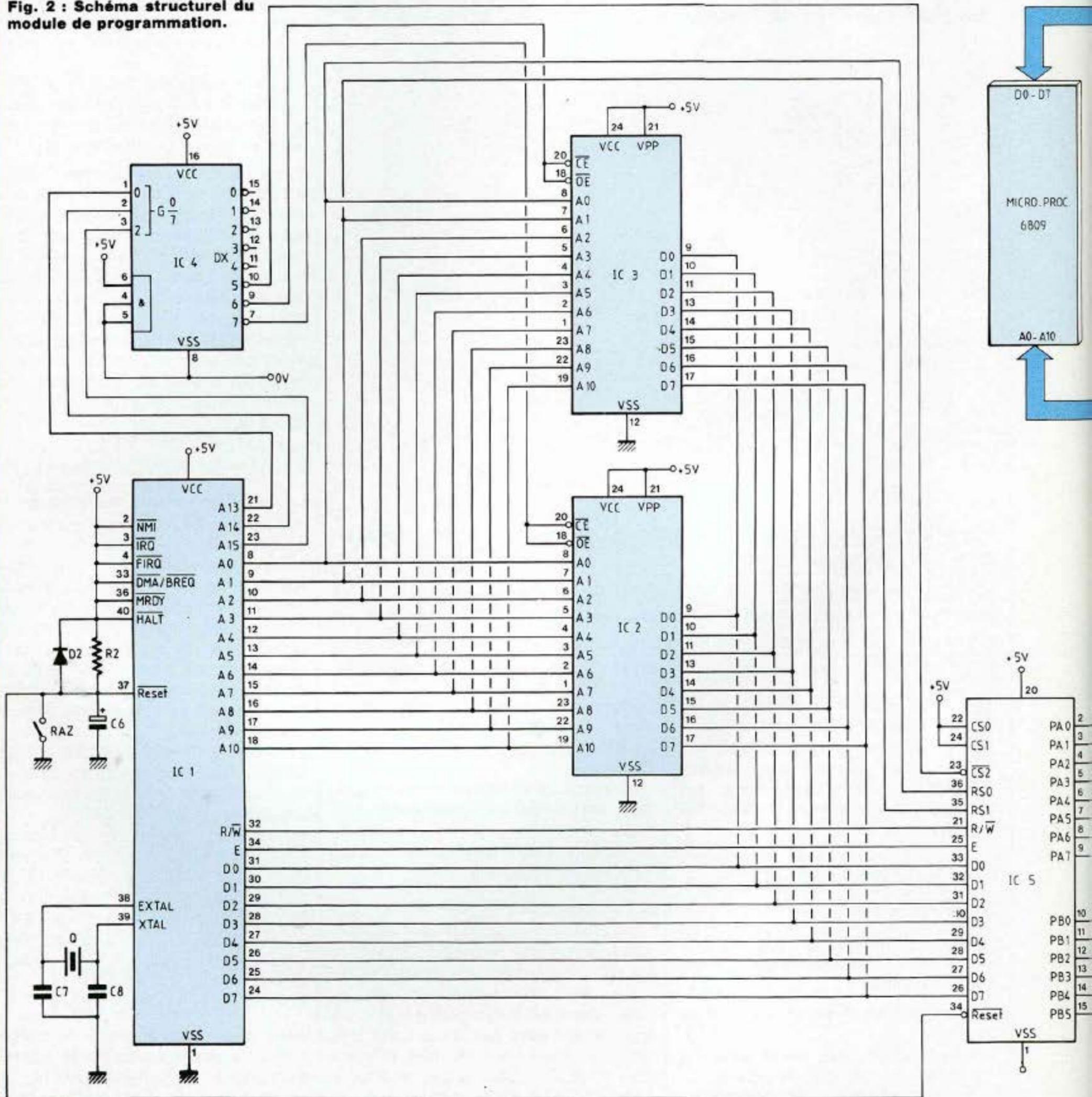
Cette expression traduit l'organisation de l'espace mémoire adressable par le microprocesseur.

En effet, au moyen de son bus des adresses comportant 16 bits désignés A0 à A15, le microprocesseur 6809 peut adresser (sélectionner)  $2^{16}$  emplacements mémoire ( $2^{16} = 65\ 536 = 64$  koctets). La plus petite adresse correspond à l'état logique 0 des 16 bits A0 à A15 :

0000 0000 0000 0000 ;

pour plus de commodité, la traduction hexadécimale de cette adresse est 0000. Par opposition, la plus haute adresse que peut sélectionner le microprocesseur correspond à

**Fig. 2 : Schéma structurel du module de programmation.**



# MESSAGE A 2048 CARACTERES

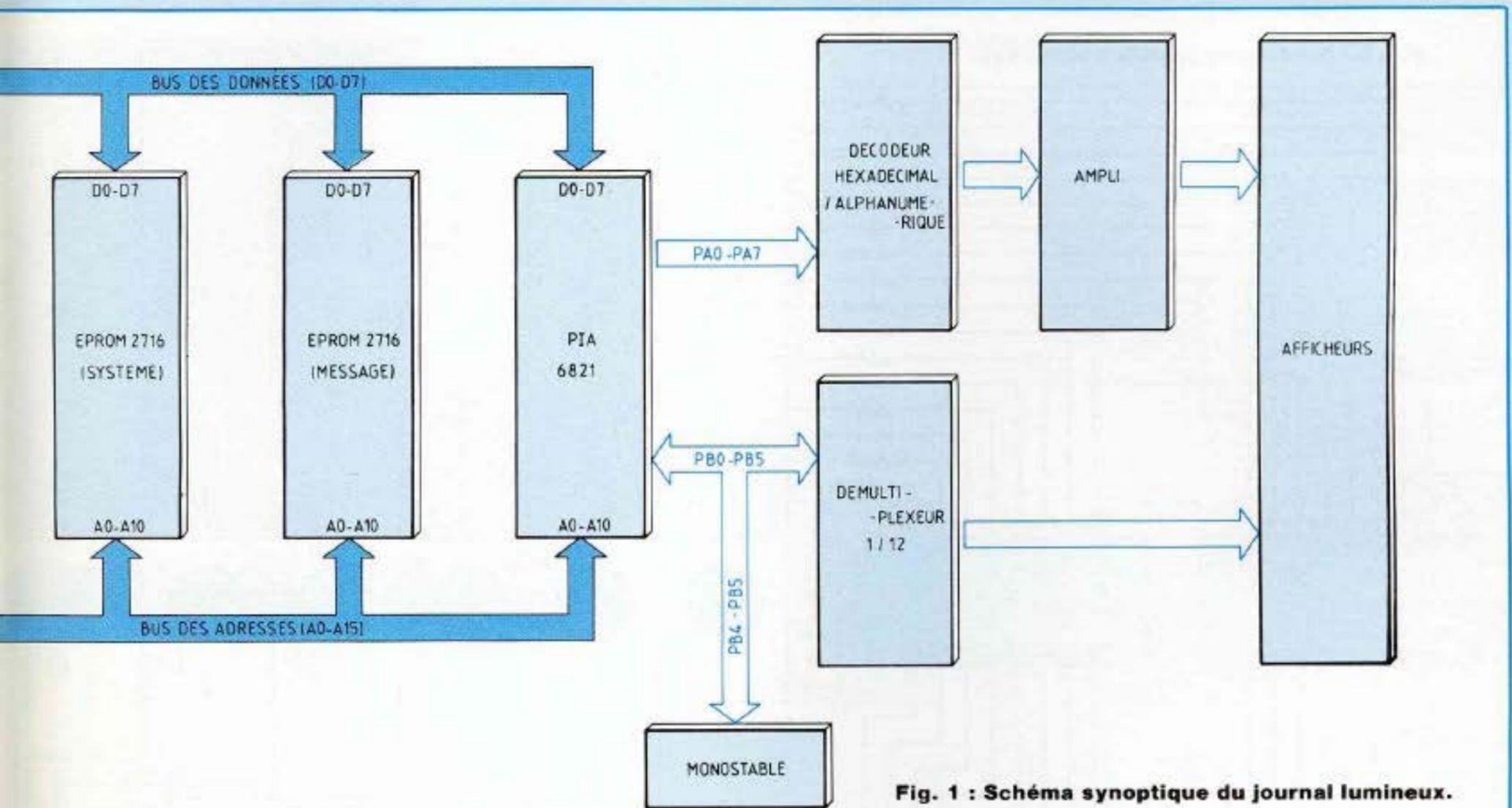


Fig. 1 : Schéma synoptique du journal lumineux.

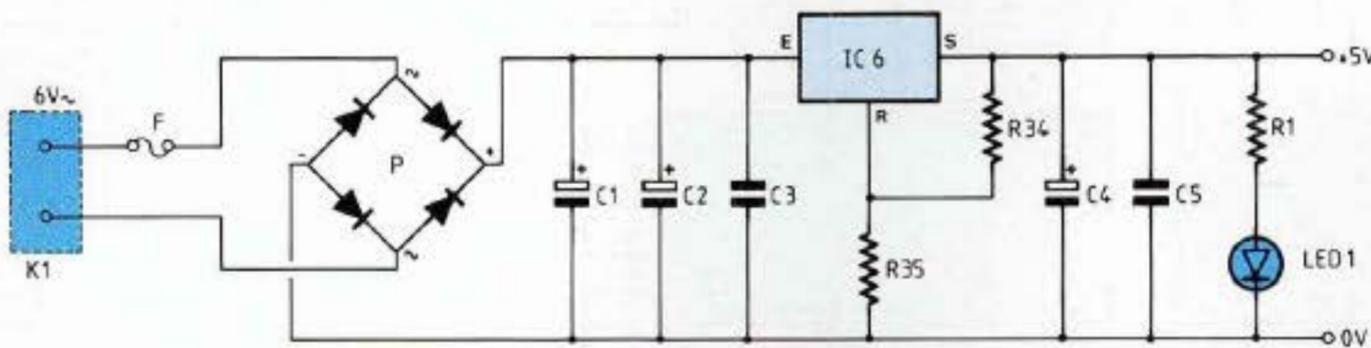


Fig. 4 : Schéma structurel de l'alimentation.

l'état logique 1 des 16 bits A0 à A15, soit l'adresse : FFFF.

Dans le cas du journal lumineux, le microprocesseur doit adresser deux mémoires EPROM d'une capacité unitaire de 2 koctets et un PIA. D'autre part, pour exploiter correctement le bus des données, un seul circuit ne doit être sélectionné à la fois ; cette sélection s'opérant par l'application d'un niveau logique 0 sur la borne CS (Chip Select) de chaque boîtier.

Ces deux conditions justifient la mise en œuvre du circuit décodeur

CI4. Le raccordement des bits A13, A14 et A15 aux entrées du décodeur et le raccordement des différents boîtiers aux sorties du décodeur définissent l'organisation de l'espace mémoire de la manière suivante (se reporter à la figure 5) :

- entre les adresses A000 et BFFF : sélection du circuit PIA,
- entre les adresses C000 et DFFF : sélection de l'EPROM message,
- entre les adresses E000 et FFFF : sélection de l'EPROM système.

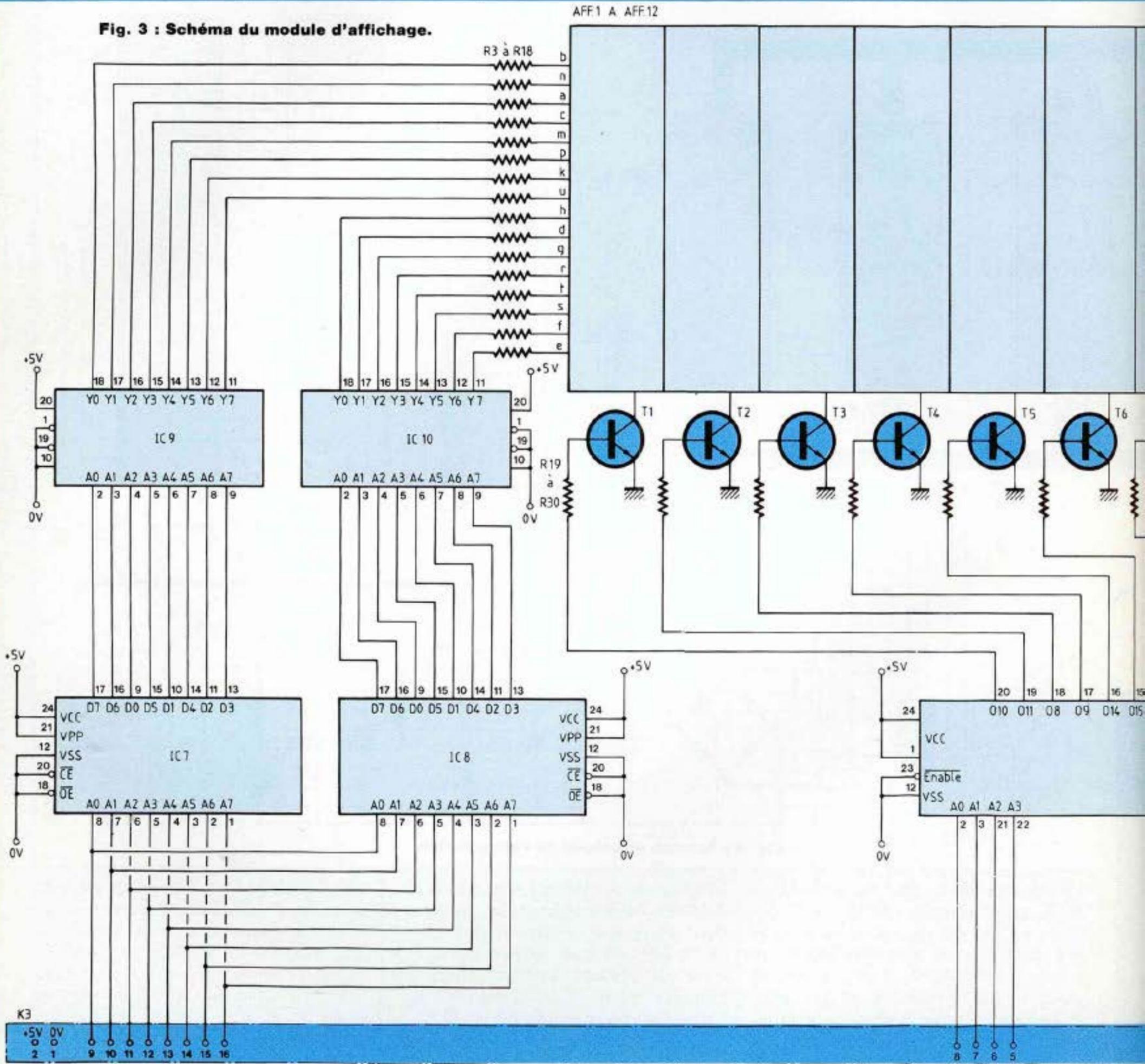
Cependant, compte tenu des carac-

téristiques réelles des trois circuits précités, l'organisation effective de l'espace mémoire est : le PIA entre les adresses A000 et A003, l'EPROM message entre les adresses C000 et C7FF et l'EPROM système entre les adresses F800 et FFFF.

## DECODAGE HEXADECIMAL / ALPHANUMERIQUE

Sous la forme d'un octet, chaque caractère du message est contenu dans l'EPROM message (CI3). Le problème posé est de convertir le code hexadécimal du caractère en alimentation des segments adaptés

**Fig. 3 : Schéma du module d'affichage.**

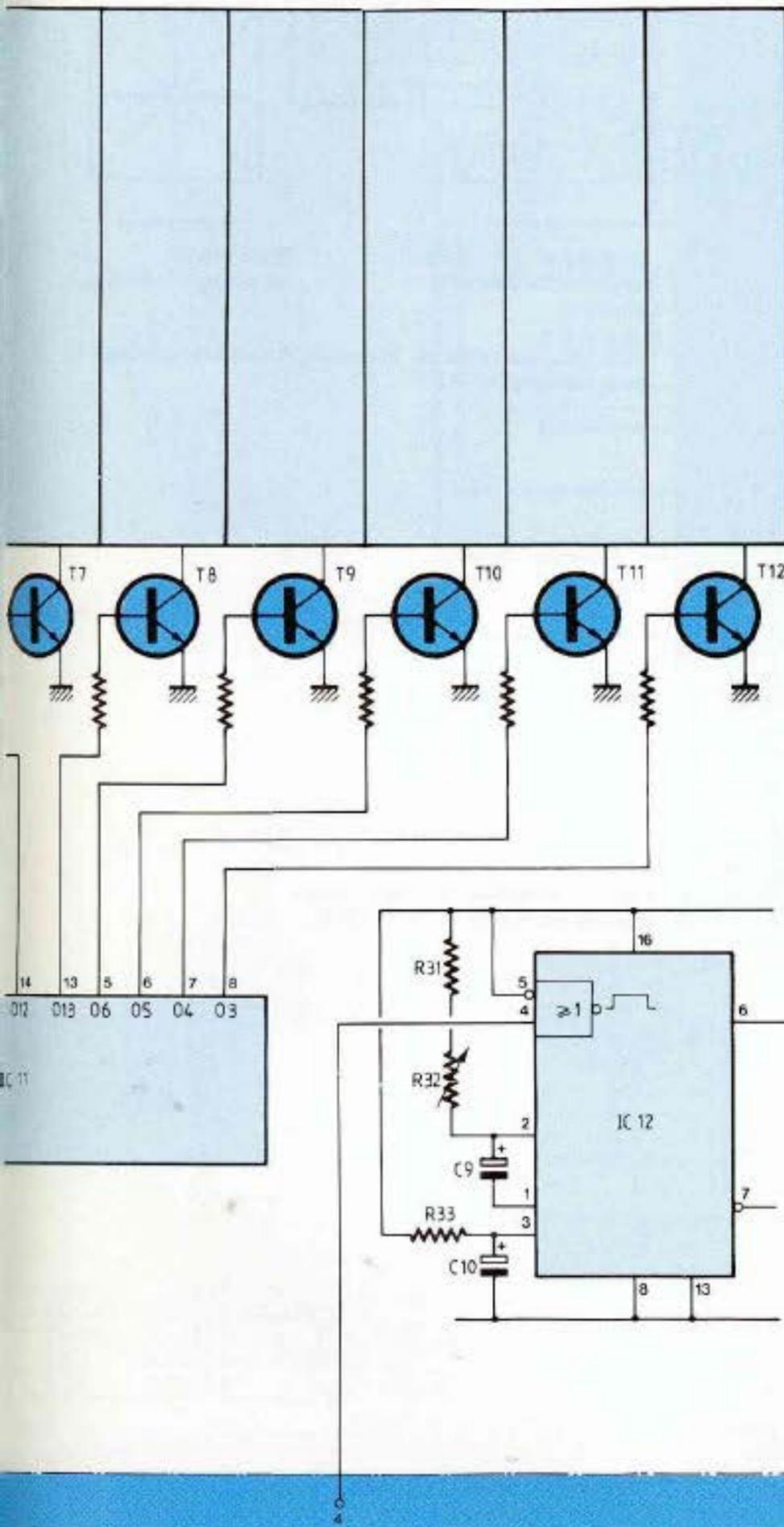


de l'afficheur alphanumérique. Cette conversion est assurée par les deux mémoires EPROM 2716 (IC7 et IC8) qui concrétisent un décimateur hexadécimal/alphanumérique.

Cette structure permet à l'utilisateur de définir des caractères personnalisés. Supposons par exemple que le code 00 doivent correspondre à la lettre A, il convient alors d'alimenter

les segments a, b, c, d, g, h, p et u. Par conséquent, à l'adresse 00 des mémoires EPROM, les circuits IC7 et IC8 contiendront respectivement les octets B9 et C1 (se reporter à la

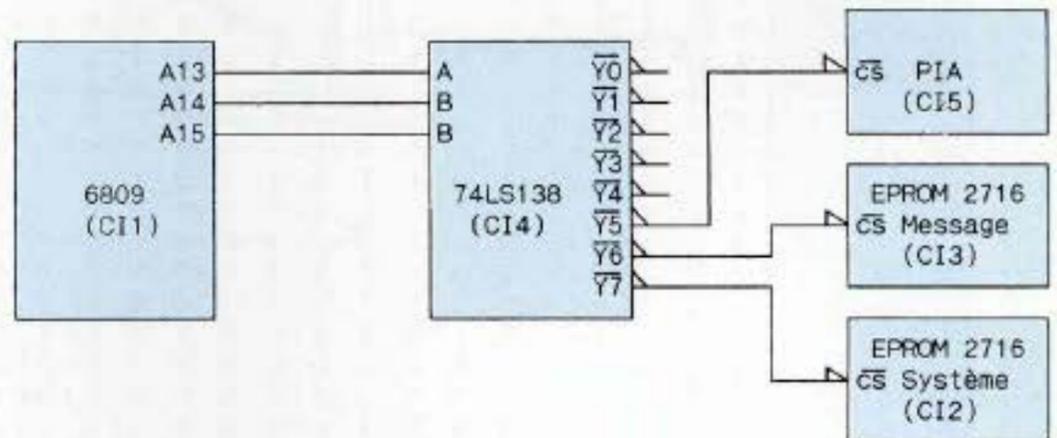
# MESSAGE A 2048 CARACTERES



- Tableau de fonctionnement :

C A15	B A14	A A13	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Boitier sélectionné	Zone mémoire adressée
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	aucun	0000 - 1FFF
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	aucun	2000 - 3FFF
0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	aucun	4000 - 5FFF
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	aucun	6000 - 7FFF
1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	aucun	8000 - 9FFF
1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	PIA (CI5)	A000 - BFFF
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	EPROM (CI3)	C000 - DFFF
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	EPROM (CI2)	E000 - FFFF

- Schéma partiel :



Non utilisé



Fig. 5 : Organisation de l'espace mémoire.

figure 6). La figure 7 rapporte le tableau de décodage des caractères réalisés par l'auteur. Les deux mémoires EPROM 2716 (CI7 et CI8) n'étant adressées que

par 8 bits du port A du PIA, cette structure limite la définition de caractères (lettres, chiffres, symboles) à un nombre maximal de 255 (premier code : 00 - adresse 0000,

dernier code : FE - adresse 00FE). D'autre part, le code FF (adresse 00FF) est réservé pour des raisons de programmation et devra contenir l'octet 00 (se reporter à la figure 8).



1 8
05 D4 D3 D2 D1 D0
s e f t g
0 0 0 0 1
C1

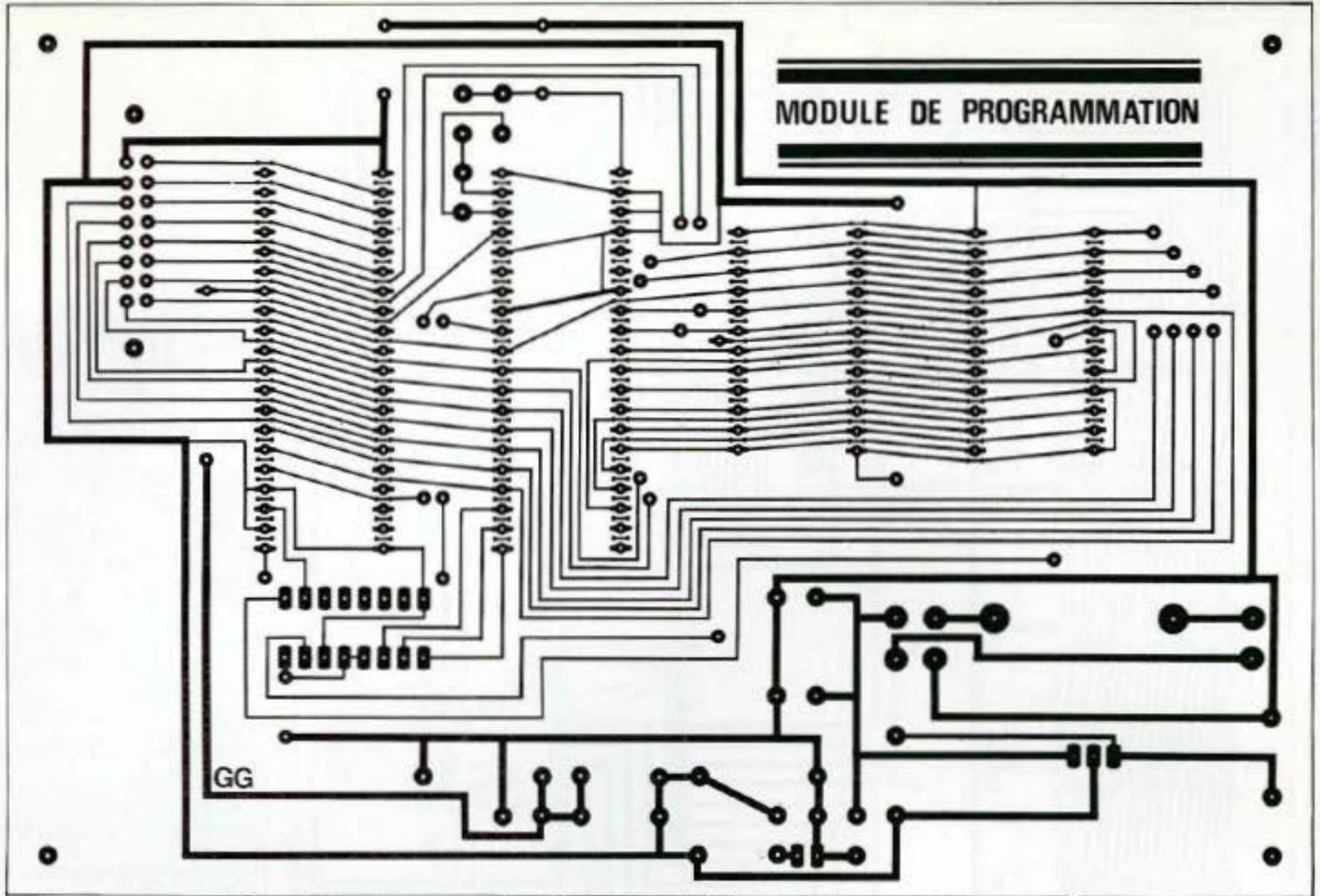


Fig. 9 : C.I. du module de programmation.

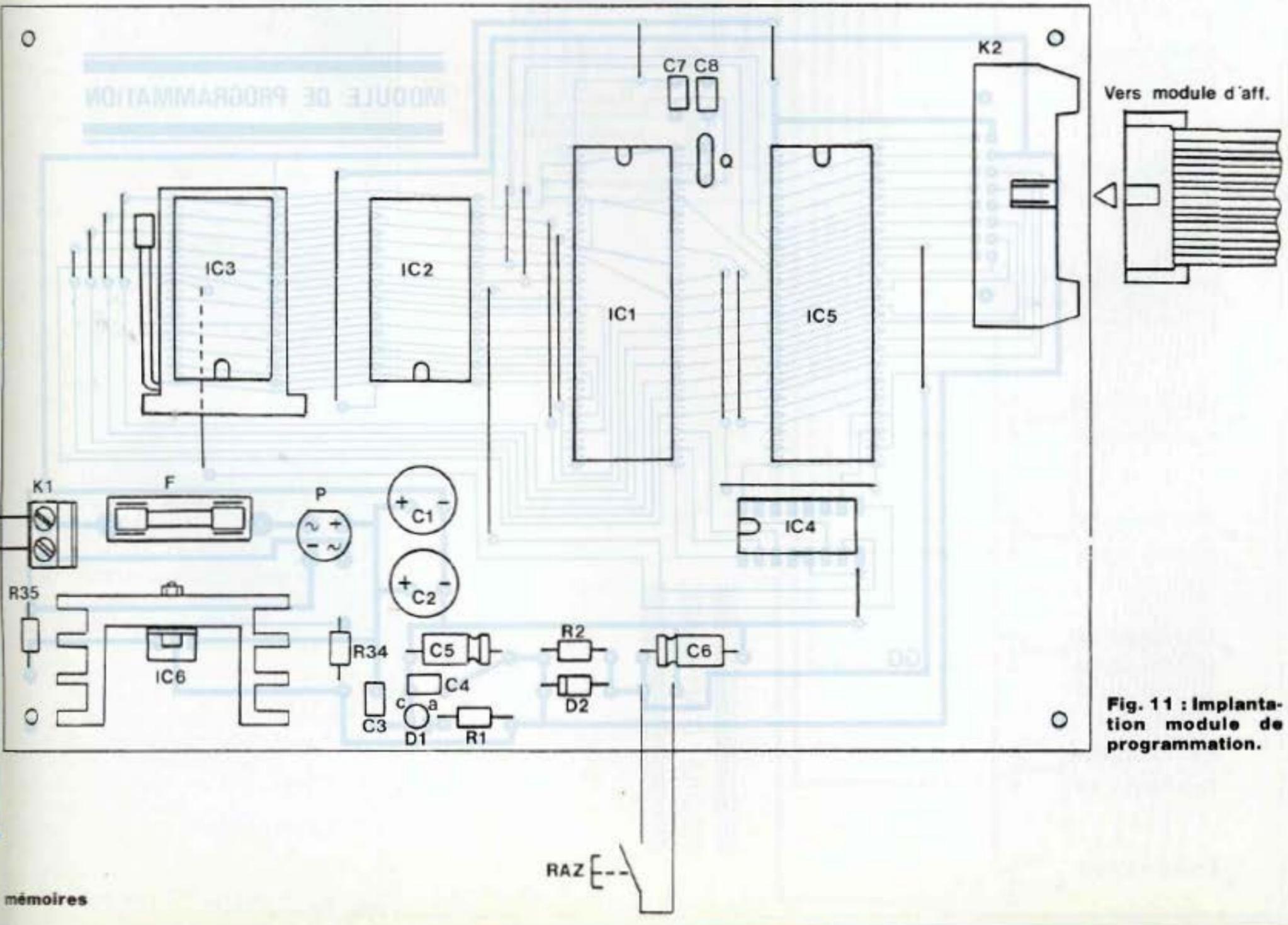
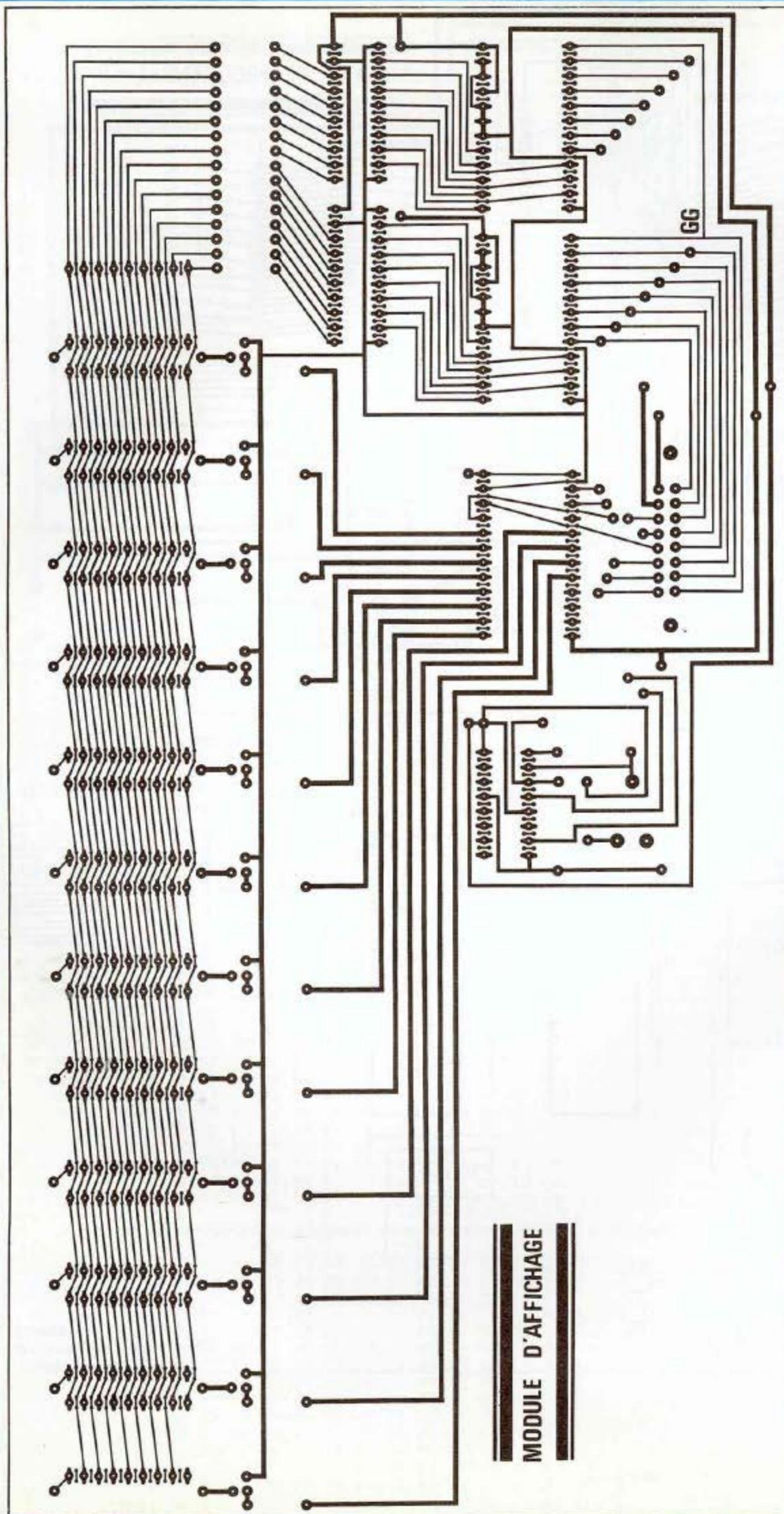


Fig. 11 : Implantation module de programmation.

mémoires



## NOMENCLATURE

### MODULE DE PROGRAMMATION

- Résistances  $\pm 5\%$  - 1/4 W

R1 - 330  $\Omega$

R2 - 10 k $\Omega$

R34 - 240  $\Omega$

R35 - 750  $\Omega$

- Condensateurs

C1, C2 - chimiques 1 000  $\mu\text{F}/25\text{ V}$   
(radiaux)

C3 - polyester 100 nF/63 V

C4, C6 - chimiques 1  $\mu\text{F}/63\text{ V}$   
(axiaux)

C5 - polyester 10 nF/63 V

C7, C8 - céramiques 22 pF

- Semiconducteurs

D1 - diode électroluminescente  
rouge  $\varnothing 3\text{ mm}$

D2 - diode 1N 4004

P - pont de diodes 1,5 A

CI1 - microprocesseur Motorola  
6809

CI2, CI3 - mémoires EPROM 2716

CI4 - circuit intégré 74LS138

CI5 - PIA 6821

CI6 - régulateur de tension  
LM317T (boîtier TO 220)

- Divers

Q - quartz 4 MHz

F - fusible 1,5 A placé sur support  
à souder

Supports à souder pour circuits  
intégrés :

2  $\times$  40 broches (CI1 et CI5)

1  $\times$  24 broches (CI2)

1  $\times$  16 broches (CI4)

1 support à souder 24 broches à  
force d'insertion nulle (CI3)

K1 - bornier à souder 2 bornes

K2 - connecteur à souder HE10  
16 broches mâles (coudées à 90°)

1 dissipateur thermique pour boîtier  
TO 220 (compatible boîtier TOP3)

RAZ - bouton-poussoir à fermeture

MODULE D'AFFICHAGE

Fig. 10

Fig. 12

DES COMPOSANTS

MODULE D'AFFICHAGE

• Résistances  $\pm 5\%$  - 1/4 W

R3 à R18 - 330  $\Omega$

R19 à R31 - 10 k $\Omega$

R33 - 1 k $\Omega$

• Ajustable

R32 - 470 k $\Omega$  (horizontal)

• Condensateurs

C9, C10 - chimiques 1  $\mu$ F/63 V

• Semiconducteurs

T1 à T12 - transistor 2N 2222

AFF1 à AFF12 - afficheurs

alphanumériques rouges à cathode

commune de type LTP 537 HR\*

CI7, CI8 - mémoires EPROM 2716

CI9, CI10 - circuits intégrés

74HCT541

CI11 - circuit intégré HEF 4514

CI12 - circuit intégré HC 4538

• Divers

Supports à souder pour circuits intégrés :

1  $\times$  16 broches (CI12)

2  $\times$  20 broches (CI9 et CI10)

3  $\times$  24 broches (CI7, CI8 et CI11)

K3 - connecteur à souder HE10

16 broches mâles (coudées à 90°)

DIVERS

20 cm de câble en nappe

16 conducteurs

2 connecteurs HE10 femelles

16 bornes

1 plaque époxy présensibilisée :

170  $\times$  115 (module de

programmation)

1 plaque époxy présensibilisée :

270  $\times$  135 (module d'affichage)

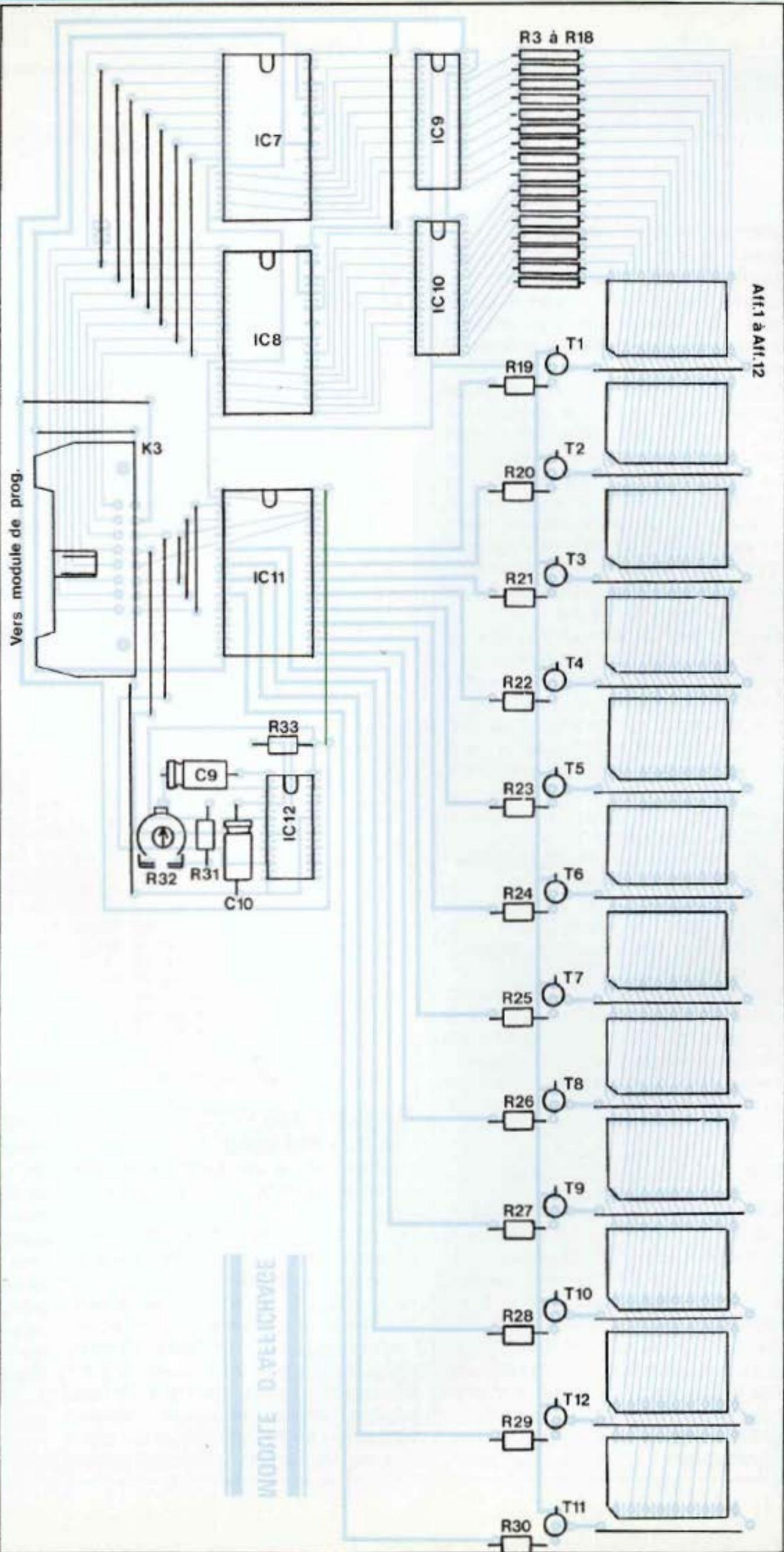
1 transformateur 220 V/6 V -

puissance apparente 12 VA

1 interrupteur

Fil de câblage, visserie

\* En cas de difficulté dans la fourniture des afficheurs alphanumériques LTP537HR, ces derniers sont disponibles sur demande auprès des magasins Atlantique Composants situés à :  
Nantes : 53, bd Victor Hugo 44200 - Tél. : 40.47.70.40  
Angers : 189, av. Pasteur 49100 - Tél. : 41.43.42.30  
Rennes : 72, rue de Rennes 35510 Cesson-Sévigné - Tél. : 99.83.47.27.



## AFFICHAGE D'UN MESSAGE

Sans entrer avec précision au cœur du programme assembleur gérant le fonctionnement du journal lumineux, il convient cependant d'aborder le principe d'affichage d'un message.

Pour afficher par exemple en mode permanent le message caractérisé par le mot ELECTRONIQUE, il est nécessaire au préalable de programmer la mémoire EPROM message en y insérant les 12 codes correspondant aux 12 lettres à afficher. Dans le cas présent, à partir de l'adresse C000, la mémoire EPROM contient les codes suivants : 04 0B 04 02 13 11 0E 0D 08 10 14 04.

Globalement, le microprocesseur va observer la procédure suivante :

- application du code 04 sur le port A du PIA,

- Application sur le port B du PIA du code sélectionnant, par le biais du multiplexeur (CI11), l'afficheur 1,

- obtention du résultat : lettre E visible sur l'afficheur 1,

- application du code 0B (code suivant) sur le port du PIA,

- application sur le port B d'un code sélectionnant l'afficheur 2,

- obtention du résultat : lettre L visible sur l'afficheur 2.

Répétée 10 fois pour les 10 autres codes, cette procédure exécutée à très grande vitesse (fréquence de fonctionnement du microprocesseur : 4 MHz) entraînera l'affichage du mot ELECTRONIQUE sur les 12 afficheurs.

## REALISATION PRATIQUE

### LE TRACE DES CIRCUITS IMPRIMES

L'utilisation de composants relevant du domaine de l'informatique conduit souvent à l'élaboration de circuits imprimés double face. Soucieux de ne pas pénaliser les lecteurs peu coutumiers de cette pratique, les circuits imprimés du module de programmation et du module d'affichage sont de type simple face.

Les figures 9 et 10 montrent le dessin des deux circuits imprimés.

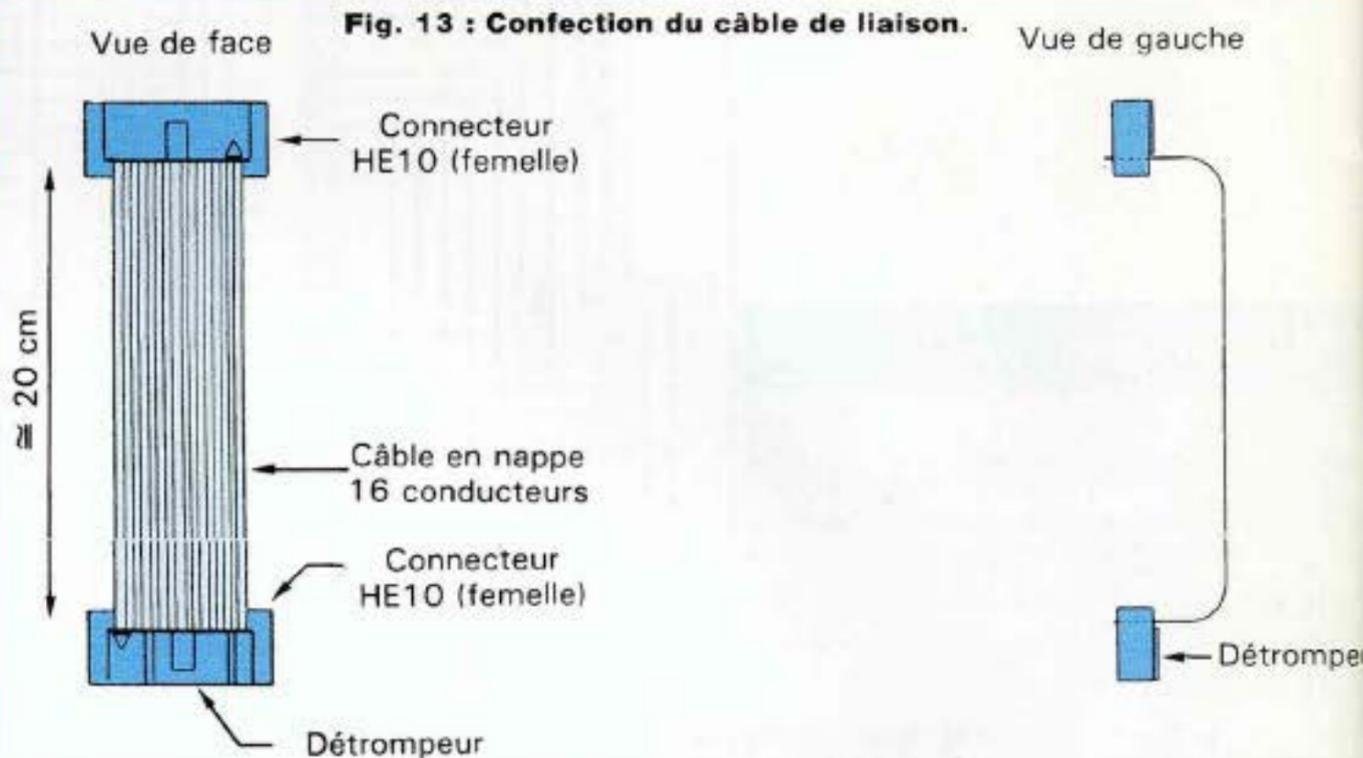


Fig. 14 : Listing du programme de la mémoire EPROM système.

- Codes hexadécimaux à insérer dans la mémoire EPROM 2716 SYSTEME (C12) :

F800:7F A0 01 7F A0 03 86 FF B7 A0 00 86 DF B7 A0 02	.....
F810:86 04 B7 A0 01 B7 A0 03 8E C0 00 1F 12 A6 80 C6	.....
F820:1A B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F830:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F840:1B B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F850:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F860:18 B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F870:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F880:19 B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F890:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F8A0:1E B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F8B0:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F8C0:1F B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F8D0:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F8E0:1C B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F8F0:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F900:1D B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F910:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F920:16 B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F930:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F940:15 B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F950:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F960:14 B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F970:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB A6 80 C6	.....Z...&..
F980:13 B7 A0 00 F7 A0 02 C6 30 5A C1 00 26 FB C6 FF	.....0Z...&..
F990:F7 A0 00 C6 10 F7 A0 02 5A C1 00 26 FB 81 FF 26	.....Z...&..
F9A0:03 16 FE 74 F6 A0 02 C4 20 C1 20 26 0A 7F A0 02	...t... &...
F9B0:31 21 1F 21 16 FE 66 1F 21 16 FE 61 3F FF FF FF	1!...f...a?..
FFF0:FF FF	.....

## IMPLANTATION DES COMPOSANTS

Pour garantir le bon fonctionnement du journal lumineux dès sa première mise sous tension, il est recommandé d'implanter et de souder les composants avec une grande rigueur d'exécution.

Pour chaque circuit, on veillera à implanter les composants dans l'ordre croissant de leurs dimensions. Ainsi, pour le module de programmation, on respectera l'ordre suivant : straps, résistances, diode, supports des circuits intégrés, condensateurs, diode électrolumines-

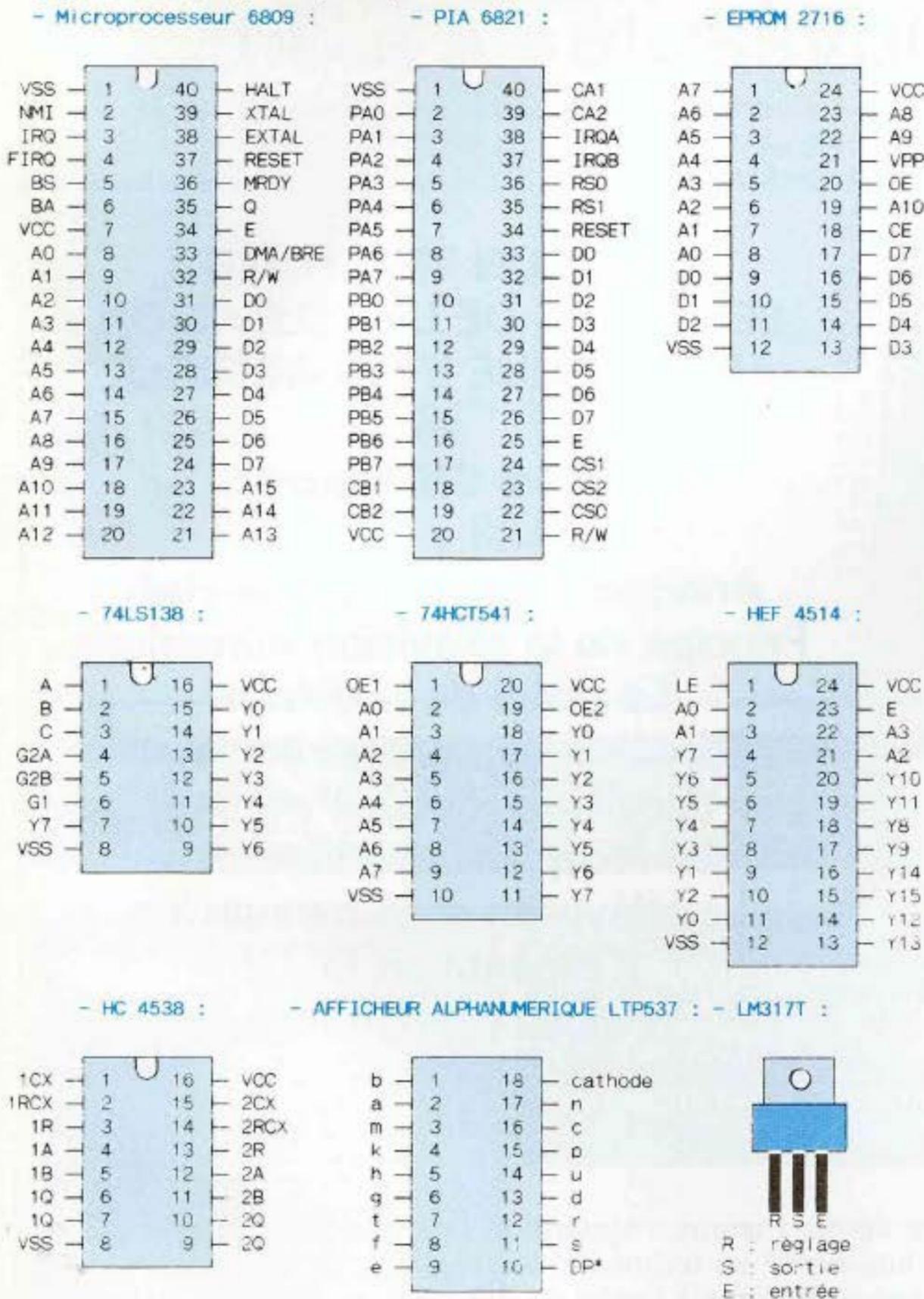
cente, pont de diodes, bornier, connecteur, porte-fusible, quartz, condensateurs de filtrage et régulateur de tension. (figures 11 et 12)

Pour le module d'affichage, on commencera par implanter les straps, puis les résistances, les condensateurs, les supports des circuits intégrés, le connecteur, les afficheurs pour finir par les transistors, la hauteur de ces derniers ne devant pas dépasser celle des afficheurs.

## ESSAIS

La confection du câble nécessaire à

**Fig. 15 : Brochage des principaux composants.**



\* : Segment point décimal non utilisé dans l'application "Journal lumineux".

la liaison des deux modules constituera l'opération préliminaire (se reporter à la figure 13).

Ensuite, les circuits intégrés n'étant pas insérés dans leur support, on alimente sous 6 V~ les deux modules reliés par le câble en nappe 16 conducteurs. La diode électroluminescente doit alors s'allumer et il est désormais possible de contrôler à l'aide d'un voltmètre la présence d'une tension de 5 V entre les bornes d'alimentation des supports des circuits intégrés.

Avant de placer hors tension les différents circuits intégrés dans leur

support, il faut procéder à la programmation des mémoires EPROM 2716. La figure 14 rapporte le contenu de la mémoire EPROM système (attention : ne pas oublier de saisir les octets F8 et 00 aux deux dernières adresses de la mémoire ; F800 est en fait la première information que vient lire le microprocesseur et qui lui précise l'adresse du début du programme de l'EPROM système). De même, les mémoires EPROM C17 et C18 seront programmées conformément aux indications précisées sur la figure 8.

Puis, l'ultime opération consistera à

programmer le message dans la mémoire EPROM C13. Pour illustrer cette programmation, considérons l'exemple caractérisé par le message suivant : JOURNAL LUMINEUX EXPERIMENTAL. Pour renforcer l'impression de défilement du message, les 12 afficheurs doivent être initialement éteints. Cela nécessite d'affecter le code 1A (blanc) aux 12 premiers octets de la mémoire EPROM message. Ensuite, les codes spécifiques au message sont saisis : 09 0E 14 11 0D 00 0B 1A 0B 14 0C 08 0D 04 14 17 1A 04 17 0F 04 11 08 0C 04 0D 13 00 0B. A la suite des 29 codes énumérés précédemment, le code 1A est également attribué aux 12 octets suivants. Enfin, le code FF impérativement placé à la fin du message renseignera le microprocesseur de cet état de fait.

Les différents circuits intégrés étant placés dans leur support, la mise sous tension de l'ensemble entraîne le défilement perpétuel du message programmé ; défilement dont la vitesse peut être réglée par action sur la résistance ajustable R32.

**Important :** Les parasites inhérents au milieu ambiant (rayonnement électromagnétique de surtensions inductives liées à des appareils électriques voisins ou au transformateur d'alimentation lors de sa mise sous tension) peuvent perturber le bon fonctionnement du journal lumineux : extinction de tous les afficheurs, allumage aléatoire de certains afficheurs. Face à un éventuel problème, une impulsion sur le bouton-poussoir RAZ du module de programmation initialise le système et met fin à l'incident observé.

## CONCLUSION

Moyennant une mise en boîtier qu'il vous conviendra de concevoir, le journal lumineux est désormais opérationnel et prêt à faire défiler avec le plus bel effet tous les messages et informations qu'il vous paraîtra important de communiquer.

**Guiheneuf Gérard**