

# ELECTRONIQUE APPLICATIONS

I.S.S.N. 0243 489X

Bimestriel N° 20 - Octobre/Novembre 1981 - 18 F



SUISSE : 9,00 FS - TUNISIE : 2070 MIL. - CANADA : CAN \$ 3,00 - ESPAGNE : 350 PESETAS - ITALIE : 4800 LIRES - BELGIQUE : 146 F.B.

# Il y a un lien entre l'industrie de l'électronique et l'industrie de l'embouteillage.



**MATIERES  
PLASTIQUES I.C.I.**

Les matières plastiques d'I.C.I. sont partout. On les utilise dans l'électroménager et l'emballage alimentaire, mais aussi dans l'électronique, l'embouteillage, l'industrie automobile, etc.

Un géant de la chimie moderne comme I.C.I. s'engage à servir les intérêts



de ses clients et à comprendre leurs besoins. I.C.I. offre une garantie que seule une société ayant son expérience et sa compétence peut offrir.

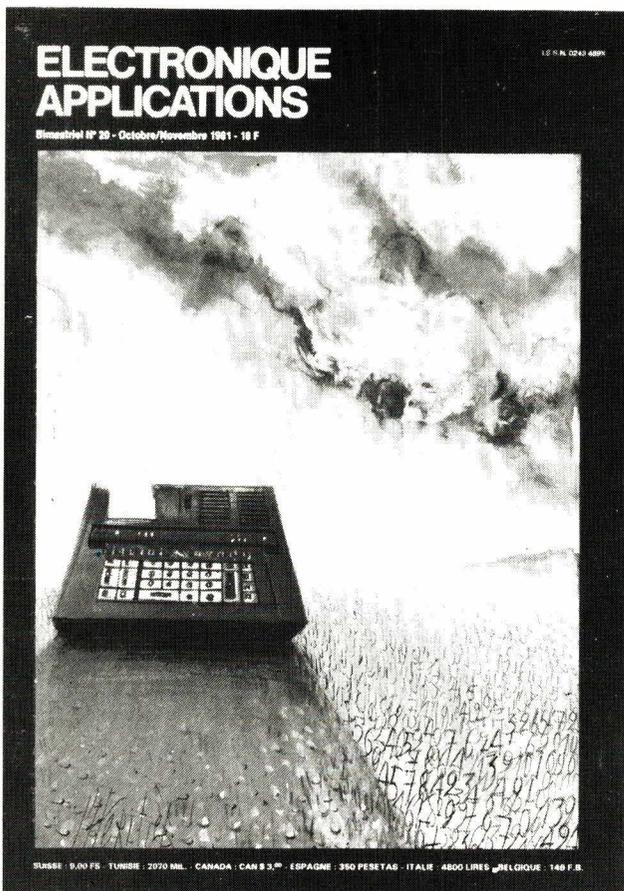
Mettez toutes les chances avec vous, quand vous pensez matières plastiques, pensez à I.C.I.!

## Des matières plastiques pour toutes les industries.

I.C.I. France S.A. Département Matières Plastiques. 8, avenue Réaumur B.P. 207. 92142 Clamart principal.

Alkathene : polyéthylène basse densité. Corvic, Welvic : PVC. Diakon : polymère acrylique. Evatane : copolymères EVA. Fluon : PTFE. Maranyl : polyamides 66. Melinex : film polyester. Perspex : feuille acrylique. Propafilm : film de polypropylène orienté. Propathene : polypropylène. Viclan : PVdC. Victrex : polyéthersulfone.

SERVICE-LECTEURS N° 251



#### Société Parisienne d'Édition

Société anonyme au capital de 1 950 000 F  
Siège social : 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris  
Direction - Rédaction - Administration - Ventes :  
2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19  
Tél. : 200.33.05 - Télex : PGV 230472 F

Président-Directeur Général ; Directeur de la Publication : **Jean-Pierre Ventillard.**

Rédacteur en chef : **Jean-Claude Roussez**  
Coordinateur Technique : **Jean-Marc Le Roux**

Publicité : Société Auxiliaire de Publicité  
2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cédex 19  
Tél. : 200.33.05

Advertising International Manager : **Michel Sabbagh**  
Chef de Publicité : **Francine Fohrer**

Ont participé à ce numéro : **J. Ceccaldi, P. Lemeunier, Y. Le Prioux, B. Marchal, G. Marchas, A. Pelat, R. Rateau, M. Rouff, J. Sabourin, J. Trémolières, Cl. Vibet.**

Maquette : **Michel Raby**  
Couverture : **Gilbert L'Héritier**

Ce numéro a été tiré à  
**60 000 exemplaires**

Abonnements : 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.  
1 an (6 numéros) : **87 F (France) - 110 F (Étranger)**  
Copyright 1981 - Société Parisienne d'Édition  
Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 1981 N° éditeur : 941

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).  
« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal. »

Electronique Applications décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

Distribué par SAEM Transports Presse - Imprimerie : Edicis, 75019 Paris.

## SOMMAIRE



|   |    |
|---|----|
| Les réducteurs de bruit dans les magnétocassettes | 7  |
| Le bruit dans les circuits électroniques          | 37 |



|  |     |
|--|-----|
| Application des systèmes séquentiels aux automates programmables         | 45  |
| Un générateur de fonctions de laboratoire. Deuxième partie : réalisation | 103 |



|   |    |
|---|----|
| La médecine nucléaire   | 71 |
| Détection et traitement des artefacts dans un pancréas artificiel | 87 |
| L'autosurveillance « électronique » du diabète                    | 91 |



|   |    |
|---|----|
| Un système programmable de gestion de processus   | 55 |
| Les systèmes de visualisation à cristaux liquides | 95 |



|  |    |
|--|----|
| Réalisation d'un interface BCD/IEEE de faible coût | 63 |
|--|----|



|  |    |
|--|----|
| Fabrication des circuits électroniques : méthodes d'assemblage et de fixation des composants | 25 |
|--|----|

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| Calendrier                  | 110     |
| Bibliographie               | 112     |
| Nouveautés-Informations     | 119     |
| Formulaire d'abonnement     | 134     |
| Cartes « Service-Lecteurs » | 135-136 |

# SÉCRÉ COMPOSANTS... C'EST VIVANT



Lignes à retard. Filtres. Inductances. Transformateurs. Circuits hybrides.



218, rue du Faubourg ST-MARTIN 75010 PARIS.  
Tél. : 200.33.66 - Télex : 220 169 F.

SERVICE-LECTEURS N° 201

# FLAGELECTRIC . CLERMONT-FERRAND



VOUS PROPOSE UNE GAMME DE PRODUITS PROFESSIONNELS  
A LA PORTÉE DE VOS INVESTISSEMENTS.



## INFORMATIQUE

### MESURE

Acheter vos appareils de mesure au tarif  
de Janvier 1981

#### OSCILLOSCOPES TELEEQUIPMENT

|        |                       |              |
|--------|-----------------------|--------------|
| D 1010 | 2 x 10 MHZ            | 3810 Frs TTC |
| D 1011 | 2 x 10 MHZ + options* | 4191 Frs TTC |
| D 1015 | 2 x 15 MHZ            | 4191 Frs TTC |
| D 1016 | 2 x 15 MHZ + options* | 5509 Frs TTC |

1 sonde gratuite par appareil

\* - somme et différence des voies d'entrée  
- mode X-Y vrai

#### MULTIMETRES NUMERIQUES FLUKE

|      |                                       |              |
|------|---------------------------------------|--------------|
| 8022 | 20 00 points                          | 1123 Frs TTC |
| 8020 | 20 00 points<br>1 shunt 10 A. gratuit | 1428 Frs TTC |

#### MICRO-ORDINATEURS :

##### APPLE II PLUS



Un 48 K RAM au prix d'un 16 K RAM.  
+ modulateur TV Noir & Blanc.  
+ 1 disquette de jeux gratuite.

au prix unitaire de ..... 7700 Frs TTC

##### SILEX LEANORD

Applications : Gestion — Process industriel.  
+ 48 K RAM écran vert 40 colonnes.  
+ DOS 3 . 3  
+ Drive 5" 143 KO.  
+ Basic étendu en ROM.

au prix unitaire de ..... 27000 Frs TTC

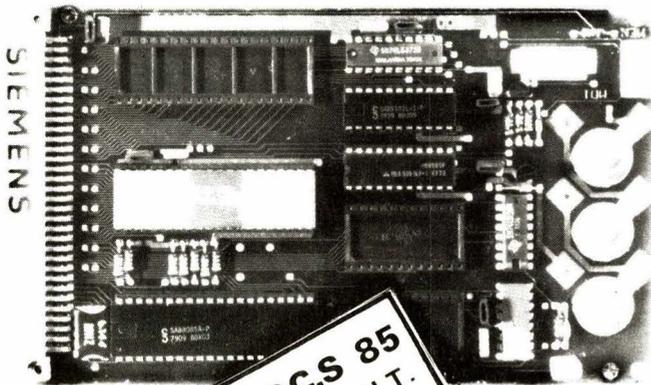
#### IMPRIMANTES :

CENTRONICS . OKI . DIGITAL .  
TEXAS . PERIFERIC . à des prix OEM.

**OFFRE  
PROMOTIONNELLE**  
15 Septembre au  
30 Novembre 1981

## AUTOMATISME

#### Le MICRO-ORDINATEUR SIEMENS MOCS 85 pour vos applications de mesure, commande et régulation.



**MOCS 85**  
2336 Frs H.T.

- FORMAT EUROPE standard 100 x 160 mm.
- MICROPROCESSEUR 8085 A.
- Mémoire morte extensible jusqu'à 4 Ko, par bonds de 2 Koctets.
- Mémoire RAM CMOS de 256 octets, sauvegardable par piles.
- Mémoire vive de 256 octets, extensible à 512 octets.
- Registre d'horloge de 14 bits. Second compteur extensible en registre d'horloge ou compteur d'événements.
- 24 broches d'entrée-sortie, dont 2 spéciales pour E/S Sériel et 22 pour entrée-sortie parallèle.
- Plus de 40 entrées-sorties en tout ou rien.
- 4 entrées d'interruption directe. Possibilité d'extension.
- Tension de service : + 5V.



FLAGELECTRIC . AGENCE ELECTRONIQUE

47-49, rue Jules Verne . BP 29  
63014 CLERMONT-FERRAND Cédex  
Tél. (73) 92.13.46 . Poste 445 ou 446

BON DE COMMANDE . Renseignements - Documentation . Appareils .

Mr : ..... Société : ..... Sce : .....

Adresse : .....

Désire recevoir : .....

SERVICE-LECTEURS N° 202

Mode de paiement : . Bon de commande pour les sociétés. — . Par chèque pour les particuliers.

ITT Semiconducteurs était déjà présent dans le S63 avec la diode d'écrétage ZSY0,7 et le numéroteur décimal DF320

# Tradition oblige

**Aujourd'hui, ITT Semiconducteurs propose tous les circuits intégrés pour le téléphone électronique:**

**SAA6002** micro-ordinateur pour numérotation décimale et affichage

**ITT5101S** mémoire CMOS pour numérotation abrégée

**SBA5089** numéroteur multifréquence

**SAA1094** sonnerie musicale

**TEA1045** amplificateur de ligne

ainsi que les discrets: diodes de protection, redresseurs et transistors VMOS de tension supérieure à 200 V.

Nous sommes et restons un partenaire européen, fournissant les fabricants de postes dans le monde entier.



## Profitez de nos vingt ans d'expérience en téléphonie.

ITT Semiconducteurs  
157 rue des Blains  
F-92220 Bagneux  
Tél. (1) 547 81 81

semiconducteurs **ITT**

La musique classique interprétée par un orchestre nombreux, de même que certaines musiques contemporaines, offre, lors d'une écoute directe en salle de concert, une dynamique qui peut dépasser 100 dB. Or, par leurs caractéristiques spécifiques (bruit propre et niveau de saturation), les cassettes ne peuvent enregistrer, ni, par conséquent, restituer, une dynamique supérieure à une soixantaine de dB.

# Les réducteurs de bruit dans les magnétocassettes

Les dispositifs proposés sous l'appellation « réducteurs de bruit », tendent d'abord à abaisser le niveau de bruit de la bande magnétique à partir d'une « compression » à l'enregistrement, suivie d'une « expansion » à la lecture. Certains procédés vont plus loin et, en agissant aussi sur les niveaux élevés, augmentent le seuil apparent de saturation : ils autorisent donc un accroissement de la dynamique par les deux extrémités.

Nous proposons ici une étude de la structure des divers réducteurs, exploités dans l'appareillage grand-public, et de leurs caractéristiques.

## Bruit de fond, saturation et dynamique

Deux phénomènes se conjuguent pour limiter la dynamique des enregistrements sur bande magnétique.

Aux faibles amplitudes du signal musical, le niveau des tensions utiles se rapproche du niveau de bruit. La diminution du rapport signal/bruit qui en résulte, conduit à une disparition de l'effet de masque. Ainsi, le bruit propre de la bande, comme celui qu'engendre l'électronique de la platine de lecture, deviennent perceptibles à l'oreille, et détériorent la qualité de l'écoute.

Aux forts niveaux, amplificateurs et bande se saturent : il apparaît alors de la distorsion par écrêtage.

Avant d'examiner en détail la dynamique exploitable sur une cassette, il nous paraît utile de récapituler brièvement les principales sources de bruit, et d'apprécier l'importance de leur contribution.

## Les sources de bruit dans les magnétocassettes

On peut les classer en bruits inhérents à la structure même de la matière, donc fondamentalement irréductibles, et en bruits liés à la qualité des matériels, sur lesquels peut efficacement s'exercer le talent des constructeurs.

A la première catégorie appartiennent, notamment :

– Le bruit de l'ensemble de lecture ; il englobe celui de l'amplificateur (résistances, semiconducteurs), et celui de la tête de lecture. Tandis que le premier prédomine aux fréquences basses et moyennes, le second l'emporte pour les fréquences plus élevées, notamment à partir d'une dizaine de kilohertz. C'est ce que montrent les courbes (1) et (2) de la **figure 1**.

– Le bruit d'effacement ; au cours de cette opération, les domaines magnétiques acquièrent, à la surface de la bande, une répartition irrégulière. A la lecture suivante, cette distribution aléatoire donne naissance à

un signal parasite, dont l'amplitude dépend d'ailleurs largement des caractéristiques de la bande. Le niveau de bruit correspondant, variable avec la fréquence, remonte la courbe (2) de la **figure 1**, au niveau de la courbe (3).

— Le bruit de polarisation ; créé par le courant alternatif de polarisation, il diminue lorsqu'augmente la fréquence de ce dernier. Les possibilités des têtes magnétiques, pourtant, ne permettent guère de dépasser la centaine de kilohertz. S'ajoutant aux précédents, le bruit de polarisation fait passer, dans la **figure 1**, de la courbe (3) à la courbe (4).

— Le bruit de l'amplificateur d'enregistrement ; analogue, par sa nature, à celui de l'amplificateur de lecture (résistances, semiconducteurs), il s'ajoute encore aux autres. Au total, pour l'ensemble de la chaîne enregistrement-lecture, on atteint finalement le niveau de bruit dont la courbe (5) de la **figure 1**, donne la répartition en fonction de la fréquence.

Dans les sources de bruits réductibles (parce que liés à la conception du matériel), nous rangerons principalement :

— Le bruit qu'introduit un courant de polarisation non parfaitement sinusoïdal, et comportant, par suite, une composante continue, à cause de sa dissymétrie.

— Les divers ronflements, soit à la fréquence du secteur (50 Hz), soit à 100 Hz. Ils proviennent des fuites magnétiques dans le transformateur d'alimentation, ou de l'ondulation résiduelle des tensions d'alimentation redressées, mais insuffisamment filtrées.

— Les interférences avec les ondes radio ; dans le cas de la modulation d'amplitude, il arrive que les circuits du récepteur captent le signal de polarisation, qui interfère alors avec la fréquence intermédiaire. Pour une onde modulée en fréquence, les interférences viennent du signal pilote à 19 kHz, ou de la sous-porteuse à 38 kHz, en cas de filtrage insuffisant de ces deux composantes à l'entrée du magnétophone.

— La détection des émissions télévisées ; elle intervient dans les portions de circuits aux caractéristiques non linéaires.

### Limitation de dynamique des magnétocassettes

Le diagramme de la **figure 2** résume les causes de limitation de la dynamique, en précisant les ordres de grandeur.

Aux faibles niveaux, interviennent le bruit des amplificateurs, et celui de la bande elle-même. S'ils sont comparables aux fréquences les plus basses, jusqu'au voisinage de la centaine de hertz, le bruit propre de la bande prédomine nettement aux fréquences moyennes et élevées : vers 10 kHz, la différence dépasse 15 dB.

Aux niveaux forts, les amplificateurs et la bande introduisent une distorsion par saturation. Pour la bande, celle-ci commence à se manifester vers +10 dB ; on peut donc négliger la saturation des amplificateurs, généralement située au voisinage de +20 dB (la référence 0 dB qui coïncide avec celle du vu-mètre, est définie pour un flux de 200 nWb/m dans l'entrefer de la tête).

Au total, pour une écoute limitée à 3 % de distorsion, et afin de rester assez loin du bruit de fond, on ne peut guère dépasser une dynamique de 60 à 65 dB, fort éloignée des 100 dB qu'exigerait une reproduction de qualité. On comprend donc l'intérêt des dispositifs dits « réducteurs de bruit », dont la plupart, d'ailleurs, sont des expanseurs de dynamique, reculant aussi les limites de la saturation.

Précisons que les réducteurs de bruit ne sauraient apparaître comme

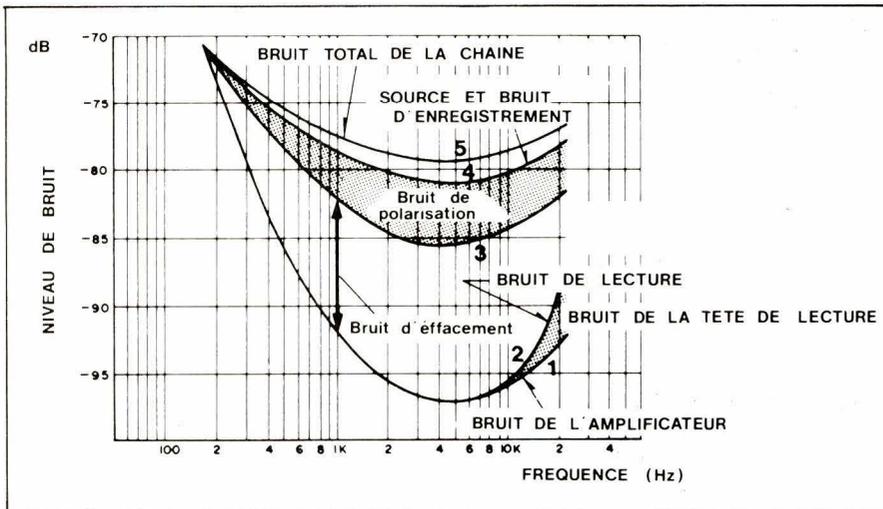


Fig. 1

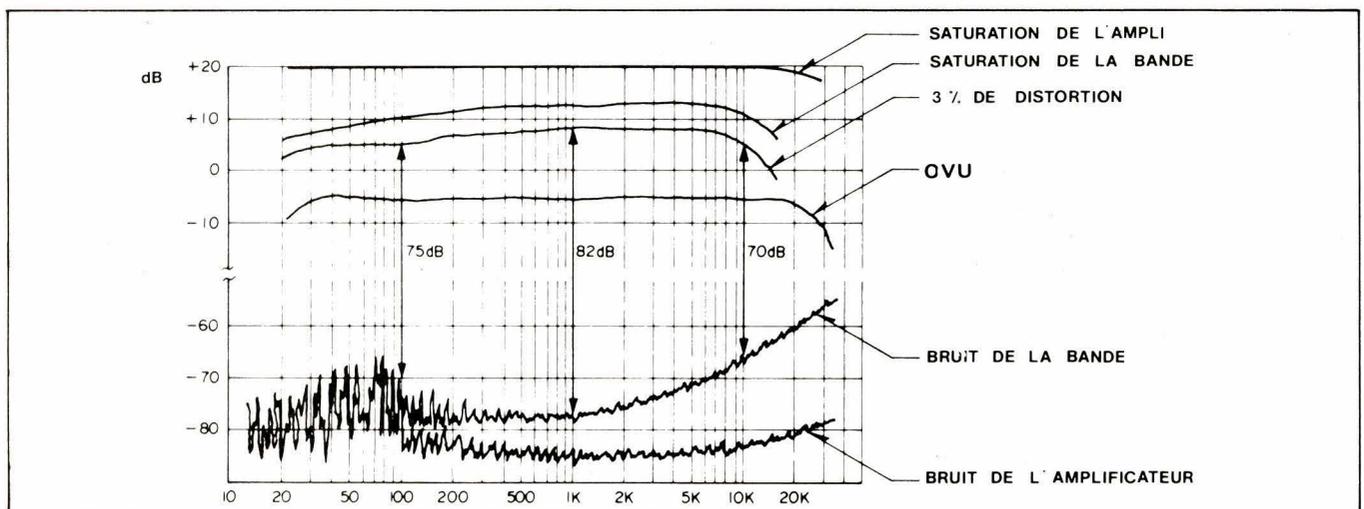


Fig. 2

une solution simplement provisoire, que des progrès dans la fabrication des bandes magnétiques condamneraient un jour au musée des techniques. Toutes les tentatives d'amélioration des bandes n'ont en effet donné que des résultats très modestes, et pourtant proches déjà du maximum prévu par la théorie : aucun progrès important ne peut être espéré, avec la largeur de piste et la vitesse de défilement retenues pour les cassettes.

## Mode d'action des réducteurs de bruit

Depuis leur première apparition, les réducteurs de bruit ont connu un développement et bénéficié d'améliorations considérables, grâce aux efforts de plusieurs grands constructeurs, et de divers laboratoires de recherche.

Nous consacrerons la quatrième partie de cette étude à l'analyse détaillée du fonctionnement et des caractéristiques des divers modèles. Pour clarifier l'exposé, il nous a pourtant semblé commode de dégager, d'abord, les principes généraux dont s'inspirent toutes les réalisations.

### La réduction de bruit limitée à la lecture

On sait que le spectre des fréquences musicales occupe essentiel-

lement une plage supérieurement limitée vers 4 kHz : au-delà, n'intervient que la contribution, relativement faible, des harmoniques. Le bruit, au contraire, est surtout canonné dans les fréquences élevées.

Forts de cette remarque, certains constructeurs proposent de limiter le bruit de fond par un filtre passe-haut n'agissant qu'à la lecture de la bande. Ce sont les réducteurs de bruit non complémentaires, dont la structure répond au synoptique de la **figure 3** : le signal d'entrée est enregistré sur la bande sans aucun traitement préalable. A la lecture, il est restitué avec la composante de bruit introduite par la bande magnétique et par la platine, puis dirigé vers la sortie à travers un filtre passe-haut, dont la fréquence de coupure varie parfois en fonction du contenu musical.

La méthode serait convenable si, réellement, une frontière nette séparerait les fréquences musicales du bruit. Or, l'oscillogramme de la **figure 4** montre que la réalité s'éloigne considérablement de cette hypothèse. Il représente le spectre de bruit d'une cassette à l'oxyde de fer, relevé sur un analyseur en temps réel, après pondération par un filtre au standard DIN, qui simule la courbe de sensibilité de l'oreille en fonction de la fréquence. On voit que le bruit reste important dans la plage de 1 à 4 kHz.

Les réducteurs non complémentaires, comme le DNL, n'atténuent

donc que très partiellement le bruit de fond, et cela au prix d'une détérioration de la courbe de réponse vers les fréquences hautes.

### Les réducteurs complémentaires

Ainsi nommés parce qu'ils réalisent deux opérations complémentaires l'une de l'autre, à l'enregistrement d'abord, à la lecture ensuite, ils ont la structure indiquée par la **figure 5**. Avant son inscription sur la bande magnétique, le signal d'entrée traverse un codeur qui comprime la dynamique. A la lecture, il est traité dans un décodeur, qui apporte une expansion symétrique de la compression précédente. Dans toute la suite de cet article, il ne sera plus question que de ce type de matériel.

Certains réducteurs n'agissent que par relèvement, à l'enregistrement, des signaux de faible niveau. On peut symboliser le mécanisme de l'opération, par les schémas de la **figure 6**. La courbe (a) y représente, en fonction du temps, les variations de niveau à l'entrée. Nous avons supposé que les zones « fortissimo » se situaient juste en-dessous de la saturation de la bande : elles sont transmises et enregistrées sans modification, comme on le voit en (b). Par contre, les zones « pianissimo », voisines du niveau de bruit de la bande magnétique, sont relevées avant enregistrement, et s'éloignent ainsi du bruit.

A la lecture (**fig. 6c**), intervient l'opération inverse, qui ramène les signaux pianissimi à leur niveau d'origine. Ce faisant, le bruit de fond est simultanément abaissé, ce qui entraîne l'accroissement souhaité du rapport signal/bruit.

D'autres réducteurs agissent à la fois sur les signaux forts et sur les faibles, réalisant une compression de dynamique sur toute l'échelle à l'en-

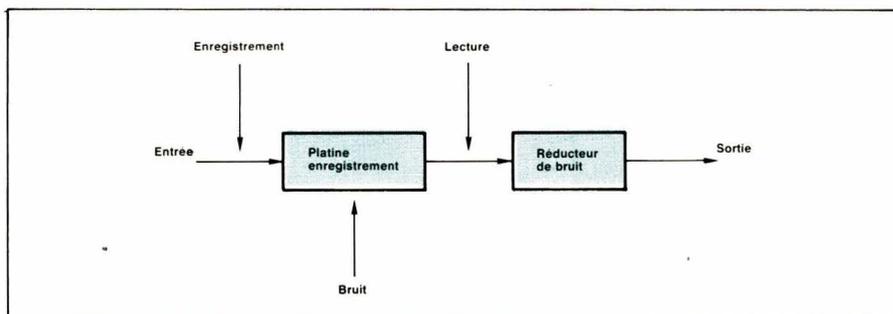


Fig. 3

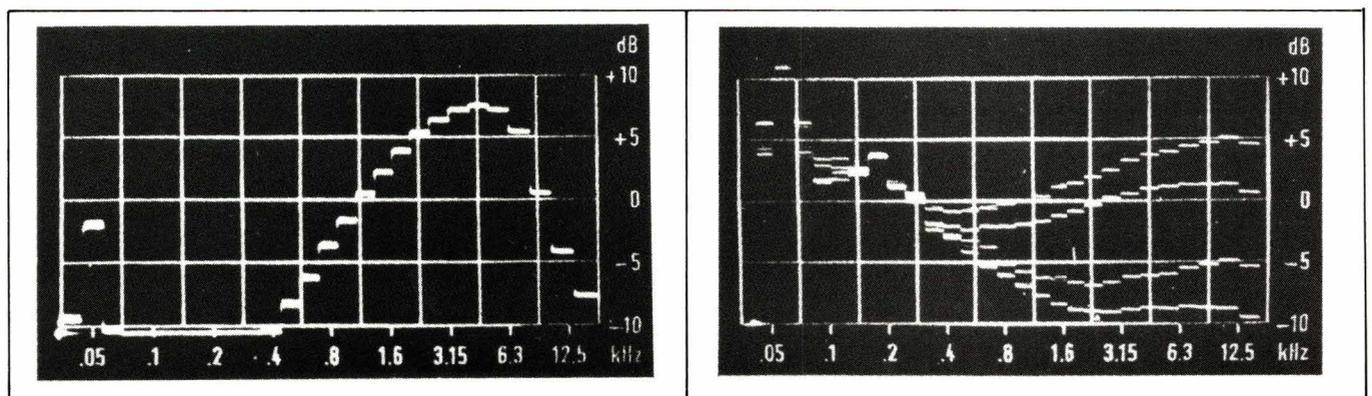


Fig. 4 a. — Spectre de bruit pondéré DIN (cassette  $Fe_2O_3$ ).

Fig. 4 b. — Spectre de bruit en sortie d'un enregistreur de 4 cassettes.

enregistrement. L'exemple de la **figure 7** montre alors que, sur une bande disposant d'une dynamique de 65 dB (+ 15 dB entre le zéro du vu-mètre et la saturation, et - 50 dB entre ce même zéro et le niveau de bruit), on peut inscrire une dynamique apparente de 80 dB au moins. A la lecture, il reste, après une expansion symétrique de la compression d'enregistrement, une marge de 5 dB avant la saturation, et de 20 dB au-dessus du bruit de fond, pour les tensions les plus faibles.

Enfin, pour tenir compte de la prédominance du bruit vers les aiguës, les rapports de compression et d'expansion varient, dans la plupart des dispositifs, en fonction de la fréquence. Nous allons le préciser avec l'étude des courbes de transfert.

### Courbes de transfert d'un réducteur de bruit

La courbe de transfert au codage, donc à l'enregistrement, établit la

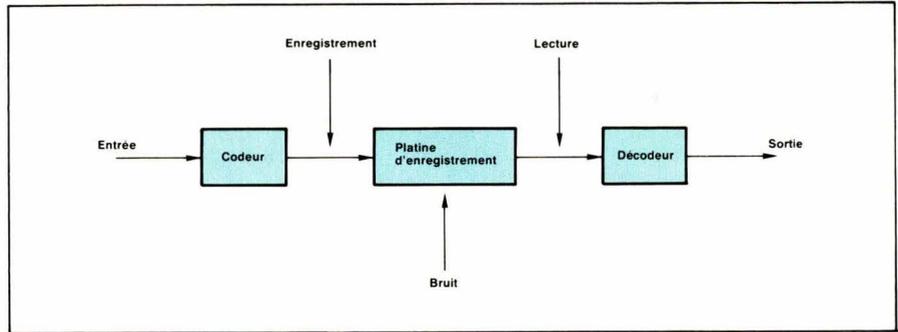


Fig. 5

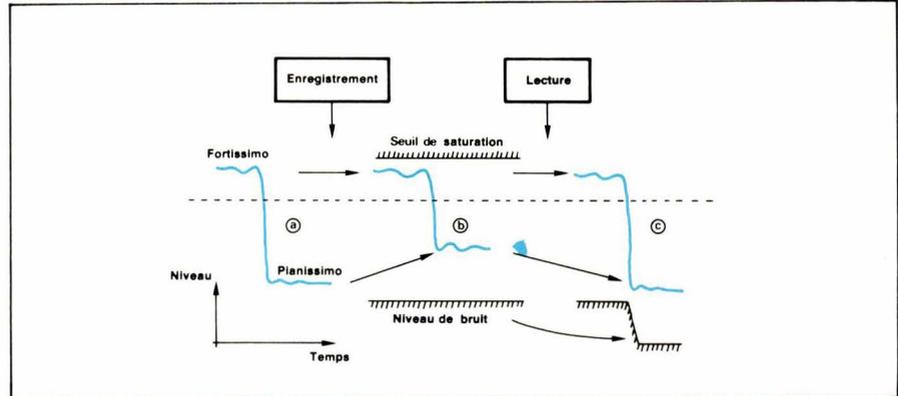


Fig. 6

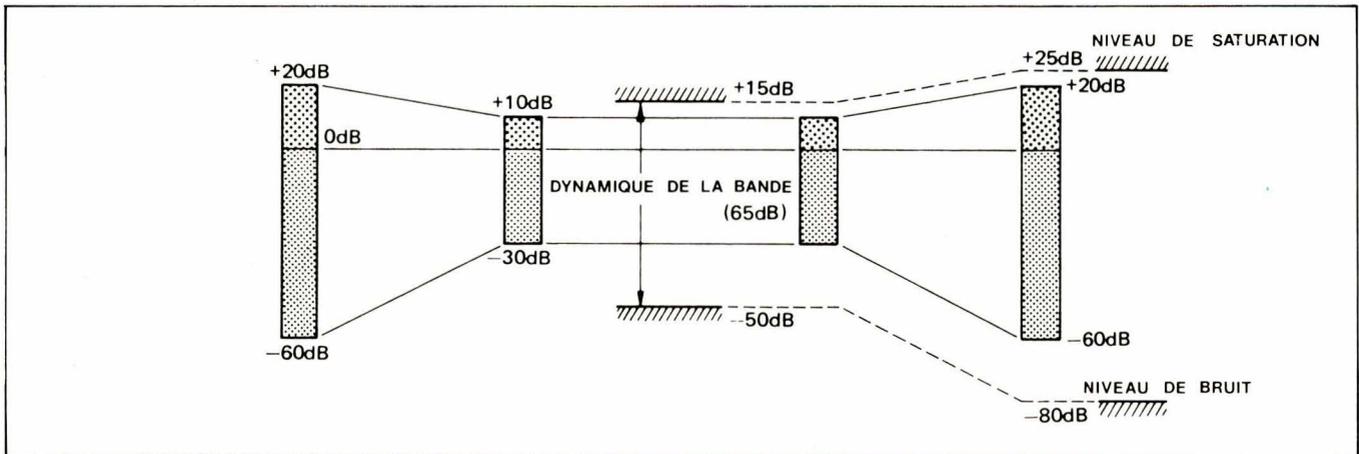


Fig. 7

correspondance entre chaque niveau du signal d'entrée, et le niveau auquel il est inscrit sur la bande. On voit ainsi, dans l'exemple de la **figure 8**, que pour - 60 dB à l'entrée, on retrouve - 30 dB sur la bande.

Au décodage, on considère alors comme signaux d'entrée, dans la **figure 8**, ceux qui pénètrent dans l'expandeur de lecture, et en ressortent pour attaquer les amplificateurs de puissance. Ainsi, à partir des - 30 dB de la bande, on retrouve bien les - 60 dB d'origine. Cette restitution des niveaux suppose, évidemment, une parfaite symétrie des deux courbes de transfert, par rapport à la bissectrice du système d'axes.

Dans le cas contraire, on observerait, ainsi qu'il apparaît sur la **figure 9**, une translation générale des ni-

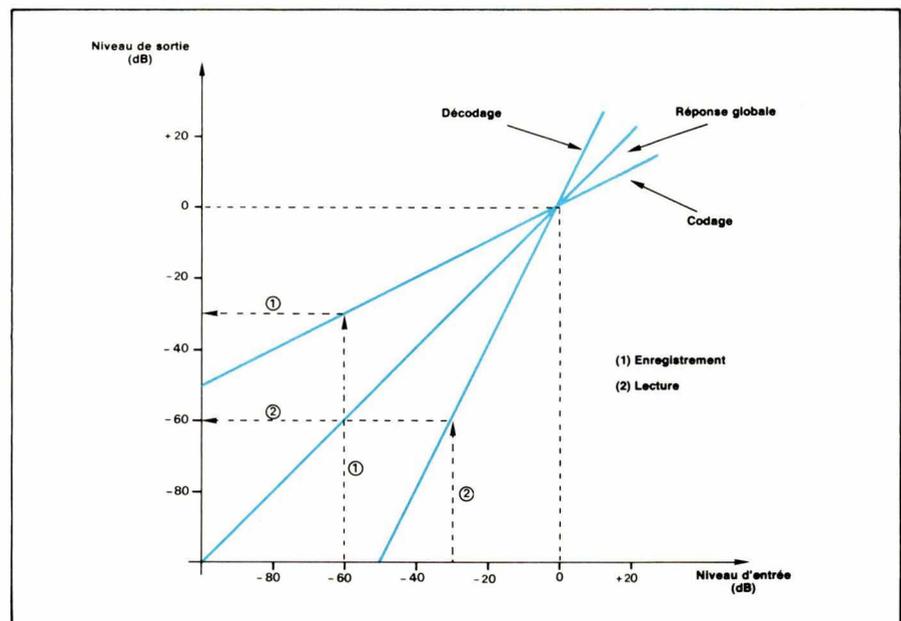


Fig. 8

veux de sortie, par rapport à ceux de l'entrée : la courbe de réponse globale, pour l'ensemble compresseur-expandeur, n'est plus la bissectrice. Avec  $-60$  dB à l'entrée, on retrouve  $-40$  dB en sortie, sur la **figure 9**.

Nous avons évoqué, plus haut, la prédominance du bruit de fond aux fréquences élevées. Pour une amélioration plus efficace du rapport signal/bruit, il est donc souhaitable d'accroître les compressions et les expansions de dynamique sur ces fréquences, par rapport au reste du spectre. On dispose alors, pour l'ensemble des circuits codeur et décodeur, de plusieurs courbes de transfert, dont la **figure 10** donne un exemple.

### Interprétation des courbes de réponse

L'ensemble des courbes de transfert du compresseur et de l'expandeur, tracées pour différentes fréquences, renseigne complètement sur le comportement d'un réducteur de bruit, tant en fonction des niveaux traités, que de la fréquence du signal.

Pour ce dernier paramètre, toutefois, l'interprétation n'est pas immédiate, puisqu'elle exige l'examen simultané de plusieurs caractéristiques. Certains constructeurs (ou laboratoires d'essai), préfèrent alors donner directement les courbes de réponse en fréquence. Elles sont établies d'une part pour le compresseur

et, d'autre part, pour l'expandeur. Naturellement, il faut encore, dans chaque cas, une famille de courbes, dont chacune correspond maintenant à un niveau donné (exprimé en dB) du signal appliqué sur l'entrée du dispositif.

Les **figures 11 et 12** fournissent deux exemples de ce type de graphiques. Celui de la **figure 11** correspond aux caractéristiques de compression à l'enregistrement. Chaque courbe est relevée à niveau constant du signal appliqué au compresseur (indiqué à l'extrémité droite), et pour des fréquences croissant de  $20$  Hz à  $20$  kHz (axe des abscisses). On lit, en ordonnées, le niveau de sortie après traitement. Ainsi, pour le point **A**, correspondant à un niveau d'entrée de  $-40$  dB et une fréquence de  $1$  kHz, la sortie se situe à  $-32$  dB, soit une compression de  $8$  dB. De même, au point **B** ( $-30$  dB à l'entrée,  $5$  kHz), la sortie à  $-20$  dB indique une compression de  $10$  dB.

Pour un fonctionnement parfait, c'est-à-dire une exacte restitution de la dynamique, les courbes d'expansion à la lecture (**figure 12**), devraient, à chaque fréquence et pour chaque niveau enregistré sur la bande, redonner le niveau du signal d'origine. Ainsi, pour un signal à  $-30$  dB et  $5$  kHz, le compresseur donnait  $-20$  dB. A la lecture, en appliquant  $-20$  dB à  $5$  kHz, on doit retrouver  $-30$  dB : c'est bien ce qui se passe, au point **B** de la **figure 12**.

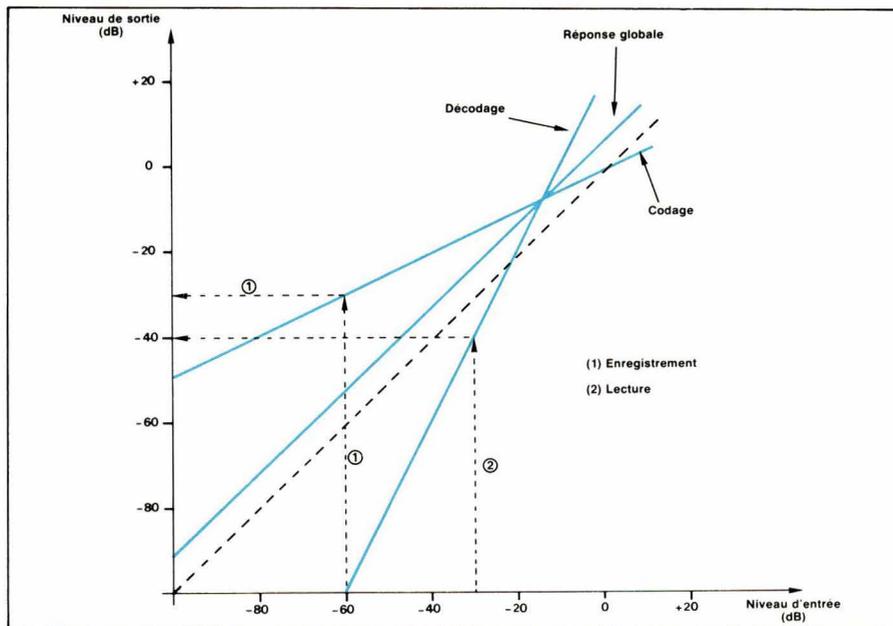


Fig. 9

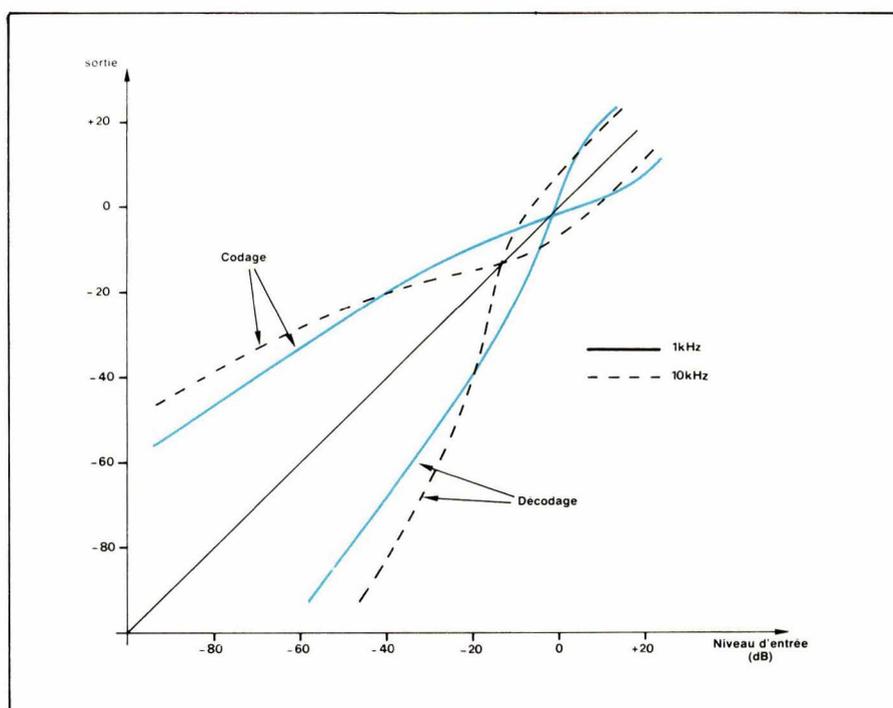


Fig. 10

### Phénomènes parasites dans les réducteurs de bruit

S'ils remplissent effectivement – et plus ou moins efficacement selon leur conception et leur complexité – le rôle qui leur est assigné : réduction du bruit, et accroissement de la dynamique, les dispositifs réducteurs de bruit introduisent aussi quelques perturbations que ne peuvent ignorer ni les concepteurs, ni les utilisateurs. Nous examinerons, maintenant les plus importantes d'entre elles.

#### Influence de la bande passante du magnétocassette

Les courbes de transfert (**fig. 8 et 10**) ou, ce qui traduit le même phénomène, les courbes de réponse – en fonction des niveaux à l'enregistrement puis à la lecture (**fig. 11 et 12**) –, ne concernent que les deux sous-ensembles complémentaires du

réducteur de bruit : le compresseur, et l'expandeur. La parfaite symétrie d'action de ces deux dispositifs, implique l'absence de toute perturbation de la part du magnétocassette

qui les sépare (voir le synoptique de la figure 5).

Or, la platine d'enregistrement et de lecture des bandes magnétiques, avec ses têtes et son électronique,

n'offre pas une réponse plate dans toute la gamme des fréquences sonores. La figure 13 va nous prouver que, dans ces conditions, le réducteur de bruit augmente les écarts.

Nous avons supposé, pour construire la figure 13, que le compresseur, comme l'expandeur, travaillaient avec un rapport indépendant de la fréquence.

Appliquons alors, à l'entrée de la chaîne, un signal de fréquence variable, mais de niveau constant, égal à  $-60$  dB (courbe 1 de la figure 13). Le compresseur réduisant la dynamique dans un rapport 2, injectera, à l'entrée du magnétocassette, un signal de niveau  $-30$  dB, indépendant de la fréquence (courbe 2 de la figure 13).

Supposons alors que la courbe de réponse de la platine d'enregistrement lecture, soit celle de la courbe 3 : à l'entrée de l'expandeur, on retrouve donc un signal dont le niveau, en fonction de la fréquence, varie conformément à cette courbe. Pour chaque fréquence, l'expansion s'effectue à partir du niveau correspondant de la courbe 3, et non à partir du niveau théorique de la courbe 2. Par exemple, à cause de la bosse à  $+3$  dB dans les fréquences basses, le niveau d'entrée vu par l'expandeur devient  $-27$  dB (au lieu de  $-30$  dB), et la sortie se placera à  $-54$  dB, au lieu de  $-60$  dB : l'accident, dans la courbe de réponse, passe de  $+3$  dB à  $+6$  dB. On voit, par le même raisonnement, que l'atténuation de  $5$  dB aux fréquences élevées passe à  $10$  dB.

D'une façon plus générale, toutes les irrégularités de la courbe de réponse du magnétocassette sont, en présence du réducteur de bruit supposé parfait, multipliées par le rapport de compression ou d'expansion. C'est dire combien il serait dangereux d'associer un tel dispositif à une platine de bas de gamme : on paierait alors la réduction de bruit, par une détérioration importante de la bande passante.

### Le phénomène de pompage

Les faibles niveaux du signal, amplifiés par le compresseur préalablement à leur enregistrement sur la bande magnétique, sont, après lecture, ramenés par l'expandeur à leur valeur d'origine. Parallèlement à cette opération, le niveau de bruit se trouve diminué d'autant, dans les passages pianissimi. Par contre, au cours des fortissimi, tous les niveaux sont remontés à la lecture, y com-

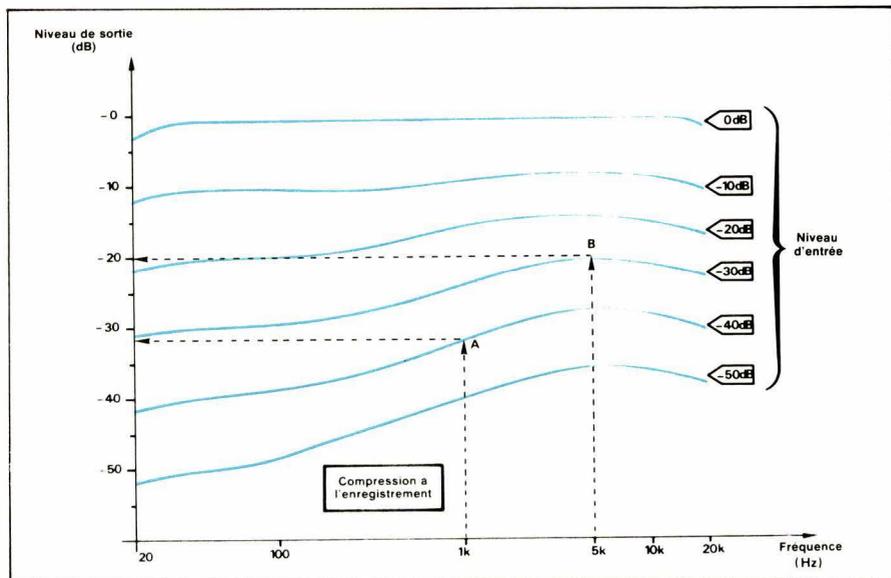


Fig. 11

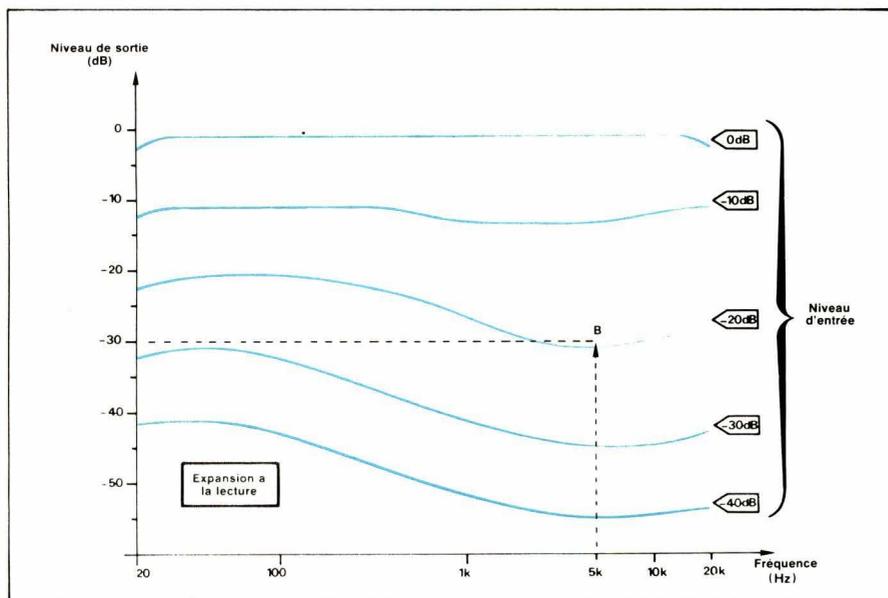


Fig. 12

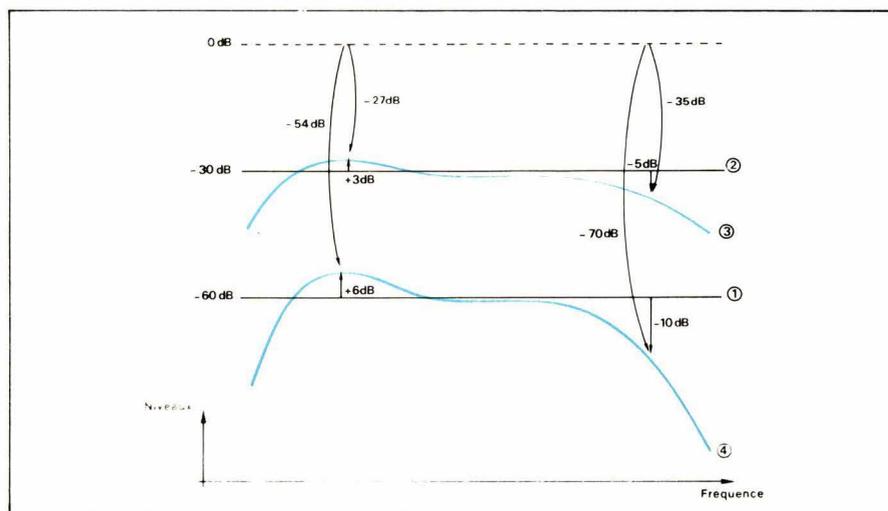


Fig. 13

pris celui du bruit de fond : c'est ce que rappelle le diagramme de la figure 14.

Souvent, ceci n'apporte aucune gêne à l'auditeur, à cause de l'effet de masque : la musique à fort niveau couvre le bruit de fond, que l'oreille ne discerne pas. Mais il existe des exceptions, lorsque signal utile et bruit ne se situent pas dans les mêmes bandes de fréquences. On peut observer ce phénomène, par exemple, lors de l'écoute de la grosse caisse, ou des notes basses du piano : le brutal accroissement du bruit, particulièrement sensible dans les aigües, n'est plus masqué par les « forte » de la musique, cantonnés dans les basses. On perçoit alors les variations de bruit comme une sorte de halètement qui accompagne chaque note : c'est l'effet de pompage.

Pour éliminer, ou du moins minimiser cet effet, les constructeurs ont été amenés à concevoir des compresseurs à bande de fréquence variable : l'action sur le bruit de fond, dépend de la fréquence des signaux musicaux forts. Nous préciserons ce mécanisme lors de l'étude détaillée des divers réducteurs de bruit actuellement fabriqués.

## Les différents types de réducteurs de bruit

Tous les réducteurs de bruit complémentaires s'inspirent des principes généraux analysés dans les pages précédentes. Mais les constructeurs d'efforçant d'atteindre des performances toujours plus grandes, on assiste à une compétition dont les retombées ne peuvent que profiter au mélomane exigeant.

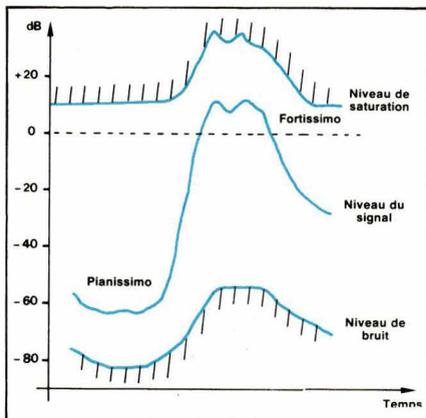


Fig. 14

Excluant, du catalogue qui va suivre, les dispositifs réservés aux seules applications professionnelles, nous ne retiendrons que les réducteurs effectivement employés dans les magnétocassettes, à savoir : les Dolby type B et type C ; le DBX ; le SDSS ; l'ADRES, et le HI-COM (ou HIGH-COM).

## Les réducteurs Dolby B et C

Le Dolby B, simplification du Dolby A des professionnels, agit en compresseur-expandeur pour les niveaux faibles, aux fréquences moyennes et hautes du spectre sonore.

La figure 15 donne le synoptique du compresseur utilisé à l'enregistrement. Après passage dans un premier amplificateur A, les signaux d'entrée traversent le filtre passe-bas J, destiné à éliminer les tensions parasites (polarisation de la bande magnétique, signaux multiplex en réception FM). A la sortie de l'amplificateur B, ils se partagent alors en deux voies : la voie principale, qui envoie le signal non modifié directement sur l'une des entrées de l'additionneur E ; la voie secondaire, qui contrôle la dynamique du compresseur.

Cette voie secondaire débute par un filtre passe-haut, composé des condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , des résistances fixes  $R_1$  et  $R_2$ , et de la résistance variable F (il s'agit en réalité d'un transistor à effet de champ). Aux faibles niveaux, F offre une résistance élevée, et l'entrée du filtre ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $R_1$ ) contrôle la réponse en fréquence de la voie secondaire.

Le signal de sortie du filtre, amplifié par C, est ajouté, dans l'additionneur E, à celui de la voie principale. Le gain de la voie latérale est calculé de telle façon que le niveau à la sortie de l'additionneur soit accru de 10 dB, à 5 kHz.



Photo 1. — Sharp RT 7100 équipé du système Dolby.

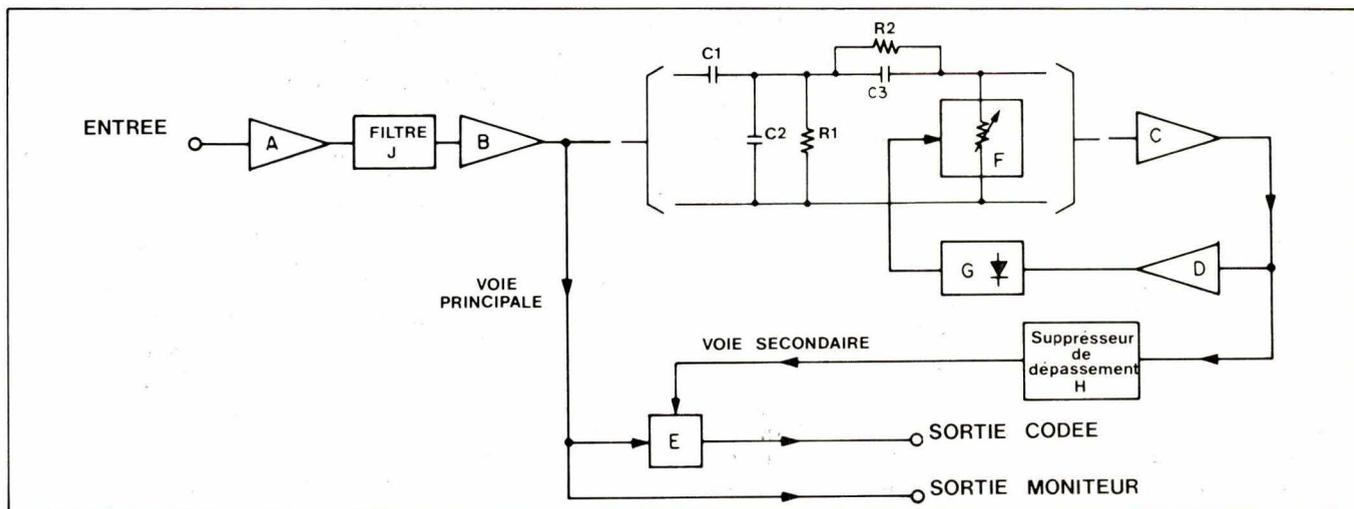


Fig. 15

Amplifié par D, le signal latéral est simultanément redressé et filtré dans l'ensemble détecteur-intégrateur G. La tension continue qui en résulte, sert à commander électriquement la résistance variable F. Au delà d'un seuil prédéterminé, F diminue, ce qui augmente la fréquence de coupure de la deuxième partie du filtre ( $R_2$ ,  $C_3$  et F). Alors, les signaux de basse et de moyenne fréquences sont atténués dans la voie latérale.

Au total, les caractéristiques du compresseur, en fonction de la fréquence et pour divers niveaux d'entrée, sont indiquées dans la **figure 16**.

La **figure 17** précise le mode d'action du filtre à bande passante variable. Dans ce diagramme, on a relevé la courbe de réponse du compresseur pour les faibles niveaux, en présence de signaux forts à différentes fréquences (100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz et 5 kHz). Ces variations dans le spectre du réducteur de bruit, éliminent l'effet de pompage.

L'un des problèmes que posent les circuits compresseurs-expandeurs, est le phénomène de dépassement observé lors des transitions rapides entre faibles et forts niveaux. C'est pourquoi la voie latérale (**fig. 15**) comporte un suppresseur de dépassements, qui n'intervient que lors des transitions très rapides, en attendant le retour au régime permanent : pendant un court délai, la sortie du compresseur comporte un signal pur de grande amplitude, en provenance de la voie principale, tandis que le signal parvenant par la voie latérale, n'a qu'une amplitude faible. Les oscillogrammes de la **figure 18**, relevés à l'aide d'un générateur « tone-burst », montrent la quasi-disparition des dépassements, en sortie de l'expandeur.



Photo 2. — Scott 610 D avec Dolby.

A l'expansion, on retrouve, comme le montre la **figure 19**, des circuits très voisins de ceux du compresseur. Mais, cette fois, l'entrée de la chaîne latérale est raccordée à la sortie de l'additionneur, à travers l'inverseur K. Le filtre dynamique s'incorpore donc dans une boucle de contre-réaction, et son signal de sortie est soustrait du signal principal, au lieu d'y être ajouté. Le passage de l'enregistrement à la lecture, donc de la configuration de la **figure 15** à celle de la **figure 19**, s'effectuant par commutation, les mêmes composants sont utilisés dans les deux cas, ce qui garantit la symétrie des courbes de compression et d'expansion.

Dans ses débuts, le Dolby B a été réalisé à partir de composants discrets. Plusieurs circuits intégrés sont maintenant disponibles, qui permettent de construire un ensemble Dolby B à l'aide d'un nombre réduit de composants externes. Nous prendrons pour exemple, illustré par la **figure 20**, le NE545B de **Signetics**.

Ce circuit monocanal (il en faut deux dans un ensemble stéréophonique) travaille à la fois à la compression et à l'expansion, par simple commutation. L'étage d'entrée, à gain unitaire, offre une grande impé-

dance d'entrée et une faible impédance de sortie, souhaitable pour la commande du filtre multiplex. Les valeurs de tous les composants externes, sont précisées sur la figure, avec leurs tolérances (lorsque celle-ci n'est pas indiquée, elle doit être de  $\pm 10\%$ ). La consommation, sous une tension qui peut varier de 10 à 16 V, reste toujours voisine de 24 mA.

Dans le spectre de ses fréquences de travail, le Dolby B apporte une réduction de bruit d'environ 10 dB. Conçu ultérieurement, le Dolby C, qui fonctionne sur le même principe (compression et expansion des faibles niveaux, avec plage de fréquence variable), diffère du Dolby B par le taux de compression et d'expansion, et parce qu'il descend un peu plus bas en fréquence.

Pour parvenir à ce résultat, le codage et le décodage s'effectuent sur deux étages de circuits, qui apportent chacun un gain de 10 dB, soit 20 dB au total (**fig. 21**). Un autre avantage de la répartition sur deux étages, réside dans une plus grande facilité à réduire le phénomène de pompage. La chaîne principale englobe un dispositif anti-saturation, destiné à minimiser les pertes en haute fréquence, et les risques de distorsion.

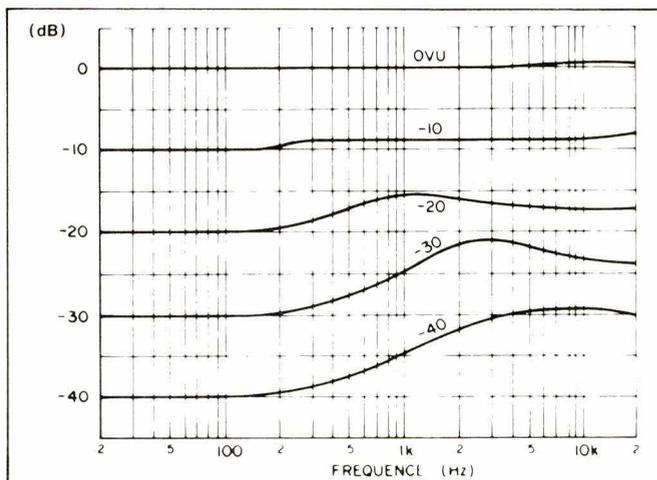


Fig. 16

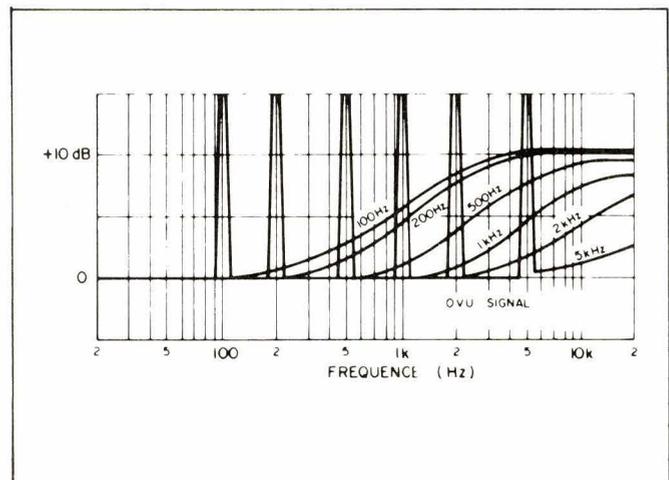


Fig. 17

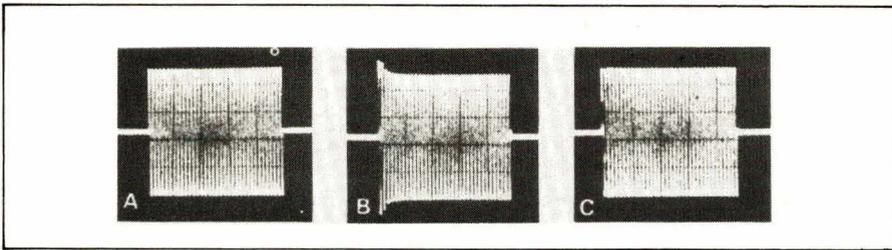


Fig. 18

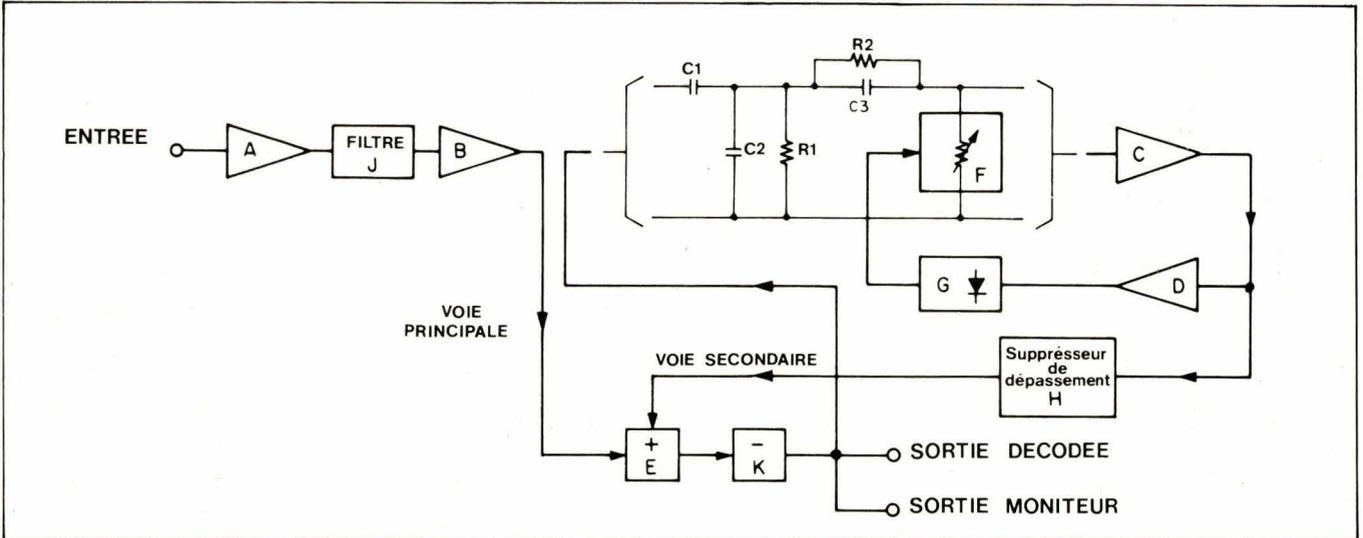


Fig. 19

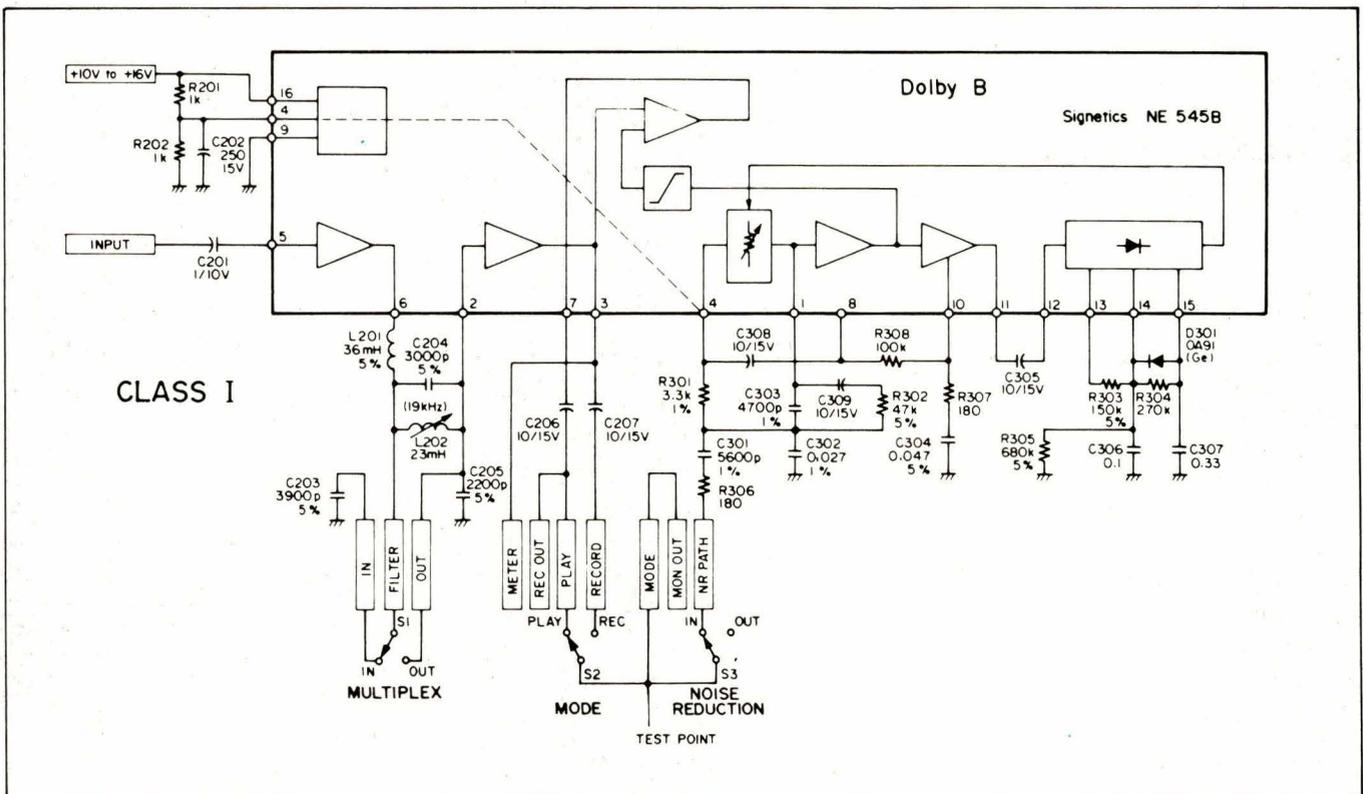


Fig. 20

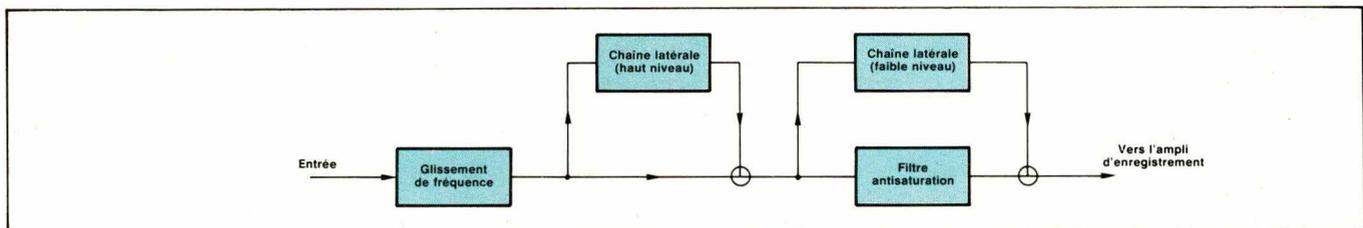


Fig. 21

La **figure 22**, enfin, traduit les performances comparées des Dolby B et C. On vérifie bien qu'avec le deuxième, la réduction de bruit est sensiblement plus efficace, et qu'elle commence à des fréquences plus faibles (20 dB dès 1 kHz).

## Le réducteur DBX

Le DBX agit à la fois par relèvement des faibles niveaux et réduction des niveaux élevés, à l'enregistrement. Evidemment, les fonctions inverses sont symétriquement effectuées à la lecture. Il apporte donc un accroissement de la dynamique par diminution du niveau de bruit, et augmentation du seuil de saturation.

Le synoptique du compresseur est donné en **figure 23**, tandis que la

**figure 24** propose un exemple complet de réalisation, que nous utiliserons pour nos explications.

A l'entrée, le filtre multiplex (L101, L102, C101 à C103) bloque la fréquence pilote (19 kHz) et la sous-porteuse (38 kHz) des émissions en modulation de fréquence. Un deuxième filtre, construit autour du transistor Q<sub>101</sub>, arrête les très basses fréquences, dues par exemple aux vibrations de moteurs. Bien que toutes ces fréquences (19 kHz, 38 kHz ou très basses) sortent du domaine audible, leur présence risque d'engendrer un signal d'erreur pour la commande du compresseur, d'où découlerait une forte distorsion.

Dans le but, déjà justifié précédemment, de minimiser le phénomène de pompage (modulation du souffle par les variations de niveau

du signal musical), un circuit de préaccentuation remonte les fréquences élevées et diminue les plus basses (au-dessous de 1 kHz). Il met en jeu R<sub>108</sub>, R<sub>109</sub>, C<sub>106</sub>, C<sub>107</sub>, puis, en contre réaction sur l'amplificateur IC<sub>102</sub>, R<sub>115</sub>, R<sub>116</sub>, C<sub>110</sub> et C<sub>111</sub>.

Le gain de la chaîne est alors contrôlé par un amplificateur à commande par tension, essentiellement construit autour des transistors Q<sub>102</sub>, Q<sub>103</sub> et Q<sub>104</sub>, du circuit intégré IC<sub>101</sub>, et des résistances ajustables VR<sub>101</sub> et VR<sub>102</sub>. Le gain de cet ensemble est réglé par la tension continue en provenance du détecteur de niveau, et varie conformément à la loi graphiquement représentée dans la **figure 25** (il peut y avoir amplification ou atténuation, selon le signe de la tension de commande, donc de la va-

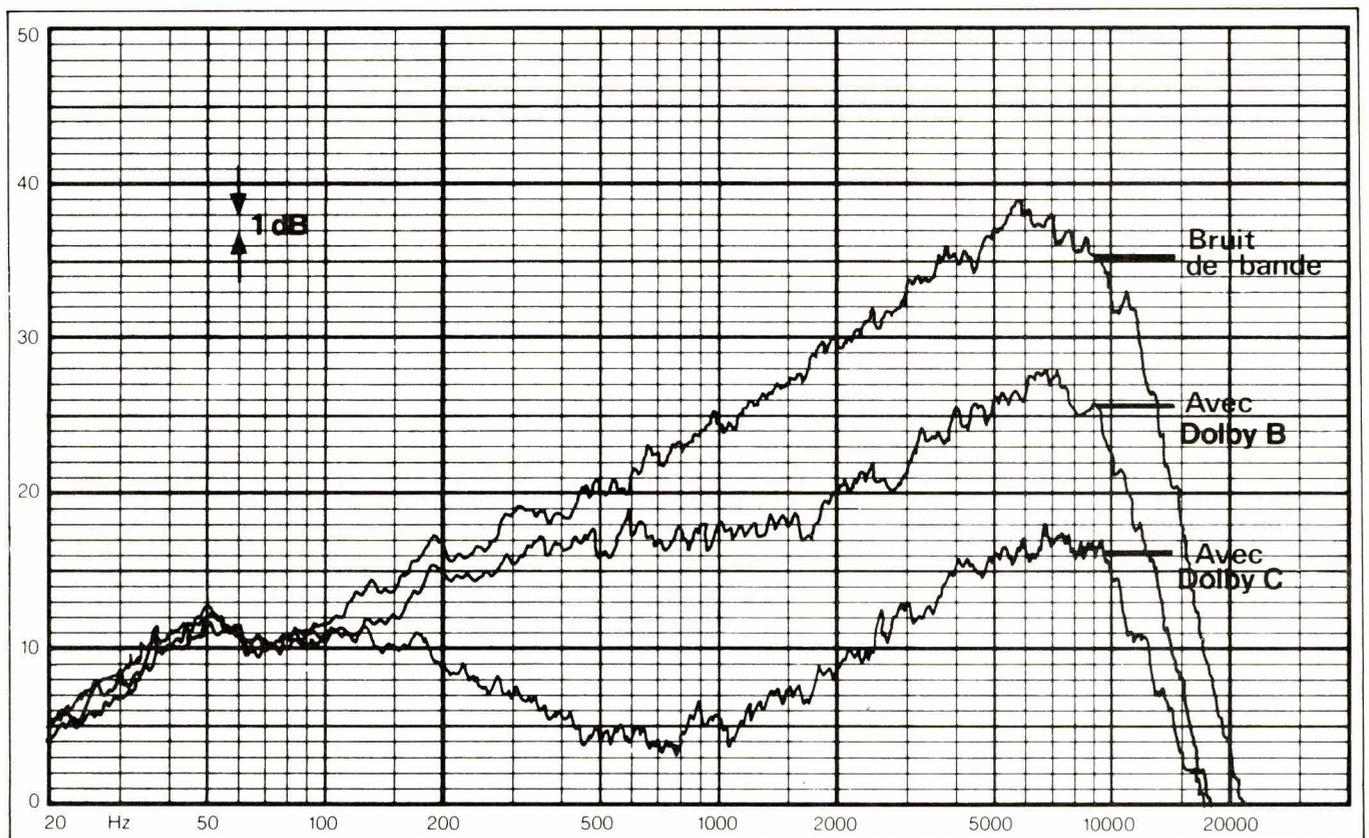


Fig. 22

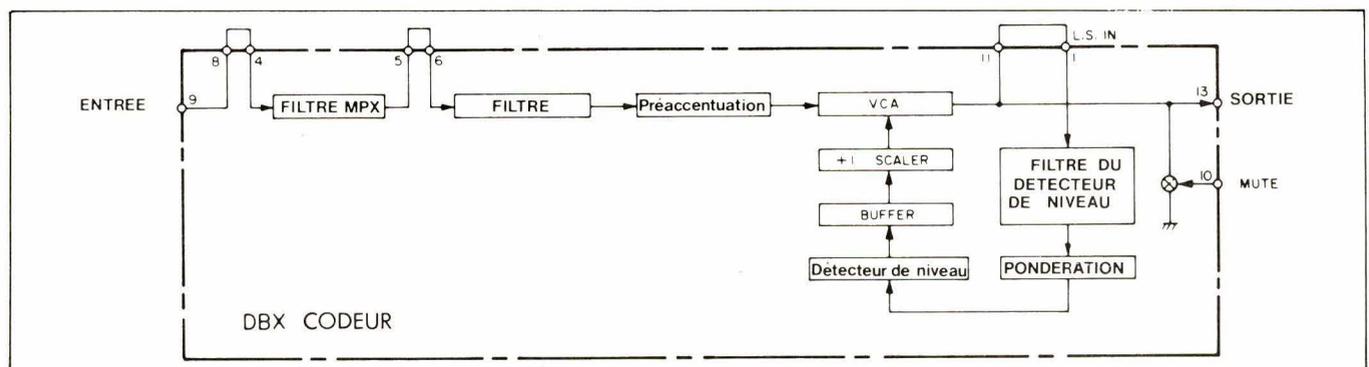


Fig. 23

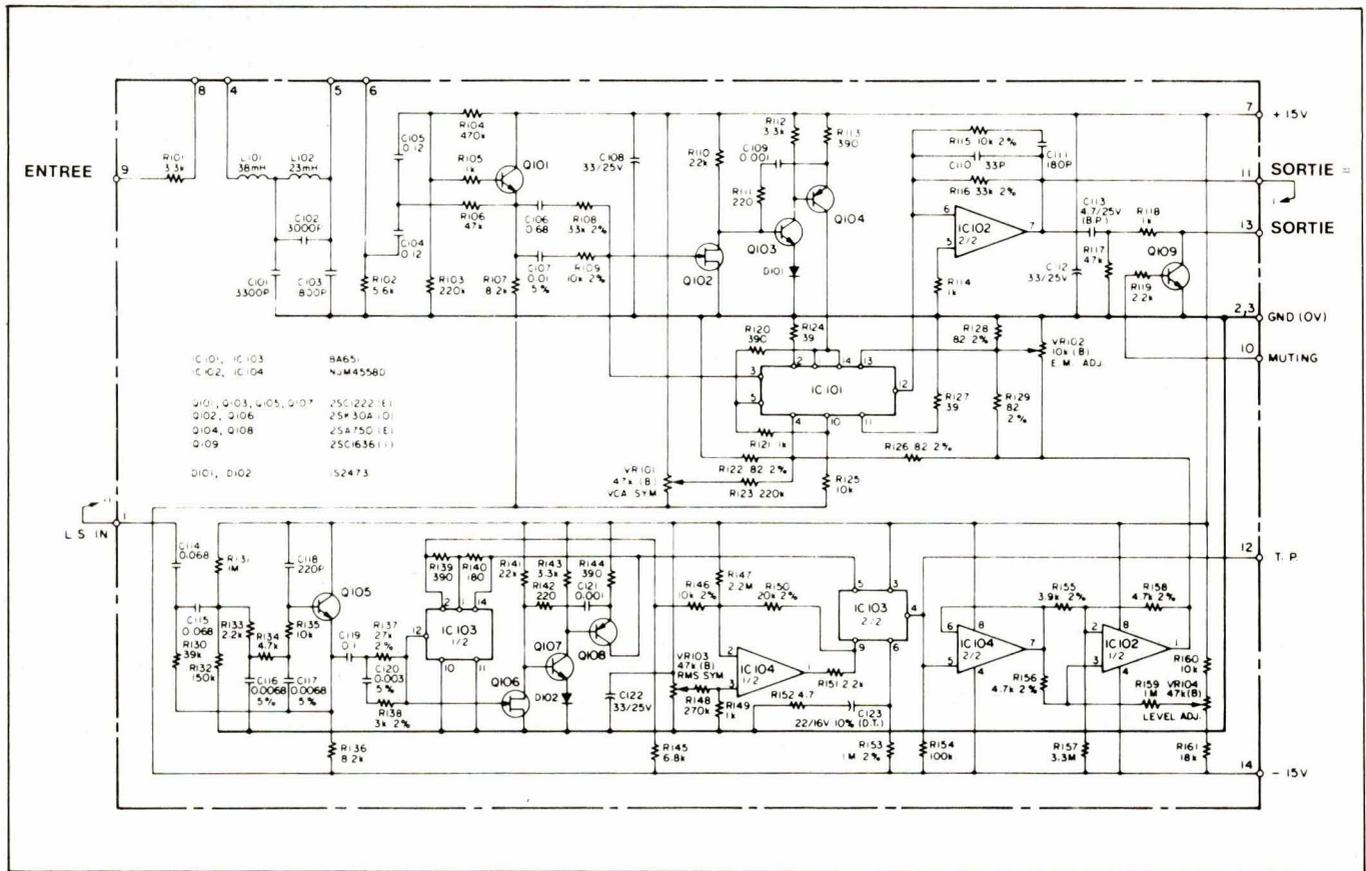


Fig. 24

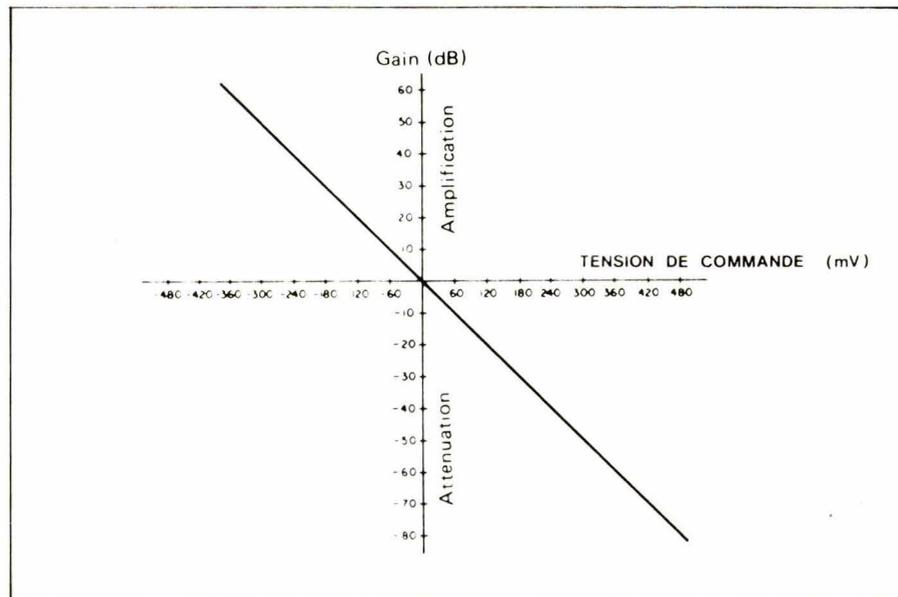


Fig. 25

leur efficace de la tension d'entrée, demeurent linéaires dans une très large gamme : de  $-80$  dB à  $+60$  dB, pour toutes les fréquences comprises entre  $10$  Hz et  $20$  kHz.

Nous avons signalé, plus haut, les perturbations introduites par la non linéarité de la réponse en fréquence de la platine d'enregistrement lecture. Afin d'éviter, à la restitution, des écarts trop importants, il convient de limiter l'action de l'ensemble compresseur/expandeur, à l'intérieur de la bande passante du magnétocassette. A cet effet, le

DBX utilise un filtre comportant le transistor  $Q_{105}$ , associé aux résistances  $R_{130}$  à  $R_{136}$ , et aux condensateurs  $C_{114}$  à  $C_{118}$ . La figure 26 montre la réponse de ce filtre, pour le DBX II, réservé aux cassettes (le DBX I est le modèle étudié pour les magnétophones à bande).

Un deuxième filtre de pondération, qui précède juste le détecteur de niveau, favorise l'action, sur ce dernier, des fréquences très élevées : cela prévient la distorsion qu'entraînerait la limitation de dynamique de la bande magnétique, pour

ces fréquences. La courbe II de la figure 27 précise la réponse de ce filtre dans le cas du DBX II. L'ensemble met en jeu les résistances  $R_{137}$  et  $R_{138}$ , ainsi que le condensateur  $C_{216}$ , de la figure 24.

Le détecteur de niveau (IC $_{103}$  - 1/2,  $Q_{106}$  à  $Q_{108}$ , IC $_{104}$  - 1/2 et IC $_{103}$  - 2/2), est une des parties les plus importantes du système DBX. Sa tension continue de sortie (broche 4 de IC $_{103}$ ), qui commande l'amplificateur à gain variable, est proportionnelle à la valeur quadratique moyenne du signal reçu. C'est là un point primordial, que nous allons tâcher d'expliquer, par référence à la figure 28.

Un signal musical ne s'apparente qu'exceptionnellement à une sinusoïde pure, mais résulte généralement de la combinaison d'une fondamentale, et de plusieurs harmoniques. Pour la simplicité de notre raisonnement, nous retiendrons le cas de deux composantes seulement : la fondamentale, et l'harmonique de rang 2. Leurs phases respectives dans le signal d'origine, et la forme qui en résulte pour celui-ci, sont illustrées par la figure 28 a.

Si, comme c'est le cas général, la platine de magnétocassette introduit une rotation de phase variable avec la fréquence, fondamentale et harmonique 2 n'occupent plus les mêmes positions respectives à sa

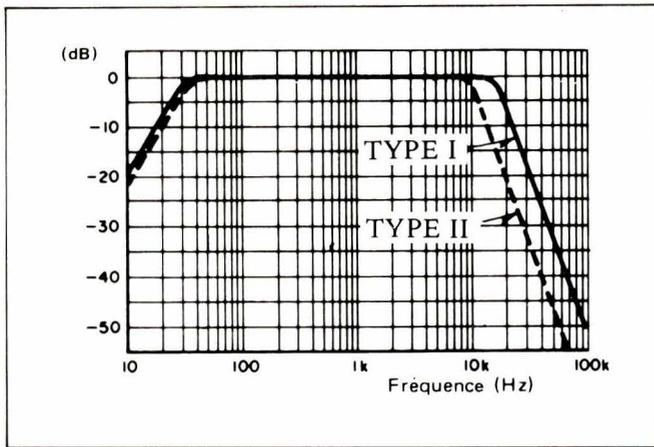


Fig. 26

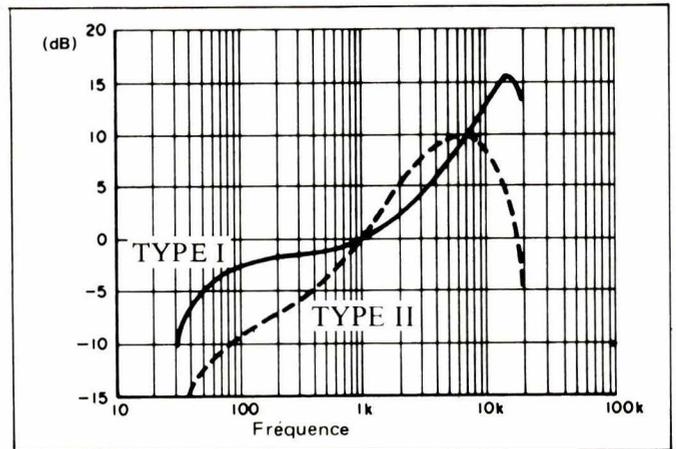


Fig. 27

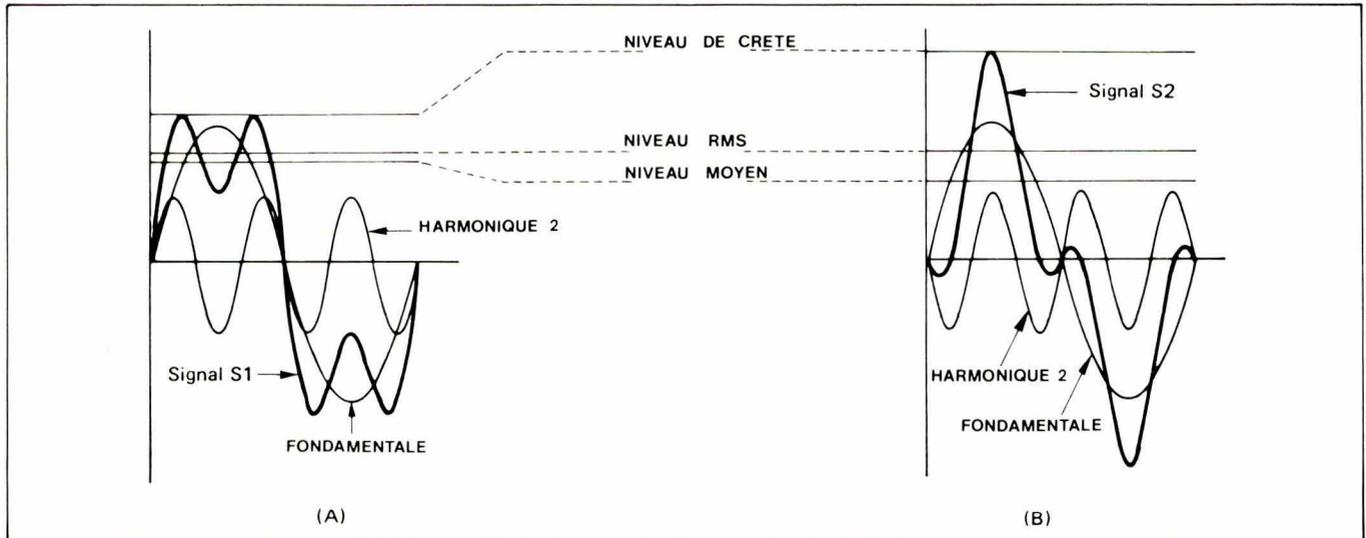


Fig. 28

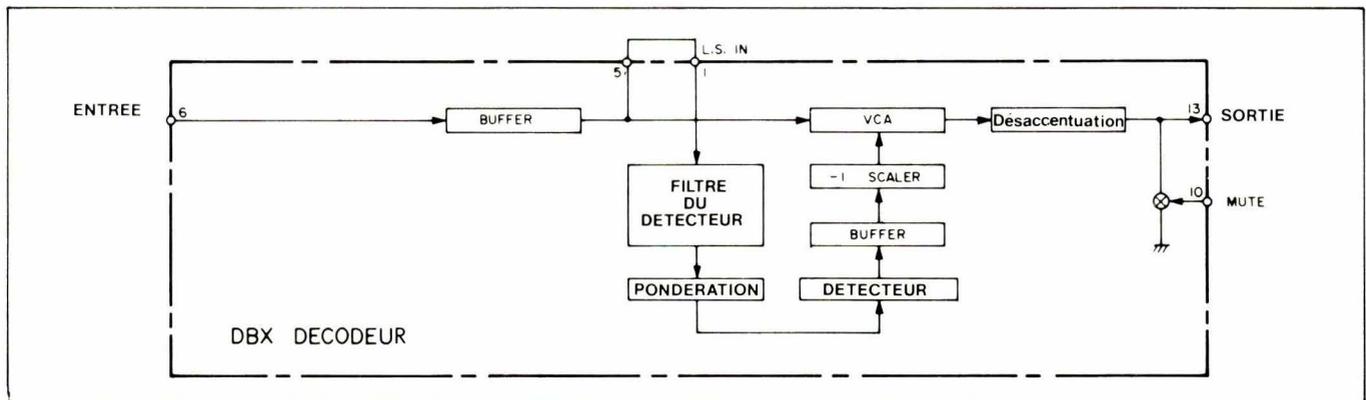


Fig. 29

sortie : la forme du signal résultant diffère de celle du signal d'origine ainsi que le montre la **figure 28 b**. L'oreille, qui ne perçoit pas la phase, reste insensible à ces différences. Par ailleurs, la valeur quadratique moyenne demeure constante dans cette transformation, alors que la valeur moyenne, et la tension de crête, sont modifiées (**fig. 28**). Pour conserver le même taux à la compression et à l'expansion malgré les déformations du signal, il importe donc de commander l'amplificateur à gain variable, à partir de la valeur quadratique moyenne.

Les circuits d'expansion du DBX, s'apparentent d'assez près aux circuits de compression, dont ils découlent par symétrie. Nous ne les analyserons donc pas en détail, nous contenterons d'en fournir le synoptique (**fig. 29**) et le schéma complet (**fig. 30**).

L'efficacité du réducteur de bruit DBX, est illustré par le diagramme de la **fig. 31**. On voit que le système agit dès les fréquences basses. Vers les aiguës, la réduction de bruit atteint 40 dB. Au total, compte tenu du relèvement du niveau de satura-

tion, on obtient une dynamique voisine de 100 dB, à partir d'une bande magnétique limitée à 65 dB.

### Le SDSS

Le SDSS (« Super Dynamic Sound System ») a été étudié par **Sanyo**. Lui aussi, pour accroître la dynamique, réalise une compression dans un rapport 2 à l'enregistrement, suivie d'une expansion de même rapport à la lecture, et ceci tant sur les forts niveaux que sur les niveaux faibles : la dynamique de la cassette utilisée se trouve donc doublée, par

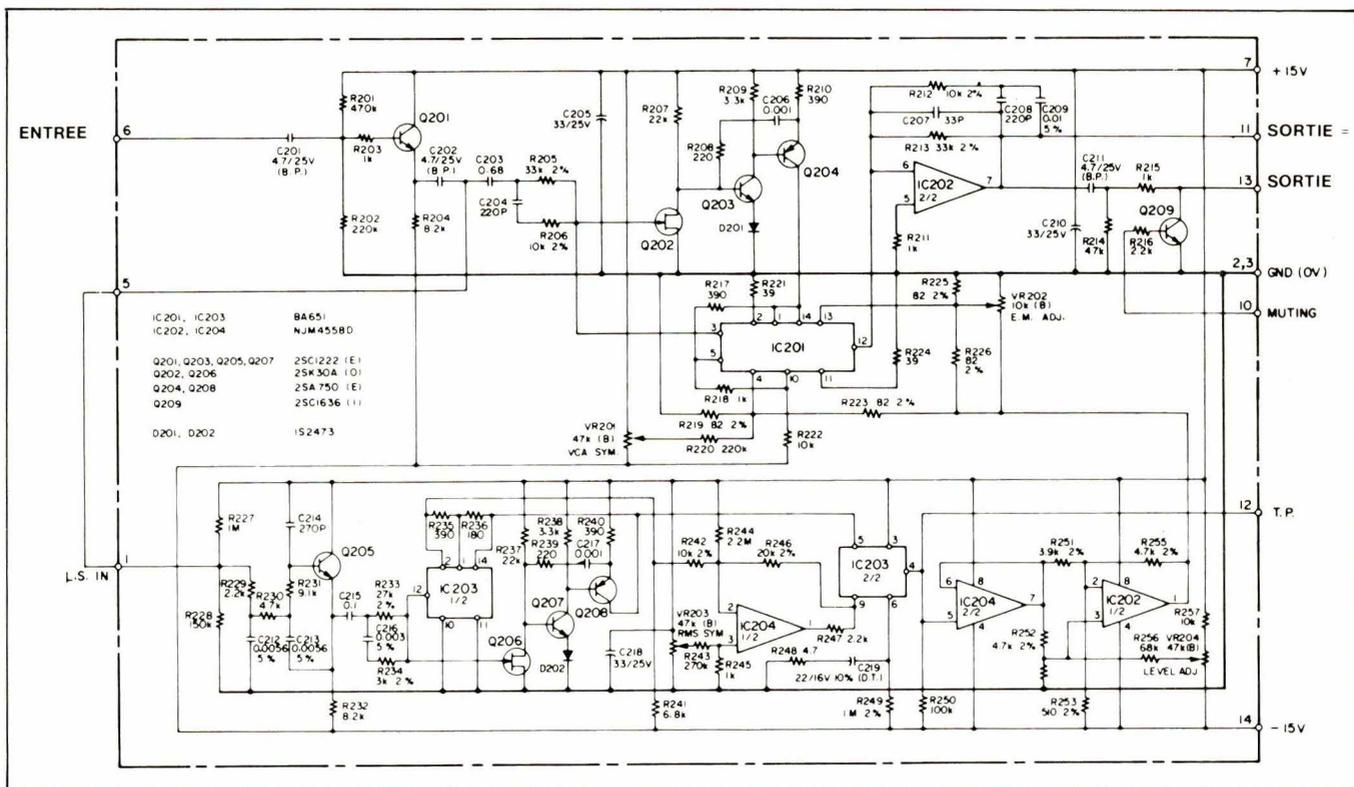


Fig. 30

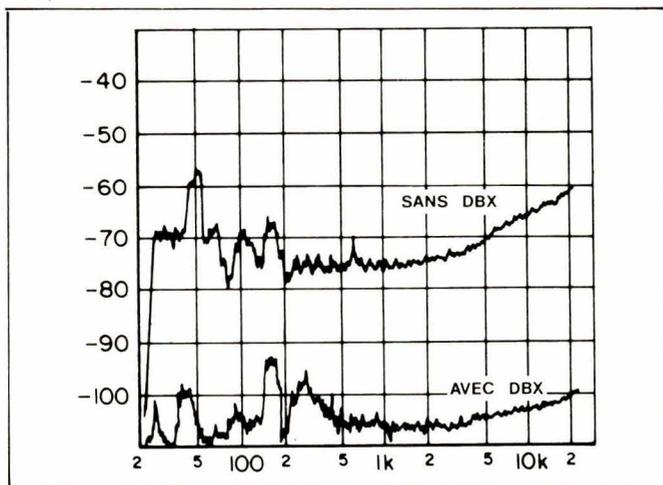


Fig. 31



Photo 4. - Sony TC-K45 avec Dolby.

recul de la saturation, et abaissement du bruit de fond dans un rapport 100 (40 dB).

Pour lutter contre l'effet de pompage, la compression et l'expansion s'effectuent à travers un système multibandes. Le synoptique de l'ensemble, reproduit à la **figure 32**, met en évidence l'existence de deux voies, à l'enregistrement comme à la lecture. Prenons le cas de cette dernière. Après passage dans un filtre de pré-accélération, les signaux, amplifiés, sont dirigés vers deux amplificateurs à gain variable commandés par tension, à travers un filtre passe-haut pour l'une des voies, et un filtre passe-bas pour l'autre. Les détecteurs de niveau de chaque voie, qui fournissent les tensions continues de commande, sont eux aussi

excités par un passe-haut et un passe-bas, que précède un filtre de pondération.

A la lecture, on retrouve, comme d'habitude, une disposition symétrique.

La **figure 33** illustre l'efficacité du réducteur de bruit, en la comparant d'ailleurs aux résultats obtenus à partir du Dolby B. L'abaissement du niveau de bruit atteint 40 dB sur toutes les fréquences du spectre sonore, ce qui porte la dynamique totale à 100 dB.

### Le réducteur ADRES

Le système ADRES (« Automatic Dynamic Range Expansion System ») est utilisé par Akai. Son sys-

noptique, que nous donnons sous forme très simplifiée à la **figure 34**, rappellera celui des dispositifs déjà analysés plus en détail. Le circuit de pré-accélération, favorise la compression et l'expansion des faibles niveaux du signal, aux fréquences élevées.

Dans le synoptique, on remarquera la présence d'un limiteur entre le détecteur de niveau (sensible à la valeur quadratique moyenne) et l'amplificateur à gain commandé. Il a pour but de limiter les variations de gain de ce dernier, aux forts niveaux du signal d'entrée. La courbe de la **figure 35**, où le gain de l'amplificateur commandé est porté en ordonnées, tandis que les abscisses représentent les niveaux appliqués au détecteur, montrent cette action.

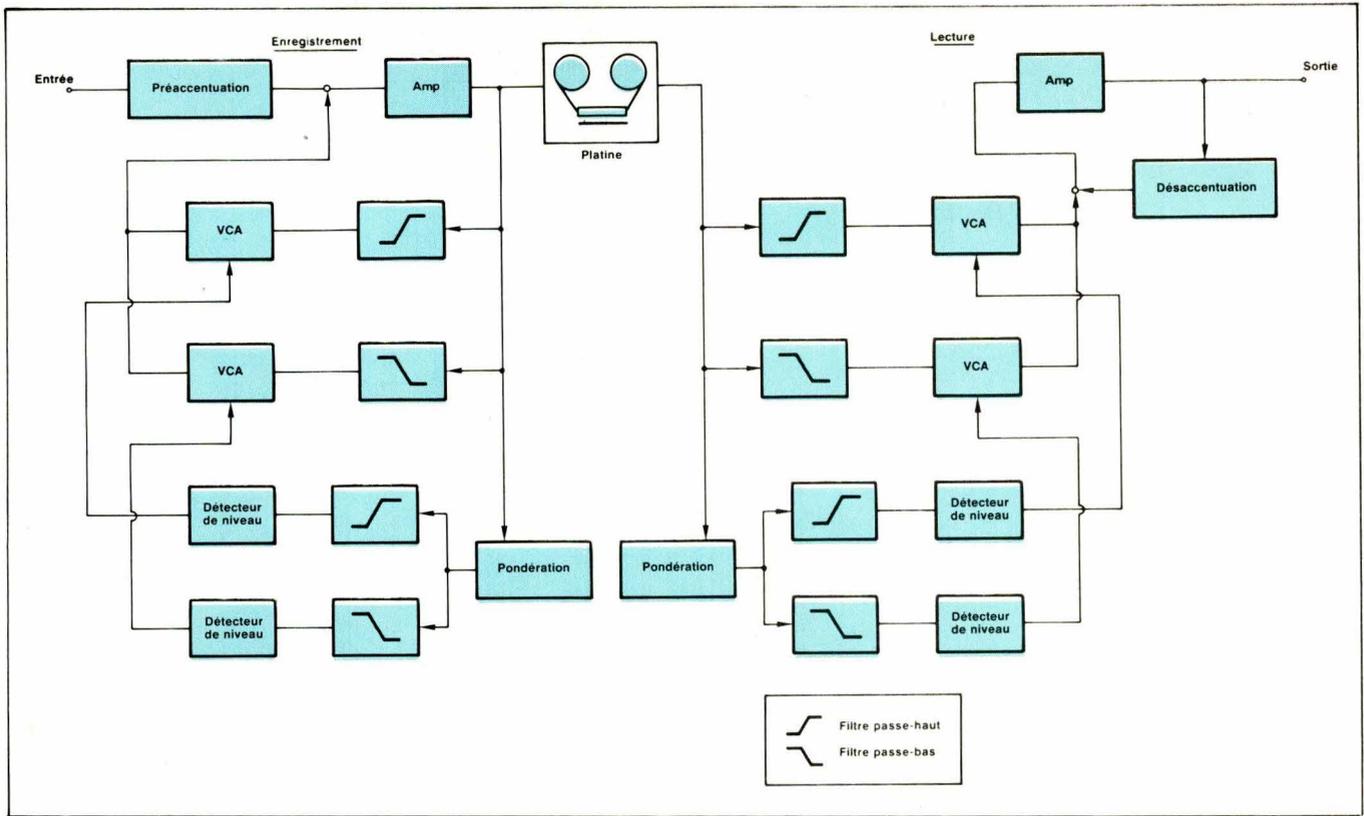


Fig. 32

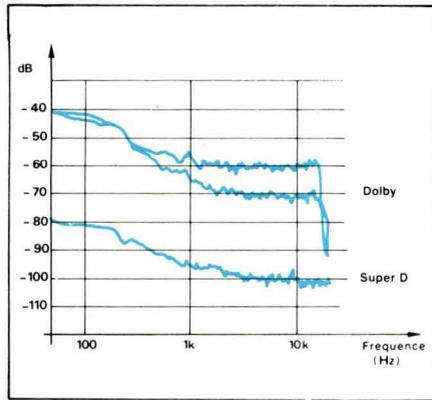


Fig. 33

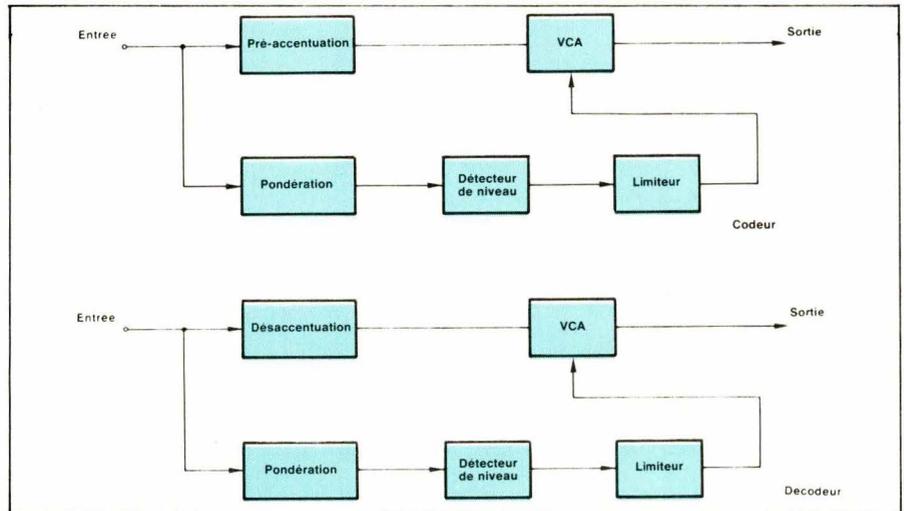


Fig. 34

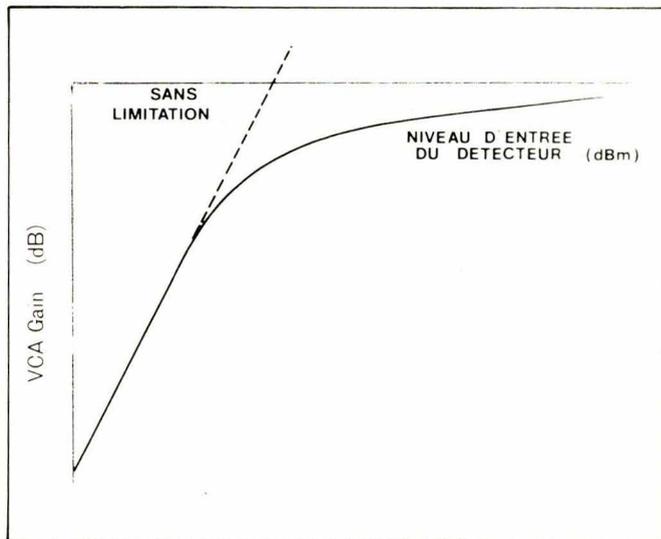


Fig. 35

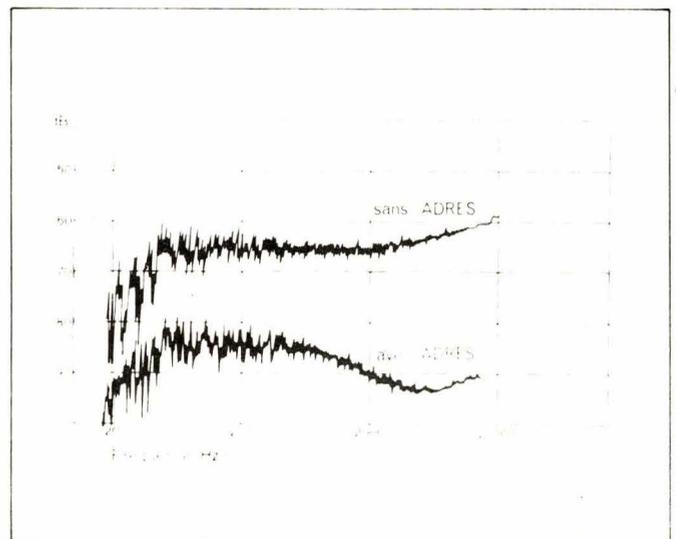


Fig. 36

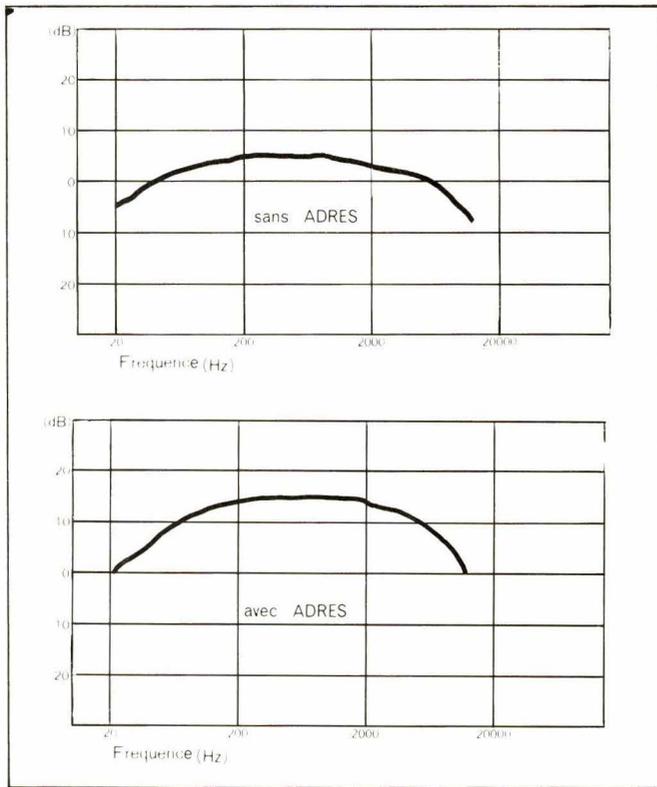


Fig. 37

Les résultats obtenus avec le système ADRES, sont explicités dans les courbes de la **figure 36**, relatives à l'abaissement du bruit de fond, et dans celles de la **figure 37**, qui illustrent le relèvement du niveau de saturation. Au total, il en résulte une dynamique de plus de 100 dB.

Au rang des améliorations indirectes qu'apportent les dispositifs compresseurs et expanseurs, s'inscrit la réduction de la diaphonie, dans les reproductions stéréophoniques. En effet, pour des niveaux égaux à l'entrée de la chaîne, lors de l'enregistrement, les inductions deviennent plus faible dans les entrefers des têtes, ce qui minimise l'interaction entre les pistes voisines de la bande. Des mesures effectuées avec et sans le réducteur ADRES, ont conduit à relever les courbes de la **figure 38**. On voit que la diaphonie, vers les fréquences où l'effet stéréophonique se fait le mieux sentir, est réduite d'environ 15 dB. Il en résulte une localisation sensiblement plus claire des voies droite et gauche, à l'audition.

## Le HI-COM

Mis au point par **Telefunken**, le HI-COM équipe certains magnétophones de la marque (TC650). Plus tard, ce réducteur a été perfectionné par **Nakamichi**, et prend place sur le magnétophone 680 de ce constructeur, avec la référence HI-COM II.

Il est intéressant d'analyser les

courbes de transfert du HI-COM II, que nous reproduisons en **figure 39**. Elles y sont tracées pour trois fréquences : 50 Hz, 1 kHz et 10 kHz.

On remarque que, pour les fréquences élevées, les courbes de transfert conservent une pente constante à tous les niveaux, mais qu'elles ne passent pas par le point de coordonnées (0,0), c'est-à-dire 0 dB en sortie pour 0 dB en entrée. Il en résulte que la compression, donc l'expansion, croissent aux faibles niveaux. Pour les fréquences moyennes et basses, les courbes présentent une cassure. Celle-ci, par

la fréquence 1 kHz. Aux niveaux décroissants, les courbes deviennent parallèles à la bissectrice des axes, et la compression ou l'expansion cessent d'agir.

La réjection du bruit de fond dans le HI-COM, s'élève à 40 dB environ, soit 1 % de la valeur en l'absence de réducteur. Cette diminution est bien visible sur les oscillogrammes de la **figure 40**, qui montrent un signal sinusoïdal à 400 Hz environ enregistré sans réducteur (en haut), et avec le HI-COM (en bas). La dynamique maximale, atteinte entre 2 et 3 kHz, s'élève à plus de 90 dB.

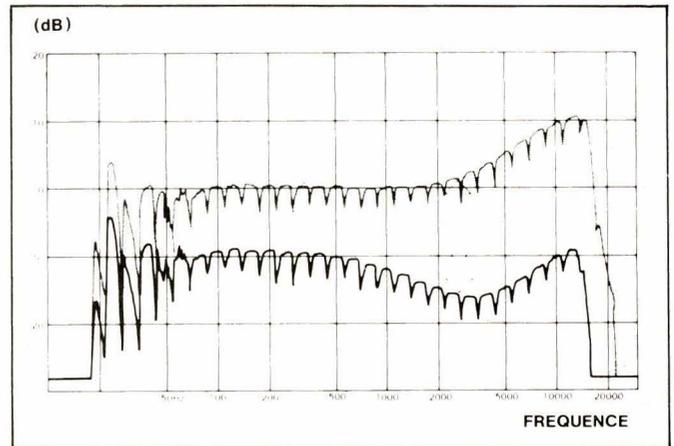
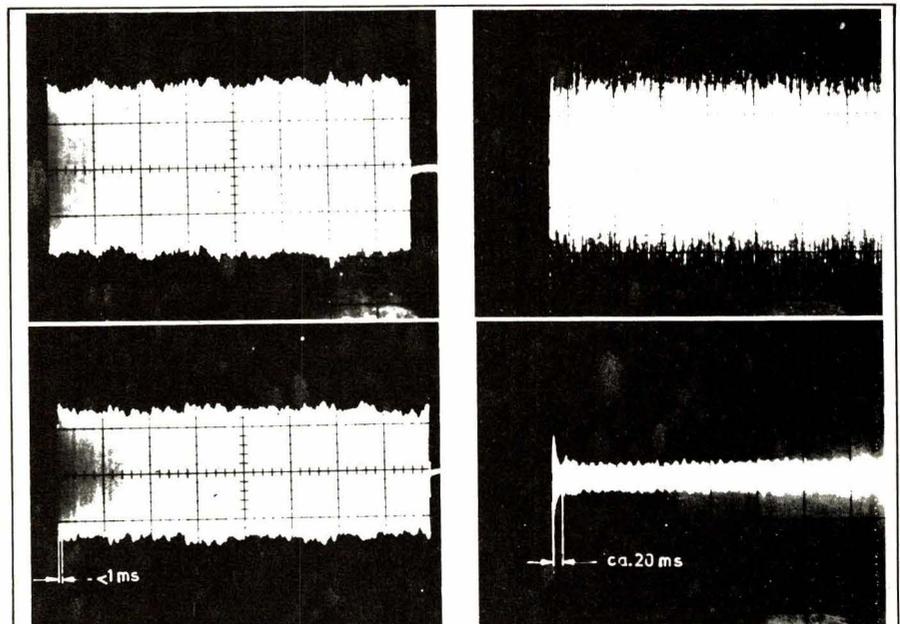


Fig. 38



Réponse du HI-COM à un signal burst à 10 kHz.

A gauche : établissement du train ; à droite : extinction du signal.

En haut : sans compresseur ; en bas : HI-COM 2 bandes.

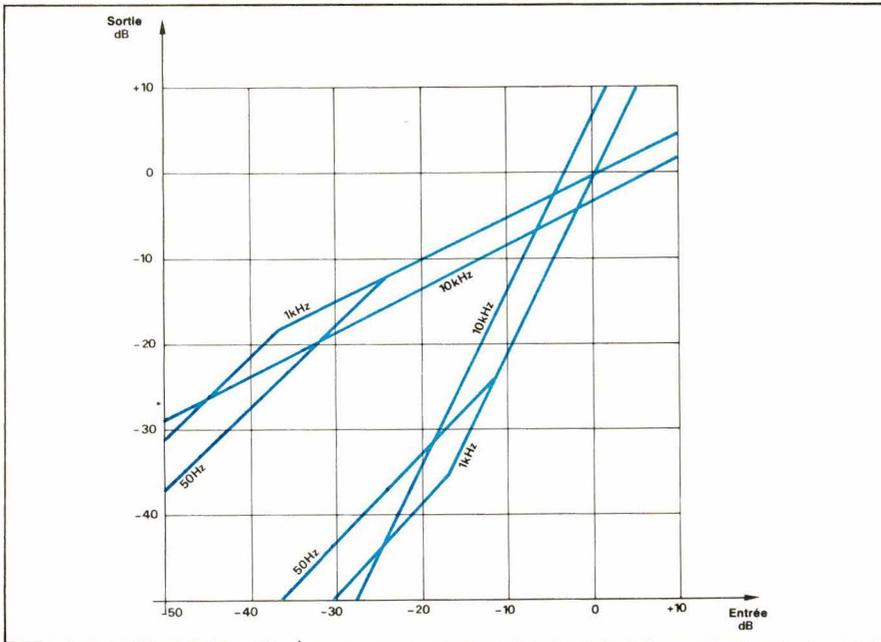


Fig. 39

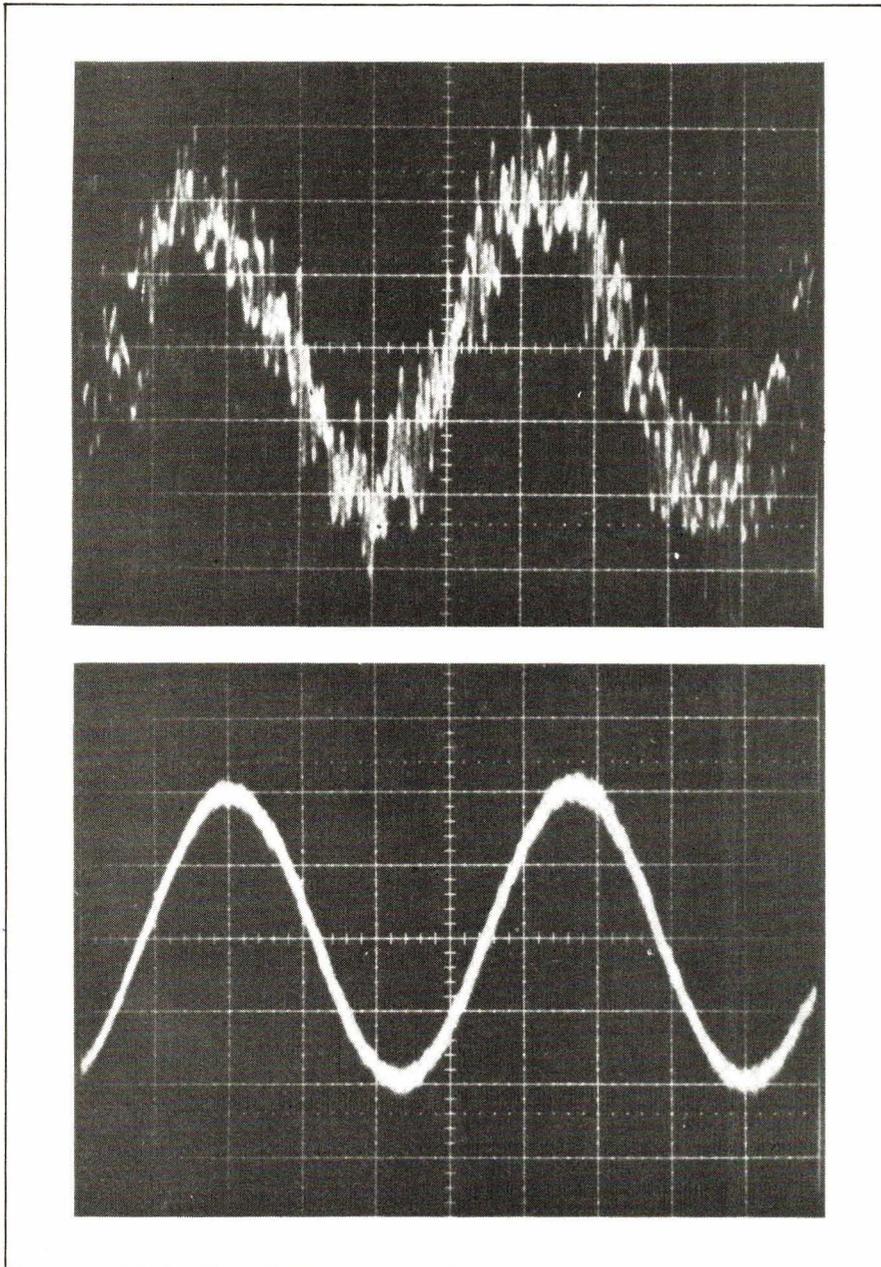
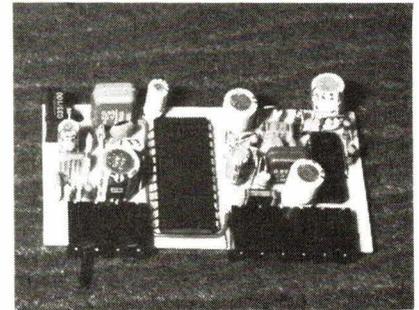
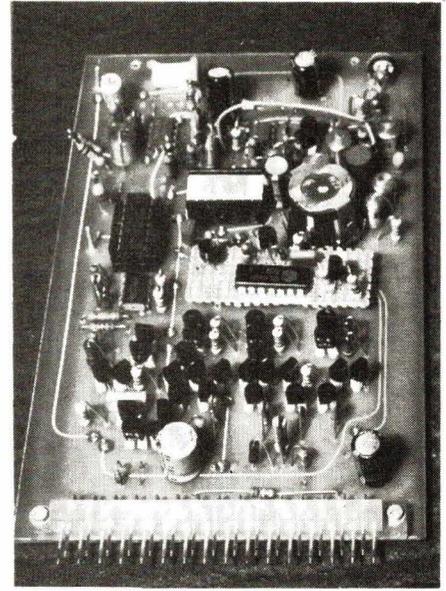


Fig. 40



Quelques exemples de platines de réducteurs de bruit.

## Conclusion

Tant par l'amélioration des bandes magnétiques, que par celle de l'électronique et de la mécanique associées, la cassette, depuis ses origines, gravissait progressivement les échelons qui promettaient de la faire véritablement accéder à la haute fidélité.

L'un des points faibles, intrinsèquement lié à la faible vitesse de défilement, et à l'étroitesse des pistes, résidait dans la faible dynamique enregistrable, surtout limitée par le niveau important du bruit de fond.

Grâce à leur technique de compression et d'expansion du signal, les réducteurs de bruit autorisent une amélioration sensible de cette caractéristique. Partant d'une dynamique réduite aux environs de 65 dB sur la cassette, plusieurs modèles restituent maintenant 100 dB à la lecture.

Les phénomènes parasites, et notamment le pompage, étant bien maîtrisés par les réducteurs multi-bandes, la cassette, si attrayante par sa facilité de manipulation, devient capable de satisfaire les mélomanes les plus exigeants.

R. Rateau



# Halte aux micro-coupures!

Les systèmes informatisés, les micro-processeurs, la logique programmée, l'électronique intelligente en général, ont horreur des micro-coupures.

Vous savez, ces imperceptibles syncopes du réseau qui bloquent ou détruisent les programmes, qui engendrent des erreurs de parité ou déclenchent inopinément les sécurités.

WattEver vous en débarrasse en alimentant en permanence vos équipements les plus "susceptibles".

Oubliez les micro-coupures, parasites et baisses de tension qui perturbent le réseau : WattEver s'en charge!

De plus, en cas de panne de secteur, WattEver assure le secours pour une durée pouvant atteindre 7 heures et plus.

Modèles standards de 60 VA à 2 kVA, 110 ou 220 V, 50 ou 60 Hz.

**WattEver, alimentation ininterrompue.**



**EAS**  
alimentations de secours

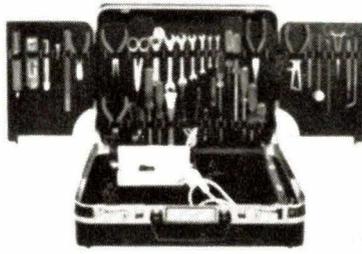
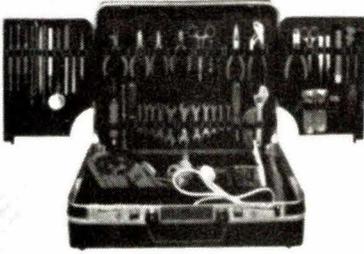
la permanence et la qualité du courant

SERVICE-LECTEURS N° 204

E.A.S. Service Commercial Systèmes Electriques. B.P. 51 - 93350 Le Bourget Principal

Veillez m'adresser une information complète sur WattEver.  
Monsieur \_\_\_\_\_  
Fonction \_\_\_\_\_  
Société \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Tél. \_\_\_\_\_

Valises maintenance électronique



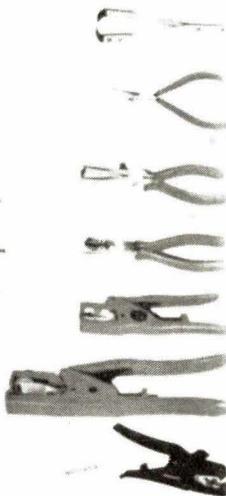
Outillage pour l'électronique et la micromécanique.

# Nouvelle brochure Facom 81.

## Voici 3 extraits, demandez le texte intégral.

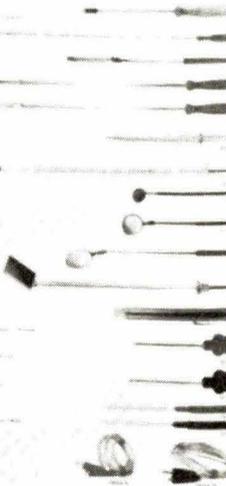
Pincès à dénuder

Pincès à dénuder les fils courts...  
 Pincès à dénuder...  
 Pincès à dénuder...  
 Pincès à dénuder...  
 Pincès à dénuder...

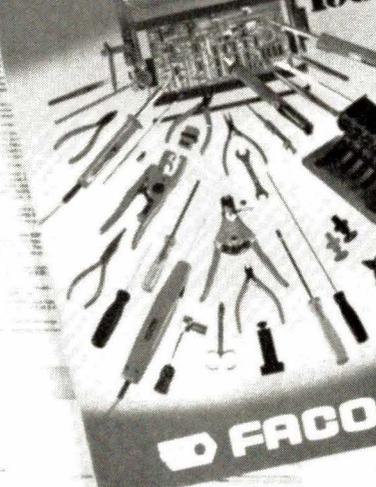


Outils divers

Outils divers...  
 Outils divers...  
 Outils divers...  
 Outils divers...  
 Outils divers...



Outillage pour l'électronique et la micro-mécanique



M \_\_\_\_\_  
 Société \_\_\_\_\_  
 Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_  
 souhaite recevoir l'édition 81 de la brochure outillage Facom pour l'électronique et la micro-mécanique.



B.P. 73 - 91423 Morangis Cedex. Tél. 909.34.23.

Siquier Courcelle, Selmersheim

EA 14

La concentration de plus en plus poussée des composants, résultant de l'hybridation, réclame une industrialisation des méthodes d'assemblage si l'on ne veut pas perdre le bénéfice acquis au cours de l'intégration. Le « packaging », qui bénéficie des principes de conditionnements élémentaires du « JEDEC standard » cherche à accroître sa concentration puisque, pour un temps du moins, la microminiaturisation semble avoir atteint sa limite. Qu'il s'agisse de cartes de circuits imprimés ou de sous-ensembles hydrides, la pratique de la haute densité consent à faire usage de supports plus encombrants a priori mais offrant de bien plus grandes possibilités d'« accueil ».

## Fabrication des circuits électroniques : méthodes d'assemblage et de fixation des composants

Le DIL est une étape déjà franchie car il ne se traduit plus par un avantage suffisant et la solution maintenant à l'honneur est celle du « Chip Carrier Céramique » (CCC aux Etats-Unis). Grâce à cette disposition, on peut composer des sous-ensembles à très haute intégration ; tel, le micro-ordinateur produit par « Bell Laboratories » qui comporte, sur une plaquette : le CPU, les ROM/RAM et le buffer. Le tout est monté sur un support DIP céramique à 72 broches, avec câblage à deux niveaux et trois chips « Leadless type B » à 44 contacts soudés par refusion. A cet effet, sept types de « chips carrier » sont normalisés par le JEDEC/CC standard.

### L'assemblage

La seconde étape du « packaging » étant l'assemblage, on pense tout naturellement à le mécaniser en éliminant de plus en plus les opérations manuelles. La pose des composants exige toutefois certaines précautions, d'autant plus astreignantes que la miniaturisation se généralise, en même temps que l'on recherche l'amélioration de la fiabilité.

Cependant, l'insertion automatique des composants classiques et discrets, bien que sa pratique remonte aux années 50 (se reporter par exemple au *Photo-circuits Corp. bulletin*, p.7) est demeurée longtemps le problème majeur des fabricants.

La photographie de la **figure 1**, tirée d'un microfilm de 1955, résume le système proposé par l'institut de recherches de *Stanford* (Université de Californie). Ce procédé était alors basé sur l'expérience américaine en matière de fabrication de chaussures !... Et ce sont des spécialistes de cette industrie (**Au-*tofab* de *General Mills***) qui ont mis au point les premières machines.

Actuellement, le procédé perfectionné par des firmes telles que **Hel-*ler* et *Dyna-Pert* (*USM Corp.*)**, représentées en France, part d'un préformage des composants, ce qui nécessite quelquefois la mise en œuvre d'une machine auxiliaire. La **figure 2** montre les pliages imposés aux tiges axiales des composants conditionnés entre deux bandes

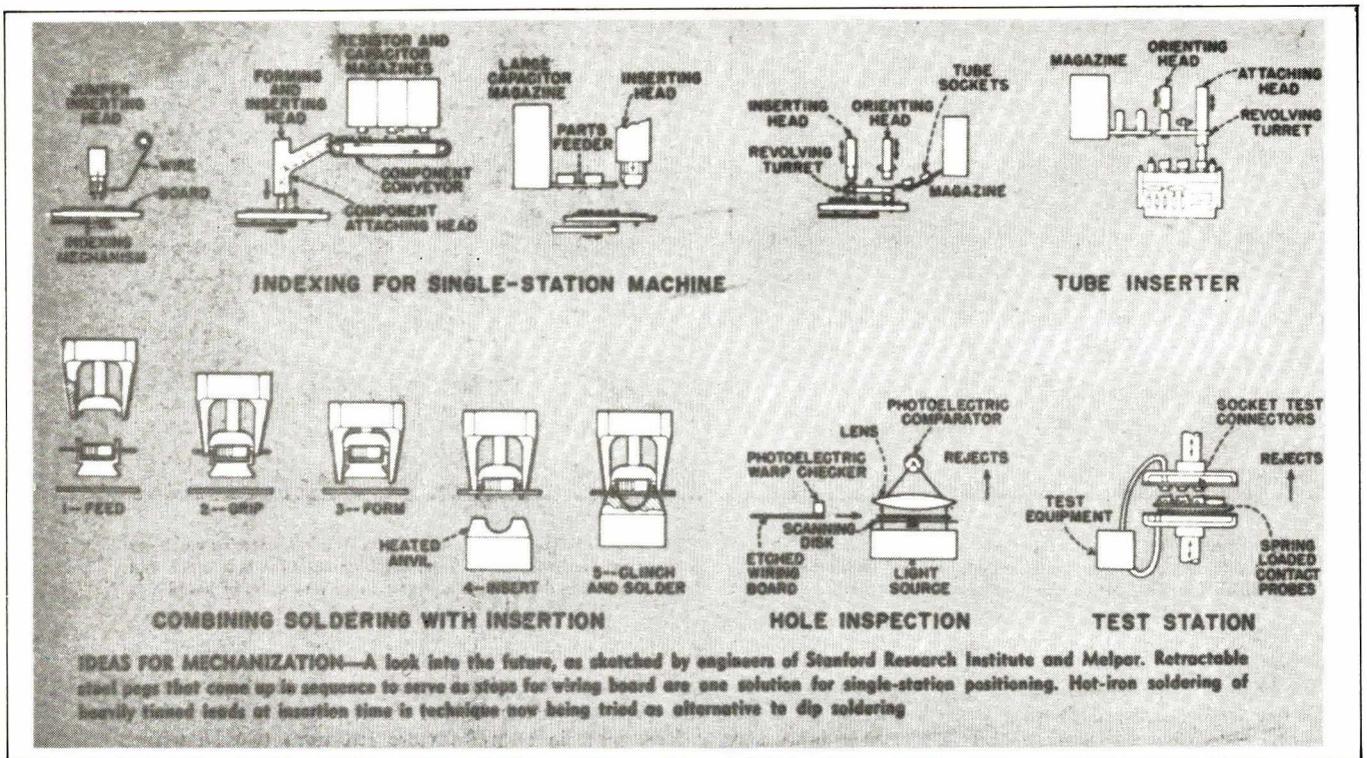


Fig. 1

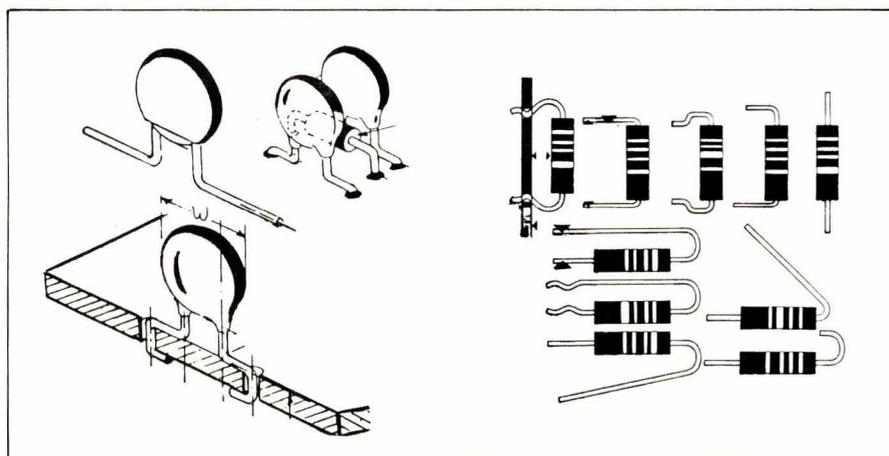


Fig. 2

adhésives, soit en valeurs et types homogènes, soit en séquentiels pour un type déterminé de platine. Dans le premier cas, il faut procéder sur une chaîne de machines successives insérant chacune un élément déterminé ; dans le second cas, une seule machine beaucoup plus sophistiquée assure la mise en place de tous les composants d'une platine par présentations successives de tous les emplacements par des paires de trous à l'écartement standard. Les positions des trous, alignés sur des lignes perpendiculaires, sont retrouvées par asservissement à un programme simple, lu sur un ordinateur du type PDP-8. Une cadence de pose en composants axiaux (R, C, L ou diodes) de 17 000 par heure est atteinte par la **Dyna Pert VCD-CK2**. Un type de machine spécialement conçue pour circuits intégrés peut poser 30 types différents de DIL à la

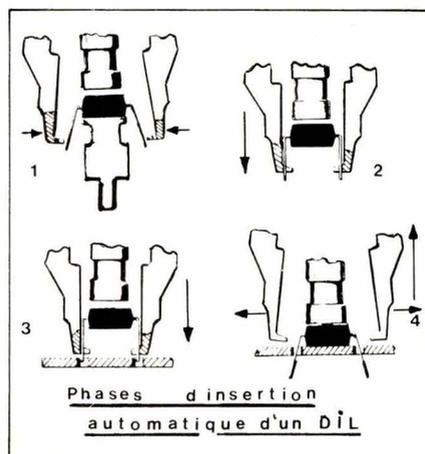


Fig. 3

cadence de 3 400 unités à l'heure. Le formage des « pins » est automatique pendant l'insertion (fig. 3).

La préparation des bandes séquentielles de composants axiaux en bobines peut être faite avec le se-

cours d'un même programme à la cadence de 19 000 unités par heure sur un nombre de positions variable entre 1 et 140 (machine **UCSM-B-1000**).

Pour la pose des puces et « chips » sur substrats céramique, verre ou polymères, le problème est beaucoup plus simple et des machines comme celles de **Browne/ Anglade** permettent de procéder à de multiples combinaisons.

Un pionnier de l'automatisation en matière de fabrication de circuits a probablement beaucoup influencé la méthode de report TAB que nous allons décrire plus loin. Il s'agit de la firme **IBM** qui, pour sa troisième génération de calculateurs, a fabriqué et mis au point un type de machine représenté sur la photographie de la **figure 4**. Les substrats (en céramique), préparés avec 12 « pins » reçoivent, après dépôt et cuisson des résistances, trois puces de 0,7 × 0,7 mm à la cadence d'un module à la seconde. Les puces, tenues par succion sur le mandrin vertical, se positionnent par collage, au moment de l'abaissement de la tête en même temps que se coupe le vide conduit par les tubes en polyamide. Pendant la pose d'une puce, le mandrin opposé sur la tourelle prend une nouvelle puce qui sera déposée à son tour à l'emplacement fixé par le porte-mandrin. De ce fait, chaque micro-module reste une seconde au niveau de la butée visible à l'avant du dispositif, pendant que la tourelle se déplace trois fois. Les séquences

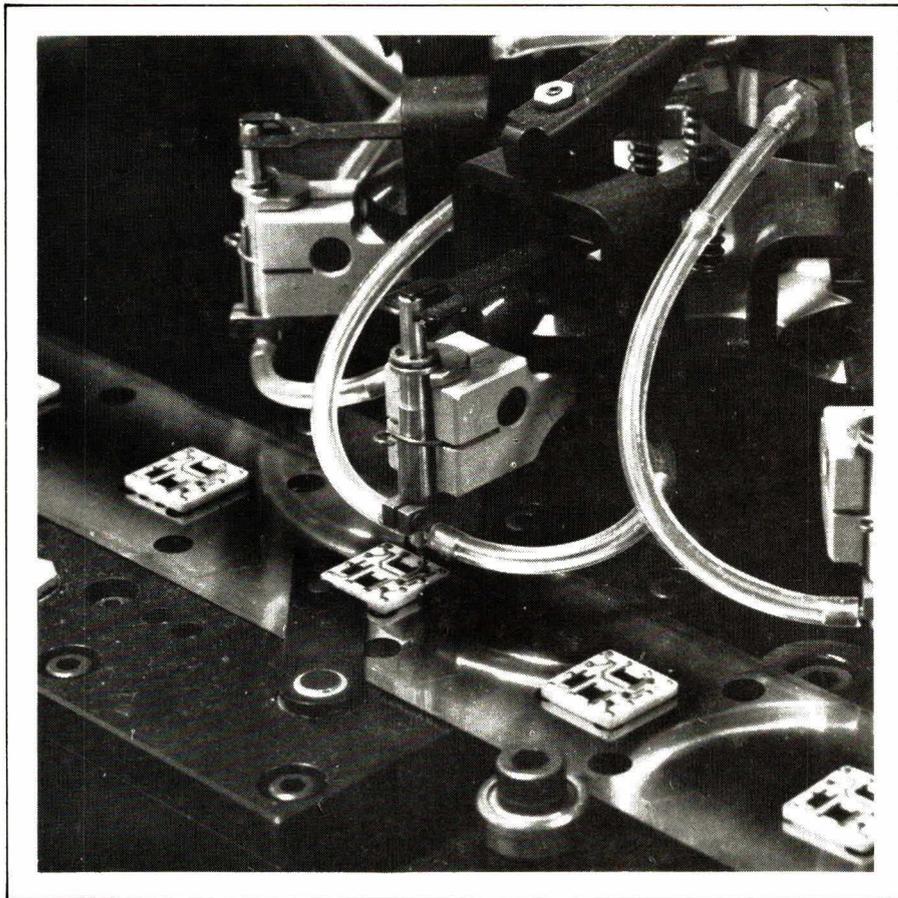


Fig. 4

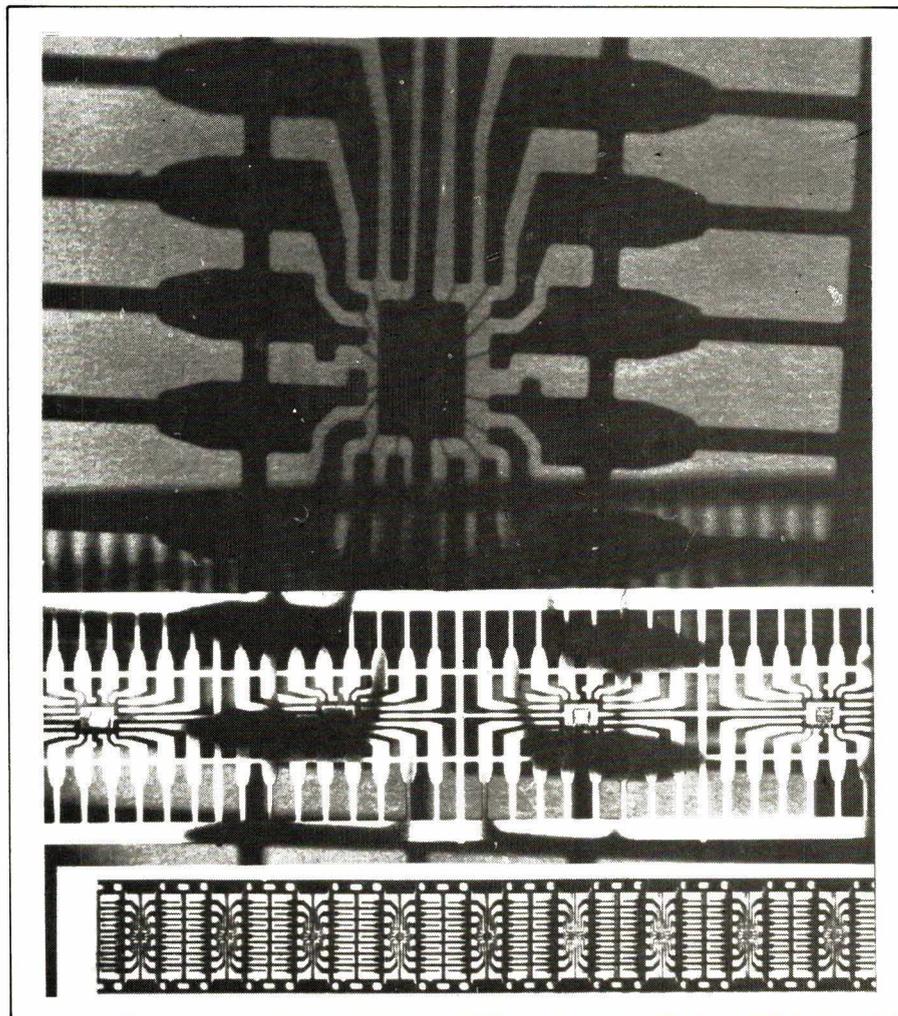


Fig. 5

sont en multiple de trois (9 têtes au total) chaque tête ayant sa position déterminée par rapport au substrat. Un tapis, qui avance d'un intervalle toutes les secondes, présente successivement les substrats sous le mandrin. L'originalité mécanique de ce système s'impose d'autant qu'il a pris naissance il y a plus de 10 ans !... Beaucoup de machines universelles modernes sont basées sur un procédé du même genre.

### Le système du « lead frame »

Le montage photographique de la **figure 5** illustre très clairement le système : en bas, un échantillon, avec repère d'échelle, de « lead frame » réalisé en usinage chimique ; au-dessus, le même, agrandi après pose d'une puce sur la plage centrale et, au second plan, une projection de l'assemblage. On distingue les interconnexions en fils inoxydables.

Le nom anglais de ce support n'est pas facilement transposable en français littéral mais on peut traduire par « ossature de conduits ». C'est en effet une ossature dans laquelle toutes les connexions sont réunies par des tenons pour en assurer la rigidité au cours des manipulations et que l'on sépare, après moulage, sous boîtier plastique ou céramique. La **figure 6** montre les deux phases du moulage sur un « lead frame » du genre de celui représenté en bas de la **figure 5**. Les premiers tenons (vers le centre) sont découpés en même temps qu'on effectue le sur-moulage. Les bandes de courts-circuits subsistants permettent de métalliser les pattes et de les plier ensuite de façon régulière.

Cette méthode, souvent appelée « PMP », du nom anglais « pre-molded package » est exécutée avec

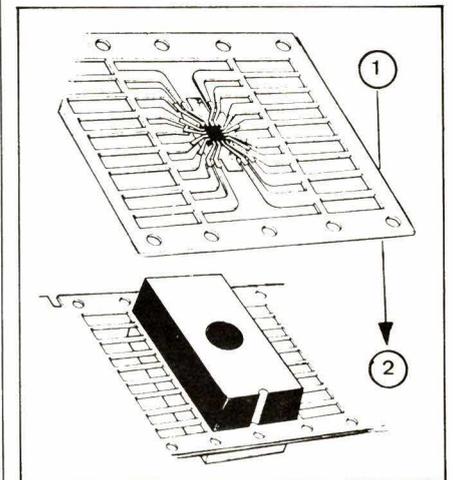


Fig. 6

des métaux durs et principalement le nickel, justement pour faciliter l'insertion mécanisée. Les métaux tels que le cuivre ne présenteraient pas une rigidité mécanique suffisante et, de plus, leur susceptibilité à l'oxydation pourrait devenir un facteur de corrosion interne du microcircuit.

Le PMP offre une bonne dissipation calorifique en raison du contact thermique avec le support mécanique central, ce qui n'est pas le cas avec la plupart des autres méthodes de jonction qui souvent exigent l'adjonction de radiateurs.

La disposition des pattes en PMP n'est pas limitée aux DIL (connexions sur deux côtés), elle est adaptable aux SIL (connexions sur une ligne) comme c'est le cas pour les réseaux résistifs et capacitifs préfabriqués. Elle peut aussi être étendue aux raccordements de plaquettes comme celles équipant le module de la **figure 7**. Les pattes sont recourbées sur le substrat et soudées sur les « pads » terminaux mais, sur le « lead frame », elles se présentent sur les 4 côtés de chaque plaquette. On peut concevoir de la bande jusqu'à 40 contacts. Le module de la **figure 7** qui représente un ensemble déjà ancien est composé de 11 circuits à 36 contacts totalisant une surface de 20 cm<sup>2</sup> pour un volume d'environ 4 cm<sup>3</sup>. La bande de « lead frame » mesure environ 35 à 40 mm.

## La technologie « Chip Carrier »

... « Elle entre en force dans le packaging », écrit **Dallas Erickson** dans la revue *Electronic Packaging* (Kiver Paterson) de mars 1981.

Cette expression qui, littéralement, signifie « support de puce » traduit en fait la volonté d'apporter à tous les stades du montage d'un système une solution aussi automatisée que possible dans le respect des normes de fiabilité. Disons qu'il s'agit de « plaquettes en support mince » destiné à prendre leur place bien définie dans un ensemble ou un sous-ensemble à vocation opérationnelle.

Afin de rester dans la tradition nous garderons toutefois l'expression anglaise adoptée partout. Les avantages offerts par cette disposition lui vaudront certainement un grand développement dans la mesure où son coût reste inférieur à celui des DIP équivalents. La **figure 8** montre la configuration type adoptée par plusieurs fabricants,

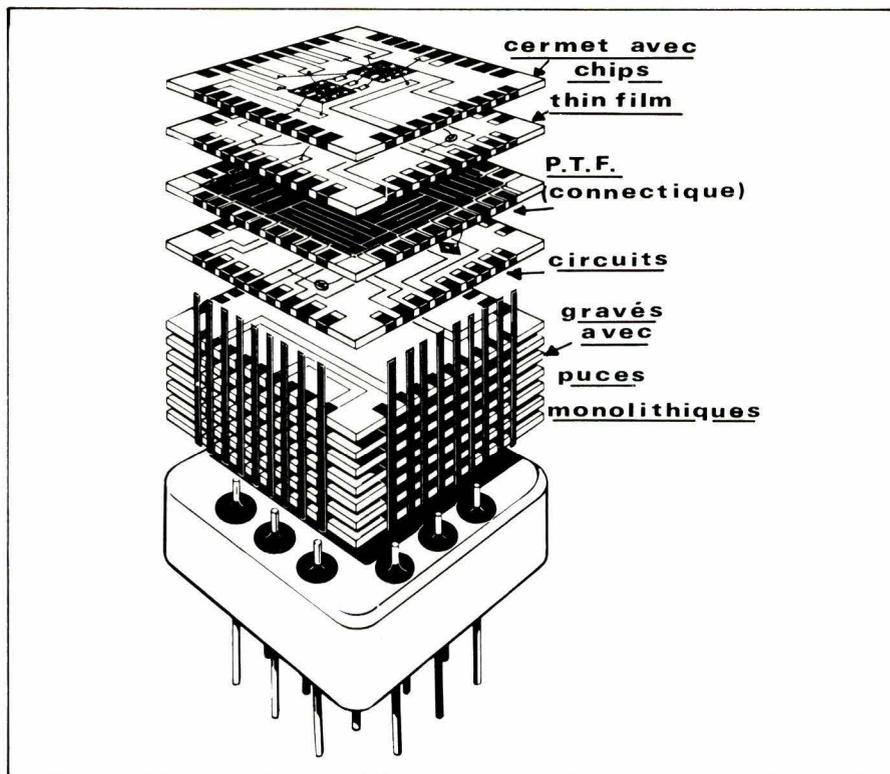


Fig. 7

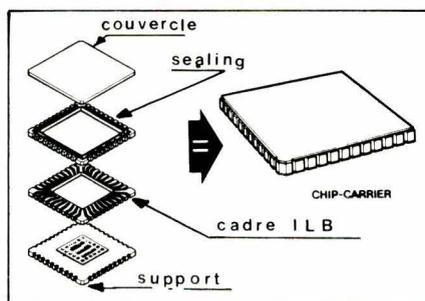


Fig. 8

dont **RCA**, et normalisée ensuite, avec quelques options éventuelles, par le **JEDEC Council**, (Publication 95-1/JEDEC - EIA - Type Ad. Dept. 2001 Eye Street, NW Washington, DC 20006). Une extension, appelée « duplex chip carrier » ressemble à notre module ci-dessus mais avec seulement 7 éléments : embase isolante, chemin de scellement, base de contacts 1, lame d'interconnexions (circuit interne), lame de masse, base de contacts 2, couvercle. Cette disposition autorise donc un « package » de 2 puces interconnectées, le tout assemblé sur des ergots de contact et de positionnement, et sur une épaisseur totale ne dépassant pas celle des DIL classiques.

## Le procédé « TAB »

En perfectionnant le report des puces sur les bandes de « lead-frame », plusieurs firmes se sont appliquées à pousser l'industrialisation jusqu'à l'opération de soudure conjuguée avec celle de la mise en place.

**Jade, General Electric, Dyna-Craft, Honeywell et Siemens** ont contribué à cette innovation qui s'appelle « Tape Automated Bonding » d'où le sigle **TAB**, utilisable en français pour l'expression : transport automatique sur bande, adoptée par la firme suisse **Farco**.

L'âme du TAB est un film en polyimide tel que le montre la **figure 9**. Il s'agit soit du film **DCI** 16 mm cinéma, ou bien du film **Rhône Poulenc** 35 mm cinéma, mais il existe d'autres formats, tous aux diverses normes cinéma comme le 8 ou le super 8 adopté par **Siemens** (**fig. 10**).

Le film polymère est d'abord perforé et complexé par application d'une couche de cuivre que l'on grave selon le tracé des liaisons à assurer sur la puce ou le « chip » à poser. Sur le film de 35 mm on voit ces deux phases : à gauche, le polymère est ajouré en carrés successifs et le cuivre le recouvre sur toute la largeur comprise entre les perforations ; à droite, toutes les lignes de connexions sont gravées, reliées ensemble électriquement sur les marges en dehors des « pads » terminaux. Le cuivre est étamé par électrolyse pour assurer ensuite, par reflux, le soudage du circuit à déposer sur le film (**fig. 9**).

Le but à atteindre est de procéder à la pose et à la soudure d'une puce ou d'un « chip » sur le substrat du circuit final. Ces opérations devront se faire aussi parfaitement que pos-

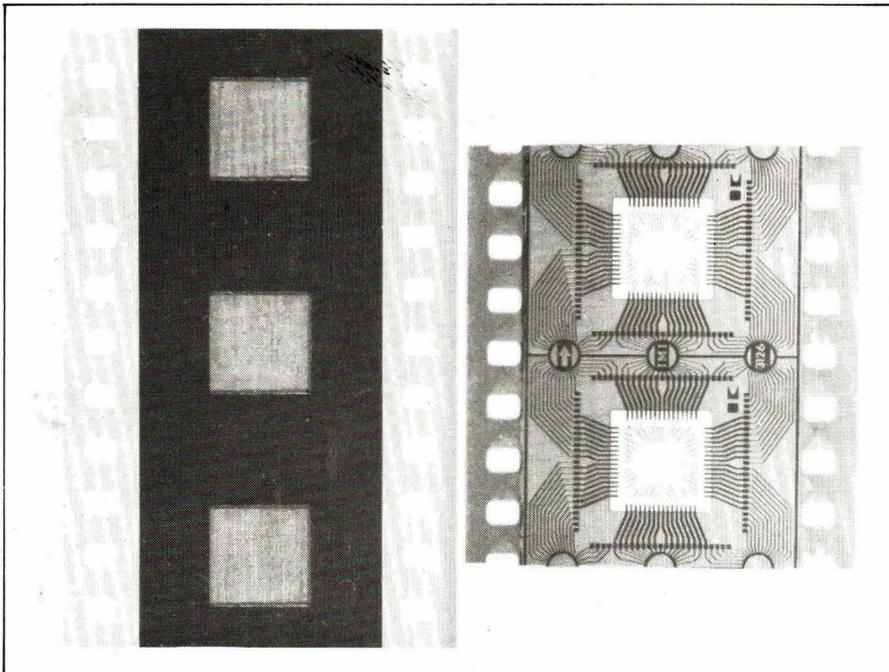


Fig. 9

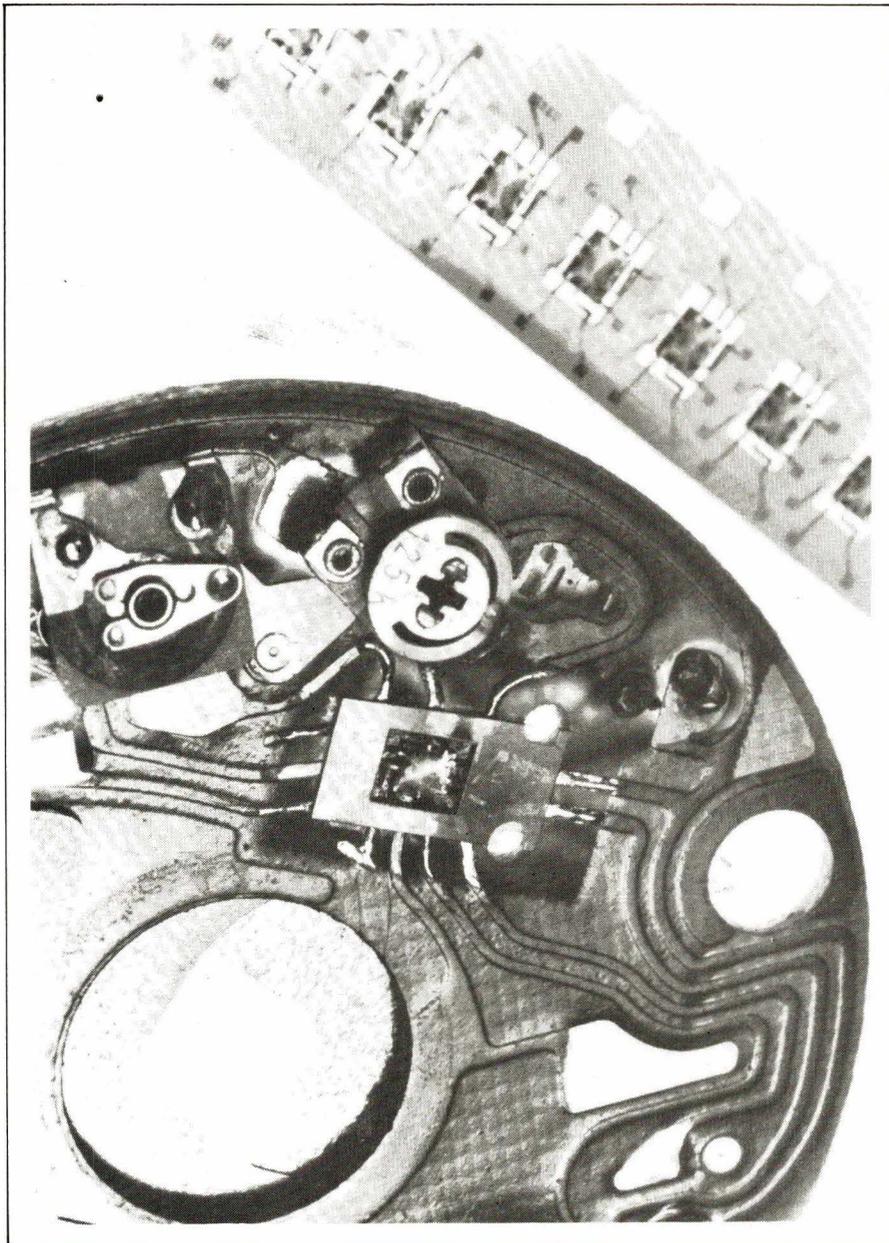


Fig. 10

sible si l'on veut gagner du temps par rapport au raccordement manuel par fils sans compromettre la fiabilité. C'est précisément là que le placement provisoire du film apporte le premier avantage (« Inner Lead Bonding » ILB) : la manipulation est faite sans risque de contamination. Le second avantage est constitué par la soudure simultanée de toutes les connexions au moment du report (« Outer Lead Bonding » OLB) sur le circuit d'ensemble.

La figure 11 montre le résultat final :

- en (a) la puce, ou le chip, est en place et les soudures sont effectuées ;
- en (b) on détaille la coupe d'un point d'appui qu'il est nécessaire de former sur l'élément à fixer pour permettre un écrasement au moment du soudage. C'est le « bump » ou bossage. Il est donc obligatoire de déposer une substance fusible aux points marqués X sur le support définitif et une colle genre epoxy (**Epo-Tek** ou **Alpha**) sous la puce elle-même ;
- en (c) le substrat récepteur est vu en plan avec ses points X et sa place de collage ;
- en (d) l'ensemble est vu également en plan.

Cette pratique, encore mise en œuvre, nécessite la fabrication de ces « bumps » sur les éléments actifs ce qui ne simplifie pas le processus et coûte fort cher. DCI a mis récemment au point un nouveau système beaucoup plus économique qui peut être résumé par le dessin de la figure 12. Le support TAB, utilisé dans les machines **Jade** que nous avons reproduit sur la photo (fig. 13) est de ce type.

Le « bumped » n'est plus pratiqué sur la puce ou le « chip ». Il fait partie des connexions gravées sur le support provisoire. Un traitement particulier est, bien sûr, nécessaire, mais son coût est beaucoup moins élevé. Dans ce cas une simple surface de contact est réalisée sur le composant actif par la disposition d'un « pad » sur lequel le bossage vient s'appliquer. La figure 14 montre, en OLB, la position relative des trois phases (de haut en bas) :

- la portion de film sur lequel on vient de prélever la puce après découpage ;
- la puce munie des connexions qui viennent d'être soudées en ILB ;
- le substrat qui s'apprête à recevoir l'ensemble ainsi composé.

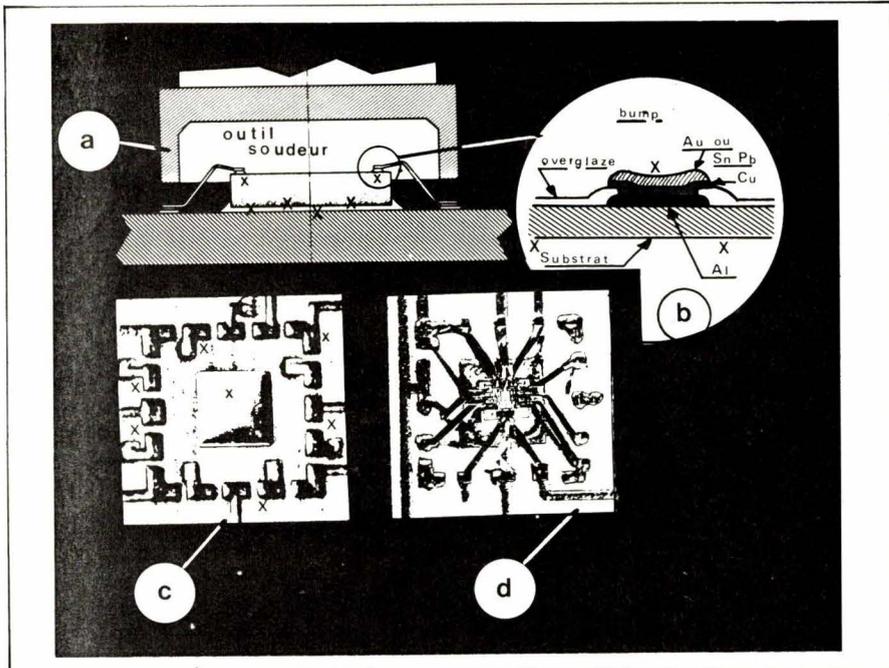


Fig. 11

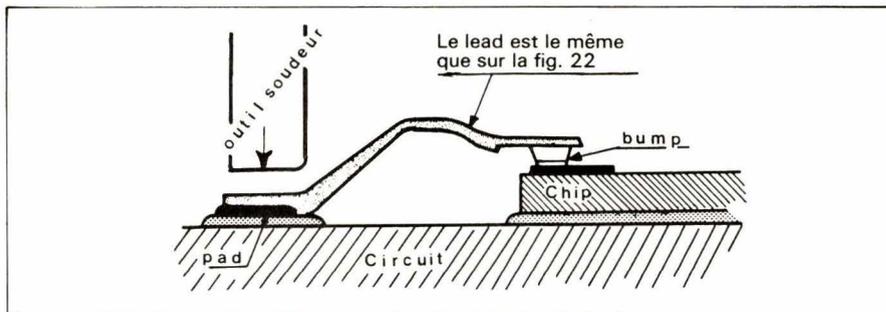


Fig. 12

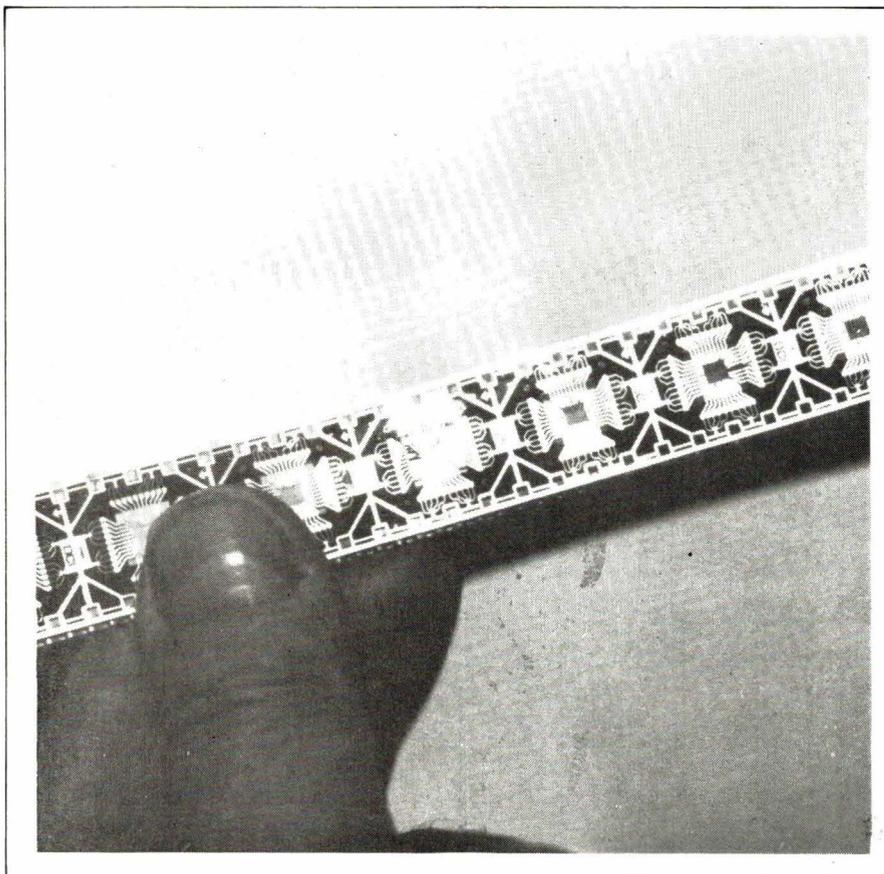


Fig. 13

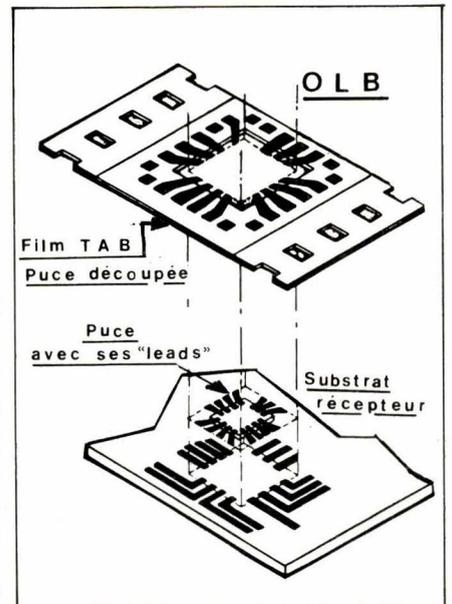


Fig. 14

Une portion de film polymère est donc entraînée sur le support définitif et peut y rester.

Un autre système, mis au point par le LEP tend à se passer du « bump » en pratiquant des trous métallisés dans les conducteurs aux niveaux des contacts. Les « pads » de sortie sont étamés ou dorés en surépaisseur, par galvanoplastie, pour être ensuite refondus ou soudés selon un procédé classique quelconque. Peut-être pourrait-on envisager l'adaptation d'une machine de report OLB à ce système qui nous semble toutefois moins économique.

Deux machines sont nécessaires pour réaliser le programme.

La première, ILB (fig. 15) prélève les puces sur une plaquette ou les « chips » sur un chargeur, et les présente devant le film métallisé. Tous les bumps sont soudés en une seule opération. La figure 16 résume le système qui autorise la précision des séquences de perforation, soit environ  $\pm 15 \mu\text{m}$ . Il s'agit de la première position avec les « bumps » sur le « chip », mais, dans la version améliorée, le processus reste exactement le même. La présentation des « chips » est faite sur une bande de chargement qui les retient provisoirement par l'intermédiaire d'un adhésif et le mouvement n'est effectué que dans le sens X. S'il s'agit de prélèvement à partir d'une plaquette, les deux mouvements X et Y sont utilisés selon un programme très simple. Tous les stades du transfert sur bande sont visibles sur l'écran TV du système vidéo adjoint à la machine. Celle représentée (JEMS/LAB de Jade Corp.) est destinée à la petite cadence avec 250 dépôts à l'heure. Avec le mo-

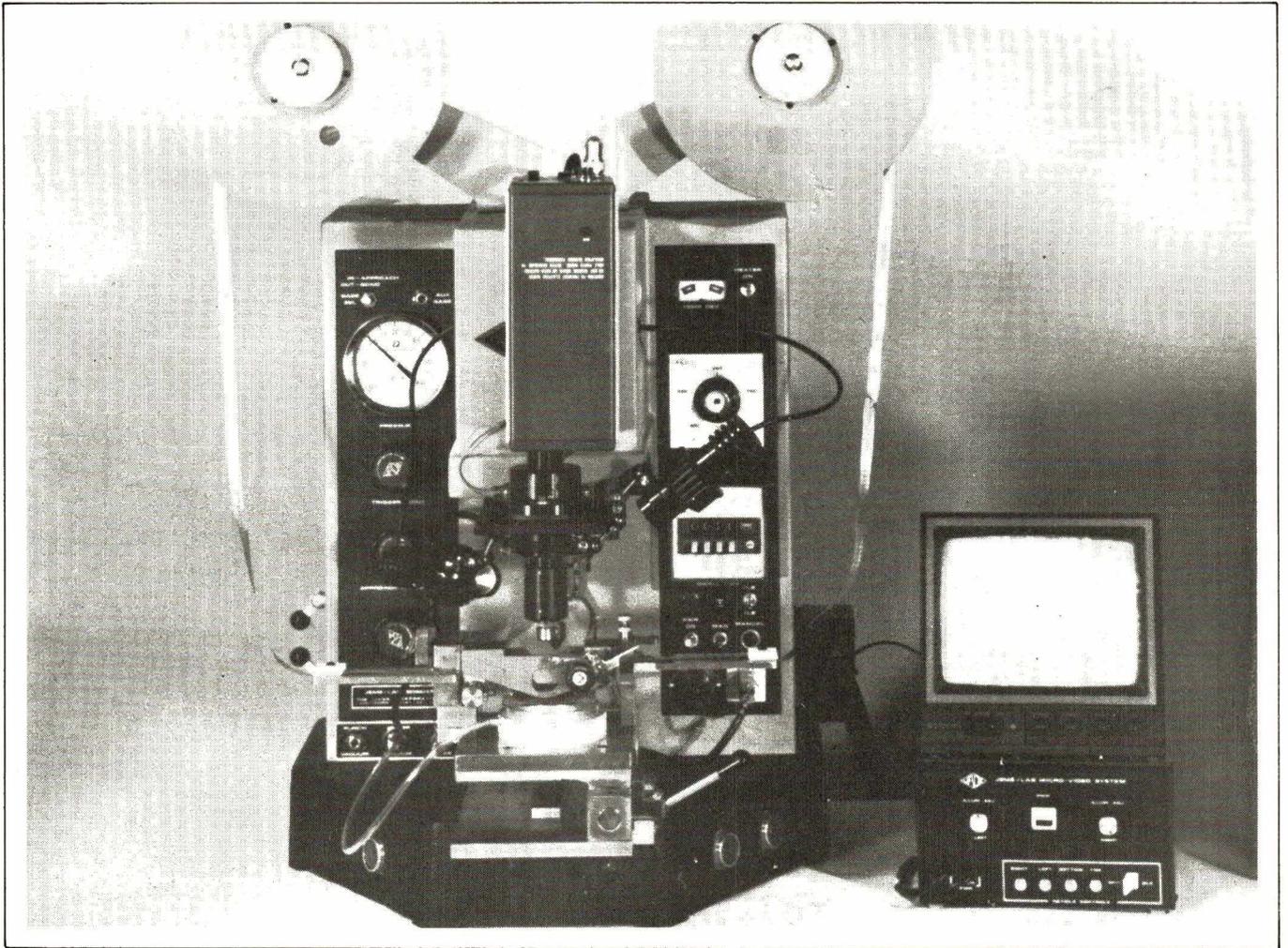


Fig. 15

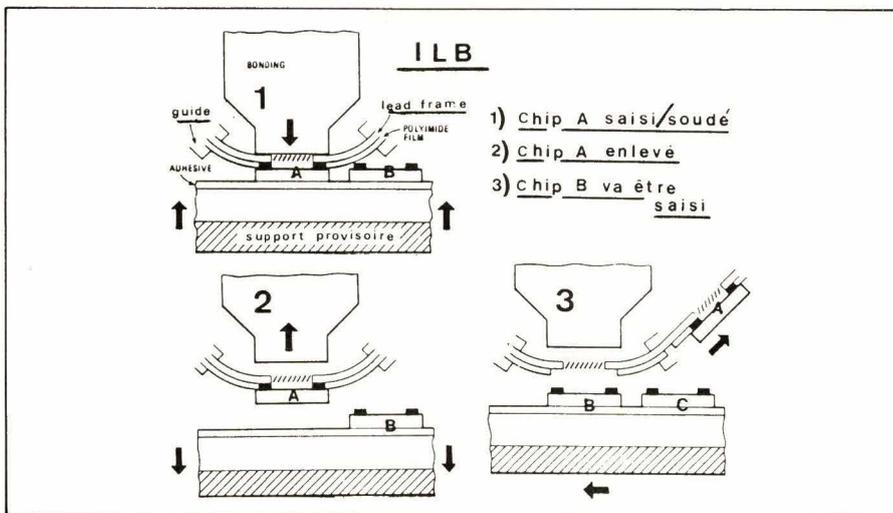


Fig. 16

dèle plus évolué, on atteint 2 000 dépôts à l'heure, le temps de station « dwell time » au moment du soudage étant d'environ 0,2 seconde.

La seconde machine (OLB) correspondant à cette dernière version, est celle de la **figure 17** ; son schéma de fonctionnement est montré sur la **figure 18**. Elle atteint facilement 4 000 dépôts/soudage à l'heure sur substrat définitif. La photographie de la **figure 19** montre la vue microscopique d'une puce sortant du stade

ILB prête à passer sur son support OLB ; les connexions tranchées ne sont donc plus en court-circuit et, dans cette position, le test est possible afin de déterminer à la fois l'état électrique du composant et de ses connexions vers l'extérieur. A noter que la machine JEMS/LAB, citée en ILB, offre la possibilité de travailler aussi en OLB avec l'adjonction d'un support de bande.

La dernière innovation sur le TAB semble due aux efforts conjugués de

**Honeywell, Dyna Craft et Jade** pour universaliser la méthode. Le système emploie un film de 35 mm et peut s'adapter à un minimum de 75 types de composants, y compris les DIP « dual in line package ».

Le transfert ILB n'est plus effectué sur bobine, mais sur un segment de film comportant 4 perforations (3 entières + 2 demi-perforations à chaque extrémité) inséré dans un cadre de diapositive réutilisable, du type standard adopté en photographie. Les cadres sont en plastique rigide à deux joues et mesurent 1,8 mm d'épaisseur lorsqu'ils sont fermés.

Les circuits sont stockés dans un séquenceur, « sequencer », comportant 50 à 80 magasins (**fig. 20**), chacun recevant un type particulier de « chip », puce ou CI. Au centre du séquenceur, on trouve des chargeurs qui forment des collections déterminées de sous-ensembles (diapo + film + CI) propres à un type particulier d'assemblage. La distribution est assurée par un microprocesseur sous forme d'empilages reportés dans une machine OLB (type 4810

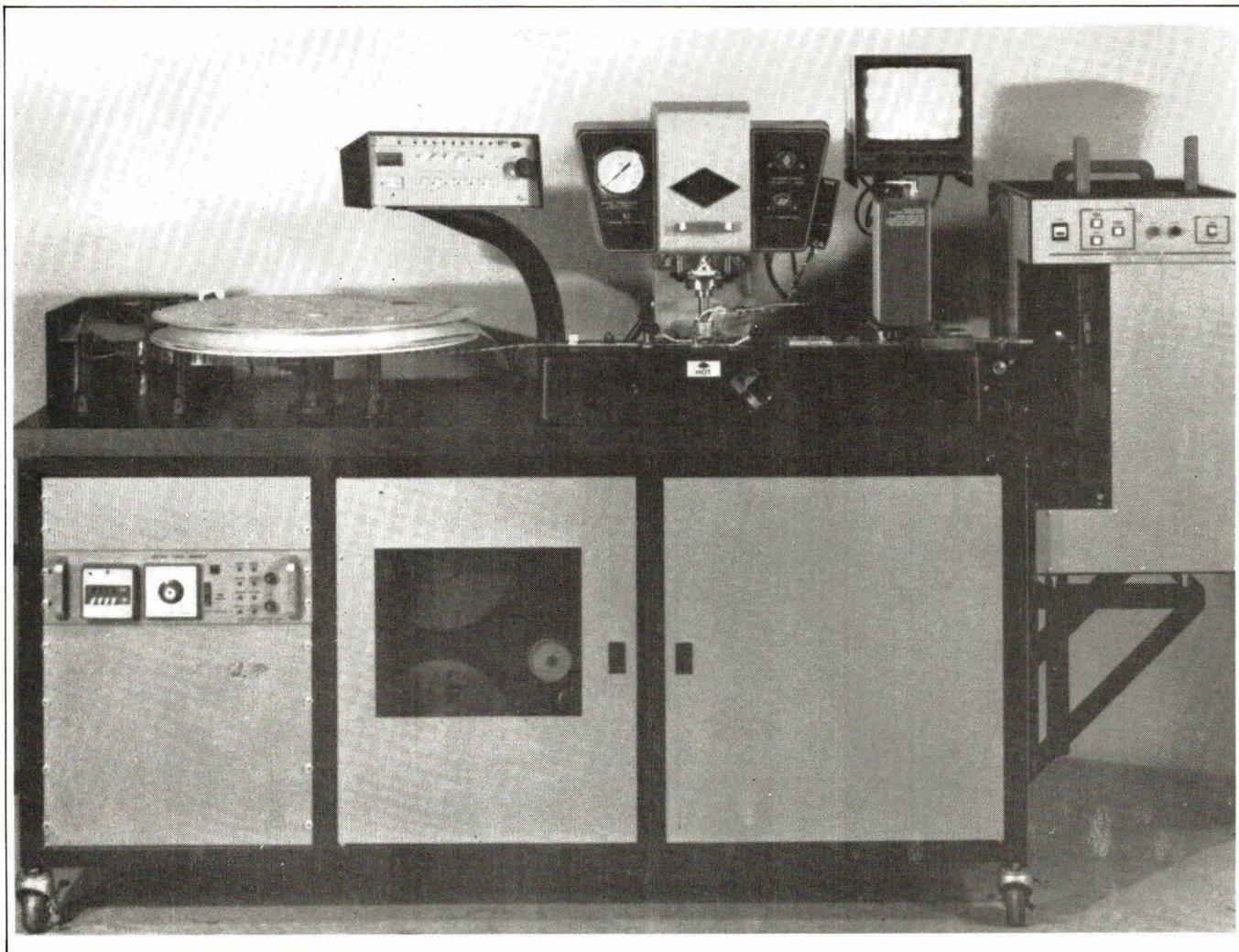


Fig. 17

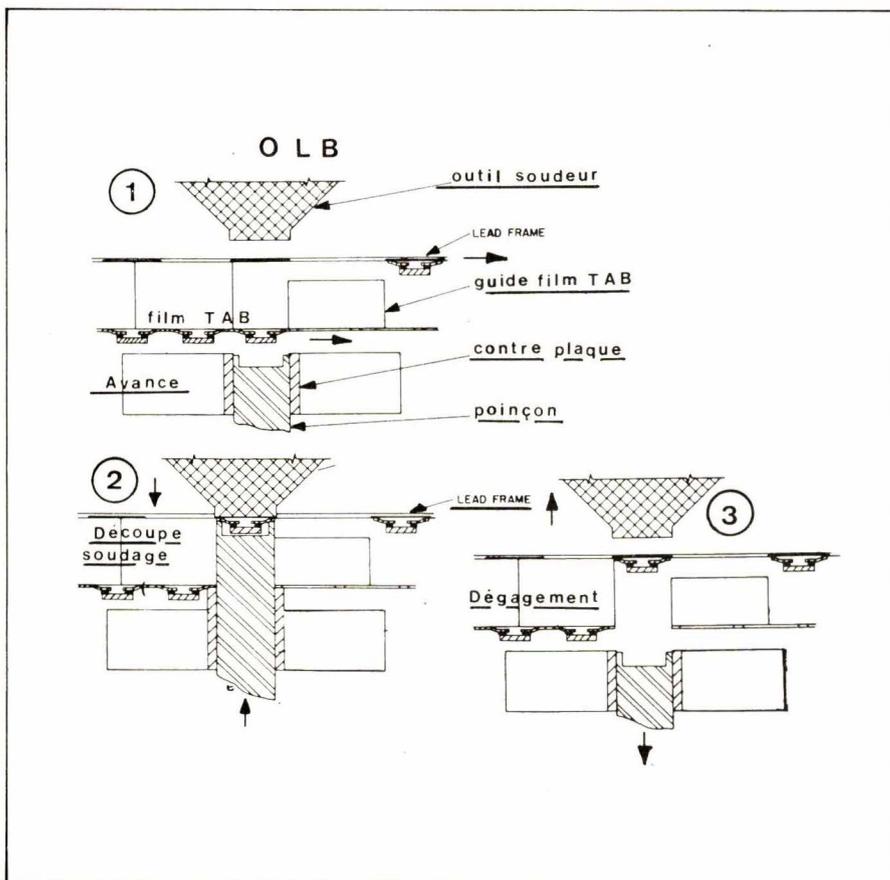


Fig. 18

de **Jade**) laquelle exécute, selon un ordre déterminé, le placement et le soudage sur un câblage préfluxé, de chaque circuit intégré. L'opération est en permanence visualisée sur un moniteur TV, joint au calculateur de commande.

Le résultat d'une opération de ce genre est montré sur la **figure 21** ; **Jade** et **IMI** aux USA, **Farco** en Suisse et **Sharp** au Japon, fabriquent des machines de TAB. Pour le dernier système, **Jade** a adopté l'appellation de « Mass Bonder » en collaboration avec **DCI**.

Enfin, un dernier venu dans le TAB, et non le moindre, utilise le procédé de report séquentiel pour composer des assemblages hybrides en partant de composants élémentaires R, C, L et diodes. Il s'agit de **Siemens**, qui propose les circuits « Sicufol R » réalisés à partir d'éléments hybrides en recto-verso cuivre et nickelchrome (**fig. 22**).

P. Lemeunier



Fig. 19

### Quelques adresses utiles

*A.M.I. (American Microsystems) SARL France* : 124, avenue de Paris, 94300 Vincennes. Tél. : 374.00.90.

*A.M.P. France* : BP 39, 95301 Cergy-Pontoise Cedex. Tél. : 030.92.20.

*Anglade* : 33, rue du Moulin des Bruyères, 92400 Courbevoie. Tél. : 789.42.42.

*Augat SA* : 9, allée de la Vanne, ZI, Sofilic 440, 94263 Fresnes Cedex. Tél. : 668.30.90.

*BFI (Jade Corp.)* : 9, rue Yvart, 75015 Paris. Tél. : 533.01.37.

*Berg (Du Pont)* : ZA Courtabœuf, av. du Pacifique, 91403 Orsay. Tél. : 907.78.72.

*Comatel* : 78/80, av. du Gal. de Gaulle, 92130 Issy-les-Moulineaux. Tél. : 644.34.20.

*Electro-Outil (Universal)* : 31, rue du Gouverneur Eboué, 92130 Issy-les-Moulineaux. Tél. : 644.91.27.

*Europrim* : 19, bd du Lycée, 92170 Vanves. Tél. : 644.91.70.

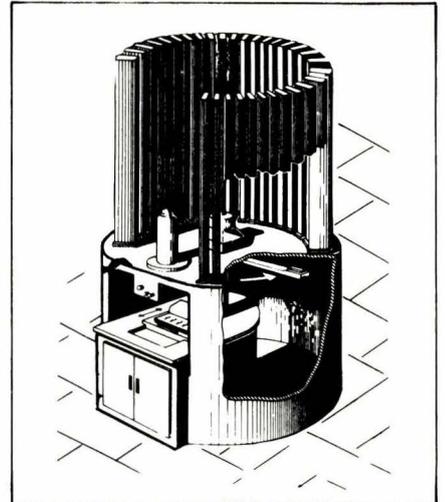


Fig. 20

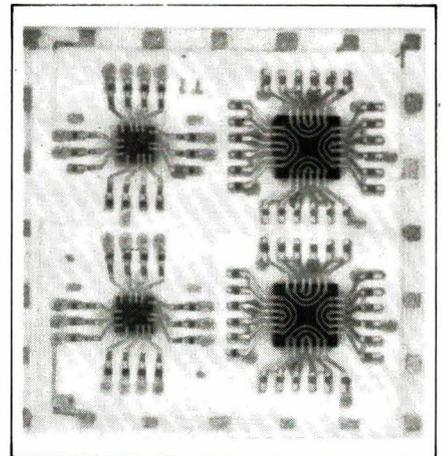


Fig. 21

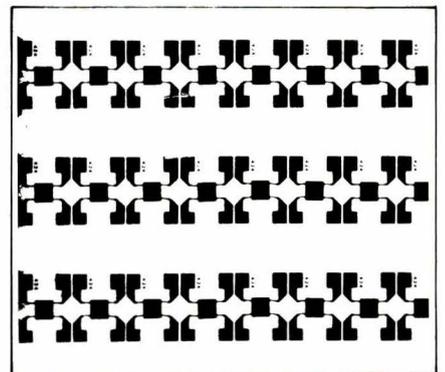


Fig. 22

# FAITES DU BOTTICELLI A 1 $\mu$ s/PIXEL...

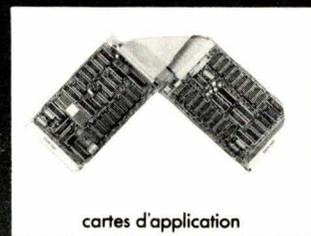


## AVEC LE PREMIER PROCESSEUR GRAPHIQUE : LE EF 9365

Haute résolution (512 x 512),  
haute vitesse  
et facilité d'utilisation,  
grâce à son générateur  
de caractères et de vecteurs  
intégré, en font un  
co-processeur graphique  
d'avant-garde.

Deux cartes d'application  
au format Europe, bus G64,  
permettent la mise sur pied  
de terminaux graphiques  
en temps records.

Demandez notre documentation.



cartes d'application

 **THOMSON-CSF**  
COMPOSANTS

**EFCIS** 45, AVENUE DE L'EUROPE - 78140 VELIZY - TÉL (3) 946.97.19 - TÉLEX : 698 866 F

Veuillez d'urgence me faire parvenir :

- la notice technique du circuit,  la notice des cartes d'application.  
 Je souhaite la visite d'un ingénieur EFCIS.

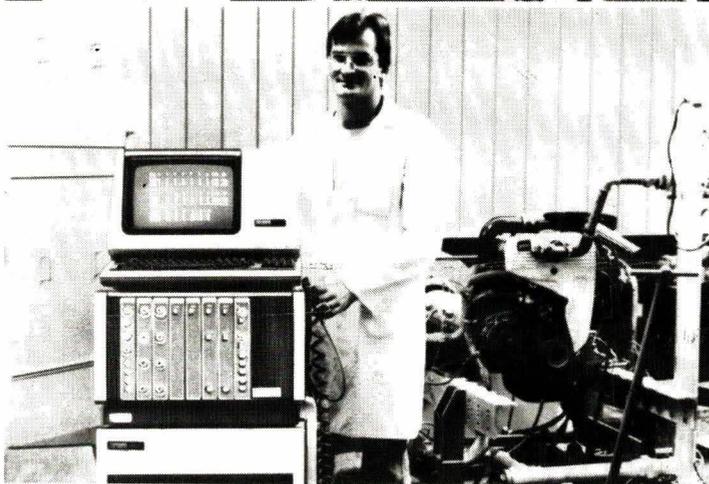
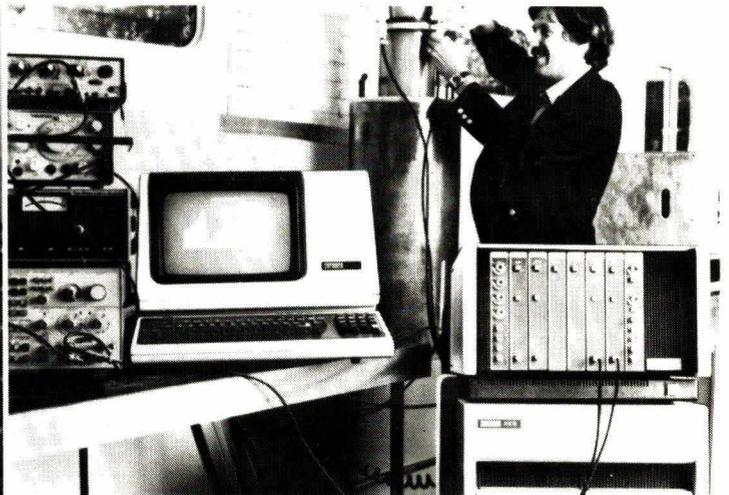
Retourner ce coupon avec votre carte de visite à EFCIS/Promotion - BP 217  
38019 Grenoble Cedex.

# MINC. Des données acquises plus rapidement. Davantage de temps pour les interpréter.

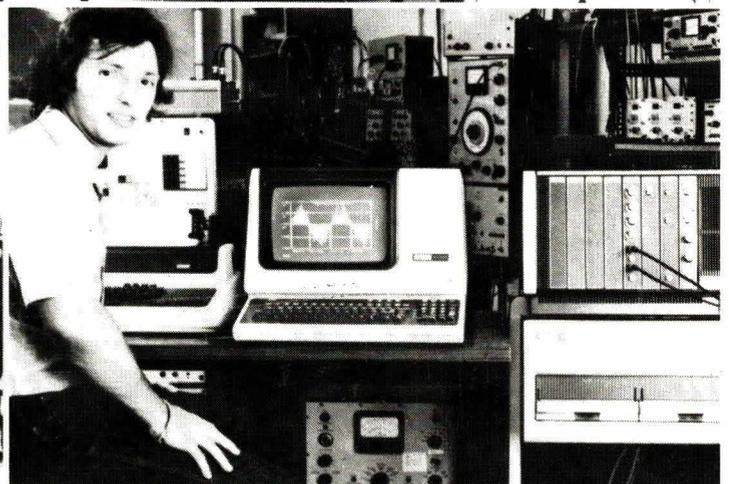
Electronique



Chimie



Mécanique



Recherche

MINC est un ordinateur-instrument polyvalent d'une grande facilité d'utilisation.

Grâce à un langage d'instrumentation, et à l'aide de commandes pas-à-pas, vous pouvez contrôler des instruments, acquérir un maximum de données avec une précision exceptionnelle, effectuer des calculs complexes et visualiser les résultats sous la forme de votre choix : graphiques, histogrammes ou tableaux.

En outre, vous pouvez stocker ces données pour les analyser au moment opportun.

Et pendant que vous utiliserez l'information et analyserez les résultats, MINC pourra même continuer à travailler pour vous.

Avec MINC, vos données seront acquises plus rapidement et vous aurez davantage de temps pour les interpréter.

## Le contrôle d'instruments et l'acquisition de données entièrement informatisés à partir de 82 760 F.H.T.\*

- \* 60 programmes d'application fournis gratuitement.
- \* Aucune expérience informatique nécessaire.
- \* Ajoutez vos propres programmes à la bibliothèque grâce à des langages faciles à apprendre, tels que le BASIC.
- \* Acquisition de données par voies analogiques ou numériques et par bus IEEE-488.
- \* Acquisition et restitution très rapides de données sur disques de grande capacité.
- \* Fait partie de la famille PDP-11.
- \* Entièrement compatible avec nos ordinateurs haut de gamme.
- \* Bénéficie d'une assistance-conseil téléphonique personnalisée et efficace.
- \* Créé par Digital, premier constructeur mondial d'ordinateurs scientifiques.
- \* Prix au 1.10.80.

MINC vous laisse le temps de penser.

# digital

NOUS CHANGEONS LA FAÇON DE PENSER DU MONDE.

A renvoyer à :  
Digital Equipment France  
Département du Marketing  
18, rue Saarinen - Silic 225  
94528 Rungis Cedex - Tél. 687.23.33 +

Je souhaiterais recevoir de plus amples informations sur MINC.

Nom : \_\_\_\_\_

Fonction : \_\_\_\_\_

Société : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_

Application : \_\_\_\_\_

# Générique PROMS



## Série HM - 76XX

### 16 K

**HM 7616/76160/161**

2048 x 8  
temps d'accès  
max : 60 ns

### 8 K

**HM - 7608/7680/81**

1024 x 8

### 4 K

**HM - 7640/41**

512 x 8

temps d'accès max : 70 ns

**HM - 7647 R/48/49**

temps d'accès max : 60 ns

**HM - 7642/43/44**

1024 x 4

temps d'accès max : 60 ns

**HM - 7684/85**

2048 x 4

temps d'accès  
max : 70 ns

### 2 K

**HM - 7620/21**

512 x 4

temps d'accès  
max : 70 ns

### 1 K

**HM - 7610/11**

256 x 4

temps d'accès  
max : 60 ns

### 0.25 K

**HM - 7602/03**

32 x 8

temps d'accès  
max : 50 ns

versions rapides **A**  
versions sorties mémorisées **R**  
versions faible consommation **P**  
versions combinées **R/P**

**Stock important dans tous les modèles  
Programmeur de mémoire à disposition**

48, rue de l'Aubépine Zone industrielle  
92160 Antony  
Tél. : (1) 666.21.12 - Téléc : 250 067 F

**almex**

Correspondants régionaux d'ALMEX :  
LED : 18, rue Henri Poincaré 69008 Lyon  
Tél. : (7) 876.09.90  
SONEL OUEST : 8, rue Jean Nicolas  
22000 St Brieuc Tél. : (96) 94.62.51

Il apparaît, dans les divers processus de transmission, des signaux indésirables appelés perturbations. Les perturbations peuvent être classées en deux groupes qui sont le groupe des perturbations multiplicatives et le groupe des perturbations additives.

# Le bruit dans les circuits électroniques

Appelons  $S(t)$  le signal utile,  $P(t)$  la perturbation et  $R(t)$  le signal reçu. Dans le cas des perturbations multiplicatives, on a :

$$R(t) = S(t) \times P(t).$$

Dans le cas des perturbations additives on a :

$$R(t) = S(t) + P(t).$$

Les perturbations additives sont celles que l'on rencontre le plus souvent. Elles comprennent les bruits, les diaphonies et les distorsions.

Dans l'article ci-après, l'auteur se propose d'étudier le bruit d'agitation thermique et le facteur de bruit.

## Bruit d'agitation thermique produit par une résistance

Dans une résistance  $R$ , l'agitation thermique des électrons libres engendre un bruit de fluctuation apparaissant aux bornes de cette résistance.

La résistance  $R$  avec bruit représentée en **figure 1** est équivalente au circuit représenté en **figure 2**. Dans ce circuit,  $R$  est une résistance sans bruit et  $E_{\text{eff}}$  une source de bruit de valeur efficace  $E_{\text{eff}}$ . Le circuit représenté en **figure 3** est aussi équivalent à la résistance  $R$  avec bruit représentée **figure 1**. Dans ce dernier circuit,  $R$  est une résistance sans bruit et  $I_{\text{eff}}$  est un injecteur de courant de valeur efficace  $I_{\text{eff}}$ .

On a la formule de **Nyquist** suivante :

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 kTR (f_2 - f_1)$$

$$f_2 - f_1 = \Delta f \text{ d'où : } E_{\text{eff}}^2 = 4 kTR \Delta f$$

$$E_{\text{eff}} = \sqrt{4 kTR \Delta f}$$

$E_{\text{eff}}$  est la tension efficace de bruit.

$k = 1,37 \times 10^{-23}$  joule par degré est la constante de **Boltzmann**.

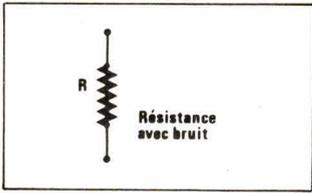


Fig. 1

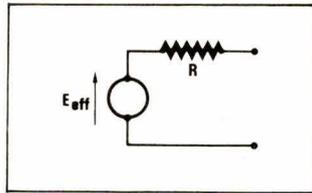


Fig. 2

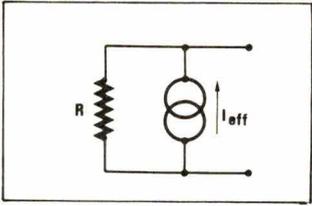


Fig. 3

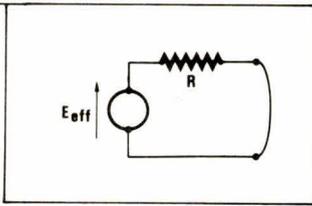


Fig. 4

T est la température absolue.  
R est la valeur de la résistance.  
(f<sub>2</sub> - f<sub>1</sub>) = Δf est la largeur de bande considérée.

On a également :

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ kT} \cdot \frac{1}{R} \cdot (f_2 - f_1)$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{4 \text{ kT}}{R} \cdot \Delta f$$

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{(4 \text{ kT}/R) \cdot \Delta f}$$

Posons  $G = \frac{1}{R}$ , on a :

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ kTG} (f_2 - f_1) = 4 \text{ kTG} \Delta f$$

$$\text{et } I_{\text{eff}} = \sqrt{4 \text{ kTG} \Delta f}$$

G est la conductance et I<sub>eff</sub> l'intensité efficace du bruit.

Le schéma de la **figure 4** donne, en appelant P<sub>B</sub> la puissance de bruit :

$$P_B = E_{\text{eff}} \cdot \frac{E_{\text{eff}}}{R} = \frac{E_{\text{eff}}^2}{R}$$

$$P_B = \frac{4 \text{ kTR} \Delta f}{R} = 4 \text{ kT} \Delta f$$

### Transformation Thévenin-Norton

On a (**fig. 5**) :

$$E_{\text{eff}} = [4 \text{ kTR} \Delta f]^{1/2}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{E_{\text{eff}}}{R} = \frac{\sqrt{4 \text{ kTR} \Delta f}}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{R}}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{\sqrt{4 \text{ kT} \Delta f}}{\sqrt{R}} = \left[ \frac{4 \text{ kT}}{R} \cdot \Delta f \right]^{1/2}$$

$$P_B = R I_{\text{eff}}^2 = R \cdot \frac{4 \text{ kT}}{R} \cdot \Delta f = 4 \text{ kT} \Delta f$$

### Bruit d'agitation thermique produit par deux résistances pures connectées en série

Soit le schéma représenté en **figure 6**. La **figure 6-b** représente le circuit équivalent aux résistances connectées en série dont les circuits équivalents sont donnés en **figure 6-a**.

T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> sont respectivement les températures absolues des résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. On a :

$$R = R_1 + R_2 \text{ et } E_{\text{eff}}^2 = E_{1\text{eff}}^2 + E_{2\text{eff}}^2$$

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ kT}_1 R_1 \Delta f + 4 \text{ kT}_2 R_2 \Delta f = 4 \text{ k} \Delta f [T_1 R_1 + T_2 R_2]$$

$$E_{\text{eff}} = [4 \text{ k} \Delta f (T_1 R_1 + T_2 R_2)]^{1/2}$$

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ k} \Delta f \cdot \frac{T_1 R_1 + T_2 R_2}{R_1 + R_2} \cdot (R_1 + R_2)$$

Posons :

$$T_{\text{eq}} = \frac{T_1 R_1 + T_2 R_2}{R_1 + R_2}$$

T<sub>eq</sub> est la température équivalente de bruit.

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ kT}_{\text{eq}} (R_1 + R_2) \Delta f$$

Si T<sub>1</sub> = T<sub>2</sub> = T, on obtient pour E<sub>eff</sub><sup>2</sup> :

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ kT} (R_1 + R_2) \Delta f = 4 \text{ kT} (R_1 + R_2) (f_2 - f_1)$$

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 \text{ kTR} (f_2 - f_1) = 4 \text{ kTR} \Delta f$$

### Bruit d'agitation thermique produit par deux résistances pures connectées en parallèle

Soit le schéma représenté à la **figure 7**. La **figure 7-b** représente le circuit équivalent aux résistances connectées en parallèle dont les circuits équivalents sont donnés **figure 7-a**. T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> sont respectivement les températures absolues des résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. On a :

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = R_1 // R_2$$

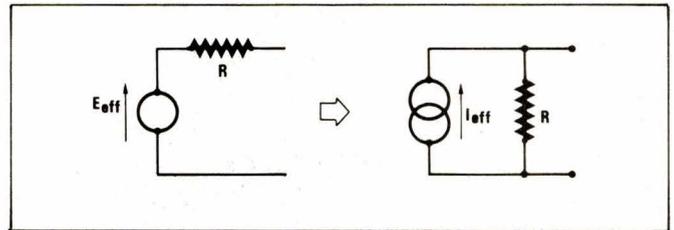


Fig. 5

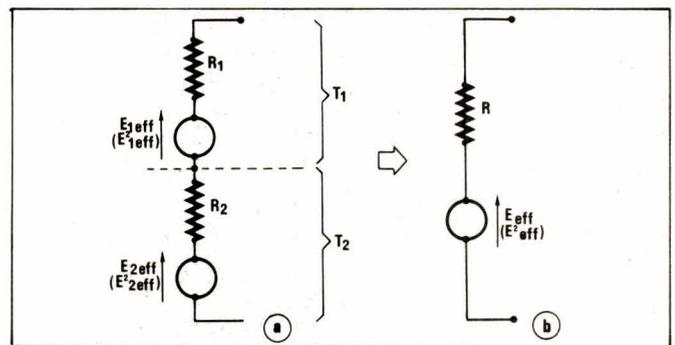


Fig. 6

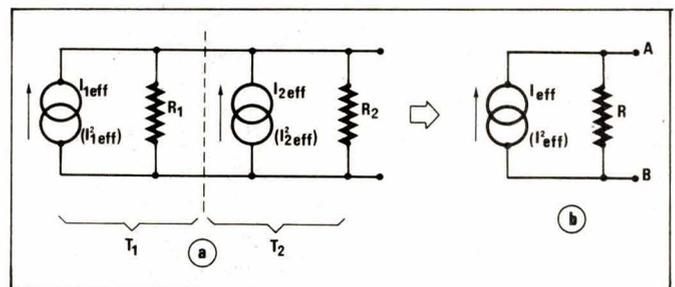


Fig. 7

$$I_{\text{eff}}^2 = I_{1\text{eff}}^2 + I_{2\text{eff}}^2$$

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k T_1 \cdot \frac{1}{R_1} \cdot \Delta f + 4 k T_2 \cdot \frac{1}{R_2} \cdot \Delta f$$

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k \Delta f \left( \frac{T_1}{R_1} + \frac{T_2}{R_2} \right)$$

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k \Delta f \cdot \frac{R_2 T_1 + R_1 T_2}{R_1 R_2} = \frac{R_2 T_1 + R_1 T_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{4 k \Delta f}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

Posons :

$$T_{\text{eq}} = \frac{R_2 T_1 + R_1 T_2}{R_1 + R_2}$$

On obtient :

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k T_{\text{eq}} \cdot \frac{1}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \cdot \Delta f = 4 k T_{\text{eq}} \cdot \frac{1}{R} \cdot \Delta f$$

$$\frac{1}{R} = G = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k T_{\text{eq}} G \cdot \Delta f = 4 k T_{\text{eq}} \cdot G (f_2 - f_1)$$

$$\frac{1}{R_1} = G_1 \quad \text{et} \quad \frac{1}{R_2} = G_2$$

D'autre part, nous savons que l'on a :  $G = G_1 + G_2$ .

On peut donc écrire :

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k T_{\text{eq}} (G_1 + G_2) \Delta f.$$

Si l'on a :  $T_1 = T_2 = T$ , on obtient pour la valeur de  $I_{\text{eff}}^2$  :

$$I_{\text{eff}}^2 = 4 k T (G_1 + G_2) \Delta f = 4 k T G \Delta f$$

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{4 k T G \Delta f}$$

On peut encore écrire (fig. 7-b) :

$$(V_A - V_B) = R \cdot I_{\text{eff}}$$

$$(V_A - V_B)^2 = R^2 \cdot I_{\text{eff}}^2$$

soit :

$$(V_A - V_B)^2 = R^2 \cdot 4 k T G \Delta f$$

$$(V_A - V_B)^2 = R^2 \cdot 4 k T \cdot \frac{1}{R} \cdot \Delta f = 4 k T R \Delta f$$

## Bruit d'agitation thermique produit par un dipôle quelconque

Soit le dipôle quelconque représenté à la figure 8.

Soit  $\bar{Z}_{MN}$  l'impédance du dipôle entre M et N. On a :

$$\bar{Z}_{MN} = R_{MN} + j X_{MN}$$

Soit  $f$  la fréquence, on a :

$$R_{MN} = f_{10} [f] \quad \text{et} \quad X_{MN} = f_{20} [f].$$

On peut écrire :  $d E_{\text{effMN}}^2 = 4 k T R_{MN} df$ .

$$E_{\text{effMN}}^2 = 4 k T \int_{f_1}^{f_2} R_{MN} df.$$

$E_{\text{effMN}}^2$  est le bruit entre les bornes M et N dans la bande de fréquence  $(f_2 - f_1)$ .

## Bruit d'agitation thermique produit à l'entrée d'un quadripôle par une source extérieure

On a le schéma représenté à la figure 9. Soit la source extérieure  $E_g$  de résistance  $R_g$ .  $R$  est la résistance d'entrée du quadripôle dont les bornes d'entrée sont A et B. En ce qui concerne le bruit, on a le schéma représenté en figure 10. On a donc :

$$E_{\text{eff}}^2 = 4 k T R_g \Delta f$$

Soi  $P_B$  la puissance de bruit donnée par la source. On a :

$$P_B = E_{\text{eff}} \cdot \frac{E_{\text{eff}}}{R + R_g}$$

Si  $R_g = R$ , c'est-à-dire s'il y a adaptation, on a :

$$P_B = \frac{E_{\text{eff}}^2}{2 R} = \frac{E_{\text{eff}}^2}{2 R_g}$$

Soit  $P_{B0}$  la puissance de bruit introduite dans le quadripôle par la source.

$$P_{B0} = \frac{P_B}{2} = \frac{E_{\text{eff}}^2}{4 R_g} = \frac{4 k T R_g \Delta f}{4 R_g} = k T \Delta f$$

L'adaptation  $P_{B0}$  est indépendante de  $R_g$ . Dans ce cas, avec un quadripôle idéal sans bruit propre en sortie et ayant un gain de 1, on a, en sortie, une puissance de bruit égale à  $[kT \Delta f]$ .

$(kT \Delta f)$  est la limite inférieure de la puissance de bruit en sortie du quadripôle.

Si on évalue le bruit dans une bande  $\Delta f$  égale à l'unité, on a  $[kT]$ .

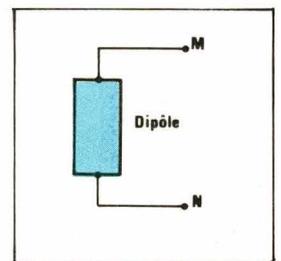


Fig. 8

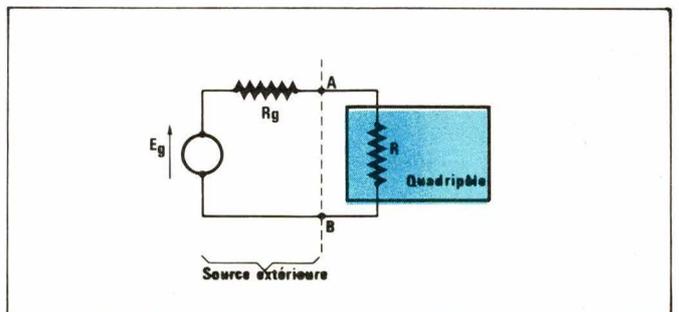


Fig. 9

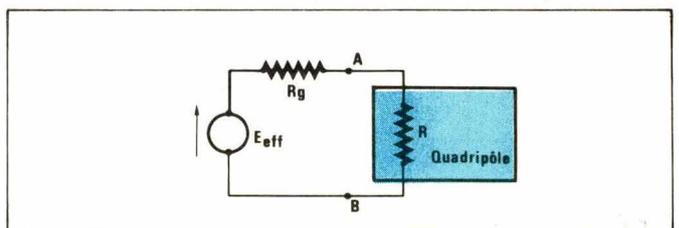


Fig. 10

## Rapport signal sur bruit

Soit le dipôle MN représenté **figure 11**. Soit  $P_S$  la puissance du signal aux bornes du dipôle. Soit  $P_B$  la puissance de bruit aux bornes du dipôle. On appelle

$$\left[ \frac{P_S}{P_B} \right]$$

le rapport signal sur bruit du dipôle.

Soit le quadripôle  $A_1 A_2 A_3 A_4$  représenté à la **figure 12**.  $P_{Se}$  est la puissance du signal à l'entrée du quadripôle.  $P_{Be}$  est la puissance de bruit à l'entrée du quadripôle.  $P_{Ss}$  est la puissance du signal à la sortie du quadripôle.  $P_{Bs}$  est la puissance de bruit à la sortie du quadripôle. On a :

$$F_1 = \frac{\frac{P_{Se}}{P_{Be}}}{\frac{P_{Ss}}{P_{Bs}}}$$

$$F_1 = \frac{P_{Se}}{P_{Be}} \cdot \frac{P_{Bs}}{P_{Ss}}$$

$$F_1 = \frac{P_{Se}}{P_{Ss}} \cdot \frac{P_{Bs}}{P_{Be}}$$

Posons :  $A_0 = \frac{P_{Ss}}{P_{Se}}$

$A_0$  est l'amplification de puissance du quadripôle.

$$F_1 = \frac{1}{A_0} \cdot \frac{P_{Bs}}{P_{Be}}$$

Soit le schéma représenté à la **figure 13**. On a :

$$P_{Se} = \frac{E_g^2}{(R_g + R)^2} \cdot R$$

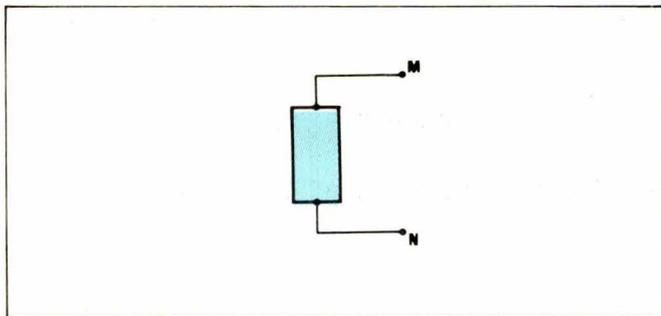


Fig. 11

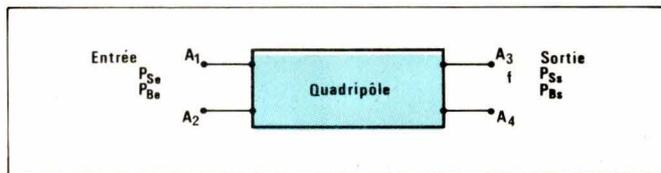


Fig. 12

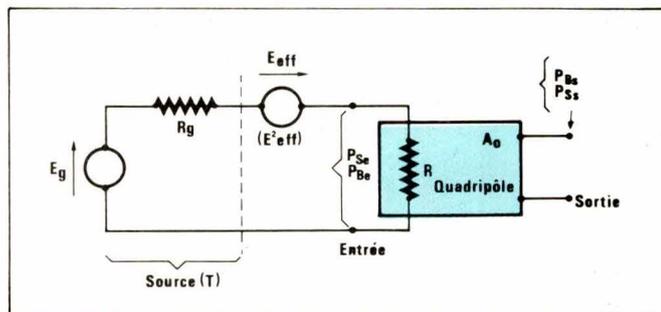


Fig. 13

$$P_{Be} = \frac{E_{eff}^2}{(R_g + R)^2} \cdot R = \frac{4 k T R_g R \Delta f}{(R_g + R)^2}$$

$$P_{Ss} = \frac{E_g^2}{(R_g + R)^2} \cdot R \cdot A_0$$

d'où :

$$F_1 = \frac{\frac{E_g^2}{(R_g + R)^2} \cdot R}{\frac{E_g^2}{(R_g + R)^2} \cdot R \cdot A_0} \times \frac{P_{Bs}}{\frac{4 k T R_g R \Delta f}{(R_g + R)^2}}$$

$$F_1 = \frac{P_{Bs}}{A_0 \cdot \frac{4 k T R_g R \Delta f}{(R_g + R)^2}}$$

Si  $R_g = R$ , c'est-à-dire à l'adaptation, on a :

$$F = \frac{P_{Bs}}{A_0 k T \Delta f} = \frac{P_{Bs}}{A_0 k T (f_2 - f_1)}$$

$F$  est le facteur de bruit.

Si  $F = 1$ , le quadripôle est non bruyant.

$\left[ \frac{P_{Se}}{P_{Be}} \right]$  caractérise la source indépendamment du quadripôle.

$\left[ \frac{P_{Ss}}{P_{Bs}} \right]$  caractérise le système source plus quadripôle.

$$P_{Bs} = F A_0 k T \Delta f$$

Si l'amplification  $A_0$  du quadripôle est égale à l'unité et si  $\Delta f = 1$ , on a :

$$P_{Bs} \Big|_{\substack{A_0 = 1 \\ \Delta f = 1}} = F k T$$

$$F = \frac{P_{Bs} \Big|_{\substack{A_0 = 1 \\ \Delta f = 1}}}{k T}$$

$$10 \log_{10} F = 10 \log_{10} P_{Bs} \Big|_{\substack{A_0 = 1 \\ \Delta f = 1}} - 10 \log_{10} k T$$

## Quadripôles en cascade

On considère, dans ce qui suit, que l'on a affaire, dans tous les cas, à l'adaptation. Soit le schéma représenté à la **figure 14**.

$A_1$  est l'amplification de puissance du quadripôle 1.

$A_2$  est l'amplification de puissance du quadripôle 2.

$F_1$  est le facteur de bruit du quadripôle 1.

$F_2$  est le facteur de bruit du quadripôle 2.

$P_{B1}$  est la puissance de bruit à la sortie du premier quadripôle.

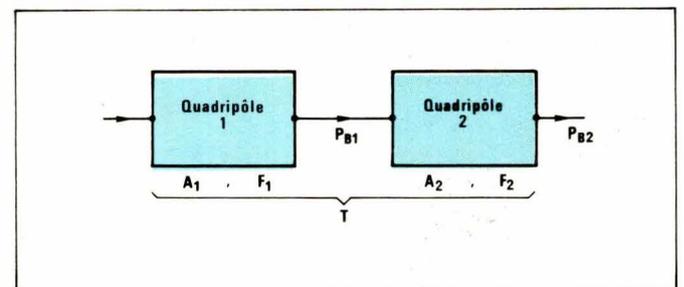


Fig. 14

$P_2$  est la puissance de bruit à la sortie du second quadripôle.

On a :

$$P_{B1} = F_1 A_1 kT \Delta f$$

$$F_1 = 1 + \epsilon_1$$

$$P_{B1} = (1 + \epsilon_1) A_1 kT \Delta f$$

$$P_{B1} = A_1 kT \Delta f + \epsilon_1 A_1 kT \Delta f$$

Posons :

$$P_{BQ1} = \epsilon_1 A_1 kT \Delta f$$

$P_{BQ1}$  est le bruit propre du premier quadripôle.

Considérons (**fig. 15**) le second quadripôle tout seul. On a :  $P'_{B2} = F_2 A_2 kT \Delta f$ . On est, bien sûr, à l'adaptation.

$$F_2 = 1 + \epsilon_2$$

$$P'_{B2} = (1 + \epsilon_2) A_2 kT \Delta f$$

$$P'_{B2} = A_2 kT \Delta f + \epsilon_2 A_2 kT \Delta f$$

Posons :

$$P_{BQ2} = \epsilon_2 A_2 kT \Delta f$$

$P_{BQ2}$  est le bruit propre du second quadripôle.

$$P_{B2} = P_{B1} \cdot A_2 + P_{BQ2} = F_1 A_1 A_2 kT \Delta f + P_{BQ2}$$

$$P_{BQ2} = P'_{B2} - A_2 kT \Delta f$$

$$P_{BQ2} = F_2 A_2 kT \Delta f - A_2 kT \Delta f$$

$$P_{BQ2} = kTA_2 [F_2 \Delta f - \Delta f] = kTA_2 \Delta f (F_2 - 1)$$

$$P_{B2} = kTF_1 A_1 A_2 \Delta f + kTA_2 (F_2 - 1) \Delta f$$

Soit  $F$  le facteur de bruit des deux quadripôles montés en cascade. On peut écrire :

$$P_{B2} = kTFA_1 A_2 \Delta f = kTFA \Delta f$$

avec :  $A = A_1 \cdot A_2$ .

$$P_{B2} = kT \Delta f A_1 A_2 \left[ F_1 + \frac{(F_2 - 1)}{A_1} \right]$$

$$\text{Donc : } F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1}$$

Si  $A_1$  est grand, on a  $F \simeq F_1$  à condition que  $F_2$  ne soit pas très grand devant  $F_1$ .

Si la chaîne de quadripôles comporte  $n$  quadripôles, on a :

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1} + \frac{F_3 - 1}{A_1 A_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{A_1 A_2 \dots A_{(n-1)}}$$

et :  $A = A_1 \cdot A_2 \dots A_n$ .

## Température équivalente de bruit

Soit le quadripôle représenté à la **figure 16**. On a :  $P_{BS} = FA_0 kT \Delta f$ .

$T$  est la température de la résistance de la source. Si le quadripôle était non bruyant, on aurait :

$$P_{BSnb} = A_0 kT \Delta f$$

Soit  $P_{BQ}$  la puissance de bruit propre du quadripôle.

$$P_{BQ} = P_{BS} - P_{BSnb}$$

$$P_{BQ} = FA_0 kT \Delta f - A_0 kT \Delta f$$

$$P_{BQ} = A_0 kT \Delta f (F - 1)$$

$$\text{Posons : } (F - 1) T = T_e.$$

$T_e$  est la température équivalente de bruit à l'entrée du quadripôle.

$$P_{BQ} = kT_e A_0 \Delta f$$

$$(F - 1) T = T_e, \text{ donc : } FT - T = T_e$$

$$FT = T_e + T \text{ et } F = \frac{T_e + T}{T}$$

$$\text{soit : } F = 1 + \frac{T_e}{T}$$

$$P_{BS} = P_{BQ} + P_{BSnb}$$

$$P_{BS} = kT_e A_0 \Delta f + kTA_0 \Delta f$$

$$P_{BS} = k(T + T_e) A_0 \Delta f$$

## Cas des quadripôles en cascade

Soit la chaîne de quadripôles montés en cascade (**fig. 17**). On est dans le cas, bien sûr, de l'adaptation.

On a :

$$P_{B0} = kT \Delta f$$

$$P_{B1} = k(T + T_{e1}) A_1 \Delta f$$

$$P_{B2} = k(T + T_{e1}) A_1 A_2 \Delta f + kT_{e2} A_2 \Delta f$$

$$P_{B2} = k \left[ T + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{A_1} \right] A_1 A_2 \Delta f$$

$$P_{B3} = k \left[ T + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{A_1} \right] A_1 A_2 A_3 \Delta f + k T_{e3} A_3 \Delta f$$

$$P_{B3} = k \Delta f \left[ (T + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{A_1} A_1 A_2 A_3 + T_{e3} A_3) \right]$$

$$P_{B3} = k \Delta f \left[ A_1 A_2 A_3 T + A_1 A_2 A_3 T_{e1} \right.$$

$$\left. + A_1 A_2 A_3 \cdot \frac{T_{e2}}{A_1} + A_1 A_2 A_3 \cdot \frac{T_{e3}}{A_1 A_2} \right]$$

$$P_{B3} = k \left[ T + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{A_1} + \frac{T_{e3}}{A_1 A_2} \right] A_1 A_2 A_3 \Delta f$$

On voit que l'on a, en posant  $P_{Bnq} = k(T + T_e) A \Delta f$ , pour une chaîne de  $n$  quadripôles montés en cascade :

$$A = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \dots A_n$$

$$T_e = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{A_1} + \frac{T_{e3}}{A_1 A_2} + \dots + \frac{T_{en}}{A_1 A_2 \dots A_{(n-1)}}$$

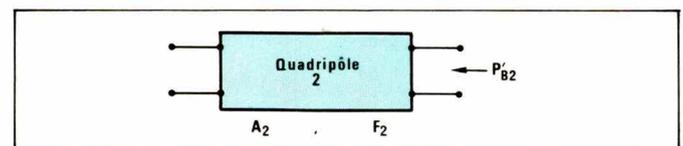


Fig. 15

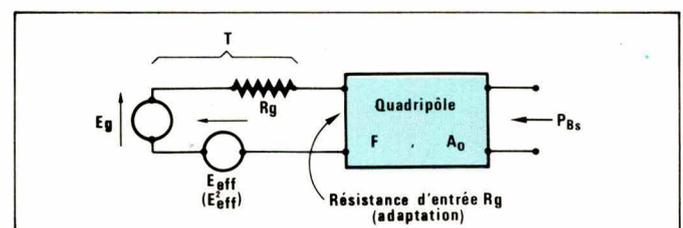


Fig. 16

## Quadripôle bruyant

La **figure 18** donne le schéma équivalent (**fig. 18-b**) du quadripôle bruyant représenté en **figure 18-a**.

Les sources de bruit, à l'entrée du quadripôle, représentent le bruit thermique dû aux résistances du quadripôle ainsi que les autres sources de bruit existant, bien sûr, à l'intérieur du quadripôle, comme le bruit dit de jonction, par exemple.

La **figure 19** donne le schéma équivalent d'un quadripôle bruyant « attaqué » par une source  $E_s$  extérieure.

## Calcul du facteur de bruit d'un quadripôle à partir de mesures

On a affaire à un quadripôle de gain  $A$  dont le facteur de bruit est  $F$ . Son entrée est fermée sur une résistance  $R_g$  égale à sa résistance d'entrée. La résistance  $R_g$  et le quadripôle sont à la même température  $T$ . Dans un filtre, de largeur de bande  $\Delta f$ , placé en sortie du quadripôle, on mesure la puissance de bruit  $P_{BS}$ . On sait que l'on a :  $P_{BS} = F A k T \Delta f$ . Soit  $P_{BQ}$  la part de bruit du quadripôle dans cette puissance. On a :

$$P_{BS} = F A k T \Delta f$$

$$P_{BSnb} = A k T \Delta f$$

$$P_{BQ} = P_{BS} - P_{BSnb} = F A k T \Delta f - A k T \Delta f$$

$$P_{BQ} = A k T \Delta f (F - 1)$$

Si l'on refroidit la résistance  $R_g$  seule, en la portant à la température  $T_0$ , on mesure, en sortie du quadripôle, dans le filtre précédent, une nouvelle valeur  $P_{BS0}$  de la puissance de bruit. On a donc :

$$P_{BQ} = A k T \Delta f (F - 1)$$

$$P_{BSnbT_0} = A k T_0 \Delta f$$

$$P_{BS0} = A k T_0 \Delta f + A k T \Delta f (F - 1)$$

$$P_{BS0} = A k \Delta f [ T_0 + T (F - 1) ]$$

Nous pouvons mesurer les valeurs  $T$ ,  $T_0$ ,  $P_{BS}$  et  $P_{BS0}$ . On a donc :

$$\frac{P_{BS0}}{P_{BS}} = \frac{A k \Delta f [ T_0 + T (F - 1) ]}{F A k T \Delta f} = \frac{T_0 + T (F - 1)}{F T}$$

$$\frac{P_{BS0}}{P_{BS}} = \frac{T_0 + T F - T}{F T} = \frac{\frac{T_0}{T} + F - 1}{F}$$

$$F \cdot \frac{P_{BS0}}{P_{BS}} = \frac{T_0}{T} + F - 1$$

$$F \left( 1 - \frac{P_{BS0}}{P_{BS}} \right) = 1 - \frac{T_0}{T}$$

On obtient donc pour la valeur de  $F$  :

$$F = \frac{1 - \frac{T_0}{T}}{1 - \frac{P_{BS0}}{P_{BS}}} = \frac{\frac{T_0}{T} - 1}{\frac{P_{BS0}}{P_{BS}} - 1}$$

## Calcul du facteur de bruit d'un amplificateur

Le montage est représenté en **figure 20**. Si le générateur de bruit n'est pas en marche, il se comporte comme une résistance placée à l'entrée de l'amplificateur. Soit  $T$  la température de cette résistance. Il s'agit donc de la température ambiante. Soit  $T_1$  la température équivalente de bruit à l'entrée de l'amplificateur. La puissance de bruit  $P_B$  mesurée par le wattmètre est la suivante :

$$P_B = A k T \Delta f + k T_1 A \Delta f$$

$$P_B = k A \Delta f (T + T_1)$$

La puissance de bruit  $P_{BA}$  due à l'amplificateur est la suivante :

$$P_{BA} = k T_1 A \Delta f$$

La puissance de bruit  $P_{BR}$  due à la résistance interne de la source est la suivante :

$$P_{BR} = k T A \Delta f$$

Si  $F$  est le facteur de bruit de l'amplificateur, on a :

$$P_B = F A k T \Delta f$$

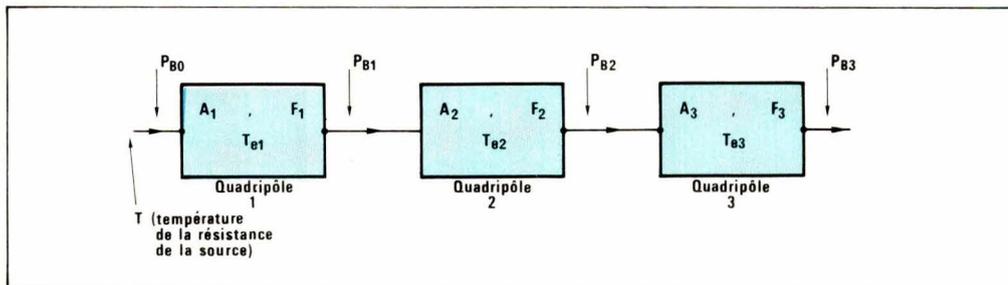


Fig. 17

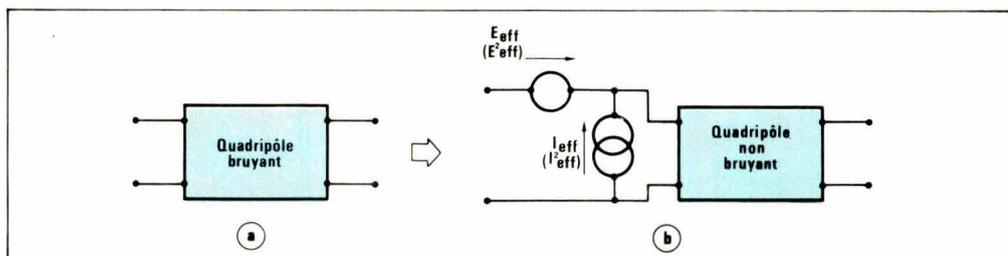


Fig. 18

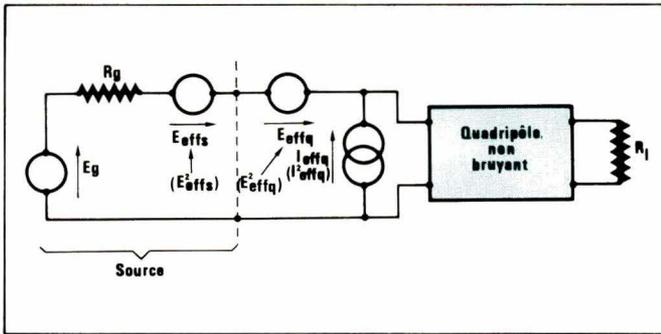


Fig. 19

On sait que l'on a :

$$P_B = k(T + T_1) A \Delta f$$

$$P_B = kTFA \Delta f$$

Donc :  $TF = T + T_1$ .

$$F = \frac{T + T_1}{T} = 1 + \frac{T_1}{T}$$

On a aussi :

$$P_{BA} = kT_1 A \Delta f$$

$$T_1 = TF - T = T(F - 1)$$

$$P_{BA} = kT(F - 1) A \Delta f$$

Si le générateur de bruit est mis en marche et s'il fournit une puissance de bruit « x » fois supérieure à la puissance de bruit fournie par la résistance  $R_g$ , la puissance de bruit  $P_{B0}$ , en sortie, due uniquement au générateur de bruit, est :

$$P_{B0} = xkTA \Delta f$$

Dans ce cas, la puissance de bruit  $P_{B0}$  mesurée par le wattmètre est la suivante :

$$P_{B0} = xkTA \Delta f + kT_1 A \Delta f$$

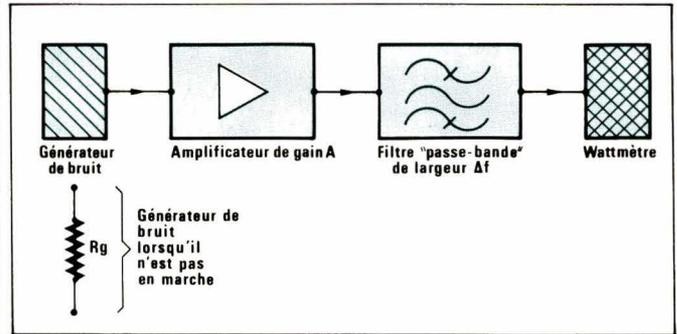


Fig. 20

$$P_{B0} = xkTA \Delta f + kT(F - 1) A \Delta f$$

$$P_{B0} = kA \Delta f T [x + (F - 1)]$$

On obtient donc pour la valeur du facteur de bruit F :

$$\frac{P_{B0}}{P_B} = \frac{kA \Delta f T [x + (F - 1)]}{FAkT \Delta f}$$

$$\frac{P_{B0}}{P_B} = \frac{x + (F - 1)}{F} = \frac{x + F - 1}{F}$$

$$F \cdot \frac{P_{B0}}{P_B} = x + F - 1$$

d'où :

$$F \left( \frac{P_{B0}}{P_B} - 1 \right) = x - 1$$

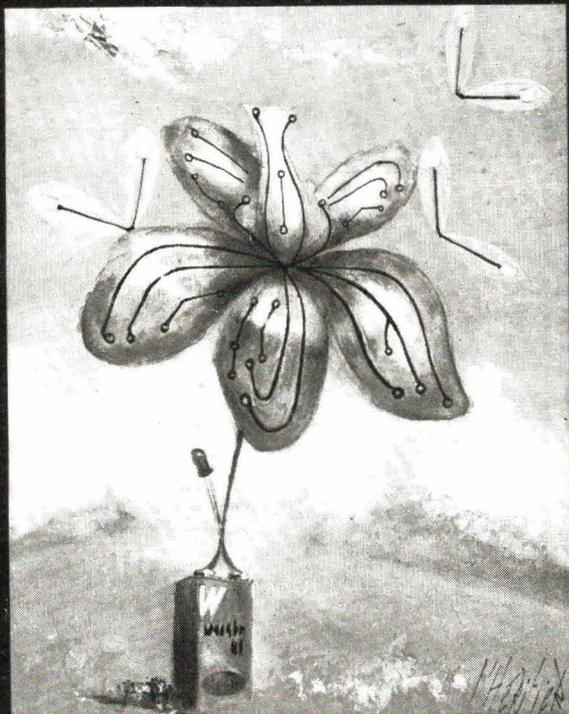
et :

$$F = \frac{x - 1}{\frac{P_{B0}}{P_B} - 1}$$

A. Pelat

## ELECTRONIQUE APPLICATIONS

Trimestriel N° 13 - Printemps 1990 - 18 F



SUISSE : 9,00 FS - TUNISIE : 2070 MIL - CANADA : CAN 5,50 - ESPAGNE : 200 PESETAS - ITALIE : 9000 LIRE - BELGIQUE : 146 F.B.

## Les anciens numéros d'Electronique Applications sont encore disponibles !

(hormis les 5 premiers)

*Pour vous les procurer, faites-en la demande écrite à*

**Electronique Applications  
Vente au numéro**

**2 à 12, rue de Bellevue  
75940 Paris Cedex 19**

**... et joignez 18 F par numéro demandé.**

*(les frais d'envoi sont compris)*

# EYROLLES

Dans la collection E.E.A.

## COURS D'ÉLECTRONIQUE

**Tome 5 : Diodes, Thyristors.**

**Commande des moteurs**  
Par F. MILSANT.

152 pages 66 F

S'il traite des alimentations classiques de l'électronique, ce livre accorde une beaucoup plus large part aux différents équipements utilisés dans la commande électronique des moteurs traitant des 3 types fondamentaux de convertisseurs : alternatif-continu - continu-continu - alternatif-alternatif.



## MICROPROCESSEURS ET MICROORDINATEURS

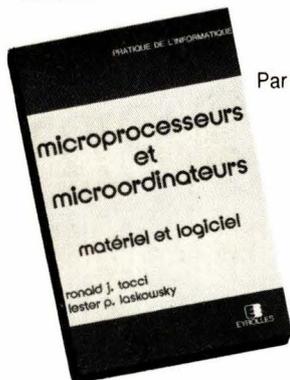
**Matériel et logiciel**

Par R.-J. TOCCI et L.-P. LASKOWSKI

Traduit de l'américain.  
Collection « *Pratique de l'Informatique* ».

336 pages 130 F

Le livre comprend 3 parties : l'étude des composants, le matériel et la programmation. A l'aide de nombreux exemples explicatifs, illustrés, de schémas et organigrammes simples et clairs, les auteurs insistent sur les concepts généraux communs à tous les microprocesseurs.



## MICROPROCESSEURS A L'USAGE DES ÉLECTRICIENS

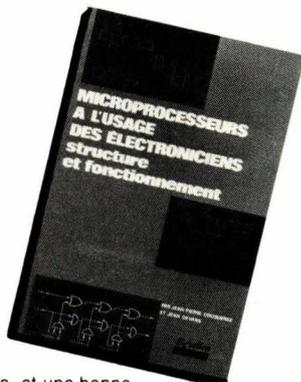
**Structure et fonctionnement**

Par J.-P. COCQUEREZ et J. DEVARIS

Collection « *Ingénieurs E.E.A.* ».

176 pages 71 F

Son objectif est de fournir les bases fondamentales de microinformatique permettant une bonne compréhension du fonctionnement des microprocesseurs, et une bonne connaissance des problèmes matériels et logiciels liés à leur utilisation.



CATALOGUE GRATUIT SUR DEMANDE

LIBRAIRIE EYROLLES

Vente par correspondance ou sur place

à retourner à :

LA LIBRAIRIE EYROLLES

61, Bd. St Germain, 75240 PARIS Cédex 05

Veuillez m'adresser 1 exemplaire de \* :

COURS D'ÉLECTRONIQUE ..... 66 F

MICROPROCESSEURS ET MICROORDINATEURS ..... 130 F

MICROPROCESSEURS A L'USAGE DES ÉLECT. .... 71 F

Port en sus 8,50 F - Par ouvrage supplémentaire 1,50 F

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\* cocher la case correspondante

SERVICE-LECTEURS N° 209

# MULTIPRECI

M N 5102

# UN NOUVEAU MULTIMETRE signé

## Jules Richard & Pékly



## MULTIMETRE NUMERIQUE

MN 5102

- Sécurité d'utilisation : protections et bornes de sécurité.
- Autonomie > 1.500 h.
- Complet : 28 calibres et fonctions (V, I, Ω).
- Facilité d'emploi : 1 seul commutateur.
- Calibre supplémentaire V~ basse impédance - spécial électriciens.
- Précisions 0,1 %.
- Entrée directe 10 A.

pour toutes informations :

# Jules Richard & Pékly

116, quai de Bezons, 95102 Argenteuil  
Tél. 982.09.36 - Téléc. : 698.719 F.

SERVICE-LECTEURS N° 210

L'article ci-après traite de l'implantation, sur un automate programmable à réseau en échelle, d'un système séquentiel dont on connaît le tableau des états, dans le cadre d'une résolution par la méthode d'Huffman, ou dont on connaît le Grafcet de niveau 2 (c'est-à-dire passage au niveau 3). Les programmes, ici présentés, ont été testés sur le 5TI-103.

# Applications des systèmes séquentiels aux automates programmables

Il donne également des rappels sur les automates programmables à réseau en échelle.

Ceux-ci correspondent au symbolisme des réseaux en échelle, communément employé par les industriels. Les fonctions AND, OR et NOT de la logique classique sont disponibles, ainsi que les fonctions « timer » et compteur des automatismes industriels. Les paramètres mis en jeu par ces fonctions sont des entrées, des sorties et des relais internes. Le fonctionnement est synchrone ; et, lors de ce fonctionnement, le réseau en échelle est exploré séquentiellement de la gauche vers la droite et du haut vers le bas.

## Résolution par la méthode d'Huffman

### Rappels sur le tableau des états

Ce tableau comporte deux parties : la première caractérise les entrées, la deuxième les sorties. La première est subdivisée en autant de colonnes que de combinaisons possibles des entrées. Chaque colonne de la deuxième partie est attribuée à une sortie.

Chaque ligne du tableau correspond à un état stable : il est repéré par un numéro cerclé. Les évolutions à partir de cet état sont indiquées, sur la même ligne, par des numéros non cerclés des états d'arrivée, dans les colonnes des combinaisons des entrées provoquant ces évolutions. Les évolutions impossibles sont figurées par un tiret. Les valeurs des sorties pour l'état stable considéré sont dans les colonnes correspondantes, sur la ligne de l'état stable.

### Méthode de résolution

Une fois les codes des entrées et sorties affectés, on attribue à chaque état deux relais, soit pour l'état de numéro  $p$  les relais  $CR_p$  et  $CR_{pp}$ .

L'activation de  $CR_p$  est provoquée par l'état actif d'un état de départ de numéro  $n$ , que l'on connaît par  $CR_{nn}$  et par la validation de la combinaison des entrées caractérisant l'état  $p$ . Les  $CR_{nn}$  caractérisent l'état des états dans la séquence précédente de l'automate, soit :

$CR_p = : F(X_0, \dots, X_r)$   
 $(CR_{nn} + \dots + CR_{pp})$  où :  
 $F(X_0, \dots, X_r)$  indique la combinaison des entrées  $(X_0, \dots, X_r)$  caractéristique de l'état  $p$ .

Les sorties sont obtenues en effectuant le OU logique des  $CR_n$  pour lesquels elles sont actives.

Reste le problème de l'initialisation : on le règle en activant le relais de l'état de départ par détection d'un flanc montant sur un interrupteur

teur d'entrée prévu par l'initialisation.

### Exemple d'application

Un passage à niveau est supposé commandé par trois contacts A, B, C répartis sur une voie de chemin de fer. La présence du train sur l'un des contacts le met à un. Le passage à niveau est figuré par P: Si P = :1, le passage est fermé.

L'ensemble est conforme au schéma de la **figure 1**.

Les trains sont supposés de longueur inférieure aux distances AB et BC, et il n'y a qu'un train entre A et C : un **seul** contact sera activé à la fois.

Le passage doit se fermer dès qu'un train arrive en A ou C et se rouvrir dès que la queue du train quitte B (**fig. 2**).

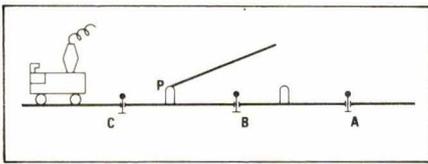


Fig. 1

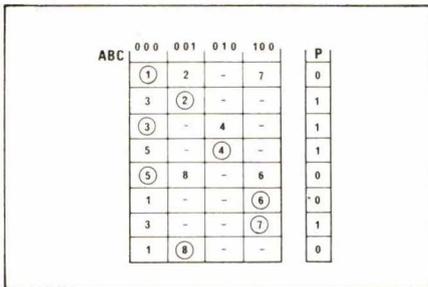


Fig. 2

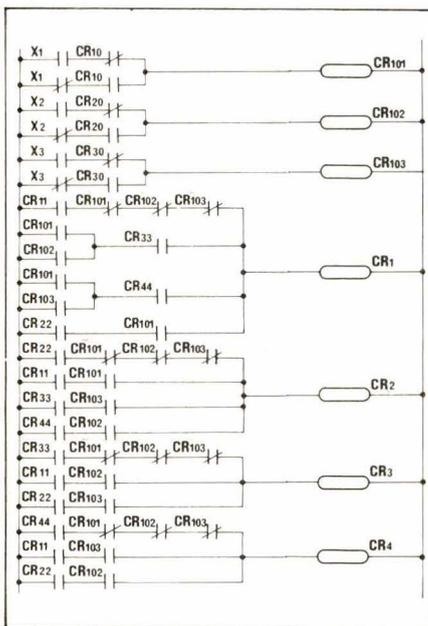


Fig. 2 b

L'attribution des variables internes, des entrées et des sorties se fait selon les tableaux ci-après (tableaux 1 et 2).

Tableau 1

| Etape | CRn | CRnn           |
|-------|-----|----------------|
| 1     | CR1 | Entrées        |
|       |     | CR11           |
|       |     | A → X1         |
| 2     | CR2 | CR22           |
|       |     | B → X2         |
|       |     | C → X3         |
| 3     | CR3 | CR33           |
|       |     | CR44           |
| 4     | CR4 | Sortie         |
|       |     | CR55           |
| 5     | CR5 | P → Y1         |
|       |     | CR66           |
| 6     | CR6 | CR77           |
|       |     | Initialisation |
| 7     | CR7 | CR88           |
|       |     | X10 → CR50     |
| 8     | CR8 | X10↑ → CR100   |

Tableau 2

| Programmation |     | passage à niveau : |             |
|---------------|-----|--------------------|-------------|
| 0             | STR | NOT                | X1          |
| 1             | AND | NOT                | X2          |
| 2             | AND | NOT                | X3          |
| 3             | OUT |                    | CR10        |
| 4             | STR | NOT                | X1          |
| 5             | AND | NOT                | Colonne 000 |
|               |     |                    | X2          |
|               |     |                    | X3          |
| 6             | AND | NOT                | CR20        |
| 7             | OUT |                    | CR20        |
| 8             | STR | NOT                | X1          |
| 9             | AND | NOT                | Colonne 010 |
|               |     |                    | X2          |
|               |     |                    | X3          |
| 10            | AND | NOT                | X3          |
| 11            | OUT |                    | CR30        |
| 12            | STR |                    | X1          |
| 13            | AND | NOT                | Colonne 100 |
|               |     |                    | X2          |
|               |     |                    | X3          |
| 14            | AND | NOT                | X3          |
| 14            | OUT |                    | CR40        |
| 16            | STR |                    | CR11        |

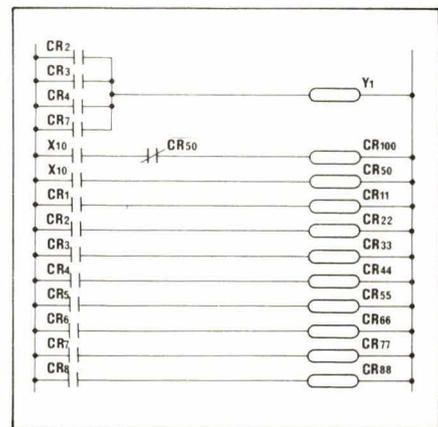


Fig. 2 c

|    |     |     |                |           |
|----|-----|-----|----------------|-----------|
| 17 | OR  |     | Etape 1        | CR66      |
| 18 | OR  |     |                | CR88      |
| 19 | OR  |     |                | CR100     |
| 20 | AND |     |                | CR10      |
| 21 | OUT |     |                | CR1       |
| 22 | STR |     |                | CR22      |
|    |     |     | Etape 3        | CR33      |
| 23 | OR  |     |                | CR77      |
| 24 | OR  |     |                | CR10      |
| 25 | AND |     |                | CR3       |
| 26 | OUT |     |                | CR44      |
| 27 | STR |     | Etape 5        | CR55      |
| 28 | OR  |     |                | CR10      |
| 29 | AND |     |                | CR5       |
| 30 | OUT |     |                | CR11      |
| 31 | STR |     | Etape 2        | CR22      |
| 32 | OR  |     |                | CR20      |
| 33 | AND |     |                | CR2       |
| 34 | OUT |     |                | CR55      |
| 35 | STR |     | Etape 8        | CR88      |
| 36 | OR  |     |                | CR20      |
| 37 | AND |     |                | CR8       |
| 38 | OUT |     |                | CR33      |
| 39 | STR |     | Etape 4        | CR44      |
| 40 | OR  |     |                | CR30      |
| 41 | AND |     |                | CR4       |
| 42 | OUT |     |                | CR55      |
| 43 | STR |     | Etape 6        | CR66      |
| 44 | OR  |     |                | CR40      |
| 45 | AND |     |                | CR6       |
| 46 | OUT |     |                | CR11      |
| 47 | STR |     | Etape 7        | CR77      |
| 48 | OR  |     |                | CR40      |
| 49 | AND |     |                | CR7       |
| 50 | OUT |     |                | CR2       |
| 51 | STR |     |                | Sortie Y1 |
| 52 | OR  |     |                | CR3       |
| 53 | OR  |     |                | CR4       |
| 54 | OR  |     |                | CR7       |
| 55 | OUT |     |                | Y1        |
| 56 | STR |     |                | X10       |
|    |     |     | INITIALISATION |           |
| 57 | AND | NOT |                | CR50      |
| 58 | OUT |     |                | CR100     |
|    |     |     |                | X10↑      |
| 59 | STR |     |                | X10       |
| 60 | OUT |     |                | CR50      |
|    |     |     |                | X10       |
| 61 | STR |     |                | CR1       |
| 62 | OUT |     |                | CR11      |
| 63 | STR |     |                | CR2       |
| 64 | OUT |     |                | CR22      |
| 65 | STR |     |                | CR3       |
| 66 | OUT |     |                | CR33      |
| 67 | STR |     |                | CR4       |
| 68 | OUT |     |                | CR44      |
| 69 | STR |     |                | CR5       |
| 70 | OUT |     |                | CR55      |
| 71 | STR |     |                | CR6       |
| 72 | OUT |     |                | CR66      |
| 73 | STR |     |                | CR7       |
| 74 | OUT |     |                | CR77      |
| 75 | STR |     |                | CR8       |
| 76 | OUT |     |                | CR88      |

**Note :** le programme donné dans le tableau 2 comprend 77 pas de programme. Le même problème traité à partir du Grafcet en comprendrait 44.

## Programmation d'un niveau 2 de Grafcet

La séquence de base est constituée par les schémas de la **figure 3**.

Dans ces schémas, T est la période de l'automate programmable (10 ms pour le 5TI). L'étape active est indiquée par un point.

Les règles d'évolution sont :

1. L'initialisation précise les étapes activées au début du fonctionnement. On les représente par un double cadre.
2. Une transition est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que la réceptivité est vraie.
3. Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.
4. Plusieurs transitions franchissables simultanément sont franchies simultanément.
5. Si une étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

## Principes de la programmation

On associe à chaque étape n deux relais : CRn pour l'instant t et CRnn pour l'instant t-T. Les CRn représentent donc la situation à l'instant t et les CRnn à l'instant t-T.

Le programme comporte les quatre modules suivants :

- élaboration des réceptivités ;
- validation et dévalidation des étapes ;
- transfert des CRn vers les CRnn et élaboration des entrées à flancs ;
- élaboration des actions.

La séquence de base se traduit donc par l'équation :

$$CRn = CRnn \cdot \overline{Rn,m} + CRpp \cdot Rp,n$$

Les différentes structures sont celles de la **figure 4**.

Avec :

$$CRq = CRpp \cdot Rp,qr + CRqq \cdot \overline{Rq,q+1}$$

$$CRr = CRpp \cdot Rp,qr + CRrr \cdot Rr,r+1$$

$$CRp = CRp-1,p-1 \cdot Rp-1,p + CRpp \cdot Rp,qr \text{ (fig. 4 a).}$$

$$CRp = CRqq \cdot \overline{CRrr} \cdot Rqr,p + CRpp \cdot Rp,p+1$$

$$CRq = CRq-1,q-1 \cdot Rq-1,q + CRqq (Rqr,p + CRrr) \text{ (fig. 4 b).}$$

$$CRq = CRpp \cdot Rp,q + CRqq \cdot \overline{Rq,q+1}$$

$$CRp = CRp-1,p-1 \cdot Rp-1,p + CRpp \cdot Rp,q \cdot \overline{Rp,r} \text{ (fig. 4 c).}$$

$$CRp = CRqq \cdot Rq,p$$

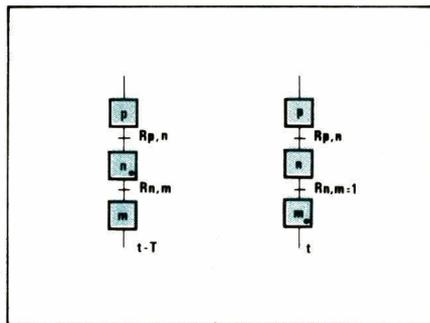


Fig. 3

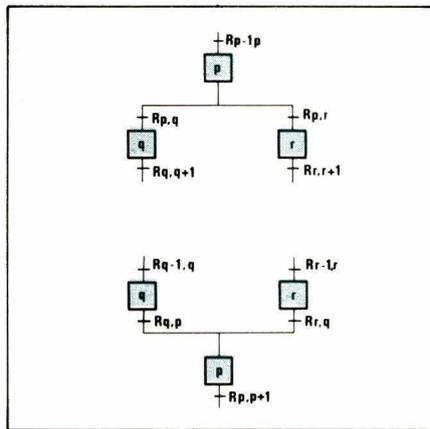


Fig. 4 c+d

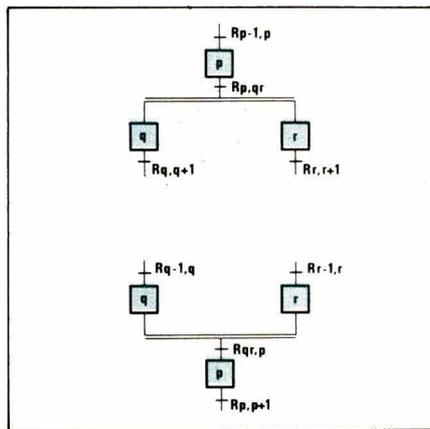


Fig. 4 a+b

$$+ CRrr \cdot Rr,p + CRpp \cdot Rp,p+1 \text{ (fig. 4 d).}$$

## Elaboration des réceptivités

Le cas des variables à niveau coule de source, celui des variables à flancs nécessite l'utilisation d'un relais auxiliaire.

Nous ne traitons que le cas du flanc montant de X1, noté X1↑, qui se généralise facilement. On associe CR10 à X1 et CR100 à X1↑.

$$CR100 = X1 \cdot CR10 ;$$

$$CR10 = X1.$$

L'élaboration des CRnn consiste en une passation des situations :

$$CRnn = CRn$$

pour les étapes initiales :

$$CRnn = CRn + X10.$$

## Elaboration des actions

Cela s'obtient à partir des CRn.

Exemple : la « chambre de l'électricien ».

Elle comporte trois contacts A, B et C et deux lampes de chevet b et c situées de part et d'autre du lit.

Une action sur A, si une au moins des lampes est allumée, éteint les deux lampes. Sinon elle les allume toutes les deux.

Une autre action sur B (idem C) met la lampe b (idem c) dans l'état opposé.

Le Grafcet de niveau 1 montre que ce problème est parfaitement adapté à un « couple uni » mais que, par contre, un mari « noctambule » réveille sa femme à tout coup.

Le Grafcet de niveau 2 est conforme au schéma de la **figure 5**. A↑↓ veut dire A↑ + A↓.

On associe X1 à A, X2 à B, X3 à C, Y1 à b, Y2 à c. Le diagramme en échelle est celui de la **figure 6**. Il comporte 91 pas de programme.

La pratique de la méthode montre donc qu'elle est systématique et n'offre aucune difficulté. Elle ne fournit pas la solution minimale en pas de programme, mais elle en donne une à tout coup, et dans le minimum de temps. Cela, associé à la clarté d'un Grafcet, devrait conduire les industriels utilisateurs des réseaux en échelle et de la méthode intuitive à se convertir au Grafcet et même à rechercher des automates directement programmables en Grafcet, c'est-à-dire qui réalisent automatiquement l'attribution de ces relais auxiliaires.

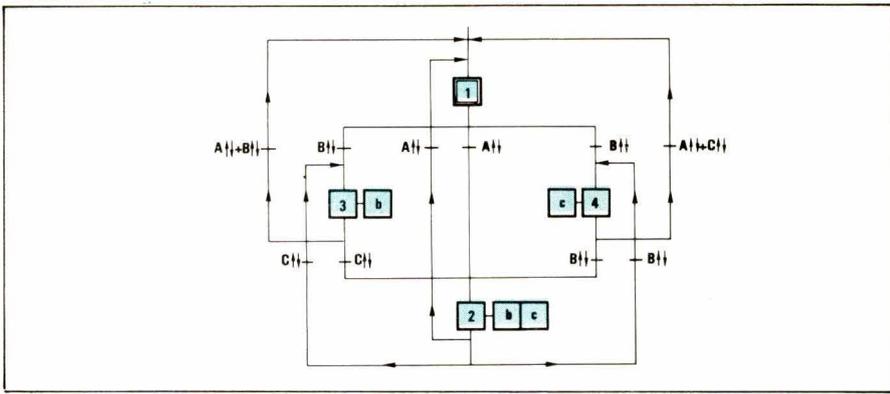


Fig. 5

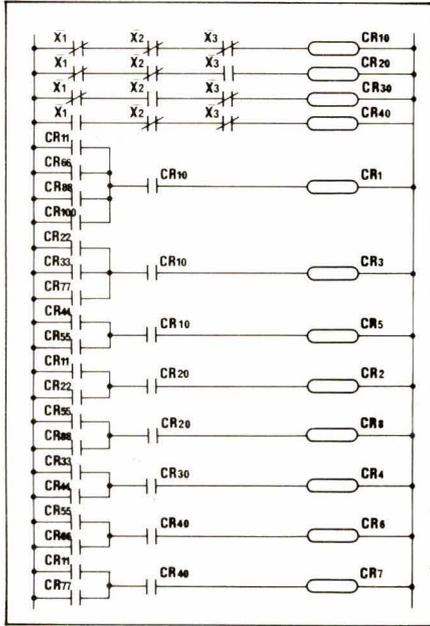


Fig. 6 a

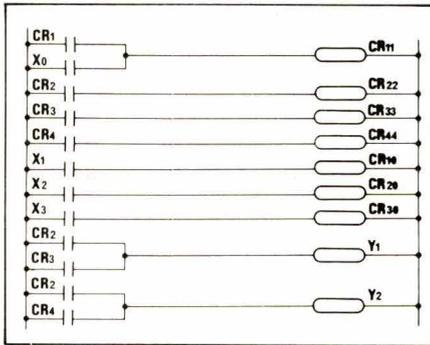


Fig. 6 b

Attribution des variables internes, des entrées, des sorties

Tableau 3

| Etape | CRn  | CRnn  | Entrées | Sorties |
|-------|------|-------|---------|---------|
| 1     | CR 1 | CR 11 | A → X1  | b → Y1  |
| 2     | CR 2 | CR 22 | B → X2  | c → Y2  |
| 3     | CR 3 | CR 33 | C → X3  |         |
| 4     | CR 4 | CR 44 |         |         |

Initialisation : X10

On a posé les données suivantes :

$$\begin{array}{l}
 A \updownarrow = A \up + A \down \\
 B \updownarrow = B \up + B \down \\
 C \updownarrow = C \up + B \down
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 A \rightarrow CR10 \\
 B \rightarrow CR20 \\
 C \rightarrow CR30
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 A \updownarrow \rightarrow CR101 \\
 B \updownarrow \rightarrow CR102 \\
 C \updownarrow \rightarrow CR103
 \end{array}$$

Programmation (tableau 4)

Taleau 4

|    |     |     |                      |
|----|-----|-----|----------------------|
| 0  | STR |     | X1                   |
| 1  | AND | NOT | CR10                 |
| 2  | STR | NOT | X1                   |
| 3  | AND |     | CR10                 |
| 4  | OR  | STR |                      |
| 5  | OUT |     | CR101                |
|    |     |     | A $\updownarrow$     |
| 6  | STR |     | X2                   |
| 7  | AND | NOT | CR20                 |
| 8  | STR | NOT | X2                   |
| 9  | AND |     | CR20                 |
| 10 | OR  | STR |                      |
| 11 | OUT |     | CR102                |
|    |     |     | B $\updownarrow$     |
| 12 | STR |     | X3                   |
| 13 | AND | NOT | CR30                 |
| 14 | STR | NOT | X3                   |
| 15 | AND |     | CR30                 |
| 16 | OR  | STR |                      |
| 17 | OUT |     | CR103                |
|    |     |     | C $\updownarrow$     |
| 18 | STR |     | CR11                 |
|    |     |     | Etape 1 automaintien |
| 19 | AND | NOT | CR101                |
| 20 | AND | NOT | CR102                |
| 21 | AND | NOT | CR103                |
| 22 | STR |     | CR101                |
|    |     |     | validations          |
| 23 | OR  |     | CR102                |
| 24 | AND |     | CR33                 |
| 25 | OR  | STR |                      |
| 26 | STR |     | CR101                |
| 27 | OR  |     | CR103                |
| 28 | AND |     | CR44                 |
| 29 | OR  | STR |                      |
| 30 | STR |     | CR22                 |
|    |     |     | ▶▶▶                  |

|    |     |     |                      |
|----|-----|-----|----------------------|
| 31 | AND |     | CR101                |
| 32 | OR  | STR |                      |
| 33 | OUT |     | CR1                  |
| 34 | STR |     | CR22                 |
|    |     |     | Etape 2 automaintien |
| 35 | AND | NOT | CR101                |
| 36 | AND | NOT | CR102                |
| 37 | AND | NOT | CR103                |
| 38 | STR |     | CR11                 |
|    |     |     | validations          |
| 39 | AND |     | CR101                |
| 40 | OR  | STR |                      |
| 41 | STR |     | CR33                 |
| 42 | AND |     | CR103                |
| 43 | STR |     | CR44                 |
| 44 | AND |     | CR102                |
| 45 | OR  | STR |                      |
| 46 | OR  | STR |                      |
| 47 | OUT |     | CR2                  |
| 48 | STR |     | CR33                 |
|    |     |     | Etape 3 automaintien |
| 49 | AND | NOT | CR101                |
| 50 | AND | NOT | CR102                |
| 51 | AND | NOT | CR103                |
| 52 | STR |     | CR11                 |
|    |     |     | validations          |
| 53 | AND |     | CR102                |
| 54 | OR  | STR |                      |
| 55 | STR |     | CR22                 |
| 56 | AND |     | CR103                |
| 57 | OR  | STR |                      |
| 58 | OUT |     | CR3                  |
| 59 | STR |     | CR44                 |
|    |     |     | Etape 4 automaintien |
| 60 | AND | NOT | CR101                |
| 61 | AND | NOT | CR102                |
| 62 | AND | NOT | CR103                |
| 63 | STR |     | CR11                 |
|    |     |     | validations          |
| 64 | AND |     | CR103                |
| 65 | OR  | STR |                      |
| 66 | STR |     | CR22                 |
| 67 | AND |     | CR102                |
| 68 | OR  | STR |                      |
| 69 | OUT |     | CR4                  |
| 70 | STR |     | CR1                  |
|    |     |     | Passation des étapes |
| 71 | OR  |     | X0                   |
| 72 | OUT |     | CR11                 |
| 73 | STR |     | CR2                  |
| 74 | OUT |     | CR22                 |
| 75 | STR |     | CR3                  |
| 76 | OUT |     | CR33                 |
| 77 | STR |     | CR4                  |
| 78 | OUT |     | CR44                 |
| 79 | STR |     | X1                   |
| 80 | OUT |     | CR10                 |
|    |     |     | X1                   |
| 81 | STR |     | X2                   |
| 82 | OUT |     | CR20                 |
|    |     |     | X2                   |
| 83 | STR |     | X3                   |
| 84 | OUT |     | CR30                 |
|    |     |     | X3                   |
| 85 | STR |     | CR2                  |
|    |     |     | Actions              |
| 86 | OR  |     | CR3                  |
| 87 | OUT |     | Y1                   |
| 88 | STR |     | CR2                  |
| 89 | OR  |     | CR4                  |
| 90 | OUT |     | Y2                   |

## Simulation

Pour la simulation, on suivra étape par étape le Grafcet associé au problème.

## Utilisation du Grafcet sur l'automate programmable

### Utilisation de la fonction « JUMP »

Sous certaines conditions, énoncées plus loin, il est possible de raccourcir la programmation d'un Grafcet, à l'aide de la fonction « JUMP » : à chaque étape  $n$  du Grafcet, on attribue une variable interne  $CR_n$  qui indique si elle est validée ou non. La séquence fondamentale s'écrit comme sur la figure 7.

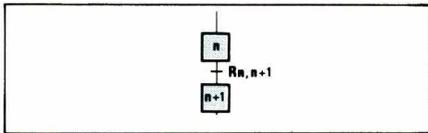


Fig. 7

Avec (tableau 5) :

Tableau 5

|   |     |     |             |
|---|-----|-----|-------------|
| 0 | STR |     | $CR_n$      |
| 1 | AND |     | $R_{n,n+1}$ |
| 2 | JMP |     | 2           |
| 3 | OUT |     | $CR_{n+1}$  |
| 4 | OUT | NOT | $CR_n$      |

Si l'étape  $n$  est active et  $R_{n,n+1}$  vraie, nous avons bien activation de l'étape  $n+1$  et désactivation de l'étape  $n$ .

De même on trouverait pour les différents cas de divergences et de convergences :

– divergence en OU (fig. 8).

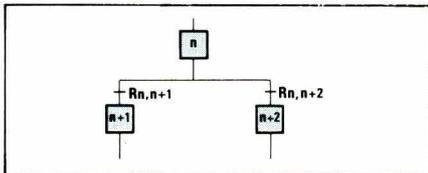


Fig. 8

Avec (tableau 6) :

Tableau 6

|   |     |     |             |
|---|-----|-----|-------------|
| 0 | STR |     | $CR_n$      |
| 1 | AND |     | $R_{n,n+1}$ |
| 2 | JMP |     | 2           |
| 3 | OUT |     | $CR_{n+1}$  |
| 4 | OUT | NOT | $CR_n$      |
| 5 | STR |     | $CR_n$      |
| 6 | AND |     | $R_{n,n+2}$ |
| 7 | JMP |     | 2           |
| 8 | OUT |     | $CR_{n+2}$  |
| 9 | OUT | NOT | $CR_n$      |

– convergence en OU (fig. 9).

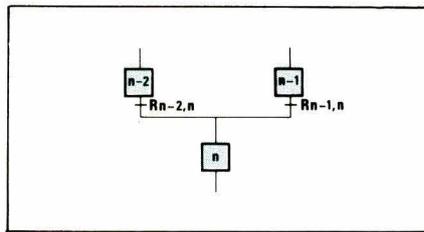


Fig. 9

Avec (tableau 7) :

Tableau 7

|   |     |     |             |
|---|-----|-----|-------------|
| 0 | STR |     | $CR_{n-2}$  |
| 1 | AND |     | $R_{n-2,n}$ |
| 2 | JMP |     | 2           |
| 3 | OUT |     | $CR_n$      |
| 4 | OUT | NOT | $CR_{n-2}$  |
| 5 | STR |     | $CR_{n-1}$  |
| 6 | AND |     | $R_{n-1,n}$ |
| 7 | JMP |     | 2           |
| 8 | OUT |     | $CR_n$      |
| 9 | OUT | NOT | $CR_{n-1}$  |

– divergence en ET (fig. 10).

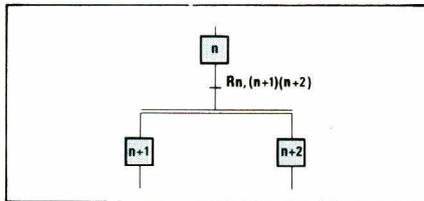


Fig. 10

Avec (tableau 8) :

Tableau 8

|   |     |     |                    |
|---|-----|-----|--------------------|
| 0 | STR |     | $CR_n$             |
| 1 | AND |     | $R_{n,(n+1)(n+2)}$ |
| 2 | JMP |     | 3                  |
| 3 | OUT |     | $CR_{n+1}$         |
| 4 | OUT |     | $CR_{n+2}$         |
| 5 | OUT | NOT | $CR_n$             |

– convergence en ET (fig. 11).

Avec (tableau 9) :

Tableau 9

|   |     |     |                    |
|---|-----|-----|--------------------|
| 0 | STR |     | $CR_{n-2}$         |
| 1 | AND |     | $CR_{n-1}$         |
| 2 | AND |     | $R_{(n-2)(n-1),n}$ |
| 3 | JMP |     | 3                  |
| 4 | OUT |     | $CR_n$             |
| 5 | OUT | NOT | $CR_{n-1}$         |
| 6 | OUT | NOT | $CR_{n-2}$         |

Cette méthode présente l'avantage d'économiser les variables internes et des pas de programme, et d'être simple à écrire.

Ses inconvénients sont :

1. Dans le cas d'une divergence en OU, si  $R_{n,n+1}$  et  $R_{n,n+2}$  ne sont pas exclusives, la possibilité d'évoluer vers les étapes  $n+1$  et  $n+2$  actives simultanément n'est pas respectée. L'étape  $n+1$  est d'ailleurs prioritaire sur l'étape  $n+2$ .

2. Dans le cas d'une succession d'étapes liées par des transitions identiques ou inclusives, il y a survol des étapes intermédiaires ; exemple : le Grafcet du registre à décalage et celui de la chambre de l'électricien.

3. Il découle de (2) que le temps n'est plus « discretisé », ce qui peut ne pas être un inconvénient, mais n'est pas conforme à la règle du Grafcet.

## Choix de problèmes résolus sur le 5TI 103

### Premier problème

Un chariot C peut se déplacer sur des rails de guidage dans les deux sens ; gauche (commande G), et droite (D) entre deux positions a et b. Lorsque le chariot est au repos en a, un appui sur m lui fait faire un aller et retour a,b,a. L'état de repos du chariot est visualisé par V. A chaque aller et retour, un objet est transféré de a vers b. Son déchargement en b est effectué par un système mécanique. Ensuite les objets sont évacués par groupe de deux grâce à l'ouverture d'une trappe TR pendant 20 s (l'intervalle séparant les déchargements successifs de deux objets au poste b est supérieur à ce temps).

On signale par une alarme (AL) tout incident de fonctionnement de la trappe empêchant l'évacuation des objets afin d'éviter leur accumulation en b. Auquel cas le chariot doit s'arrêter.

But : Deux Grafcets simultanés. Actions impulsives. Actions conditionnelles. Divergence et convergence en OU. Utilisation de compteur et de timer.

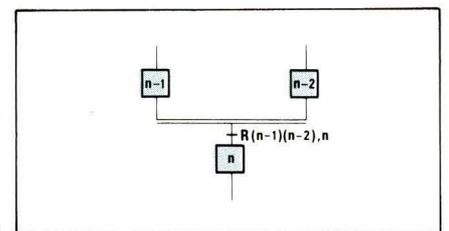


Fig. 11

Les Graficets de niveau 1 sont donnés à la **figure 12**. Le schéma de l'installation est celui de la **figure 13**.

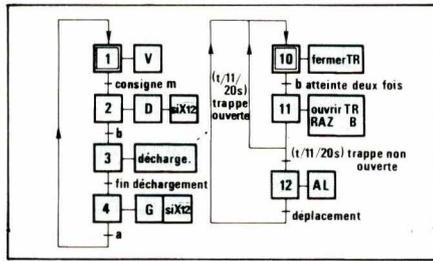


Fig. 12

On attribue (**tableau 10**) des correspondants aux paramètres des Graficets 1.

Tableau 10

|    |                   |                     |    |
|----|-------------------|---------------------|----|
| Y0 | V                 | consigne m          | X0 |
| Y1 | D                 | a                   | X1 |
| Y2 | G                 | b                   | X2 |
| Y3 | déchargement DC   | fin de déchargement | X3 |
| Y4 | trappe ouverte TR | déplacement         | X4 |
| Y5 | AL                | trappe ouverte      | X5 |

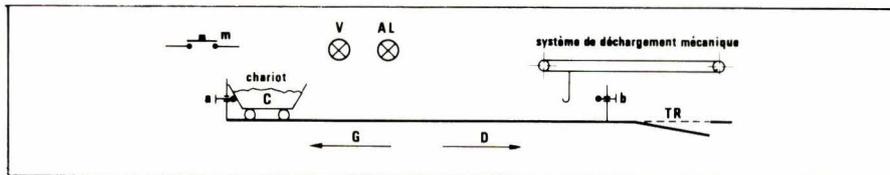


Fig. 13

Les Graficets de niveau 2 deviennent ceux de la **figure 14**.

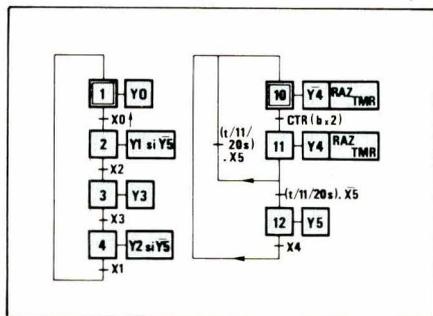


Fig. 14

On attribue aux étapes les variables du **tableau 11**.

Tableau 11

| Étape | CRnn | CRn                           |
|-------|------|-------------------------------|
| 1     | CR1  | X0↑ → CR100<br>Y0<br>X0 → CR0 |
| 2     | CR2  | CR22                          |
| 3     | CR3  | CTR(bx2)CR20<br>Y3            |
| 4     | CR4  | t/11/20 s · CR30<br>CR44      |
| 10    | CR10 | CR110                         |
| 11    | CR11 | CR111                         |
| 12    | CR12 | Y5<br>Initialisation X15      |

La programmation est donnée par le **tableau 12**.

Tableau 12

|   |     |     |                   |
|---|-----|-----|-------------------|
| 0 | STR | X0  | Elaboration de X0 |
| 1 | AND | NOT | CR0               |
| 2 | OUT |     | CR100             |
| 3 | STR |     | CR1               |
| 4 | AND | NOT | CR100             |
| 5 | STR |     | CR44              |
| 6 | AND |     | X1                |
| 7 | OR  | STR |                   |
| 8 | OUT |     | Y0                |
| 9 | STR |     | CR2               |

|    |     |     |       |
|----|-----|-----|-------|
| 10 | AND | NOT | X2    |
| 11 | STR |     | CR1   |
| 12 | AND |     | CR100 |
| 13 | OR  | STR |       |
| 14 | OUT |     | CR22  |
| 15 | STR |     | CR3   |
| 16 | AND | NOT | X3    |
| 17 | STR |     | CR2   |
| 18 | AND |     | X2    |
| 19 | OR  | STR |       |
| 20 | OUT |     | Y3    |
| 21 | STR |     | CR4   |
| 22 | AND | NOT | X1    |
| 23 | STR |     | CR3   |
| 24 | AND |     | X3    |
| 25 | OR  | STR |       |
| 26 | OUT |     | CR44  |
| 27 | STR |     | CR10  |
| 28 | AND | NOT | CR20  |
| 29 | STR |     | CR11  |
| 30 | AND |     | CR30  |
| 31 | AND |     | X5    |
| 32 | OR  | STR |       |
| 33 | STR |     | CR12  |
| 34 | AND |     | X4    |
| 35 | OR  | STR |       |
| 36 | OUT |     | CR110 |
| 37 | STR |     | CR11  |

|    |     |     |  |
|----|-----|-----|--|
| 38 | AND | NOT | CR30   |
| 39 | STR |     | Divergence en OU<br>CR10                                   |
| 40 | AND |     | CR20   |
| 41 | OR  | STR |  |
| 42 | OUT |     | CR111  |
| 43 | STR |     | CR12   |
| 44 | AND | NOT | X4   |
| 45 | STR |     | CR11   |
| 46 | AND |     | CR30   |
| 47 | AND | NOT | X5   |
| 48 | OR  | STR |  |
| 49 | OUT |     | Y5   |
| 50 | STR |     | Y0   |
| 51 | OR  |     | Passation des étapes<br>X15                                |
| 52 | OUT |     | Initialisation<br>CR1                                      |
| 53 | STR |     | CR22   |
| 54 | OUT |     | CR2  |
| 55 | STR |     | Y3   |
| 56 | OUT |     | CR3  |
| 57 | STR |     | CR44   |
| 58 | OUT |     | CR4  |
| 59 | STR |     | CR110  |
| 60 | OR  |     | X15  |
| 61 | OUT |     | Initialisation<br>CR10                                     |
| 62 | STR |     | CR111  |
| 63 | OUT |     | CR11   |
| 64 | STR |     | Y5   |
| 65 | OUT |     | CR12   |
| 66 | STR |     | X0   |
| 67 | OUT |     | X0 passé pour X0<br>CRO                                    |
| 68 | STR |     | X2   |
| 69 | STR | NOT | CR111  |
| 70 | CTR |     |  |
| 71 |     |     | 2  |
| 72 |     |     | Valeur de présélection du compteur<br>-                    |
| 73 | OUT |     | CR20   |
| 74 | STR |     | CR111  |
| 75 | STR | NOT | CR110  |
| 76 | TMR |     |  |
| 77 |     |     | 200  |
| 78 |     |     | Valeurs de présélection<br>de la temporisation à 20 s<br>- |
| 79 | OUT |     | CR30   |
| 80 | STR |     | CR22   |
| 81 | AND | NOT | Y5<br>Y1 conditionnel                                      |
| 82 | OUT |     | Y1   |
| 83 | STR |     | CR44   |
| 84 | AND | NOT | Y5<br>Y2 conditionnel                                      |
| 85 | OUT |     | Y2   |
| 86 | STR | NOT | CR110<br>Y4 impulsionnel                                   |
| 87 | OUT |     | Y4   |



## Deuxième problème

Un chariot peut se déplacer sur des rails de guidage dans les deux sens gauche (G) et droite (D) entre deux postes de travail a et b. Le chariot, étant en a, se charge de poudre (CGT) lorsque la consigne (d) est donnée. Le chargement terminé (fcg), il se déplace jusqu'à la position b où son déchargement (DGT) est effectué dans un récipient R.

Le déchargement terminé (fdg), le chariot revient en a où il s'arrête. D'autre part le récipient R est mis en place (MPR) pendant que le chariot se dirige vers b. La fin de l'opération de mise en place du récipient est signalée par une information (rp).

Buts : convergence et divergence en ET.

Le Grafcet est donné à la figure 15. Le schéma de l'installation à la figure 16.

On attribue les correspondants du tableau 13.

Tableau 13

| X0 Initialisation |    |     |    |
|-------------------|----|-----|----|
| CGT               | Y1 | a   | X1 |
| MPR               | Y2 | b   | X2 |
| DGT               | Y3 | d   | X3 |
| D                 | Y4 | fcg | X4 |
| G                 | Y5 | fdg | X5 |
|                   |    | rp  | X6 |

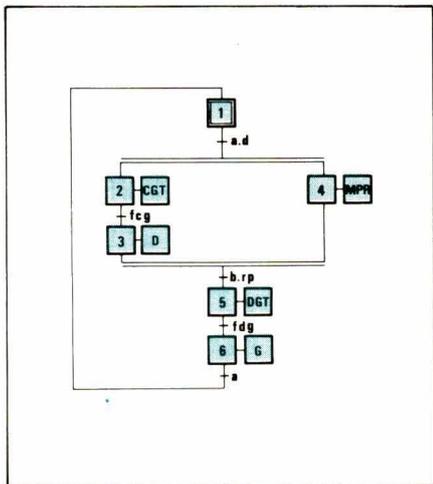


Fig. 15

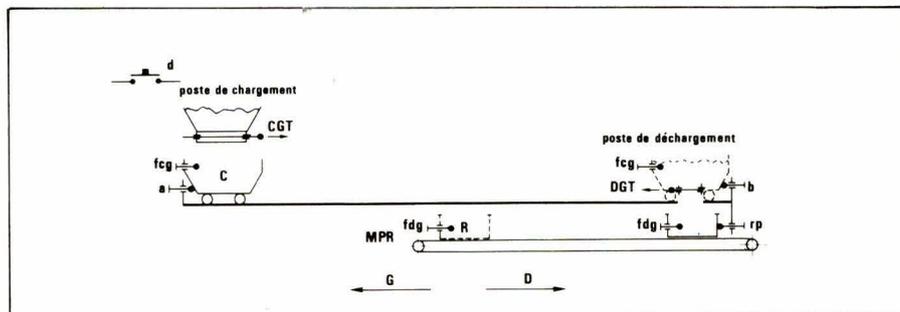


Fig. 16

L'attribution des CR est donnée par le tableau 14.

Tableau 14

| Etape | CRnn | CRn |
|-------|------|-----|
| 1     | CR11 | CR1 |
| 2     | CR22 | Y1  |
| 3     | CR33 | Y4  |
| 4     | CR44 | Y2  |
| 5     | CR55 | Y3  |
| 6     | CR66 | Y5  |

La programmation est celle du tableau 15.

Tableau 15

|    |     |     |                      |
|----|-----|-----|----------------------|
| 0  | STR | NOT | X1                   |
|    |     |     | Etape 1 automaintien |
| 1  | OR  | NOT | X3                   |
| 2  | AND |     | CR11                 |
| 3  | STR |     | CR66                 |
|    |     |     | Validation           |
| 4  | AND |     | X1                   |
| 5  | OR  | STR |                      |
| 6  | OUT |     | CR1                  |
| 7  | STR |     | CR22                 |
|    |     |     | Etape 2 automaintien |
| 8  | AND | NOT | X4                   |
| 9  | STR |     | CR11                 |
|    |     |     | Validation           |
| 10 | AND |     | X1                   |
| 11 | AND |     | X3                   |
| 12 | OR  | STR |                      |
| 13 | OUT |     | Y1                   |
| 14 | STR | NOT | CR44                 |
|    |     |     | Etape 3 automaintien |
| 15 | OR  | NOT | X2                   |
|    |     |     | Convergence en ET    |
| 16 | OR  | NOT | X6                   |
| 17 | AND |     | CR33                 |
| 18 | STR |     | CR22                 |
|    |     |     | Validation           |
| 19 | AND |     | X4                   |
| 20 | OR  | STR |                      |
| 21 | OUT |     | Y4                   |
| 22 | STR | NOT | CR33                 |
|    |     |     | Etape 4 automaintien |
| 23 | OR  | NOT | X2                   |
| 24 | OR  | NOT | X6                   |
| 25 | AND |     | CR44                 |
| 26 | STR |     | CR11                 |
|    |     |     | Validation           |
| 27 | AND |     | X1                   |
| 28 | AND |     | X3                   |



|    |     |     |                      |
|----|-----|-----|----------------------|
| 29 | OR  | STR |                      |
| 30 | OUT |     | Y2                   |
| 31 | STR |     | CR55                 |
|    |     |     | Etape 5 automaintien |
| 32 | AND | NOT | X5                   |
| 33 | STR |     | CR33                 |
|    |     |     | Validation           |
| 34 | AND |     | CR44                 |
| 35 | AND |     | X2                   |
| 36 | AND |     | X6                   |
| 37 | OR  | STR |                      |
| 38 | OUT |     | Y3                   |
| 39 | STR |     | CR66                 |
|    |     |     | Etape 6 automaintien |
| 40 | AND | NOT | X1                   |
| 41 | STR |     | CR55                 |
|    |     |     | Validation           |
| 42 | AND |     | X5                   |
| 43 | OR  | STR |                      |
| 44 | OUT |     | Y5                   |
| 45 | STR |     | CR1                  |
|    |     |     | Passation des étapes |
| 46 | OR  |     | X0                   |
| 47 | OUT |     | CR11                 |
| 48 | STR |     | Y1                   |
| 49 | OUT |     | CR22                 |
| 50 | STR |     | Y4                   |
| 51 | OUT |     | CR33                 |
| 52 | STR |     | Y2                   |
| 53 | OUT |     | CR44                 |
| 54 | STR |     | Y3                   |
| 55 | OUT |     | CR55                 |
| 56 | STR |     | Y5                   |
| 57 | OUT |     | CR66                 |

## Troisième problème

Deux chariots C1 et C2 (fig. 17) peuvent se déplacer entre deux postes de travail (a, et b, pour C1 et a2 et b2 pour C2). Le déplacement est assuré indépendamment par des vérins commandés par un distributeur à deux positions dont le tiroir est rappelé par un ressort dans l'une de ses deux positions en l'absence de signal de commande (VH1 pour C1 et VH2 pour C2).

Initialement, les deux chariots sont au repos en a1 et a2. Après avoir été chargés manuellement, ils vont, sur un appui de m, se diriger vers b1 et b2 où ils seront déchargés. Le premier chariot qui atteint bn est déchargé, puis l'autre : le système de déchargement est unique (commandes de déchargement DGTC1 et DGTC2). Lorsque l'opération est terminée (fd1 et fd2 sont les fins de déchargement de C1 et de C2), le chariot revient en a n. Le déchargement de l'autre chariot ne peut débuter que lorsque le premier est revenu effectivement à son point de départ. Enfin l'action sur le bouton-poussoir m n'a d'effet que si les deux chariots sont en a1 et a2.

Le système de déchargement est composé d'un chariot C muni d'une pince pouvant monter (MP) et des-

endre (DP) entre deux positions haute et basse (ph et pb). La fermeture de la pince commandée par un vérin simple effet (FP) est signalée par la fermeture d'un contact (pf). Le chariot C peut se déplacer grâce à un moteur électrique à deux sens de marche (D) et (G) entre deux positions g et d. La position du chariot entre d et g est repérée par la fermeture d'un contact (h).

Initialement le chariot est au repos en h, pince haute (ph) et ouverte (pf). Lorsque le système de déchargement est sollicité par C1 ou C2, le chariot C se déplace vers le poste correspondant (b1 ou b2); la pince descend, saisit l'objet, remonte, puis le chariot C revient à sa position de repos h située au-dessus d'un tapis T en mouvement. L'ouverture de la pince provoque le dépôt de l'objet sur le tapis d'évacuation.

But : Variables d'étapes. Sous-programme - Transmissions de paramètres d'un Grafcet à un autre. Divergence et convergence en ET.

Les Grafcets sont ceux des figures 18 a, b, et c.

On fera correspondre les paramètres du tableau 16. Les étapes figurent au tableau 17.

Tableau 16

|    |     |     |    |
|----|-----|-----|----|
| a1 | X1  | VH1 | Y1 |
| a2 | X2  | VH2 | Y2 |
| b1 | X3  | G   | Y3 |
| b2 | X4  | D   | Y4 |
| h  | X5  | DP  | Y5 |
| pf | X6  | MP  | Y6 |
| ph | X7  | FP  | Y7 |
| pb | X8  |     |    |
| d  | X9  |     |    |
| g  | X10 |     |    |
| m  | X11 |     |    |

Tableau 17

| Etape | CRnn  | CRn               |
|-------|-------|-------------------|
|       |       | Initialisation X0 |
| 1     | CR21  | CR1               |
| 2     | CR22  | CR2               |
| 3     | CR23  | CR3               |
| 4     | CR24  | CR4               |
| 5     | CR25  | CR5               |
| 6     | CR26  | CR6               |
| 7     | CR27  | CR7               |
| 8     | CR28  | CR8               |
| 10    | CR210 | CR10              |
| 11    | CR211 | CR11              |
| 12    | CR212 | CR12              |
| 13    | CR21  | CR13              |
| 14    | CR214 | CR14              |
| 15    | CR215 | CR15              |
| 16    | CR216 | CR16              |

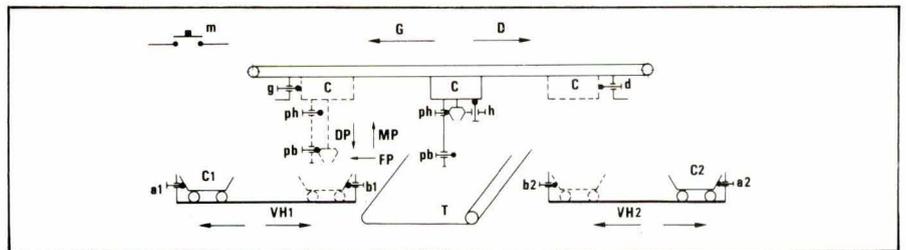


Fig. 17

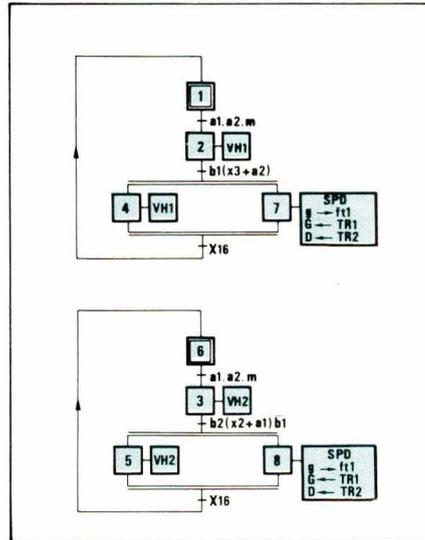


Fig. 18 a+b

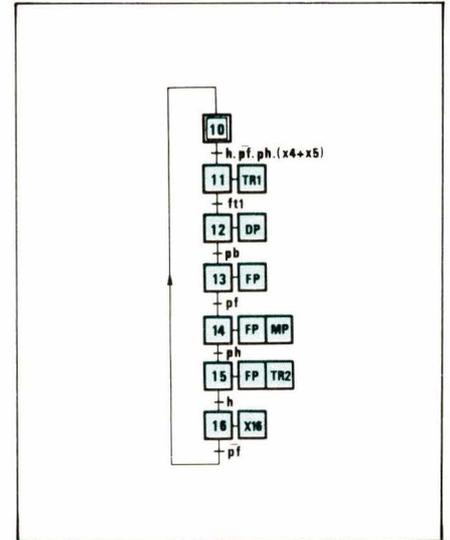


Fig. 18 c

Ne pas confondre variables d'étape et d'entrée.

$$ft1 = g \cdot X7 + d \cdot X8$$

$$= X10 \cdot CR27 + X9 \cdot CR28$$

$$TR1 = G \cdot X7 + D \cdot X8$$

$$= Y3 \cdot CR27 + Y4 \cdot CR28$$

$$Y3 = CR7 \cdot CR11 + CR8 \cdot CR15$$

$$TR2 = Y4 \cdot CR27 + Y3 \cdot CR28$$

$$Y4 = CR8 \cdot CR11 + CR7 \cdot CR15$$

Le programme est donné par le tableau 18.

Tableau 18

| 0                   | STR | NOT | X1    |
|---------------------|-----|-----|-------|
| Etape 1 automaitien |     |     |       |
| 1                   | OR  | NOT | X2    |
| 2                   | OR  | NOT | X11   |
| 3                   | AND |     | CR21  |
| 4                   | STR |     | CR24  |
| 5                   | AND |     | CR27  |
| 6                   | AND |     | CR216 |
| 7                   | OR  | STR |       |
| 8                   | OUT |     | CR1   |
| 9                   | STR |     | CR22  |
| Etape 2 automaitien |     |     |       |
| 10                  | STR | NOT | CR23  |
| 11                  | AND | NOT | X2    |
| 12                  | OR  | NOT | X3    |
| 13                  | AND | STR |       |
| 14                  | STR |     | CR213 |
| Validation          |     |     |       |
| 15                  | AND |     | X11   |
| 16                  | AND |     | X1    |
| 17                  | AND |     | X2    |

|                     |     |     |       |
|---------------------|-----|-----|-------|
| 18                  | OR  | STR |       |
| 19                  | OUT |     | CR2   |
| 20                  | STR | NOT | CR27  |
| Etape 4 automaitien |     |     |       |
| 21                  | OR  | NOT | CR216 |
| 22                  | AND |     | CR24  |
| 23                  | STR |     | CR22  |
| Validation          |     |     |       |
| 24                  | AND |     | X3    |
| 25                  | STR |     | CR23  |
| 26                  | OR  |     | X2    |
| 27                  | AND | STR |       |
| 28                  | OR  | STR |       |
| 29                  | OUT |     | CR4   |
| 30                  | STR | NOT | CR24  |

|                     |     |     |       |
|---------------------|-----|-----|-------|
| Etape 7 automaitien |     |     |       |
| 31                  | OR  | NOT | CR216 |
| 32                  | AND |     | CR27  |
| 33                  | STR |     | CR22  |
| 34                  | AND |     | X3    |
| 35                  | STR |     | CR23  |
| 36                  | OR  |     | X2    |
| 37                  | AND | STR |       |
| 38                  | OR  | STR |       |
| 39                  | OUT |     | CR7   |
| 40                  | STR | NOT | X1    |

|                     |     |     |       |
|---------------------|-----|-----|-------|
| Etape 6 automaitien |     |     |       |
| 41                  | OR  | NOT | X2    |
| 42                  | OR  | NOT | X11   |
| 43                  | AND |     | CR26  |
| 44                  | STR |     | CR25  |
| Validation          |     |     |       |
| 45                  | AND |     | CR28  |
| 46                  | AND |     | CR216 |
| 47                  | OR  | STR |       |
| 48                  | OUT |     | CR6   |
| 49                  | CTR |     | CR23  |

|     |                       |                      |            |     |                       |     |            |     |     |  |       |
|-----|-----------------------|----------------------|------------|-----|-----------------------|-----|------------|-----|-----|--|-------|
|     |                       | Etape 3 automaintien |            |     |                       |     | Validation | 173 | STR |  | CR2   |
| 50  | STR                   | NOT                  | CR22       | 112 | STR                   |     | X10        | 174 | OUT |  | CR22  |
| 51  | AND                   | NOT                  | X1         | 113 | AND                   |     | CR27       | 175 | STR |  | CR4   |
| 52  | OR                    | NOT                  | X4         | 114 | STR                   |     | X9         | 176 | OUT |  | CR24  |
| 53  | OR                    |                      | X3         | 115 | AND                   |     | CR28       | 177 | STR |  | CR7   |
| 54  | AND                   | STR                  |            | 116 | OR                    | STR |            | 178 | OUT |  | CR27  |
| 55  | STR                   |                      | CR26       | 117 | AND                   | STR |            | 179 | STR |  | CR6   |
| 56  | AND                   |                      | X1         | 118 | OR                    | STR |            | 180 | OR  |  | X0    |
| 57  | AND                   |                      | X2         | 119 | OUT                   |     | CR12       | 181 | OUT |  | CR26  |
| 58  | AND                   |                      | X11        | 120 | STR                   |     | CR213      | 182 | STR |  | CR3   |
| 59  | OR                    | STR                  |            |     | Etape 13 automaintien |     |            | 183 | OUT |  | CR23  |
| 60  | OUT                   |                      | CR3        | 121 | AND                   | NOT | X6         | 184 | STR |  | CR5   |
| 61  | STR                   | NOT                  | CR28       | 122 | STR                   |     | CR212      | 185 | OUT |  | CR25  |
|     | Etape 5 automaintien  |                      |            |     |                       |     | Validation | 186 | STR |  | CR8   |
| 62  | OR                    | NOT                  | CR216      | 123 | AND                   |     | X8         | 187 | OUT |  | CR28  |
| 63  | AND                   |                      | CR25       | 124 | OR                    | STR |            | 188 | STR |  | CR10  |
| 64  | STR                   |                      | CR23       | 125 | OUT                   |     | CR13       | 189 | OR  |  | X0    |
| 65  | AND                   |                      | X4         | 126 | STR                   |     | CR214      | 190 | OUT |  | CR210 |
| 66  | STR                   |                      | CR22       |     | Etape 14 automaintien |     |            | 191 | STR |  | CR11  |
| 67  | OR                    |                      | X1         | 127 | AND                   | NOT | X7         | 192 | OUT |  | CR211 |
| 68  | AND                   | STR                  |            | 128 | STR                   |     | CR213      | 193 | STR |  | CR12  |
| 69  | AND                   | NOT                  | X3         | 129 | AND                   |     | X6         | 194 | OUT |  | CR212 |
| 70  | OR                    | STR                  |            | 130 | OR                    | STR |            | 195 | STR |  | CR13  |
| 71  | OUT                   |                      | CR5        | 131 | OUT                   |     | CR14       | 196 | OUT |  | CR213 |
| 72  | STR                   | NOT                  | CR25       | 132 | STR                   |     | CR215      | 197 | STR |  | CR14  |
|     | Etape 8 automaintien  |                      |            |     | Etape 15 automaintien |     |            | 198 | OUT |  | CR214 |
| 73  | OR                    | NOT                  | CR126      | 133 | AND                   | NOT | X5         | 199 | STR |  | CR15  |
| 74  | AND                   |                      | CR28       | 134 | STR                   |     | CR214      | 200 | OUT |  | CR215 |
| 75  | STR                   |                      | CR23       |     |                       |     | Validation | 201 | STR |  | CR16  |
|     |                       |                      | Validation | 135 | AND                   |     | X7         | 202 | OUT |  | CR216 |
| 76  | AND                   |                      | X4         | 136 | OR                    | STR |            |     |     |  |       |
| 77  | AND                   | NOT                  | X3         | 137 | OUT                   |     | CR15       |     |     |  |       |
| 78  | STR                   |                      | CR22       | 138 | STR                   |     | CR216      |     |     |  |       |
| 79  | OR                    |                      | X1         |     | Etape 16 automaintien |     |            |     |     |  |       |
| 80  | AND                   | STR                  |            | 139 | AND                   |     | X6         |     |     |  |       |
| 81  | OR                    | STR                  |            | 140 | STR                   |     | CR215      |     |     |  |       |
| 82  | OUT                   |                      | CR8        |     |                       |     | Validation |     |     |  |       |
| 83  | STR                   | NOT                  | CR24       | 141 | AND                   |     | X5         |     |     |  |       |
|     | Etape 10 automaintien |                      |            |     |                       |     |            |     |     |  |       |
| 84  | AND                   | NOT                  | CR25       | 142 | OR                    | STR |            |     |     |  |       |
| 85  | OR                    | NOT                  | X7         | 143 | OUT                   |     | CR16       |     |     |  |       |
| 86  | OR                    |                      | X6         | 144 | STR                   |     | CR2        |     |     |  |       |
| 87  | OR                    | NOT                  | X5         |     |                       |     | Actions    |     |     |  |       |
| 88  | AND                   |                      | CR210      | 145 | OR                    |     | CR4        |     |     |  |       |
| 89  | STR                   |                      | CR216      | 146 | OUT                   |     | Y1         |     |     |  |       |
|     |                       |                      | Validation | 147 | STR                   |     | CR3        |     |     |  |       |
| 90  | AND                   | NOT                  | X6         | 148 | OR                    |     | CR5        |     |     |  |       |
| 91  | OR                    | STR                  |            | 149 | OUT                   |     | Y2         |     |     |  |       |
| 92  | OUT                   |                      | CR10       | 150 | STR                   |     | CR12       |     |     |  |       |
| 93  | STR                   |                      | CR211      | 151 | OUT                   |     | Y5         |     |     |  |       |
|     | Etape 11 automaintien |                      |            |     |                       |     |            |     |     |  |       |
| 94  | STR                   | NOT                  | X10        | 152 | STR                   |     | CR13       |     |     |  |       |
| 95  | OR                    | NOT                  | CR27       | 153 | OR                    |     | CR14       |     |     |  |       |
| 96  | STR                   | NOT                  | X9         | 154 | OR                    |     | CR15       |     |     |  |       |
| 97  | OR                    | NOT                  | CR28       | 155 | OUT                   |     | Y7         |     |     |  |       |
| 98  | AND                   | STR                  |            | 156 | STR                   |     | CR14       |     |     |  |       |
| 99  | AND                   | STR                  |            | 157 | OUT                   |     | Y6         |     |     |  |       |
| 100 | STR                   |                      | CR210      | 158 | STR                   |     | CR7        |     |     |  |       |
|     |                       |                      | Validation | 159 | AND                   |     | CR11       |     |     |  |       |
| 101 | AND                   |                      | X5         | 160 | STR                   |     | CR8        |     |     |  |       |
| 102 | AND                   |                      | X7         | 161 | AND                   |     | CR15       |     |     |  |       |
| 103 | AND                   | NOT                  | X6         | 162 | OR                    | STR |            |     |     |  |       |
| 104 | STR                   |                      | CR24       | 163 | OUT                   |     | Y3         |     |     |  |       |
| 105 | OR                    |                      | CR25       | 164 | STR                   |     | CR8        |     |     |  |       |
| 106 | AND                   | STR                  |            | 165 | AND                   |     | CR11       |     |     |  |       |
| 107 | OR                    | STR                  |            | 166 | STR                   |     | CR7        |     |     |  |       |
| 108 | OUT                   |                      | CR11       | 167 | AND                   |     | CR15       |     |     |  |       |
| 109 | STR                   |                      | CR212      | 168 | OR                    | STR |            |     |     |  |       |
|     | Etape 12 automaintien |                      |            |     | Passation des étapes  |     |            |     |     |  |       |
| 110 | AND                   | NOT                  | X8         | 171 | OR                    |     | X0         |     |     |  |       |
| 111 | STR                   |                      | CR211      | 172 | OUT                   |     | CR21       |     |     |  |       |

**Y. Le Prioux**  
I.U.T. de Créteil  
Université Paris XII

# NOUVEAU! GRATUIT!

(TEMPS LIMITÉ)

## Bishop Graphics

### MANUEL TECHNIQUE ET CATALOGUE DES PRODUITS DE CONCEPTION POUR DESSIN DE CIRCUITS IMPRIMÉS ET ACCESSOIRES.

# 107

Plus de 200 pages incluant les techniques, les "tuyaux" faisant gagner du temps dans l'art et le design des dessins de circuits imprimés.



- Nouvelle édition technique augmentée incluant "comment faire" : les circuits multicouches, les dessins de ces circuits, les films de base.
- Contient plus de 20.000 symboles et bandes. La plus grande sélection mondiale!
- Nouveau film DIAZO ACCUFILM®
- Nouvelle règle lumineuse OPTO-SCALE®
- Nouveau système d'auto-alignement de films "multicouches"
- Nouveaux gabarits
- Nouveaux symboles
- Nouveaux connecteurs en outre le "D" CANON et plus encore!

Envoyez-nous votre carte de visite pour recevoir ce magnifique catalogue (en anglais)

**Bishop Graphics, France**  
 7, avenue Parmentier - 75011 PARIS Tél. : (1) 372.92.52  
 Télex : 680 952

SERVICE-LECTEURS N° 211

Circuits imprimés **MULTEK** Printed circuits

Nous figurons parmi les premiers fabricants de circuits imprimés professionnels aux Etats-Unis et nous fabriquons exclusivement des

### circuits multicouches (multilayers).

Nous sommes spécialistes pour des circuits multicouches très complexes et réputés pour nos délais de livraison extrêmement courts: 1 à 25 pièces dans les 2 semaines; séries à partir de 50 pièces en 4 à 5 semaines. En règle générale, nos clients exigent des circuits ayant 4 à 10 couches.

Une largeur des conducteurs et une distance entre eux de .008 respectivement 0,203 mm ne présentent pour nous aucun problème. Nous ne travaillons qu'avec le processus film sec (dry-film).

Demandez notre documentation détaillée directement à notre adresse:

MULTEK, Multilayer Technology Inc., 2601 S. Oak Street, Santa Ana CA 92707

ou à notre agence en Suisse mentionnée ci-dessous.

Pour l'étude et le développement des marchés français et belge, nous cherchons un

### agent multicartes

soit particulier ou société commerciale, compétent et connaissant bien l'industrie électronique. Introduction soit directement à l'usine aux Etats-Unis ou par une tournée d'introduction accompagnée avec séminaire de formation. Conditions intéressantes.

Les candidats sérieux et intéressés enverront leur offre à MT-Electronics SA, Magnolienpark 14, 4052 Basel/Suisse

SERVICE-LECTEURS N° 212

## TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION PLATS :

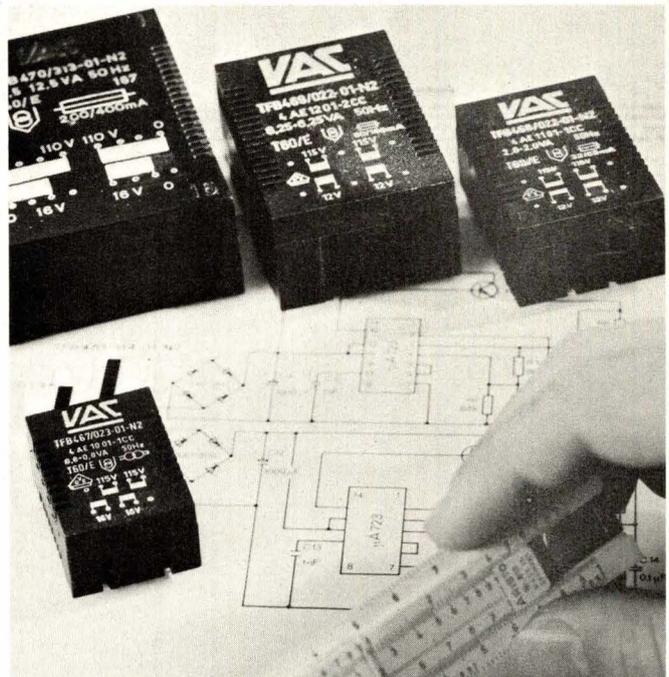
- Encombrement minimum
- Montage direct sur circuits imprimés
- Nombreuses possibilités de tensions
- Isolement galvanique normalisé
- Rayonnement faible
- Rendement optimisé

| Boîtier | Puissance V/A | Encombrement |      |      |
|---------|---------------|--------------|------|------|
|         |               | h            | l    | L    |
| TFB 467 | 1,6           | 20           | 28   | 37,5 |
| TFB 468 | 5,0           | 20           | 35,5 | 48,5 |
| TFB 469 | 12,5          | 30           | 43,5 | 61   |
| TFB 470 | 25,0          | 30           | 80   | 60   |

**Ets BALLOFFET**

1, rue Brunel - 75017 PARIS  
 Tél. 755.69.81 - TX. 660 844 F

# VAC



Si l'on considère un système de gestion de processus, c'est-à-dire un automatisme qui scrute des capteurs, les teste, et commande des actionneurs, plusieurs configurations sont possibles.

Dans une structure câblée utilisant des fonctions logiques simples (combinatoires, bascules, compteurs...), tout nouveau problème entraîne un nouveau câblage du système de gestion.

Dans une structure programmée de type micro-ordinateur, à jeu d'instruction fixe, un nouveau problème se traduit par l'étude d'un programme d'exécution (associé toutefois à un câblage adapté).

Dans une structure microprogrammée, le concepteur définit le jeu d'instructions nécessaire en fonction du problème, choisit une structure d'entrées/sorties puis rédige le programme correspondant.

# Un système microprogrammable de gestion de processus

Pour beaucoup d'automatismes simples, le jeu d'instructions peut être limité à trois classes : lecture des capteurs, émission de commandes, et sauts conditionnels.

Ce type de système microprogrammé, qui peut être assez facilement réalisé à partir de composants traditionnels, fait l'objet de l'article ci-après.

## Principe d'un système microprogrammé

Dans un tel système, la mémoire (PROM ou REPRM) (**fig. 1**) est adressée par le compteur de programme PC. Découpons le mot disponible à sa sortie en trois champs.

Les bits notés « X » activent le décodeur d'instructions permettant de valider les dispositifs d'entrée ou de sortie. Ils définissent le code opératoire de l'instruction qui sera exécutée grâce aux composants sélectionnés par le décodeur.

Les bits « Y » permettent la sélection d'une entrée ou d'une sortie parmi celles disponibles. Chaque entrée ou sortie est ainsi repérée par son adresse codée dans le champ Y.

Les bits « Z » représentent le

champ de données de l'instruction. Dans le cas où le décodeur active la ligne de test des entrées, l'état de la variable testée entraîne éventuellement un chargement de PC, permettant ainsi la réalisation de sauts conditionnels, dont l'analyse détaillée sera faite au chapitre suivant.

La suite décrit un exemple de réalisation pratique.

## Système d'exécution

### Signaux d'horloge

Le fonctionnement du système nécessite une horloge biphasée (**fig. 2**). Le compteur de programme PC est incrémenté (ou chargé dans le cas d'une instruction de saut) à chaque front montant de H1. Le niveau haut de H1 peut donc être

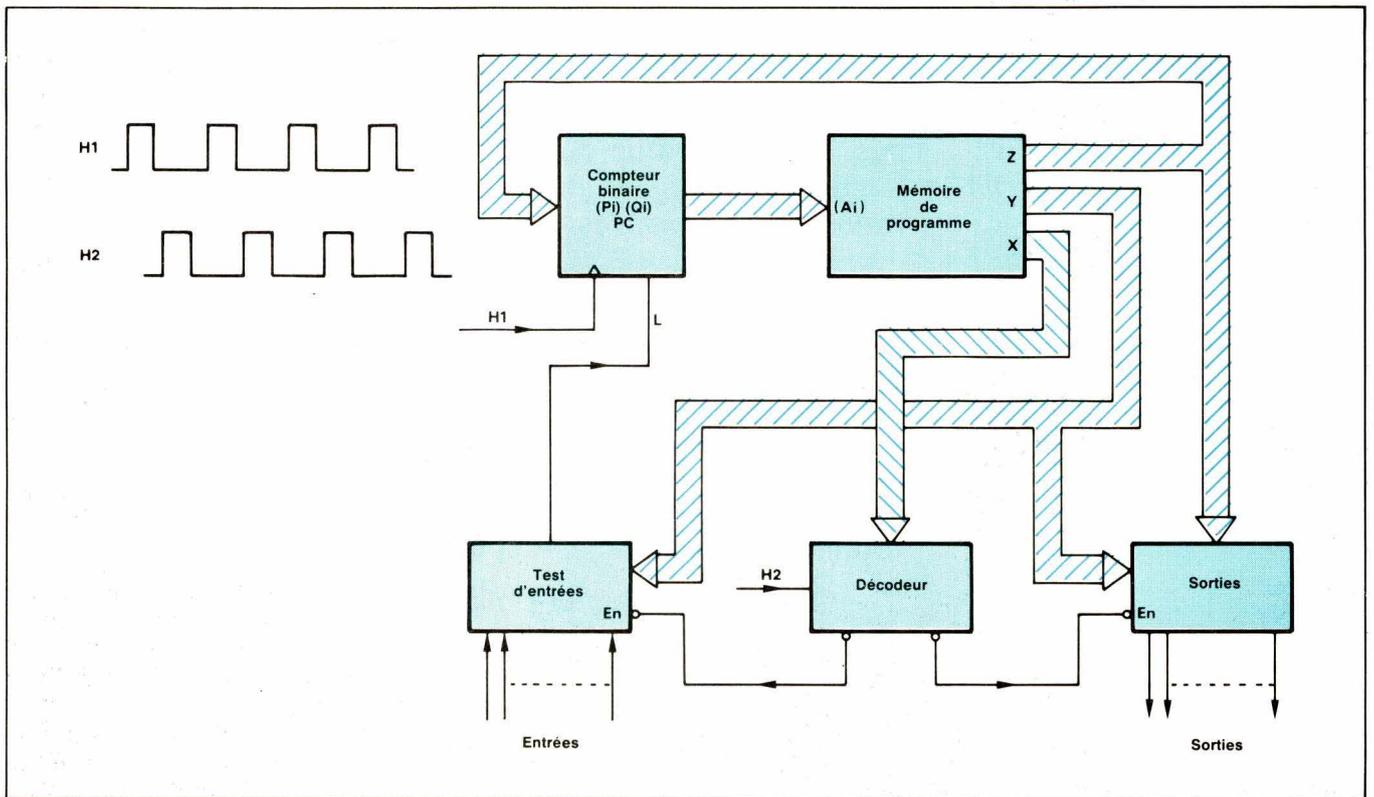


Fig. 1

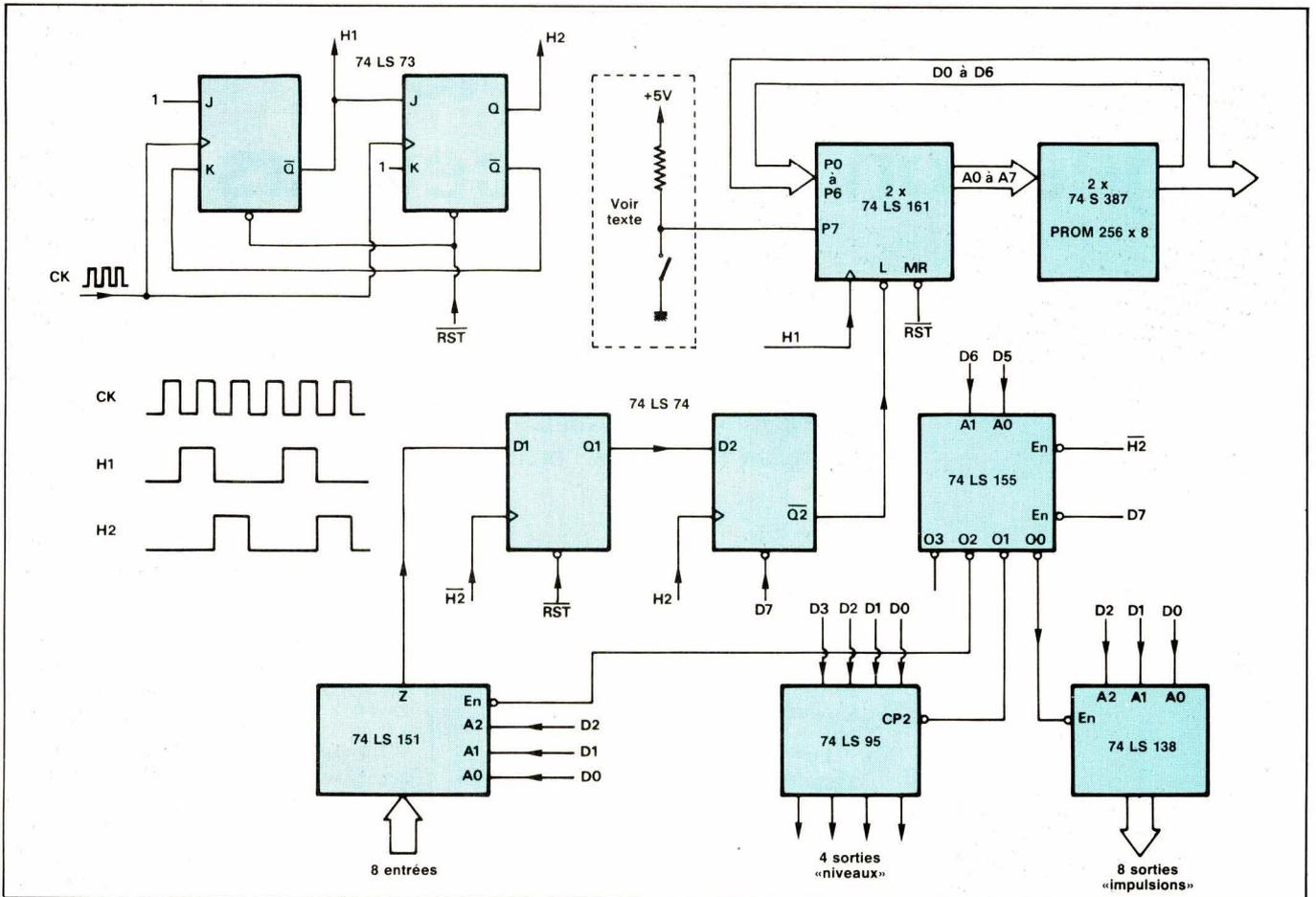


Fig. 2

considéré comme la phase de recherche d'instruction.

Sans entrer dans les détails, l'instruction est ensuite exécutée lors du niveau haut de H2, puisque c'est précisément ce signal qui sert à vali-

der le décodeur d'instructions.

**Structure des sorties**

Si D7 = 1, le décodeur 74LS155 est validé, ce qui provoque le passage de l'une de ses sorties au ni-

veau actif (bas) durant le niveau haut du signal H2.

D6 et D5 sélectionnent alors le dispositif d'entrée/sortie auquel l'instruction présente s'adresse.

Si D6 = D5 = 0, c'est l'une des

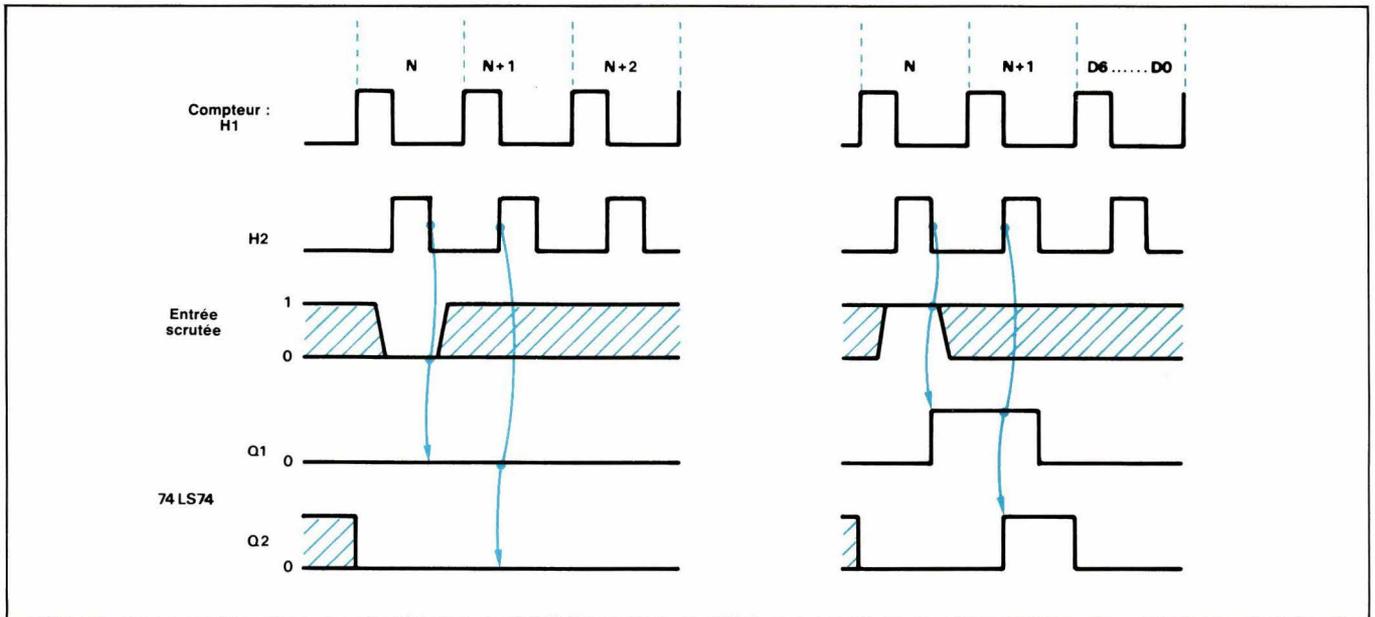


Fig. 3

huit sorties du décodeur 74LS138, plus précisément celle adressée par D2,D1,D0, qui est activée durant H2, ce qui permet l'envoi d'une impulsion de largeur égale à H2 vers des périphériques (commande de compteurs ou de registres, par exemple).

Si D6 = 0 et D5 = 1, c'est alors le registre 74LS95, câblé ici en mode parallèle, qui est chargé avec D3,D2,D1,D0, ce qui permet l'émission de niveaux logiques en sortie ; ceux-ci restant maintenus tant qu'une nouvelle instruction n'affecte pas ce registre.

#### Structure des entrées

Toujours dans le cas où D7 = 1, si D6 = 1 et D5 = 0, le multiplexeur d'entrée 74LS151 est activé et l'entrée adressée par D2,D1,D0 est transmise durant le niveau haut de H2 sur l'entrée D de la bascule Q1, puis chargée dans cette dernière lors du front descendant de H2.

#### Mécanisme

##### du saut conditionnel

Rappelons que le contenu de PC évolue lors des fronts montants de H1.

Si, alors, L = 1, PC est incrémenté (fonctionnement en compteur). Si, par contre, L = 0, PC est chargé avec les bits D6,...,D0. Remarquons également que tant que D7 = 1 la bascule Q2 est maintenue à 0 par son entrée asynchrone R. Par suite L = 1 en permanence. Si D7 = 0, le décodeur d'instructions n'est pas validé et aucune de ses sorties n'est donc active. D'autre part la sortie Q2 n'est plus maintenue à 1 par D7.

Donc, lors du front montant de H2, la bascule Q2 recopie la sortie de Q1. Deux cas se présentent alors :

– Si Q1 valait 0, Q2, donc L, reste à 1 et PC sera incrémenté lors du prochain front montant de H1.

– Si au contraire Q1 valait 1, Q2 passe à 0 ainsi que L, et PC sera chargé par les bits D6,...,D0 lors du prochain front montant de H1.

Les chronogrammes correspondants sont donnés à la **figure 3**. Ainsi, si le capteur lu précédemment et mémorisé dans Q1 était au niveau logique « 1 », un saut de programme à l'adresse codée par D6,...,D0 est effectué. Sinon, c'est l'instruction implantée à l'adresse mémoire suivante qui est exécutée.

L'organigramme général du fonctionnement est résumé à la **figure 4**.

### Résumé du jeu d'instructions

#### Entrée du niveau logique d'un capteur

Code :

1 1 0 x x D2 D1 D0

But : Chargement de la bascule Q1 avec la variable d'entrée d'adresse D2,D1,D0.

#### Sortie « impulsion »

Code :

1 0 0 x x D2 D1 D0

But : Envoi d'une impulsion de durée égale au niveau haut de H2 sur la sortie d'adresse D2,D1,D0.

#### Sortie « niveaux »

Code :

1 0 1 x D3 D2 D1 D0

But : Les 4 bits D3,D2,D1,D0 sont mémorisés en sortie du registre.

#### Saut conditionnel

Code :

0 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

But : Si l'entrée lue lors de l'instruction précédente valait « 1 », PC est chargé avec l'adresse D6,...,D0. Sinon, le saut n'est pas exécuté et le compteur est incrémenté.

#### Remarques

Le code : 1 1 1 x x x x x n'est pas utilisé dans l'exemple exposé mais pourrait servir à créer un nouveau code opératoire s'il en était besoin. Sinon, il peut être utilisé comme temporisation élémentaire égale à une période d'horloge du système.

De même, dans le cas des instructions d'entrée/sortie, tous les bits ne sont pas utilisés. En les décodant, le nombre d'entrées, d'une part, et de sorties « impulsion », d'autre part, pourrait être porté facilement de 8 à 32.

Enfin, la mémoire est organisée en pages de 128 octets car les adresses de saut ne sont codées que sur 7 bits. Comme les mémoires courantes comportent au moins 256 mots, il est possible d'organiser facilement la mémoire en 2 pages que l'on pourra commuter par une des sorties « impulsions » à l'aide par

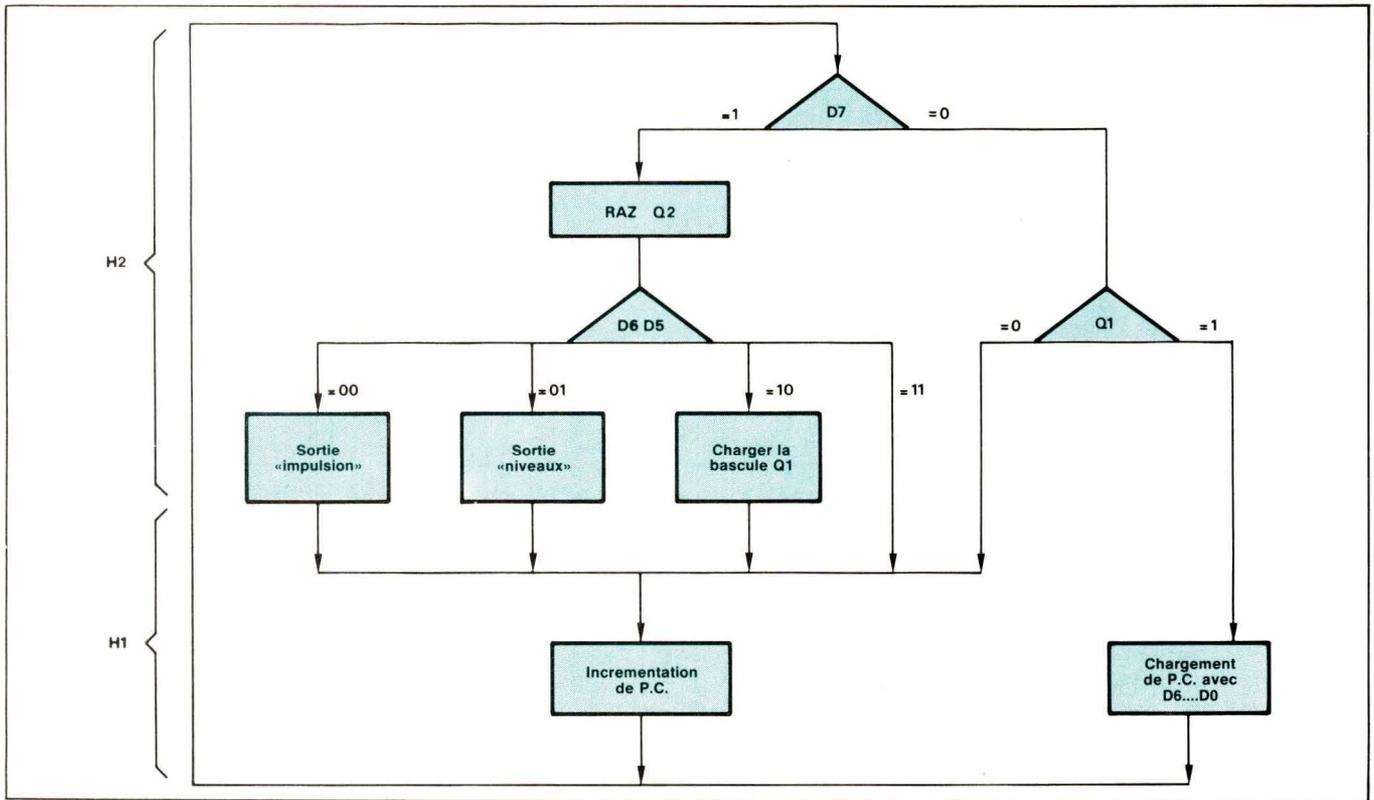


Fig. 4

exemple d'une bascule D utilisée en bascule bistable et reliée à l'entrée de présélection de plus fort poids du compteur.

## Machine d'étude et de programmation

### Description

Cette machine n'est pas fondamentalement différente de la précédente. Toutefois, la mémoire utilisée est une mémoire vive de 256 octets formée par la mise en parallèle de deux boîtiers type 2101. Une entrée d'écriture, active au niveau bas car reliée aux bornes R/W des mémoires, permet d'écrire le programme.

Les entrées de données des mémoires sont reliées aux entrées de test des capteurs pour limiter le nombre de connexions avec l'extérieur, ce qui ne gêne absolument pas en mode exécution, les mémoires étant alors en permanence en mode lecture.

La ligne RST est séparée en deux commandes :

- RST1 assure la remise à zéro du compteur ordinal et initialise l'horloge avec H1 au niveau haut et H2 au niveau bas (phase de recherche d'instruction à l'adresse zéro en mode exécution) ;
- RST2 force la bascule Q1 au niveau bas, ce qui a pour effet d'empêcher tout chargement de PC.

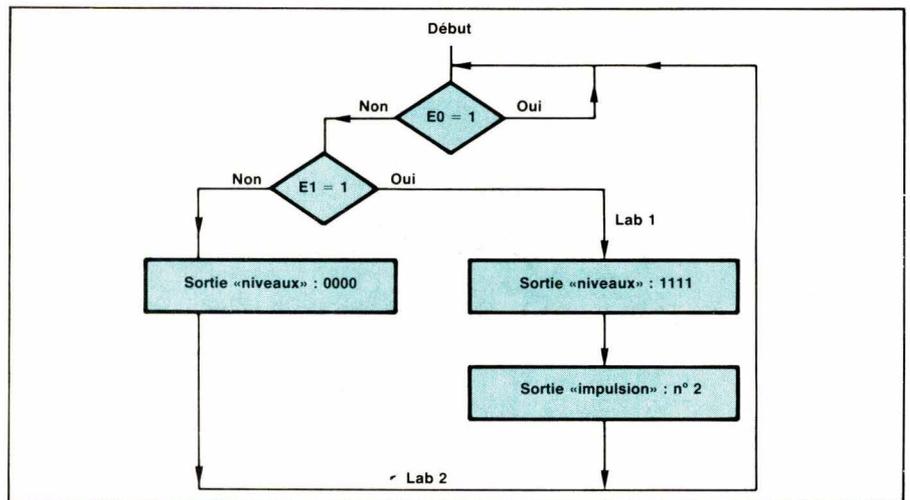


Fig. 5

Ainsi, ce dernier peut servir de pointeur des adresses successives durant la phase de programmation.

Des diodes électroluminescentes indiquent en permanence l'état de la machine comme suit :

- 8 affichent la valeur de PC ;
- 8 affichent l'instruction codée à cette adresse ;
- 3 indiquent la sortie du décodeur activée par l'instruction exécutée durant H2 ;
- une indique l'état de Q2, c'est-à-dire si la condition de saut est vraie lors de l'exécution d'une instruction de saut conditionnel ;
- une indique la phase H1 de l'horloge.

Un bouton-poussoir avec anti-rebond relié à l'entrée CK permet de faire l'exécution en pas à pas d'un programme déjà codé en mémoire.

### Programmation d'une séquence

Maintenir RST2 = 0 pour éviter les sauts. Donner une impulsion en RST1 pour initialiser PC et l'horloge. Toutes les diodes « adresses » s'éteignent et le contenu de l'adresse 0 apparaît sur les diodes « instructions ». Présenter l'instruction à écrire sur les 8 entrées et donner une impulsion sur R/W. Vérifier l'inscription sur les diodes « instructions ». Passer à l'adresse suivante en donnant 3 impulsions en CK.

### Listage du programme

Il suffit de procéder comme au

paragraphe précédent, sans donner d'impulsion en R/W. Il est toutefois possible de corriger certaines erreurs éventuelles de codage.

#### Exécution du programme

Maintenir RST2 = 0 et R/W = 1. Initialiser PC grâce à RST1. Un pas de programme est exécuté toutes les 3 périodes de CK.

#### Exemple simple d'illustration

Soit à réaliser la fonction correspondant à l'organigramme de la figure 5.

Le programme attend d'abord le passage à 0 de l'entrée E0. Ensuite, la tâche à effectuer dépend du niveau présent sur l'entrée E1. La boucle se termine par un saut inconditionnel au début. A cette fin, on maintiendra l'entrée E7 en permanence au niveau 1 afin de simuler une condition de saut toujours vraie.

Le programme correspondant est donné à la figure 6.

### Conclusion

La machine décrite dans cette étude n'a pas la prétention de rivaliser avec un micro-ordinateur ou avec

| Adresse | Instruction | Label | Fonction et commentaires                     |
|---------|-------------|-------|--|
| 00      | 1100 0000   | Début | Entrée E0<br>Attente que E0 passe à « 0 »    |
| 01      | 0000 0000   |       | Saut en Début                                |
| 02      | 1100 0001   |       | Entrée E1 Test de E1                         |
| 03      | 0000 0111   |       | Saut en Lab1                                 |
| 04      | 1010 0000   |       | Sortie « niveaux » de 0000                   |
| 05      | 1100 0111   |       | Entrée E7<br>Préparer le saut inconditionnel |
| 06      | 0000 1001   |       | Saut en lab2                                 |
| 07      | 1010 1111   | Lab1  | Sortie « niveaux » de 1111                   |
| 08      | 1000 0010   |       | Sortie « impulsion » en S2                   |
| 09      | 1100 0111   | Lab2  | Entrée E7 Retour au début                    |
| 10      | 0000 0000   |       | Saut en Début                                |

Fig. 6

un automate industriel. Elle a été construite avant tout dans un but didactique. Elle est toutefois utilisable pour résoudre de nombreux problèmes avec des moyens simples et peu coûteux. Sa structure est facilement adaptable (augmentation du nombre d'entrées/sorties, remplacement du décodeur par un « latch » adressable...), et sa rapidité est très acceptable puisque l'horloge pilote

peut avoir une fréquence de quelques mégahertz sans problème.

L'auteur remercie M. D. Dubos, qui a beaucoup contribué à la mise au point de cette réalisation.

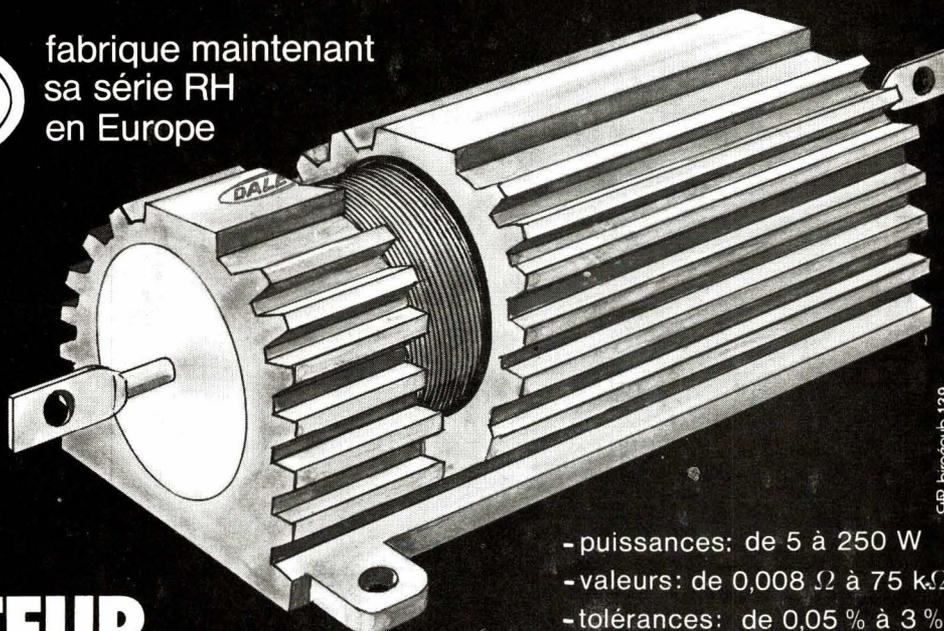
### Bibliographie

« De la logique câblée aux microprocesseurs », par J.-M. Bernard et J. Hugon, éditions Eyrolles.



fabrique maintenant sa série RH en Europe

**RESISTANCES BOBINEES SOUS RADIATEUR**



- puissances: de 5 à 250 W
- valeurs: de 0,008 Ω à 75 kΩ
- tolérances: de 0,05 % à 3 %
- livrables également en version non selfique (NH)

**STOCKS IMPORTANTS**

documentation et prix sur demande

**almex**

48, rue de l'Aubépine, zone industrielle  
92160 ANTONY  
Tél. : (1) 666.21.12 - Télex 250 067 F

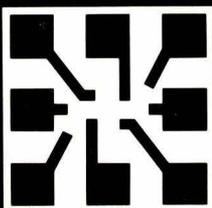
correspondants régionaux d'ALMEX :

LED : Lyon - Tél. : (7) 876.09.90  
SONEL OUEST : St-Brieuc - Tél. : (96) 94.62.51  
IDEM : Toulouse - Tél. : (61) 26.14.10  
Bordeaux - Tél. : (56) 44.61.27

Munich - Terrain des Expositions  
du 10 au 14 novembre 1981

Rendez-vous des ingénieurs de fabrication  
de l'industrie internationale en électronique

# Productronica 81



4e Salon Inter-  
national pour la  
Fabrication dans  
l'Electronique avec  
Conférences

## Secteur A

Production des composants et des groupes de  
montage en micro-électronique

### Zone jaune:

Matériel des techniques de l'établissement des  
dessins-modèles et de la reproduction

### Zone rouge:

Technique des semi-conducteurs et techniques  
hybrides

## Secteur B

Construction d'appareils, technique de bobinage  
et techniques générales d'exploitation

### Zone bleue:

Techniques de câblage, d'assemblage et de  
montage

### Zone blanche:

Equipements et accessoires pour la technique  
de bobinage

### Zone violette:

Techniques générales d'exploitation (éléments  
de l'Industrial Engineering, de l'organisation de  
l'entreprise, problèmes de la sécurité du tra-  
vail...)

## Secteur C

Equipements pour la production des cartes de  
circuits imprimés, Zone verte

## Secteur D

Mesurage, contrôle et inspection, Zone marron

..... Productronica coupon .....

Je suis intéressé à l'envoi  
d'informations plus dé-  
taillées sur le secteur

(A) - (B) - (C) - (D)

Nom:

Adresse:

Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH  
Postfach 12 10 09, D-8000 München 12, tél. (089) 51 07-1

et Chambre de Commerce Franco-Allemande  
18, rue Balard, 75015 Paris. Tél. 575.62.56

SERVICE-LECTEURS N° 2 15

INFORMATIQUE

ELECTRONIQUE

FRANÇAISE

Société Anonyme au Capital de 387 000 Francs  
Siège Social : 228-230, rue Lecourbe - 75015 PARIS

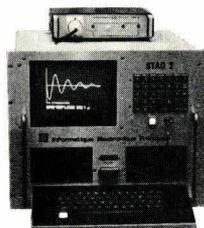
SICOB BOUTIQUE  
Stands 149 et 151

## SYSTEMES POUR APPLICATION SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

SYSTEME UNIVERSEL  
D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DE DONNEES

- MESURE
- CONTROLE
- BANC D'ESSAIS
- CONTROLE DE PROCESSUS

REALISATIONS  
A LA DEMANDE



"Made in France"



Système de présentation industrielle en boîtier métallique peint  
installable sur bureau ou intégrable en rack 19 pouces.

Le système de base comprend :

- 1 microordinateur 48K extensible à 112K octets de mémoires  
vives. Microprocesseur 6502 (en option Z80, AMD95 11).
- Langage : Basic évolué, en option : Fortran - Pascal - Assem-  
bleur - Macro assembleur.
- 2 floppy disk 140K octets (en option 2x500K ou 2x1000K).
- 1 clavier de fonctions programmables escamotable.
- 1 système de mise en route par clé de sécurité.
- 15 emplacements pour interfaces.
- 2 systèmes d'alimentation dont 1 à découpage.
- 1 horloge temps réel avec batterie de sauvegarde.
- Bornier sur façade arrière pour connection de qualité indus-  
trielle.
- Système fiabilisé.

En option :

- Système câblé de calculs rapides.
- Carte d'acquisition de données analogiques et numériques.

### UNE GAMME COMPLETE D'INTERFACES

- Interfaces imprimantes, modem, entrées et sorties série ou pa-  
rallèle.
- Cartes pour automatismes, entrées contacts, sorties relais.
- Cartes de conversions analogiques de 8 à 16 bits, jusqu'à 250  
Kilo-Hertz, de 10 microvolts à 10 volts.
- Carte de gestion du temps - séquenceurs programmables.
- Carte de transfert direct mémoire.
- Carte de commande de moteurs pas à pas etc...

CONDITIONS SPECIALES POUR REVENDEURS ET OEM  
Conditions spéciales aux administrations et Education Nationale

Centre de démonstration  
193, rue de Javel PARIS (15<sup>e</sup>)  
Téléphone : 828.06.01. +

SCIENCE - INDUSTRIE

# du nouveau chez SELFCO

**OUTILS DE DÉVELOPPEMENT  
PROFESSIONNELS POUR L'INDUSTRIE  
ET L'ENSEIGNEMENT**

## boutique Selfcoprocesseur

### Kit Extension n°5

Rajouté à votre Kit D5 cet ensemble vous permettra de dialoguer avec un terminal Vidéo en RS 232 (carte de visualisation EFCIS par exemple). Il y a également les amplis de bus ce qui permet de rajouter d'autres cartes.

Le Kit comprend tous les circuits intégrés, prise, etc. ainsi qu'une notice très détaillée et une cassette de test avec listing.

**L'ensemble . . . . . 400 F TTC**

### Kit d'initiation au PIA D5

Pour tous ceux qui voudraient bien se servir du 2e PIA du Kit D5

le Kit se compose de 8 interrupteurs, 8 leds, 1 circuit imprimé, 1 connecteur, les C.I., etc. mais surtout des explications, 1 cassette de programme avec listing et notice.

Ce Kit comporte 1 interface sonore et est livré avec un câble spécial permettant d'utiliser le 2e PIA du Kit D5 pour d'autres applications

**L'ensemble . . . . . 440 F TTC**

**Carte fond de panier pour KIT D5** prévue pour 8 connecteurs.

**Livree nue**, non percée, avec notice . . . . . **180 F TTC**

**Le connecteur** pour carte fond de panier (contacts dorés) . . . . . **64 F TTC**

**Carte de visualisation EFCIS** 16 lignes de 64 caractères.

Cette carte comprend tous les circuits, un processeur spécialisé: le SFF 96364, la mémoire d'écran et les interfaces d'entrée-sorties ce qui fait qu'elle est entièrement autonome et peut se raccorder à n'importe quel autre système.

\* transmission RS 232 de 110 à 1200 bauds  
\* entrée clavier parallèle 7 bits plus strobe  
\* sortie vidéo et synchro

**La carte montée et testée . . . . . 1 200 F TTC**

### Mélangeur-modulateur UHF

Cette carte permet de raccorder la carte de visualisation à un simple téléviseur.

**La carte montée et testée . . . . . 375 F TTC**

### Clavier ASCII

Haute fiabilité avec toutes les fonctions de contrôle

**Version professionnelle . . . . . 980 F TTC**



### SELFCOGRAPH-7

Outil de développement haut de gamme travaillant en langage clair (GRAFSET).

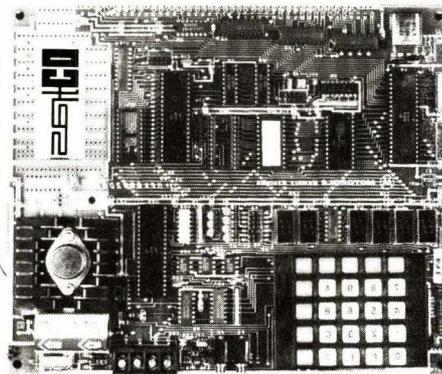
SELFCOGRAPH-7 écrit les programmes à votre place! Plus besoin de connaissances informatiques pour utiliser le microprocesseur en automatisme industriel.

### SELFCOPROCESSEUR II

Outil de développement de base, faible coût et pouvant évoluer jusqu'à la machine SELFCOGRAPH-7

Documentation gratuite sur demande

## un kit microprocesseur pour 1700 francs ttc



### Kit d'initiation au microprocesseur 6802 D5

- Microprocesseur 6802
- Interface K7, clavier et afficheurs HEXA
- 16 lignes d'entrée-sorties TTL disponibles
- Alimentation +5V sur la carte
- Equipé 1 K RAM

Ce kit est idéal pour l'initiation et l'étude d'automatismes.

Il est livré avec une documentation détaillée.

De plus, nous avons disponibles toutes les extensions pour transformer le KIT D5 en un véritable outil de travail professionnel.

**Le KIT complet**, monté, testé, garanti en état de marche . . . . . **1 700 F TTC**

**SELFCO: la garantie du sérieux au service du professionnel et de l'amateur, depuis plus de 10 ans.**

### SELFCOBUG 5

Moniteur de mise au point de programmes en HEXA sur vis et imprimante à partir du Kit D5.

Il se compose de 2 REPRON 2516 + 1 notice détaillée. SELFCOBUG 5 travaille EN DIALOGUE avec l'opérateur et est beaucoup plus performant et plus simple à la fois que la plupart des autres moniteurs.

SELFCOBUG 5 se met sur les 2 supports ROM du Kit D5.

De plus, il gère le PROGRAMMATEUR DE REPRON. SELFCOBUG 5 est bien entendu en français.

**Prix . . . . . 450 F TTC**

### BASIC III D5

Basic étendu très performant, calcul 9 chiffres plus 2 exposants, spécial pour Kit D5.

Il se compose de 8 REPRON 2708 et d'une notice détaillée en français.

Il nécessite la présence de SELFCOBUG 5

**Prix . . . . . 1 100 F TTC**

### Editeur-assembleur 6800 D5

Il s'agit d'un logiciel extrêmement performant permettant de réaliser aisément des programmes même très complexes. Il se compose de 8 REPRON 2708 avec notice détaillée en français.

**Prix . . . . . 1 100 F TTC**

### MICRO-ORDINATEURS POUR L'INDUSTRIE ET L'ENSEIGNEMENT :

Toute la gamme COMMODORE mais, en plus, SELFCO assure lui-même la maintenance, SELFCO teste les appareils avant livraison (même les floppys fonctionnent!) SELFCO réalise tous les programmes, interfaces, etc. EN VÉRITABLE PROFESSIONNEL



**commandez  
aujourd'hui même!**

## Bon de Commande

ou pour recevoir gratuitement une documentation

retournez ce bon à Selfco - 31, rue du Fossé-des-Treize - 67000 Strasbourg - Tél. (88) 22.08.88

Veuillez m'envoyer une documentation

Veuillez m'envoyer aux nom et adresse ci-contre les produits suivants :

Nom: .....  
(Société): .....  
Adresse: .....  
Code postal: ..... Tél: .....

Signature: .....  
(commande seulement)

| Quant | Désignation | Prix |
|-------|-------------|------|
|       |             |      |
|       |             |      |

frais de port et d'emballage + 20F  
montant de la commande

- chèque joint
- contre-remboursement (+ frais)

Tous les prix mentionnés sont TTC.

# SELFCO

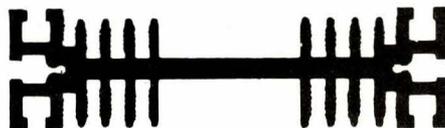
## DISSIPATEURS DE CHALEUR

*Un excellent rapport qualité prix*

- 87 profilés découpés en longueurs standard ou à la demande, anodisés ou non, avec les perçages désirés (catalogue disponible fournissant les courbes de dissipation).

- 59 radiateurs d'appoint pour diodes, transistors, triacs et circuits intégrés.

- 2 tailles d'ensembles ventilés.



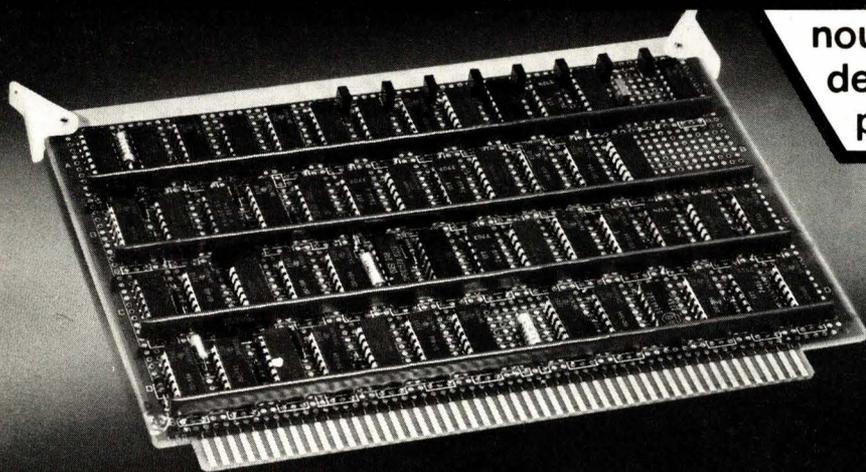
TOUTE LA GAMME EN STOCK.

**DIODE**  
666.98.01

DIODE-FRANCE 1 ALLEE DES PLATANES SOFILIC 419 94263 FRESNES CEDEX TEL. 666.98.01 TLX 200 743 F

SERVICE-LECTEURS N° 218

## Q/PAC® MEKTRON



nouvel élément de distribution de puissance à haute capacité pour circuits imprimés

- Q/PAC** assure la distribution des tensions d'alimentation
- Q/PAC** supprime la nécessité de monter des condensateurs de découplage
- Q/PAC** permet d'éviter l'emploi de cartes multicouches
- Q/PAC** présente une gamme de capacité de 0,1 à 0,7  $\mu$ F
- Q/PAC** est disponible en configuration verticale, ou horizontale sous boîtier c.i.

CBF bigdepub 802

**Mektron-France**

9, allée des Jachères - SOFILIC 416  
94263 FRESNES Cedex Téléphone : 668-10-25 Téléc : 260719  
Usine à Château-Gontier (53)





Depuis quelque temps déjà, les appareils à échanges conversationnels, IEEE 488 ou HP-IB, se sont généralisés sur le marché français. Cette nouvelle génération d'appareils à favorisé le développement de centrales de mesures et de contrôles modernes dont l'architecture à bus unique est organisée autour d'un mini-ordinateur. Ce type d'architecture conversationnelle est très puissant car il permet non seulement le transfert de données entre tous les appareils, y compris l'ordinateur, mais également la commande des fonctions caractéristiques de chaque périphérique.

# Réalisation d'un interface BCD-IEEE de faible coût

Afin d'intégrer dans une centrale de mesure des appareils qui n'ont pas un format de sortie standard, le présent article propose la description et la réalisation d'un interface universel BCD-IEEE 488 dont la structure est organisée autour d'un SDK 85.

## Le matériel

A l'origine, cet interface a été conçu pour relier un calculateur HP 9825 à un voltmètre à sortie BCD comme le HP 3480. Etant donné que les formats de sortie des voltmètres binaires sont semblables dans leur principe, cette réalisation peut s'appliquer par modification du programme à tous les voltmètres à sortie binaire.

D'autre part, afin de limiter au maximum les problèmes de réalisation, nous avons choisi une structure de « hard » simple et économique existant dans le commerce ; et ce, en organisant l'interface autour d'un SDK 85.

Le système SDK 85 d'Intel comprend en effet :

- 1 microprocesseur 8085A ;
- 1 boîtier RAM 8155 ;
- 1 boîtier ROM 8355 ;
- 1 boîtier de codeur.

De plus, la carte imprimée est

conçue pour recevoir un autre boîtier RAM 8155 et un autre boîtier ROM-EPROM (8355 ou 8755) ; nous utiliserons une de ces possibilités ; en effet, il sera nécessaire d'implanter une EPROM 8755 afin d'y insérer le programme de gestion de l'interface.

## Principe de réalisation

On attribue à chaque bit des ports d'entrée/sortie du SDK 85 une ligne soit du bus HP-IB soit du bus de données BCD du voltmètre. Comme l'interface sera utilisée uniquement en transmission de donnée nous n'utiliserons pas les lignes EOI, SRQ et REN du bus HP-IB : elles ne seront donc pas sorties sur le connecteur de l'interface.

Le bus HP-IB se composant de 16 lignes nous n'en utiliserons donc que 13.

Le bus de données du voltmètre se compose de 4 digits BCD soit 16

lignes pour les données plus deux lignes de contrôle (commande et test de fin de conversion), donc 18 lignes au total. Ces deux bus seront répartis sur les différents ports d'entrées/sorties 8 bits de la plaque SDK 85 de la manière suivante :

- port 8 : entrée des 2 digits BCD bas du voltmètre ;
- port 9 : entrée des 2 digits BCD haut du voltmètre ;
- port 0 : contrôle du bus HP-IB et contrôle du bus BCD ;
- port 1 : données du bus HP-IB.

Les ports 8 et 9 puis 0 et 1 étant respectivement les ports A et B de l'extension EPROM puis du boîtier ROM 8355.

Ainsi les bits des différents ports sont attribués de la manière suivante :

*Port 0 :*

- bit 0 : commande de conversion voltmètre ;
- bit 1 : test de fin de conversion du voltmètre ;
- bit 2 : N R F D ;
- bit 3 : N D A C ;
- bit 4 : D A V ;
- bit 5 : A T N.

Pour les ports 8, 9, 1, le bit 0 correspond au bit de plus faible poids du bus de donnée ; le bit 7 au bit de plus fort poids, soit pour le bus de donnée HP-IB le port des 2 digits BCD bas et le port des deux digits BCD haut.

Le fil de contrôle IFC n'est pas relié au port mais connecté au fil d'interruption RST 6,5 du microprocesseur 8085 par l'intermédiaire d'un inverseur.

L'utilisation de IFC n'est pas nécessaire comme SRQ, REN et EOI à la transmission de données, et peut donc ne pas être utilisé : cependant il peut être connecté, selon que l'on souhaite ou non une initialisation du bus par calculateur.

## Réalisation

Nous ne donnerons pas de manière détaillée le programme en langage microprocesseur 8085, ce qui n'apporterait rien de significatif, mais seulement le principe de gestion du conversationnel avec les organigrammes, ce qui permettra d'appliquer le principe de cette réalisation à un microprocesseur autre que le 8085.

- Le programme présente deux parties principales :

– la gestion du conversationnel IEEE ;

– l'entrée des données BCD ou binaires pures suivant le format de l'appareil utilisé, et leurs mises au format pour le transfert par bus IEEE.

Avant de détailler le programme nous allons rappeler quelques généralités sur le conversationnel IEEE en adressage « talker » : c'est-à-dire transmission de données de l'interface vers le calculateur. Nous ne parlerons pas des détails de procédures pour la transmission et la réception de chaque octet ; le lecteur pourra pour cela se référer à l'article « conversion tridimensionnelle analogique » paru dans « Electronique Applications » n° 15.

- Ainsi le conversationnel en mode « talker » s'effectue en deux parties : l'adressage ; l'envoi des données.

– *L'adressage*

Le but de la première partie est de sélectionner l'appareil qui va dialoguer avec le contrôleur en envoyant sur le bus une séquence de donnée comprenant notamment l'adresse de l'appareil choisi. Cette partie du conversationnel est caractérisée par le passage à « zéro volt » de ligne ATN.

D'une manière plus précise, les données transmises pendant cette période peuvent varier de 1 à 4 octets. La séquence maximale d'adressage d'un calculateur tel que le calculateur 9825 de *Hewlett-Packard* est la suivante :

– 3F correspond à un code de désadressage pour tous les périphériques présents sur le bus ;

– TA soit « talker address », c'est-à-dire l'adresse de l'appareil qui va envoyer les données ;

– LA soit listener address, c'est-à-dire l'adresse de l'appareil qui va recevoir les données. Pour notre interface une des deux adresses sera celle du calculateur ;

– 2<sup>e</sup> AD soit seconde adresse, elle offre la possibilité de sélectionner une fonction particulière de l'appareil adressé ; nous ne l'utiliserons pas dans notre réalisation.

Remarque

La séquence minimale d'adressage se résume à l'envoi de un octet soit l'adresse de l'appareil à choisir.

– *L'envoi des données*

Cette séquence se caractérise par le passage à 5 V de la ligne ATN.

Après avoir reconnu son adresse, le système (s'il est adressé en mode talker) va envoyer ses données au calculateur en code ASCII puis déterminer son envoi par un code de fin de conversationnel. Ce code en ASCII correspond à l'envoi du nombre 13 puis du nombre 10 en décimal. Ces nombres sont caractérisés par un mnémogramme, soit CR pour 13 et LF pour 10. La séquence d'envoi de données sera dans notre cas de quatre nombres ASCII correspondant aux quatre digits BCD suivie des deux nombres de fin de transfert, soit dix octets.

Ainsi la gestion du transfert de données peut se résumer par l'organigramme décrit à la **figure 1**.

## Entrée des octets de l'adressage

L'entrée des « n » octets de l'adressage s'effectue à l'aide du sous-programme d'entrée de données (**fig. 2**) ; suivant la longueur de la séquence d'adressage, il sera appelé une ou 4 fois.

« DAV NRFD NDAC » sont les lignes correspondantes du bus IEEE connectées respectivement aux bits n° 4, 2, 3 du port 0.

L'écriture de ce programme ne pose donc pas de difficultés, car il se résume à commander et à tester l'état logique des différents bits des ports d'entrées/sorties. On peut remarquer que dans ce programme, comme dans le suivant, il y a des boucles d'attente de changement d'état d'une ou plusieurs lignes : dans le cas où le contrôleur ou l'un des autres périphériques du bus amorcerait une procédure erronée, le microprocesseur risque de rentrer dans un test pour ne plus en sortir, bloquant ainsi le bus dans une position aléatoire et empêchant tout nouvel échange conversationnel.

C'est pourquoi il est utile d'installer la ligne IFC qui, dans ce cas, réinitialise l'interface par simple demande du calculateur.

## Réalisation du test TA = adresse interface

Il suffit pour cela de comparer le 2<sup>e</sup> ou le 1<sup>er</sup> octet de la séquence d'adressage suivant que le calculateur utilisé envoie ou n'envoie pas de désadressage (3F).

## Prise de données

Comme pour la séquence d'adressage nous ferons appel à un sous-

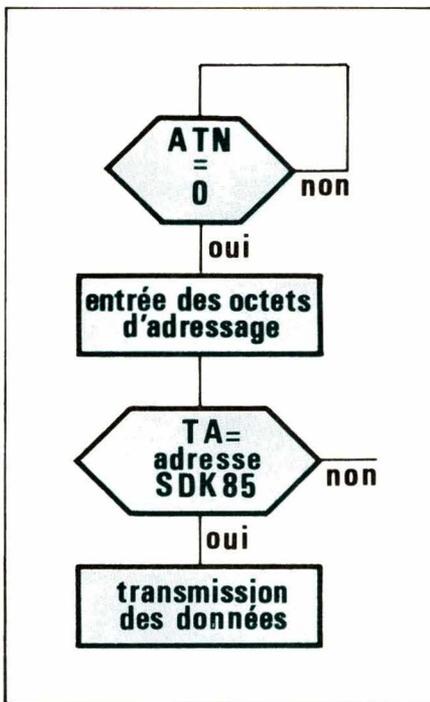


Fig. 1

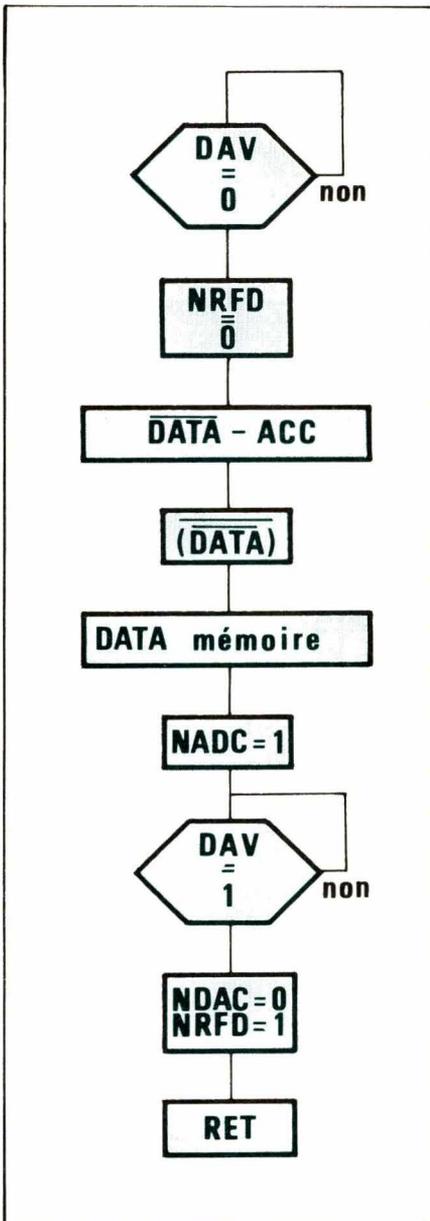


Fig. 2

programme. Puisque nous avons 6 octets à envoyer, il sera appelé 6 fois. Cette séquence est décrite par l'organigramme donné à la figure 3.

On peut remarquer que ce sous-programme a une structure complémentaire de celle du sous-programme de réception des octets de l'adressage. Le sous-programme prend chaque octet dans un tableau préparé par le programme de gestion des données du voltmètre : il comprend 4 octets de fin de conversationnel, soit « CR LF » en mnémotechnique.

### Gestion des données voltmètre

Cette partie de l'article peut-être considérée comme étant donnée à titre indicatif ; en effet, après avoir réalisé un « soft » de conversation IEEE, il appartiendra au lecteur de personnaliser sa réalisation en l'adaptant à son appareil. Dans le cadre de ce présent article, l'organigramme donné à la figure 3 décrit un programme de gestion de l'acquisition de données pour un voltmètre HP 3480A à la sortie BCD.

La première partie du programme concerne la commande de la lecture du voltmètre BCD. Cette séquence est particulière à chaque voltmètre.

En seconde partie les données sont traitées, c'est-à-dire transformées de 2 octets en 4 nombres de 8 bits ; elles sont, enfin, transformées dans le code ASCII : pour cela, il suffit d'ajouter à chaque donnée le nombre 48.

Enfin, les 4 octets ASCII sont rangés en tableau, suivis des nombres 13 et 10 de fin de transmission. C'est dans ce tableau que le sous-programme de transmission IEEE ira chercher les données à transmettre.

### Agencement des programmes

Nous avons décrit deux programmes distincts qui seront traités par le même microprocesseur. Ainsi, lorsque le microprocesseur effectue l'acquisition et le traitement des données voltmètre, il ne peut pas tester si le contrôleur du bus veut l'adresser (ATN = 0V).

Or, de par la norme IEEE 488 (1975) le système périphérique doit répondre très rapidement à un adressage pour la mise à 5 V de NRFD et la mise à 0V de NDAC : il est impossible de donner une valeur précise de ce temps puisqu'il dépend

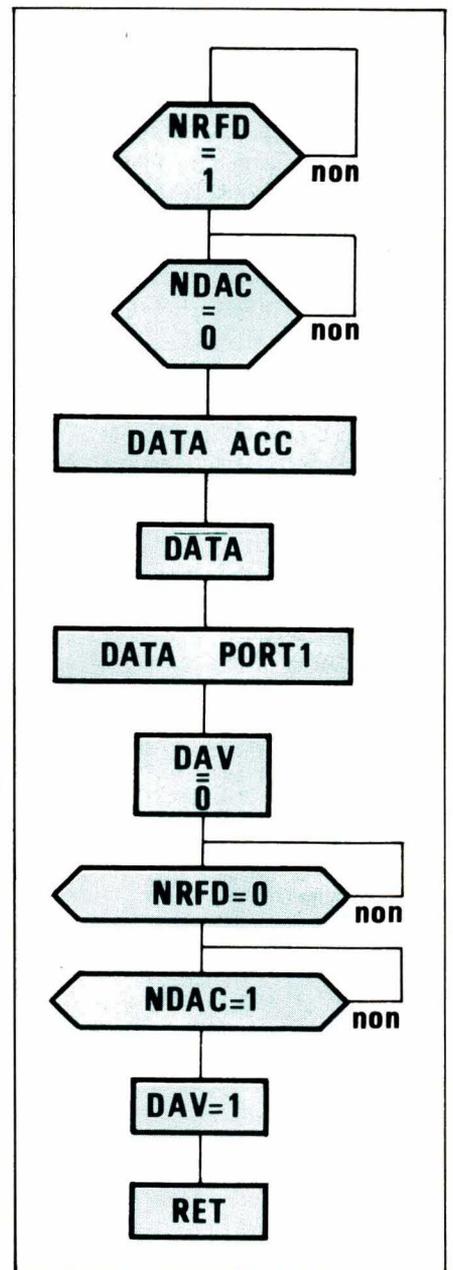


Fig. 3

de chaque contrôleur. A chaque contrôleur correspond ainsi, une solution bien spécifique.

La structure la plus performante consiste à boucler le programme d'acquisition et de traitement sur lui-même, et de placer la ligne ATN sur une des lignes d'interruption non utilisées du 8085. Ainsi, à chaque fois que ATN sera bas (0V), le microprocesseur se mettra en interruption et effectuera la gestion du conversationnel IEEE. En prévoyant au début du programme IEEE des instructions de préservation des données précédentes, l'acquisition précédemment en cours ne sera pas détruite et pourra, lors du retour de l'interruption, c'est-à-dire à la fin du conversationnel IEEE, continuer sans erreur.

Enfin, la période critique pendant laquelle il serait gênant d'interrom-

pre le programme est celle du chargement du tableau de données ; en effet, le système pourrait alors transmettre une partie des données de l'ancienne lecture et une partie des données de la nouvelle lecture, ce qui peut constituer une donnée totalement fautive. Pour pallier cet inconvénient, on peut, pendant la très courte période de renouvellement des valeurs du tableau, masquer toute interruption.

Si les contraintes sur le temps de réponse du périphérique ne sont pas critiques, on peut laisser la ligne ATN au bit 5 du port 0 comme décrit précédemment. On agencera les 2 programmes de la manière suivante : le programme principal est toujours celui de l'acquisition et le traitement des données volt-mètre ; il est toujours bouclé sur lui-même ; par contre, à intervalle régulier, on placera des tests ATN vrai. Si l'un de ces tests est positif, le système appellera le programme de gestion du conversationnel IEEE en sous-programme.

### Remarque sur le « hard »

Nous avons essentiellement décrit la partie programme ou « soft » de la réalisation et supposé que le bus IEEE était directement relié au port de sortie de la plaque SDK 85 ; cela est possible dans le cas (peu intéressant) où il n'y a que le calculateur et l'interface sur le bus HP-IB ; en effet, la présence de plusieurs appareils impliquerait un courant de sortie des ports de l'interface nettement supérieur à leur courant nominal. Il est donc nécessaire, dans le cas où le système doit répondre complètement aux exigences de la norme IEEE-488 (1975), de placer à la sortie de chacun des 16 bits qui forment le port IEEE un « buffer » d'adaptation en courant, une résistance de « pull-up » de 2,4 k $\Omega$  et une résistance de « pull-down » de 5,1 k $\Omega$ .

Il existe plusieurs composants pouvant satisfaire à ces contraintes en courant ; on peut citer notamment le MC3448 de *Motorola* (schéma donné fig. 4).

### Structure d'une adresse

Chaque appareil possède une adresse choisie par l'utilisateur qui lui est propre, et qui est codée sur 5 bits. On peut ainsi attribuer des adresses de 0 à 31. (On évitera d'utiliser les adresses 21 et 31 car elles sont utilisées par certains cal-

culateurs, le « 9825 » de *Hewlett Packard* notamment).

L'adresse envoyée réellement sur le bus est codée sur 7 bits : 5 bits d'adresse proprement dits, plus 2 bits pour la sélection du mode « talker » ou « listener ». Ainsi la configuration (bit 6, bit 7) = (1,0) correspond à un appareil qui va recevoir des données « listener » et la configuration (bit 6, bit 7) = (0,1) correspond à un appareil qui va transmettre des données « talker ».

Enfin, le bit 8 est généralement mis à zéro volt, mais son état logique n'influence en rien l'adressage. Exemple : soit à adresser l'appareil d'adresse 4.

– Soit l'adresse en binaire : 0000100.

– Si l'appareil reçoit sur son bus

pendant la période d'adressage le code suivant : 00100100 : soit 24 en hexadécimal, il se mettra en position « listener » ; de même, si l'appareil reçoit sur son bus pendant la période d'adressage le code suivant : 01000100 : soit 44 en hexadécimal, il se mettra en position « talker ».

M. Rouff  
et Cl. Vibet

### Bibliographie

[1] PET and the IEEE-488 bus : E. Fisher – C.W. Jensen, *Osborne McGraw – Hill* (1980).

[2] Getting Aboard the IEEE-488 (1975) bus : note d'application *Motorola*.

[3] « Conversion Tridimensionnelle Analogique », « *Electronique Applications* » n° 15, Automne 89, pp. 77-82.

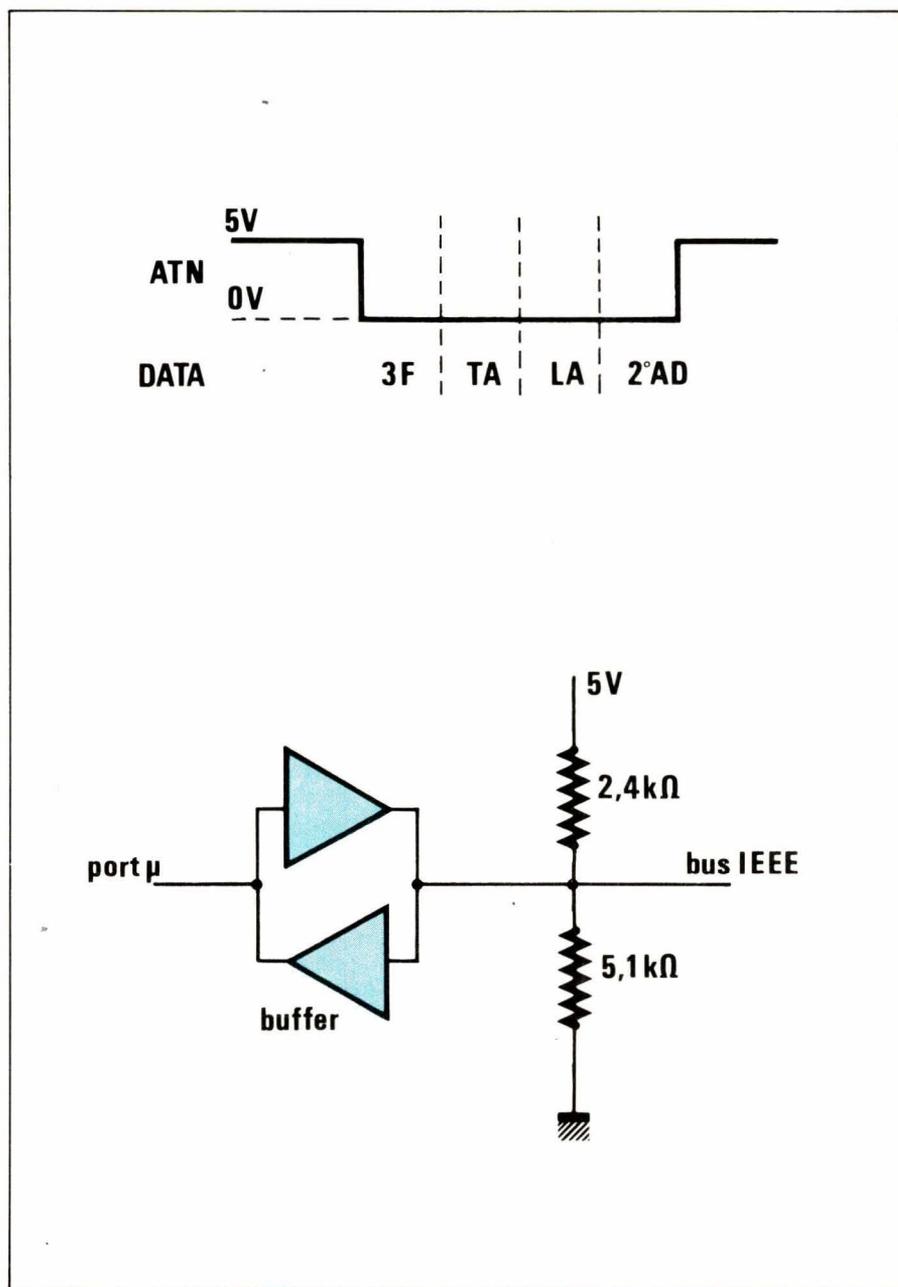
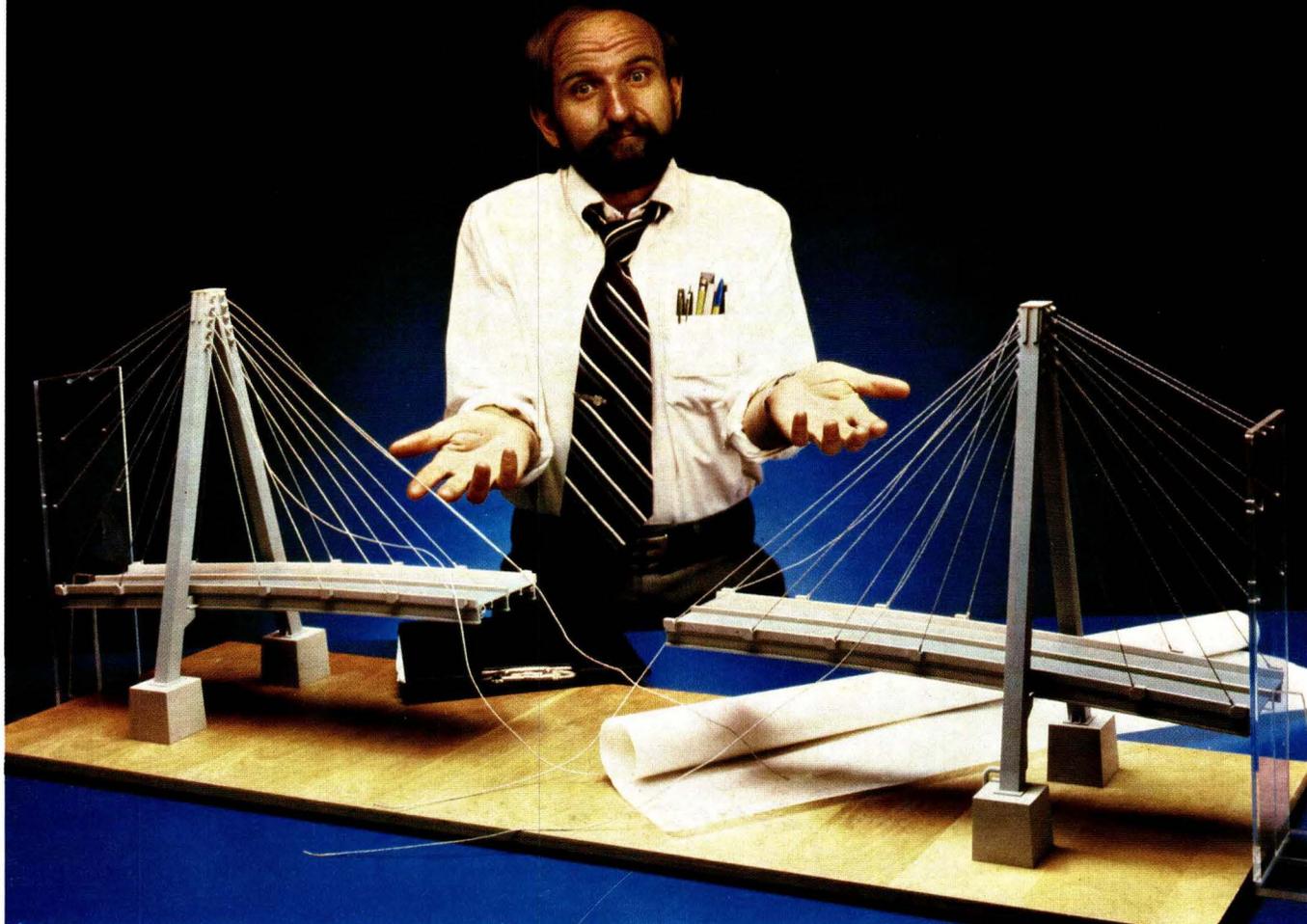


Fig. 4

**"Si l'ordinateur avait été un peu plus disponible,  
nous aurions peut-être pu joindre les deux bouts."**



Il n'est pas normal que les projets de vos ingénieurs d'études soient planifiés selon le bon vouloir de l'ordinateur central de votre société. Pas normal que votre budget soit grevé par des heures de service bureau non prévues.

Aujourd'hui, des milliers d'ingénieurs ont un VAX de Digital Equipment dans leur service. Pour eux, la difficulté d'accéder à l'ordinateur et les retards qui en découlent ne sont que de mauvais souvenirs.

VAX, c'est le nom d'une célèbre famille d'ordinateurs à mots de 32 bits. Leur prix modéré leur ouvre le créneau des départements spécialisés en ingénierie, même dans des entreprises de taille moyenne.

VAX peut être l'ordinateur de votre service, spécifiquement consacré à vos projets d'ingénierie 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Il traitera vos calculs de structures, vos conceptions de formes et de circuits imprimés. Et avec votre propre ordinateur, vous pourrez aussi constituer votre documentation technique, gérer le contrôle de vos projets et l'exécution de vos schémas.

Un VAX vous offre un nombre de fonctions tout aussi impressionnant qu'un ordinateur universel. La même puissance de traitement. Les mêmes langages scientifiques. Parce qu'il est interactif, un VAX donnera immédiatement à vos ingénieurs, les informations dont ils ont besoin. Ce sont eux et non lui qui décideront pour cela du moment opportun.

Avec un VAX, vos projets seront prêts à temps.

**digital**

**Nous changeons la façon  
de penser du monde.**

Nom : \_\_\_\_\_

Fonction : \_\_\_\_\_

Société : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_

Application : \_\_\_\_\_

**Digital Equipment France**  
Département Marketing  
18, rue Saarinen - Silic 225  
94528 Rungis Cedex France  
Tél. : 687.23.33 +

EA

SERVICE-LECTEURS N° 242



# 8371 Francs .



Tek 2213

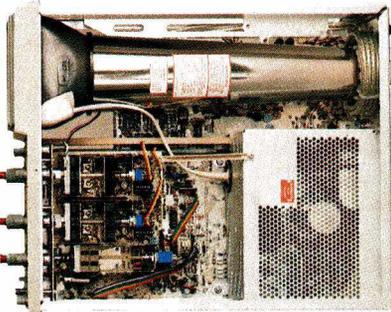
## Plus de performances, des prix plus bas:

Moins de câblage important que sur tout autre oscilloscope

Alimentation haut rendement.

Pas de ventilateur.

Moins de connecteurs



Moins de circuits imprimés

Meilleur accès pour la maintenance

Moins d'éléments mécaniques que sur tout autre oscilloscope

6,1 kg.

La solide réputation de Tektronix en matière d'oscilloscopes est largement reconnue dans le monde entier. Encore faut-il la justifier en créant les outils que le progrès et les nouveaux besoins commandent, quitte même à rompre avec la tradition. C'est ce que fait Tektronix avec la série 2200.

Avec les 2213 et 2215, c'est une nouvelle génération d'oscilloscopes qui entre en scène: des oscilloscopes d'usage général qui intègrent des progrès technologiques permettant l'accès à des performances particulièrement élevées pour un niveau de prix particulièrement bas.

Cela n'a pu être rendu possible qu'en faisant appel au plus haut niveau de sophistication: la simplicité. Ainsi, le nombre de composants mécaniques a été réduit de 65%, les câblages de 90% et le nombre de circuits imprimés restreint (un seul pour le 2213).

### Bande passante

deux voies - de 0 à 60 MHz à 20 mV/div., de 0 à 50 MHz à 2 mV/div.

### Poids

6,1 kg (6,8 kg avec capot et pochette - en option).

### Vitesses de balayage

de 0,5 s. à 0,05  $\mu$ s. (5 ns/div. avec une expansion de 10 x).

### Sensibilité

facteurs de déflexion de 100 V/div. (sonde 10x) à 2 mV/div. (sonde 1x) - Précision  $\pm$  3% - Couplage alternatif

### CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES.

(AC) et continu (DC).

### Mesures en balayage retardé

2213: balayage normal, intensifié après retard et retardé; retards de 0,5  $\mu$ s à 4 ms.

2215: précision de la mesure en balayage retardé portée à  $\pm$  1,5%. Mode de balayage A seul, B seul, A et B alterné avec A intensifié par B; B démarre ou est déclenché après le retard.

### Système de déclenchement comprenant les modes

trame TV, normal, auto, en interne et en externe et déclenchement réseau; "hold off" variable; déclenchement séparé de B (2215).

### Nouvelles sondes P6120

hautes performances, fixation efficace, 60 MHz et 10-14 pF en bout de sonde; faible poids, câbles souples; nouveaux

embouts pour les circuits intégrés et pour les composants de petit diamètre.

### Commodité de la mesure

luminosité automatique, focalisation automatique de la trace, et localisation des signaux hors écran. Mesure plein écran: 8x10 cm.

### Commodité d'emploi

fonctionnement automatique de 90 à 250 Volts, 48 à 62 Hz.

Prix HT au 24 août 1981 (2 sondes incluses)  
**10654 Francs.**



**Tek 2215**

## c'est l'avance technologique Tektronix.

Tels sont les éléments qui ont permis à la fois une diminution des prix mais aussi un accroissement de la fiabilité (risque de panne minimisé) et donc de la productivité de votre investissement.

Ces innovations ont éliminé la nécessité d'une ventilation et permis de concevoir des oscilloscopes plus petits et plus légers.

Les 2213 et 2215 sont équipés d'un circuit d'alimentation performant qui fonctionne automatiquement sur toutes les gammes de tensions (90 - 250 Volts en alternatif pour des fréquences de 48 - 62 Hz) tout en conservant à ces oscilloscopes la précision de leurs mesures.

Et les performances? Une bande passante adaptée aux circuits numériques et analogiques de vitesse élevée, la sensibilité pour les mesures de faibles signaux, la vitesse de balayage pour des circuits logiques rapides, la balayage retardé pour des

mesures de temps précises et rapides.

La série 2200 dispose par ailleurs d'un système de déclenchement particulièrement perfectionné permettant: un déclenchement qui s'effectue véritablement sur les deux voies verticales en alterné, le crête à crête automatique qui adapte le déclenchement à l'amplitude du signal, les déclenchements TV trames et lignes et la recherche de trace automatique.

Si l'on ajoute à cela le réglage automatique de luminosité et de focalisation de la trace en fonction de la vitesse de balayage et de la fréquence du signal, on comprend combien ces oscilloscopes seront faciles à utiliser.

Haut niveau de performances, faible coût, facilité d'utilisation, grande fiabilité, ces nouveaux outils bouleversent la conception traditionnelle des oscilloscopes: un tour de force

que seul le savoir-faire technologique de Tektronix pouvait mener à bien.

Pour plus d'informations, il vous suffit de nous contacter ou de nous retourner le coupon-réponse ci-dessous.

Je suis intéressé par la **Série 2200** et désire, sans engagement de ma part:  
Documentation  Demonstration   
La brochure "Principe de l'oscilloscope"

Nom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Activité \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Telephone \_\_\_\_\_

**Tektronix** - Division Mesure Electronique  
Z.I. de Courtabœuf BP 13  
91941 Les Ulis Cedex  
Tél. (6)907.78.27

EAP

**LA REFERENCE EN  
MESURE ELECTRONIQUE**

# Pour faire un choix sur mesure



## Responsable du produit : Jean-Pierre Toulon - 830.11.11.

Les oscilloscopes 100 MHz Philips apportent la solution à vos problèmes de mesure.

Vous recherchez un oscilloscope universel ? Le PM 3262 est probablement l'appareil le mieux approprié.

Vous êtes noyés sous des flots de données ? Le PM 3263 à microprocesseur incorporé est l'instrument de mesure idéal.

Si vous avez besoin d'un oscilloscope 100 MHz à 4 voies, voyez le PM 3264.

Vos mesures exigent un oscilloscope mémoire 100 MHz à vitesse d'écriture élevée ? Prenez le PM 3266.

Quel que soit l'oscilloscope que vous choisirez, vous ferez de toute façon un choix sur mesure.



Mesure

# PHILIPS

La réflexion et le concret

**Philips Science et industrie**

Division de la S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

BOBIGNY 93002 Cédex - 105, rue de Paris - B.P. 62 (1) 830.11.11.

LILLE 59014 - 47, rue Barthélémy-Delespaul - (20) 06.92.24.

LYON 69009 - 25, av. des Sources - (7) 835.70.00.

MARSEILLE 13266 - 101, av. du Prado - (91) 79.90.11.

NANTES 44471 - B.P. 75 - Carquefou Cédex - (40) 49.11.27.

STRASBOURG-NANCY 67000 - 6, rue de Niederbronn - (88) 36.18.61.

TOULOUSE-BORDEAUX 31017 - 25, boulevard Silvio-Trentin - (61) 47.75.52.

AFRIQUE ET OUTRE-MER - PARIS 75008 - 33, rue La Boétie - (1) 225.00.80.

Nom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Philips  
Science  
et Industrie  
partout  
en France.

M7/81 EA

Dans l'arsenal des techniques appliquées à la médecine, les éléments radio-actifs (radio-éléments, radio-isotopes) occupent une place particulière. En effet, habituellement, la part qui revient à la technique se distingue très bien de celle qui relève de la médecine. D'un côté le malade, de l'autre un appareil, avec pour point commun le médecin qui utilise les données fournies par l'appareil, soit pour soigner le malade, soit pour établir ou confirmer un diagnostic.

## La médecine nucléaire

Avec les radio-isotopes, nous avons toujours le malade et l'appareillage, mais, pour mettre en évidence la grandeur à mesurer, il faut utiliser un « artifice », sous la forme d'éléments radio-actifs. Ces éléments entrent dans l'économie de l'organisme et participent au métabolisme, c'est-à-dire qu'en plus de la technique et de la médecine, intervient un processus biochimique : les réactions entre les éléments radio-actifs et les constituants organiques.

Ce stade intermédiaire, bien que n'intéressant pas particulièrement le technicien, est tout de même d'un intérêt capital puisqu'il représente l'élément sélectif qui permet la mise en évidence d'une répartition de substance marquée ou un dysfonctionnement organique.

Afin de limiter notre sujet, nous évoquerons essentiellement l'aspect diagnostique en médecine nucléaire. C'est d'ailleurs cet aspect qui a fait le plus de progrès au cours de ces dernières années.

### Les radio-isotopes

Nous voici donc en face de deux processus : le choix d'un radio-isotope dans un but déterminé et la détection de ses effets. Pour la détection il existe plusieurs types d'appareillages mais auparavant nous dirons quelques mots sur les isotopes et pourquoi certains sont radio-actifs.

On peut très schématiquement représenter l'atome par un noyau comprenant deux sortes de nucléons : les protons ( ${}^1_1p$ ) de charge positive (inverse mais égale à celle de l'électron) et les neutrons ( ${}^1_0n$ ) dépourvus de charge. Les masses des nucléons sont voisines de l'unité de masse atomique et ne diffèrent que de quelques centièmes d'unité.

Très loin du noyau, gravitent des électrons ( ${}^0_{-1}e$ ) dont la masse représente  $1/1824^e$  de celle d'un nucléon. Les électrons portent une

charge élémentaire négative et circulent sur plusieurs couches approximativement elliptiques.

Les propriétés chimiques d'un élément dépendent essentiellement de la structure électronique de ses atomes et notamment du nombre d'électrons de l'orbite périphérique. On peut dire également que, à l'état normal, l'atome est électriquement neutre, le nombre d'électrons étant égal au nombre de protons. La masse de l'atome correspond à la somme des masses de ses composants.

Par convention on représente un élément X par le symbole suivant :

$$\frac{A}{Z}X_N$$

où Z est le nombre de protons du noyau (nombre de charge ou numéro atomique), N est le nombre de neutrons et A est la somme (Z + N) des nucléons, et représente le nombre de masse.

Si l'on trace un diagramme donnant le nombre de neutrons (N) par rapport au nombre de protons (Z) — **fig. 1** — nous voyons que tous les éléments (ici le carbone) ayant le même nombre de protons et un nombre variable de neutrons se trouvent placés sur une même verticale. Ainsi, les éléments ayant le même nombre de protons et d'électrons (état neutre) sont isotopes.

Il existe deux sortes d'isotopes : les isotopes stables et les isotopes radio-actifs. Les isotopes stables ont un rapport N/Z égal ou très peu supérieur à l'unité. Les nucléons sont très fortement liés entre eux et il n'y a pas d'émission de rayonnements (c'est le cas du carbone 12 et 13). Les isotopes radio-actifs ont un excès de neutrons ou de protons dans le noyau et l'énergie de liaison entre les nucléons est plus faible d'où leur instabilité. Ces isotopes émettent des rayonnements (c'est le cas du carbone 10, 11, 14 et 15).

### Energie de liaison et radio-activité

Depuis les travaux d'Einstein on connaît la relation existant entre la masse et l'énergie ( $E = mc^2$ ) ; or, l'expérience montre que la masse d'un noyau est inférieure à la somme des masses de ses nucléons. Cette différence entre la masse théorique et la masse réelle : ce défaut de masse, représente l'énergie de liaison des nucléons entre eux.

Pour faciliter les comparaisons entre les éléments on calcule en général le défaut de masse pour un nucléon ( $\Delta m/A$ ). Puisque nous avons choisi comme exemple le carbone, la **figure 2** nous donne les indications relatives aux carbones de  $C_{10}$  à  $C_{15}$ . Les paramètres qui constituent la stabilité du carbone sont : une valeur élevée de l'énergie de liaison par nucléon, et un rapport N/Z très voisin de l'unité.

C'est donc au sein du noyau de l'atome que se crée l'émission de rayonnements, c'est un phénomène nucléaire. Le noyau se transforme, et, d'instable, il devient stable avec émission d'un rayonnement alpha, bêta ou gamma.

Sans entrer dans le détail de ces transformations notons qu'elles peuvent se classer en trois groupes :

- **transformations isobariques**, avec émission de négatons ( $\beta^-$ ) c'est-à-dire d'électrons ( ${}_{-1}^0e$ ), ou émission de positons ( $\beta^+$ ) c'est-à-dire d'électrons positifs ( ${}_{+1}^0e$ ),

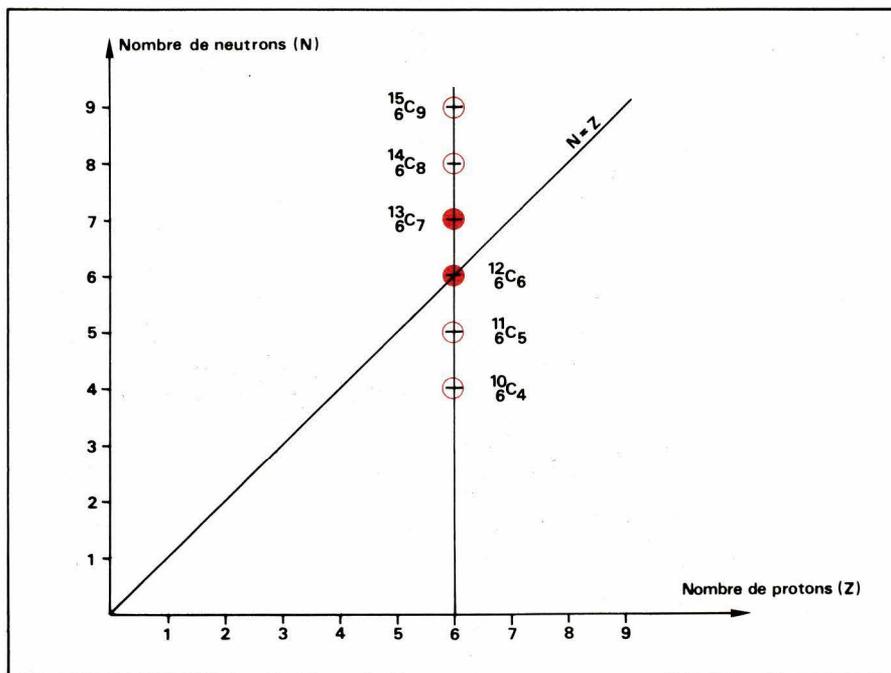


Fig. 1. — Les isotopes du carbone dans le diagramme N : f(Z).

| Eléments       | N<br>Z | $\Delta m$ | $\frac{\Delta m}{A}$ | Radiations            |
|----------------|--------|------------|----------------------|-----------------------|
| ${}^{10}_6C_4$ | 0,66   | 0,06141    | 0,00614              | $\beta^+$             |
| ${}^{11}_6C_5$ | 0,83   | 0,07535    | 0,00685              | $\beta^+$             |
| ${}^{12}_6C_6$ | 1,00   | 0,09514    | 0,00792              | stable                |
| ${}^{13}_6C_7$ | 1,16   | 0,10013    | 0,00770              | stable                |
| ${}^{14}_6C_8$ | 1,33   | 0,10858    | 0,00775              | $\beta^-$             |
| ${}^{15}_6C_9$ | 1,50   | 0,11077    | 0,00738              | $\beta^-$ et $\gamma$ |

Fig. 2. — Principaux paramètres caractérisant les isotopes du carbone.

ou simplement capture électronique ;

- **transformation par partition**, avec émission de particules alpha ( $\alpha$ ). La particule  $\alpha$  comprend deux protons et deux neutrons (noyau de l'atome d'hélium ou hélium) ;
- **transformation isomérique**, avec émission de rayonnement gamma ( $\gamma$ ). C'est un photon possédant une certaine énergie.

### La désintégration radio-active

Dans une population de noyaux instables, l'évolution vers la stabilité se fait au hasard selon une loi statistique. Le nombre de désintégrations, pendant un intervalle de temps donné, est proportionnel au nombre d'atomes instables présents dans l'échantillon. On peut ainsi définir trois notions : l'**activité** d'un radio-élément, représentée par le nombre de désintégrations par unité de temps ; la **période**, c'est-à-dire le temps au bout duquel l'activité du radio-élément a décru de moitié ; la **vie moyenne** qui est le temps pen-

dant lequel subsisteraient des atomes instables si le nombre de désintégrations restait constamment le même.

Les rayonnements émis interagissent avec la matière soit sous la forme d'ionisation, soit sous la forme d'excitation, mais dans les deux cas il y a transfert d'énergie. Lors des ionisations, la quantité transférée est supérieure à l'énergie de liaison de l'électron qui échappe ainsi à l'attraction coulombienne du noyau. Au cours des excitations, la quantité d'énergie transférée est moindre ; l'électron est élevé de son niveau fondamental à un niveau supérieur sans pour autant être séparé de l'atome (**fig. 3**).

Les particules chargées alpha et bêta sont des rayonnements directement ionisants, elles épuisent leur énergie cinétique et se ralentissent progressivement au cours d'une succession d'ionisations et d'excitations. Les particules dépourvues de charge électrique, comme les photons gamma, sont des rayonnements indirectement ionisants, elles ne subissent pas d'interaction élec-

(suite p. 75)

| Isotope                                 | Période émission   | Molécule support   | Principales utilisations  |
|---|--|--|---|
| Arsenic<br>As 74                        | 18 jours<br>$\beta^+$<br>$\gamma$                              | Arséniate de sodium  | Détection des tumeurs   |
| Azote<br>N 13                           |  |  | Exploration fonctionnelle pulmonaire, débit sanguin   |
| Bismuth<br>Bi 206                       | 6,3 jours<br>$\gamma$  |  | Détection des tumeurs   |
| Brome<br>Br 82                          | 35,9 heures<br>$\beta^-$ 45 keV<br>$\gamma$ 55 keV             | Bromures<br>Colorants<br>Lipides                                     | Etude des espaces extra-cellulaires   |
| Calcium<br>Ca 45<br>Ca 47               | 160 jours<br>$\beta^-$ 25 keV<br>4,9 jours<br>$\gamma$         | Chlorure   | Métabolisme du calcium, étude du squelette, maladie osseuse   |
| Carbone<br>C 14                         | 5 600 ans<br>$\beta^-$   | Molécules organiques :<br>Trioctonate<br>Acide octanoïque<br>Glycine | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes biochimiques</li> <li>- Exploration fonctionnelle gastro-intestinale</li> <li>- Durée de vie des hématies</li> </ul>  |
| Cesium<br>Cs 131                        |  |  | Scintigraphie du myocarde   |
| Chrome<br>Cr 51                         | 26,5 jours<br>$\gamma$ 32 keV                                  | Albumine<br><br>Hématies marquées                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploration fonctionnelle gastro-intestinale (pertes protéiniques) et de la rate</li> <li>- Pertes sanguines gastro-intestinales, mesure du volume sanguin, durée de vie des globules rouges (hématies)</li> </ul>       |
| Cobalt<br>Co 57                         | 270 jours<br>$\gamma$ 1 MeV                                    | Hydroxycobalamine (Vitamine B <sub>12</sub> )                        | Anémie de Biermer, métabolisme de la vitamine B <sub>12</sub> ; examen fonction rénale (clearances glomérulaires)   |
| Cuivre<br>Cu 64<br><br>Cu 67            | 12,8 heures<br>$\beta^-$ 65 keV<br>$\gamma$ 134 keV            | Chlorure<br><br>Céruleoplamine                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métabolisme du cuivre, détection des tumeurs</li> <li>- Exploration fonctionnelle gastro-intestinale (pertes protéiniques)</li> </ul>  |
| Fer<br>Fe 59<br><br>Fe 52               | 46 jours<br>$\beta^-$ 26 keV<br>$\gamma$ 110 keV<br>8,3 heures | Dextran<br>Citrate ferreux<br>Transferine                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploration fonctionnelle gastro-intestinale (pertes protéiniques)</li> <li>- Métabolisme du fer. Etude formation des hématies</li> <li>- Clearance plasmatique</li> <li>- Visualisation de la moelle osseuse</li> </ul> |
| Fluor<br>F 18                           | 1,9 heure<br>$\beta^+$ 64 keV                                  |  | Etude du squelette, maladies osseuses   |
| Indium<br>In 111<br>In 113 <sup>m</sup> |  | Transferrine   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scintigraphie de la circulation lymphatique</li> <li>- Etude morphologique de la rate</li> <li>- Etude du débit coronaire</li> </ul>   |
| Iode<br>I 125<br><br>I 131              | 57,4 jours<br>$\gamma$ 30 keV<br>8 jours<br>$\beta^-$ 600 keV  | Albumine   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude ventilation pulmonaire, mesure du volume plasmatique</li> <li>- Evaluation du stockage thyroïdien, clearance thyroïdienne de l'iode, dosage de la thyroxine</li> </ul>   |

| Isotope           | Période émission                                      | Molécule support   | Principales utilisations   |
|-------------------|---|--|--|
| Iode<br>I 131     | $\gamma$ 360 keV                                      | Trioléine<br>Acide oléique<br>Polyvinylpyrrolidone   | – Exploration fonctionnelle gastro-intestinale (test d'absorption)   |
| I 132             | 2,3 heures<br>$\beta^-$<br>$\gamma$                   | Bromo-sulfone-phtaléine<br>Vert d'indocyanine<br>Rose Bengale<br>Albumine<br>Sérum-albumine<br>Iodohippurate de sodium | – Exploration fonctionnelle hépatique<br><br>– Morphologie pulmonaire, mesure du volume plasmatique, mesure du débit coronaire<br>– Exploration cérébrale, Gamma-encéphalographie<br>– Exploration fonctionnelle rénale<br><br>– Volume plasmatique, métabolisme protéique |
| Krypton<br>Kr 85  | 10,4 ans<br>$\beta^-$                                 | Mélanges gazeux  | Echanges respiratoires   |
| Mercure<br>Hg 197 | 65 heures<br>$\gamma$ 77 keV                          | Néohydrine   | – Exploration cérébrale, gamma-encéphalographie  |
| Hg 203            | 47 jours<br>$\beta^-$ 210 keV<br>$\gamma$ 279 keV     | Chloromédrine<br>1 - mercuri - 2 - hydroxypropane<br>Bromomercurihydroxypropane  | – Scintigraphie rénale<br>– Scintigraphie de la rate<br><br>– Scintigraphie de la rate<br>– Exploration cérébrale  |
| Or<br>Au 198      | 2,7 jours<br>$\beta^-$ 960 keV<br>$\gamma$ 410 keV    | Colloïdes  | Morphologie du foie  |
| Oxygène<br>O 15   |   |  | Exploration fonctionnelle pulmonaire, débit sanguin  |
| Phosphore<br>P 32 | 14,4 jours<br>$\beta^-$ 1,7 MeV                       | Diisopropylfluorophosphate   | – Durée de vie des hématies, marquage des leucocytes<br>– Localisation tumeurs cérébrales, osseuses, oculaires   |
| Potassium<br>K 42 | 12,4 heures<br>$\beta^-$ 3,6 MeV<br>$\gamma$ 1,51 MeV | Chlorure   | – Métabolisme minéral<br>– Scintigraphie du myocarde   |
| Rubidium<br>Rb 84 | $\beta^+$   | Chlorure   |  |
| Rb 86             | 18,6 jours<br>$\beta^-$ 1,78 MeV<br>$\gamma$ 1,08 MeV | Chlorure   | Fixation intracellulaire, scintigraphie du myocarde  |
| Sélénium<br>Se 75 | 120 jours<br>$\gamma$                                 | Séénométhionine  | Exploration fonctionnelle du pancréas  |
| Sodium<br>Na 24   | 15 heures<br>$\beta^-$ 1,39 MeV<br>$\gamma$ 1,37 MeV  | Chlorure   | Métabolisme du sodium  |
| Soufre<br>S 35    | 87 jours<br>$\beta^-$ 167 keV                         | Méthionine<br>Sulfate  | – Exploration fonctionnelle du pancréas<br>– Volume extracellulaire  |

(suite p. 75)

| Isotope                                  | Période émission                                  | Molécule support   | Principales utilisations  |
|--|---|--|---|
| Strontium<br>Sr 85<br>Sr 87 <sup>m</sup> | 65 jours<br>$\beta^-$<br>$\gamma$ 51 keV          | Iodure   | Etude du squelette, détection tumeurs osseuses  |
| Thallium<br>TI 201                       |   |  | Scintigraphie du myocarde   |
| Technetium<br>Tc 99                      | 6 heures<br>$\gamma$ 140 keV                      | Pertechnetate<br>Colloïdes<br>Albumine<br>Pyrophosphate de Na et Diphosphonate de Na | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluation du stockage thyroïdien</li> <li>- Morphologie du foie, de la rate ; circulation lymphatique, débit coronaire</li> <li>- Morphologie du poumon, ventilation pulmonaire</li> <li>- Maladie osseuse</li> </ul> |
| Xénon<br>Xe 133                          | 5,2 jours<br>$\beta^-$ 350 keV<br>$\gamma$ 80 keV | Mélanges gazeux  | Exploration fonctionnelle pulmonaire  |
| Ytterbium<br>Yb 169                      |   |  | Morphologie de la rate  |

trostatique mais cèdent leur énergie par interaction directe avec un électron (effet photo-électrique, effet *Compton*) auquel elles communiquent tout ou partie de leur propre énergie. Les électrons secondaires ainsi excités cèdent alors leur énergie de la même façon que les particules bêta dans une région limitée.

Sur un plan pratique, pour une énergie initiale d'environ 1 MeV, une particule  $\alpha$ , fortement ionisante, ne parcourra pas plus de quelques fractions de millimètre dans la matière vivante alors qu'une particule  $\beta$  parcourra plusieurs millimètres. Dans les mêmes conditions, des photons  $\gamma$  franchiront plusieurs mètres.

### Les interactions avec la matière vivante

Dans la réalité, nous n'avons pas affaire à une particule isolée mais à un faisceau de particules ou de photons émis par des radio-éléments. Si l'on représente, comme l'a fait Casey, les parcours et les interactions des rayonnements avec la matière, nous obtenons la **figure 4**.

Toutes les particules  $\alpha$  émises par un même corps radio-actif ont sensiblement la même énergie initiale, donc des trajectoires droites et courtes et des ionisations très denses, plus nombreuses en fin de parcours.

Les particules  $\beta$  d'un même radio-élément prennent toutes les énergies

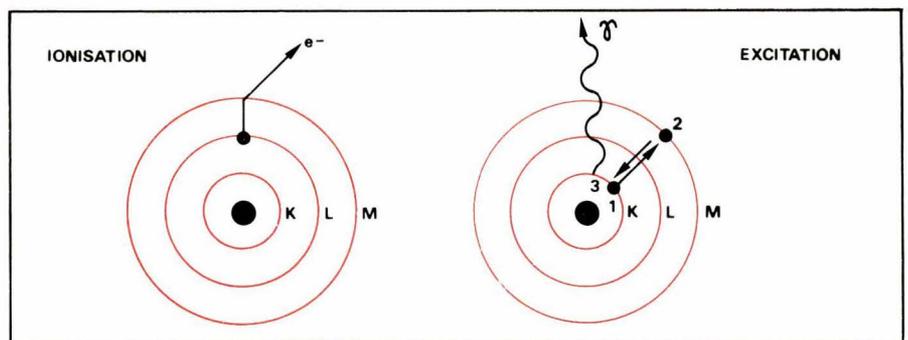


Fig. 3. — Interactions des rayonnements avec la matière. L'ionisation : extraction d'un électron. L'excitation : saut d'un électron d'une couche interne (1) sur une couche externe (2) ; le retour au niveau d'énergie inférieur (3) s'accompagne d'émission d'un rayonnement gamma.

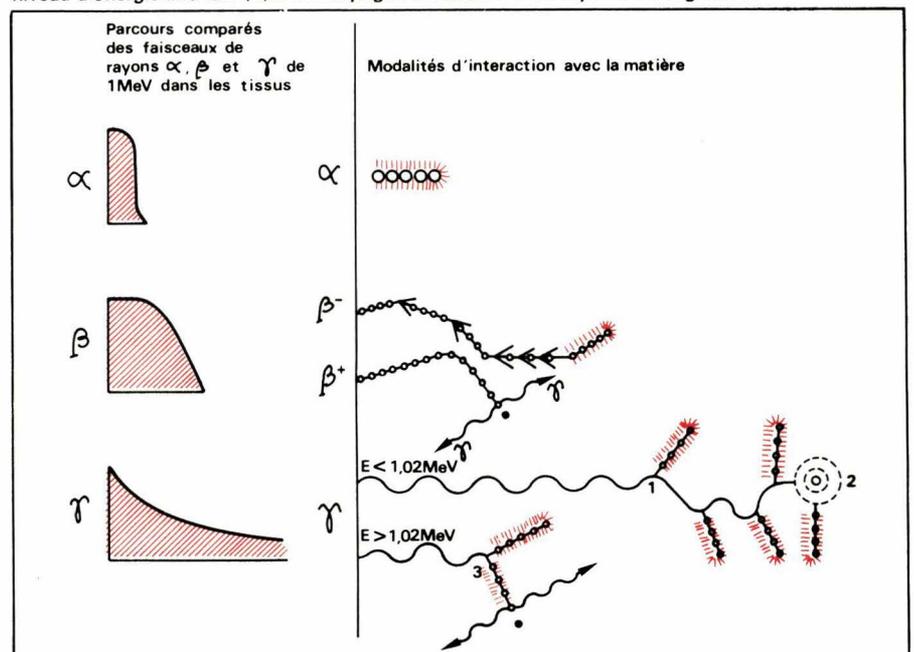


Fig. 4. — Représentation schématique des parcours et des interactions des rayonnements avec la matière, d'après Casey (explications dans le texte).

possibles entre 0 et une valeur maximale caractéristique d'un émetteur donné. Pour une particule bêta (moins) la trajectoire est sinueuse, les ionisations denses sont plus serrées en fin de parcours. Pour une particule bêta (plus) la trajectoire est similaire à la précédente mais en fin de parcours il y a annihilation (transformation masse-énergie) et émission de deux rayonnements  $\gamma$  dans des directions opposées.

Les photons  $\gamma$  conduisent à l'émission de raies d'énergie caractéristiques du radio-élément émetteur. Des photons de même énergie ont des parcours très différents selon la nature de leur interaction, et la loi régissant l'absorption d'un faisceau mono-énergétique est rigoureusement exponentielle. Selon l'énergie, la trajectoire est longue et l'ionisation faible. On peut noter une interaction (1) avec des électrons libres (effet Compton) ou une interaction (2) avec des électrons liés (effet photo-électrique). Avec une énergie plus élevée, on peut voir apparaître le phénomène de la matérialisation (3), avec création de 2 électrons ( $e^+$  et  $e^-$ ).

Vis-à-vis de la matière vivante, les particules  $\alpha$  et  $\beta$  ont des effets biologiques intenses mais limités. Ils offrent des possibilités thérapeutiques très grandes et leur détection à distance (par voie externe) est difficile sinon impossible, ce qui les rend impropres à la plupart des utilisations diagnostiques.

Les photons  $\gamma$ , par la grande dispersion de leur interaction primaire dans la matière, par la longueur de leur trajet, peuvent facilement être détectés par voie externe d'où leur intérêt dans le domaine du diagnostic.

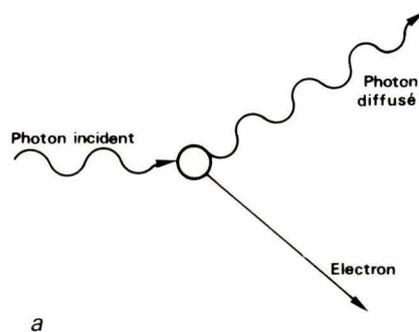
## De l'atome à la molécule

L'isolement de l'isotope radioactif du phosphore, en 1934, par Irène Curie et Frédéric Joliot a marqué le point de départ de la découverte de radio-éléments et surtout de la fabrication de radio-éléments artificiels.

L'application médicale de ces éléments est à la base de la médecine nucléaire. En effet, les radio-éléments ayant les mêmes propriétés chimiques que les atomes ordinaires non radio-actifs, il est possible de les intégrer à l'organisme sans que celui-ci fasse de distinction au cours du métabolisme. Leur radio-activité permet de les détecter en traces infinitésimales. Il est donc aisé de les

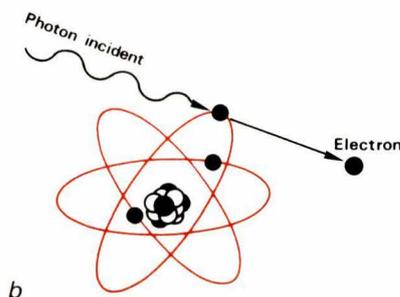
### Effet Compton

C'est l'interaction entre un photon et un électron, supposé libre. Une partie de l'énergie du photon incident est cédée à l'électron. Ce dernier est mis en mouvement, tandis que le photon, ayant perdu de l'énergie, voit sa fréquence diminuer. Après le choc, le photon et l'électron divergent selon certains angles par rapport à la direction du photon incident (fig. a).



### Effet photo-électrique

Contrairement à l'effet Compton, l'effet photoélectrique ne peut avoir lieu que sur un électron lié, et non pas sur un électron libre. Dans ce cas, un électron est éjecté d'un atome par un photon. Toute l'énergie du photon est transmise à l'électron. Le photon disparaît et l'électron éjecté possède l'énergie du photon diminuée de l'énergie de liaison de l'électron dans l'atome.



nombre atomique de la cible est plus grand. L'énergie communiquée à l'électron ne permet à celui-ci d'effectuer qu'un parcours faible, l'interaction est donc pratiquement ponctuelle (fig. b).

L'effet photoélectrique est d'autant plus fréquent que le

suivre au cours des réactions biochimiques. Comme ils se substituent aisément aux éléments naturels, on retrouve leur fixation élective dans certains organes, comme par exemple : l'iode pour la thyroïde, le calcium ou le phosphore pour les os, le sodium dans les liquides extra-cellulaires, etc.

Ces « traceurs », comme on les appelle, permettent d'étudier le cheminement de telle ou telle substance dans l'organisme, sous un aspect dynamique. Ils tracent les contours et la forme des organes récepteurs ou l'affinité de tel tissu biologique vis-à-vis de telle substance (tumeur par exemple). Il est possible aussi d'étudier le devenir de molécules complexes après les avoir, au préalable, « marquées ». C'est le cas, par exemple, de la sérum-albumine humaine marquée à l'iode 131 qui assure le dépistage des pertes en protéines au cours de certaines maladies gastro-intestinales (gastro-entéropathies exsudatives).

Il serait assez long d'examiner par le détail l'ensemble des problèmes médicaux résolus à l'aide des radio-éléments. Nous évoquerons quelques exemples significatifs avant d'aborder le matériel assurant la détection, le comptage et l'enregistrement des résultats.

### L'exemple de l'hématologie

Puisqu'il existe des ouvrages spécialisés abordant les aspects médicaux de la médecine nucléaire, nous n'avons pas l'intention de faire une description exhaustive de toutes les possibilités. Cependant il est intéressant d'examiner en détail quelques exemples afin de dégager la richesse d'une telle méthode.

Le sang est un bon exemple. Il se fabrique (organes hématopoïétiques : système réticulo-endothélial, moelle osseuse), il circule (système vasculaire) et se répartit dans tous les tissus et organes (visualisation de certains de ceux-ci) avant d'être récupéré après usage (rate). Au cours de ce périple, en choisissant judicieusement les traceurs radio-actifs, il est possible d'étudier le sang en tant que liquide vivant, la morphologie de certains organes et de diagnostiquer de nombreuses maladies.

Le volume du sang circulant est obtenu par la méthode des dilutions, soit de colorants, soit en marquant les globules rouges (hématies) au  $^{51}\text{Cr}$ . Dans le second cas, on injecte un échantillon, possédant une activité déterminée, dans la circulation et au bout de quelques minutes, une fois l'homogénéité obtenue, on pré-

lève 1 ml de sang total. Le calcul fournit aisément le volume sanguin. Si au préalable, on a déterminé le taux de globules rouges par rapport au sang total (hématocrite), il est possible d'avoir le volume globulaire et, par différence, le volume plasmatique. En fait, le volume plasmatique peut également être obtenu directement avec de l'albumine marquée à  $^{131}\text{I}$ , ou  $^{125}\text{I}$ .

L'une des caractéristiques particulières du sang est de contenir du fer dans la molécule d'hémoglobine. L'hémoglobine est le pigment respiratoire du globule rouge auquel ce dernier lui doit sa coloration. Rappelons que le globule rouge est connu également sous le nom d'hématie ou d'érythrocyte et que sa fabrication (formation) s'appelle l'érythropoïèse.

Pour suivre à la trace dans l'organisme le globule rouge on utilise le  $^{59}\text{Fe}$  sous forme de citrate ferreux. Notons que la ration quotidienne de fer est d'environ 15 mg, dont 10 % sont absorbés par l'intestin. Lorsque l'organisme augmente ses besoins en fer, c'est à travers la muqueuse intestinale que s'effectue le passage. De l'intestin, le fer est véhiculé jusqu'à la moelle osseuse, siège de la fabrication de l'hémoglobine. C'est donc un bon moyen de suivre le cheminement du *métabolisme du fer*. Toutefois, la différence existant entre le fer fixé dans l'hémoglobine et celui éliminé par les fèces ne donne pas toujours une image exacte de l'absorption du fer, car, dans certains états pathologiques, du fer se fixe dans les tissus, faussant ainsi un bilan qui se veut un peu trop mathématique.

La *distribution* du  $^{59}\text{Fe}$  dans l'organisme, après injection, s'effectue au moyen de sondes placées en différents endroits : au niveau du sacrum pour la fixation dans la moelle osseuse, dans la région précordiale pour la fixation plasmatique, au niveau du foie ou de la rate. Ainsi, par exemple, la radio-activité au niveau du sacrum est stationnaire durant 1 ou 2 jours, puis il y a décroissance. L'allure des courbes est significative d'un état physiologique ou pathologique. Au niveau des globules rouges, la radio-activité apparaît de 7 à 10 jours après l'injection et au niveau du sang périphérique, il s'agit bien entendu des globules rouges nouvellement formés.

La mesure de la *durée de vie des hématies* (estimée à 120 jours par les méthodes conventionnelles — agglutination différentielle) peut se faire en marquant tous les globules rouges d'une population d'âge quel-

conque. Leur disparition au fil du temps et leur remplacement par des globules rouges plus jeunes permet d'évaluer statistiquement leur durée de vie moyenne. On emploie pour cela le  $^{51}\text{Cr}$ , et le diisopropylfluorophosphate  $^{32}\text{P}$ . Il existe une autre méthode qui consiste à marquer des globules rouges nouvellement formés. On utilise pour cela des marqueurs comme la glycine  $^{14}\text{C}$ , la glycine  $^{15}\text{N}$  et le  $^{59}\text{Fe}$ .

Il faut avoir présent à l'esprit qu'à chaque heure qui s'écoule, plusieurs milliards de globules rouges meurent et sont remplacés par d'autres. Suivre ce remplacement dans son aspect dynamique fournit de précieux renseignements sur le déroulement d'une anémie ou d'un processus hémolytique.

La *visualisation de la moelle osseuse* est également un moyen d'évaluer la vitalité d'un tissu dont l'importance est capitale puisqu'il fabrique les globules rouges. Si le  $^{59}\text{Fe}$  ne se prête pas à la scintigraphie, le  $^{52}\text{Fe}$  en revanche fournit une bonne image à condition d'utiliser une caméra à positons ; malheureusement, sa courte durée de vie (période de 8,3 h), oblige à travailler à proximité de la source de production.

Parmi les organes participant à la vie des globules rouges, la rate a la *priviège* de stocker les hématies en cas de besoin, mais aussi de détruire celles dont la vie est terminée afin d'en récupérer notamment le fer. La visualisation de la rate (scintigraphie splénique) s'effectue avec un composé organique mercuriel : le 1-mercure-2-hydroxypropane (MHP) marqué au mercure 197 (fig. 5).

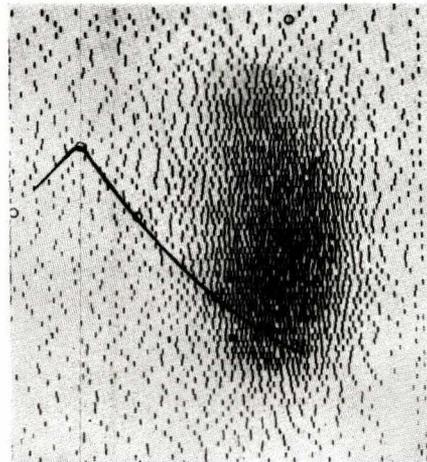


Fig. 5. — Scintigramme d'une rate normale visualisée au moyen du bromomercure-1-hydroxy-2-propane (mercure 197). Doc. Service hospitalier F. Joliot-Orsay.

L'astuce biochimique du processus consiste en la fixation de ce composé sur les groupes sulfhydryl des membranes entourant les globules

rouges. Les globules rouges ainsi marqués sont réinjectés dans la circulation et ils se fixent notamment dans la rate que l'on peut ainsi visualiser. Malheureusement on retrouvait également une radio-activité au niveau du foie et des reins. Par conséquent l'emploi du MHP a donc des indications très limitées, il est remplacé par le technétium 99 m ou l'indium 113 m liés à des substances colloïdales.

Afin de rester dans le domaine de l'hématologie, nous dirons quelques mots de *l'anémie de Biermer*. C'est une anémie d'origine inconnue caractérisée par une diminution considérable du nombre des globules rouges, leur augmentation de volume et leur teneur plus grande en hémoglobine. Son évolution était autrefois mortelle en 2 ou 3 ans mais le pronostic est maintenant transformé par l'usage de la vitamine  $\text{B}_{12}$ . La réalité est un peu plus complexe car cette anémie correspond en fait à la difficulté pour un sujet d'absorber la vitamine  $\text{B}_{12}$ , par suite de la carence en un facteur intrinsèque particulier. Par conséquent, il ne suffit pas d'administrer seulement de la vitamine  $\text{B}_{12}$  mais également, conjointement, ce facteur intrinsèque si l'on veut traiter efficacement un « biermérien ».

Physiologiquement, ce facteur intrinsèque est synthétisé par la muqueuse gastrique. L'ablation totale ou partielle de cette muqueuse, ou un défaut de sécrétion, se traduira par une déficience en vitamine  $\text{B}_{12}$ . Cette carence n'a donc pas la même origine que celle que l'on rencontre au cours des difficultés d'absorption au niveau de l'intestin.

La vitamine  $\text{B}_{12}$  contient dans sa molécule un atome de cobalt (hydroxycobalamine). On fait donc appel au  $^{57}\text{Co}$ , dont la durée de vie est courte, et l'on effectue les mesures au niveau de l'élimination urinaire. Normalement l'excrétion est importante, en revanche elle est nettement plus faible chez les sujets atteints d'anémie de Biermer.

## L'iode et la thyroïde

Nous aurions pu commencer le chapitre des applications médicales avec l'iode et l'étude de la fonction thyroïdienne car déjà en 1950 de nombreux travaux étaient publiés. L'exploration fonctionnelle de la glande au moyen de l'iode  $^{131}\text{I}$  ou  $^{125}\text{I}$  permet l'étude du stockage mais aussi de la circulation des hormones. L'examen scintigraphique donne la morphologie de la thyroïde ; cela est très important dans la mesure où aucune autre méthode

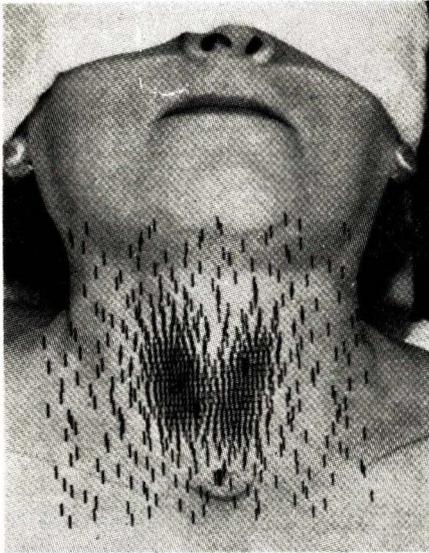


Fig. 6. — Photocartographie d'une thyroïde normale chez une femme de 58 ans. Iode 131 (doc. Mécaserto).

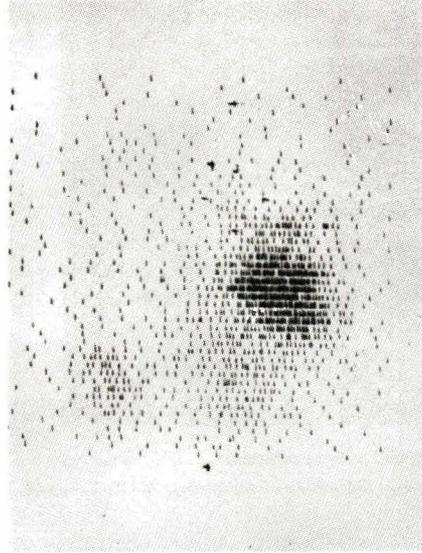


Fig. 7. — Goitre polynodulaire. L'iode 131 se localise au niveau de l'un des nodules du lobe gauche de la thyroïde.

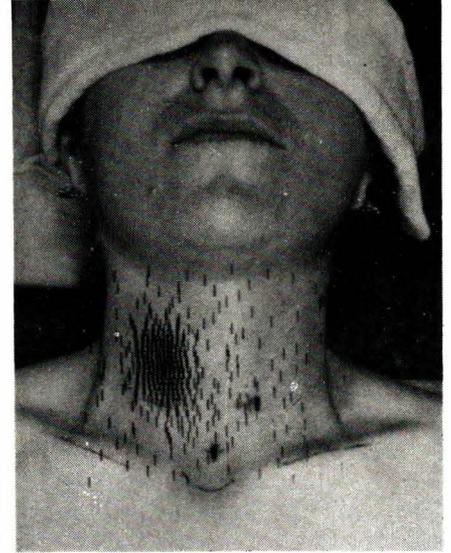


Fig. 8. — Photocartographie d'un adénome toxique du lobe droit de la thyroïde chez une femme de 43 ans. Iode 131 (doc. Mécaserto).

ne peut donner une image de la glande. D'ailleurs, il est possible de superposer le scintigramme à la photographie du patient de façon à bien visualiser la glande dans son contexte anatomique (fig. 6).

Pour une glande thyroïdienne normale, l'image représente deux lobes elliptiques de densité homogène, soit très rapprochés, soit reliés par un pont. A l'état pathologique, l'image peut se présenter très diversement. Dans le goitre par exemple, le glande peut être très augmentée et dans ce cas la répartition de l'iode n'est pas très homogène (fig. 7). Dans l'hyperthyroïdie, ou la thyroïdite, l'image est souvent normale (fig. 8). En revanche, lorsqu'il y a présence de nodules, l'image présente la plupart du temps une zone non radio-active dite « froide » qui correspond aux limites observées au cours de la palpation. Ces nodules sont peu souvent cancéreux (seulement dans 10 à 15 % des cas) et, en règle générale, l'image des cancers thyroïdiens n'est pas caractéristique.

Rappelons cependant que l'iode n'est pas le seul traceur utilisé pour la thyroïde et que depuis une quinzaine d'années on emploie également le technétium 99 m.

## Le foie

Afin de terminer notre rapide tour d'horizon, nous évoquerons la scintigraphie hépatique. C'est une méthode atraumatique qui permet de diagnostiquer les lésions macroscopiques. On utilise soit des substances qui se fixent sur les cellules polygonales, soit des substances comme

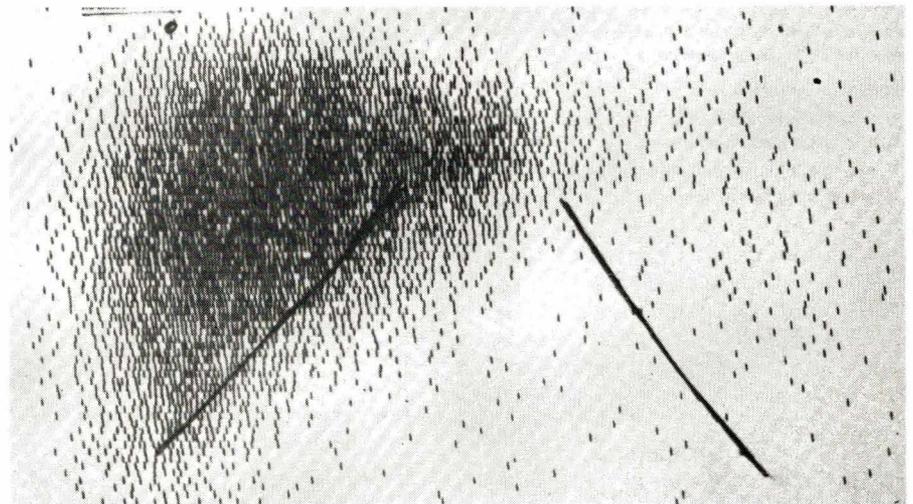


Fig. 9. — Foie normal, scintigramme de face à l'or colloïdal 198.

l'or 198 ou le technétium 99 m qui se fixent sur les cellules de Kupffer (fig. 9). On obtient une image qui donne la forme, les dimensions et la densité du tissu hépatique. Cela permet d'individualiser de nombreuses affections hépatiques mettant en jeu la forme (abcès, tumeurs), la localisation (déplacement par présence de tumeurs voisines, ascite, abcès sous-phrénique) ou la texture du tissu hépatique (processus infiltrant, cirrhose).

## L'appareillage en médecine nucléaire

Après avoir placé dans l'économie de l'organisme des substances radioactives, encore faut-il être en mesure de les détecter, de les localiser avec précision et ensuite d'évaluer l'intensité de l'émission radioactive. Il ne faut pas oublier que le rayonnement émis par les radioéléments,

avant d'atteindre un détecteur, traverse les tissus sur une longueur plus ou moins grande. Lorsque se déroule ce processus, aussi bien dans le temps que dans l'espace, divers phénomènes se produisent. En premier lieu, le détecteur reçoit le rayonnement primaire et diffusé venant du radioélément introduit dans le tissu à examiner. Ensuite, ce radioélément se retrouve, en quantité moindre, dans les tissus voisins et émet un rayonnement parasite. Enfin il y a un bruit de fond correspondant à la radioactivité ambiante, au rayonnement cosmique.

C'est donc essentiellement le rayonnement primaire et diffusé venant du tissu (ou de l'organe) à examiner qu'il faut isoler et détecter.

### Le collimateur

Le collimateur est l'équivalent de l'objectif en photographie traditionnelle. Les caractéristiques du colli-

mateur lui permettent de limiter le champ, de déterminer son pouvoir séparateur et de définir sa sensibilité. Le collimateur est un bloc de plomb (fig. 10) percé d'un ou de plusieurs trous.

Dans le cas des appareils assurant le balayage de l'objet, le collimateur à trou d'aiguille (fig. 10a) fournit une image agrandie de la région explorée et convient surtout aux petites zones à examiner. Avec plusieurs canaux convergents (fig. 10d) il y a focalisation du rayonnement, d'où augmentation de sa sensibilité, mais la définition est optimale au niveau du plan focal.

Dans le cas des appareils fixes on utilise un collimateur à trois canaux (fig. 10b) où le canal central fournit une image agrandie de l'objet. Les canaux latéraux fournissant une image encore plus agrandie des parties latérales de l'objet. On utilise aussi très couramment un collimateur de grande surface comprenant de nombreux canaux parallèles (fig. 10c) ou divergents, dont le but est d'augmenter la sensibilité, sans focalisation. La surface de l'image obtenue est donc indépendante de la distance objet-collimateur, toutefois la définition est moins bonne si l'objet est éloigné.

### Les détecteurs

Une fois collecté, le rayonnement doit être détecté et c'est l'effet photoélectrique qui fournit le moyen de sélectionner les électrons photoélectriques des électrons Compton (encadré p. 76). C'est donc par un phénomène d'ionisation ou d'excitation qu'il sera possible de mettre en évidence les tissus ou les organes examinés. Le problème de la détection a considérablement évolué au cours de ces dernières années et il est intéressant de faire un rapide tour d'horizon.

Tout d'abord il faut savoir qu'une particule tombant sur un détecteur déclenche à ses bornes une impulsion électrique. Celle-ci se présente sous la forme d'une courbe exponentielle atteignant une certaine amplitude. C'est le nombre d'impulsions par unité de temps qui représente le taux de comptage. A celui-ci s'ajoute le bruit de fond, dont il faut tenir compte.

Les détecteurs se classent en deux grands groupes : ceux faisant appel aux phénomènes d'ionisation (dans les gaz ou dans les solides) et ceux faisant appel aux phénomènes d'excitation (scintillateurs).

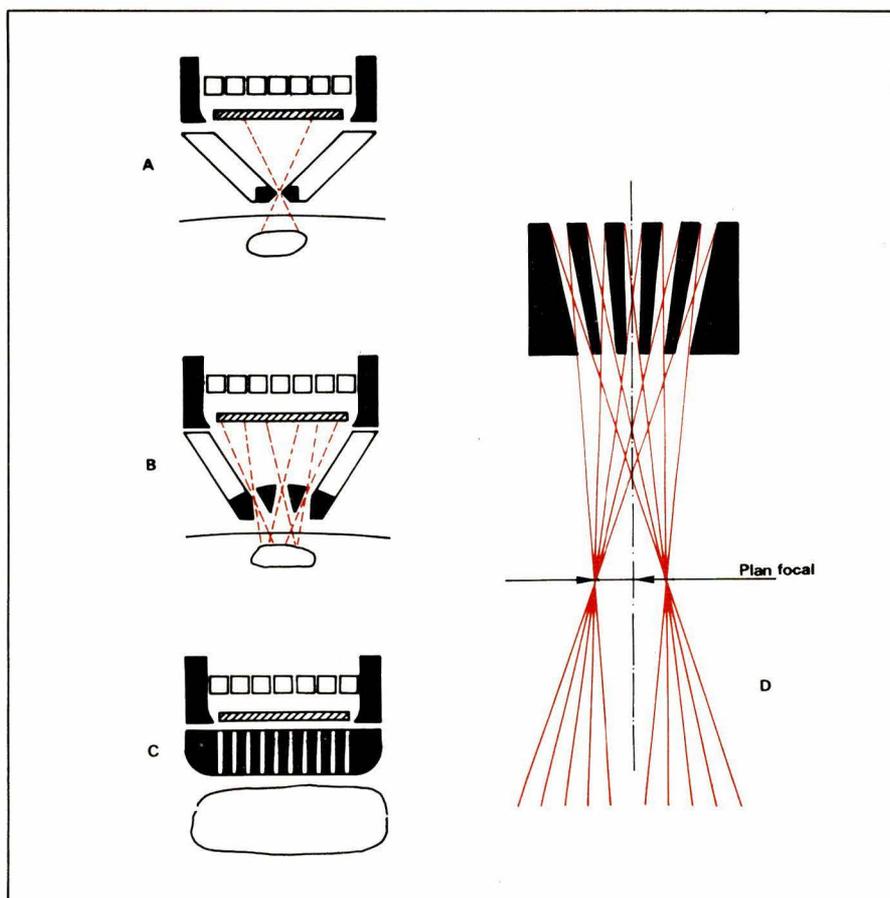


Fig. 10. — Collimateurs à trous d'aiguille : A, 1 trou, et B, 3 trous. Collimateurs à canaux parallèles (C) et à canaux convergents pour scanners (D).

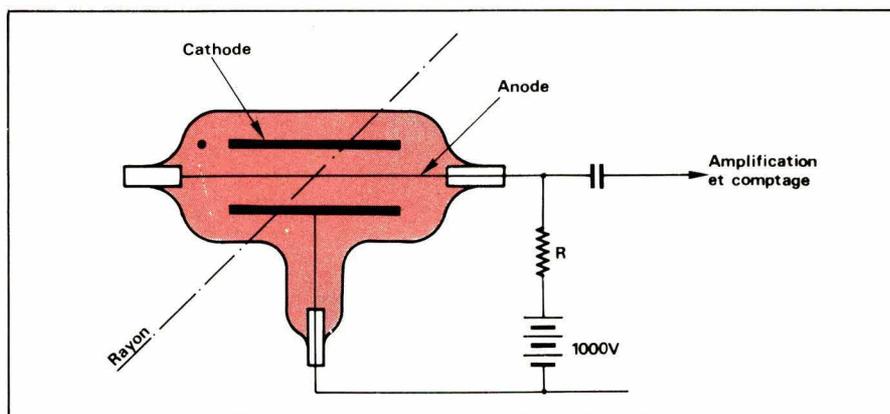


Fig. 11. — Principe du compteur de Geiger-Müller.

### Ionisation en milieu gazeux

Pour convertir l'énergie radioactive en grandeurs électriques facilement mesurables, après étalonnage, on utilise les propriétés des tubes à gaz dont la caractéristique est de laisser passer un courant dès que le gaz qu'ils contiennent est ionisé. Le rendement de ces tubes dépendra de leurs caractéristiques internes et de la nature du rayonnement qui les traverse. Le plus ancien appareil utilisant ces propriétés est le compteur Geiger-Müller, inventé en 1908 par Geiger et Rutherford et amélioré ensuite par Geiger et Müller, jusqu'en

1928 où il acquit sa forme à peu près définitive.

Schématisé par la figure 11, ce compteur permettait de détecter et de mesurer les radiations électromagnétiques (rayons X et gamma), de détecter et de compter les rayons corpusculaires (alpha et bêta). Lorsque le rayonnement traversait le tube, il provoquait une décharge brève entre la cathode et l'anode. Pour les radiations électromagnétiques le rendement n'était que de quelques pour cent, mais pour les rayons corpusculaires, il était de cent pour cent ; la très faible inertie de ce tube permettait de compter jusqu'à 10 000 particules par seconde.

Ces détecteurs sont maintenant abandonnés, depuis l'arrivée des compteurs à scintillation.

## Ionisation en milieu solide

On sait depuis longtemps qu'une jonction PN (silicium ou germanium) est sensible à la lumière (photodiode). Il était tout naturel de penser qu'une telle jonction serait également sensible à des rayonnements d'autre nature (fig. 12). La jonction est branchée en inverse et la tension appliquée se retrouve presque intégralement aux bornes de celle-ci. Au droit de la jonction, il règne un champ électrique très important.

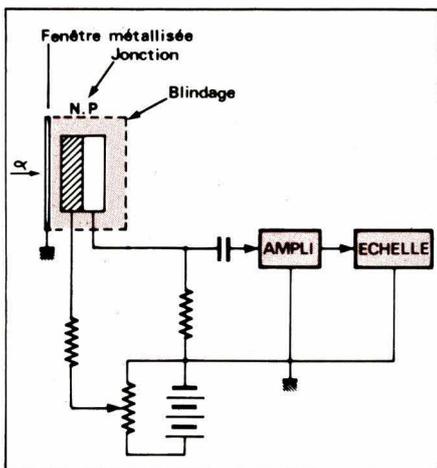


Fig. 12. — Exemple de détecteur à jonction pour rayonnement alpha.

Il existe toutes sortes de jonctions (exemple diode PiN refroidie à l'azote liquide) avec de très bons pouvoirs de résolution. Toutefois, leur efficacité ne vaut pas celle des compteurs à scintillation.

## Excitation en milieu solide

Les rayonnements sont parfois très pénétrants et souvent, ils tra-

versent le compteur sans provoquer d'ionisation. On tourne la difficulté en exposant à ces rayonnements un scintillateur. Le scintillateur (fig. 13) comporte une substance luminescente dont la propriété est de transformer l'énergie des particules constituant le rayonnement en photons de faible longueur d'onde. A cette substance photo-émissive succède une cathode, puis un système optique qui permet de concentrer les particules émises. Ce faisceau concentré pénètre dans un photomultiplicateur dont les électrodes spéciales (dynodes) fournissent une émission secondaire, qui s'amplifie de dynode en dynode, pour aboutir finalement à la dernière après laquelle une anode recueille le courant de sortie. Celui-ci est repris par un système d'amplification et de comptage.

Le sulfure de zinc contenant une impureté à l'état de trace fut le premier scintillateur et il est encore utilisé en détection alpha. Pour les rayons bêta, on emploie également les plastiques (par exemple : le tétraphénylbutadiène dissous dans du polystyrène) qui peuvent être moulés et travaillés facilement. En spectrométrie gamma on emploie l'iodure de sodium activé au thallium (NaI (Tl)). C'est un monocristal, d'un nombre atomique élevé assurant par conséquent un effet photoélectrique important. Il possède une bonne efficacité et un pouvoir de résolution acceptable. Ce monocristal est présent dans la plupart des appareils de médecine nucléaire.

## Lecture et interprétation

Une fois détectées, les particules constituant les rayonnements fournissent des impulsions dont on peut augmenter l'amplitude au moyen de préamplificateurs ou d'amplifica-

teurs. Le gain peut atteindre 10 000. Chaque impulsion est prise en compte dans un circuit « échelle » où l'emploi de multivibrateurs bistables assure le comptage dans des rapports 10, 100, 1 000... et affiche les unités, les dizaines, les centaines...

Dans certains montages, on emploie également des circuits de coïncidences où une impulsion n'est prise en compte que si une seconde impulsion arrive simultanément. On rencontre de tels montages dans les appareils à double détecteurs pour l'examen d'organes épais. Lorsqu'un positon s'annihile, il émet deux photons recueillis par les deux détecteurs montés en coïncidence. Il est ainsi possible de localiser dans l'espace l'émetteur du positon en mesurant l'intervalle de temps séparant les deux impulsions (connaissant la position des détecteurs).

On trouve également dans les circuits associés aux détecteurs des sélecteurs d'amplitude, notamment en spectrométrie gamma, permettant de rejeter les impulsions indésirables (électron Compton par exemple). En partant de cet ensemble : collimateur-détecteur, nous arrivons maintenant à l'appareillage proprement dit. En effet, deux techniques se présentent : d'une part un détecteur qui balaye toute la surface à examiner (un peu comme un écran de télévision), c'est le scintigraphe ou scanner. D'autre part, une batterie de détecteurs donnant une vue globale de la surface à examiner, c'est l'appareillage fixe : la gamma-caméra.

## Les scintigraphes

Ce furent les premiers appareils que l'on a pu voir sur le marché. La scintigraphie fut décrite en 1951 par Cassen et coll. Nous passerons rapidement sur l'historique pour ne citer que le scintigraphe MO 4 de Méca-serto (fig. 14) sorti en 1959 et dont

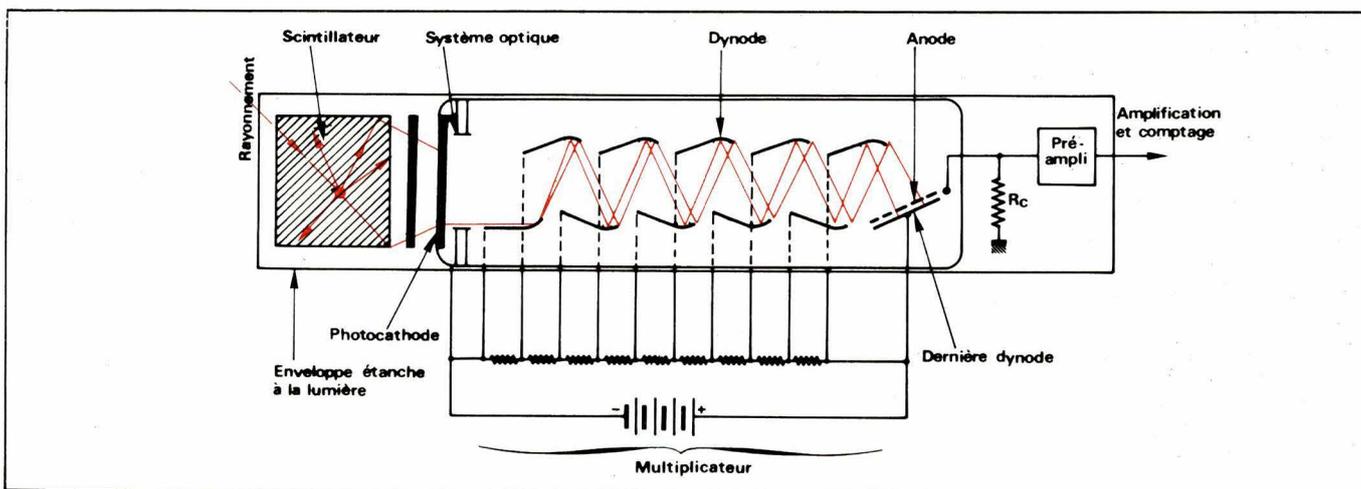


Fig. 13. — Schéma du compteur à scintillation.

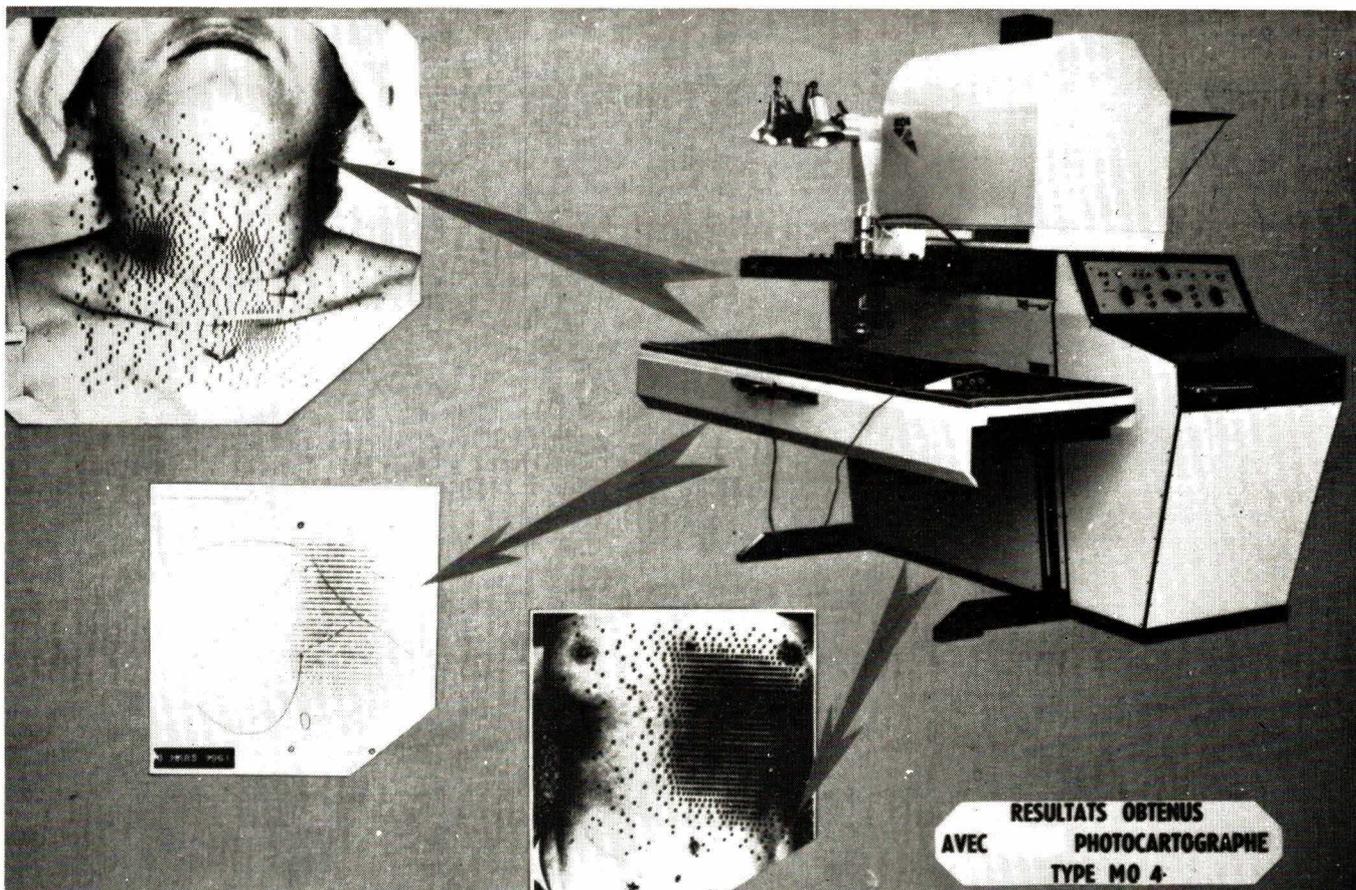


Fig. 14. — Scintigraphe MO 4 avec sortie des résultats en noir et blanc superposable à la photo du patient (doc. Mécaserto 1959).

la version couleur (fig. 15) est apparue en 1962.

Décrit à cette époque par P. de Vernejoul, le principe de l'appareil (fig. 16) est resté valable. Il comporte un détecteur composé d'une sonde à scintillation animée d'un mouvement suivant deux directions rectangulaires de telle sorte qu'il

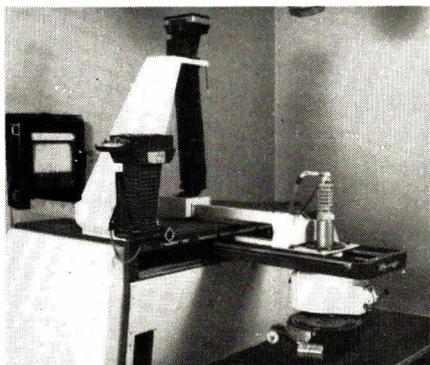


Fig. 15. — Scintigraphe MO 4 C équipé d'un système de sortie des résultats sur Polaroid couleur (doc. Mécaserto 1962).

puisse balayer à vitesse uniforme, suivant une série de lignes équidistantes, l'organe à étudier. L'électronique est essentiellement composée d'un spectromètre permettant de faire un choix entre les impulsions d'énergies différentes venant du détecteur. Pour un nombre déterminé d'impulsions, un signal est transmis à l'inscripteur.

L'inscripteur est solidaire du cha-

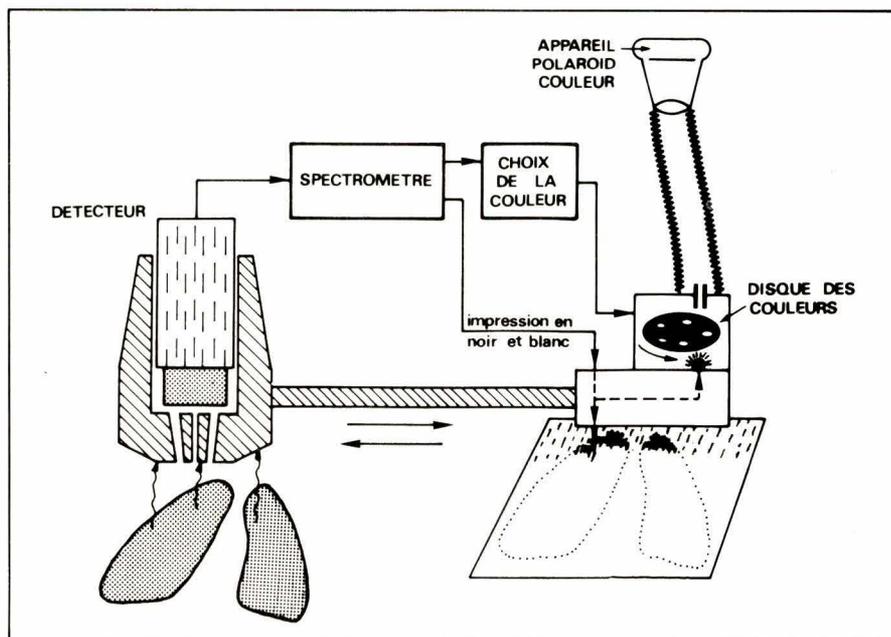


Fig. 16. — Schéma de principe d'un scintigraphe (d'après P. de Vernejoul et coll.).

riot du détecteur et matérialise sur le document les lignes du balayage. Ce document peut être une simple feuille de papier et, dans ce cas, l'inscripteur est un dispositif à plume marquant un petit trait perpendiculaire à la ligne de balayage. Le nombre de ces traits par unité de longueur, est proportionnel à la radioactivité de la région de l'organe considéré. A la fin de l'examen, l'ensemble des lignes et des traits per-

pendiculaires réalise sur la feuille de papier une image de la répartition de la radioactivité dans l'organe. Une amélioration peut être apportée par une inscription colorée dont la couleur est représentative en chaque point du niveau de la radioactivité locale. L'ordre de changement de couleur est donné par une adresse électronique sans constante de temps, le changement de couleur étant effectué par l'intermédiaire

d'un disque supportant les différents filtres colorés et tournant à très grande vitesse. Ce dispositif permet, au moyen d'une technique d'inscription photographique sur film en couleur, d'effectuer des images en couleur dans des conditions telles que l'inertie de l'ensemble peut être négligée.

Actuellement, on trouve sur le marché des appareils moins encombrants, mobiles, permettant d'intervenir au lit du malade, c'est le cas du scintigraphe MO 2 P de *Mécaserto* (fig. 17 et 18). Cela est important notamment chez les grands malades dont les déplacements comportent des risques (traumatismes crâniens, embolie pulmonaire...).

Après détection on peut traiter l'information de diverses manières. Ainsi, le traitement numérique présente des avantages comme le souligne *M. Tubiana* et *R. Perez* dans les études effectuées au niveau de la thyroïde. Il permet, après étalonnage, de mesurer la fixation du radioélément au niveau de l'ensemble de la glande ou des régions voisines après correction éventuelle pour radioactivité extrathyroïdienne. Il est possible également de calculer la surface de projection de chacun des lobes de la glande, de traiter l'image (lissage, filtrage numérique) et enfin de choisir un mode de présentation facilitant son interprétation : courbes d'isocomptage, diagrammes de niveaux ou présentation tridimensionnelle (fig. 19).

Il existe une autre façon de voir les choses : en alignant plusieurs dé-

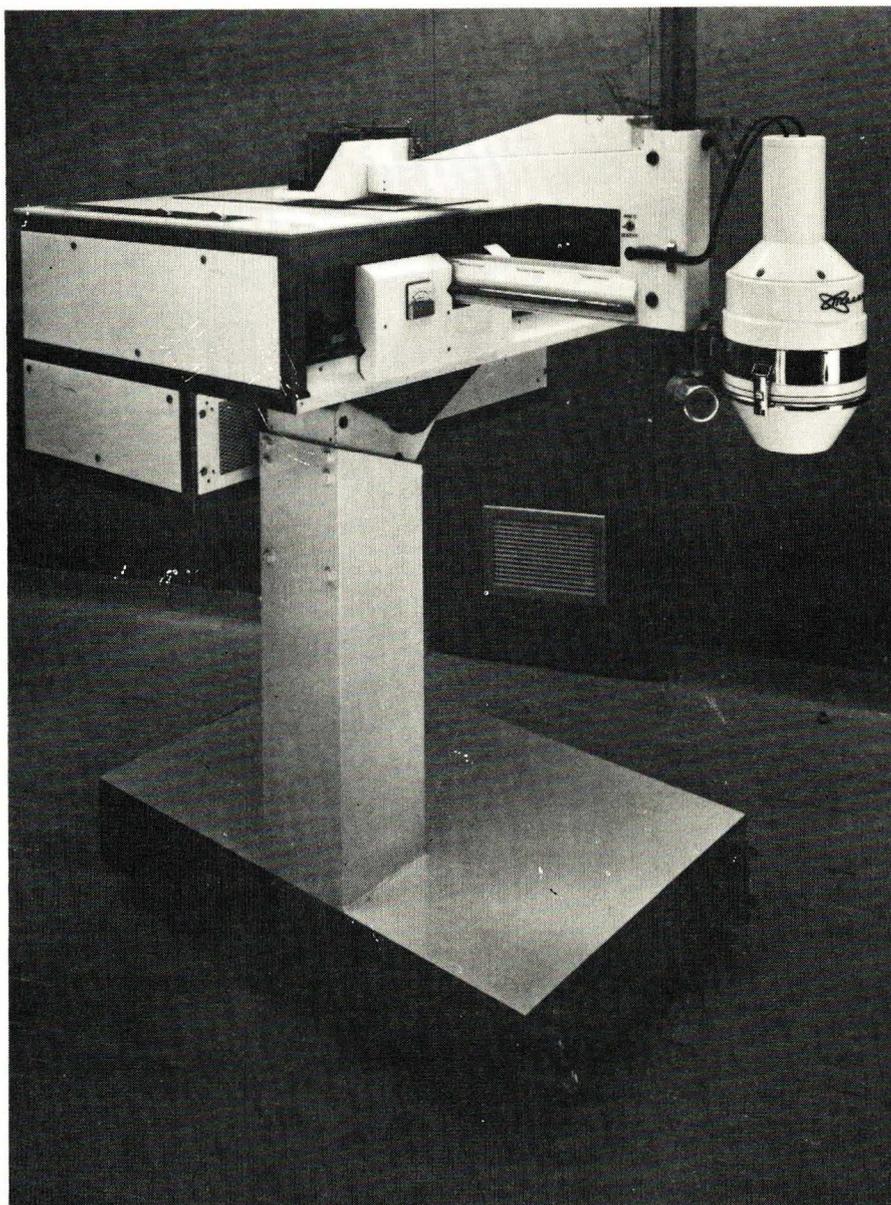


Fig. 17. — Scintigraphe type MO 2 P, vue côté détecteur (doc. Mécaserto).

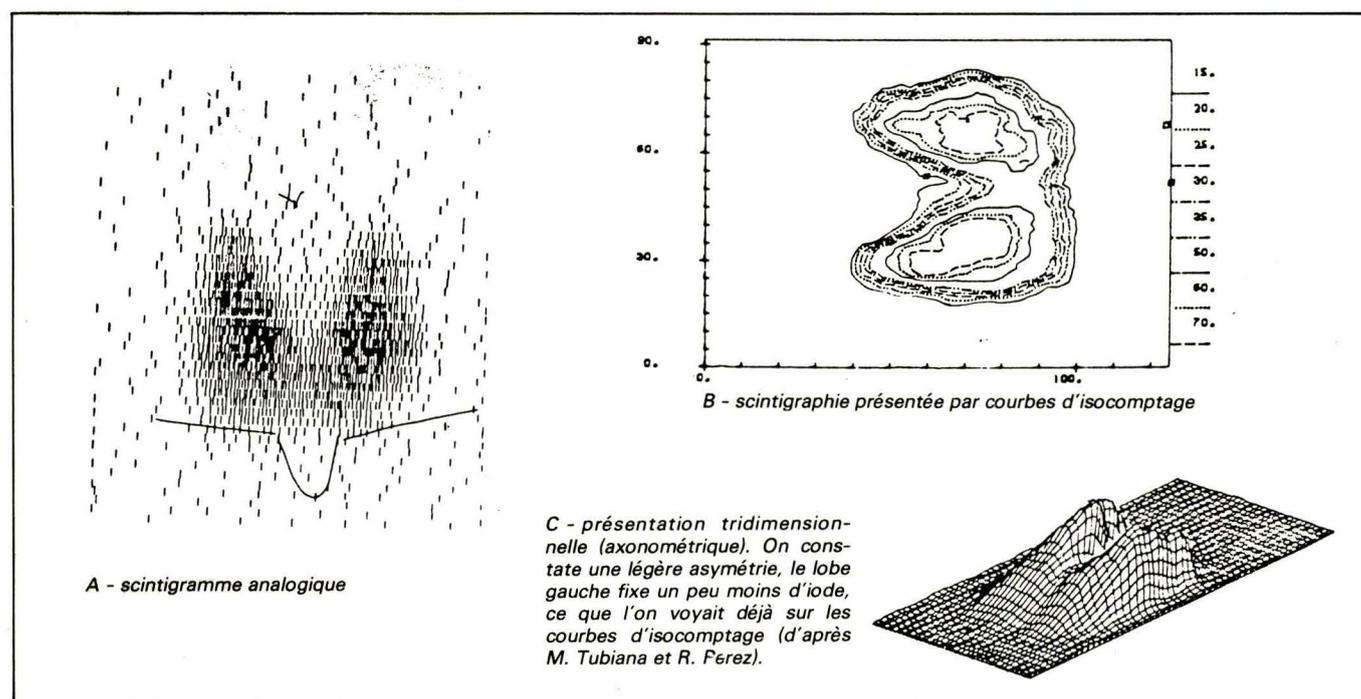


Fig. 19. — Thyroïde normale.

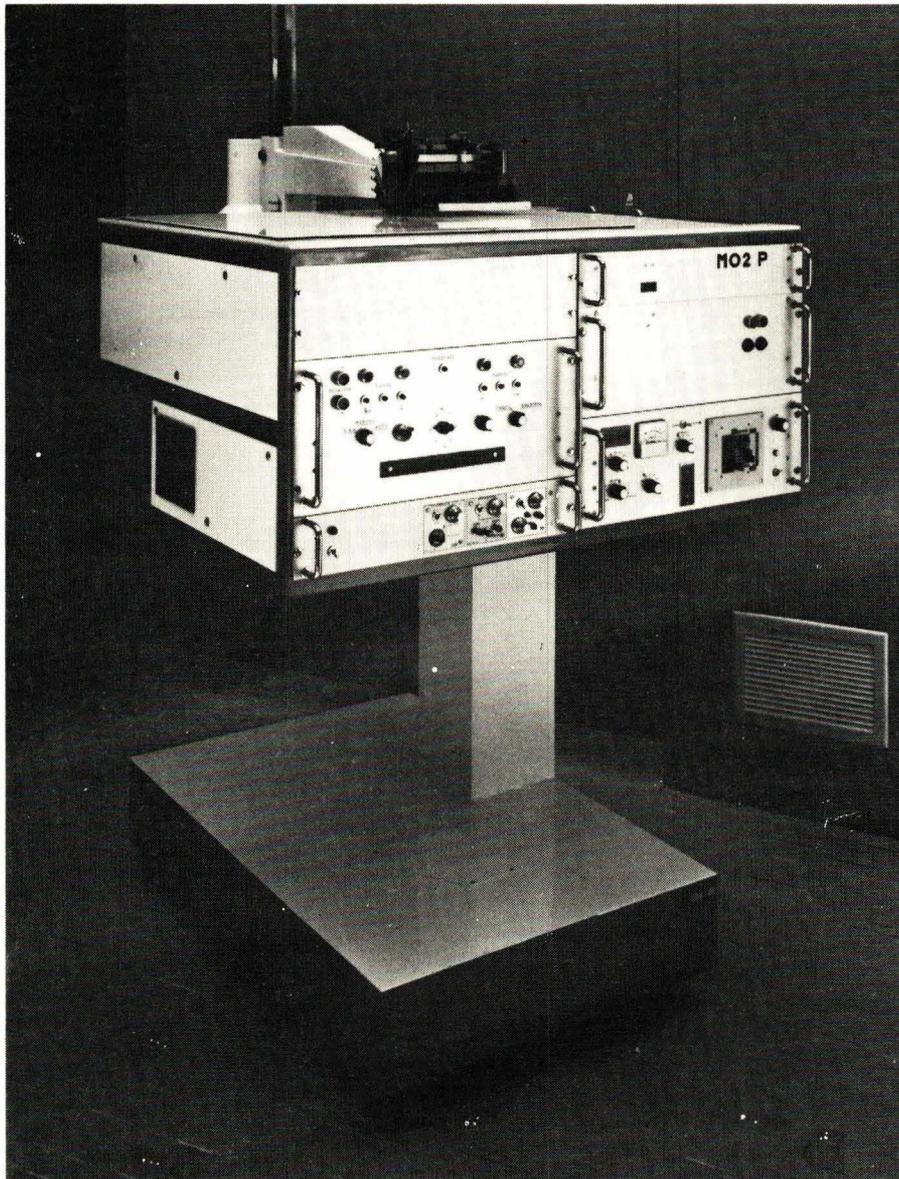


Fig. 18. — Scintigraphe type MO 2 P, vue du pupitre de commande (doc. Mecaserto).

tecteurs sur une rangée, on peut connaître la radioactivité totale sur une bande étroite. En déplaçant toute la rangée transversalement, on réalise un balayage avec un gain de temps, c'est ce que proposa Anger en 1953.

### Les gamma — caméras

En utilisant un scintillateur de grande dimension (monocristal de NaI (TI) d'une trentaine de centimètres de diamètre) placé derrière un collimateur à multicanaux parallèles, une batterie de détecteurs permet d'avoir une vue globale du champ examiné. Il est certain que ce montage nécessite un réglage du couple scintillateur-photomultiplicateur de façon à ce que des photons de même énergie produisent des impulsions de même amplitude.

Un tel système nécessite plusieurs photomultiplicateurs couvrant

la surface du scintillateur. Ensuite, ces photomultiplicateurs sont pris en charge par un circuit de comptage qui assure pour chacun de ceux-ci une position précise que l'on retrouve sur l'écran de visualisation.

La gamma-caméra donne une image globale immédiate et permet d'effectuer des mesures cinétiques. Le seul reproche que l'on pourrait faire est son champ insuffisant, mais les études en cours laissent à penser la mise au point prochaine de monocristaux d'un plus grand diamètre. L'augmentation du nombre de photomultiplicateurs est indispensable si l'on veut conserver la définition qui, cependant, n'est pas très bonne. Actuellement, ce type de caméra est riche en promesses pour l'avenir de la médecine nucléaire.

### La chambre à étincelles

La chambre à étincelles de Lan-siart et Kellershohn est un compteur

correspondant schématiquement à une triode, c'est-à-dire une cathode traversée par les photons en incidence ; une maille fine centrale transparente pour les électrons, et l'anode. La détection a lieu par effet mur de cathode et dans le vide de la grille de la cathode par ionisation du gaz y étant contenu.

Les trajectoires vers la grille des électrons libérés dans l'ionisation du gaz sont substantiellement parallèles au champ, et le temps de transit des électrons se monte à quelques microsecondes.

Les électrons traversent la grille. Le champ entre la grille et l'anode est moins élevé de quelques pour cent que le champ disruptif dans le premier vide : l'éclat des électrons traversant la grille est suffisant pour causer une étincelle le long de sa trajectoire dans le vide, de la grille à l'anode.

Cette méthode a deux avantages sur la méthode à deux électrodes :

- Les électrons « effectifs » sont ceux apparaissant sur le même niveau, la grille : leurs trajectoires du départ de la grille à l'anode sont ainsi égales, et leurs multiplications également. Cela signifie que pratiquement aucune information n'est perdue, ce qui n'est pas le cas dans la méthode à deux électrodes, en raison de la « perte » des électrons libérés vers le côté anode du vide.

- Le contenu du gaz joue un rôle significatif dans la détection. En effet, avec les photons atteignant 100 keV d'énergie, et utilisant un contenu de xénon, l'ionisation du gaz est un facteur de détection prépondérant.

Le fonctionnement peut se résumer ainsi. Les potentiels respectifs des trois électrodes sont : 0 V sur la cathode, + 100 V sur la grille, + 7 kV sur l'anode (valeurs approximatives). La distance grille-anode et la différence de potentiel entre ces électrodes sont telles que le champ électrique n'est que de quelques pour cent inférieur au champ disruptif.

Les photons issus de la source, de direction parallèle à l'axe du collimateur, traversent la cathode et sont détectés dans l'espace cathode-grille. Ils ionisent le gaz de remplissage ; sous l'effet du champ électrique, les électrons secondaires produits traversent la grille. Cette bouffée d'électrons est suffisante pour déclencher une étincelle entre la grille et l'anode, dont le point d'impact sur l'anode (transparente par construction) est visible d'un ob-

servateur ou d'un appareil photographique regardant la partie supérieure de la chambre.

A un instant donné n'éclate qu'une seule étincelle. Une succession d'étincelles apparaît sur une zone de l'anode dont les contours sont la projection orthogonale sur la cathode du corps radio-actif. Le nombre d'étincelles qui ont jailli sur un élément de surface de cette zone pendant un temps déterminé est proportionnel à l'intensité du rayonnement émis par l'élément de surface projeté correspondant du corps radio-actif. On conçoit que, pour exploiter la méthode, il faille intégrer les effets successifs des étincelles à l'aide d'un appareil photographique supporté par un cône placé au-dessus de la chambre à étincelles. Le temps de pose est choisi de façon à ce que, compte tenu de la fréquence moyenne des étincelles, l'image obtenue soit suffisamment définie.

Ainsi, en résumé, la chambre à étincelles remplit simultanément deux fonctions : l'amplification du rayonnement et la conversion de longueur d'onde : d'une longueur d'onde très courte au spectre visible.

Pour éviter une croissance trop rapide et dangereuse de l'ionisation sous l'effet des photons, le gaz de remplissage est constitué par un mélange de xénon (environ 95 %) et de méthylal.

Il est nécessaire d'adjoindre à la chambre un dispositif électronique à action rapide dont le rôle est d'éteindre l'étincelle très peu de temps après sa naissance (quelques dizaines de nanosecondes) dans le double but :

- de diminuer la vitesse de vieillissement du milieu gazeux de la chambre, par réduction de l'énergie mise en jeu dans chaque étincelle. Il est ainsi possible d'allonger le temps d'utilisation avant le renouvellement du gaz de remplissage ;
- d'accroître la finesse de l'image, une étincelle trop énergétique pouvant donner sur l'anode une trace « écrasée ».

## Appareillage spécifique

Dans le domaine du diagnostic, la médecine nucléaire apporte des solutions spécifiques. Ainsi dans la mesure du métabolisme cérébral régional on fait appel à la mesure du débit sanguin cérébral au moyen du xénon 133. Rappelons brièvement la

méthode (voir « Electronique Applications » n° 17). Le malade est allongé sur le lit d'examen et une perfusion de sérum physiologique est mise en place dans une veine brachiale. Les détecteurs à scintillation supportés par une auréole et un cimeter sont ensuite mis en place et leur position exactement repérée. 13 détecteurs sont ainsi répartis sur chaque hémicrâne. L'injection de xénon 133 se fait à l'aide d'un injecteur automatique durant une minute. L'air exhalé est recueilli par une pièce buccale étanche placée dans la bouche du sujet, les narines étant obturées. Cet air est conduit vers une chambre munie de valves qui emmagasine durant une très courte période l'air de la fin d'expiration. La radioactivité de cet échantillonnage est mesurée par un compteur à scintillation fixé sur cette chambre. Cette mesure est rendue indispensable car le taux de recirculation artérielle du xénon 133, qui est identique à celui recueilli en fin d'expiration, constitue un important facteur d'erreur dans le calcul des courbes de clairance dont il faut tenir compte dans le traitement informatique de celles-ci. Ce taux artériel est identique à celui recueilli en fin d'expiration. L'air exhalé est ensuite évacué par une cheminée conçue à cet effet ou éventuellement recueilli par un piège à xénon. L'évaluation de la  $p_{CO_2}$  pulmonaire égale à la  $p_{CO_2}$  artérielle, dont les variations influencent le niveau du débit sanguin cérébral, est enregistrée de façon continue par un capnographe.

Le traitement des courbes est effectué par un mini-ordinateur incorporé au système IN 90 de la société *Intertechnique* qui a précédemment géré leur acquisition. Les valeurs du débit sanguin cérébral sont éditées sur une imprimante et sont exprimées en ml/100 g/min. Trois types de données sont fournies : débit régional global (substance blanche et substance grise), débit de la substance grise et pourcentage de l'irrigation gris/blanc (« fractional flow »). Ces données peuvent être transférées directement sur un appareil de visualisation couleur permettant d'obtenir une cartographie du débit sanguin cérébral, chaque couleur correspondant à un niveau donné de ce débit.

## Conclusion

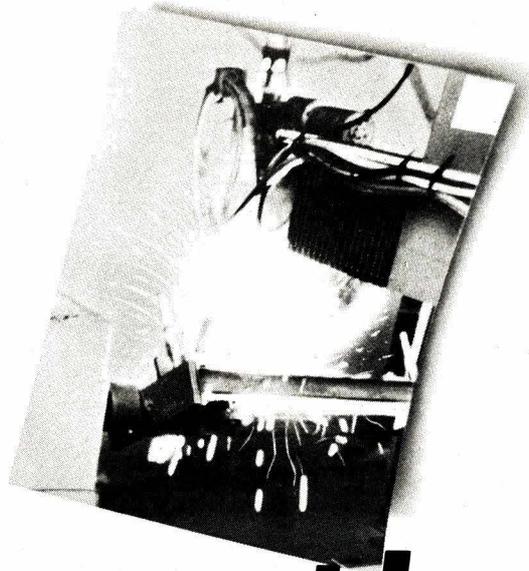
Si l'aspect diagnostique prédomine en médecine nucléaire, il ne faut pas négliger pour autant la thérapie. Les moyens sont différents car il ne s'agit plus de détecter mais de produire des particules très énergéti-

ques afin de bombarder les tissus biologiques.

On connaît de longue date les implants d'aiguilles radioactives pour des traitements locaux, la bombe au cobalt. Plus récemment les accélérateurs de particules voient s'offrir à eux une carrière médicale. Dernièrement, un cyclotron a été installé au Centre Hospitalier Régional d'Orléans. Le cyclotron accélère des protons qui après bombardement d'une cible de béryllium produisent un faisceau de neutrons. Mais cela constitue un autre chapitre dont nous reparlerons...

J. Trémolières

# Lavez votre courant!



Le réseau électrique n'apporte pas, hélas ! que de l'énergie. Il véhicule également quantité de parasites (ceux des postes de soudage, par exemple) qui sont très préjudiciables au fonctionnement des automatismes numériques, systèmes de mesure et équipements informatisés.

Pour protéger ces matériels, E.A.S. a conçu WattEver. Tirant son énergie du réseau et d'une batterie tampon, WattEver alimente en permanence vos équipements les plus sensibles. Oubliez parasites, micro-coupures, variations de tension et de fréquence : WattEver lave votre courant.

De plus, en cas de défaillance du réseau, WattEver assure le secours pour une durée pouvant atteindre 7 heures et plus.

Modèles standards de 60 VA à 2 kVA, 110 ou 220 V, 50 ou 60 Hz.

**WattEver, alimentation ininterrompue.**



**EAS**  
alimentations de secours

la permanence et la qualité du courant

SERVICE-LECTEURS N° 244

E.A.S. Service Commercial Systèmes Electriques. B.P. 51 - 93350 Le Bourget Principal

Veuillez adresser une information complète sur WattEver.  
Monsieur \_\_\_\_\_  
Fonction \_\_\_\_\_  
Société \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Tel. \_\_\_\_\_

Sur 16, 32, 48 voies et même 96 avec les modules d'extensions, il y a vraiment bien peu de problèmes de matériel ou de logiciel qui puissent échapper à cette famille exemplaire d'analyseurs logiques.

Le **LAM 3250**, le cadet, est le plus équilibré avec ses 32 voies, ses quatre niveaux de déclenchement séquentiel, ses six programmes de travail en mémoire protégée. Grâce à un arsenal de sondes personnalisées et de logiciels de désassemblage, c'est le compagnon indispensable pour le développement des microprocesseurs 8 bits; de façon magistrale, il saute du logiciel au matériel en présentant sur 16 voies les chronogrammes les plus variés au choix parmi ses 32 voies.

Le **LAM 4850**, l'aîné, le plus fort, il sait tout, il fait tout. Ses 48 voies, qui peuvent se multiplier jusqu'à

96, lui ouvrent les champs d'applications les plus complexes. Son domaine de prédilection? Les nouveaux microprocesseurs 16 bits. Aucun n'échappera à sa sagacité!

Le **LAM 1650**, le benjamin, est plus modestement doté de 16 voies. Mais comme il sait déclencher sur 24 voies séquentiellement et en quatre niveaux, il est presque aussi malin que ses frères et il ne cesse d'étonner le reste de la famille. Moins de cerveau, mais autant de cervelle! En tous cas, avec les sondes spécialisées, il en fait autant en matière d'analyse de transmission série et de bus GPIB. Et bien sûr, comme ses aînés, il s'intègre parfaitement dans les systèmes de test les plus variés puisqu'il est complètement programmable sur la jonction CCITT V24 ou le bus GPIB.

Oui, vraiment, restez dans la famille DOLCH.



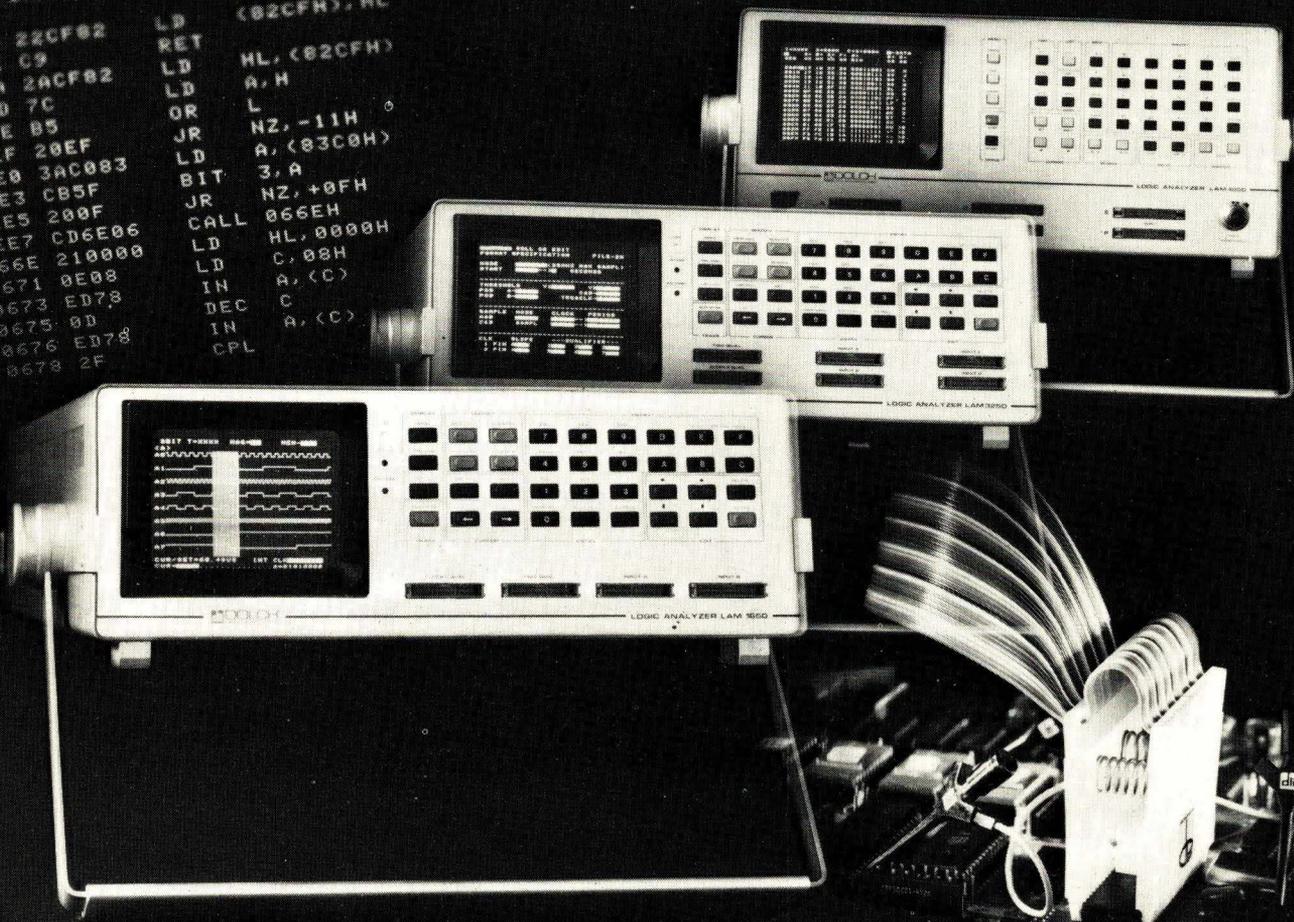
Z.A. des Godets  
Rue des Petits Ruisseaux - BP 24  
91370 VERRIERES-LE-BUISSON  
tél. : (6) 930.28.80 - télex : 600 517 F

SERVICE-LECTEURS N° 208

# analyseurs logiques DOLCH 50 MHz

```

32017 1-XXXX C#-0002  REC-0000
C#0002
ADRS DATA  RHEMONIC (280)
060B 22CF82 LD (82CFH), HL
060E C9 RET
06EA 2ACF82 LD HL, (82CFH)
06ED 7C LD A, H
06EE B5 OR L
06EF 20EF JR NZ, -11H
06E8 3AC083 LD A, (83C0H)
06E3 CB5F BIT 3, A
06E5 200F JR NZ, +0FH
06E7 CD6E06 CALL 066EH
066E 210000 LD HL, 0000H
0671 0E08 LD C, 08H
0673 ED78 IN A, (C)
0675 0D DEC C
0676 ED78 IN A, (C)
0678 2F CPL
    
```



**GPIB**

## du matériel au logiciel, on reste en famille.

Le dispositif décrit dans l'article ci-après s'intègre dans un pancréas artificiel extracorporel géré par mini-ordinateur. Il convient donc, pour débiter, de rappeler brièvement le but et le principe du pancréas artificiel : il s'agit d'une prothèse extracorporelle artificielle permettant de réguler le taux de glucose dans le sang (glycémie) par injection de liquides correcteurs (insuline et/ou dextrose). Dans le pancréas artificiel, dont il sera question dans cet article, un seul correcteur est injecté : l'insuline. La fonction de transfert glucose-insuline est déterminée à partir d'une équation dont les coefficients personnalisent le diabétique traité. Trois modules seront donc nécessaires pour réaliser un « P.A.E. »

# Détection et traitement des artefacts

## dans un pancréas artificiel extra-corporel géré par système Apple II

Tout d'abord, un capteur de glucose. Ce capteur est ici une chaîne d'analyse où le sang du malade est mélangé à de l'héparine, puis dialysé et enfin envoyé dans la cuve d'un colorimètre, qui donnera une information électrique proportionnelle au taux de glucose. Le temps de réponse est de 3 mn environ.

Ensuite, l'unité de contrôle qui, à partir de l'information glycémie, effectue le calcul du débit d'insuline à injecter et commande la pompe à insuline.

Enfin, la pompe à insuline, constituée par un moteur pas-à-pas qui fait avancer le piston d'une seringue dans laquelle se trouve l'insuline.

### Principes

L'un des principaux écueils techniques dans la régulation de la glycémie par injection d'insuline à l'aide d'un pancréas artificiel extracorporel, réside dans la détection des artefacts au niveau de l'enregistrement de la glycémie : en effet, cette régulation prend en compte non seulement les valeurs de glycémie instantanées, mais également les pentes de glycémie calculées sur des temps relativement longs (30 mn et au-delà). Lorsqu'une anomalie de prélèvement de la glycémie ou qu'un parasite, d'origine quelconque, vient

perturber la mesure, toutes les glycémies calculées deviennent fausses et le traitement doit être interrompu jusqu'à ce que les piles de données glycémie soient réajustées à des valeurs exactes (ce qui peut nécessiter l'arrêt de l'injection pendant 30 mn et plus). De ce fait, la détection et le traitement des artefacts sont une nécessité.

Ces artefacts peuvent être dans ce cas de deux types.

- Anomalies de prélèvement : en effet, le sang est prélevé sur l'avant-bras du malade et héparinisé à l'aide d'un catheter double lumière. Si le



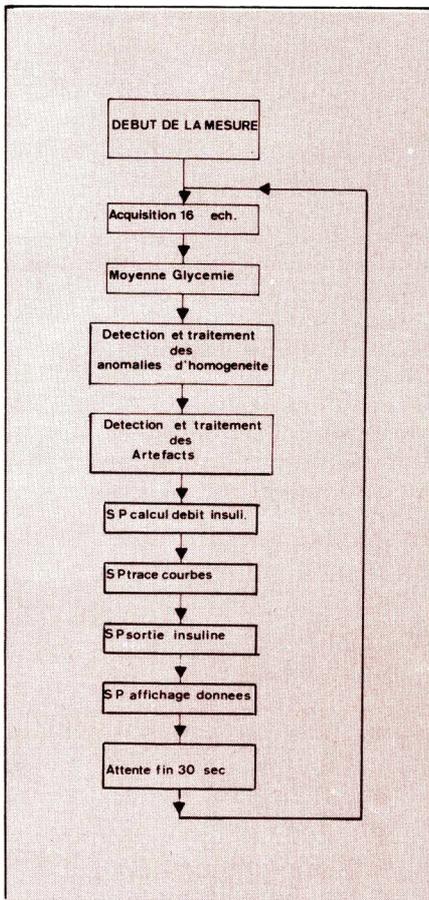


Fig. 3

placée à l'adresse de la pile correspondant à la glycémie  $BG_i + 5$  (celle qui sera prise en compte 2 minutes 30 secondes après  $BG_i$  : ce qui correspond au temps de réponse du capteur) – dans l'initialisation, la pile des glycémies est forcée à « FF » – Une alarme signale ensuite le défaut d'homogénéité.

Le traitement des défauts peut alors commencer avec le test du contenu de la pile en  $BG_i$  :

– si  $BG_i \neq 0$ , alors la glycémie  $BG_i$  est définitivement placée dans la pile et sera prise en compte dans les calculs d'insuline s'il n'y a pas d'artefact ;

– si  $BG_i = 0$ , alors cette glycémie n'est pas prise en compte car le détecteur avait signalé un défaut (2 mn 30 s avant) au moment de la prise de l'échantillon héparine-sang. La glycémie  $BG_i$  est calculée par la méthode des moindres carrés et placée dans la pile.

Le sous-programme de traitement des artefacts (fig. 5) est plus évident, puisque le  $\Delta BG$  est calculé et en fonction de sa valeur, la glycémie réelle va permettre le calcul du débit insuline  $I_s$  sinon cette glycémie sera calculée par la méthode des moindres carrés sur les cinq derniers points précédents, et  $I_s$  sera déduit de cette valeur.

Ce sous-programme de traitement des artefacts est maintenu pendant 10 mn maximum. A chaque échantillonnage le  $\Delta BG_i$  est multiplié par  $N$  (= Nombre d'artefacts consécutifs détectés par software).

### Conclusion

Si la correction des artefacts et leur extrapolation, par la méthode des moindres carrés, n'est pas une technique nouvelle [1], la détection « prématurée » des anomalies d'ho-

mogénéité dans le pancréas artificiel extracorporel est assurément un moyen qui augmente considérablement le temps d'action effectif de la régulation de la glycémie pendant le traitement, donc contribue à un meilleur contrôle de cette glycémie.

Il est à noter également que cette technique pourrait être appliquée à d'autres dispositifs comme les systèmes analysés en continu par prélèvement sanguin.

### Bibliographie

- [1] Traitement automatique de la courbe d'enregistrement glycémique continu, Rev. Informatique méd., 4, (2), 89-98 (1973) J. Mirouze, M. Lapinski, M. Maury, T. Poudevigne.
- [2] Contrôle numérique du transfert insulinique glucose par un dispositif programmable. D. Ferrand, J.-F. Renaud, G. Louis, B. Pistoulet. Onde électrique, Janvier 1979.
- [3] Feed-back controlled and pre-programmed insulin infusion in diabetes mellitus. B. Pistoulet, D. Ferrand, J.-F. Renaud, G. Louis. Work shop held at Schloss Reisenburg, May 2, 1978, Ulm (RFA).
- [4] Application of microprocessor in external artificial pancreas. D. Ferrand, J.-F. Renaud, B. Pistoulet, S. Soegijoko : changes in health care instrumentation due to microprocessor technology,

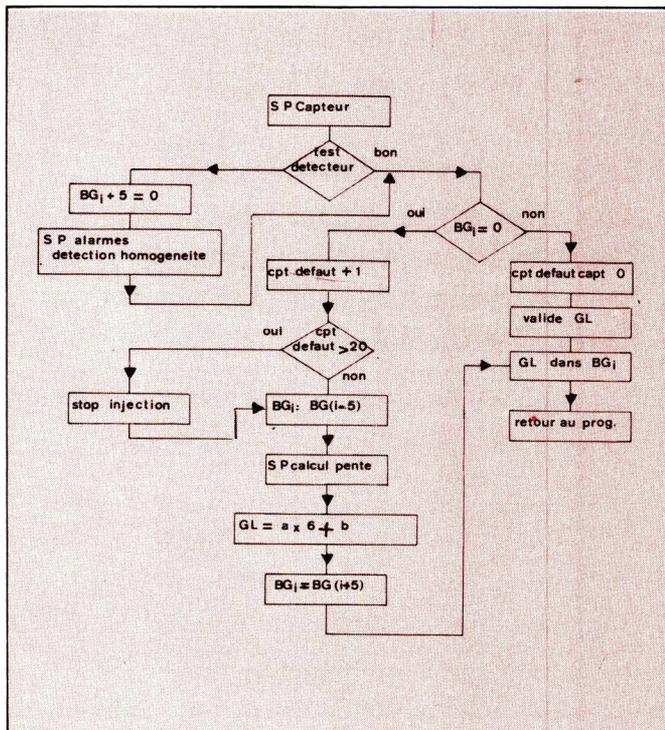


Fig. 4

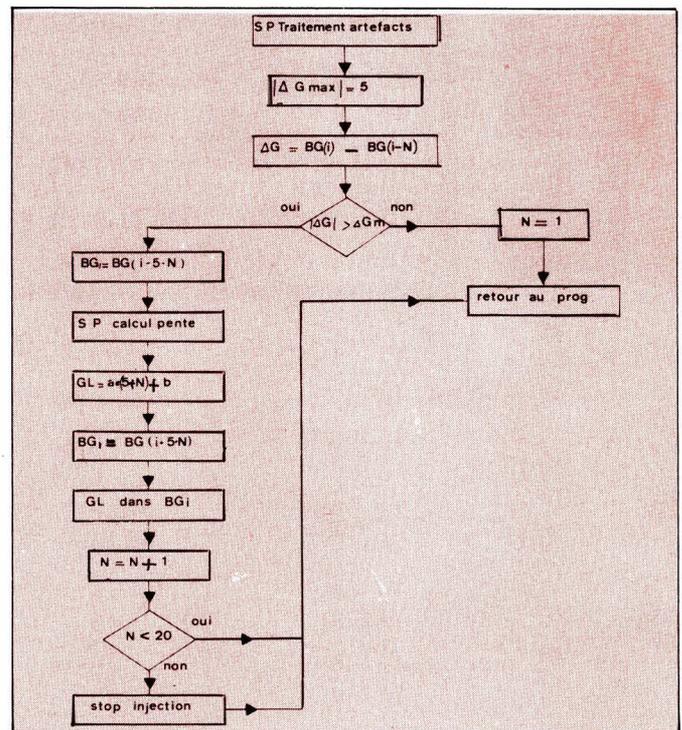


Fig. 5

May 8, 1980, Rome (Italy) IFIP-IMIA Working Conference.

[5] Réalisation d'un pancréas artificiel extracorporel à microprocesseur 6800. *D. Ferrand, J.-F. Renaud, S. Soegijoko, B. Pistoulet.* Biomed. 80, 15-19 septembre 1980, Marseille.

[6] Changes in health care instrumentation due to microprocessor technology. *J.-F. Renaud, S. Soegijoko, D. Ferrand, B. Pistoulet.* Rome, (Italy) 6-8 February, 1980. Application of microprocessor in external artificial pancreas.

[7] A new artificial pancreas using microprocessor. *D. Ferrand, J. Mirouze, T.C. Pham, B. Pistoulet, J.-F. Renaud, M. Romette, J.-L. Selam, S. Soegijoko, M. Thomas.* European Society for artificial organs. Sixth Annual Meeting, Geneva, Sept. 29-30, Oct. 1, 1979.

[8] Artificial pancreas with microprocessor, 4th generation and first time of miniaturisation. *S. Soegijoko, D. Ferrand, J. Mirouze, T.C. Pham, B. Pistoulet, J.-F. Renaud, J.-L. Selam.* Internat. Symposium on islet-pan-

creas transplantation and artificial pancreas. Vouliagmeni Beach, Athens, Sept. 22-23, 1980.

*J.-F. Renaud, G. Theron, D. Ferrand, F. Nousse, M. Decker,* Laboratoire d'Electronique du Pr Pistoulet, I.S.I.M., Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, et *B. Pistoulet*, chef de service.

*T.C. Pham, H. Lapinski, J. Sabatier,* docteurs en médecine, Clinique des maladies métaboliques et endocriniennes, Hôpital St-Eloi, Montpellier, et *J. Mirouze*, chef de service.

# FILTRES

## FILTRES ACTIFS KEMO

\* VARIABLES  
\* P.H. P.B. 8 VOIES



\* 24,36,48dB/OCTAVE  
\* 0,01Hz-3,15MHz

\*\*\*\*\*



Tél. 871 17 14  
5, Bd Poincaré

\*\*\*\*\* 94170 LE PERREUX

## L'album 1980 d'Electronique Applications

Même si vous possédez la collection complète en exemplaires séparés, cet album a sa place dans votre bibliothèque.

Son prix à notre siège est de 50 F (+ 14 F de frais d'envoi).

Envoyez votre commande accompagnée d'un chèque à :  
**Electronique Applications, 2 à 12,  
rue de Bellevue, 75940  
Paris Cedex 19.**

SERVICE-LECTEURS N° 243

Le diabète est une affection qui se présente sous plusieurs formes, mais avec des caractères communs : augmentation de la soif et de la faim, émission exagérée de la quantité d'urine avec modification de sa composition (notamment augmentation du taux de sucre).

La forme la plus fréquente est le diabète sucré. Elle est reconnue et traitée chez 1 % de la population française et l'on pense qu'il y a en outre 1 % de diabétiques non dépistés.

# L'auto-surveillance « électronique » du diabète

Nous avons évoqué, dans « Electronique Applications » n° 5, les problèmes posés par le remplacement de la glande assurant l'homéostasie glycémique : le pancréas. Nous avons vu, entre autre, que le pancréas artificiel vise à court terme l'étude « in vivo » du diabétique en phase aiguë ou chronique, au cours d'accouchements, d'interventions chirurgicales, bref, en de multiples circonstances.

Il ne faut pas négliger cependant le traitement classique à long terme du diabète au moyen d'un régime et d'une thérapeutique médicamenteuse (hypoglycémiant, insuline). Ce traitement quotidien nécessite une surveillance du taux de sucre relativement fréquente. D'où l'éducation du malade et la mise à sa disposition d'un matériel de contrôle simple et fiable.

## Principe

Dans le diabète sucré on a affaire à deux catégories de patients. D'une part, les diabétiques ayant une certaine maturité et qui, avec un peu d'embonpoint, nécessitent un régime qu'il faut parfois consolider par une thérapeutique hypoglycémiante si l'on peut normaliser le taux de sucre dans le sang (glycémie). D'autre part, les diabétiques jeunes dont le diabète est davantage dû à un défaut de la sécrétion de l'insuline et dont le traitement est essentiellement basé sur l'administration quotidienne d'une ou plusieurs doses d'insuline.

## Le rôle de la surveillance

Le diabète est une maladie qui, outre les accidents métaboliques qu'elle engendre, peut provoquer des complications oculaires, artérielles, rénales et neurologiques. Le mé-

canisme qui aboutit à ces complications est fort complexe et la sagesse veut que le maintien d'une glycémie normale soit la meilleure des préventions face à ces complications.

Pour maintenir une glycémie dans les limites normales, il faut effectuer des mesures périodiquement et ajuster le traitement en fonction de celles-ci. Chez le diabétique ayant atteint la maturité, la surveillance est aisée si les règles diététiques sont observées. Un contrôle hebdomadaire de la glucosurie (sucre dans les urines) et, tous les deux mois, de la glycémie suffit.

Chez le patient dont l'état est très dépendant de l'insuline, la surveillance est plus délicate. Les besoins en insuline varient au cours de la journée en fonction des activités du patient et de son alimentation. Pour ajuster l'apport en insuline en fonction des besoins il est nécessaire de faire participer le malade. Après un minimum d'éducation, les patients

équilibrent très bien l'apport et la demande en insuline.

Ce qu'il faut dire également, c'est que le contrôle du taux de sucre dans les urines est une méthode très simple mais qui comporte des pièges. En effet, on doit obtenir une absence de sucre dans les urines puisque c'est au-delà d'un certain seuil de sucre dans le sang que celui-ci apparaît dans l'urine. Mais cela suppose une bonne intégrité de la fonction rénale. En outre, si l'apport en insuline est élevé par rapport aux besoins, l'absence de sucre dans les urines ne fera pas apparaître une baisse du taux de sucre dans le sang (hypoglycémie) dont les risques ne sont pas négligeables. C'est pourquoi la mesure du taux de sucre dans le sang est certainement la méthode qui permet d'effectuer le meilleur bilan chez un diabétique. Les dispositifs assurant la surveillance ambulatoire de la glycémie représentent un progrès important pour de nombreux malades.

## Mise en évidence de la glycémie

Avant d'interpréter les résultats, il faut mettre en évidence le sucre et pour cela on emploie des bandelettes réactives, comme par exemple les bandelettes *Dextrostix* Ames des Laboratoires Miles. Les bandelettes sont constituées d'un support en plastique rigide sur l'extrémité duquel est fixé une plage imprégnée de réactifs.

Ces réactifs sont : la glucose oxydase, une peroxydase, un système chromogène et des substances tampon. Le sang diffuse au travers de la membrane semi-perméable et il est mis au contact du système réactif. Les cellules sanguines ne traversent pas cette membrane. Le plasma diffusé dissous la glucose oxydase qui transforme le glucose, se combine avec l'oxygène de l'air pour former du peroxyde d'hydrogène. En présence de la peroxydase, le peroxyde d'hydrogène oxyde les chromogènes du *Dextrostix*, produisant des teintes allant du gris au bleu violacé.

C'est une méthode enzymatique spécifique de l'évaluation de la glycémie. La bandelette ne réagit avec aucune autre substance réductrice ni avec aucun autre sucre. Les fluorures inhibent le système enzymatique ; donc, des prélèvements sanguins contenant des fluorures ne donneront pas de résultats fiables avec cette méthode.

La concentration sanguine normale d'acide ascorbique n'inhibe pas

le test. Les oxalates, citrates, l'héparine, n'affectent pas les résultats. Notons qu'il suffit de 0,10 g de glucose par litre de sang pour faire réagir le *Dextrostix*. En les comparant à l'échelle colorimétrique, on peut estimer visuellement les concentrations jusqu'à 2,5 g/l. Dans les valeurs d'hyperglycémie les plus élevées (1,75 à 2,5 g/l), les augmentations de couleurs légères correspondent à des augmentations importantes de la glycémie.

Enfin, puisque cette méthode peut être mise en œuvre par le malade lui-même, voici quelques conseils quant au prélèvement : une piqûre du doigt, du talon ou du lobe de l'oreille fournit une quantité de sang suffisante pour le test. Ne pas se servir de sang contenant des fluorures. Il faut toujours ramener le sang à température ambiante avant de faire le test car la réaction enzymatique du *Dextrostix* est inhibée à basse température. Ne pas se servir de la bandelette si la plage réactive n'est pas conforme au niveau 0 de l'échelle colorimétrique.

Ensuite, déposer une goutte de sang capillaire ou veineux, goutte suffisamment grosse pour couvrir entièrement la plage réactive du côté imprimé de la bandelette. Attendre exactement 60 secondes. Laver le sang rapidement (1 à 2 secondes) avec le jet d'eau d'une pissette. Tenir la bandelette à côté de l'échelle colorimétrique. Lire le résultat dans les 1 ou 2 secondes qui suivent, extrapoler si nécessaire.

Rappelons qu'il existe également une bandelette réactive : l'*Haemoglukotest 20-800* de *Boehringer-Mannheim*.

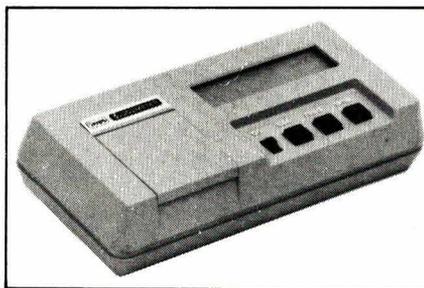


Fig. 1. — Le Glucometer « AMES ».

## La lecture automatique des résultats

Comparer la couleur d'une bandelette à une échelle colorée représente une manœuvre simple, mais qui est sujette à interprétation. La mise au point d'appareils de lecture

fournissant le chiffre exact de la glycémie (sans avoir à extrapoler si l'on se place entre deux valeurs de l'échelle) facilite l'opération, tout en fournissant des commodités supplémentaires comme le chronométrage. On trouve actuellement sur le marché quelques appareils qui répondent au but recherché, nous en dirons brièvement quelques mots.

— Le *Glucometer* Ames des Laboratoires Miles (fig. 1) mesure le changement de couleur qui se produit lorsque la plage réactive de la bandelette *Dextrostix* réagit avec le glucose contenu dans une goutte de sang. Lorsque la lampe de la chambre de lecture éclaire la plage réactive, une partie de la lumière est réfléchiée. Cette quantité de lumière réfléchiée est mesurée et la valeur de la concentration de glucose dans le sang s'affiche sur le cadran. L'alimentation est assurée au moyen de quatre piles alcalines.

— Le *Dextrometer* Ames des Laboratoires Miles (fig. 2) utilise un système opto-électronique pour la mesure de l'intensité colorée, aussi bien de la bandelette réactive que de la bandelette d'étalonnage. D'ailleurs dans ce dernier cas, c'est un micro-calculateur qui étalonne l'appareil. Le stockage de la valeur d'étalonnage est temporaire et, lorsque l'appareil n'est plus sous tension, cette valeur s'efface de la mémoire et l'appareil doit être réétalonné. L'alimentation est assurée au moyen d'une batterie rechargeable (autonomie de 60 minutes).

— Le *Glucochek* de *Collin Victoria Medical* (fig. 3) est composé de circuits imprimés et d'un système d'affichage qui éliminent la nécessité d'une période de préchauffage ainsi que les problèmes de stabilité ou de dérive. Cela facilite l'emploi de cet appareil puisque le calibrage est effectué en usine. L'alimentation se fait par une batterie rechargeable.

Mentionnons également l'*Hypocount* de *Medical Computer France* qui se situe dans la même gamme que les appareils précédents.

## Conclusion

Selon P.H. Sönksen et coll. (*Diabete Care*, vol.3, n° 1, janv.-fév. 1980 : l'auto-contrôle à domicile de la glycémie), l'auto-contrôle de la glycémie par les patients diabétiques a, dans la plupart des cas, abouti à un contrôle amélioré de la glycémie avec des mesures moyennes de glycémie plus basses et moins de variations pendant la journée. Cela a été habituellement obtenu après des



Fig. 2. — Le Dextrometer « AMES ».



Fig. 3. — Le Glucocheck de « Collin Victoria Medical ».

TABLE DE CONVERSION mmol/l - g/l

| mmol/l | g/l  | mmol/l | g/l  | mmol/l | g/l  |
|--------|------|--------|------|--------|------|
| 1,0    | 0,18 | 4,5    | 0,81 | 11,0   | 1,98 |
| 1,2    | 0,21 | 4,7    | 0,85 | 12,0   | 2,16 |
| 1,5    | 0,27 | 5,0    | 0,90 | 13,0   | 2,34 |
| 1,7    | 0,31 | 5,5    | 1,00 | 14,0   | 2,52 |
| 2,0    | 0,36 | 6,0    | 1,08 | 15,0   | 2,70 |
| 2,2    | 0,39 | 6,5    | 1,17 | 16,0   | 2,88 |
| 2,5    | 0,45 | 7,0    | 1,25 | 17,0   | 3,06 |
| 2,7    | 0,49 | 7,5    | 1,35 | 18,0   | 3,24 |
| 3,0    | 0,54 | 8,0    | 1,44 | 19,0   | 3,42 |
| 3,2    | 0,57 | 8,5    | 1,53 | 20,0   | 3,60 |
| 3,5    | 0,63 | 9,0    | 1,62 | 21,0   | 3,78 |
| 3,7    | 0,67 | 9,5    | 1,71 | 22,0   | 3,96 |
| 4,0    | 0,72 | 10,0   | 1,80 | 23,0   | 4,14 |
| 4,2    | 0,75 | 10,5   | 1,89 | 24,0   | 4,32 |

1 mmol = 0,18 g/l et 1 g/l = 5,5 mmol/l

La glycémie s'exprime en gramme ou en millimoles par litre. Ce tableau donne les équivalences.

changements dans le type d'insuline ou les mélanges d'insuline plutôt que des changements de la dose totale. L'auto-contrôle de la glycémie a facilité la coopération entre les patients et leurs médecins et a permis à une proportion importante de malades de maintenir indéfiniment leur glycémie à un niveau normal. Ceci a permis à la majorité des patientes diabétiques enceintes de ne pas être hospitalisées jusqu'à ce qu'elles atteignent le terme de leur grossesse, sans conséquences négatives sur la morbidité ou la mortalité périnatale. Ce contrôle amélioré a été réalisé avec une réduction plutôt qu'une augmentation du nombre et de l'intensité des crises d'hypoglycémie. Une majorité impressionnante de patients préfère l'analyse de la glycémie à celle de l'urine en raison des avantages (rapidité, précision, simplicité des objectifs, acceptabilité sur le plan social) qui l'emportent nettement sur les désavantages d'une piqûre au doigt. L'introduction des analyseurs de glycémie destinés aux patients ont élargi les possibilités de cette technique qui va vraisemblablement remplacer, par la suite, les tests d'urine dans le traitement du diabète.

J. Trémolières

### Adresses utiles

AMES, Département des Laboratoires Miles — Tour Maine-Montparnasse, 33, avenue du Maine, 75755 Paris Cedex 15.

COLLIN VICTORIA MEDICAL, BP 31 — 69/71, avenue Laplace, 94114 Arcueil Cedex.

MEDICAL COMPUTER FRANCE, 108, avenue Victor-Hugo, 92100 Boulogne.

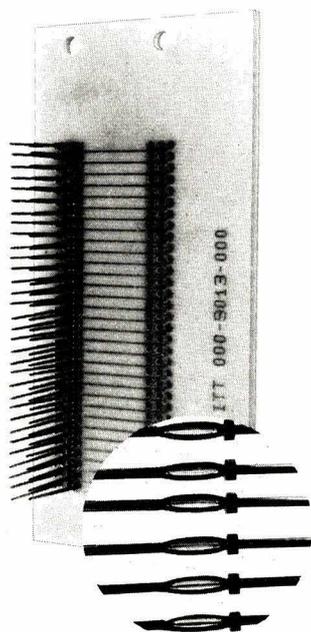
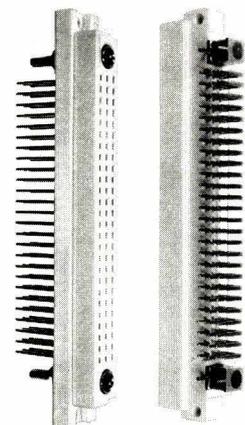
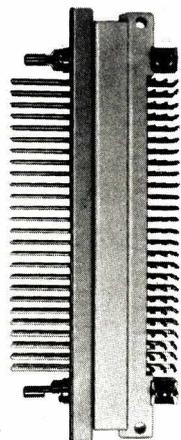
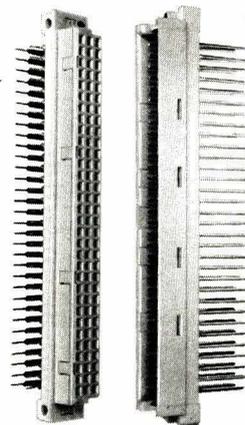
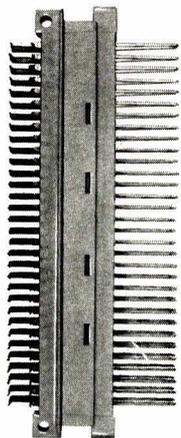
# CANNON A L'HEURE EUROPÉENNE

Avec les connecteurs HE 11/HE 12 (DIN 41 612) CANNON vous apporte la solution de vos problèmes de connexion. Dans un même encombrement vous disposez désormais de 16, 32, 48, 64, 96 contacts pour le raccordement et l'implantation traditionnelle, inversée ou à percement d'isolant.

Conforme aux normalisations HE 11 - DIN 41 612 notre gamme G 06/G 60 couvre tous les besoins de l'informatique, des télécommunications, des automatismes industriels, du contrôle et de la régulation. Ajoutons, la borne à implanter G 612, complément indispensable simplifiant l'implantation de connecteurs sur les cartes mères.

Toutes ces technologies avancées mises au point par ITT CANNON permettent une réduction des coûts, tout en améliorant la qualité et la fiabilité.

**CANNON, la garantie  
de la plus longue expérience...**



## DISTRIBUTEURS CANNON

CECS  
38, boulevard Jourdan - 75014 Paris.  
Tél. (1) 589.78.19

DISSEREL  
32-36, rue de Torcy - 75018 Paris.  
Tél. (1) 203.60.02 - Télex : 670579

MATELECO  
36, rue Guy Moquet - 92240 Malakoff  
Tél. (1) 657.70.55 - Télex : 203436

MEGAN  
17, boulevard des Frères Voisins - 75015 Paris  
Tél. (1) 554.53.33 - Télex : 202460

TEKELEC  
Cité des Bruyères - BP N° 2  
Rue Carle Vernet - 92310 Sèvres  
Tél. (1) 534.75.35 - Télex : 204552

FGET  
3 bis, rue P. Loti - 69100 Villeurbanne  
Tél. : (78) 85 54 64 - Télex 380065

WILLIAMSON ÉLECTRONIQUE  
42, rue du Roi Baco - 44100 Nantes  
Tél. : (40) 73 02 29 - Télex 700447

ITT CANNON  
B.P. 20 F. 31770 COLOMIERS  
Tél. (61) 78 53 33 + Télex 531600

**ITT CANNON**

Nom \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

désire recevoir

- une documentation sur les connecteurs HE 11/HE 12  
 la visite d'un ingénieur technico-commercial.

Les propriétés physiques anisotropes des cristaux liquides sont généralement sensibles aux perturbations externes, relativement faibles, c'est à cause de cela que les champs électriques et magnétiques, l'énergie thermique et acoustique peuvent être utilisées pour produire sur eux des effets optiques et visuels.

Dans le domaine de l'affichage, l'effort de recherche le plus important a été développé dans le domaine électro-optique et certains des résultats obtenus ont désormais influencé de larges secteurs du marché, nous pensons par exemple à l'horlogerie.

# Les systèmes de visualisation à cristaux liquides

La recherche est actuellement très active et il ne semble pas trop hasardeux de prévoir que dans un temps prochain, les dispositifs à cristaux liquides pourraient être introduits dans des secteurs d'application toujours plus vastes et aussi plus spécifiques.

Dans la présente étude, on tentera de fournir un panorama, forcément sommaire, des phénomènes physiques qui intéressent et peuvent intéresser les systèmes de visualisation, indiquant brièvement les caractéristiques des cellules à cristaux liquides actuellement disponibles sur le marché, et l'on essayera d'indiquer les voies probables de développement et les perspectives de ce domaine relativement nouveau, caractérisé avant tout par les basses tensions nécessaires au fonctionnement des cristaux liquides et la puissance minimale consommée.

## Phénomènes électro-optiques

Les phénomènes optiques qui peuvent se produire dans un cristal liquide à l'aide d'un champ électrique sont nombreux et l'obtention de l'un d'eux dépend du type de mésophase utilisé, de la présence plus ou moins importante d'impuretés ioniques, de l'amplitude et de la fréquence de la tension appliquée.

*Ils sont divisibles en trois parties :*

- ceux liés à un faible courant ;

- ceux produits par les seules forces diélectriques (« field effect ») ;
- ceux qui utilisent une combinaison des effets de champ et des phénomènes de conduction.

Effet « Dynamic scattering mode » : diffusion dynamique

Cet effet électro-optique présenté pour la première fois en 1968 par Heilmeyer [1] et d'autres chercheurs, a été le premier effet utilisé industriellement pour fabriquer des afficheurs.

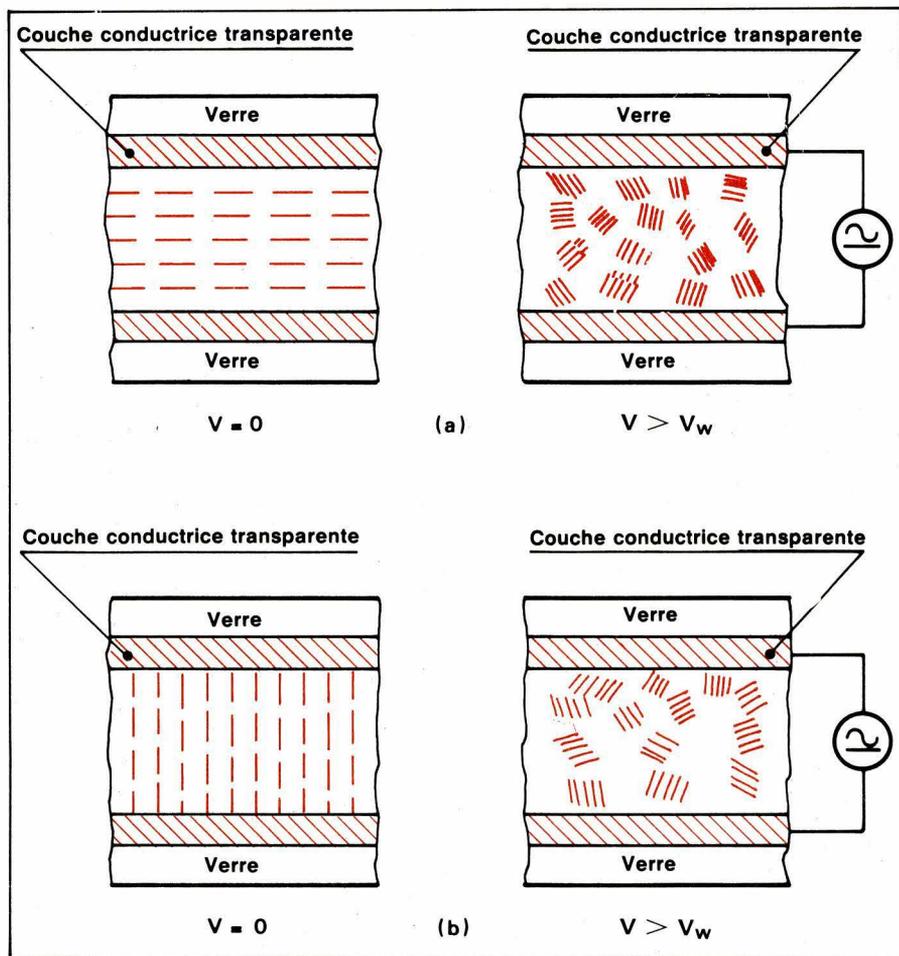


Fig. 1

Il utilise le phénomène visible de diffusion de la lumière accompagnant la turbulence qui se produit dans un cristal liquide nématique ordonné, par suite des flux hydrodynamiques provoqués par le champ électrique.

Dans la **figure 1**, nous pouvons observer une représentation très schématique du phénomène.

Appliquant à un cristal liquide de structure homogène, c'est-à-dire avec une disposition horizontale, (a), ou de structure homéotrope, c'est-à-dire avec une disposition verticale, (b), une tension supérieure à une valeur  $V_w$ , seuil de l'effet d'instabilité, il se produit dans le cristal liquide des distorsions périodiques, qui, quand la valeur de tension augmente jusqu'à, au moins, deux fois la valeur du seuil, donnent lieu à un flux turbulent du cristal liquide dans les zones soumises au champ électrique ; dans cette situation, le cristal liquide cesse d'être transparent et diffuse fortement la lumière incidente : c'est le phénomène de la « diffusion dynamique ».

La turbulence est déterminée par un mouvement ionique à l'intérieur du cristal.

Entre les zones diffuses, parce que soumises au champ électrique,

et celles inopérantes, il s'est créé un contraste clairement visible, soit en transmission, soit en réflexion, sans limitation d'angle de lecture.

Le seuil  $V_w$  dépend de la fréquence. La diffusion dynamique a lieu seulement [2] si la fréquence est inférieure à une fréquence critique de coupure, si la lame de liquide est assez épaisse ( $> 6 \mu\text{m}$ ) de résistivité suffisamment basse ( $< 10^{10}$  ohms/cm), et avec une anisotropie diélectrique négative. Le phénomène se présente aussi bien avec des cellules à structure homogène qu'à structure homéotrope, mais ces dernières ont une distribution de la lumière diffuse avec une symétrie circulaire meilleure.

« Twisted nematic »  
ou nématique en hélice

Ce phénomène est le plus connu et également très utilisé actuellement.

La **figure 2a** représente la structure typique d'une cellule de ce type.

Les deux parois de la cellule sont traitées de telle sorte que le cristal liquide nématique tend à s'aligner parallèlement à leur surface, mais dans des directions orthogonales entre elles, afin que le liquide néma-

tique en passant d'une paroi à l'autre, subisse une distorsion qui donne une rotation graduelle de l'alignement moléculaire. La rotation totale est de  $90^\circ$ .

Si maintenant un faisceau de lumière polarisée traverse perpendiculairement la cellule, son plan de polarisation tourne de  $90^\circ$  ; donc si la cellule se trouve entre deux polariseurs croisés, elle est transparente ; en revanche, si l'on se trouve entre des polariseurs parallèles, elle est opaque.

Si le liquide nématique utilisé a une anisotropie diélectrique positive, en appliquant une tension supérieure à  $V_{th}$  (tension de seuil dépendant des caractéristiques physiques du cristal) on obtient un déroulement de l'axe directeur nématique, qui tend à s'aligner parallèlement au champ appliqué. Dans ce cas, le plan de polarisation de la lumière qui traverse la cellule ne subit plus la rotation de  $90^\circ$ , et il se crée un contraste entre les zones soumises au champ électrique et celles qui ne le sont pas, donnant la possibilité d'obtenir des zones obscures sur fond clair, ou bien des zones claires sur fond obscur, aussi bien en transmission qu'en réflexion.

Quand le champ électrique descend au-dessous de la valeur de seuil  $V_{th}$ , le cristal reprend sa configuration avec une distorsion correspondant à  $90^\circ$ . La tension de seuil est avant tout fonction des constantes élastiques de la mésophase, et peut être très basse ( $\leq 1$  V).

Le phénomène utilise seulement les forces diélectriques et, pour cette raison, les consommations de courant sont extrêmement faibles.

Le contraste est bon, même s'il dépend de l'angle de lecture.

Biréfringence électriquement contrôlée

La biréfringence électriquement contrôlée (« E.C.E. »), appelée également déformation de l'alignement des phases (« D.A.P. ») présentée dans les années 1971-72 par plusieurs auteurs [3, 4, 5, 6] est l'un des plus intéressants phénomènes électro-optiques qui, semble-t-il, n'a pas trouvé jusqu'à ce jour d'applications industrielles.

La **figure 2b**, représente schématiquement la structure d'une cellule de ce type. Le cristal liquide nématique est orienté selon une structure homéotrope et se comporte donc comme un cristal uni-axe avec l'axe

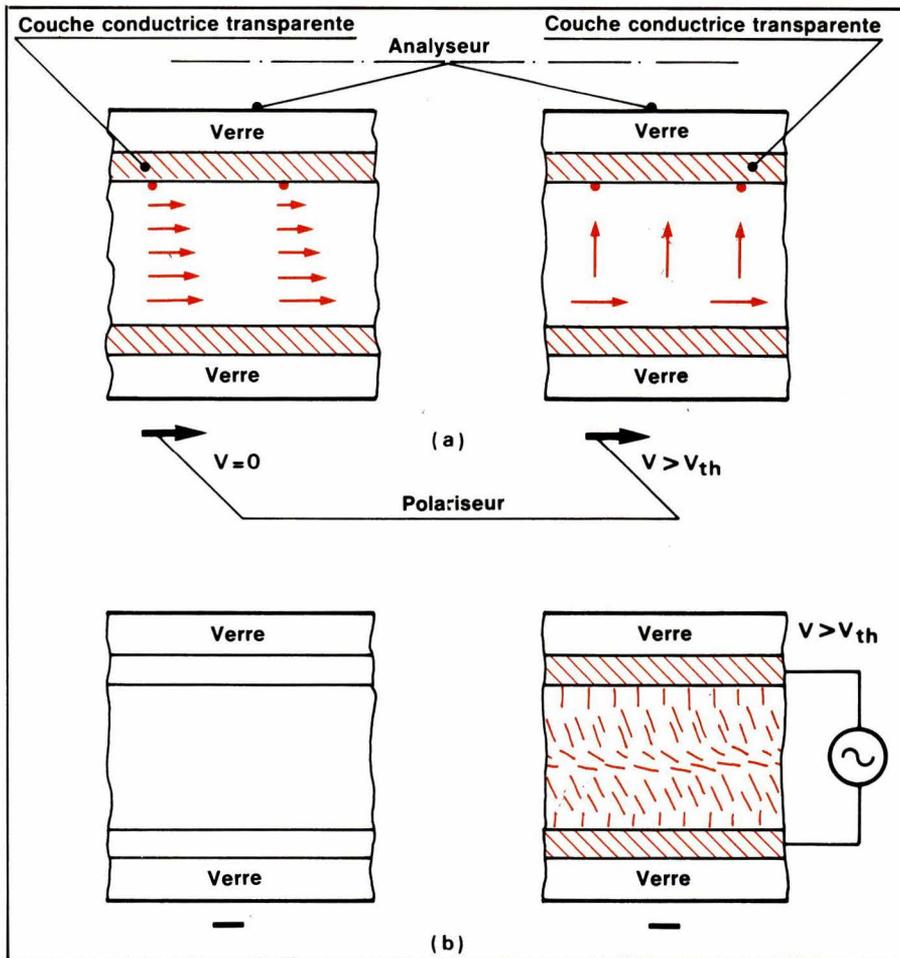


Fig. 2

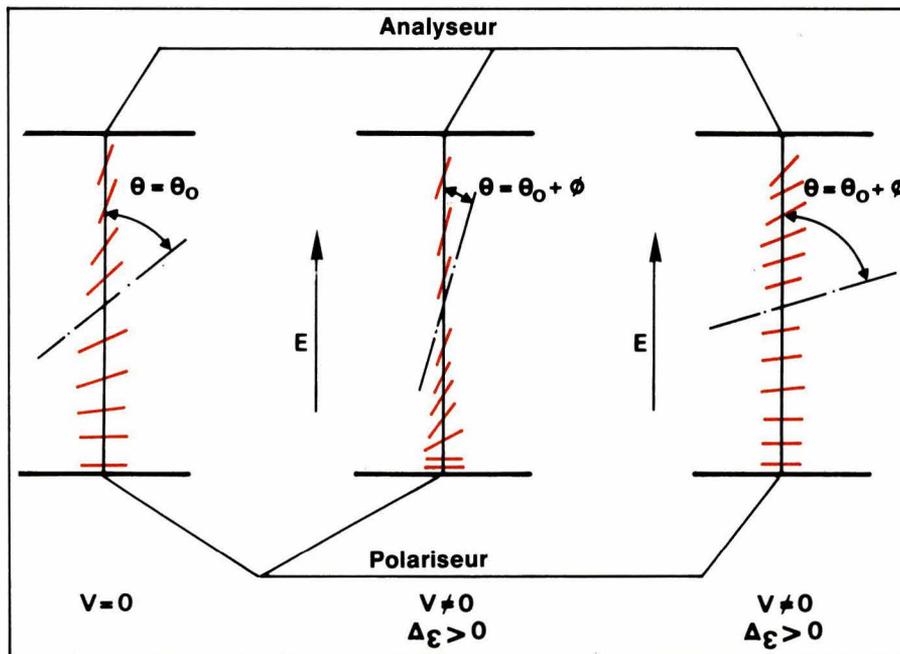


Fig. 3

optique perpendiculaire aux parois de la cellule.

La cellule mise entre des polariseurs linéaires et parallèles est transparente, tandis que, placée entre des polariseurs linéaires et croisés, elle apparaît opaque.

Si l'anisotropie diélectrique du cristal est négative, quand on applique une tension supérieure à la ten-

sion de seuil  $V_{th}$ , le cristal liquide se déforme ; l'axe directeur du cristal tend à se porter dans la direction perpendiculaire à la direction du champ électrique.

L'importance de la déformation est fonction de l'amplitude du champ appliqué, la rotation maximum possible de l'axe directeur étant de  $90^\circ$ .

Aussi, sous la tension de seuil, la cellule se comporte comme une substance isotropique pour la lumière qui se propage perpendiculairement aux parois de la cellule ; quand  $V$  est supérieur à  $V_{th}$ , le liquide est déformé, le cristal liquide devient biréfringent, et l'anisotropie optique  $\Delta n$  est fonction de la tension efficace appliquée.

La valeur maximum que  $\Delta n$  peut atteindre est l'anisotropie des indices de réfraction. Cette anisotropie est si grande que, pour la lumière monochromatique, on a beaucoup de maxima et de minima en fonction de la tension, tandis que pour la lumière blanche on peut observer des couleurs variables en fonction de la tension appliquée.

Si le matériau nématique a une anisotropie diélectrique positive, on peut obtenir la biréfringence induite, pourvu que la couche mince de cristaux liquides soit alignée selon une structure homogène.

Dans ce cas, pour  $V$  supérieur à  $V_{th}$ , l'axe directeur s'aligne parallèlement au champ appliqué.

L'« E.C.E. » a un seuil bien prononcé et permet d'avoir diverses couleurs ; mais, si la couche de cristal n'est pas assez mince, l'angle de lecture est étroit, les temps de réponse encore assez longs ; d'autre part, on observe une grande sensibilité aux variations d'épaisseur, de température et d'angle d'incidence de la lumière.

Pour des matériaux à anisotropie diélectrique positive, la tension de seuil peut être basse, environ 1 V, tandis que pour des matériaux à anisotropie diélectrique négative le seuil varie entre 4 et 6 V.

Les difficultés exposées ci-dessus expliquent probablement le fait qu'il n'existe pas, dans le commerce courant, d'afficheurs de ce type.

#### Déformation dynamique

Dans ce cas, présenté pour la première fois en 1972 [7], la structure de la cellule est semblable à celle de la biréfringence électriquement contrôlée, le cristal liquide est aligné selon une structure homéotrope, et l'anisotropie diélectrique est négative.

Si l'on applique à la cellule une impulsion de tension brève, mais suffisamment élevée, on donne le départ à une déformation du cristal et ainsi à une réponse d'un pic optique, que l'on laisse presque complètement disparaître avant que l'impulsion soit répétée.

Le contraste est une fonction fortement non-linéaire de la hauteur de l'impulsion, de telle sorte qu'il suffit d'ajouter ou de soustraire à celle-ci un signal d'amplitude beaucoup plus faible, en particulier inférieur au seuil, pour obtenir le passage d'un état de transmission à un état d'opacité de la cellule.

En utilisant des couches de cristaux liquides très minces et uniformes (épaisseur de l'ordre de  $3 \mu\text{m}$ , tolérance  $\pm 0,15 \mu\text{m}$ ) on obtient des temps de réponse très brefs et de très larges angles de lecture, éliminant également la dépendance de l'angle d'incidence de la lumière.

Ce mode de fonctionnement se prête très bien au pilotage séquentiel avec la méthode de coïncidence des phases.

Un afficheur réalisé sur les bases de ce principe, dans lequel sont pilotés en mode séquentiel 72 points, a été présenté en 1977 [8] ; un pilotage séquentiel de 128 points a également été réalisé (*Optronics*).

#### « Hybrid aligned nematic » : nématique aligné

De telles cellules présentées dans leurs grandes lignes en 1976 [9] et représentées à la **figure 3**, semblent particulièrement adaptées pour la fabrication d'afficheurs à plusieurs couleurs.

Le vocable « hybrid aligned » indique l'alignement du cristal liquide nématique dont l'axe directeur se trouve ainsi perpendiculaire à un substrat et parallèle à l'autre ; néanmoins, à l'intérieur de la cellule, il change continuellement de position.

De telles cellules peuvent être réalisées avec des cristaux liquides à anisotropie diélectrique positive ou négative.

Quand on applique un champ électrique, les axes directeurs des cristaux tendront à se disposer parallèlement ou perpendiculairement au champ, selon le signe de l'anisotropie.

Les cellules du type aligné, à la différence de celles à biréfringence contrôlée, n'ont pas de seuil, et, donc, ne peuvent être multiplexées ; D'autre part, la variation de biréfringence avec la tension est beaucoup plus lente que dans le cas du D.A.P. ; l'uniformité et la brillance de la couleur sont meilleures, la séparation des couleurs est assez bonne.

Par exemple, on obtient le vert à  $0,4 \text{ Veff}$ , le bleu à  $0,8 \text{ Veff}$ , le rouge à  $1,2 \text{ Veff}$ , et le jaune à  $1,5 \text{ Veff}$ .

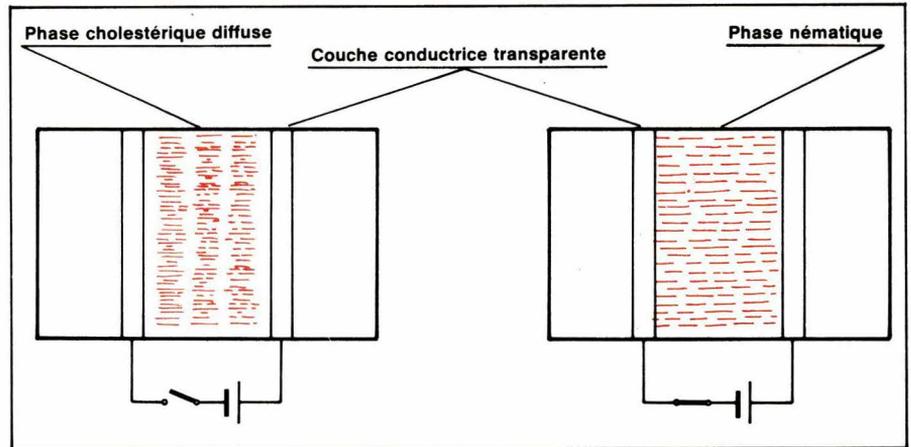


Fig. 4

#### Transition cholestérique-nématique

La transition de phase cholestérique-nématique est illustrée dans les **figures 4** et **5** et a été présentée en 1968 [10].

Les cristaux cholestériques peuvent se présenter essentiellement en deux structures, l'une transparente, l'autre diffuse.

Dans le premier cas, les axes des hélices cylindriques sont perpendiculaires aux parois de la cellule ; dans le second cas elles sont presque parallèles aux parois de la cellule, mais disposées de manière aléatoire.

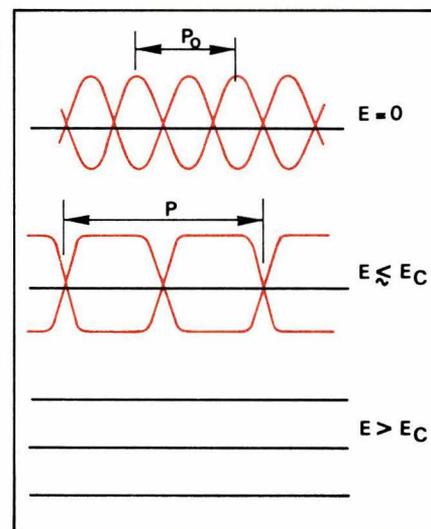


Fig. 5

En appliquant un champ électrique à une cellule à anisotropie diélectrique positive qui se trouve dans cette dernière situation, on provoque (**figure 5**) un élargissement progressif du pas de l'hélice jusqu'à ce que, dépassant une valeur critique «  $E_c$  » du champ électrique, dépendant des caractéristiques physiques du cristal, l'hélice se déroule et que le cristal vienne à se trouver dans la situation d'un nématique de structure homéotrope. La cellule devient alors transparente.

Quand le champ électrique est abaissé à une valeur inférieure à «  $E_c$  », on retrouve la situation initiale.

#### Effet « Guest-Host »

Dans cet effet, qui est à la base des afficheurs dichroïques et qui a été décrit à la fin de 1968, on utilise le cristal liquide (« host ») comme support orientant les molécules pléochroïques (« guest ») diluées en lui.

Les pigments pléochroïques ont un spectre d'absorption qui est fonction de leur orientation moléculaire par rapport à la polarisation de la lumière incidente. Ils sont dilués dans le cristal liquide et en suivent l'orientation.

Une variation d'orientation de la mésophase « host », produite par le champ électrique, fait varier également l'absorption des pigments « guest » et une différence de couleur se produit entre les deux zones, celles soumises et celles non soumises au champ électrique.

Les **figures 6** et **7** donnent la représentation schématique de ce type de cellule. Le cristal liquide de type nématique est aligné (**fig. 6b**), selon une structure homogène et, en **figure 6a**, selon une structure homéotrope : dans ce cas il est nécessaire de n'avoir qu'un seul polariseur car ils ne servent plus d'analyseurs.

En **figure 7**, la mésophase est de type cholestérique et les molécules pléochroïques absorbent la lumière indépendamment de son état de polarisation ; si l'on passe en transmission cholestérique-nématique, la mésophase prend la configuration d'une structure homéotrope et les molécules pléochroïques, dont les axes longs deviennent perpendiculaires aux parois de la cellule, absorbent beaucoup moins de lumière.

L'effet « Guest-Host » utilisant la

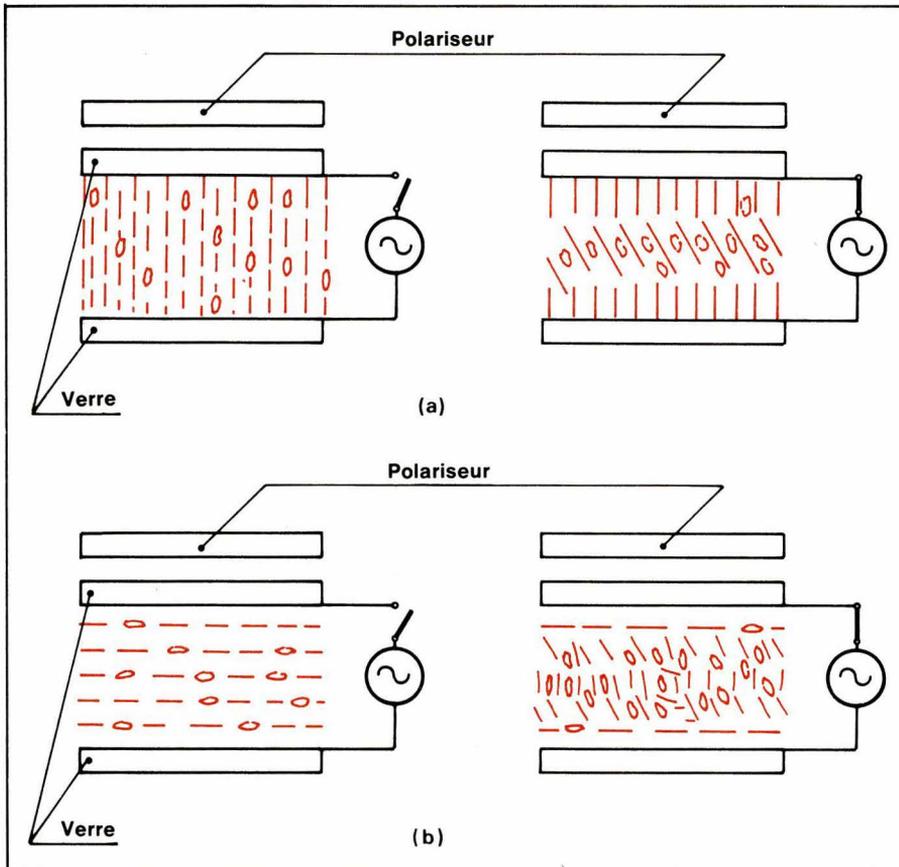


Fig. 6

transition cholestérique-nématique élimine la nécessité des polariseurs et fournit des afficheurs d'excellent contraste.

Les substances dichroïques ou pléochroïques à utiliser pour cet effet, doivent, naturellement, être solubles dans les cristaux liquides et avoir une bonne stabilité électrique et photo-chimique.

#### Effet mémoire

Cet effet est représenté à la figure 8. Le cristal liquide utilisé est un mélange de cholestérique, avec  $\Delta \epsilon < 0$ , et de nématique.

Initialement, la mésophase se trouve dans une structure planaire (les axes cholestériques perpendiculaires aux parois de la cellule) et est transparente ; en appliquant une tension continue ou un signal basse fréquence, on provoque le passage d'un courant, et donc, la diffusion dynamique ; en coupant la tension, la diffusion dynamique disparaît, mais la structure diffusante de la phase nématique reste, laquelle étant une structure métastable, se maintient pendant des heures ou même [11] des mois.

Pour remettre le cristal dans son état de transparence, il suffit d'appliquer un signal de fréquence suffisamment élevé.

### Synthèse des applications des cristaux liquides

Nombreuses sont les applications possibles des mésophases en utilisant, soit les phénomènes électro-optiques, soit leur sensibilité aux températures, aux vapeurs et aux forces mécaniques.

Les thermomètres à cristaux liquides sont désormais bien connus et le relevé de la température peut être fait dans un temps bref avec une précision et une résolution notable.

Des détecteurs à gaz sont également construits qui utilisent le fait que les vapeurs solubles dans les cholestériques, en altèrent les caractéristiques optiques, provoquant des variations de couleur.

Une couche mince de mésophase déposée sur un support convenable peut, en théorie, révéler une forme quelconque d'énergie, y compris les sons et les radio-fréquences.

En utilisant l'effet mémoire déjà décrit, on peut construire par exemple des tableaux lumineux.

En considérant des applications plus sophistiquées, il a été démontré la possibilité de fabriquer des variateurs de lumière dans les systèmes de projections, des déflecteurs de faisceau, des modulateurs de phase, des diaphragmes électroniques, des filtres colorés et des filtres neutres à densité variable électriquement contrôlée, des tableaux d'informations et des relais électro-optiques.

Revenant aux afficheurs, s'il est vrai qu'aujourd'hui, les cristaux liquides sont utilisés seulement pour des afficheurs de dimensions moyennes, avec une densité d'information assez faible, il est aussi vrai que les études se poursuivent très activement pour rendre les cristaux liquides compétitifs, en terme de contenu d'information, avec les tubes à rayons cathodiques, et les résultats publiés par les différents laboratoires sont loin d'être négligeables.

Il a été fabriqué des matrices à cristaux liquides dans lesquelles chaque point à visualiser est donné par un dispositif actif, transistors à couche mince, par exemple [12] (c'est le cas de *Westinghouse* et de *Thomson-CSF* en France) ou L.S.I. au silicium [13] (c'est le cas de *Hughes*) et l'on cherche des mélanges de mésophases ou des méthodes d'adressage qui permettent d'augmenter le nombre d'éléments pilotables en mode séquentiel (c'est le cas de *Hitachi* - [14] - ou du D.D.M. - [7/8]).

Outre les solutions *Westinghouse* et *Hughes*, qui semblent coûteuses et difficiles à réaliser industrielle-

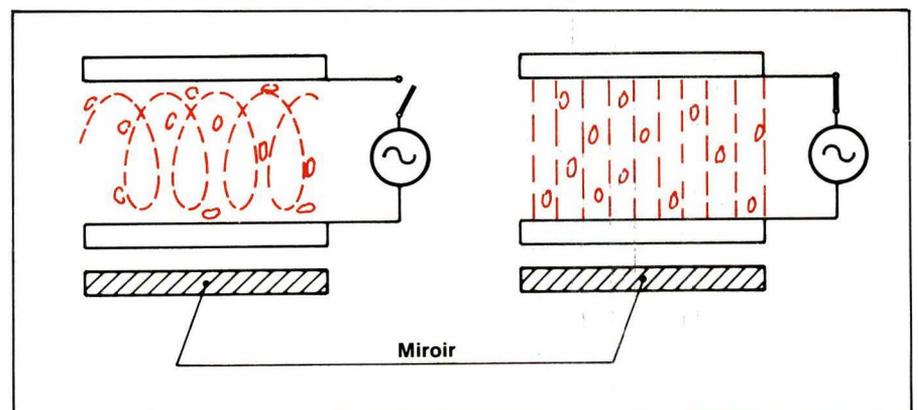


Fig. 7

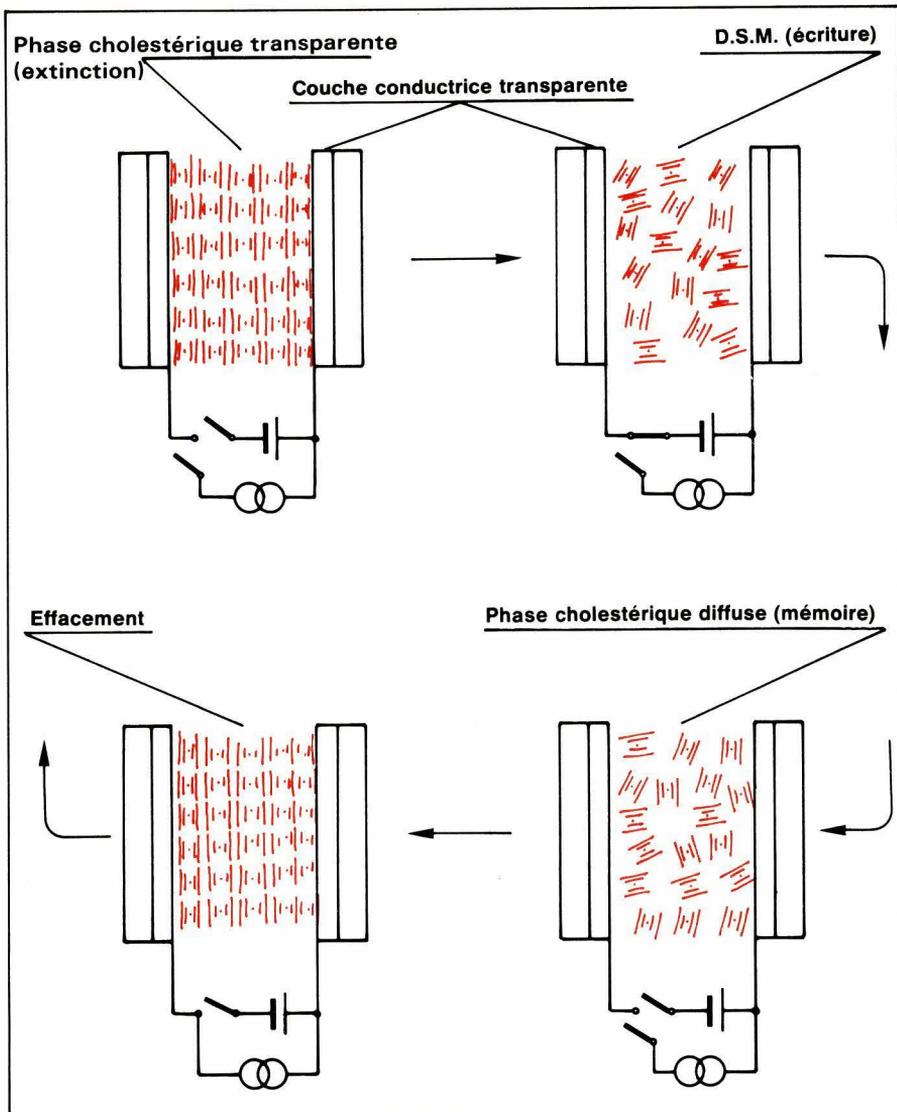


Fig. 8

ment, du fait des difficultés à obtenir des circuits intégrés ou à couche mince, de grandes dimensions, sans défaut, l'effort mené par Hitachi semble assez prometteur et a conduit récemment à la présentation d'un téléviseur de 120 x 90 mm et d'un terminal alphanumérique [16] capable de visualiser 4 lignes de 32 caractères sur un panneau de 38 x 175 mm.

Ce dernier panneau qui travaille à 15 V maximum est pilotable avec des C-MOS et consomme environ 100 mW, circuit d'interface compris ; on pense qu'il pourrait être commercialisé rapidement.

Le D.D.M. développé en Italie est très semblable à un dispositif développé dans les laboratoires du LETI de Grenoble, qui a présenté un téléviseur [17] réalisé sur une matrice de 128 x 128 points de 50 x 50 microns.

Le D.D.M. est un display transmissif et se prête très bien pour des afficheurs de moyennes dimensions avec un contenu plutôt élevé d'infor-

mations, des variateurs de lumière réversibles, des « bar-graph » et des terminaux alphanumériques, par exemple.

Outre les perspectives qui, comme nous l'avons vu, sont très grandes, les produits existant actuellement sur le marché sont, essentiellement, D.S.M. (diffusion dynamique), T.N. (nématique en hélice) et dichroïques.

Les caractéristiques typiques de ces afficheurs sont représentées dans le **tableau 1**, dans lequel sont également indiquées les caractéristiques du D.D.M. à titre indicatif.

Le D.S.M. peut être considéré comme un produit en perte de vitesse, et son domaine d'utilisation sera probablement lié à quelques applications, dans lesquelles la diffusion de la lumière est importante : miroirs et lunettes protégeant de l'éblouissement.

Le T.N. est sans doute le produit le plus largement diffusé et, dans le domaine de l'horlogerie, c'est lui qui

a dominé, grâce aux basses tensions requises pour le fonctionnement et à une consommation extrêmement faible.

Le T.N. peut être réalisé en version réflexive, transmissive ou transflective, c'est-à-dire capable de réfléchir la lumière ambiante mais aussi, de transmettre la lumière d'une lampe disposée par derrière.

Le contraste et la couleur de ces afficheurs sont liés aux polariseurs et à l'utilisation combinée de filtres polariseurs et réflecteurs.

Un exemple intéressant de l'application de cette combinaison est un affichage japonais (utilisé pour l'indication de niveau d'amplitude sur un nouvel enregistreur à cassette de Sony).

Il s'agit d'un « bar-graph », type transflectif, avec deux lignes de quarante barres, qui visualise, sur un fond blanc ou jaune, deux couleurs, bleu et rouge, avec une échelle noire et quelques symboles fixes rouges.

Grâce à l'utilisation de l'effet transflectif, la visibilité est optimale, que ce soit en ambiance fortement éclairée ou en ambiance obscure.

Les possibilités des cristaux liquides de donner une résolution élevée des espaces, et quelques astuces dans les circuits d'excitation et de comptage, permettent de penser qu'est proche l'époque où la majeure partie des indicateurs à aiguille sera remplacée par des indicateurs à barres, à cristaux liquides.

Les afficheurs dichroïques, qui sont encore dans leur période de jeunesse, sont actuellement disponibles dans les couleurs : rouge, noir, bleu et violet. Les problèmes de sensibilité aux U.V. semblent désormais dépassés par les nouveaux pigments utilisés.

L'introduction sur le marché des systèmes de visualisation pilotables en mode séquentiel ne doit pas tarder ; ces afficheurs sont destinés à occuper une grande place dans le domaine de l'affichage alphanumérique avec un contenu moyen de l'information.

## Conclusion

Les affichages alphanumériques à cristaux liquides, par suite de leur faible tension de commande, de leur consommation minimale et de leur visibilité optimale, même dans des conditions d'ambiance très fortement éclairées, le stade du laboratoire dépassé, trouveront toujours de plus grandes applications, même

|                          | D.S.M.                      | T.N.  | DICHROÏQUE                   | D.D.M.                                      |
|--------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|---|
| CONTRASTE                | 20/1                        | 20/1  | 20/1                         | 20/1  |
| ANGLE DE LECTURE         | 180°                        | 80° à 140°                                  | 180°                         | 160°  |
| COULEURS                 | Dépend de l'illumination    | Dépend de l'illumination et des polariseurs | Diverses (bleu, rouge, noir) | Dépend de l'illumination et des polariseurs |
| ECHELLE DES GRIS         | Oui                         | Non   | Non                          | Oui   |
| DIMENSIONS               | 200 × 150 mm                | 120 × 30 mm                                 | 200 × 150 mm                 | 145 × 110 mm                                |
| PUISSANCE                | 150 $\mu$ W/cm <sup>2</sup> | 6 à 10 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>              | 40 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>   | 5 à 50 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>              |
| TENSION                  | 7 à 15 V                    | 1 à 7 V                                     | 6 à 15 V                     | 6 à 40 V                                    |
| TEMPS DE REPONSE À 25 °C | 65 à 100 ms                 | 40 à 100 ms                                 | 40 à 70 ms                   | 10 à 30 ms                                  |
| DUREE DE VIE EN HEURES   | 50 000 h                    | 50 000 h                                    | en cours d'essais            | 50 000 h                                    |
| GAMME DE TEMPERATURE     | - 5 à + 55 °C               | - 20 à + 80 °C                              | - 20 à + 105 °C              | - 15 à + 60 °C                              |

Tableau 1

dans le domaine de l'instrumentation.

Les progrès dans le contrôle des effets de surface, dans le développement de nouvelles mésophases plus adaptées à une utilisation spécifique, et dans les techniques d'adressage, laissent prévoir d'importants développements également dans le domaine des variateurs de lumière et des systèmes à haute densité d'informations pour l'instrumentation portable.

#### Etude Optronics

### Bibliographie

[ 1 ] — G.H. Heilmeyer - L.A. Zannoni - L.A. Burton — *Proceedings of the IEEE*. Vol. 56, n° 7, july 1968, P. 1162.

[ 2 ] — L.A. Goodman — *Journal of Vacuum Science and Technology*. Vol. 10, n° 5, sept./oct. 1973, P. 804.

[ 3 ] — M.F. Schiekel - K. Farenschon — *Appl. Phys. Lett.* 19, 391 (1971).

[ 4 ] — G. Assouline - M. Hareng - F. Leiba - M. Roneillat — *Electronics Letters*. 7, 699 (1971).

[ 5 ] — F.J. Kahn — *Appl. Phys. Lett.* 20, 199 (1972).

[ 6 ] — R.A. Soref - M.J. Rafuse — *J. Appl. Phys.* 43, 2029 (1972).

[ 7 ] — G. Barzilai - P. Maltese - C.M. Ottavi - P. Reali — *1972 IEEE - Conference on Display Devices*. New York, oct. 1972, P. 67.

[ 8 ] — U. Costa - R. Riva. Como, 20 sept. 1977 — *Tavola Rotonda Dell'AEI su nuovi Orientamenti Nel Campo dei Trasduttori Elettro-Ottici*.

[ 9 ] — S. Masumoto - M. Kawamoto - K. Mizunoya — *Journal of Applied Physics*. Vol. 47, n° 9, sept. 1976, P. 3842.

[10] — J.J. Wysocki - J. Adams - W. Haas — *Phys. Rev. Lett.* 20, P. 1024 (1968).

[11] — G.H. Heilmeyer and J.E. Goldmacher 1968 — *Appl. Phys. Lett.* 13, 132.

[12] — Brody - Luo - Davies - Greeneich — *Symposium Digest of Technical Papers*. P. 166, (1974).

[13] — *Electronics*. feb. 19, 1976, P. 29.

[14] — H. Kavakami - Y. Nagase - Taneko — *Conference Record of 1976 Biennial Display Conference*. oct. 12-14, 1976. P. 50.

[15] — *Electronics*, may 26, 1977. P. 41.

[16] — *Electronics*, june 23, 1977. P. 10 E.

[17] — *Electronics*, december 22, 1977. P. 3 E.

Il y a des années que les générateurs de fonctions **WAVETEK** sont connus pour leur souplesse d'emploi (et leurs prix raisonnables). Et voilà maintenant un synthétiseur programmable 50 MHz avec toute la souplesse que l'on peut attendre d'un **WAVETEK**. Non seulement peut-il être déclenché en cycles uniques ou multiples, mais il est aussi capable de générer des trains d'ondes préprogrammés.

Et il possède de plus un générateur de balayage linéaire/logarithmique et toutes les formes d'ondes usuelles : triangle, rampe,

sinusoïde, carré, impulsions de types variés. Et tout cela à des niveaux jusqu'à 20 V crête à crête dans 50 ohms.

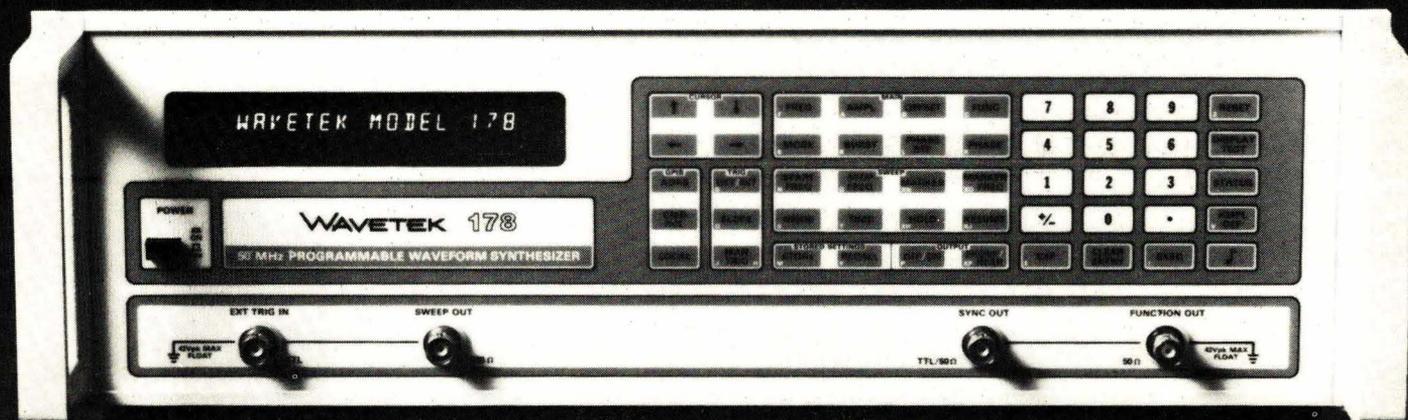
Même sa programmation est plus souple. Deux microprocesseurs acceptent les données dans n'importe quel ordre ou format et exécutent une instruction à la fois ou encore changent instantanément tous les paramètres simultanément. La programmation est totalement compatible avec le bus IEC-GPIB.

Demandez-en plus sur le nouveau **WAVETEK** modèle 178. Vous serez surpris.



Z.A. des Godets  
rue des Petits-Ruisseaux - BP 24  
91370 VERRIÈRES-LE-BUISSON  
Tél. : (6) 930.28.80 - Tél. : 600 517 F

# un vrai synthétiseur 50 MHz un vrai générateur de fonctions



C'est donc un **WAVETEK**®

La première partie de cette étude s'est attachée à décrire – sous un angle volontairement théorique, donc didactique – la conception d'un générateur de fonctions de laboratoire. Les étages « oscillateur » (ce dernier architecturé autour d'un « 8038 ») et « amplificateur » ont été décrits en détail.

La seconde partie de l'étude, qui fait l'objet de l'article ci-après, traite des données pratiques utiles à qui souhaite réaliser, concrètement, l'appareil proposé par l'auteur : schémas complets de l'amplificateur, de la partie alimentation, et implantation des composants sur circuit imprimé. Ce dernier a été pensé de façon à simplifier au maximum les opérations de câblage.

# Un générateur de fonctions de laboratoire

## 2<sup>e</sup> partie : réalisation

### Performances

Les performances sont tributaires des caractéristiques du circuit intégré « 8038 ». Les temps de montée et de descente du signal carré sont de 90 ns environ chacun, avec, pratiquement, aucun « overshoot » ou rebondissement.

L'atténuateur est conforme aux calculs ; les résultats sont ceux du tableau 1.

### Mise au point

Deux points importants doivent être respectés avant toute opération de mise au point. Ce sont :

- masse électrique isolée du châssis ;
- positionnement de tous les potentiomètres ajustables à mi-course.

Réglage de l'offset de l'ampli

| Position  | 0 dB | - 10 dB | - 20 dB | - 30 dB |
|---|------|---------|---------|---------|
| V <sub>s</sub> crête-crête<br>Mesure à l'oscilloscope | 20 V | 6,4 V   | 2 V     | 0,64 V  |

La précision obtenue en termes de gammes de fréquence est donnée par le tableau 2.

| Gammes                     | Valeurs mesurées       |
|----------------------------|------------------------|
| 150 kHz – 10 kHz           | 149,5 kHz – 10,12 kHz  |
| 15 kHz – 1 kHz             | 15,03 kHz – 1 kHz      |
| 1,5 kHz – 100 Hz           | 1,5 kHz – 99 Hz        |
| 150 Hz – 10 Hz             | * 153 Hz – * 10 Hz     |
| 15 Hz – 1 Hz               | * 14,45 Hz – * 0,93 Hz |
| 1,5 Hz – 0,1 Hz            | * 1,49 Hz – ** –       |
| * : mesure en périodemètre |                        |
| ** : 10 s ≈ au chronomètre |                        |

L'interrupteur « décalage nul » est appuyé ; le curseur du potentiomètre « niveau » est à la masse ; l'atténuateur sur la position « 0 dB ».

A l'oscilloscope (calibre 10 mV/car.), régler P5 pour que la valeur moyenne du bruit de fond soit nulle. Opération à effectuer après 15 mn de fonctionnement.

### Réglage de la symétrie du signal triangulaire

Le potentiomètre « fréquence » étant à fond : régler P2.

Le potentiomètre « fréquence » à 0 : corriger éventuellement R48 pour parfaire la symétrie pour les faibles courants de charge des condensateurs.

### Réglage de la distorsion du signal sinusoïdal

A 1 kHz environ, et sans distorsion, il faut recopier l'écran de l'oscilloscope sur une feuille. Tracer ensuite avec soin une sinusoïde ayant comme amplitude crête-crête la hauteur de l'écran, et comme période la largeur de l'écran. Repérer les intersections de la sinusoïde avec les carreaux. Enfin, agir sur P6 et P7 jusqu'à la position optimale.

### Réglage de la fréquence

#### Calcul des condensateurs

Les condensateurs étant à  $\pm 20\%$ , il est nécessaire de les mesurer pour rendre semblables les deux premiers chiffres significatifs de leurs valeurs en ajoutant des condensateurs en parallèle. Le condensateur ayant le nombre (formé par les deux premiers chiffres significatifs) le plus grand sera pris comme référence.

La fréquence est donnée par la formule :

$$f = \frac{3 V_{vob}}{V_{cc} \cdot C \cdot (R_A + R_B)}$$

(voir descriptif du 8038) ; donc :

$$C = \frac{3 \cdot V_{vob}}{f \cdot V_{cc} \cdot (R_A + R_B)}$$

où :

–  $V_{vob}$  est la d.d.p. appliquée entre les broches 6 et 8 du « 8038 ». Cette d.d.p. se trouve également entre le curseur du potentiomètre « fréquence » et la masse ;

–  $V_{cc}$  est la d.d.p. entre les broches 6 et 11 (21 V environ) ;

–  $R_A + R_B = R_{38} + R_{39} + P2$  (4,4 k $\Omega$  environ).

Il faut alors mesurer  $f$  (fréquence-mètre, périodemètre). En déduire  $C$ . Indiquons qu'il ne faut pas vérifier les résultats immédiatement après avoir soudé les condensateurs ; mais il convient d'attendre au moins 30 mn (coefficient de température non nul).

### Réglage de $P_1$ - $P_3$

$P_1$  : fréquence basse de la gamme ;

$P_3$  : fréquence haute de la gamme.

### Réglage des valeurs crête-crête

On se place à 20 V<sub>cc</sub>, en position 0 dB, le potentiomètre « niveau » étant à fond. Allonger les fils d'une résistance ajustable de 100 k $\Omega$ , puis la souder du côté du câblage imprimé. La régler. Mesurer alors sa valeur à l'ohmmètre. La remplacer par une résistance de la valeur normalisée la plus proche.

● *Signal sinusoïdal* : résistance en parallèle sur  $R_{22}$  ;

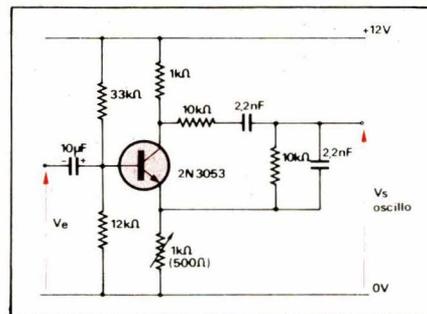


Fig. a-1

● *Signal triangulaire* : résistance en parallèle sur  $R_{31}$  ;

● *Signal carré* (décalage nul) : régler la résistance en parallèle sur  $R_{43}$  pour obtenir 10 V d'amplitude pour l'alternance positive. Régler ensuite  $P_4$  pour obtenir 10 V pour l'alternance négative.

### Réglage du décalage

Il faut pour ce faire déterminer la résistance à mettre en parallèle sur  $R_{46}$  pour obtenir un décalage de  $\pm 10$  V (position 0 dB).

### Forme du signal carré

(Se reporter à l'étude théorique.)

Avec  $f = 150$  kHz, corriger éventuellement  $R_{23}$  : diminuer ou augmenter la résistance.

**Remarque** : du fait de la dispersion des caractéristiques sur les diodes  $D_3...D_6$  et les régulateurs de tension, il se peut que les tensions d'alimentation du « 8038 » (broches 6 et 11) ne soient pas symétriques par rapport à la masse. Il s'ensuit un décalage continu du signal sinusoïdal et du signal triangulaire.

On peut remédier à ce défaut en mettant une résistance (à déterminer) en parallèle sur les diodes  $D_3, D_4$  si la composante continue du signal triangulaire (broche 3 du 8038) est négative, ou sur les diodes  $D_5, D_6$  dans le cas d'une composante continue positive.

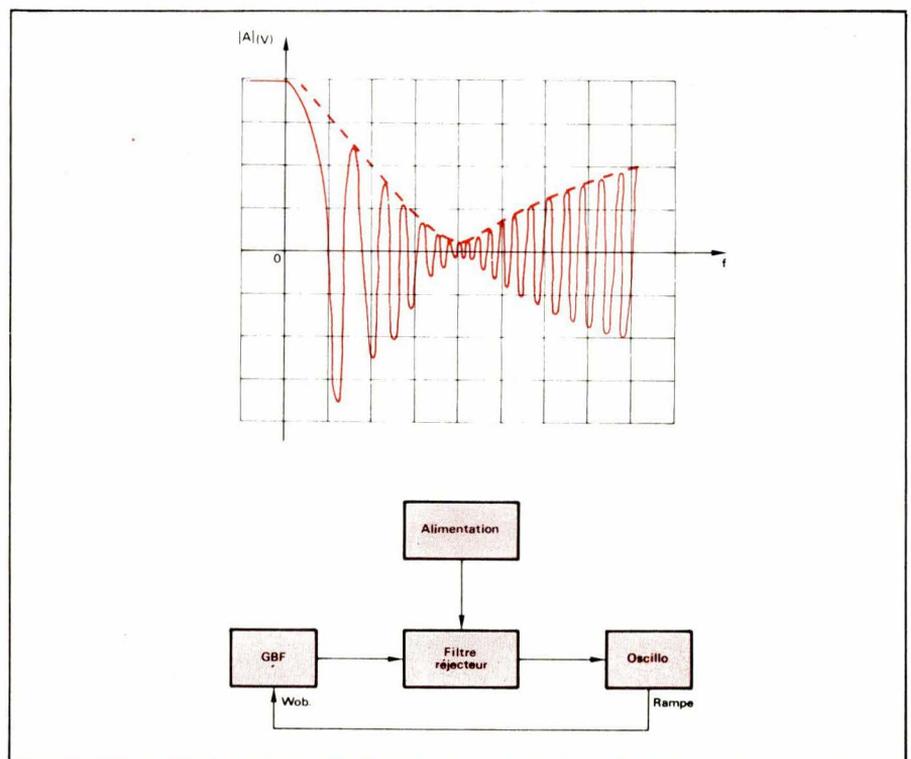


Fig. a-2

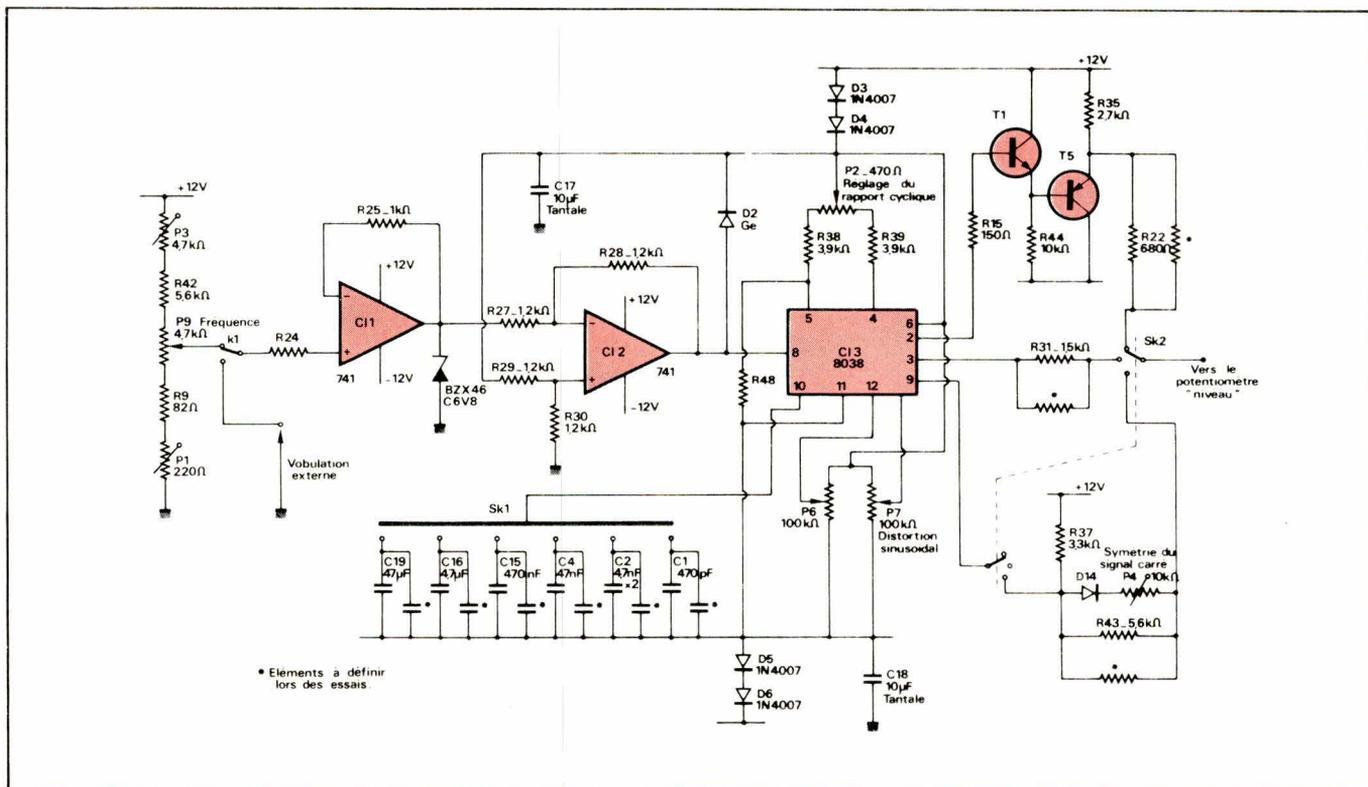


Fig. 1

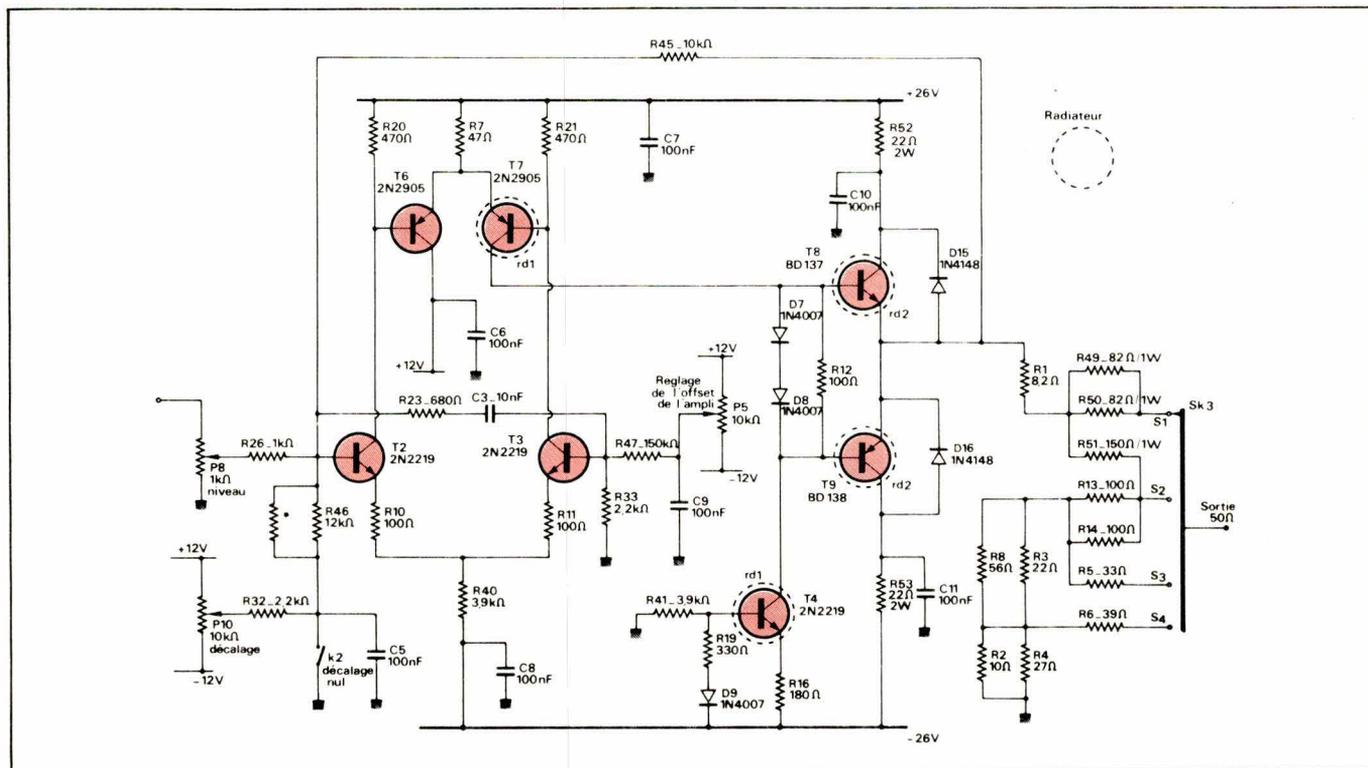


Fig. 2

Afin que l'étude soit complète, la **figure 1** donne le schéma de l'oscillateur avec les valeurs numériques des composants. La **figure 2** correspond à l'amplificateur, la **figure 3** à l'alimentation stabilisée. Enfin, la **figure 4** reproduit le tracé du circuit imprimé (époxy XXXP) du générateur de fonctions de laboratoire.

G. Marchas.

### Annexe

Les **figures a-1** et **a-2** donnent, à titre de complément, le schéma d'un filtre réjecteur utilisé par l'auteur. Les données relatives à ces figures sont les suivantes (voir en première page de l'article) :

– Générateur BF : gamme

× 1 kHz ; – 20 dB ; potentiomètre de niveau à mi-course : 0,8 V crête à crête.

– Oscilloscope : Y = 0,1 V / carreau ; AC ; synchronisation sur front descendant.

– Base de temps : 0,5 ms ; rampe : de – 1,1 V à + 4,2 V.

– Gamme 1 K (3,175 kHz/V) ; volubulation de 0 à 13,4 kHz.

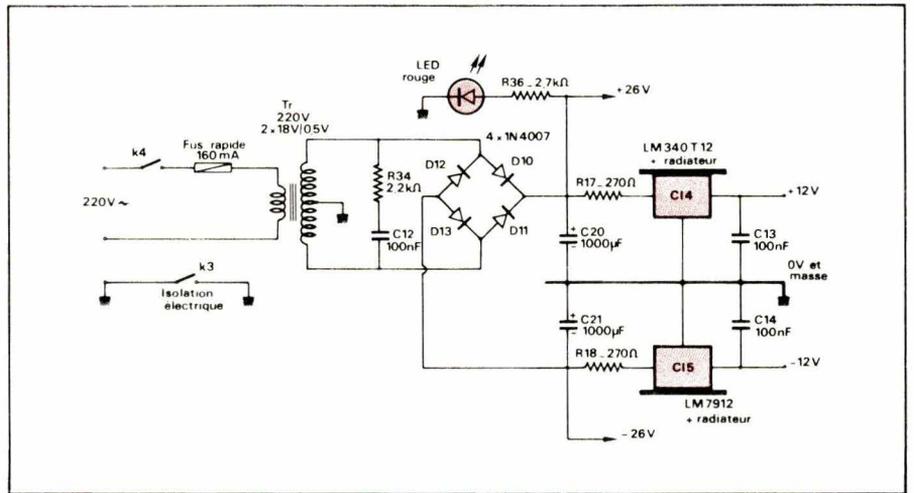


Fig. 3

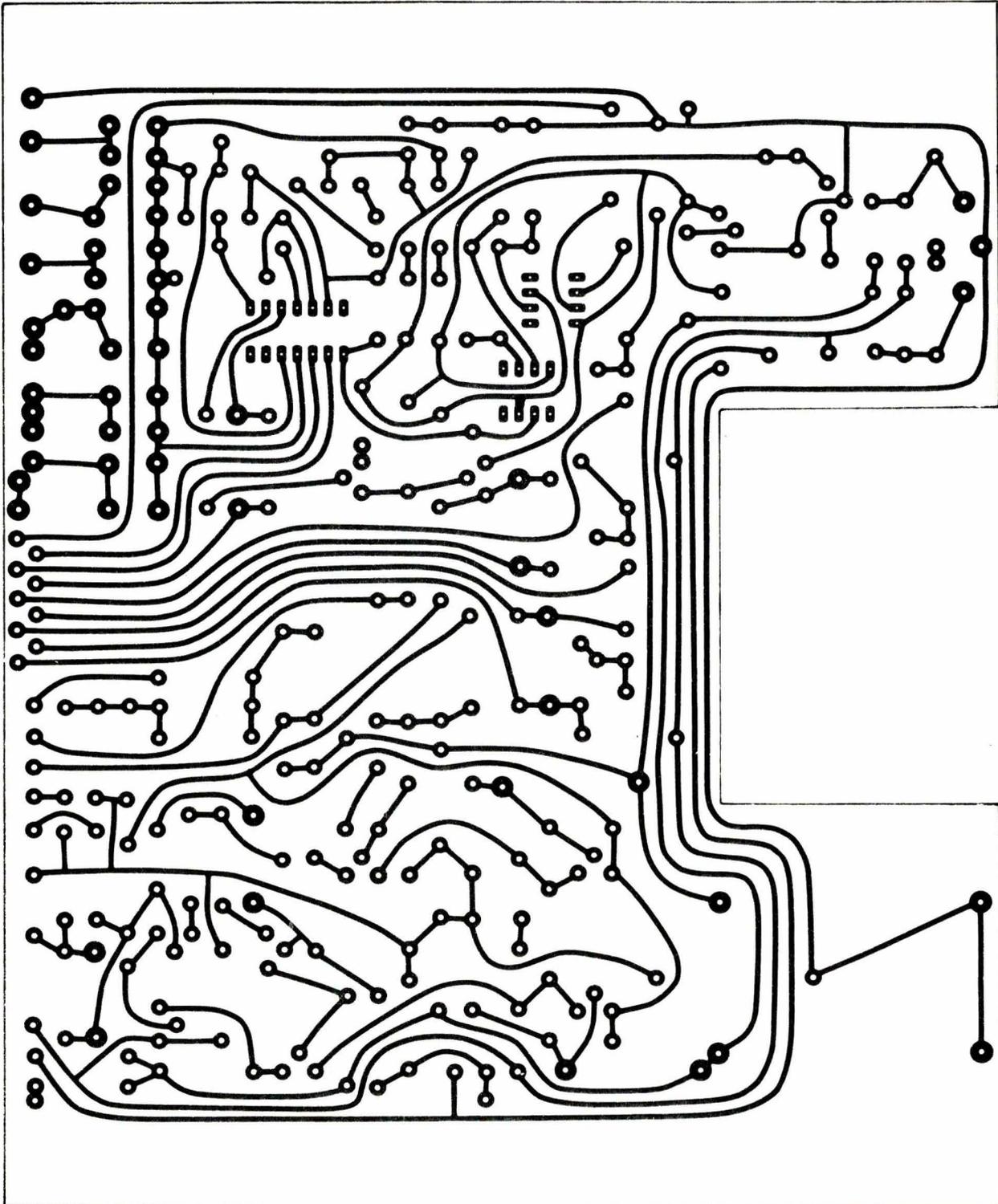


Fig. 4 a



**La Nouvelle Génération des Machines semi-automatiques pour miniwrap SW-101**

OK Machine and Tool vient de sortir au printemps 1981 une nouvelle machine de câblage à commande numérique réunissant les derniers perfectionnements techniques à un prix révolutionnaire sous le sigle SW-101. Cet ensemble de construction modulaire comporte :

Une **Table de câblage** (ST 101/2020) offrant une surface utile de 510 x 510 mm. La vitesse maxi de translation du « V de positionnement » (support du pistolet à wrapper) est de 250 mm/sec. Les moteurs des mouvements X et Y sont des pas à pas de haute résolution (incréments de déplacement 0,063 mm). L'interrupteur des avances est monté à proximité immédiate du « V ».

Une **console de commande et affichage** (SC-101) très complète qui indique entre autres :

- Le numéro de la connexion en cours
- La valeur X, la valeur Y
- L'état T1 ou T2
- Le numéro du casier à fil (dans l'état T1)
- Le numéro de la broche à wrapper.

Un **bac à fil** (SB-101/40) de 40 cases à profondeurs réglables.

Une **commande électronique** avec lecteur de ruban perforé

Le lecteur photo électrique à 300 caractères/sec. est équipé d'un microprocesseur à mémoire tampon.

Le nouvel ensemble SW-101 offre des possibilités logicielles que l'on ne trouve encore sur aucun produit concurrent :

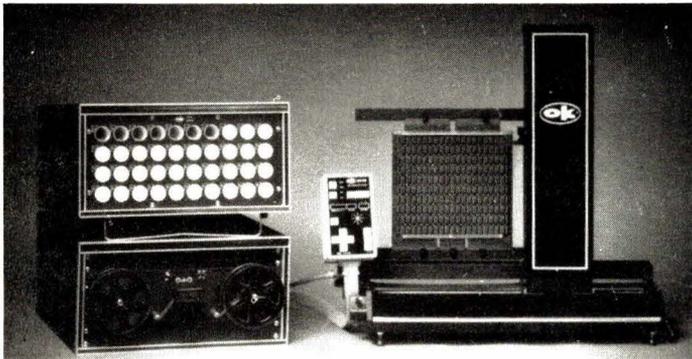
- Lecture des bandes en code EIA ou ASCII (au choix)
- Lecture des bandes établies en « valeurs relatives » aussi bien que des bandes établies en « valeurs absolues ».
- Le microprocesseur peut également être très facilement reprogrammé pour lire les rubans établis pour les machines des marques concurrentes.

Avec l'ensemble SW-101 se trouvent ainsi complètement éliminés les problèmes de compatibilité entre équipements d'origines différentes.

La conception modulaire assure une très grande facilité de mise en œuvre, un transport sans problème et une maintenance hors pair (en cas de panne excédant 3 heures de réparation nous laissons sur site un module de dépannage).



Fabriqué aux USA  
par O.K. Machine & Tool Corp.  
à Bronx N.Y. 10475



Pour la réalisation des rubans perforés de commande de nos machines, nous offrons les options suivantes :

- 1) Fourniture d'un programme de base réf. GENTP pour ordinateurs évolués permettant au client de réaliser ses bandes sur son système.
- 2) Réalisation par nos soins des rubans sur grosse unité à partir des éléments fournis par le client (géométrie de l'aire de câblage et liste FROM-TO).
- 3) Réalisation des rubans sur système PEN-ENTRY à partir des schémas théoriques fournis par le client.
  - 3a réalisation par nos soins sur système propre.
  - 3b réalisation par le client après acquisition d'un système.

La solution PEN-ENTRY élimine le passage sur grosse unité de calcul et accélère la réalisation des rubans dans les proportions de 4 à 1.

Importateur  
Exclusif

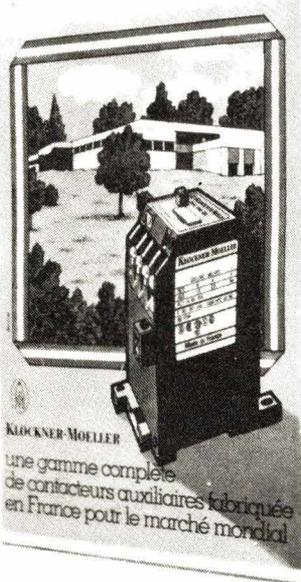
**SOAMET s.a.** 10, Bd. F.-Hostachy-78290 CROISSY-s/SEINE - 976.24.37

SERVICE-LECTEURS N° 228

Tous les mois dans la revue technique « **LE MONITEUR DE L'ELECTRICITE** »

2 à 12, rue de Bellevue 75019 Paris — Tél.: 200-33-05

**LE MONITEUR**  
ELECTRICITE ET DE L'ELECTRONIQUE



ne manquez pas de consulter  
le **BAREME**  
des prix moyens  
des travaux d'installations  
électriques courantes

Ce barème regroupe l'essentiel des éléments  
constituant une installation électrique domestique

Bon pour un exemplaire gratuit  
à retourner à : PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD  
Service Diffusion Abonnement 2 à 12 rue de Bellevue 75940 Paris Cedex 19  
*Il est indispensable de nous indiquer 2 fois vos nom et adresse*

LE MONITEUR PROFESSIONNEL DE L'ELECTRICITE

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Nom .....                     | Nom .....                     |
| Prénom .....                  | Prénom .....                  |
| N° ..... Rue .....            | N° ..... Rue .....            |
| Code postal ..... Ville ..... | Code postal ..... Ville ..... |

SERVICE-LECTEURS N° 229

# microordinateurs 8 bits

**l'expérience des produits standard...**

- Les familles 8048/8035  
8049/8039  
8021

incorporent :

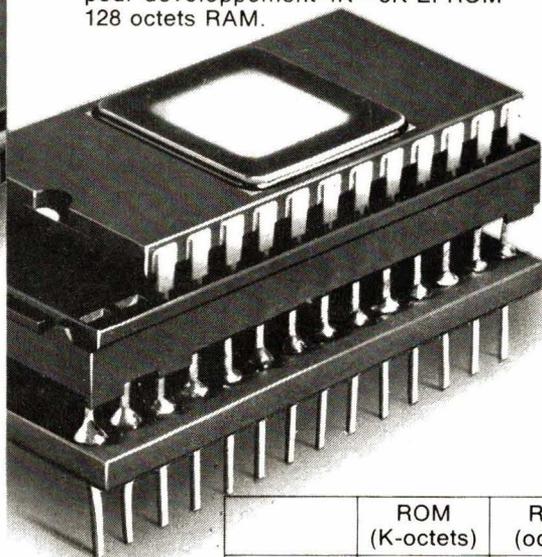
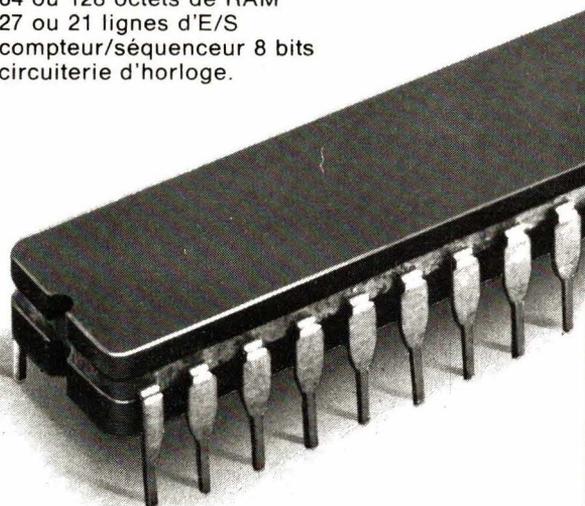
- unité centrale
- 1 ou 2 K octets de ROM
- 64 ou 128 octets de RAM
- 27 ou 21 lignes d'E/S
- compteur/séquenceur 8 bits
- circuiterie d'horloge.

**...et la nouvelle famille 8400**

**conçue et fabriquée en EUROPE**

- Architecture type 8021 - bus série nouvelle approche système économique pour fonctionnement en multitransmetteur.

**8400 : un micro-ordinateur version "piggy back"** pour développement 4K - 8K EPROM 128 octets RAM.



- Un système de test et de mise au point : le MCT 48 E.

- Une activité de formation pour l'initiation et le perfectionnement.

|      | ROM (K-octets) | RAM (octets) |
|------|----------------|--------------|
| 8405 | 0,5            | 32           |
| 8410 | 1              | 64           |
| 8420 | 2              | 64           |
| 8440 | 4              | 128          |

*Je désire recevoir*

- la visite d'un ingénieur conseil  
 votre catalogue

M. \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_

559

*Afin que vous puissiez innover*



130, AVENUE LEDRU-ROLLIN - 75540 PARIS CEDEX 11 - TEL (1) 355.44.99 - TELEX : 680.495 F

# CALENDRIER

## 23 septembre au 2 octobre. — CNIT, Paris-La Défense.

Sicob 81, Rens. : Sicob, 6, place de Valois, 75001 Paris. Tél. : 261.52.42.

## 28 septembre au 2 octobre. — Nice.

Seas anniversary meeting workshop on analysis and design of computer installations and communication system. Rens. : C.J.M., Aarts. Seas HQ, to Ernooiveld, NL 6525 ED, Nijmegen (NL).

## 28 septembre au 3 octobre. — Dubrovnik (Yougoslavie).

Imeko, the application of microcomputers in measurement. Rens. : J. Bizicevic, dept. of measurement and control, Faculty of technologie, Univ. of Zagreb, Pierottewa 6, 41000 Zagreb.

## 28 septembre au 4 octobre. — Barcelone.

Sonimag 81. Rens. : avenida Maria Christina S/n, apartado 7037 SP — Barcelone. Tél. : 223.31.01, 243.81.01.

## 29 septembre au 1<sup>er</sup> octobre. — Toronto.

Toronto SME tool and manufacturing conf. engin. and expos. Rens. : Hugh Mc Gregor and associates, 100 Richmond Street, suite 444, Toronto, Ontario M5H 3K6. Tél. : (416) 366-6464.

## 29 septembre au 2 octobre. — Bâle.

IImac 81 — 8<sup>e</sup> Salon intern. de la technique de laboratoire, de la technique de mesure, du génie chimique et de l'automatique en chimie. Rens. : Secrétariat IImac, C/° Foire suisse d'échantillons, case postale, CH 4021 Bâle. Tél. : (061) 26.20.20.

## 1<sup>er</sup> au 2 octobre. — Orsay.

Séminaire Hewlett-Packard « Les oscilloscopes nouvelles générations ». Rens. : Hewlett-Packard, B.P. 6, 91401 Orsay-Cedex.

## 1<sup>er</sup> au 8 octobre. — Paris.

Equip'auto (Salon international des industries d'équipement et d'entretien de l'automobile) (Pte de Versailles). Rens. : Equip'Auto, 7, rue Copernic, 75782 Paris Cedex 16. Tél. : 505.14.37.

## 5 au 7 octobre. — Paris.

Séminaire « circuits intégrés linéaires ». ECE, 12, rue de la Lune, 75002 Paris. Tél. : 236.78.87.

## 5 au 9 octobre. — Cannes.

Vidcom (Marché international de la vidéocommunication). Rens. : M. Chevy, 179, av. Victor-Hugo, 75116 Paris. Tél. : 505.14.03.

## 5 au 9 octobre. — Fontenay-aux-Roses.

« Techniques de mesure sur composants électroniques passifs ». LCIE, 33, avenue du Général-Leclerc, 92260 Fontenay-aux-Roses. Tél. : 645.21.84.

## 6 au 8 octobre. — Palais des Congrès. Paris.

« Opto 81 ». Fibres optiques, lasers, optique, visualisation. Rens. : Editions Masson, 120, boulevard Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06.

## 6 au 9 octobre. — Versailles.

Exposition Capteurs Français. Rens. : CIAME, 9, rue Huysmans, 75006 Paris. Tél. : 544.71.23.

## 6 au 13 octobre. — Orsay.

Séminaire « analyseurs logiques ». Hewlett Packard, Division Instrumentale, avenue des Tropiques, B.P. 6, 91491 Orsay Cedex. Tél. : 907.78.25.

## 12 au 16 octobre. — Le Pont-de-Claix.

Séminaire « Rappels sur l'amplification à transistors ». CFP, 38, avenue Victor-Hugo, 38800 Le Pont-de-Claix. Tél. : (76) 98.00.09.

## 12 au 16 octobre. — Grenoble.

Séminaire sur l'« Electronique de puissance ». Merlin Gerin, 83 X 38041 Grenoble Cedex. Tél. : (76) 57.60.60.

## 13 au 16 octobre. — Orsay.

Séminaire « analyseurs de spectre ». Hewlett-Packard, B.P. 6, 91401 Orsay. Tél. : 907.78.25.

## 14 au 17 octobre. — Vienne.

IE 81. Rens. : Conseil et Développement, 16, rue Champ-Lagarde, 78000 Versailles. Tél. : 953.47.71.

## 19 au 21 octobre. — Paris.

Séminaire « technique des microprocesseurs ». E.C.E., 12, rue de la Lune, 75002 Paris. Tél. : 236.78.87.

## 19 au 23 octobre. — Munich.

Systems 81. Rens. : Chambre de Commerce Franco-Allemande, 18, rue Balard, 75015 Paris. Tél. : 575.62.56.

## 19 au 23 octobre. — Le Pont-de-Claix.

Séminaire « Les interfaces des microprocesseurs (8080) ». CFP, 38, avenue Victor-Hugo, 38800 Le Pont-de-Claix. Tél. : (76) 98.00.09.

## 20 au 22 octobre. — Brighton.

Internecon. Rens. : Kiver Communications Milbank House, 171-185 Ewell Rd. Surbiton. Surrey KT6 6AX. Tél. : 01.390.02.81.

## 24 octobre au 2 novembre. — Paris.

Salon international de la photographie, du cinéma sub-standard et de l'optique (Pte de Versailles). Rens. : 5 bis, rue Jacquemont, 75017 Paris. Tél. : 627.47.29.

## 26 au 30 octobre. — Le Pont-de-Claix.

Séminaire « étude des automatismes (Grafset) ». CFP, 38, avenue Victor-Hugo, 38800 Le Pont-de-Claix. Tél. : (76) 98.00.09.

**26 au 30 octobre. – Paris.**

CISCO (biennale internationale des équipements de salles de spectacles et des matériels de production) (Pte de Versailles). Rens. : M. Chevy, 179, av. Victor-Hugo, 75116 Paris. Tél. : 505.14.03.

**27 au 29 octobre. – Lyon.**

Session de formation continue sur les micro-ondes et hautes fréquences dans l'industrie. Rens. : ITF Lyon, route de Dardilly, B.P. 60, 69130 Ecully. Tél. : (78) 33.34.55.

**27 au 29 octobre. – Strasbourg.**

22<sup>e</sup> Journées de la Métrologie. Rens. : LAE, 7, rue de l'Université, 67000 Strasbourg. Tél. : (88) 35.51.50.

**27 au 30 octobre. – Bobigny.**

Séminaire « système de développement pour microprocesseur » Philips divis. Science et Industrie, 105, rue de Paris, 93000 Bobigny. Tél. : 830.11.11.

**3 au 5 novembre. – Londres.**

COMPEC. Rens. : IPC Exhibitives Ltd 40 Bowling Green Lane, London EC 1R ONE. Tél. : 01.837.36.36.

**10 au 14 novembre 1981. – Munich.**

Productronica 81. Rens. : Chambre de Commerce Franco-Allemande, 18, rue Balard, 75015 Paris. Tél. : 575.62.56.

**16 au 20 novembre. – Lyon.**

Midest (Marché international pour la diffusion européenne de la sous-traitance). Rens. : MIDEST, B.P. 1593, 54027 Nancy Cedex. Tél. : 51.19.01.

**30 novembre au 5 décembre. – Paris.**

Maintenance 81 (CNIT, La Défense). Rens. : Sepic, 40, rue du Colisée, 75381 Paris Cédex 08. Tél. : 359.10.30.

**30 novembre au 6 décembre. – Paris (CNIT)**

Mécanélem. Rens. : Sepic, 40, rue du Colisée, 75008 Paris. Tél. : 359.10.30.

## En bref...

### Les composants passifs en 1982

A la suite de la *Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens (SEE)*, du *Groupement des industries Electroniques (GIEL)* et du *Syndicat des Industries de Composants Electroniques Passifs (SYCEP)* et à l'occasion du 25<sup>e</sup> Salon International des Composants Electroniques, sera organisé à Paris du lundi 29 mars au mercredi 31 mars 1982, un colloque international sur les nouvelles orientations des composants passifs : matériaux, technologies, mise en œuvre.

L'explosion du domaine d'application de l'Electronique, l'apparition de nouvelles fonctions, la sensibilité de l'industrie des composants au marché des matières premières, la mise en place de procédures de production automatisées : telles sont les grandes tendances qui conduiront à une évolution fondamentale des composants passifs.

Dans cette perspective, le colloque propose, par un dialogue entre scientifiques et technologues, fabricants et utilisateurs, de mettre en évidence les orientations résolument nouvelles à partir desquelles seront conçus, produits et utilisés les composants passifs des prochaines années.

Les conférences, communications et tables rondes traiteront des domaines suivants :

Fonctions capacitatives – Fonctions résistives – Composants magnétiques – Transducteurs – Supports et interconnexions – Connexions et commutation – Filtrés et résonateurs – Composants de protection.

Les sessions seront organisées autour de trois thèmes :

● Matériaux organiques et minéraux :

Matériaux conducteurs, résistifs, non-linéaires, diélectriques, magnétiques, photosensibles...

● Technologies d'élaboration des composants :

Conception, mise en forme des éléments, assemblage, caractérisation, contrôle...

● Mise en œuvre des composants passifs :

Procédés de report et d'interconnexion, automatisation et leurs conséquences.

### Savoir vendre...

Le **CECOVE**, Centre d'Etudes Commerciales et de Vente, fondé par des praticiens et des techniciens d'entreprises, propose des stages d'initiation, de formation et de perfectionnement aux fonctions commerciales.

Il s'est avéré en effet que la vente – notamment en termes de composants, systèmes électroniques ou informatiques –, est maintenant une fonction à part entière dans l'entreprise, distincte à la fois de la seule politique commerciale et du support technique proprement dit. Tout en les réunissant.

Qu'est-ce que vendre ? Si l'on admet que « vendre » se distingue fondamentalement de « se laisser acheter », on comprend qu'une formation spécifique est nécessaire. On ne saurait, d'autre part, savoir vendre sans savoir gérer la vente. Ces options de base, seules recevables en période de concurrence active – ce qui est actuellement le cas –, ont motivé le **CECOVE** pour proposer aux :

● collaboratrices de services commerciaux,

● représentants en produits et biens d'équipements industriels et à caractère technique (destinés notamment aux ingénieurs et techniciens) : stages, séminaires et journées d'étude en intra et en inter-entreprises, toute l'année.

Le **CECOVE** est à la disposition des entrepreneurs qui souhaitent optimiser leur structure de vente et de promotion, au 8-10, rue Saint-Marc, 75002 Paris. On peut se renseigner auprès de M. D. Champagne, tél. : 236.88.88.

# BIBLIOGRAPHIE

## Interphone, téléphone : montages périphériques

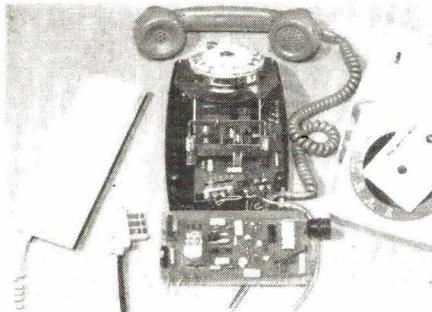
par P. Gueulle

L'auteur a voulu ici mettre à la portée de l'amateur des techniques restant souvent encore affaire de spécialistes. Pour cela, il décrit clairement le fonctionnement des ré-



P. GUEULLE

### INTERPHONE TÉLÉPHONE montages périphériques



Editions Techniques et Scientifiques Françaises

seaux de téléphonie et d'interphonie, ainsi que des montages pratiques éprouvés.

Principaux chapitres :

- créations de réseaux téléphoniques privés ;
- construction de répondeurs simplifiés ou homologables PTT ;
- surveillance à distance par téléphone ;
- communications téléphoniques par rayons infrarouge, par les fils du secteur électrique, etc. ;
- branchement d'un radiotéléphone CB sur un réseau téléphonique quelconque ;
- télécommande par téléphone.

Un ouvrage de 160 pages, 15 x 21 cm, 20 photos, 116 schémas.

E.T.S.F., 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 035

## Comment associer les microprocesseurs à l'analogique

par Ph. Burton et A.-L. Dexter

L'intégration inéluctable des microprocesseurs aux produits de l'industrie conduit l'électronicien à repenser de façon systématique la liaison du microprocesseur à l'analogique.

Pour relier un microprocesseur au système qu'il contrôle, les convertisseurs A/N ou N/A se révèlent indispensables. Mais quel type de convertisseur associer à un microprocesseur donné ?

Comment optimiser ce couple technologiquement disparate ?

L'ouvrage de Ph. Burton et A. Dexter permet à l'électronicien de mieux saisir les limites du dialogue entre le circuit processeur et le convertisseur qui l'interface. Cela est fondamental, car les performances d'un tel ensemble peuvent être gravement perturbées par une erreur commise dans le choix de deux composants à associer.

La grande originalité de ce livre est de décrire dans un langage simple et précis, certains détails de l'architecture interne des microprocesseurs et les différentes méthodes de conversion A/N et N/A.

Ainsi, le meilleur choix peut-il s'effectuer en partant ou du microprocesseur ou du convertisseur, avec l'assurance de réaliser l'adaptation la plus efficace des deux composants.

Un ouvrage de 212 pages, 21 x 27 cm.

Editions de l'Usine Nouvelle, 59, rue du Rocher, 75008 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 036

## Brochure « cartes STD » Intersil

Une brève introduction décrit la division système d'Intersil et le logiciel prochainement disponible.

- ISB 3100, unité centrale Z80 - 4 MHz ou 2,5 MHz avec 4 k x 8 RAM, 8 k x 8 REPRM et 4 compteurs programmables ;
- ISB 3110, unité centrale 8085 - 8 MHz ou 6 MHz avec 4 k x 8 RAM, 8 k x 8 REPRM et 3 compteurs programmables ;
- ISB 3216, mémoire C-MOS 16 k octets secourue par batterie ;
- ISB 3310, 6 entrées numériques 8 bits ;
- ISB 3320, 6 sorties numériques 8 bits ;
- ISB 3400, contrôleur 1 à 4 disques souples, 5 1/4 ou 8 pouces, simple ou double densité ;
- ISB 3500, 8 sorties industrielles à triac (2 A, 280 V) ;
- ISB 3510, 9 entrées isolées opto-électroniquement ;
- ISB 3520, 8 sorties à relais ;
- ISB 3600, carte arithmétique 16 ou 32 bits, virgule fixe ou flottante ;
- ISB 3700, deux canaux de communication indépendants.

Intersil, 217, bureaux de la Coline, 92213 Saint-Cloud.

SERVICE-LECTEURS N° 037

## L'informaticien : activités, formation, carrières

Comment faire carrière dans l'informatique ? Cet ouvrage, de près de 400 pages, décrit les différents types d'emplois dans l'informatique, leurs appellations, les activités et l'environnement. Il indique naturellement la formation requise, les moyens d'accès, les carrières possibles et les salaires pratiqués. Toutes les filières de formation sont abordées : scolaire, universitaire, grandes écoles et recyclage.

L'ouvrage se termine par une présentation des entreprises et des administrations et un descriptif des emplois qu'elles offrent.

La documentation pratique, 13, galerie Vivienne, 75002 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 038

## « Pratiguides » d'électronique

« Pratiguide » est une collection d'ouvrages pratiques, relevant du domaine de l'électronique ; qu'il s'agisse aussi bien des techniques audio ou vidéo, que de l'électronique automobile ou de l'informatique individuelle.

Parmi les différents titres :

### Apprivoiser les composants les connaître pour les utiliser par B. Woolard

Les loisirs font une large place à l'électronique : la radio, la Hi-Fi, les jeux se développent à vive allure. Que faire pour suivre cette évolution, pour comprendre les phénomènes et appliquer les connaissances acquises à des réalisations personnelles intéressantes ? Cet ouvrage répond à ces interrogations en repérant, parmi les nombreux montages, ceux qu'il est possible d'aborder sans mathématiques, ceux qui peuvent être apprivoisés sans difficultés majeures pour une utilisation immédiate. Un ouvrage pour tous ceux qui souhaitent découvrir les composants électroniques pour mieux les utiliser.

### Conquérir la logique, du circuit intégré à l'ordinateur par B. Woolard

L'auteur, partant du circuit intégré le plus simple, démonte les mécanismes logiques qui conduisent à l'utilisation des microprocesseurs ou des ordinateurs. Il dresse l'inventaire des circuits, en explique le fonctionnement, l'applique sur de nombreux montages pratiques que le lecteur est invité à mettre en œuvre. Destiné à perfectionner ceux qui ont déjà quelques notions d'électronique, et qui ont notamment lu et appliqué « Apprivoiser les composants », cet ouvrage donne avec clarté les éléments conduisant à une bonne maîtrise de la pratique de tels circuits logiques.

### Randonnée électronique : des montages pour les loisirs par J. Watson

Les montages les plus simples ne sont pas toujours les moins performants, loin de là. Il y a des idées de base utilisables dans de nombreux domaines. Cet ouvrage le montre, il fourmille d'idées et d'astuces pour bien des applications.

Nul besoin d'être spécialiste de l'électronique pour réaliser ces montages et les employer là où l'imagination du lecteur le portera, au travers de cette randonnée qui lui est

proposée. Il suffit de savoir souder sans détériorer les composants.

Autres titres : « Pour tester et mesurer », « Auto montages », « Oser ses circuits imprimés ».

**Dunod**, 17, rue Rémy Dumoncel, 75686 Paris Cedex 14.

SERVICE-LECTEURS N° 039

## Traitement optique du signal et des images

par M. Laug

Exploitant au mieux la dualité source ponctuelle – onde plane à l'aide de la transformation de Fourier, les chercheurs ont abouti à des résultats spectaculaires à partir d'idées nouvelles telles que l'holographie.

Science à part entière, l'optique se prête aussi à d'innombrables applications, mettant à profit la très grande quantité d'informations contenues dans une image. Certaines techniques optiques permettent de réaliser automatiquement des opérations essentielles que l'on utilise dans les méthodes modernes de traitement du signal.

L'holographie et son utilisation par le traitement des images constituent la partie essentielle de l'ouvrage. Procédant de manière logique, l'auteur introduit d'abord les principes de base, puis à l'aide d'exemples, il montre comment l'optique peut contribuer à résoudre des problèmes aussi divers que la formation d'images radar à antenne synthétique, la reconnaissance d'objets noyés dans des scènes complexes, ou divers traitements d'images (optiques, acoustiques, ou même dans le domaine des rayons).

Enfin, est abordé le domaine en plein essor du codage des images.

**Cepadues Editions**, 111, rue Nicolas Vauquelin, 31300 Toulouse.

SERVICE-LECTEURS N° 040

## Initiation à la logique programmée et au microprocesseur

par J. Couderc

Aborder le microprocesseur, c'est aussi pénétrer dans le monde de l'informatique. Pour le non-initié, une approche très progressive est indis-

pensable. Tout d'abord, il est nécessaire d'acquérir un vocabulaire et certaines notions de base telles que :

- la numération binaire ;
- le fonctionnement des circuits intégrés de logique câblée que l'on retrouve, comme sous-ensembles, dans le microprocesseur.

Ces connaissances préalables acquises, il est alors possible de comprendre les principes utilisés dans la logique programmée en général, et dans le microprocesseur en particulier. Les lignes d'entrées/sorties et les divers sous-ensembles de ce circuit intégré étant définies, l'étude des instructions (ou opérations), exécutées par un tel circuit, doit permettre de découvrir son fonctionnement intime.

Afin de concrétiser cette démarche, l'auteur présente le microprocesseur 6800, très largement diffusé en Europe. Au terme de cette initiation, le lecteur intéressé trouvera dans la manipulation d'un micro-ordinateur autant d'agrément que de satisfaction à maîtriser l'outil informatique. Les très nombreux programmes proposés dans la dernière partie de l'ouvrage ont été prévus pour être exécutés par n'importe quel système construit autour des microprocesseurs 6800, 6802, 6809.

Un volume 240 pages, 17 x 24 cm.

**Cepadues Editions**, 111, rue Nicolas Vauquelin, 31300 Toulouse.

SERVICE-LECTEURS N° 041

### Une précision

A propos du « Hexfet Data book » (Electronique Applications n° 19, p. 12), (Power Mosfet application)... nous précisons à nos lecteurs que l'ouvrage est disponible auprès de **tous les distributeurs International Rectifier** ; c'est-à-dire :

● **Diode France** : allée des Platanes, 94263 Fresnes Cedex. Tél. : 666.98.01.

● **Eprom** : 59, rue de Village, 13006 Marseille. Tél. : (91) 47.97.76.

● **Hohl et Danner** : B.P. 11, 67450 Mundolsheim. Tél. : (88) 20.90.11.

● **P.E.P.** : 4, rue Barthélémy, 92120 Montrouge. Tél. : (1) 735.33.20.

● **Rhonalco** : 4, rue Roger-Bréchan, 69003 Lyon. Tél. : (78) 53.00.25.

● **Sicopel** : 3, rue du Mal-Devaux, 91550 Paray-Vieille-Poste. Tél. : (1) 687.24.61. Telex 201 534. Bureau régional : B.P. 2208, 35022 Rennes. Tél. : (99) 53.27.11.

## Architecture de l'ordinateur

par H. Boucher

L'idée maîtresse de ces livres est de donner aux lecteurs les moyens de comprendre en profondeur la signification des documentations techniques fournies par les constructeurs ; car tout ingénieur aura dans sa vie à prendre des décisions sur des choix d'ordinateurs, qu'il s'agisse de les intégrer dans un nouvel équipement, de créer un centre de calcul ou d'organiser la gestion d'une entreprise.

Il se trouve que pour atteindre cet objectif, il n'est pas nécessaire de faire appel à un arsenal mathématique qui pourrait inquiéter ou décourager certains lecteurs. L'information est une technique simple et même si la plupart des ordinateurs rassemblent un nombre immense de composants élémentaires, ils le font autour d'un petit nombre de concepts.

Aussi les livres de M. Boucher savent-ils rester accessibles à tout lecteur qui n'a, sur les techniques d'aujourd'hui, que les connaissances de l'« honnête homme ». Ce ne sont pas pour autant de simples manuels de vulgarisation : tous les aspects de l'ordinateur y sont examinés à tour de rôle, tous les problèmes sont évoqués, leurs solutions expliquées et évaluées.

**Cepadues Editions**, 111, rue Nicolas Vauquelin, 31300 Toulouse.

SERVICE-LECTEURS N° 042

## Microprocesseurs et micro-ordinateurs : matériel et logiciel

par R.-J. Tocci et L.-P. Laskowski

Écrit pour offrir à un large public une bonne introduction au monde relativement nouveau de la micro-informatique, ce livre peut être utile aussi bien à l'étudiant qu'à l'ingénieur pratiquant.

Il illustre les principes fondamentaux du microprocesseur, mais ne cherche pas à faire le tour d'horizon de tous les microprocesseurs et de leurs applications. Les auteurs ont voulu insister sur les concepts généraux communs à tous les microprocesseurs. Seul le chapitre sur la programmation échappe à cette règle, l'étude du jeu d'instructions d'un mi-

croprocesseur particulier permettant une meilleure description des principes.

Le livre comprend trois parties : l'étude des composants, le matériel et la programmation.

Les chapitres I et II reviennent sur la terminologie, les systèmes de numération et les circuits logiques, de la porte logique aux mémoires. Les chapitres III à VI étudient essentiellement la structure et le matériel de l'ordinateur avec, en plus, quelques notions de programmation pour mettre en relief les relations entre le matériel et le logiciel. Ces chapitres concernent donc la structure du micro-ordinateur, l'organisation interne du microprocesseur et les interfaces.

Le chapitre VII expose les principes de la programmation d'un micro-ordinateur en langage machine, avec en plus, quelques notions de langage d'assemblage. Avec, en fin de chaque chapitre, un glossaire important comprenant tous les mots nouveaux. De plus, le texte met en relief les relations existant entre le matériel et le logiciel de telle sorte que le lecteur puisse acquérir une solide connaissance de l'ensemble.

Un ouvrage de 336 pages, 15,4 x 22 cm, 137 figures et 7 tables.

**Editions Eyrolles**, 61, boulevard Saint-Germain, 75240, Paris Cedex 05.

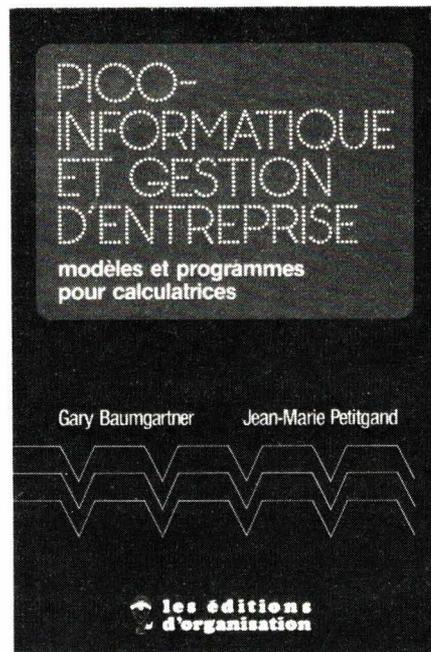
SERVICE-LECTEURS N° 043

## Pico-informatique et gestion d'entreprise

Modèles et programmes pour calculatrices  
par G. Baumgartner  
et J.-M. Petitgand

Vous utilisez une calculatrice programmable (pico-ordinateur) ou vous rêvez de le faire : grâce aux modèles et au logiciel développés dans cet ouvrage – plus de 35 programmes conçus de manière conversationnelle – vous pourrez dialoguer avec votre machine et imaginer de nouvelles applications pratiques.

Les programmes, problèmes et solutions sont centrés sur la gestion des entreprises et répartis entre les deux calculatrices (TI 59 et HP 41C) les plus fréquemment utilisées. Ces programmes peuvent être adaptés à des calculatrices de moindre capacité.



Ce livre s'adresse donc à un vaste public :

– les informaticiens, ingénieurs, les membres des clubs passionnés d'informatique auxquels il offre la possibilité d'appliquer, d'approfondir et de compléter leurs connaissances ;

– les gestionnaires, auxquels il fournit des programmes informatiques destinés à résoudre certains de leurs problèmes qui, en raison du nombre et de la difficulté des calculs manuels, demeurent trop souvent en suspens ;

– les enseignants, élèves, étudiants et tous ceux qui souhaitent acquérir une formation à la fois en gestion et en informatique, basée sur des exemples de programmation concrets et de difficulté croissante destinés à illustrer la complémentarité de ces deux disciplines.

Un volume 15,5 x 24 cm, 256 pages.

**Editions d'Organisation**, 5, rue Rousselet, 75007 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 044

## Bifet, bimos, C-MOS

par H. Schreiber

Il y a quelques années que les amplificateurs opérationnels sont connus et utilisés. Pour améliorer l'impédance d'entrée on utilise des transistors à effet de champ également connus, mais il fallait pouvoir les intégrer. C'est chose faite dans ces trois nouveaux types d'amplificateurs opérationnels qui approchent l'idéal. L'auteur se contente ici de

souligner les différences avec les « ampli-op » classiques, renvoyant à d'autres ouvrages pour les bases.

#### Principaux chapitres :

● Trois technologies ● Dix circuits fondamentaux d'utilisation ● Dix applications impulsives ● Dix applications analogiques ● Dix applications audio et Hi-Fi ● Dix applications mesure et laboratoire.

**Editions Techniques et Scientifiques Françaises**, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

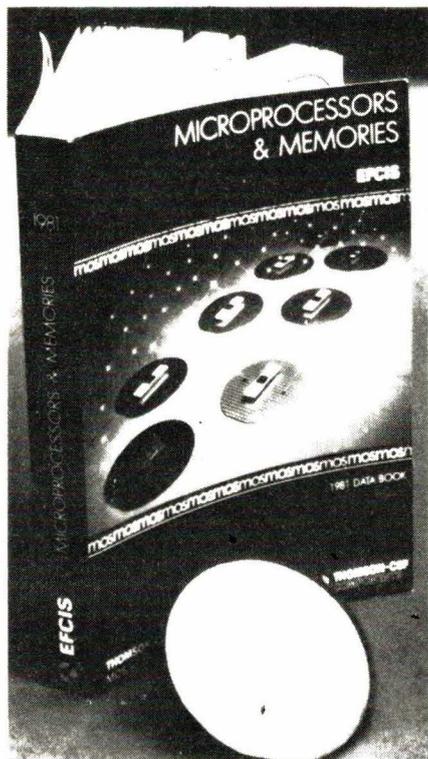
SERVICE-LECTEURS N° 045

## CATALOGUES

### Catalogue Efcis

Après avoir édité son catalogue 80 entièrement en français, **Efcis** vient de sortir le catalogue 81 en anglais.

Ce nouveau livre de 575 pages contient les notices techniques les plus à jour des produits de la gamme « micro » et mémoires d'**Efcis**.



– Familles EF 6800 et 68000 : 33 produits différents,

– familles mémoires : 10 produits différents.

Une dernière partie donne en particulier l'organigramme d'inspection des 5 niveaux de qualité en vigueur chez **Efcis**.

Ce catalogue est en vente auprès du réseau de vente **Efcis** et des **Editions Radio**.

**Efcis**, 85 X, 38019 Grenoble Cedex.

SERVICE-LECTEURS N° 046

### Catalogue Sensitron

Ce document est une récapitulation complète de la gamme de diodes de redressement, ponts de diodes triphasés et monophasés, et transistors de puissance NPN de cette société.

Les diodes sont en boîtier axial verre, et présentent des performances remarquables telles que courant de 20 A à 55 °C, 1000 V et 30 ns de temps de recouvrement.

Elles répondent à des exigences d'environnement de type militaire.

Les assemblages en boîtier moulé incluent des diodes toutes montées (non des puces). Les transistors sont une série classique de 25 à 250 V, jusqu'à 30 A et 200 V, en boîtier TO-8 et TO-3, spécifiés en tenue en seconde avalanche ( $I_{S/B}$ ,  $E_{S/B}$ ), construction mesa.

**CP Electronique**, B.P. 1, 78420 Carrières-sur-Seine.

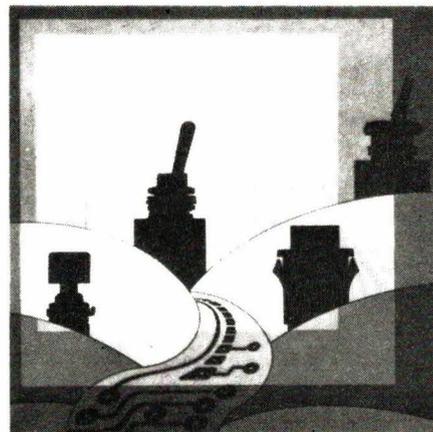
SERVICE-LECTEURS N° 047

### Catalogue A.P.R.

Le but que s'est fixé **A.P.R.** dans la rédaction de ce catalogue est de faciliter le choix de l'utilisateur.

80 pages relatives aux interrupteurs à levier et à glissière, aux poussoirs et touches basculantes lumineux ou non.

L'on y trouvera les nouveautés **A.P.R.** : le poussoir sensible à touche carrée avec diode électroluminescente, l'interrupteur à bascule lumineux, l'interrupteur secteur pour



circuits imprimés, l'interrupteur « S » entièrement étanche pour la soudure à la vague et le nettoyage par immersion ainsi que toutes sortes de capuchons étanches.

**A.P.R.**, 82270 Montpezat-de-Quercy, et 87, rue Bobillot, 75013 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 049

### Etude sur les minisystèmes de gestion

**Sagha Marketing** propose une étude très complète (plus de 800 pages) sur les constructeurs de minisystèmes de gestion et de systèmes transactionnels.

Cet outil de base aidera les SSCI, utilisateurs, constructeurs et distributeurs dans le choix qu'ils peuvent être amenés à faire, d'un ordinateur de cette catégorie, en répondant aux questions :

– est-ce un modèle unique ? Fait-il partie d'une gamme ?

– depuis quand existe-t-il ? Qui le construit réellement ? Où s'arrête la responsabilité du constructeur ?

– que propose la concurrence et à quel prix ?

Cet ouvrage a été conçu pour une utilisation pratique avec un index par constructeur et un autre par nom des systèmes.

Chaque constructeur fait l'objet d'un dossier complet avec présentation détaillée sur : la société en France, le groupe en Europe et dans le monde, les principales données économiques en France (CA, agences commerciales et techniques avec adresses et téléphones, structure du personnel, responsables nationaux et régionaux), ses méthodes de travail, au niveau commercial (politique de vente, de remise aux SSCI), au niveau technique (modalités d'intervention, délai contractuel...), la politique de communication (publicité, RP...), la présentation des produits avec, en particulier une description technique de trois configurations (haute, moyenne et basse) par type de matériel ainsi que les coûts correspondants, enfin, les perspectives de développement (nouveaux produits, marchés, agences...).

**Sagha Marketing**, 28, rue Dautancourt, 75017 Paris.

SERVICE-LECTEURS N° 048

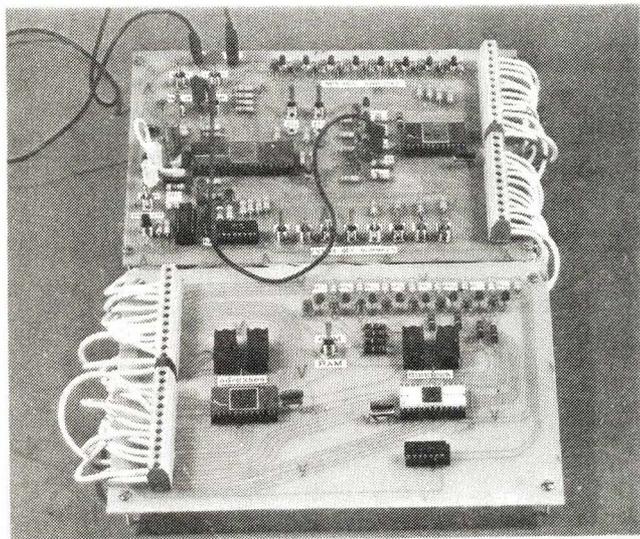


## REALISEZ les 2 MAQUETTES d'étude PAS à PAS



A. VILLARD et M. MIAUX

### Un microprocesseur PAS à PAS



Editions Techniques et Scientifiques Françaises

Conseillé par

**MICRO SYSTEMES**

de mai / juin 1981

«Un microprocesseur pas à pas» tire une grande part de son originalité de son caractère pédagogique. Les auteurs proposent une formation très progressive au microprocesseur permettant son libre accès à l'électronicien de l'industrie, l'étudiant ou l'amateur éclairé. On appréciera le nombre d'applications développées contribuant à la bonne compréhension des différentes techniques décrites. ■

- Vous êtes enseignant dans un collège, un lycée technique, un IUT.
- Vous faites partie d'un club microprocesseur.
- Vous êtes industriel et devez commander un automatisme.

### REALISEZ les 2 MAQUETTES d'étude PAS à PAS

Vous pourrez vous initier à la programmation, programmer votre projet, votre utilisation spécifique.

Votre revendeur pourra se procurer les composants essentiels chez R.E.A., 9, rue Ernest-Cognacq, 92301 Levallois-Perret. Tél.: 758.11.11.

Les 2 **CIRCUITS IMPRIMES**, étamés et percés, pourront vous être fournis par la Société IMPRELEC. Le Villard, 74550 Perrignier, au **PRIX DE 100 F + 5 F de port.**

#### Principaux chapitres

- Les mémoires.
- Automate programmable simple et composé.
- Notion de processeur.
- Structure du microprocesseur.
- Les constructions du Cosmac, CDP 1802.
- Conception d'une maquette d'étude.
- Réalisation pratique des maquettes A et B.
- Etude en pas à pas d'un programme élémentaire.
- Branchement inconditionnel et conditionnel.
- Sous-programmes.
- Entrée et sortie.
- Interrupteur.
- Introduction de données.
- Affichage numérique.
- Conversion numérique ↔ analogique.

En vente à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

A. Villard et M. Miaux.

359 pages, format 21 × 15 cm. Prix : 97 F • Franco : 117 F • Editions Techniques et Scientifiques Françaises, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

Règlement à l'ordre de la  
**LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO**  
43, rue de Dunkerque, 75480 Paris. Cedex 10

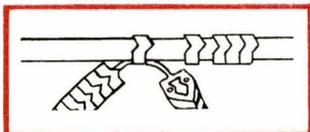
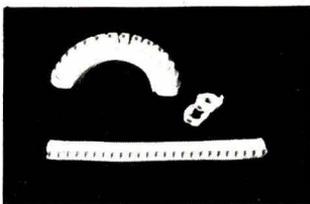
AUCUN ENVOI contre remboursement. Port Rdé jusqu'à 35 F : taxe fixe 10 F - De 35 à 75 F : taxe fixe 14 F - De 75 à 120 F : taxe fixe 20 F - Au-dessus de 120 F : taxe fixe 25 F.



# MARQUAGE FILS ET CABLES

UNE INFINITE DE SOLUTIONS FIABLES ET PRATIQUES

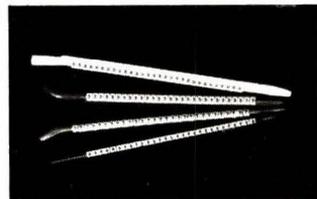
## OMNI-GRIP



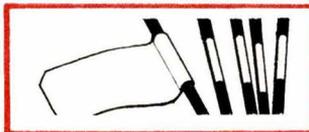
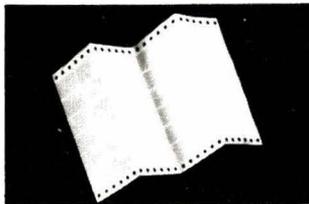
Bagues-repères souples.  
P.V.C. auto-extinguible.  
Ø 1,3 à 13 mm. Marquage permanent indélébile, noir sur jaune. Lettres, chiffres, symboles identiques ou combinés.

## CAVALIERS

Cavaliers-repères, 12 diamètres de 0,96 à 19,05 mm. Marquage permanent indélébile. Transfert instantané de l'applicateur au fil par simple glissement.



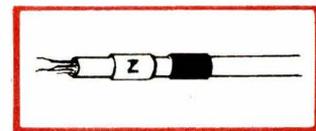
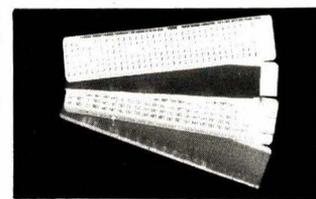
## DATAB



Marquage temporaire ou permanent. Spécial pour impression informatique. Large gamme de dimensions et couleurs. Présentation : rouleaux ou feuilles.

## CARTES

Marqueurs adhésifs tissus plastifiés, sur cartes. Lettres, chiffres ou symboles identiques ou combinés. Cartes vierges (à compléter) ou codes couleur (16 coloris).



Demandez Echantillons

W.H. BRADY  
Route d'Ardon - 45370 JOUY-LE-POTIER  
Tél. : (38) 61.17.76

SYSTRON  DONNER

# Pour votre système IEEE, un choix complet d'équipements de tests intelligents



**Contrôleur de BUS (PROM)**  
**Multimètres numériques (résolution : 1 ou 10  $\mu$ V)**  
**Synthétiseurs (VHF - UHF - Hyperfréquence)**  
**Générateurs d'impulsions (50 MHz - 5 ns variable)**  
**Fréquencemètres (BF - VHF - UHF - Hyperfréquence)**  
**Etalons de tension continue (résolution 1  $\mu$ V)**  
**Matrices de commutation (modulaires)**  
**Alimentations (150 VA), ...**

**compétence et performances**  
**SYSTRON-DONNER**



24, rue de Paris - 78560 LE PORT MARLY Tél. : 958.48.63 - Télex 696 354

Sud-Est et Sud-Ouest : MEGA Sud - (68) 81.23.69 Est : INFORMEL - (88) 87.70.22 Ouest : BELLION Electronique - (98) 28.03.03 Rhône-Alpes : M.F. - (7) 825.72.47

EDB bigpub 813

# NOUVEAUTES

## COMPOSANTS SOUS-ENSEMBLES

### Condensateurs au polyester métallisé

Livrés en bande pour insertion automatique radiale, voici une nouvelle gamme de condensateurs au polyester métallisé, la gamme C365. La présentation en bande est adaptée à tous types de machines d'insertion automatique radiale.

- La gamme s'étend de 3,9 nF, 400 V à 0,22  $\mu$ F, 100 V.
- L'entrave des connexions est de 5 mm (0,2 pouce).
- La bande est livrée en bobines de 1 500 à 1 000 pièces, selon valeur de C.

Le corps du condensateur est protégé par un revêtement époxy dur, isolant, hydrofuge et résistant aux solvants de nettoyage des circuits. Le marquage individuel indique en clair la valeur de capacité, la tolérance et la tension nominale.

Les utilisateurs à la recherche d'un composant miniaturisé d'entrave 5 mm seront très intéressés par le caractère économique de ce produit.

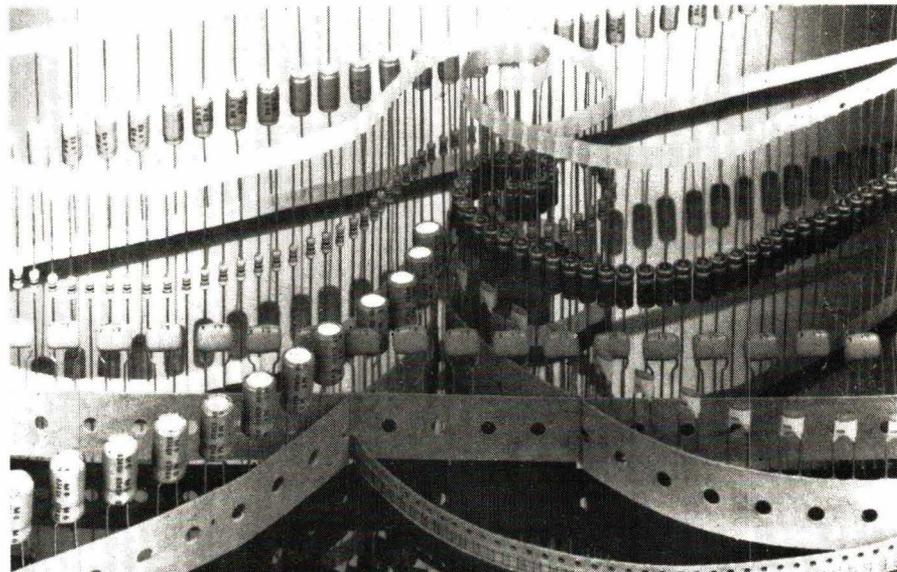
R.T.C.

SERVICE-LECTEURS N° 001

### Composants de protection

La décharge électrostatique, ou « ESD », est une impulsion présentant un front de montée de 2 kV/ns, un niveau de tension de 20 kV et une quantité de courant de 40 A.

Les semi-conducteurs et spécialement les circuits intégrés peuvent être endommagés par cette impulsion. Les circuits C-MOS, par exemple, sont détruits par des énergies de l'ordre du dixième de microjoule.



Les techniques habituelles de protection sont inefficaces contre l'ESD, son front très raide provoque des impulsions secondaires dans les inductances les plus faibles, ces impulsions peuvent soit détruire les circuits, soit rayonner des informations parasites dans les mémoires d'ordinateurs.

Il faut un composant de protection approprié plus rapide que le front très raide de l'ESD, tel le nouveau « Zorb » qui évite le risque des surtensions dues à l'inductance du composant de protection lui-même. Le « Zorb » a un temps de réponse théorique inférieur à la picoseconde, utilise des contacts de type Kelvin, et se présente en boîtier DIL à 4 broches.

Ce boîtier a l'avantage de pouvoir être monté sur circuit imprimé, à proximité des composants à protéger, ou sur les lignes d'entrée/sortie.

Les tensions disponibles dans la gamme varient de 5 à 50 V. Ces produits protègent efficacement les mémoires, les microprocesseurs et les autres circuits intégrés.

G.S.I./CP Electronique.

SERVICE-LECTEURS N° 002

### Afficheur fluorescent

Un nouvel afficheur de la famille des tubes fluorescents à vide (« FIP ») est appelé à remplacer les petits tubes cathodiques, ou les panneaux plasma dans les applications de petits terminaux dans un avenir proche.

Le FIP 240 A4XT, dernier né de la gamme, comprend une matrice graphique organisée en 60 x 280 points. Cette matrice permet l'affichage de 240 caractères (6 lignes de 40 caractères). Les 16 800 points chargés de sels de phosphore ont un espacement de 0,65 mm du centre d'un point au centre de ses voisins immédiats. Chaque point, carré, mesure 0,45 x 0,45 mm. L'ensemble occupe une surface utile de 28,75 mm x 181,35 mm.

Du fait de la disposition uniforme des points sur cette surface, ce nouveau panneau d'affichage « FIP » permet la visualisation d'illustrations, de tableaux, de dessins en complément à des chiffres et à des caractères, qui sont actuellement la limite des panneaux d'affichage classiques des tubes fluorescents à vide.



Non seulement ce panneau « FIP » a une grande surface réelle d'affichage, mais de plus, il est capable d'afficher des caractères ou dessins totalement, indépendamment de toute déformation, de tout scintillement, de tout déplacement relatif et tout battement.

Le nouveau panneau d'affichage « FIP » 240 A4XT trouve ses applications principales dans un large éventail, tels que des machines de traitement de textes, des machines à écrire électroniques à programmes, des terminaux points de vente, des terminaux en informatique, des consoles affichant du texte, des journaux défilants, des systèmes bancaires, de petites consoles professionnelles pour des pages d'annuaires téléphoniques...

**NEC.**

*SERVICE-LECTEURS N° 003*

## Voyants lumineux miniatures

Ces voyants lumineux miniatures ont une tension de claquage qui dépasse 2 500 V.

Ces voyants, de la série « 876 », sont équipés de lampes à filament du type T1 4/4 à embase « midget ». Ils peuvent également être équipés, soit de diodes LED haute luminosité, de couleur rouge, verte ou jaune, soit de lampes néon 110 ou 220 V, pour les applications directes sur secteur. Equipés de cabochons spéciaux, cette série est également utilisée pour les applications de type cellules photo-électriques.

Dans les versions équipées de diodes LED haute luminosité, la résistance peut être incorporée directement, permettant ainsi un fonctionnement pour les valeurs suivantes : 5 V / 15 mA - 5 V / 25 mA - 12 V / 25 mA - 18 V / 25 mA et 28 V / 9 mA.

Cette série comprend également le modèle 877, étanche jusqu'à 5 kg/cm<sup>2</sup>.

L'ensemble de ces modèles est présenté avec un choix de 5 cabochons de 6 couleurs différentes.

**Sloan/Capey.**

*SERVICE-LECTEURS N° 004*

## Cordons coaxiaux

Ces produits sont destinés au câblage des équipements fonctionnant à de très hautes fréquences (2 à 18 GHz).

La particularité de ces cordons coaxiaux est d'être constitués avec un câble hyperfréquence flexible fonctionnant jusqu'à 18 GHz et ayant une atténuation de l'ordre de 1,1 dB/m.

Les caractéristiques radio-électriques de transmissions sont conservées malgré de nombreuses sollicitations et des rayons de courbure de 50 mm.

Les connecteurs coaxiaux équipant ces cordons sont de haute précision et sont développés dans les séries :

- TNC P : interface conforme aux normes MIL C39012 (TNC) ;
- RIM : interface conforme aux normes MIL C39012 (SMA), NF C93563 (KMR).

La gamme comporte des produits standards en longueur et en type de connecteurs : chaque cordon peut faire l'objet de spécifications particulières (marquage, type de connecteurs).

Tous ces produits sont contrôlés unitairement et livrés avec un relevé de mesures indiquant le R.O.S. et les pertes dans la bande de fréquence d'utilisation.

**Radiall.**

*SERVICE-LECTEURS N° 005*

## Cartes pour contrôleur graphique

Les deux cartes au format Europe EFS - VIG 1 et EFS - VIE 1 permettent de visualiser une image graphique de 512 par 256 points monochrome (EFS - VIG 1 seule) ou avec 8 couleurs ou niveaux de gris (avec l'extension EFS - VIE 1).

Ces modules utilisent le contrôleur graphique EF 9366 et s'interfacent directement sur le bus G 64 dans l'espace d'adressage utilisateur (décodage du signal VPA).

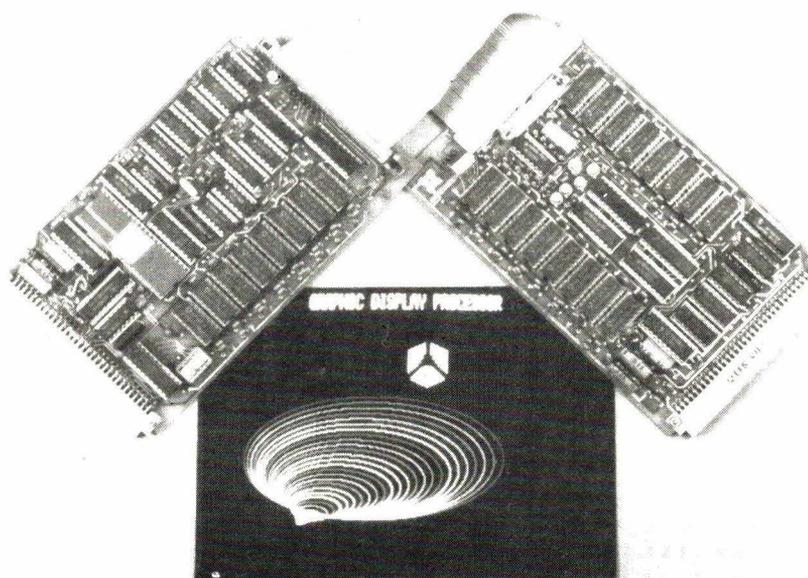
Outre les caractéristiques propres au circuit EF 9366 (générateur de vecteurs rapide, générateur de caractères intégré, dimensions et orientation des caractères programmables, rafraîchissement automatique de la RAM image...) la carte EFS - VIG 1 possède plusieurs registres pour une programmation étendue des possibilités graphiques (relecture mémoire d'image, deux modes d'écriture en mémoire).

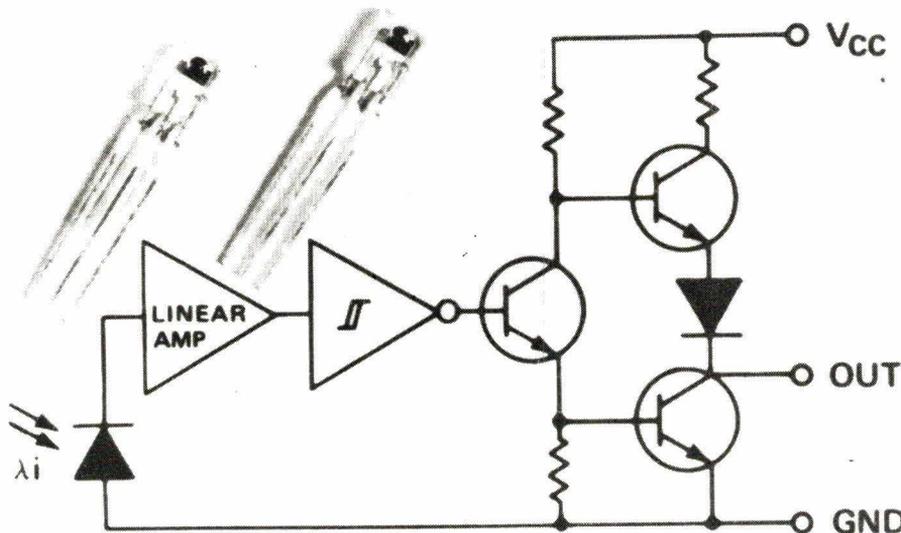
La carte esclave EFS - VIE 1 possède deux plans-mémoire qui, associés au plan-mémoire existant dans la carte VIG 1, permettent 8 couleurs ou niveaux de gris. Chaque plan mémoire possède son propre registre de lecture externe.

La sortie se fait en vidéo composite et R, V, B.

**Efcis.**

*SERVICE-LECTEURS N° 006*





## Photologiques compatibles TTL

Chaque photologique OPL 550 contient un circuit intégré monolithique qui incorpore une photodiode, un amplificateur linéaire et un « trigger » de Schmitt sur un simple cristal de silicium.

Ces photologiques sont directement compatibles TTL par leur configuration de sortie en totem pole, et peuvent commander jusqu'à 8 charges TTL.

La vitesse moyenne de commutation du circuit peut aller jusqu'à 250 kHz et présente un tr/ta de 25 ns typique. Les caractéristiques de l'hystérésis du « trigger » de Schmitt apportent une grande immunité au bruit sur l'entrée et l'alimentation Vcc.

Ces photologiques, par leur parfait couplage avec les émetteurs infrarouge AsGa sont bien adaptés aux applications nécessitant des immunités importantes, de faibles encombrements et de faibles coûts.

**Optron/CP Electronique.**

SERVICE-LECTEURS N° 007

## Synthétiseur de fréquence monocircuit

Le SAA 1057 est un nouveau circuit LSI bipolaire synthétiseur de fréquence monocircuit (SYMO II), qui

intègre sur un seul cristal toutes les fonctions permettant l'accord digital d'un récepteur radio AM/FM.

« SYMO II » est une puce de 14,4 mm<sup>2</sup> présentée dans un boîtier plastique 18 broches auquel viennent s'adjoindre 16 composants externes seulement. Elle remplace la version SYMO I (SAA 1056/ SAA 1058A) qui utilisait 3 boîtiers et 67 composants externes.

Le fait que les fonctions d'accord soient contenues dans un seul boîtier, autorise leur intégration directement dans le sélecteur RF en assurant l'implantation des fonctions de commande et d'affichage dans le récepteur de façon optimale.

C'est la technologie I<sub>2</sub>L qui a permis l'intégration sur une même puce du circuit prédiviseur (opérant jusqu'à 120 MHz), du circuit synthétiseur et des fonctions analogiques d'interface avec la tension d'accord. Cette intégration a, de plus, considérablement réduit la consommation de courant (de 100 mA à 20 mA), ce qui permet d'utiliser ce circuit dans des récepteurs portables.

Comme dans la version SYMO I, le SAA 1057 est destiné à être commandé par un microprocesseur permettant à l'utilisateur de personnaliser son application : recherche de stations, stations présélectionnées, etc.

**R.T.C.**

SERVICE-LECTEURS N° 008

## Capteurs thermiques

Voici une gamme de capteurs en silicium et de sondes thermiques (KTY) dont la plage de température s'étend de - 50 °C à + 150 °C. Les six formes de boîtiers, sont en matière plastique et métal, conçues pour des applications variées.

Les nouvelles sondes contiennent un cristal de silicium dopé N, réalisé en technologie planar et caractérisé par un coefficient de température positif. La résistance par diffusion (« spreading resistance ») entre les deux contacts, constitue la mesure de la chaleur ou du froid que le silicium ressent.

La disposition spéciale des contacts permet de négliger la dépendance de la résistance du sens du courant. La faible courbe température/résistance peut être facilement linéarisée par des résistances externes.

Il existe six boîtiers différents, dotés chacun de capteurs disponibles en quatre classes de tolérance de +/- 1 %, 2 %, 5 % et 10 % pour une résistance nominale de 2 000 Ω (à 25 °C). La version KTY10 est encapsulée dans un boîtier en matière plastique semblable au TO-92, la version KTY11 dans un mini-boîtier plastique, convenant aux constantes de temps thermiques particulièrement faibles. La version KTY13 pour circuits en couches (TO-236) est également une sonde thermique en boîtier plastique.

**Siemens.**



SERVICE-LECTEURS N° 009

## Transistors bipolaires 4 GHz

Deux nouveaux transistors bipolaires à grand gain utilisables jusqu'à 4 GHz sont annoncés pour usage général, et sont destinés aux matériels radar, de contre-mesure et aux systèmes de télécommunication.

Parmi les performances caractéristiques, notons : un facteur de bruit de 1,8 dB et un gain maximal de 19,5 dB à 1 GHz pour le HXTR-3101, un gain de 11,5 dB à 1 dB de compression et une puissance de sortie de 21 dBm à 1 GHz pour le HXTR-3102.

Pour obtenir des transistors de performances les plus identiques et les plus fiables possibles, on utilise en fabrication le procédé de l'auto-alignement, l'implantation d'ions et la métallisation au Ti/Pt/Au. Les puces ont une protection contre les charges disruptives sur leur zone active. Les deux transistors sont fournis en boîtier métal-céramique hermétique type HPAC-100X.

**Hewlett-Packard.**

SERVICE-LECTEURS N° 010

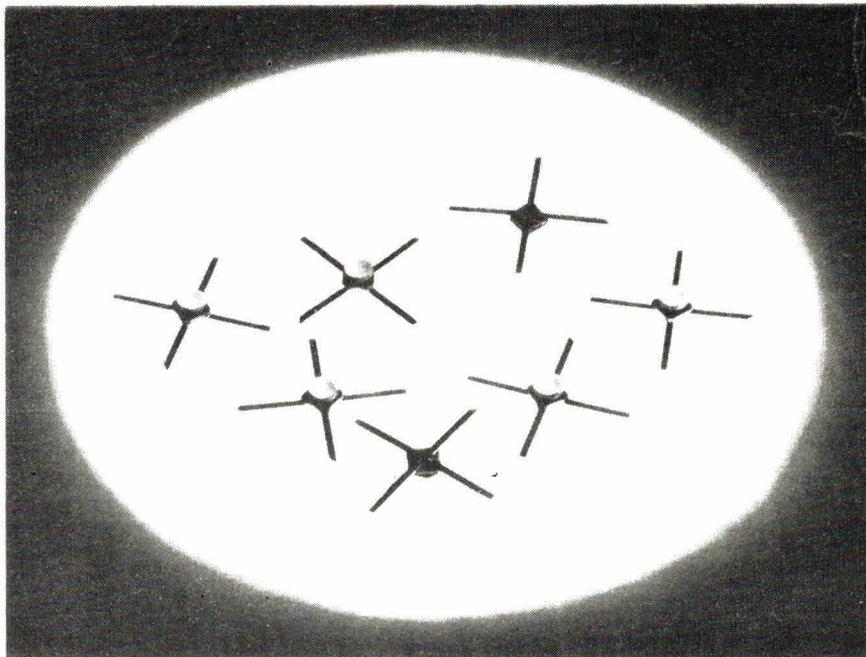
## Horloge « C-MOS » pour microprocesseurs

Il est fréquent, dans les applications d'automatismes et de surveillance à microprocesseurs, que l'on désire connaître l'heure et/ou la date d'un événement externe, ou au contraire générer une interruption à une heure donnée. Dans les applications de gestion, la connaissance de la date par le système est pratiquement indispensable.

Le « MSM 5832 » horloge/calendrier, en technologie C-MOS, répond à ce besoin.

Le fonctionnement garanti jusqu'à 2,2 V d'alimentation pour une consommation de 30  $\mu$ A en mode « sauvegarde » permet l'utilisation de batteries de faible volume même en cas de coupures secteur prolongées. La tension nominale de fonctionnement est de 5 V pour 500  $\mu$ A.

En cas de chute de la tension d'alimentation en dessous d'un certain seuil, le circuit passe automatiquement en mode « sauvegarde » en inhibant ses commandes d'entrée. Cette commutation se produit à un



niveau supérieur au seuil critique des entrées protégeant ainsi le circuit contre des impulsions ou niveaux erratiques rencontrés lors de la coupure de l'alimentation. Bien entendu, l'oscillateur et les diviseurs restent en fonctionnement. Le MSM 5832, présenté en boîtier 18 broches, permet l'accès sur 4 bits de l'heure et de la date suivant la position des 4 bits d'adresse selon la séquence ci-dessous : secondes, dizaines de secondes, minutes, dizaines de minutes, heures, dizaines d'heures, jour de la semaine, date, mois, année.

Une correction automatique est prévue pour le mois de février, ainsi qu'une correction programmable pour les années bisextiles.

Compte tenu des divers signaux de contrôle, le MSM 5832 utilise 11 bits d'entrée/sortie d'une interface parallèle.

**O.K.I./Techni-Import.**

SERVICE-LECTEURS N° 011

## Connecteurs rectangulaires

La « NSX » est une série de connecteurs rectangulaires définis par la spécification Arinc 600 pour assurer l'interconnexion des équipements électroniques dans les nouvelles installations de bord des avions.

Ces connecteurs se caractérisent par leur haute densité de contacts à faible force d'insertion et d'extraction. Ils sont appelés à remplacer l'Arinc 404 (série DSX).

La série NSX comporte trois tailles de boîtiers en version étanche et non étanche :

- boîtier taille 1 : équipé de deux inserts de 60 contacts de signaux taille 22 et d'un insert de 5 contacts divers (puissance, coaxiaux, etc.), soit 125 contacts ;

- boîtier taille 2 : équipé de deux inserts de 150 contacts de signaux taille 22 et d'un insert de 13 contacts divers, soit 313 contacts ;

- boîtier taille 3 : équipé de 4 inserts de 150 contacts de signaux taille 22 et de 2 inserts de 13 contacts divers, soit 626 contacts.

Pour les tailles 2 et 3, il est possible de remplacer l'insert 150 par un insert 71C1, soit 70 contacts de signaux, taille 22 et 1 contact coaxial taille 1, de même l'insert 13 peut être remplacé par un insert 100 contacts, taille 22.

**Sogie.**

SERVICE-LECTEURS N° 012

## Carte mémoire

La NS 780 est une carte de mémoire RAM dynamique architecturée en 64 K  $\times$  72 (soit 512 KB) ; elle est conçue pour compléter ou remplacer les modules de calculateur VAX 11/780. La NS 780 procure une haute densité, une grande vitesse, un coût réduit et une garantie de un an ; elle est présentée par le leader industriel dans la conception, la fabrication et le contrôle des systèmes mémoire.

La mémoire est configurée en 64 K-mots de 72 bits de données (et 8 bits de contrôle) double densité, fournissant 512 K-octets sur une simple carte format hex. Dans la version totalement équipée, une carte de ventilation associée assure un écoulement de l'air convenable et comporte également les circuits de décodage d'adresses pour les 256 K-octets supérieurs. Cette carte remplace 2 cartes de mémoire centrale DEC M 8210 ; toutefois, lorsque les besoins sont limités à 256 K-octets (seule la moitié des circuits est montée sur la carte), la carte de ventilation/décodage n'est pas nécessaire.

**National-Semiconductor.**

SERVICE-LECTEURS N° 013

## Afficheur LCD

Cet afficheur comporte des chiffres de 19,05 mm de haut sur un panneau dont les dimensions hors-tout sont de 38,1 x 76,2 mm.

Les sorties peuvent se faire soit par broches pour circuit imprimé, soit par connecteur type Zebra.

Le M5735 peut être livré avec trois types de cristal liquide différents : le type 1 permet de fonctionner de - 5 °C à + 55 °C, le type 4 va de - 10 °C à + 80 °C et le type 5 de - 20 °C à + 60 °C. Dans tous les cas, la tension de commande peut aller de 3 à 15 V pour une consommation typique tous segments allumés de l'ordre de 3 mA, soit environ 12 mW.

Le rapport de contraste est de 20 à 1 ; la durée de vie est de plus de 50 000 heures.

**Crystaloid Electronics. ISC.**

SERVICE-LECTEURS N° 014

## Carte mémoire compatible 11/780

Une nouvelle carte mémoire (PM-S780) est maintenant compatible avec les systèmes VAX-11/780 de **Digital Equipment**.

Cette carte offre 256 K-octets de mémoire dynamique MOS. Elle permet une connexion avec le SBI (Synchronous Backplane Interconnect) de **Digital Equipment** par l'intermédiaire du contrôleur de mémoire et du sous-système mémoire

11/780. Il est possible d'associer jusqu'à 15 cartes mémoire PM-S780 afin d'obtenir jusqu'à 4 M-octets de mémoire par contrôleur.

La mémoire PM-S780 est construite sur une carte «hex wide» à l'aide de modules RAM de 16 K-octets. Elle est organisée en 32 K-mots de 72 bits (8 octets pour les données + 8 bits de détection et correction d'erreurs). La correction et détection d'erreurs ECC est contrôlée par la carte modem (8212) du VAX-11/780 ; l'horloge et les contrôles sont générés par la carte contrôleur de mémoire. Le temps d'accès de la mémoire PM-S780 est de 200 ns.

**Plessey Peripheral Systems.**

SERVICE-LECTEURS N° 015

## Convertisseur D/A

Voici une nouvelle seconde source du convertisseur digital-analogique « DAC 80 ».

La version HS DAC 80, se caractérise en particulier par une conception moderne qui offre une entière compatibilité C-MOS en 15 V, sur les entrées logiques, tout en conservant la compatibilité TTL.

Le circuit HS DAC 80 ne nécessite donc pas de tension d'alimentation 5 V, et la consommation se trouve ainsi réduite.

Le circuit est proposé en deux versions :

- HS DAC 80 CBI-I pour les sorties courant  $\pm 1$  mA ou 0 à - 2 mA ;
- HS DAC 80 CBI-V pour les sorties tension programmables de  $\pm 2,5$  V,  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V, 0 à 5 V et 0 à + 10 V.

La linéarité est assurée à  $\pm 1/2$  LSB grâce à un ajustage laser dynamique.

Le HS DAC 80 se présente en boîtier céramique qui assure une bonne tenue à tous les environnements industriels.

Les applications comprennent tous les systèmes d'automatismes industriels où le rapport « qualité-prix » est fondamental.

**Hybrid Systems.**

SERVICE-LECTEURS N° 016

## COFFRETS EN PROFIL D'ALUMINIUM

L 20



Produit  
**TRANSISTEK**

«EXCLUSIVITE»

**VP**

**électronique**

9, rue Gabriel-Péri - 91300 MASSY  
Massy (6) 920.08.69  
Grenoble (76) 93.50.64  
Rennes (99) 51.88.88

SERVICE-LECTEURS N° 231

## UNE FAMILLE NOMBREUSE EN $\Delta P$

- Liquide liquide  $\pm 12$  mbar à  $\pm 350$  bar
- Sortie 3 mV/V, 5 Volts, ou 4-20 mA
- Nombreuses options



et un choix de + de 1000 capteurs de pression

**FGP Instrumentation**

84, rue Henri Prou  
78340 LES CLAYES-SOUS-BOIS  
Tél. 055.74.92 Telex : 695 539

SERVICE-LECTEURS N° 232

# AFORP AFORTEC

FORMATION

des techniciens  
compétents  
pour des industries  
de pointe

Dans le contexte actuel de l'évolution industrielle, l'adaptation permanente du personnel aux techniques les plus avancées est un des éléments essentiels du développement technologique des Entreprises et de leur compétitivité. Une formation continue de pointe, à tous les niveaux, en est l'instrument indispensable.

Dans le cadre de la Formation Continue, AFORP-AFORTEC propose, dans son Centre de Montrouge spécialement équipé, des stages à différents niveaux, dans les domaines suivants

— ELECTRONIQUE ANALOGIQUE ET DIGITALE

cours de base et perfectionnement

— MICRO-ELECTRONIQUE

circuits intégrés numériques complexes, traitement numérique des informations, microprocesseurs monolithiques et en tranches, ...

— MINI et MICRO-INFORMATIQUE langages évolués, applications à base de microprocesseurs, systèmes d'aide au développement 8 et 16 bits, ...

— AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS



## AFORP-AFORTEC

Agrément N° 11 92 00155 92  
Association régie par la loi de 1901, créée par le G.I.M.  
(Groupe des industries Métallurgiques de la région parisienne).

C'est : 9 centres de formation dans la Région Parisienne dont 2 spécialement équipés en automatisme.

1.800 postes de travail et plus de 200 formateurs hautement qualifiés pour assurer des stages théoriques et pratiques dans les 24 spécialités des principaux domaines industriels.



## AFORP-AFORTEC

UNE FORMATION  
TECHNOLOGIQUE OPERATIONNELLE

Pour tous renseignements

SERVICE DEVELOPPEMENT. 739.32.10  
55, rue Deguingand 92532 LEVALLOIS-PERRET CEDEX

SERVICE-LECTEURS N° 233

## Cartes 16 bits

Voici une famille de cartes pour systèmes, construites à partir de processeurs 16 bits, la « Gateway Series », réalisée avec la famille Intel 8086, 8087 ou le boîtier MC 68000.

Toutes ces cartes sont conformes aux standards du bus IEEE P-796 (« Multibus »), et entièrement compatibles avec les cartes périphériques 8 à 16 bits de la famille Multibus. Référencées FT-86 C, FT-86 C/FP, FT-86 M, FT-86 M/FP et FT-68 M, ces cartes sont destinées aux applications de contrôle de procédés, robotique, traitement graphique et acquisition de données.

La série FT 86 utilise le 8086 de Intel et la version FP est complétée par un processeur numérique 8087, permettant de réaliser une multiplication double précision en 27  $\mu$ s. Le FT-86 M peut adresser 1 million d'octets et permet l'adressage par page de 8 millions d'octets. Le FT-68, réalisé à partir du MC 68000, donne accès à 15 millions d'octets.

La combinaison désormais disponible de matériels fortement intégrés 16 bits et de logiciels tels que « Zenix », développé par Microsoft, et MP/M-86, développé par Digital Research, doublés d'une gestion mémoire performante, offre des possibilités immédiates de conception de systèmes opérationnels à court terme.

Le constructeur, en complément à l'OS de Digital Research CP/M-86, a mis au point un système d'exploitation transparent écrit en Forth, résidant sur PROM ; l'utilisateur dispose alors d'un outil de mise au point ainsi que d'un langage de programmation en temps réel.

Forward Technology/Kontron  
Electronique.

SERVICE-LECTEURS N° 017

## Filtre à gaz

Voici un nouveau filtre pour la filtration des gaz dans l'industrie électronique : le « Wafergard ». Ce filtre combine la fiabilité reconnue d'une filtration sur membrane disque et la commodité d'utilisation d'une cartouche placée dans un carter en acier inoxydable.

Faisant appel aux derniers développements de la technologie de filtration, le « Wafergard » est constitué d'une série de membranes en fluorure de polyvinylidène soudées à

des supports disques rigides : cette structure unique dont les performances supérieures ont été mises en évidence par un grand nombre d'essais réalisés par des fabricants de semi-conducteurs, est naturellement propre.

La membrane à 0,2  $\mu$ , hydrophobe et non fibreuse, permet une rétention sûre et constante des particules, sans risque de relargage de fibres. L'intégrité de chaque cartouche est contrôlée en cours de fabrication afin de garantir ses performances.

Le carter, compact, en acier inoxydable poli par électrolyse, se place facilement sur les conduites de gaz, même à l'intérieur d'une installation où l'espace est limité.

Les cartouches se changent aisément, en enlevant la partie inférieure du carter sans démontage des conduites.

Millipore.

SERVICE-LECTEURS N° 018

## Carte interface vidéo

Cette carte interface vidéo - CRT 80 - émule le DEC VT 100.

Les procédures exécutées par le VT100, aussi bien ANSI que VT52, sont complètement émulées par cette double « eurocarte » à microprocesseur Z80. Le CRT 80 est le premier émulateur en carte disponible sur le marché. Il est prévu pour les utilisateurs qui veulent les caractéristiques VT100, incluant le canal d'impression auxiliaire, 7 jeux de caractères européens, des champs protégés et du graphique sur 140 X 132 points. Il supporte également les signaux vidéo composite et vidéo et synchro séparés (RS170 ou vidéo). La carte est adaptable au montage, soit à l'intérieur du terminal de l'utilisateur, soit dans des boîtiers standards.

Caractéristiques principales : 80/132 caractères 9 X 10, une EAROM pour toutes les options en remplacement des interrupteurs, des ports série V24 de 50 à 19,2 K-bauds, caractères doubles en hauteur et/ou largeur, 6 symboles par caractère séparément programmables, fractionnement de l'écran, signaux XON/XOFF.

Mostek.

SERVICE-LECTEURS N° 019

## INSTRUMENTATION SYSTEMES

### Multimètres numériques portables

Quatre modèles de multimètres sont proposés dans un même boîtier aux formes modernes et ergonomiques. Ce sont :

- trois multimètres 2 000 points - 3 1/2 digits ;
- un multimètre 20 000 points - 4 1/2 digits.

Ces différentes versions offrent un choix de précision, résolution et fonction dans lequel chaque utilisateur trouvera un appareil adapté à son besoin et son budget.

A noter, que deux appareils offrent la fonction RMS (MX 563 et MX 575).

Le MX 563, le plus performant des 2 000 points permet, outre les cinq fonctions de base, la mesure des températures, des décibels, et il enregistre les valeurs maxima.

Le MX 575, le plus performant des 2 000 points, permet outre les cinq fonctions de base, la mesure des températures, des décibels, et il enregistre les valeurs maxima.

Le MX 575, 20 000 points, permet la mesure des fréquences, des tensions et courants alternatifs, jusqu'à 50 kHz.

**MétriX.**

SERVICE-LECTEURS N° 020

### Alimentation haute tension

Cette alimentation haute tension, qui ne mesure que 32 cm X 14 cm X 6,5 cm, permet un grand choix de tensions de sortie en courant continu allant jusqu'à 20 kV, avec une stabilité poussée à 0,005 % près pour toutes variations de charge et de ligne. L'appareil convient, de ce fait, à de nombreux travaux de recherche et de laboratoire.

Cette alimentation « modèle 731 » est en fait un convertisseur continu-continu qui accepte des courants d'entrée de 20 à 29 V. Elle s'utilise en deux modes de fonctionnement : tension constante ou intensité constante avec passage automa-



tique d'un mode à l'autre. L'intensité de sortie se règle sur la plage de 2  $\mu$ A à 1 mA.

Des bornes de contrôle permettent la vérification à distance des tensions et intensités de sortie au moyen d'instruments simples. On peut se servir de signaux logiques pour inhiber la sortie haute tension.

L'appareil est totalement protégé contre les inversions de polarité d'entrée ou les sous-voltages ou sur-voltages.

**Brandenburg/Sodilec.**

SERVICE-LECTEURS N° 21

### Convertisseurs analogique-numérique

Le MK 5168 est un convertisseur analogique-numérique de 8 bits compatible microprocesseur, utilisant la technique d'approximation successive. La technologie C.MOS permet une consommation de puissance réduite (typ. : 1,5 mW) et un fonctionnement sur une alimentation unique de + 5 V.

Le MK 5168 est conçu pour un interface aisé avec des microprocesseurs ou pour un fonctionnement comme sous-système autonome. Pour faciliter l'interfaçage avec microprocesseur, le dispositif a des sorties de données à trois états et un

signal « PRET ». Le MK 5168 a un temps de conversion rapide de 59  $\mu$ s en utilisant une horloge externe de 1,2 MHz. La haute résolution numérique-analogique est effectuée par l'incorporation sur la puce d'un réseau de référence de 256 résistances. Cette technique de conception permet de garantir une erreur totale supérieure ou égale à  $\pm 0,5$  LSB. Il est possible, en vue d'un rendement optimal, de connecter le réseau à une référence de précision extérieure.

**Mostek**

SERVICE-LECTEURS N° 022

### Enregistreur potentiométrique à tracé continu

Portable, en version modulaire, avec défilement de 10 à 108 000 mm/h commutable à l'arrêt et en marche, cet enregistreur réalise de une jusqu'à 6 courbes de 100 mm de large, de une jusqu'à 3 courbes de 250 mm de large, avec convertisseurs de mesure débrochables et interchangeables, pour grandeurs électriques : tension, intensité, puissance active, réactive, cosinus, fréquence, harmonique et intégration de ces grandeurs.



Il accepte également les convertisseurs de température, pH, vitesse, pression, débit, etc. De plus, cet appareil peut être associé à des mémoires et détecteurs de microcoupures ou de creux de tension pour retracer des courbes oscillographiques perturbées ; l'asservissement du papier au franchissement de seuils réglables permettant l'attente d'un phénomène sans déroulement de papier, puis déroulement jusqu'à 30 mm/seconde tant que le seuil demeure franchi. Un système original permet néanmoins de garder l'heure.

**Anpico.**

SERVICE-LECTEURS N° 023

## Adaptateur pour enregistreur

Afin de répondre aux besoins des utilisateurs d'enregistreurs potentiométriques, et de simplifier leur travail, ce constructeur a profité de l'évolution des systèmes à microprocesseurs, pour associer à leur technique moderne la précision et la robustesse de l'enregistreur classique, et en particulier au « Servofram » SRM, 6 voies, 6 couleurs, à tracé continu sur 250 mm, et lancer cette année un nouvel adaptateur à microprocesseur pour phénomènes rapides : le « Transix ».

Particulièrement polyvalent, il per-

met la visualisation de données analogiques (1 à 6) de basses fréquences, la synchronisation des tracés, facilitant la lecture du diagramme au moment du dépouillement et l'extension de la bande passante de l'enregistreur SRM jusqu'à 100 Hz sur 6 voies ou 1 000 Hz sur 1 voie, avec une définition de 20 points par période.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- acquisition de la mesure avec une résolution de 12 bits, soit une définition de 4 000 points sur 250 mm ;
- échantillonnage réglable de 50  $\mu$ s à 10 ms ;
- sélection du nombre de voies de 1 à 6 voies ;
- capacité de mémorisation de 2 K-mots de 12 bits et trois modes de fonctionnement de déclenchement de mémorisation, soit manuel, soit par changement de niveau T.T.L. sur signal extérieur, soit par seuil de déclenchement variable ;
- commande de sortie des tracés quel que soit la vitesse de défilement de l'enregistreur.

Son format de petite taille permet son montage en rack (boîtier 2 U).

**Sefram.**

SERVICE-LECTEURS N° 024

## Alimentation à découpage multi-sorties

Cette alimentation possède jusqu'à quatre sorties : 5 V - 15 A ; + 12 V à + 15 V - 1 A ; - 12 à - 15 V - 1 A et - 5 V - 0,5 A.

Caractérisées par un très faible coût, elles fonctionnent sur réseau 115 V ou 220 V de 47 à 400 Hz de - 25 °C à + 70 °C.

Un circuit de détection de coupure secteur est incorporé. Un signal est envoyé au calculateur avant la coupure de l'alimentation de manière à ce qu'une sauvegarde de la mémoire puisse être effectuée par le système.

Chaque sortie est entièrement protégée contre les surcharges. Une protection surtension sur le 5 V est également incorporée.

Tous les composants susceptibles de provoquer une panne sont montés sur support permettant une réparation rapide.

**Equipements scientifiques.**

SERVICE-LECTEURS N° 025

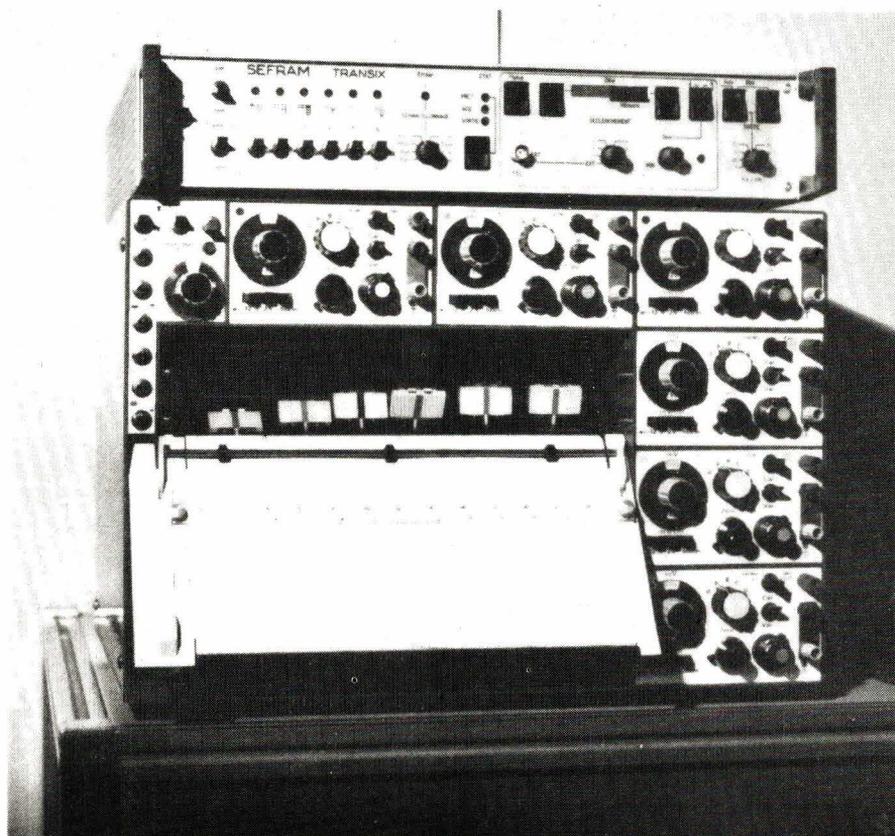
## Simulateur de sonde résistive à décades

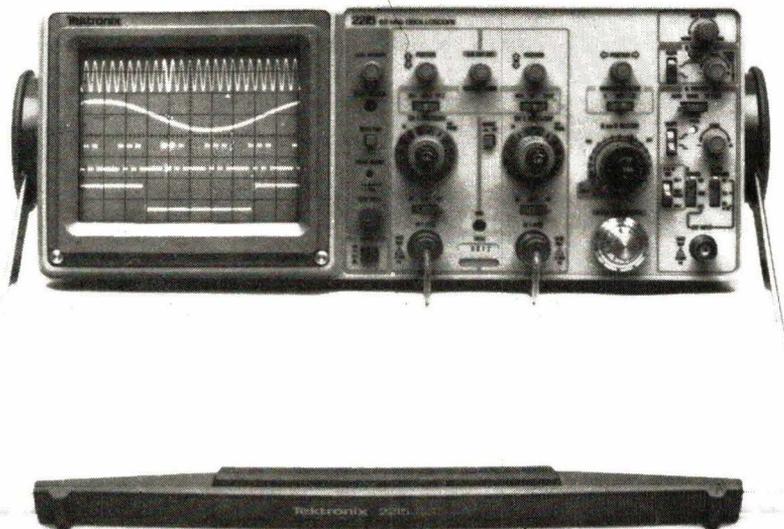
Le modèle DA/RTD-200 possède la particularité de pouvoir simuler n'importe quelle sonde résistive de 20 à 1 120  $\Omega$  avec une résolution de 0,01  $\Omega$  et une précision relative constante de 0,02 % de la valeur affichée, en 2, 3 ou 4 fils.

La conception particulière de ce simulateur (circuit « Waidner-Wolf ») élimine en effet l'influence des résistances de contact des galettes qui entachent habituellement la précision des boîtes de résistances usuelles aux faibles valeurs de résistances affichées. Ainsi, une bonne boîte de résistances classique à 0,01 % introduirait une erreur de 0,1 % à 50  $\Omega$  (soit - 125 °C pour une sonde à résistance de platine) ou encore 0,05 % à 100  $\Omega$  (soit 0 °C). Le simulateur DA/RTD-200 permet d'effectuer les étalonnages à ces températures avec la même précision qu'aux températures élevées, soit 0,02 %.

**General Resistance/Elexo.**

SERVICE-LECTEURS N° 026





## Oscilloscopes portables économiques

Les oscilloscopes de la série « 2200 » ont été conçus de façon à offrir une bande passante de 60 MHz (en bout de sonde). Deux voies avec une sensibilité de 2 mV/div. ainsi qu'une vitesse de balayage maximum de 5 ns/div. montrent le niveau de performances de ces nouveaux appareils.

La forme et la dimension des oscilloscopes de la série 2200 (13,7 x 35,6 x 42,2 cm), leur poids (6,1 kg), leur simplicité d'utilisation les destinent à un très large spectre d'applications dans de nombreux domaines dont :

- maintenance en atelier ou sur le site ;
- fabrication et contrôle industriel ;
- enseignement ;
- laboratoire.

Les deux premiers modèles de la série 2200, le 2213 et le 2215 offrent :

- simple ou double base de temps (avec balayage alterné) ;
- délai au départ du balayage variable ; cela permet de retarder le départ de la base de temps pour une meilleure visualisation des détails ;
- inhibition du balayage (« hold off ») destiné à obtenir une image stable en présence de signaux complexes ;
- véritable XY (avec pleine sensibilité pour chaque voie) ;
- indication de la sensibilité des sondes ;

- visualisation du déclenchement (LED) ;
- déclenchement crête-à-crête automatique ;
- dispositif de recherche de trace ;
- commande automatique de luminosité en fonction de la vitesse de balayage ;
- sélection automatique de la tension réseau ;
- trace fine, exempte de halo.

Tels sont quelques-uns des avantages dont sont dotés les 2213 et 2215. D'autres caractéristiques, plus classiques, viennent compléter leurs possibilités :

- choix du mode de représentation verticale CH1, CH2, alt, découpé, additionné, soustraction des voies ;
- déclenchement automatique, normal et TV (ligne ou trame à n'importe quelle vitesse de balayage) ;
- choix de la somme de déclenchement CH1, CH2, alterné, en mode interne ou déclenchement extérieur ou sur fréquence réseau ;
- grand écran 8 x 10 cm ;
- post-accélération 10 kV, etc.

Il est à noter également que de nouvelles sondes (P6120) ont été spécialement développées pour ces oscilloscopes. Un dispositif nouveau de connexion rapide sur circuit intégré est prévu avec ces nouvelles sondes.

**Tektronix.**

SERVICE-LECTEURS N° 027



1 Capteur  
+ 1 Indicateur numérique

= 1 Manomètre électronique

mise en route : raccorder au secteur

C'EST TOUT !

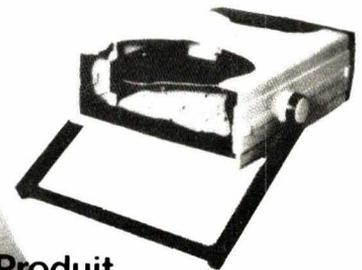
Série M 4000 - précision 1 %  
Série MIP - précision 0,5 %  
Série MVA - précision 0,25 %  
Étendue de mesure : de 20 mbar à 1000 bar  
Alimentation : 220 V ou ± 15 V

**FGP Instrumentation**  
84, r. Henry Prou - 78340 Les Clayes-sous-Bois  
Tél. 055-74-92 et 055-68-20 - Télex 695539F

SERVICE-LECTEURS N° 234

## COFFRETS EN ABS

CH 23



Produit **PACITEC™**

«EXCLUSIVITE»

**VP**  
électronique

9, rue Gabriel-Péri - 91300 MASSY  
Massy (6) 920.08.69  
Grenoble (76) 93.50.64  
Rennes (99) 51.88.88

SERVICE-LECTEURS N° 235

## Alimentation

$\pm 3\ 000\ V$

Cette alimentation modèle « 247 » jouit d'une régulation élevée jusqu'à 3 kV continu et d'un certain nombre de caractéristiques qui intéressent les utilisateurs d'électromètres et de pico-ampèremètres :

- niveau de bruit très faible ;
- excellente régulation en fonction de la charge et du secteur ;
- inversion de polarité ;
- protection totale du court-circuit ;
- disjonction automatique en cas de surcharge ;
- contrôle du niveau de sortie ;
- montage en rack ou présentation table.

Son débit de 6 mA est suffisant pour alimenter plusieurs montages simultanément, avec une stabilité de 0,02 % par jour facilitant les mesures de longue durée et une fluctuation du niveau de sortie inférieure à 0,001 % pour des variations de secteur de  $\pm 10\ %$ .

L'ondulation résiduelle cumulée au bruit n'excède pas 3 mV crête-à-crête pour 1 kV et 1 mA. De telles performances réduisent les sources de bruit et apportent un grand confort dans l'emploi de chambres d'ionisations et de cellules de résistivité.

D'une utilisation simple, les commandes du modèle « 247 » permettent le réglage et le contrôle du niveau de sortie entre 0 et  $\pm 3\ 000\ V$  avec une résolution de 0,2 V sans discontinuité.

Parmi les applications, on citera la recherche sur semi-conducteurs, où l'un des paramètres importants est la mesure de la tension de claquage émetteur-collecteur pour un circuit base ouvert.

Un autre exemple de l'utilité du modèle « 247 » est le domaine des tubes photomultiplicateurs où il est indispensable de pouvoir faire varier le niveau dans de grandes limites tout en conservant une stabilité absolue dans le temps.

Enfin, les avantages de cette alimentation peuvent être également appréciés dans des secteurs aussi différents que la physique des hautes énergies, le contrôle industriel par rayons X, les réacteurs nucléaires, la chimie et les mesures de résistivité et d'isolation.

**Keithley.**

SERVICE-LECTEURS N° 028



## « Curseurs » à calcul

Ces instruments de travail, en plastique stable et multicolore, présentent des données et des informations techniques d'une façon claire, précise et facile à lire, et se veulent les remplaçants de la règle à calcul classique.

Ils économisent les temps de recherche et évitent les erreurs de lecture.

Etant donné que les variables et paramètres d'un problème sont présents simultanément avec leur solution, on peut traiter des problèmes complexes avec facilité en étant guidé automatiquement vers la meilleure solution.

Pour techniciens, dessinateurs et chercheurs, il existe des kits complets avec curseurs et pochoirs à dessin assortis.

Ces instruments sont disponibles pour toutes les branches. Voici quelques exemples : sélection et comparaison de duretés, ajustements, vis et écrous, boulons, ressorts, temps d'usinage, calcul de tuyaux d'eau, gaz et vapeur et de conduits d'air.

À côté des curseurs purement techniques, on trouve également des instruments pour des domaines tels que pochoirs et gabarits pour la conception ergonomique des postes de travail ou bien des instruments de gestion comme le calculateur de séries économiques ou le calculateur d'investissements.

**IWA.**

SERVICE-LECTEURS N° 029

## Convertisseurs de fréquence

Ces convertisseurs permettent de faire varier et de réguler la vitesse des moteurs triphasés standards à couple constant.

Leur domaine de puissance va de 0,75 kW à 4 kW.

Ils se caractérisent par leur faible encombrement, leur très grande souplesse d'emploi et leur haute fiabilité, due à la technologie « statique ».

L'utilisateur peut, selon ses besoins :

- choisir sa gamme de fréquence de travail (5 à 50 Hz ou 5 à 110 Hz) ;
- régler la rampe d'accélération et de décélération ;
- inverser statiquement le sens de rotation ;
- travailler en frein (l'appareil fonctionne dans les quatre quadrants du plan couple-vitesse) ;
- commander un électro-frein à vitesse nulle ;
- réguler la vitesse par un capteur tachymétrique, ou encore :
- piloter la vitesse par un signal de consigne extérieur.

Ces appareils, dotés de protections très complètes, admettent sans dommage le court-circuit en sortie.

**Electro Mesures.**

SERVICE-LECTEURS N° 30

## EQUIPEMENTS ET PRODUITS

### Colles structurales acryliques

Ces colles se distinguent tout particulièrement par une résistance à la traction et au cisaillement élevée et par une grande résistance aux chocs.

Même s'il s'agit, ici, d'une colle à deux composants, les problèmes typiques de ce système, tels que le pesage et le mélange compliqué des composants ainsi que l'observation de la vie en pot n'existent pas. On applique tout simplement l'accélérateur à la surface d'une partie à coller et la résine, indépendamment, à la surface de l'autre partie. La polymérisation se fait en assemblant les deux surfaces à coller. Une résistance des matériaux suffisante (environ 40 % de la résistance finale) est atteinte après 2 à 3 mn déjà, et cela à température ambiante.

Les colles structurales acryliques possèdent une adhésion spécifique à presque tous les matériaux ainsi qu'une flexibilité élevée et, de ce fait, elles se prêtent tout spécialement au collage de différents matériaux.

Trois différents types sont disponibles, dont un se prête même au matériel d'une surface huileuse et cela sans traitement préalable.

**Panacol.**

SERVICE-LECTEURS N° 031

### Minuterie en boîtier DIP

Cette minuterie comporte un circuit intégré spécial contenant un oscillateur et un circuit de comptage d'impulsions.

La « H3T » est disponible en trois gammes de temporisation : de 0,1 à 5 secondes, de 1 à 60 secondes et de 3 à 180 secondes. La répétitivité est comprise entre  $\pm 2\%$ .

La H3T peut être alimentée en 12 ou 24 V c.c. et est équipée d'une sortie statique 100 mA.

Le même appareil pouvant effectuer les opérations « Front de montée » ou « descente », avec « Porte ». La H2T couvre une large



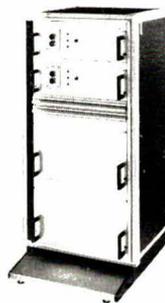
gamme d'applications. La temporisation peut être réglée sur l'appareil lui-même ou par l'intermédiaire d'un potentiomètre extérieur.

SERVICE-LECTEURS N° 032



**mondial électronique**

13, BOULEVARD GALLIENI, 94130 NOGENT-SUR-MARNE - TÉL. : 873 37-77



Alimentation de secours  
Série économique  
Puissance de 100 à 5.000 VA

Convertisseur  
continu - alternatif  
Sortie pseudo sinusoïdale



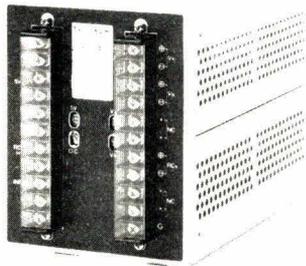
Type CERR  
Puissance de 100 à 500 VA

Autres fabrications :

- Onduleurs - Chargeurs - Transformateurs
- Alimentations stabilisées - Tôlerie fine et industrielle.

SERVICE-LECTEURS N° 236

## Alimentations à découpage forte puissance - multiples sorties



| Modèle  | Sortie 1 | Sortie 2  | Sortie 3  |
|---------|----------|-----------|-----------|
| TRH 051 | 5V 15A   | +12V 2A   | -12V 2A   |
| TRH 052 | 5V 15A   | +15V 1.5A | -15V 1.5A |
| TRH 053 | 5V 15A   | +12V 2.5A | - 5V 3A   |

**ES 741.90.90**

**Sonde de mesure 30 kV  
Précision : 0,01 %**



- Utilisable jusqu'à 50 kV
- Impédance : 250 M ohms

**ES 741.90.90**

**Alimentations militarisées  
M T B F : 60 000 heures à  
100°C**

- Température de fonctionnement :  
- 55°C à + 100°C
- Vibration : ± 30 G
- Chocs : 60 G
- Boîtier scellé, hermétique

**ES 741.90.90**

**Alimentations T H T**



**500 kWatts - 150 Kvolts -  
20 000 A**

**ES 741.90.90**

**équipements  
scientifiques s.a.**

**ES 54, rue du 19 Janvier  
92380 Garches  
tél. 741.90.90 - télex 204 004 F**

Code lecteur

Code lecteur



## Ordinateur « de table »

Cet ordinateur « 9826 » de table est doté de 3 langages : le Basic et le HPL, disponibles dès maintenant et le Pascal ultérieurement. L'utilisateur pourra exploiter directement des programmes écrits en HPL pour le « 9825 ». L'ajout du Basic donne à l'utilisateur la puissance d'un langage évolué pourvu d'un jeu très complet d'instructions.

Les caractéristiques du système « 9826 » le rendent plus particulièrement adapté aux applications de test assisté par ordinateur bien que la vitesse de calcul le rende tout aussi puissant dans d'autres domaines tels la production et le calcul technique.

Le système « 9826 » est doté d'un écran de 7 pouces en diagonale, de 10 touches de fonction programmables (20 avec « Shift ») avec la possibilité d'afficher 10 labels à l'écran. L'ordinateur peut également fournir 15 niveaux de priorité d'interruption, et jusqu'à 512 K octets de mémoire L/E sont disponibles.

L'interface de transmission de données permettra de choisir soit le mode asynchrone, soit le protocole DSN de liaison pour les systèmes et réseaux répartis.

L'interface HP-IB (IEEE 488) est intégrée à l'ordinateur de table. Quatre interfaces externes peuvent être connectées : HP-IB, Interface E/S à usage général, DCB et série.

**Hewlett-Packard**

SERVICE-LECTEURS N° 033

## Horloge-calendrier « bus »

La carte MDX-BCLK fournit les secondes, minutes, heures, jours et mois en format décimal code binaire. Cette nouvelle carte est adressable par les ports d'entrées-sorties parmi 128 adresses possibles. Le BCLK permet également, en temps réel, une possibilité d'interruption du circuit du compteur-timer (CTC) sur la carte MDX-CPU2 à travers un connecteur à 8 broches. Les batteries sur la carte donnent au MDX-BCLK la possibilité d'opérer plus de 5 jours sans alimentation.

La carte MDX-BCLK se compose d'une circuiterie de détection de coupure, d'un registre de contrôle de l'horloge, de mémoire tampon des données de l'horloge, d'un circuit d'horloge C-MOS, d'une logique et de batteries. Toute perte de secteur sera détectée par la circuiterie de détection qui est utilisée pour invalider la logique, afin qu'elle n'interfère pas avec le fonctionnement du circuit de comptage du temps en technologie C-MOS. Le registre de contrôle de l'horloge est utilisé pour sélectionner le port désiré du circuit d'horloge C-MOS (par exemple : secondes, minutes, heures, jours, mois). Le circuit d'horloge C-MOS est en fait une horloge secourue par batterie, pouvant être lue et mise à jour par le microprocesseur. Un cavalier est disponible sur la carte afin que les batteries puissent être déconnectées si nécessaire.

**Mostek**

SERVICE-LECTEURS N° 034

# Une configuration personnalisée et économique

# FACEN electronique



DIGITAL EQUIPMENT

TEXAS INSTRUMENTS

CENTRONICS

M.S.I.

## LILLE

6, rue Emile Rouzé  
59000 LILLE  
Téléphone  
**(20) 96.93.07**

## NANCY

Z.I. d'Heillecourt  
54140 HEILLECOURT  
Téléphone  
**(8) 351.00.05**

## STRASBOURG

Z.I. rue Vauban  
67450 MUNDOLSHEIM  
Téléphone  
**(88) 20.20.80**

## ROUEN

Centre de Gros  
Boulevard Lénine  
Téléphone  
**(35) 65.36.03**

## CHALON/SAONE

20, rampart St Pierre  
71100 CHALON/SAONE  
Téléphone  
**(85) 48.23.10**

**FACEN SIEGE SOCIAL 110, AVENUE DE FLANDRE WASQUEHAL**

Les prix, les délais  
ou les deux!

## Composants piézoélectriques de grande diffusion

- Quartz pour microprocesseurs et autres applications. (nombreuses fréquences en stock).
- Filtres à quartz - 10,7 MHz et 21,4 MHz.
- Bases de temps compatibles TTL : 200 kHz à 70 MHz. (boîtier dual in line).

Département Distribution de



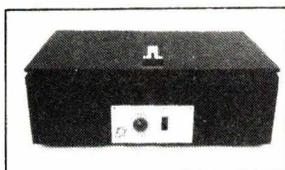
**Quartz & Electronique**

1, rue d'Anjou, 92602 Asnières  
Tél. (1) 790 65 44

SERVICE-LECTEURS N° 222

## INDEX DES ANNONCEURS

|                         |                      |                             |                      |
|-------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| AFORP-AFORTEC .....     | 124                  | ITT SEMI-CONDUCTEURS .....  | 6                    |
| AGEMIP .....            | 90                   | JAHNICHEN .....             | 132                  |
| ALMEX .....             | 36, 59               | RICHARD/PEKLY .....         | 44                   |
| BALLOFFET .....         | 54                   | LE MONITEUR .....           | 108                  |
| BISHOP GRAPHICS .....   | 54                   | MARVYLEC .....              | 132                  |
| BRADY .....             | 117                  | MEKTRON .....               | 62                   |
| DIGITAL EQUIPMENT ..... | 35, 67               | METRIX .....                | 4 <sup>e</sup> couv. |
| DIODE .....             | 62                   | MICRO-SYSTEMES .....        | 86                   |
| E.A.S. ....             | 23, 85               | MONDIAL ELECTRONIQUE .....  | 129                  |
| EFCIS .....             | 34                   | M-T ELECTRONICS .....       | 54                   |
| ELECTRO CONCEPT .....   | 133                  | PHILIPS SCIENCE             |                      |
| ELEXO .....             | 86, 102              | & INDUSTRIE .....           | 70                   |
| EQUIPEMENTS             |                      | PRODUCTRONICA 81 .....      | 60                   |
| SCIENTIFIQUES .....     | 130                  | QUARTZ & ELECTRONIQUE ..... | 132                  |
| E.T.S.F. ....           | 116                  | R.T.C. ....                 | 109                  |
| EYROLLES .....          | 44                   | S.D.S. RELAIS .....         | 3 <sup>e</sup> couv. |
| FACEN .....             | 131                  | SECRE COMPOSANTS .....      | 4                    |
| FACOM .....             | 24                   | SELFCO .....                | 61                   |
| F.G.P. ....             | 123, 127             | SOAMET .....                | 108                  |
| FLAGELECTRIC .....      | 5                    | SOURIAU .....               | 133                  |
| I.C.I. ....             | 2 <sup>e</sup> couv. | SYSTRON DONNER .....        | 118                  |
| I.E.F. ....             | 60                   | TEKTRONIX .....             | 68, 69               |
| ITT CANNON .....        | 94                   | V.P. ELECTRONIQUE .....     | 123, 127             |



**SF 415** Châssis à insoler  
les circuits imprimés  
410 × 280 mm.  
1 440 francs H.T.

**Modèle SF 420 A**, 560 × 300 mm  
1 740 francs H.T.  
Autres modèles simple et double face.



**GM 421 A**  
Machine à graver  
les circuits  
imprimés  
fonctionnant

à mousse de perchlorure  
1 950 francs H.T.  
(GM 422 = 1750 F H.T.)

Notre matériel professionnel est le moins cher du  
marché international. Démonstration et docu-  
mentation sur simple demande.

### MARVYLEC ELECTRONIQUE

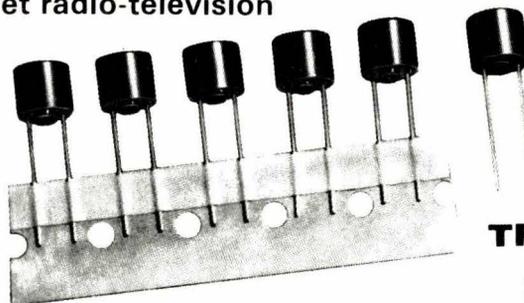
6, rue de la Marne, 95460 EZANVILLE  
Téléphone (3) 991.30.72

SERVICE-LECTEURS N° 223

## FUSIBLES MINIATURES



pour industries électroniques  
et radio-télévision



TR 5

- livrables en bandes pour  
implantation automatique, ou en vrac  
pour soudage sur C.I.
- fusion rapide et retardée
- valeur : 50 mA... 4 A
- homologation SEMKO demandée
- dimensions : 8 x Ø 8,5 mm  
entr'axe : 5,08 mm



**A. JAHNICHEN**  
27 rue de Turin 75008 PARIS  
Tél: 387-59-09



SERVICE-LECTEURS N° 224

# ELECTRO-CONCEPT

CONCEPTION ET FABRICATION  
DE CABLAGES ELECTRONIQUE

**45 personnes  
sur  
1 000 m<sup>2</sup> couvert  
à votre service  
à 60 mn de Paris**

*Proto classique 48 heures.  
Proto métallisé 6 jours.*



**Fabrication  
industrielle  
et professionnelle  
de tout circuits  
imprimés  
simple face,  
double face,  
classique  
et à liaisons  
par trous  
métallisés.  
(Méthode Pattern  
uniquement)**

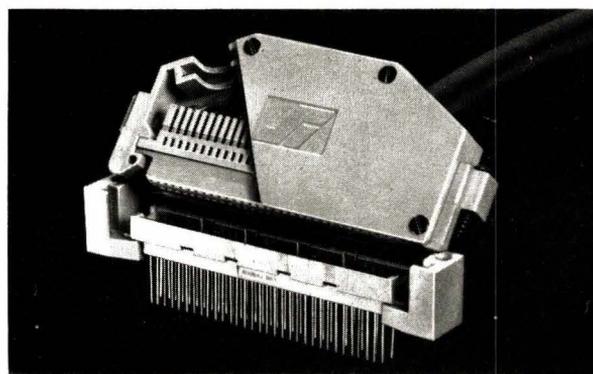
**25, route d'Orléans, 45610 CHAINGY  
Tél. : (38) 88.86.67 lignes groupées.**

SERVICE-LECTEURS N° 220



MEXIM 1610

**système  
de connexion  
à vocation universelle**



**meilleure adéquation  
économique aux besoins**

Le système SOURIAU 8609 est un ensemble de connexion de cartes circuit imprimé au standard Européen.

Il est conforme aux normes nationales: DIN 41612 - VG 95 324 - MIL C 55303 - BS 9525 - F0004 - HF 11 - HE 12. et internationale: CFI 130.14.

Il fait bénéficier ses utilisateurs de la standardisation des éléments mécaniques constitutifs des équipements électroniques destinés à tous les domaines d'application.

Ce système 8609 comprend les éléments suivants:

- Connecteurs haute densité (fixations standard et inversé).
- Connecteurs de puissance.
- Connecteurs de câbles à raccordement auto-dénudant avec capots. Enfin il est prévu pour la connexion aussi bien en fond de panier qu'en face avant des cartes.

**SOURIAU**  
AU PREMIER PLAN  
DE LA CONNEXION MONDIALE

Division Connecteurs pour circuits imprimés  
13, rue Galliéni - BP N° 410  
92103 Boulogne-Billancourt Cedex FRANCE  
Tél. (1) 609.92.00 - Télex: 250 918 F

SERVICE-LECTEURS N° 221

# S'ABONNER?

## POURQUOI?

Parce que s'abonner à "ELECTRONIQUE APPLICATIONS"

C'est ● plus simple,  
● plus pratique,  
● plus économique.

C'est plus simple

● un seul geste, en une seule fois,  
● remplir soigneusement cette page pour vous assurer du service régulier de ELECTRONIQUE APPLICATIONS

C'est plus pratique

● chez vous!  
dès sa parution, c'est la certitude de lire régulièrement notre revue  
● sans risque de l'oublier, ou de s'y prendre trop tard,  
● sans avoir besoin de se déplacer.

## COMMENT?

En détachant cette page, après l'avoir remplie,

● en la retournant à:  
ELECTRONIQUE APPLICATIONS  
2 à 12, rue de Bellevue  
75940 PARIS Cédex 19

● ou en la remettant à votre marchand de journaux habituel.

Mettre une X dans les cases X ci-dessous et ci-contre correspondantes:

Je m'abonne pour la première fois à partir du n° paraissant au mois de .....

Je renouvelle mon abonnement et je joins ma dernière étiquette d'envoi.

Je joins à cette demande la somme de ..... Frs par:

chèque postal, sans n° de CCP

chèque bancaire,

mandat-lettre

à l'ordre de: ELECTRONIQUE APPLICATIONS

## COMBIEN?

ELECTRONIQUE APPLICATIONS (6 numéros)

1 an  87,00 F France

1 an  110,00 F Etranger

(Tarifs des abonnements France: TVA récupérable 4%, frais de port inclus. Tarifs des abonnements Etranger: exonérés de taxe, frais de port inclus).

ATTENTION! Pour les changements d'adresse, joignez la dernière étiquette d'envoi, ou à défaut, l'ancienne adresse accompagnée de la somme de 2,00 F. en timbres-poste, et des références complètes de votre nouvelle adresse. Pour tous renseignements ou réclamations concernant votre abonnement, joindre la dernière étiquette d'envoi.

Ecrire en MAJUSCULES, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci.

\_\_\_\_\_

Nom, Prénom (attention: prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

\_\_\_\_\_

Complément d'adresse (Résidence, Chez M..., Bâtiment, Escalier, etc...)

\_\_\_\_\_

N° et Rue ou Lieu-Dit

\_\_\_\_\_

Code Postal

\_\_\_\_\_

Ville

## ELECTRONIQUE APPLICATIONS

# SDS

## Leader dans la technologie des relais

Nous mettons en place de nouvelles étapes

**Relais DRC**  
Le plus petit relais Reed  
1 inverseur de très haute  
efficacité avec le circuit C  
intégré

**Relais RC**  
Le premier relais monostable  
qui ne consomme pas d'énergie

**Relais DS**  
Le premier relais miniature  
d'une très haute efficacité grâce  
à son accumulation optimale  
d'énergie

**Relais R**  
Le premier relais Reed  
1 inverseur en boîtier  
plastique hermétique avec  
une technologie de Getter

**Relais S**  
Le premier relais miniature  
avec 4 contacts et un pouvoir  
de coupure allant de 1nW à 1kVA

**Relais DR**  
Le premier relais Reed mono- et  
bistable 1 inverseur avec une  
tension de collage compensée  
pour variations de température

**Circuit IC**  
Le premier circuit  
monolithique qui, en  
utilisation en monostable  
permet d'économiser  
99,9% d'énergie

**Relais SPC**  
Le premier relais de puissance  
avec des contacts jumelés à  
ouverture forcée sans  
échauffement de la bobine

**Relais TS**  
Le premier relais carte miniature  
temporisé avec 4 contacts pour  
couper de 1nW à 1kVA

**Relais TR**  
Le premier relais temporisé  
sans puissance additionnelle

**Circuit VS**  
Le premier circuit monolithique  
qui transforme un relais  
bistable en télérupteur

**Relais K**  
Le premier relais à induit  
plongeur avec 15 améliorations  
qui lui donnent une fiabilité  
100 fois supérieure

**Relais ST**  
Le premier relais miniature de  
puissance à armature sans  
frottement

**Support S-NS**  
Le premier support actif  
avec le circuit C intégré

**SDS  
RELAIS**

SDS-RELAIS FRANCE S.A.R.L.  
La Boursidière R.N. 186  
F-92350 Le Plessis Robinson  
Tel. 6303590 · Tx. 202486

SDS-ELEKTRO GmbH  
Fichtenstraße 3-5  
D-8024 Deisenhofen  
Tel. 089/6132061 · Tx. 529253

SDS-RELAIS H. SAUER Ges.mbH  
Johannesstraße 25  
A-2344 Maria-Enzersdorf  
Tel. 02236/6846-7 · Tx. 79240

SAUER-SDS-RELAIS AG  
Am Wasser 24  
CH-8049 Zürich  
Tel. 01/425875 · Tx. 56326

SDS-RELAIS ITALIA S.R.L.  
Via Abruzzo 7  
I-37138 Verona  
Tel. 045/573122, 573565

# QUATRE AS 1985



MX 563  
=====

3 1/2 DIGITS  
0,1 %  
RMS, DB, CRETE,  
TEMPERATURE  
BEEPER

MX 575  
=====

4 1/2 DIGITS  
0,05 %  
RMS AVEC FREQUENCEMETRE

MX 562  
=====

3 1/2 DIGITS  
0,2 %  
VERSION DE BASE  
AVEC BEEPER

MX 522  
=====

3 1/2 DIGITS  
0,5 %  
VERSION INDUSTRIELLE  
ECONOMIQUE

Ils sont quatre. Quatre multimètres numériques pour tous les usages, adaptés à tous les prix. On les appelle déjà les quatre as, parce qu'ils offrent de nombreuses fonctions nouvelles (décibel, température, crête, fréquence, beeper, diode, continuité), parce qu'ils sont légers, faciles à manipuler, parce que ce sont des as du design : prise en main, stabilité, facilité de lecture par écran incliné. Parce que, pourquoi pas, ils sont beaux.

Avec quatre appareils, on peut sélectionner les performances les mieux adaptées à l'utilisation, comme le nombre de points (2.000 ou 20.000) ou la précision (jusqu'à 0,05%) ou RMS et valeur moyenne.

Les quatre multimètres numériques METRIX ont plein d'idées nouvelles, changent d'allure et sont à la pointe de l'innovation.

Avec METRIX, les multimètres numériques sont en pleine forme.

ITT Composants et Instruments

Division Instruments Metrix  
Chemin de la Croix-Rouge - BP 30 F74010 Annecy Cedex  
Tél. (50) 52 81 02 - Téléx 385 131

Agence de Paris  
157, rue des Blains - BP 124 F 92220 Bagneux Cedex  
Tél. 664 84 00 - Téléx 202 702

**metrix**

**Metrix, la puissance industrielle au service de la mesure.**